



2008-2009

学科发展报告综合卷

COMPREHENSIVE REPORT ON ADVANCES IN SCIENCES

中国科学技术协会 主编

中国科学技术出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2008—2009 学科发展报告综合卷/中国科学技术协会主编. —北京:
中国科学技术出版社, 2009. 4

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4957-7

I. 2... II. 中... III. 科学技术-研究报告-中国-2007—2008
IV. N12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018532 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:16.75 字数:390 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2100 册 定价:51.00 元

ISBN 978-7-5046-4957-7/N·121

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2008—2009 学科发展报告综合卷

COMPREHENSIVE REPORT ON ADVANCES IN SCIENCES

学术组织机构

专 家 组

组 长 白春礼

副组长 陈赛娟 冯长根

成 员 (以姓氏笔画为序)

王海波	朱 明	张开逊	张玉卓	沈爱民
肖 宏	陈运泰	周建平	饶子和	钱七虎
高 福	梅永红	游苏宁	董尔丹	薛 澜
戴汝为				

编 写 组

组 长 钱七虎

委 员 (以姓氏笔画为序)

习 复	戈 峰	田金洲	宁延生	冯 锐
李喜先	李晓兵	吕爱平	朱 明	刘西拉
许毅达	麦康森	苏天森	杨玉芳	杨峻山
何华康	张聚恩	张怀良	陈 阜	范世福
施俊法	秦 川	聂玉昕	陶文沂	陶祖莱
黄鹤羽	董志灵	雷源忠	蔡运龙	

学 术 秘 书

刘兴平	黄 珏	张国友	胡春华	吕 潇
王安宁	许 英			

序

当今世界,科技发展突飞猛进,创新创造日新月异,科技竞争在综合国力竞争中的地位更加突出。党的十七大将提高自主创新能力、建设创新型国家摆在了非常突出的位置,强调这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。近年来,随着对“科学技术是第一生产力”认识的不断深化,我国科学技术呈现日益发展繁荣局面,战略需求引领学科快速发展,基础学科呈现较快发展态势,科技创新提升国家创新能力,成果应用促进国民经济建设,交流合作增添学科发展活力。集成学术资源,及时总结、报告自然科学相关学科的最新研究进展,对科技工作者及时了解 and 准确把握相关学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、渗透与融合,推动多学科协调发展,适应学科交叉的世界趋势,提升原始创新能力,建设创新型国家具有非常重要的意义。

中国科协自2006年开始启动学科发展研究及发布活动,圆满完成了两个年度的学科发展研究系列报告编辑出版工作。2008年又组织中国化学会等28个全国学会分别对化学、空间科学、地质学、地理学、地球物理学、昆虫学、心理学、环境科学技术、资源科学、实验动物学、机械工程、农业工程、仪器科学与技术、电子信息、航空科学技术、兵器科学技术、冶金工程技术、化学工程、土木工程、纺织科学技术、食品科学技术、农业科学、林业科学、水产学、中医学、中西医结合医学、药学和生物医学工程共28个学科的发展状况进行了研究,完成了中国科协学科发展研究系列报告(2008—2009)和《学科发展报告综合卷(2008—2009)》。

这套由29卷、800余万字构成的学科发展研究系列报告(2008—2009),回顾总结了所涉及学科近两年来国内外科学前沿发展情况、技术进步及应用情况,科技队伍建设与人才培养情况,以及学科发展平台建设情况。这些学科近两年产生了一批重要的科学与技术成果:以“嫦娥一号”探月卫星成功发射并圆满完成预定探测任务、“神舟七号”载人飞船成功发射为代表的一系列重大科技成果,表明我国的自主创新能力又有较大提高,在科研实践中培养、锻炼了一批

高层次科技领军人才,专业技术人员队伍规模不断壮大且结构更为合理,科技支撑条件逐步得到改善,学科发展的平台建设取得了显著的进步。该系列报告由相关学科领域的首席科学家牵头,集中了本学科广大专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的有关全国学会和科学家、科技专家研究智慧的结晶,也是这些专家学者学术风范和科学责任的体现。

纵观国际国内形势,我国仍处于重要战略发展机遇期。科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命,科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。增强自主创新能力,积极为勇攀科技高峰作出新贡献;普及科学技术,积极为提高全民族素质作出新贡献;加强决策咨询,积极为推进决策科学化、民主化作出新贡献;发扬优良传统,积极为社会主义核心价值观体系建设作出新贡献,是党和国家对广大科技工作者的殷切希望。我由衷地希望中国科协及其所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

A handwritten signature in black ink, reading '李锐' (Li Rui), written in a cursive style.

2009年3月

目 录

序 韩启德

第一章 相关学科进展与趋势

第一节	化学	3
第二节	空间科学	10
第三节	地质学	20
第四节	地理学(自然地理学)	25
第五节	地球物理学	29
第六节	昆虫学	34
第七节	心理学	38
第八节	环境科学技术	42
第九节	资源科学	47
第十节	实验动物学	51
第十一节	机械工程(机械制造)	59
第十二节	农业工程	67
第十三节	仪器科学与技术	73
第十四节	电子信息	82
第十五节	航空科学技术	86
第十六节	兵器科学技术	92
第十七节	冶金工程技术	99
第十八节	化学工程	104
第十九节	土木工程	109
第二十节	纺织科学技术	112
第二十一节	食品科学技术	119
第二十二节	农业科学(基础农学)	124
第二十三节	林业科学	130
第二十四节	水产学	133
第二十五节	中医学	138
第二十六节	中西医结合医学	143
第二十七节	药学	149
第二十八节	生物医学工程	155

第二章 学科发展报告(2008—2009)简介(英文)

1. Chemistry	165
--------------	-----

2. Space Science	170
3. Geological Science	172
4. Geography	175
5. Geophysics	184
6. Entomology	186
7. Psychology	189
8. Environmental Science and Technology	192
9. Resources Science	194
10. Laboratory Animal Science	196
11. Mechanical Engineering	199
12. Agricultural Engineering	201
13. Instrumentation Science and Technology	204
14. Electronics and Information Technology	206
15. Aeronautical Science and Technology	211
16. Ordnance Science and Technology	213
17. Metallurgical Engineering and Technology	217
18. Chemical Engineering	219
19. Civil Engineering	221
20. Textile Science and Technology	225
21. Food Science and Technology	229
22. Basic Agronomy	232
23. Forestry	233
24. Fishery Science	235
25. TCM and Chinese Materia Medica	237
26. Integrated Traditional Chinese and Western Medicine	239
27. Pharmacy	242
28. Biomedical Engineering	245

附件 2008 年度与学科进展相关的主要科技成果

附件 1 2008 年度国家自然科学奖获奖目录	251
附件 2 2008 年度国家技术发明奖获奖目录	252
附件 3 2008 年度国家科学技术进步奖获奖目录	253
附件 4 2008 年度中国十大基础研究新闻	259

第一章

相关学科进展与趋势

第一节 化 学

一、引言

化学一直是各国特别是发达国家最重视而且也是产生影响最大的学科领域之一。作为发达国家以及科研比较发达的发展中国家的代表,美、日发表的化学论文的总数均列其国内各学科的第二位(第一位均是临床医学),而在中国(不含台湾地区)化学论文数量在各学科排位中多年来始终位列第一;就总被引频次来说,化学在中国同样位列第一,而在美、日则分列第四和第二位。由此可见化学科研在各国都占极其重要的地位。

二、化学学科近两年国际重大进展

近两年来国际上化学学科取得的重大进展与热点领域主要有:纳米材料、化学生物学、绿色化学特别是绿色催化、选择性有机合成、光电功能分子与材料等,比如石墨烯、纳米金在癌细胞成像、铁基超导体、纳米氧化锌阵列、高迁移率的液晶性半导体聚合物、微孔金属氧化物—有机杂化结构的储氢、分子电子高密度存储、离子液体的功能化及其作为有机催化剂在选择性合成中的应用、氨基酸的对映体选择合成、染料增感太阳能电池、单电子结构电导对分子构型的依赖性、包括原子转移自由基聚合、金属催化活性自由基聚合、稳定氮氧自由基介导活性聚合、持续性自由基反应和选择性自由基反应等的自由基聚合方法和机理,以及理论化学中的密度泛函理论与多体密度泛函理论等。

三、化学学科近两年国内重要进展

在过去的两年中,我国化学工作者在基础和应用基础研究以及把研究成果转化为生产力方面都取得了明显的进展,发表了许多高水平的学术论文,在国际上产生了重要影响,不仅促进了学科的巨大发展,也为国民经济和社会发展做出了卓有成效的贡献。可以概括为:基础研究更扎实、深入,新兴学科发展迅速,传统学科不断涌现新增长点,面向国家、社会重大需求和面向实际应用的成果数量与质量显著提高,学科分布格局更趋于与发展要求相适应、与国际趋势相符合和与国情结合更密切,研究重点更注重可持续发展,原创性成果不断涌现,学术交流更广泛,学术论文的数量和质量明显提升。

具体体现在如下方面。

一批科研成果获得国内、国际奖励。2007年因在炼油催化应用科学、石油化工技术自主创新和开拓绿色化学方面的杰出贡献,获得国家最高科学技术奖的闵恩泽院士,和2008年因建立串级萃取理论,使我国实现了从稀土资源大国到生产和应用大国的飞跃,并大大地提高了我国稀土产业的国际竞争力,而获得国家最高科学技术奖的徐光宪院士,就是最突出代表。这两年中,我国化学家除获得了几十项国家级奖励之外,卢佩章、赵东元等5位分别获得了色谱 Golay 奖、国际介观结构材料协会荣誉奖、Flory 聚合物研究奖、亚太理论与计算化学家协会年度 Pople 奖以及 2008 年度国际相图委员会最佳论文奖等

各相关学科的重要奖项。

国内外学术交流更加广泛、深入。2006 年以来,中国化学会共举办了 51 次全国性的学术会议,参加的人数达 15322 人次。特别是,2008 年 7 月在天津南开大学举行的中国化学会第 26 届年会,与会代表超过 2800 名,提交的论文达 3500 篇,是中国化学会成立 76 年以来的规模最大的一次年会,学术质量也较前有了很大提高。中国化学会的学术年会已经引起了国际化学界的巨大兴趣与关注,美、英、德、日等国的化学会都派学会领导或代表与会。2008 年,英国皇家化学会《分析学家》(*The Analyst*)杂志和德国《先进材料》(*Adv Mater*)先后出版专刊,分别介绍中国的分析化学进展和中国科学院化学研究所的研究进展;一大批中国化学家当选为外国的院士或在国际学术机构担任领导职务,反映了我国在国际化学界的地位明显提高,影响日益扩大。

学术论文数量明显增加、质量不断提高。据 ISI 统计,1998 年至 2008 年 4 月底的 124 个月中,我国内地科学家发表的化学论文总数为 132351 篇,已经位居世界前 3 位,论文的总被引频次大幅增长,达到 629724 次,在高影响因子的国际期刊上发表的论文数量近 3 年以每年 20%左右的速度增加。但是,目前的篇均被引频次(4.76)还相当低,属于原创性和国际前沿、热点领域的论文还不多,质量亟待更进一步提高。

在纳米化学研究方面,分别于 2007 年和 2008 年在 *Science* 发表的孙世刚等的高催化活性 24 面体 Pt 纳米晶体和蔡伟伟等的氧化石墨烯化学结构的结果都具有重要理论意义和巨大应用潜力。我国不仅在国际上率先开展了有机纳米材料的研究,姚建年等的系列工作还被评论称为“向理性化设计有机纳米材料迈进了一步”。李亚栋等在功能纳米晶的可控生长和小批量制备以及三维组装方面取得了系列进展。智能“浸润门”及其相关系列研究、碳纳米管的可控生长、图案化石墨烯、普适的高纯度一维和准一维单晶以及不同形态有机纳米结构的制备、纳米尺度功能有机材料大面积有序生长、功能化非碳纳米管、量子点、纳米催化剂的合成及性能调控、生物分子辅助的选择性控制合成一维和三维自组装纳米结构、磁性纳米材料、纳米加工等也都有重要的进展。

在与生命现象有关的化学研究中,秦勇等与日本 Yajima 等合作通过全合成确定疫霉菌性激素 $\alpha 1$ 的绝对立体化学的工作具有国际领先地位,评论称其为“破解了一个 70 多年的科学疑案”。在生物合成基因簇中部分基因功能的研究、金属离子对某些重要生命过程的调控作用、DNA 甲基化水平的灵敏简便检测方法、无标记的方便快捷肉眼可视检测葡萄糖磷酸化的体系、 β -arrestin1 蛋白在细胞核内的新功能以及 STAT1 蛋白在细胞核中的负调控机制、“层层组装”技术在 ATP 的生物合成以及纳米生物机器的开发与构建中的运用、模拟折叠和螺旋结构的组装、焓或光驱动的核酸马达及其在构建功能智能界面中的应用、受体在细胞膜中的动力学行为及拉伸旋转分子动力学方法、描述金属离子与蛋白质相互作用的理论模型及对典型的金属蛋白“锌指蛋白”的折叠过程的研究等,都是具有重要理论与应用价值的成果。

在软物质及其自组织(装)行为研究方面,我国在用单分子力谱方法研究表面与分子间的相互作用力、超分子纳米结构及其表面微/纳米图案化、超分子自组装、逐级组装或多级连续/不连续组装方式以及组装的调控、发现新的组装驱动力、与 DNA 相关的主客体分子识别、手性超分子、功能胶体和凝胶等方面都有显著的进展,有关双寡聚噻吩分子吸

附结构的多样性和结构转化规律的研究被评论称为这是一项“对理解分子—分子、分子—基底作用对组装结构的影响、组装结构调控、单分子研究以及分子器件的构筑具有重要意义”的研究。

在理论创新方面,张东辉、杨学明等有关 $\text{HF}(v=3)$ 前向散射和 $\text{F} + \text{HD} \rightarrow \text{HF} + \text{D}$ 反应的共振现象的动力学研究,取得重大突破,一年内两次在《美国国家科学院院刊》(PNAS)发表论文,展示了“实验与理论相结合的巨大力量”,受到国际同行的高度重视,在 2008 年 8 月 8 日 *Science* 出版的《理论化学的挑战》专辑中有关化学反应量子动力学理论进展评述中对此工作给予了详细介绍。朱本占通过国际合作,提出了有关芳香氯代有机污染物致癌的机制,2007 年发表在 PNAS 之后,被认为是持久性有机污染物致癌机制研究的新突破。帅志刚等发展了含 Duschinsky 转动效应的无辐射跃迁理论,“可以预测大分子的荧光过程,不仅给出了与已知实验一致的结果,还定量地预测了实验难以得到的光物理参数”。利用分子间相互作用来实现负微分电阻的设想、瞬子理论、描述金属氧化物和有机分子之间相互作用的半离子化模型、预测药物分子的包结模型、研究高分子溶液中受限高分子混合物的结构和热力学性质的混合密度泛函理论、超临界流体溶液中局域活度系数概念、分子筛的合成机理等,也都在相关研究中发挥了重要作用。

在新技术和新方法的探索中,刘文剑等提出的“轨道分解方法(ODA)”、“算符水平上的外场依赖单元转换(EFUT)”和“矩阵水平的完全场依赖单元转换(FFUTM)”3 种精确计算方案,对解决核磁性质的相对论计算问题作出了重要贡献。电子相关大体系的非线性响应方法、多参考电子相关方法、电子结构线性标度新算法、寻找过渡态的快速方法、能处理谐振子和非谐振子模型的计算模型及程序、基于第一性原理的新型并行计算方法、大尺寸团簇的结构优化、粒子群优化算法、蚁群优化算法等,也都是理论研究方法上的重要进展。

将热交联化学与软刻蚀结合开发的一种在硬衬底上制备微/纳米规则图案化结构的新技术、导致用核磁共振技术进行蛋白质 ms 量级动力学测定的精度大为提高的新的相位循环机制等为学科发展提供了技术保障。

在熔盐中直接电解还原固态 TiO_2 制备金属钛、铽及其合金的方法,“双氧水直接氧化丙烯制环氧丙烷”技术,可视化定性检测溶液中 $\text{Cu}(\text{II})$ 的方法,计算机剖面成像法用于金属有机骨架化合物的吸附位点的研究,都是极富实用价值的亮点。

交叉分子束—离子速度成像仪、精密自动绝热量热装置、电化学原位膜导电性测量仪、纳米气溶胶在线质谱仪等一批具有自主知识产权的仪器设备研制成功,为科研工作提供了新的手段。

色谱学科在色谱分离的基础理论、多维色谱仪器、新型色谱填料和色谱柱、样品前处理方法、应用领域等方面得到了突飞猛进的发展。蛋白质组学的样品预处理方法、多维液相色谱—质谱平台应用于细胞、组织提取蛋白质的分离鉴定、磷酸化蛋白富集检测方法以及代谢组学研究用分析平台、特异性生物标志物结构鉴定的全面分析策略的建立等,也都是重大的发展。芯片动物水平高通量药物筛选研究已在国际同行中产生重要影响。

新能源方面,太阳能电池取得了重要突破:通过开发性能更优的染料制出了全球目前报道的最高水平的实用型染料敏化太阳能电池;研制成功了采用与传统太阳能电池完全

不同采光模式的纳米晶柔性太阳能电池和高性能聚合物太阳能电池。另外,大容量锂离子电池负极材料、各类燃料电池的催化剂和电极材料以及电池堆的研制、基于薄液层氧化还原对的新型超级电容器与动力学特性极其优异的超级电容器用碳纳米管阵列电极材料、全钒液流储能电池的成功试运行等,也都显现了新能源开发的良好势头。

有机分子电子器件方面,有机场效应晶体管(OFET)研究取得明显进展。一批新的活性材料被研制成功,其中用双四硫代富瓦烯化合物为活性层用溶液法制备 OFET 器件被评论称为“OFET 的新起点”。通过用铜、银代替金为电极,对解决器件实用化的关键:降低成本具有特别重要的意义。以有机单晶构筑场效应晶体管的研究是一项开拓性的研究。基于溶液自组装获得单根微纳米一维结构并将其加工成单根线场效应晶体管的探索和大尺寸高有序连续的盘状有机半导体多晶薄膜的研制成功,也都是值得提及的工作。

有机发光材料及器件(OLED)的研究在聚合物、溶液可加工磷光和界面修饰等材料体系、蓝光和红光材料、白光和半导体量子点器件等方面,都取得具有国际先进水平的进展,显示了聚合物基白光器件的性能可以达到或超过白炽灯的效率,结合全打印的器件制备技术,显现应用于有机半导体照明的巨大潜能。

无标记的、肉眼可视的检测单链 DNA 水解的传感体系,方便快捷、灵敏度高的检测限制性内切酶作用下双链 DNA 水解的荧光检测体系,DNA 甲基化转移酶的灵敏检测,高灵敏度的蛋白酶活性检测和抑制剂筛选体系,以 CdS 纳米晶体和金纳米粒子为基础的非标记型电致化学发光生物传感器,CdTe 量子点为标记物的多功能、高灵敏免疫传感器,监测水中 Zn^{2+} 、 NH_3 、硝基苯和甲酚 4 种典型污染物急性毒性的光纤生物传感器,快速、简单的核酸损伤检测方法,环境污染基因毒性快速检测的光电化学核酸传感界面,成功检测出酶催化原位产生的 DNA 加合物和氧化损伤的第二代光电传感器、检测重金属离子的哺乳动物细胞毒性的细胞传感器等,是传感研究方面的重要进展。

另外,表面浸润性可控的聚合物光子晶体和光子晶体聚光器,以及基于光子晶体的高灵敏生物检测芯片、分子荧光开关、分子逻辑器件、分子梭、逻辑门、包括纳米尺度信息点的稳定写入和可擦写超高密度信息存储,以及近于单分子尺度的纳米级存储的高密度信息存储、理想临界尺寸概念与功能单分子层诱导制备分子印迹材料、分子基铁电体等进展,不仅具有潜在应用价值,而且也都对有机固体的学科发展具有重要意义。

环境化学方面,建立起了符合我国实际情况的新型化学污染物多溴联苯醚样品分析方法;建立了包括自来水、河水、井水、污水等中多种常见全氟化合物的液相色谱—串联质谱分析方法;提出了液相色谱—四极杆—飞行时间串联质谱分析污泥样品中全氟化合物的方法;发现了甲醛光解离主要有两个反应通道;在分子水平上初步揭示了砷在土壤中的反应机理和反应产物的微观结构;揭示了碳纳米管选择性吸附高极化度有机污染物的机制,明确了非疏水作用是影响有机污染物在碳纳米管上吸附亲和力的重要因素等。

绿色化学方面,利用自主制备的高度交联聚合物负载的功能离子液体催化剂、聚苯胺催化剂和可生物降解的负载型氯化胆碱催化剂,来催化 CO_2 与环氧化合物的反应,合成了环状碳酸酯;把合成碱性功能离子液体和固体催化剂,用于超临界条件下 CO_2 与 H_2 合成甲酸的反应,实现了碱助剂和催化剂的循环利用;确定了离子液体对阴离子染料萃取分离的主要驱动力和氢键的调节作用,成功地实现了离子液体的循环使用,为基于离子液体

的染料废水污染控制提供了科学依据;通过对离子液体阴离子与溶剂分子间的相互作用的密度泛函理论研究,为设计、合成具有特定功能的离子液体提供了依据;利用碱性离子液体为介质兼结构诱导剂,用于金属氧化物纳米晶的可控合成;超临界 CO₂ 微乳液的形成及离子液体对微乳液的特殊作用等研究,获得了国际同行的好评。

催化反应与催化剂的研究是物理化学中最为重要的领域之一。李灿等有关表面异质结光催化剂明显改善光催化制氢活性、乳液催化新概念,在油品超深度脱硫等的催化和有机分子的乳液催化选择氧化以及手性乳液酸催化等过程中的运用,将均相手性催化剂局限在笼形纳米反应器中来大幅度提高其活性的新策略,多孔和介孔催化剂及其结构调控的系列工作,都是对学科发展和实际应用极富成效和重要意义的研究进展。另外,对于 Pt{100}开放表面较之密堆积的 Pt{111}和阶梯表面 Pt{211}具有更好的表面催化性能的预测、Ru 是比 Rh 更好的费托合成催化剂的解释和对 P450 催化硫磺化的反应机制的难题给出清楚的答案等工作,都是催化理论研究的进展。在甲烷高效活化和选择转化方面,成功实现了低温条件下甲烷选择氧化制备甲醇和提出了处于交换位的 Mo-O-Al 物种是甲烷直接转化反应的活性中心的结论。对于有机反应中的碳—氢键活化和不对称氢化,以及醇醛缩合等反应的催化剂的研发,取得重要进展,其中,周永贵等有关不对称氢化的系列工作应邀为 *Acc Chem Res* 撰写综述论文。

电化学方面,董绍俊等提出了“研究不稳定体系电催化的流体动力学”和“超微修饰电极电催化”两种理论方法,它们被美国《化学进展年度报告》推荐为现代电化学的新方法。另外,在电极表面上设计和构建纳米材料功能化生物界面及其界面生物电化学过程的机理研究和有机电化学中的双功能液流电池原理的提出也都具有重要价值。

化学热力学领域中,多种固醇与磷脂混合体系的相行为、胆固醇在卵磷脂双分子层中的分布等工作对于认识生物膜组分的排列机理、CO₂ 诱导的新型纳米乳液可以通过压力进行反复调控以及压缩 CO₂ 可作为一种新型“开关”的发现对于调控表面活性剂聚集体的性质和功能、溶液微观结构的分子水平解释,对于化学化工都具有重要的价值。

在无机化学研究中,高松等有关分子磁体的研究取得了系统成果,特别是一些稀土金属与铁构成的异金属配合物表现出长程磁有序的亚铁磁体性质以及某些体系的外磁场依赖的慢磁弛豫的观察结果受到国外同行的关注。孟庆金等有关分子冰化学的研究结果,为模拟从气相(小的独立水簇)到凝聚态(缔合水合冰相)转化过程中水分子—水分子间作用变化趋势和理解水分子间氢键缔合基本规律,提供了科学依据。中国科学院应用化学所有关 CaCu₃Fe₄O₁₂是具有亚铁磁性半金属结构、有可能成为一种新型自旋电子材料的预测,很快为日本科学家的成功合成所证实;他们还制得了多种负热膨胀材料固体电解质、负热膨胀以及零膨胀特性的复合材料。无机化学家们还建立了多孔材料分子工程的基本方法和技术路线,发展了无机组装化学理论,实现了系列多孔磁性功能配位聚合物材料的可控组装。

在有机化学研究中,有机反应、有机天然产物的合成以及新的天然产物的发现占有极其关键的地位。陈庆云等合成证实了半个世纪前 Woodward 在研究叶绿素合成时提出的 isophlorin 具有 20 π 电子的假想结构。碳—氢键的活化、催化环化多米诺反应、烯丙基化反应、不对称反应、偶联反应、手性配体的反应、有机催化剂、氟烷基化等一系列有机反

应的研究成果彰显我国有机化学研究的活跃。环肽类、生物活性的糖苷类、生物碱类以及其他类共 20 余种有机天然产物的成功全合成标志着我国有机化学研究队伍的实力与水平。一系列具有抗 HIV、抗肿瘤、抗疟活性的萜、生物碱和新骨架化合物的分离、鉴定对于深入开展它们的构—效关系、探索 and 开发新药的研究具有极其重要的意义。

高分子科学研究中,何军坡等用实验澄清了文献中对于可逆加成断裂链转移聚合反应的机理存在的分歧,是 2006 年 *Macromolecules* 杂志当年被引用最多的论文。超支化聚合物与树枝状大分子拓扑结构的调控、亚胺与一氧化碳交替共聚合成多肽的方法、超分子聚合物的合成与组装、高分子物理研究中证实了由 de Gennes 等提出的合成高分子单链两级塌缩动力学理论的线团-紧密小球转变的两级动力学的观察、受限圆柱形孔内的两嵌段共聚物的自组装行为的理论模拟及相图构建、高分子复合材料熔体产生流变混杂效应的条件、描述分散相的流变学本构模型的建立、用流变学方法对缠结点之间高分子链段的快速松弛动力学的直接观察、不同超支化聚(脲-氨酯)含量的碳纳米管的溶液流变特性的研究、导电聚苯胺的形貌从超支化纳米管到纳米纤维再到螺旋纳米纤维的转变的实现、导电聚合物纳米结构的自组装和简单易行的可控制备、高载药量聚乳酸-蛋白质复合物的制备及“乳液电纺技术”的提出、高催化活性的自然酶羧肽酶 A 人工模型的分子印迹构筑、非交联稳定多孔聚电解质复合物膜的制备等结果的取得很好地推动了学科的发展。

我国的化学计量学方法与应用研究处于国际前沿。快速发展的现代分离分析技术与计量学方法的结合,为中草药分离、分析以及生物活性的进一步研究带来了新的手段。采用化学计量学方法对把代谢组学用于中药作用机理研究进行了有益探索;支持向量机、支持向量回归等方法分别在蛋白质结构分类以及食品致癌活性研究等新领域有了进一步发展。窗口独立成分分析、非负免疫算法等新方法的提出,使复杂体系分析方法更加高效、实用,也为实现复杂体系的高通量分析奠定了理论和方法基础。

面向国家、社会重大需求和面向应用,是落实“科学研究是第一生产力”伟大指示的根本途径。2008 年,化学领域取得的最重要进展之一是,对圆满完成“神七”飞船飞行和舱外活动任务所作出的贡献。其一是,中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室研制的 4 大类 11 种固体润滑材料的约 44h 的太空空间环境暴露试验取得圆满成功。另一是,为显示“神舟七号”飞船航天员翟志刚出舱活动时航天服的状态数据,在他所穿的“飞天”舱外航天服的胸前部安装了国产的基于有机光电材料的新型平板显示器(有机发光二极管, OLED);这是国际上首次将 OLED 器件应用于宇航服上。同时,中国内地第一条由清华大学和维信诺公司自主设计建设、年产 1200 多万片小尺寸 OLED 显示屏的生产线在江苏昆山投产,标志着新型平板显示技术领域通过多年自主创新已取得重大突破,显示产业由“中国制造”开始走向“中国创造”。

聚乳酸树脂又称“玉米塑料”,是世界上公认的新世纪环保、可持续发展的新型生态材料。2007 年,应化所建成了核心技术具有自主知识产权的世界第二条年产 5000t 绿色可降解环保型聚乳酸树脂的工业示范线,实现了批量生产,产品各项性能指标全面达到或部分超过美国 Cargill Dow 公司的同类产品水平,标志着我国聚乳酸产业化和产品质量已跻身世界前列。用聚乳酸树脂制作的包装、容器和餐具类产品为“绿色”奥运提供了有力支持。

此外,成功应用于西部全长 1800 多千米的乌鲁木齐—兰州原油管道的设计与运行中的有关原油宏观流变性质与原油组成及蜡晶形态结构之间关系的研究、具有自主知识产权的可控正离子聚合新工艺技术、纳米级全硫化粉末橡胶的制备及应用技术、“催化裂化干气制乙苯气相烃化和液相反烃化优化组合”的第三代技术 2 套年产 8 万 t 乙苯的工业化装置、年产 60 万 t 烯烃的甲醇制烯烃技术与年产 20 万 t 煤基烯烃的工业化示范项目、在中国核动力院同位素生产堆的气体回路试验中成功应用的“氢氧复合整体催化剂及复合器”、处于国际领先水平的生产能力达 100t/a 的电化学还原制备 3,6-二氯吡啶甲酸合成生产线、3000t/a 的马来酸无隔膜电解合成丁二酸生产线、采用合适的聚醚砜碳纤维超滤复合膜和电极材料的组合工艺的 12000t/d 炼油废水回用工程的工业示范装置、拥有自主知识产权的贵金属-稀土金属双组分湿式氧化催化剂的日处理废水量 20t 的湿式催化氧化工业示范装置、产品主要性能达国际先进水平的国内第一条彩色等离子显示屏用荧光粉生产线、兰州石化公司 17 万 t 级高密度聚乙烯树脂产品质量升级等都是“产学研”联合攻关的成果与范例,产生了巨大的经济、社会效益。

具有自主知识产权、年产 2500t 第三代强效非甾体解热镇痛药双氯芬酸类药物的生产线和使用自主创新的新型界面增溶剂研发出的系列高附加值的废塑料和粉煤灰与农作物秸秆共混模塑复合材料产品等成果,以及用现代手段研究中药,使中药标准化所取得的一系列进展(如“标准组分”和开展组分中药研究的思路、构建标准化技术和质量控制体系、安全性评估以及配位机理等)则是我国化学工作者在“以人为本”、服务民生方面作出的显著贡献。

四、化学学科发展与国际先进水平的比较及前景展望

我国的化学学科尽管取得了长足的进步,我国化学论文发表数量已经位居世界前列,在一些分支学科的某些方面已经取得了处于国际领先水平的进展,但是,这样的成果还不很多。总体来说,与国际先进水平相比,还是存在着较明显的差距,距离化学强国的目标还相差甚远。特别是,许多研究工作都还只停留在跟踪、积累和扩展方面,原始创新特别是源头创新的工作还太少。化学作为一门与社会与国民经济各个领域息息相关、密不可分的基础科学和承上启下、渗透于各种新兴、交叉学科的中心科学,其未来的发展,从总体来说,应该特别注重加强资源的有效合理开发、无害化使用、再生和循环利用,开展为经济可持续发展提供物质保障和为改善人类生活环境、提高生活质量提供更加绿色、更为质优价廉的衣食住行条件以及加强科学积淀以促进学科自身发展等方面的研究。可以预见,在未来的相当一段时间内,纳米科技及其向各化学学科的渗透(比如,纳米材料功能化和功能材料纳米化)、新型功能材料的制备与组装及相关器件的研发、材料工程与可控构筑、新型高效绿色催化剂的开发及其在反应与工业中的应用、新反应的发现及其机制的研究、与生物体和生命现象相关的化学和仿生学、纳米以至分子水平的探测与分析表征的新方法和新技术手段、绿色与原子经济化学、新能源材料的开发及相关研究、理论化学与方法从原子—分子体系向多体的宏观体系发展和从解释现象向设计发展等都还必然继续是化学学科的重点方向。强化基础研究将始终是发展化学科学之根本,新进展与成果、新理论与观点、新材料与性能、新方法 with 工艺、新技术与装备将是努力的强大动力,而服务于社会

和国民经济的发展则是化学工作者须臾不可忘的历史使命。现在应该是有条件也有能力更加突出强调原始创新特别是源头创新的时候了。要能做到做好这一点,相比于科技创新和知识创新,作为科研主体的人的思维创新将更应是首位的。当然,那些不适应于创新要求的科研和人才管理体制也是到了应该改革创新的时候了。

第二节 空间科学

一、引言

世界上的一些空间强国、大国都在实施已制定的宏伟计划,并正在制定未来的庞大计划。一般的,空间科学的发展都要制定国家统一的宏伟计划,以协调各方面的力量,持续较长的时间,才能得到良好的效果。美国航空和航天局(NASA)制定的“超爱因斯坦”计划、欧空局(ESA)制定的“宇宙憧憬”计划都是历时长达 10 年以上的宏伟计划,其科学目标都是探索最基本的重大科学难题。

目前,我国也正在实施已制定的计划:①硬 X 射线调制望远镜(HXMT)正在研制之中;②进行多年的地球空间“双星”探测计划,现已取得了重要的成果;③“嫦娥一号”卫星正在轨绕月飞行,星上 8 台探测仪器已不断地向地面传回数据;④正在实施的中俄联合火星探测计划,其中俄方研制的“福布斯(Phobos-Rrunt)”探测器、中方研制的“萤火一号(YH-1)”探测器,预计在 2009 年采用一箭双星式发射;⑤在转向空间生命科学基础研究的同时,主要在“神舟”系列中为航天员的健康、安全、效能提供保障;⑥最近,中日微重力科学研讨会在中国召开,日本空间开发局(JAXA)、ESA 等国外科学家与会,进行了学术交流,并积极讨论了将来可能合作研究项目和计划。

近年内,我国空间科学要在各个领域分期地实现预定的计划:①着手研制中国主导的 X 射线时变和偏振天文卫星(XTP),并参加与法、意合作的 X 射线天文观测计划(Symbol-X),以及与德合作的宇宙演化 X 射线光谱探测计划(XEUS);②正在制定由三星组成的“夸父”计划,以达到研究日地空间复杂关系的科学目标,进而参加国际合作的磁层—电离层—热层耦合(MIT)探测计划;③完成月球探测第二期工程,即“落”的任务;④开展地基受控生命保障系统(CELSS)、空间生物学、空间放射生物学和医学研究;⑤正在实施的返回式卫星计划中,将发射第一颗微重力科学和生命科学实验卫星。

在未来的年代里,主要在 2015 年后,随着我国实力不断地增强,相应的空间发展战略构想及其衍生的宏大研究计划有:①在空间天文学中,主要研究宇宙天体的高能过程和黑洞物理,以黑洞等极端天体作为恒星和星系演化的探针,理解宇宙极端物理规律,这将为分为 3 个阶段实施;②在空间物理学中,主要在 2030 年前,要探求太阳、地球和人类和谐共存,从而将日地系统作为一个整体,以深入了解日地空间天气链锁变化规律,认识太阳活动对地球空间和人类活动的影响,进而开展日地空间环境预报,这将为分为 3 个阶段实施;③在月球和行星科学中,首先要完成探月第三期工程,即将在 2017 年实现无人采样返回,进而继续深入地开展月球科学研究,并开展火星探测和比较行星学研究;④在空间生命科

学中,在 2025 年前要发射 3~5 颗生命科学实验卫星,还要建立可供空间生命科学与技术研究的短期有人值守、长期无人照料的空间实验室或空间站,开展安全和效能保障、生命和生态技术保障研究,并进行地外生命探索;⑤在微重力科学中,既要进行大量的地基实验,但更重要的是又要长时间地在空间实验室或空间站上进行实验,并利用空间微重力环境研究所获得新认识,促进地基新学科的发展,特别是要加强微重力环境中复杂流体体系和复杂流体界面现象的研究。

二、国际空间科学态势

近几年,国际空间科学有很大的发展,主要包括空间天文学、空间物理学、月球和行星科学、空间生命科学、微重力科学及其探测技术的发展。

(一)国际空间天文学态势

目前,在空间运行的天文观测卫星,有美国的 HUBBLE、RXTE、Chandra、HETE - 2、SWIFT、INTEGRAL,欧洲的 XMM - Newton、INTEGRAL 和日本的 Suzaku。

在 2010—2020 年间,美国航空航天局(NASA)空间天文项目被纳入在“超爱因斯坦”计划中,而欧空局(ESA)则形成了“宇宙憧憬”计划,统一规划并遴选未来的空间科学项目。

1. NASA“超爱因斯坦”计划

NASA“超爱因斯坦”计划准备通过一系列项目的实施,研究 3 个基本科学问题:①是什么驱动了大爆炸;②在黑洞的边沿发生了什么;③暗能量的本质是什么。

2. ESA“宇宙憧憬”计划

欧空局(ESA)制定了 2015—2025 年“宇宙憧憬”计划,其中涵盖空间天文学、日地物理学和太阳系探测等。其中,两个高能天文观测项目 XEUS(X-ray Evolving Universe Spectroscopy)和 GRI(γ -Ray Imager)都被列入。XEUS 主要科学目标:①观测星系团并用之作为探针去探索暗物质和暗能量;②红移 $Z=10$ 处的第一代超大质量黑洞及其与星系形成之间的关系;③黑洞附近引力、空间和时间的特性;④极端条件下物质的状态及其极度塌缩星的结构。XEUS 可能在 2017—2020 年间实施。这些天文观测将对宇宙的了解带来革命性的变化。

(二)国际空间物理学态势

空间物理学把日球层作为一个系统,研究太阳、太阳风同行星、彗星的上层大气、电离层、磁层、高能粒子、其他星际物质间的相互作用。人类特别关注这一广阔的空间环境中的基本物理过程,这是当代自然科学最活跃的前沿学科之一。

1. 空间物理探测

日本日升(Hinode)、美国日地关系天文台(STEREO)卫星相继发射成功。美国发射的“旅行者 2 号”飞船,在离地球 85AU(天文单位)处对终止激波进行了就地直接观测,传回太阳系边缘的物理信息。

研究磁层要取得最佳效果,就要在空间进行多点探测和成像探测。欧空局的“Cluster 计划”包括 4 颗卫星,就是第一个实行局域多点探测计划,主要探测地球空间环境的三维小尺度结构分辨时间与空间变化。“地球空间双星”探测是我国首次实施的国际合作的重大探测计划。这两个计划相互配合,形成了地球磁层空间的 6 点探测。美国 THEMIS 由 5 颗卫星组成,以确定磁层亚暴的起始和宏观演化。国际上,在着力发展空间探测的同时,也十分注重地基观测。在大型国际合作计划“国际与日同在”计划和“日地系统空间气候和天气”计划中,地基观测是非常重要的组成部分。

2. 空间物理学进展

尽管磁场对太阳和日冕物理至关重要,但目前仍没有直接测量日冕磁场的技术手段。因此,如何通过模型外推,根据光球磁场的观测数据来获得日冕磁场参数一直是相关研究的热点。

太阳爆发活动是影响地球空间环境的主要因素。耀斑的发生率与活动区磁场复杂程度密切相关。日冕物质抛射事件(CME)主流模型是能量储存与释放模型。经过半个世纪的研究,日冕加热和太阳风的起源与加速机制仍然没有得到彻底解决。太阳极轨探测飞船 Ulysses 继续探测三维太阳风结构,而欧空局在 2006 年进入轨道的金星快车提供给我们 0.7AU 附近的太阳风信息。

美国推动的“大气各区域耦合、热力学和动力学计划”和“热层、电离层、中间层热力学和动力学使命”,直接关注于中、高层大气的研究。

3. 面临的基本物理问题

在空间物理学中,存在着 4 个关键的基本物理问题:①磁场重联;②粒子加速和传输;③等离子体和中性大气的耦合;④磁场产生的发电机过程及其对空间环境的控制。

在空间物理学中,综合性核心科学问题还包括:①太阳剧烈活动的产生机理及太阳扰动在行星际空间中的传播与演化规律;②地球空间暴的多时空尺度物理过程及空间环境和空间天气的物理与数值预报模型;③日地链锁变化中的基本等离子体物理过程;④地球空间环境与行星空间环境的比较研究;⑤太阳活动与日地链锁变化对气候与生态环境的影响及人为活动对空间环境的影响;⑥日地空间环境和空间天气对国防安全与航天活动的保障研究。

(三) 国际月球和行星科学态势

月球和行星科学主要是研究太阳系天体的地形地貌与地质构造、物质组成与化学成分,以及天体起源与演化规律的一门科学。其研究方式有:①通过陨石研究,以了解太阳系起源和演化;②通过空间探测,以获得地球和太阳系其他天体的地质构造、化学与物理特征。

陨石研究含类型、矿物岩石结构、化学成分、同位素成分、物性等。主要趋势为:①研究前太阳物质、灭绝核素、太阳星云的凝聚和分馏、行星的早期演化、冲击变质作用;②采用高精度测试技术和原位分析技术方法;③特殊类型陨石研究;④对象多元化,多陨石对比研究;⑤对象趋于小型化,如前太阳颗粒;⑥多学科交叉,包含天体化学、天体物理、宇宙

学、核物理等；⑦模拟实验与自然陨石对比；⑧南极陨石和沙漠陨石研究。

（四）国际空间生命科学态势

空间生命科学是借助空间飞行器研究在空间环境下的生命现象以及地外生命的科学。空间生命科学的主体是研究生命起源、生存、进化及空间效应等问题。目前普遍认为，空间生命科学研究领域为：航天医学/生理学、载人航天中的心理学和人的工效学、受控生态生命保障系统、重力生物学、空间放射生物学、空间生物技术以及地外生物学等。为此，人类正在建立可以长期生存的空间设施，包括轨道空间站、月球站、载人飞船等，这些包含着对空间生命科学与技术的依赖。

国际上，利用空间的微重力特点、宇宙辐射和磁场变化等特殊环境的改变，以动物、植物、微生物等为研究对象，从整体、组织、细胞乃至分子水平上观察生物系统的反应，展开这些因素的作用规律研究，已取得了实质性的结果。

近年来，载人航天频繁，人们又再次强调了新的、更高的太空探索目标，如再次登月、建立月球基地、火星探测、地外生命搜寻。在这些人类空间活动中，也发现了空间环境（微重力、宇宙辐射、昼夜节律变化、孤独、噪声等）对宇航员的身心健康和工作效能所带来的更多危害，从而要求更深入地进行航天医学、心理学和基础生物学研究。

（五）国际微重力科学态势

在国际上，美国、俄罗斯和欧洲的主要国家，以及日本等国参与建设的国际空间站已接近完成。由于微重力科学具有重大的学术意义和应用价值，因而微重力科学前沿十分活跃。美、俄、德、法、日等国投入了大量人力、物力及财力来推动微重力科学的发展。

利用空间特殊条件进行各种材料科学研究，涉及以下两个重大科学问题：①利用空间飞行器上所特有的微重力、超强辐射、超高真空和超净等极端实验条件，开展材料科学研究及发展相关技术；②适合于空间环境下应用的各种材料研究与制备。

近年来，俄罗斯“光子”号微重力材料科学实验卫星开展了数十项空间科学实验。由欧洲 10 国联合建造的“哥伦布”太空舱顺利地实现了与国际空间站的对接，这为开展空间材料科学、生命科学和物理学研究提供良好的条件。由日本建造的国际空间站上最大的太空实验舱之一“希望”号将实现与国际空间站的对接，进行包括空间材料科学在内的多项研究。美、欧、日等纷纷制定了在国际空间站上的研究计划，集中在微重力流体物理及其相关的燃烧学、材料科学以及生物技术等前沿领域，一直持续到 2020 年。同时，美、德、意、比等建立了国家微重力研究中心等机构；还在地面建设落塔等实验设施。

目前，微重力科学发展趋势是同时强调基础研究和应用开发研究，其中特别强调微重力环境中复杂流体体系和复杂流体界面现象的研究。

三、我国空间科学现状

（一）空间天文学现状

在空间科学布局中，空间天文学占有显著重要的地位。经过多年的积累，中国空间天

文学也进入了一个良好的发展时期。硬 X 射线调制望远镜(HXMT)将在 2010 年发射,预期可以发现上千个超大质量黑洞或未知类型天体,并具有独特的研究黑洞、中子星 X 射线双星硬 X 射线快速光变的能力。中法合作天文小卫星——空间变源监视器(SVOM)正在工程立项的过程中,其中搭载有 γ 射线监视器。载人航天二期空间天文系统与瑞士、法国合作研制用于 γ 射线暴、 γ 射线偏振测量的 POLAR 探测器。

(二)空间物理学现状

“地球空间双星”探测计划的实施,形成了具有创新特色和独成体系的星座系统。双星与 ESA 的 Cluster 4 颗卫星密切配合,首次形成了地球空间的“6 点探测”。这一联合探测取得的多空间层次和多时空尺度的探测数据,引发了国际上磁层研究的新焦点,推动了磁层研究的进展。主要探测成就如下。

提出新理论、发现新过程:①提出磁层亚暴“锋面”触发理论,包括“电离层风”、“锋面区”概念等;②提出锋面区和锋面区的形成、主要特性和亚暴膨胀相开始的触发理论;③发现强磁暴期间系列亚暴的“锋面”触发过程;④发现新的磁层亚暴驱动和触发的时序演化过程。

取得新进展:①双星—Cluster 联合探测,发现了弓激波前太阳风中的离子空洞;②观测到行星际磁场北向时向阳面磁层顶区的磁场重联;③观测到向阳面磁层顶区日下点附近和高纬度区同时发生分量重联和反平行重联的证据;④观测到向阳面磁通量管由分量重联在低纬磁层顶成对形成、反向离开源区,以及通量管的大尺度结构。

发现新现象:①中性原子源的三维分布;②中性原子极光图像;③带电粒子磁力线方向运动的演化过程;④带电粒子投掷角的环状分布和演化过程;⑤提出一种新型的中性原子成像反演模型。

继“双星”计划取得成功之后,一个全面探测太阳风暴和极光的“夸父”计划已经形成。同时,我国正在建设“东半球空间环境的地基综合监测子午链”。

(三)月球和行星科学现状

1. 陨石学现状

陨石学以陨石和宇宙尘等各种地外物质为对象,研究太阳系形成和演化的化学动力学过程,揭示地球与其他行星在物质组成和演化上的差异,以确立空间探测的科学目标和解释探测数据。

近年来,我国南极科学考察队在南极格罗夫山地区发现和回收了近万块南极陨石样品。这不但提升我国南极科学考察在国际上的影响,同时,对陨石学的发展起到了极大的促进作用。

2. 月球探测现状

月球是研究地球、地—月系和太阳系的起源与演化的重要对象,具有可供人类开发和利用的各种独特资源,也是人类向外层空间发展的理想基地和前哨站。

2007 年 10 月 24 日,月球探测卫星“嫦娥一号”成功发射,进入绕月的阶段,以获取月

球表面三维影像,分析月球表面元素含量和物质类型的成分,探测月壤特性和地月环境。实施月球探测,确定了4项科学目标,并遴选了8台有效载荷配合完成科学探测任务。11月20日,探月卫星开始传回第一幅月面CCD图像,并在轨正常运行。2009年3月1日,成功地受控撞月。这已成为我国航天事业的第三个里程碑。

3. 火星探测现状

火星是位于地球轨道外侧的第一颗行星,通过探索火星,要深入地地了解其地质结构、地貌,以及磁场、大气、气候变化等。人类希望建立第二家园和寻找地外生命,探测火星就是实现这一目标的重要途径之一。

中俄形成“联合火星探测”计划。俄方研制的“福布斯(Phobos-Grunt)探测器”,将在火卫一上着陆、采样、返回地球;同时利用火卫一为平台,探测火星的空间环境。中方研制的“萤火一号(YH-1)”火星探测器,将环绕火星,探测火星的空间环境。预计,2009年10月,将采用一箭双星式发射入轨。

(四) 空间生命科学现状

我国实施载人航天工程三步走的发展战略:第一步,发射无人和载人飞船;第二步,载人飞船与空间飞行器交会对接;第三步,建立20吨级的短期有人值守的空间站。

我国空间生命科学包括空间辐射生物学、重力生物学和空间生物技术3个方向,涵盖了14项关键技术和前瞻性研究课题,确定了一批重点领域的优先项目,并要加强具有前瞻性和探索性的基础研究。在载人航天中,保障了航天员的出舱活动,进行了航天员在太空的健康、安全和效能保障研究。

(五) 微重力科学现状

1. 研究进展

近年来,我国微重力科学深入总结了前期在“神舟”系列飞船上完成的空间细胞培养和空间蛋白质晶体生长实验、多样品空间晶体生长材料和微重力液滴热毛细迁移流体物理实验等多项成果,并在第六届日中微重力科学研讨会上进行了介绍。

2. 多项实验

近年,我国微重力科学利用育种卫星“实践8号”留轨舱微重力平台搭载了9项实验。在轨下传与记录的工程参数和科学数据正常,图像清晰,微重力搭载实验系统完成了从设备研制到在轨飞行实验结束整个过程的研制和实验任务。

3. 多项成就

我国微重力科学获得的主要研究成果:①空间微重力环境星载加速度计实验;②微重力条件下材料熔融的实验研究;③微重力池沸腾传热实验研究;④微重力环境中扩散系数研究;⑤微重力条件下颗粒物运动行为研究;⑥空间环境对转干细胞胚胎发育的研究;⑦空间密闭生态系统中高等植物生长发育的研究。

四、我国近年空间科学发展

(一) 近年空间天文学发展

1. 选择有重大意义的研究

近几年,我国将重点进行对邻近的黑洞、中子星等天体的高时间分辨研究。为此,我国提出搭载载人航天“天宫二号”的 X 射线时变和偏振探测卫星(XTP)。XTP 卫星包含高能 X 射线望远镜、低能 X 射线望远镜、高能 X 射线全天监视器、高能 X 射线偏振望远镜和低能 X 射线偏振望远镜 5 个载荷。XTP 具有先进性,其突出特点是其大的探测面积和较高的能量分辨。XTP 的科学目标:通过对 X 射线双星和亮的活动星系核的观测,研究极端条件下物质的行为和物理规律;通过对弥散 X 射线辐射的观测,研究银河系内热气体和中性气体的分布以及低能宇宙线的密度;测量 γ 射线暴的偏振 X 射线辐射,研究 γ 射线的辐射机制;通过对脉冲星的观测,实验利用 X 射线脉冲星实现应用于航天器的技术和算法。

2. 参加国际合作研究

我国将参加国际合作空间 X 射线天文探测计划:①由一个聚焦镜面卫星和一个探测器卫星构成的计划(Simbol-X);②“宇宙演化 X 射线光谱探测(XEUS)”计划。

(二) 近年空间物理学发展

1. “夸父”计划前期研究

在 2010 年前,围绕“夸父”计划(空间天气、空间风暴和极光探测计划)开展预先研究;完成子午工程的建设。

2. “夸父”计划实施

在 2015 年前,全面实施“夸父”计划,通过 3 颗卫星的联测完成从太阳大气的遥感探测到近地空间完整的扰动因果链探测,以研究日地系统能量输入和输出、日地爆发事件的形成和因果关系,以及空间天气链锁变化过程。由于“夸父”计划中,在 L_1 点的卫星寿命将长达 10 年之久,因而要充分地利利用观测资料。

(三) 近年月球和行星科学发展

1. 二期月球探测

2008—2015 年,是二期月球探测阶段,即“落”的阶段。

2. 二期月球探测目标

工程目标:突破月球软着陆、自动巡视勘察、深空测控通信、月夜生存等关键技术;研制月球软着陆探测器和月面巡视探测器,建立地面深空站。

科学目标:①月表形貌与地质构造调查;②月表物质成分和可利用资源调查;③月球内部结构研究;④日—地—月空间环境探测;⑤月基光学天文观测。

(四) 近年空间生命科学发展

1. 总体目标

未来5年发展目标包括:实现航天员出舱活动及航天器交会对接;开展具有一定应用规模的短期有人照料、长期在轨自主飞行的空间实验室的研制,开展载人航天工程的后续工作。

2. 战略实施

第一阶段,即在2010年前,利用我国的空间飞行器(返回式科学卫星、交会对接飞船、空间实验室等),发射1颗生物试验卫星,初步建立长期进行空间生命科学与技术研究的空间实验平台。第二阶段,即在2011—2015年间,要开展地基受控生态生命保障系统(CELSS)的研究。

(五) 近年微重力科学发展

在载人航天一期工程之后,我国微重力科学研究将在二期工程中有一批微重力科学实验搭载“神舟”飞船,并在航天员的照料下完成实验研究。

微重力科学与生命科学实验卫星计划正在实施中。在2010年前,将发射第一颗返回式微重力实验卫星,届时将有20余项微重力和空间生命科学实验项目搭载。同时,我国微重力科学研究正在制定长期的发展规划。

五、我国未来空间科学发展战略构想

在国家航天局制订的《中国空间科学规划》中指出:“空间科学的发展强烈地依赖于先进的航天技术。我国已经属于世界上少数几个航天大国之一,而且中国的世界大国地位和国家安全决定了我国航天技术将持续高速发展,必将为我国空间科学的起飞奠定坚实的基础。因此,空间科学是我国基础科学研究中有条件在20年内通过跨越式发展带动一批科学研究领域进入世界前沿的学科领域。”同时,在未来的年代里,我国空间科学将会向前沿科学发展,就从根本上不断地刺激着航天技术的持续发展,对其提出更高的要求,进而成为促其创新的原动力。

国家中长期科技发展规划中的载人航天和月球探测工程专项,以及我国第一个以科学目标为牵引的空间科学探测计划——“地球空间双星”计划的顺利实施,为我国空间科学的长远发展奠定了基础。随着我国综合国力的提高,空间科学的发展迎来了一个前所未有的机遇期。空间科学未来20年左右的总体发展目标是:着重建设独立开展日地空间环境探测、太阳系探索和空间天文观测研究的能力和基础;利用空间条件与平台有选择地开展针对重大科学问题的前沿探索与研究,逐步形成以横跨多个前沿学科领域的空间科学系列卫星为标志的空间科学体系;全面提升我国空间科学的研究水平,在主要研究方向上取得重大突破;坚持创新战略思想,实现跨越式发展,进入国际科学前沿,在空间科学主要领域达到国际先进水平。

(一) 空间天文学发展战略构想

1. 总体构想

在 2050 年前,我国空间天文学总体战略思想:“研究宇宙天体的高能过程和黑洞物理,以黑洞等极端天体作为恒星和星系演化的探针,理解宇宙极端物理过程和规律。”为此,要分为 3 个阶段达到总目标。把 X 射线天文学作为突破点,以黑洞研究为主题,通过几个标志性探测计划,揭示各种天体内部结构及其和周围物质的相互作用过程;获得各种天体活动照片;确定暗物质的性质等。全面理解宇宙的起源以及天体的形成和演化,检验物理学基本规律,并试图发现新的物理规律。

2. 战略重点

重点研究 γ 射线暴发源和黑洞。 γ 射线暴发源仅次于宇宙初的大爆炸,因极端高能,使之成为综合性研究领域,它将天体物理中最重要的 3 个层次恒星、星系和宇宙联系起来。同时,将黑洞作为探索宇宙和宇宙大尺度结构的有力探针。为此,要精准探测、获高分辨率“天体图像”和确定暗物质的性质。

3. 战略实施

第一阶段,在 2015—2020 年间,将空间高能天文学作为突破点,以“黑洞探针”为主题。第二阶段,在 2020—2035 年间,实施“天体精测”等计划,并配合深空探测计划。第三阶段,在 2035—2050 年间,全面实施空间多波段天文探测,在国际天文学前沿领域起引导作用。

(二) 空间物理学发展战略构想

1. 战略构想

在 2030 年前,我国将有宏大的空间活动计划,从“空间物理探测路线图”的示意,就可看到这一愿景。空间物理学的战略重点在于日地系统整体研究。

2. 战略重点

重点在于,探求太阳、地球和人类和谐共存:①深入了解日地系统,了解日地空间天气链锁变化的规律;②开展日地空间环境预报,为国家空间活动提供科学依据和防护对策。

3. 战略实施

第一阶段,在 2016—2020 年间,实施磁层—电离层—热层耦合探测的卫星计划(MIT 探测计划),充分利用“夸父”计划实施后的成果。

第二阶段,在 2021—2025 年间,进入行星际空间探测。

第三阶段,在 2026—2030 年期间,主要实施太阳极轨行星际日冕物质抛射事件射电成像探测计划(SPORT)。

(三) 月球和行星科学发展战略构想

1. 陨石学发展战略构想

在 2015 年后,要加强陨石学和天体化学研究,包括火星陨石和月球陨石及类地行星的演化等研究。

2. 月球和火星探测战略构想

在 2015—2020 年前,月球探测进入三期工程,即为“回”的阶段,实现无人月球采样返回;要进一步地开展火星探测与比较行星学研究。

(四) 空间生命科学发展战略构想

1. 战略重点

为长期载人空间活动提供安全、能效保障,为载人空间探测生命和生态保障技术奠定基础。

2. 战略实施

在 2025 年前,建议国家要发射 3~5 颗生命科学实验卫星,为建立空间实验室或空间站而开展安全和效能保障研究,并开展地外生物学研究,探讨生命的起源和进化。这包括:空间医学综合研究;重力生物学研究;辐射生物学研究;受控生态生保系统研究;空间生物学效应研究;太空低重力/低磁场生物效应研究。

(五) 微重力科学发展战略构想

1. 总体构想

要充分利用我国空间飞行器,尤其是空间实验室或空间站,以获在微重力环境下,发现新的物理、化学和生物等现象,进而促进地基新学科的发展;还要利用空间研究的关键技术,促进地基高新技术的发展。

2. 战略重点

要保持并发展我国微重力流体物理研究的优势地位,特别是要加强微重力环境中复杂流体体系和复杂流体界面现象的研究。

3. 战略实施

要以空间环境的开发和利用为背景,以载人航天工程及相关微重力科学研究的需求为动力,从而更多地为空间微重力实验提供实验平台。同时,持久地增强地面落塔实验等。

第三节 地质学

一、引言

由于现代科学技术的飞速发展,尤其是信息技术的发展,地质勘察技术的发展面临着前所未有的机遇。现代科学技术的发展,不仅大大增强了人类在几乎所有时、空尺度上观察和监测地球系统的能力,为地球科学理论与技术创新提供了更多的机遇,而且也为地质勘察技术各分支学科的发展提供了重要保证。

地质勘察技术是地质科学研究的“先行官”,是地质调查工作的“倍增器”,是实现地质工作现代化的关键。从区域地质调查和固体矿产勘察来看,地质勘察技术主要包括勘察地球物理、勘查地球化学、遥感地质、探矿工程、分析测试技术、地质信息技术等六大类,同时也代表了地质科学下属的6个二级分支学科。由于受篇幅的限制,本节不讨论其他相关分支学科。

二、我国地质勘察技术主要成就

我国地质勘察技术通过引进、消化、吸收再创新,其应用达到国际先进水平,各分支学科不断发展。

在勘察地球物理方面,集成了一套实用的航空重力勘察系统,获得了高精度的实测航空重力测量资料,重力场信息丰富、异常细节明显,且与高精度地面重力测量结果非常吻合。研制了用于吊舱式时间域航空电磁探测发射的地面实验电源系统和发射系统。研制了新一代航空氦光泵磁力仪(HC-2000型),其灵敏度达到0.0025nT,居同类仪器国际先进水平。

大深度多功能电法仪、三分量高温超导磁强计、高精度重力仪、井中X射线测量系统等4台(套)仪器研制取得成功。大深度高分辨多功能电法仪科研样机的研制,攻克了高压大电流条件下的高频供电技术难题,经初步试验能够获取精确描述地下1500m内的地电信息资料,其相关性能指标已与国际先进的多功能电法仪(V8系统)相当。高精度重力仪是我国第一台电子重力仪样机,分辨率可达0.005mGal,性能指标达到国际CG3技术水平。

在勘察地球化学方面,开展了我国西南4省区76种元素区域化探图编制试点研究。在多元素分析系统、利用虚拟地球化学标准图的监控方案、多元素地球化学成矿区带的结构与演化等方面取得的创新研究成果,不仅将推动全国,而且将推动全世界地球化学填图理论、方法、技术在21世纪走向更加成熟。在研究原生晕找盲矿理论上,提出了原生叠加晕理论,丰富和发展了原生晕找盲矿理论,将“前、尾晕共存”、“反分带”和“地球化学参数轴向转折”等无规律的反常现象,变成了深部有盲矿存在的重要标志,大大提高了盲矿预测的准确性和找矿效果。

在遥感地质方面,获取了新疆东天山土屋—延东地区航空成像光谱数据,完成

3180km² 的大面积成像光谱矿物填图,矿物识别的正确率达到 80%以上。利用近 30 年来卫星遥感数据开展我国青藏高原、中国东部沿海地区、长江流域和黄河流域等多个重要地区或经济区带的生态地质环境因子遥感调查与监测,取得了一系列可靠的基础数据,建立了生态地质环境遥感监测信息系统,为青藏高原生态环境保护、经济发展规划与管理提供基础。

在探矿工程方面,开展了西部地区复杂地层中深孔绳索取心钻探工艺研究,研制开发了 3 种不同规格(1m、5m、10m)的 TGQ 系列取样钻机,在国内首次实现取样钻机系列化、标准化,基本满足了我国高山、陡坡、沙漠、高寒等难于进入地区的钻探施工要求。高精度定向对接贯通井技术及配套设备,形成独具特色的技术体系,在国内首次实现超 2500m 深对接井。

在分析与测试技术方面,针对离子探针系统,攻克一系列关键技术,研制出一套远程操作离子探针的示范系统。在 Internet 公共网络环境下,实现了实时远程控制离子探针质谱仪、观测样品图像实时变化、在线获取实验数据、远程协同信息交流等远程实验功能。建立了土壤中有机氯农药、多氯联苯总量和多氯联苯分量、多环芳烃等系列分析方法,提高了测试灵敏度。

在地质信息技术应用方面,我国自主研发数字填图技术,创造性地建立了 PRB 数字填图理论与技术方法,并在此基础上,以当前第三代地理数据库模型和 PRB 数据模型为基础,通过 PRB 数据流“栈”与不同阶段对象类和要素类的互操作实现空间与非空间的属性继承传递,完全实现了野外总图、实际材料图、编稿地质图、地质图数字化工作流程及其空间数据库群的建立。

三、我国地质勘察技术差距及原因

(一)缺少自主创新技术

新中国成立以来,我国地质勘察技术与装备的研究与生产,走过了从无到有、从有到全,又从兴到衰的曲折过程。近些年来,我国地质勘察技术自主创新能力依然较弱,主要依靠国外引进。由于缺乏自主创新技术,使我国地质勘察技术总是落后于国外先进水平。

(二)技术推广、应用与技术研发、引进相脱节

我国地质勘察技术装备主要依靠引进,当前突出的特点是“先进与落后并存”,具体表现为:①在研发上落后,在拥有上先进;②在探测仪器上先进,在数据解释软件上落后;③科研单位仪器装备先进,承担调查或勘察任务的单位仪器装备落后。对于引进的新技术新装备缺乏消化吸收,针对我国特殊地质条件进行仪器改进的能力较弱。

(三)地质勘察技术有效集成不够

国外地质勘察技术发展趋势表明,越来越多趋向于多学科技术的综合集成,突出多学科综合研究。虽然我国航磁技术、部分化探技术居于国际先进水平,但单一技术偏多,技术综合、集成较差。技术应用研究较多,技术开发研究较少。

(四) 地质勘察装备更新换代缺乏有效机制

国际上地质勘察技术更新换代速度越来越快,从 20 世纪 50 年代的更新周期为 20~30 年,到 80 年代更新周期缩短为 4~5 年。进入 21 世纪以后,换代周期平均缩短为 1~2 年。而像地质勘察数据处理软件,每 1 年或每月就要更新一次。我国地质勘察仪器装备更新速度十分缓慢,据中国矿联地勘协会 2007 年 7 月调查,地勘单位目前拥有的地质技术设备,大多是 20 世纪 80 年代和 90 年代产品,设备较陈旧、落后,缺乏更新换代的有效机制。

(五) 勘察技术研发投入严重不足,人才匮乏

尽管近 5 年我国固体矿产勘察费用不断增加,但真正投入科技研究的经费很少,技术开发与技术应用的比例则更低。地质工作从计划经济向市场经济过渡过程中,地质科技投入仍以政府为主。由政府、企业和社会共同投资、以企业为主的合理格局尚未形成。从事技术开发、技术应用极度匮乏,导致研发处于停滞状态,应用水平不高。导致上述现状的主要原因如下。

1. 地质勘察管理体制与机制性障碍

1999 年我国实行地勘体制改革和科技体制的改革,将原地矿系统所属的省级地勘单位实行属地化管理。原地质仪器厂脱离地质部,实行企业化改革。矿产综合利用所和勘探所则作为转企的科研机构进行改革。原中国地质科学院所属的大区中心改造成为大区地质调查中心。中国地质科学院作为非营利的公益类科研机构,后划归中国地质调查局管理。由于体制性障碍,地质勘察技术研发工作与应用脱节,新理论新方法新技术难度加大,导致“先进与落后”并存的局面。其次,由于部门之间割据,导致大量先进地质勘察技术仪器装备重复引进,地勘队伍属地化改革后,加剧了重复引进。

2. 共性技术开发类研究部门缺位

在过去一段时期内,局部普查工作被认为属于商业性地质工作范畴,很难得到地质大调查计划的支持。其结果是,熟悉局部普查和勘探的物化探人才流失,技术水平严重下滑,原有勘察技术研发力量较强的研究所的研究与开发功能严重退化。近年来,随着深部找矿工作的开展,物化探方法显得“捉襟见肘”,难以适应当前形势发展的需要。

3. 矿业企业和属地化的地勘单位技术创新基础薄弱

矿业企业和地勘单位缺乏技术创新的内在动力,作为技术开发、成果转让、科技投入的主体作用远远没有到位。造成现有创新能力不足的原因是多方面的。国有地勘单位处于“戴事业帽子、走企业路子”的过渡时期,政府的必要扶持政策不到位,地勘单位自身企业激励机制难实现,改革仍面临一些体制性和政策性障碍,国有地勘单位技术研发人才极度缺乏,创新基础薄弱。

4. 地质勘察技术的管理理念和指导思想存在误区

长期以来,我国一直将创新产品作为国家支持的导向,从而促进了新方法新技术成果的取得,但由于各类方法的研制、完善与推广应用得不到持续的支持,使许多新方法只停

留在试验阶段。

由于我国在科技创新的指导思想上,片面追求新方法新仪器,因此从事新方法新仪器研究的专家不能几十年致力研究一种仪器,否则,就拿不到项目,从而导致仪器装备研制泛而不专、片面追求新、没有在销量最大的仪器上下功夫的局面。相反,在西方国家经常可以看到一生就研究一种物探仪器的专家,甚至几年内只生产一种系列的物探仪器公司,这种仪器在他们手中不断改进,一直保持着世界领先水平。

5. 地质勘察技术研发与管理未能遵循其学科发展规律

在勘察技术研究和应用上,未能遵循其发展规律。尽管地质调查和地质找矿已经强调了使用新的地质勘察技术方法,但实践的效果似乎并不没有人们所预料的那样理想。其主要原因是没有真正掌握地质勘察方法技术。虽然使用了地质勘察技术,却没有用好勘察技术。

在勘察技术管理上,未能遵循其发展规律。地质勘察技术发展规律不同于地质科学的发展规律,但在实际成果评价过程中,通常以科学成果评价取代技术成果的评价。其中,以 SCI 论文数量为标准的评价指标体系,不利于地质勘察技术及仪器装备的研发。

四、地质勘察技术发展趋势与展望

(一) 发展趋势

从历史上看,地质勘察技术的重大突破,可以获取更多更有效的信息,增进对地球系统的了解,实现重大地学理论创新。20 世纪 60 年代板块学说的提出与发展、90 年代大陆动力学的问世等得益于地球物理探测技术、星载遥感技术、大洋钻探技术和空间探测技术等;新一代物化遥等技术的发展加速了各主要国家区域地质调查及其工作内容的变化,并已成为许多国家推出并实施新一代国家填图计划的重要组成部分。矿产勘察技术进步为找矿突破带来了新的发展机遇。

由于当代地质工作领域不断拓宽,要求不断提高,现代地质勘察技术的发展正处于建立新一代技术体系的关键时期。新一代技术体系以现代信息技术为核心,以多学科、跨学科研究为手段,以技术综合与集成为标志,强调大探测深度、低成本和快捷有效。

随着新一代地质勘察技术体系的建立,必将推动地质填图从地表填图向地壳三维地质填图转变,推动矿产勘察从浅部向覆盖区或深部找矿转变;推动地质工作从传统矿产勘察工作向环境地质、工程地质和灾害地质领域的扩展。

(二) 发展思路与展望

地质勘察技术发展需要更加紧密地与国民经济和社会发展需求相结合,充分调动和发挥市场资源的配置作用,转变过于依赖政府投资方式。其总体发展战略方针是:优先实用性,突出原创性,推动集成性,提高总效益。

1. 优先实用性

优先实用性就是解决地质工作中的重大问题,例如,实现找矿突破。地质勘察技术的研发、应用,首先要考虑解决地质调查工作的关键性难题,不是一味追求技术先进性,而是

把技术的实用性放在第一位。

2. 突出原创性

突出原创性,就是把技术创新摆在找矿工作的突出位置,根据我国现阶段的实况,自主创新包括 3 个方面:①原始创新;②集成创新;③在消化吸收国外先进技术的基础上再创新。

3. 推动集成性

由于矿床所处地质背景千变万化,世界上没有一种“万灵药”式的勘察技术,任何一种方法都有其特点和应用条件。因此,充分发挥各种方法的优势,将各种方法有机集成,形成一种勘察技术组合,这样可以有效地解决地质工作面临的一些难题。

4. 提高总效益

通过地质勘察技术的发展,促进地质工作现代化,提高地质工作效率。要强调地质勘察仪器装备的快速、低廉、便携。

以地质勘察任务带动科学发展,以学科发展支撑地质勘察任务的完成,通过引进、研发和应用一批现代地质勘察技术,建立新一代地质勘察技术体系,为实现我国从地质大国走向地质强国、实现地质找矿重大突破、实现地质工作现代化提供全面技术支撑。

五、措施与建议

(一) 加大地质勘察技术研发、应用投入

各类地质勘察技术的仪器设备都属于“入地”、“下海”和“上天”(航空遥感)的“高精尖”技术范畴,因此必须有稳定的企事业单位进行长期坚持不懈地研制、试验、开发。建议国家投入的各类地质勘察专项,拿出一定比例的资金,集中解决地质勘察关键技术的引进、研发和应用,充分发挥技术先导的作用,保证各专项能够高质量运行。

(二) 建立地质勘察技术研发与应用联盟,推进地质勘察技术创新

政府对有限的分散的技术创新力量加以引导、协调和组织,将勘察单位及有关矿业企业、科研院所、大学、学会(协会)各方面力量有机地结合起来,实现多种方式的协作和联合,形成有利于地质勘察技术发展规律的技术创新机制。当前,建议由科技部和国土资源部牵头,建立以地调机构、科研机构、院校和仪器生产商为主体的产学研战略联盟。通过院校和科研机构的自主研发,地勘单位的应用,由仪器生产商对新技术进行商品化,建立“共担风险、共享成果”的新机制,推动地质勘察技术装备研究与应用。

(三) 加强地质勘察技术的集成与示范研究

在西方国家,适用局部勘察的技术方法主要是由矿业公司或者专用仪器开发公司承担,地调机构适度参与,重要成果和杰出人才主要出自于公司。今后,应加强立典示范研究,建设高水平的地质勘察技术研发基地。

(四) 尊重科学规律,科学使用地质勘察技术

要尊重地质勘察技术学科发展规律,充分考虑地质勘查技术发展的持续性、稳定性和长期积累性,要处理好临时性任务和长期学科发展的关系。地质勘察技术发展与应用任何一个环节如果出现问题,都会影响其发展与应用。在设计编写、野外施工、数据分析处理以及解译的全过程中,都要注意科学合理地使用各种地质勘察技术方法的应用前提。

(五) 培养高素质的人才队伍

改善现有地质人才评估方式。切忌照搬基础科学评价体系,来评价技术科学。针对地质勘察技术研发与应用的特殊性,建议国家自然科学基金会设立“国家杰出青年技术人才基金”,专门培养技术研发人才。要充分利用现有全球化条件,尤其在当前全球金融危机时机,吸引一批“海归”人员,加快地质勘察技术的研发与应用。

第四节 地理学(自然地理学)

地理学以人类环境、人地关系和空间相互作用为主要研究对象,是一门包容自然科学、人文社会科学和工程技术科学的综合性学科,建立了相当完整而独特的学科体系。本节专门综述我国自然地理学的现今发展。

一、自然地理学的学科地位和社会功能

自然地理学研究自然地理环境的特征、结构及其地域分异规律的形成和演化。研究对象是地球表面包括岩石圈上部、大气对流层、水圈、生物圈和人类圈及其相互作用。作为一门综合学科的自然地理学具有环境科学的面貌。自然地理学关注广泛的科学领域,研究与人类生存、发展密切相关的众多论题。

综合、辩证、比较的自然要素综合方法,自然地域分异规律,率先指出和分析人类活动对自然环境的干预,关于自然资源、自然灾害和人类环境的综合科学研究等,既是自然地理学自身发展过程中的重大突破,也是对科学的重要贡献。

自然地理学在传统上就注重自然资源与自然条件的利用和管理、自然保护以及自然灾害管理,在当代更关注已经发生和潜在的全球变化及相应对策,在诸如自然资源可持续利用、生态环境建设、自然灾害管理等领域中发挥了重要作用。

《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》指出:改善生态与环境事关经济社会可持续发展和人民生活质量提高的重大问题。我国环境污染严重;生态系统退化加剧;污染物无害化处理能力低;全球环境问题已成为国际社会关注的焦点,亟须提高我国参与全球环境变化合作的能力。在要求整体环境状况有所好转的前提下实现经济的持续快速增长,对环境科技创新提出重大战略需求。自然地理学可为满足这些需求作出独特的贡献。

二、自然地理学学科发展趋势和前沿

国际自然地理学发展的当前趋势主要表现为自然地理系统、自然地理过程、景观与环境变化、人类活动与环境变化的关系、全球自然地理学、文化自然地理学等几大方面。

整体而言,中国自然地理学已经从经验科学走向实验科学,从对宏观格局的研究走向微观过程和机理与宏观格局相结合的研究,从要素和过程的分离研究走向综合集成研究。在自然地理的综合研究,地表自然过程研究,城市与区域发展研究,以及面向社会现实的应用基础研究等方面取得了显著进展。建立了若干新的自然地理学研究基地和重点学科,加强了自然地理学作为基础学科的地位,突出了地球系统科学和可持续性科学的内容,也继续派生出了一些新的领域和应用方向。自然地理研究的队伍在不断扩大,人才培养的规模日益扩大,自然地理专业人才的就业竞争力在上升。

当前与自然地理学密切相关的国际重大科学研究计划包括:国际地圈生物圈计划(IGBP)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)、世界气候研究计划(WCRP)、生物多样性计划(DIVERSTATS)以及地球系统科学联盟(Earth System Science Partnership, ESSP)。它们围绕全球变化开展,其科学目标在于描述和理解人类赖以生存的地球环境系统的运转机制、变化规律以及人类活动对地球环境的影响,从而提高对未来环境变化及其对人类社会影响影响的预测和评估能力,为全球环境问题的宏观决策提供科学依据,也为各国政府在资源开发和利用、环境保护和整理等方面的政策的制定提出咨询性建议。

三、近今中国自然地理学基础研究的主要进展

综合自然地理学在陆地表层系统、环境系统、人地系统、土地科学、自然区划、景观生态学等方面的理论建设更加系统化;通过要素综合、过程综合与区域综合,整体性认识不断得到加强;通过自然与人文的交叉、科学与技术的交叉、多学科交叉研究,在实践中的作用更加明显。在理论上,发展了综合的格局—过程、驱动力—过程—效应的研究。

地貌与第四纪学科在宏观和微观、分析和综合两个方面深入发展,产生了一大批高水平的成果;在地貌第四纪研究的技术支撑体系建设方面也取得了很大成绩。

自然地理的气候学在全新世和历史时期的气候变化方面取得明显进展,所得的结果深化了已有的对全新世气候变化、历史气候变化及其对社会发展影响等方面的认识。在全球变暖的区域影响与适应方面,研究主要集中于陆地生态系统、水资源、农业等方面的实证性研究。

水文地理学在水循环、水文过程、能量与水汽通量观测与分析,水文循环与水文过程对全球气候变化响应研究,分布式水文模型与水文模拟系统技术研究,生态需水与河流健康评价研究,区域水资源评估与安全评价等方面取得显著进展。

在土壤地理学的近今发展中,土壤发生学研究内容明显地趋于与其他学科分支交叉和联合,面向土壤和其所处的区域甚至全球生态系统;建立了“中国土壤系统分类”和“中国土壤分类专家系统”;初步建立了一个较为系统的中国土壤信息系统。在土壤微形态学、空间变异理论在土壤特性分析中的应用研究、区域土壤重金属研究等方面也取得重要进展。

生物地理学基础研究注重学科交叉,更多地引入生态学、分子生物学和分子系统发育的研究方法;注重多种手段采集数据,野外原位测定、野外控制实验和室内模拟实验相互补充;注重研究对象和研究尺度的连接,从植被类型拓展到植物群落、建群种、植物体,以至植物器官的生理生态功能;山地植被研究的区域更广泛、类型更多样;荒漠植被研究的问题更明确、结果更深入。在干旱半干旱区生物土壤结皮研究、典型温带荒漠区原生荒漠植被对水分改变的响应与适应研究、植物地理学理论、土壤动物等方面进展突出。

环境地理学理论体系得到了进一步的充实和发展,研究内容更加全面,包括了全球气候变化、酸沉降与温室气体、室内空气质量、水体富营养化、赤潮和藻毒素污染、土壤和地下水污染、持久性有机污染物和环境内分泌干扰物、重金属和类金属污染、食品安全及生态安全等方面。完善了环境分析化学、环境污染化学、污染控制化学、污染生态化学和环境理论化学等各分支学科。

医学地理学在以克山病、大骨节病、碘缺乏病、地方性氟中毒和地方性砷中毒与地理环境中环境生命元素硒、碘、氟、砷关系为重点的地方病地理环境研究,以鼠疫、血吸虫病、布鲁氏杆菌病为核心的自然疫源性 or 人畜共患病研究中取得突出成果,为国际医学地理作出显著贡献。在环境健康风险评估理论与环境污染健康风险评估技术、全球环境变化对中国人口健康的影响等方面也取得明显进展。

冰冻圈研究查明了冰川的总数量和冰储量以及各个山区冰川分布情况,明确了冰川的基本特征,提出了我国冰川的分类系统,建立了中国冰川目录信息系统。在冰冻圈与气候相互作用研究,冰冻圈变化对水文、生态与环境的影响研究,冻土工程基础理论,冰冻圈科学研究的综合集成与冰冻圈科学体系的建立等方面也取得丰硕成果。

沙漠与沙漠化研究在沙漠沉积特征、沙漠演化模式和时空分布、沙漠气候环境变化及其对全球变化的响应等方面取得了重大成果。围绕着北方沙漠化、沙尘暴过程及防沙治沙工程的研究,进一步认识和揭示了风沙问题即沙漠化的物理学原理,在风沙气固两相流体动力学、风成基面形态运动、土壤风蚀、风沙实验相似理论和风沙工程学等方面的研究都取得了很好的进展。在沙区植物逆境生理学和恢复生态学、中国北方沙漠化的现状、成因、发展规律和未来趋势等方面成果也很丰富。

城市自然地理学初步建立了以地球系统科学为基本框架、全球环境变化为背景的城市自然地理学理论体系,并形成了一批具有创新和特色的理论和实证研究成果。在城市自然地理过程研究的定量化、系统化和综合化等方面进行了积极的探索。

自然灾害与风险管理研究全面揭示了中国自然灾害时空分布格局,基本建立了“区域自然灾害系统”的理论框架,初步形成了灾害风险科学学科体系。

海洋地理学在流域入海物质通量变异及其对河口环境的影响、河口盐水入侵规律与淡水资源利用、河口动力沉积过程及其在深水航道工程中的应用、三角洲海岸冲淤演变及其工程应用等方面取得了一批有重要影响和创新意义的研究成果。

自然地理学研究方法和技术的进展主要体现在数据采集手段的革新、模型与数学方法的开发和广泛应用、新分析方法的引入等方面。通过借鉴和集成其他众多学科的研究方法,特别是非线性科学和复杂性科学方法、定位试验、模拟实验、遥感技术、植硅体分析等新方法的应用,多源数据复合分析和信息挖掘,地理—生态过程模型的发展、有效性检

验与验证等,促进了自然地理的研究工作并使之提高到新的水平。

四、近今中国自然地理学学科成果的主要应用

综合自然地理学面对我国粮食安全、城市化占用耕地、土地退化等问题,近几年来在土地利用和土地覆被变化研究领域开展了大量的研究工作;针对我国水土资源短缺与生态退化等区域问题,研究了不同地区的土地人口承载力、水资源承载力、自然生产潜力、生态承载力,并探讨了环境影响评价、环境变化方向等问题;景观生态学的理论和方法在自然保护区规划设计(如功能区划定、廊道设计以及自然保护区的空间布局)上发挥了重要作用,促进了自然保护理念的更新和转变,为土地利用规划设计的科学性提供了保证,为土地利用规划环评提供较好的技术支持;综合自然地理学研究成果在我国的生态恢复重建中得到广泛应用;为大型工程提供可行性论证,为工程建设及运行中的各种可能灾害提供预防措施,为环境治理提供理论和技术支持,并为国家重大决策提供指导性意见。

地貌与第四纪学的研究成果有效地解决了长江口深水航道整治工程、长江口淡水资源开发利用、杭州湾北岸冲刷防护等重大工程中的关键科学技术问题;在水土流失防治、退化生态系统修复和自然遗产保护等方面提供了很多决策依据和对策措施。

自然地理气候学的研究成果提出应对减排压力和提高节能潜力的途径,为应对国际CO₂减排压力和国家发展提供了重要依据;在气候资源评价、气候影响评价、气象灾害评价等方面也起到重要作用。

水文地理学的研究成果在服务于黄河流域水资源可持续利用管理、基于水循环过程模拟的水资源评价方法、淮河流域闸坝对河流环境影响与生态修复调控、南水北调工程跨流域调水对陆地水循环影响与水安全、气候变化对水资源影响的适应性评估与管理等方面成效显著,贡献突出。

土壤地理学建立了空间土壤数据,为土壤资源管理、以变量施肥(药)为核心的精准农业、全球和区域碳储量和碳平衡计算等提供了基础;采用植物修复技术治理与修复重金属污染土壤,与传统的化学和物理治理技术相比,具有经济、对环境友好、能保持土壤生产力和无二次污染等优点。

生物地理学的研究成果为国家级防护林营造与防护林体系建设服务,为区域农林牧业的合理配置和土地资源的高效利用提供了依据,为自然保护区网络建设提供了依据,动物地理学也为生态环境建设、环境治理与决策等提供理论基础和实践指导。

环境地理学研究成果主要应用在水污染治理、水体修复、大气污染、土壤污染与修复等方面;结合全球、国家和地方的重大环境问题,大力开展理论研究和环境管理战略研究,为政府决策提供科学依据。

医学地理学研究成果为城市环境健康问题的解决、为卫生体制改革提供了科学依据。

冰冻圈研究成果在青藏铁路建设中起到重要科技支撑作用,在寒区公路与隧道冻害预报和综合防治关键技术方面取得突破,风吹雪防治工程也取得显著效果。

沙漠与沙漠化研究成果把沙漠化治理与农村经济发展,人口产业转移有机结合起来,提出了沙漠化防治的生态经济模式,为不同地区的沙漠化治理和社会、经济、生态环境可持续发展提供了科技支撑;制定了沙漠化防治区划;开展一系列与西部环境息息相关的沙

漠治理和沙漠化防治工程;摸清了塔里木沙漠公路风沙危害规律,建立了相应的工程沙害防治技术。

城市自然地理学研究成果为城市规划和城市发展、为城市环境保护和治理、为城市综合防灾减灾、为城市管理和公共服务提供了科学依据。

自然灾害与风险管理研究成果确定了我国综合减灾战略与规划,研讨了我国巨灾风险防范研究对策。

海洋地理学研究成果为我国海港港址选择及解决港区航道泥沙回淤问题提供了科学依据,对我国 20 多个重要海港的建设和扩建作出了重要贡献;为国家主权、海上安全、海洋资源保护与开发、海洋灾害的预测预报、海上军事活动、海洋权益保护等提供了决策支撑。

五、未来学科趋势和主要研究领域

自然地理学自身面临的问题以及其他学科的发展都会影响自然地理学的未来。中国独特的自然环境、人文背景,以及经济社会发展的特殊阶段,决定了未来与自然地理学研究相关的重大科技需求主要集中在水土资源保障和生存环境维持两个方面。我国自然地理学在紧密结合国际学术前沿的同时,应该更加重视针对当前我国经济和社会发展需求,找准亟待解决的科学问题和重要区域,确立重点研究方向,提高综合解决实际问题的能力。公众日益增长并且必然持续不断的环境意识也将对自然地理学提出更多、更高的要求。

自然地理学的未来趋势是:走向更加综合发展的道路,在全球变化的高度上进行研究,从一般性的描述走向更深入地揭示自然地理过程及其动态变化的机理机制,更加重视运用高新技术来武装,更加密切地为实现区域可持续发展服务。

未来主要研究领域可归纳为:土地变化过程及其生态环境效应,大规模人类活动对气候和环境的影响及适应对策,流域地表过程与综合管理,土壤生物与土壤过程及其对土壤质量的影响,资源环境的可持续性,污染物的区域环境过程及其健康风险评估与控制,灾害形成机制与综合风险管理,生态系统服务功能综合评估,区域综合研究,寒区现代地表过程对气候变化的响应,干旱化过程与人地关系演化,湿地演变及生态过程与服务功能,风成过程与风成环境,城市化的资源环境效应与调控。

第五节 地球物理学

一、引言

地球系统的基本特征是圈层结构,即外圈层、气圈层、水圈层、固体圈层和生物圈层,地球物理学是以物理学为基础研究地球各圈层的物质行为、属性、相态、结构、运动和相互作用的科学,并将科研成果应用于资源探测、矿产勘查、环境保护和灾害预测等领域,服务于国民经济建设。学科本质上属于物理学范畴。目前,全球地学研究的物理化总趋势日

显突出,地球物理学在接数理、地球和信息三大科学领域纽带上演了重要角色。

中国地球物理学突飞猛进,工作领域基本上涵盖了当今国际前沿性研究的各主要部分。涉及地磁与高空物理学,空间天气学,地球电磁学,固体地球物理,地球动力学,地震学,海洋地球物理以及勘探、工程、煤矿地球物理学,国家安全地球物理学,信息技术和观测仪器学科。与此同时,还开拓了诸如环境、流体地球物理学和自然灾害预测等新兴学科的探索。

二、学科发展现状与主要创新成果

(一) 地球电磁场和空间环境

1. 电磁探测技术的快速发展和提高

大地电磁观测仪器智能化程度提高,测量系统不再需要使用硬连线实现数据同步与记录。电磁阵列采集技术(EMAP)的广泛应用,为大地电磁二维乃至三维勘探的实现创造了良好的环境。超宽频带电磁传感器;卫星技术对地震电磁效应监测;超大功率发射源和超大范围的接收(简称 CSELF),受到国内外的高度重视。

2. 地磁与高空物理学成为前缘学科之一

国际中高层大气探测和研究计划取得了重要的进展。在电离层与相邻层次的相互耦合与相互作用过程、电离层气候学特征及其模式化以及用新方法探测电离层等若干领域,取得了重要进展和突破。

3. 空间天气成为新的研究热点

自从 1994 年底,美国对于空间天气学的研究提出国家战略计划以来,空间天气的研究、服务、计划的制订和实施迅速地在世界各国和国与国之间展开。基本特点是:观测、研究和预报服务紧密结合需求,研究工作的全球性合作日益紧密和深入。

(二) 水陆圈部分

1. 固体地球物理开展了大规模的国家研究计划

从 20 世纪 90 年代以来,国际岩石圈计划的重点从岩石圈的结构、构造和演化转向了深部过程和地球动力学,其中大陆岩石圈、深部作用过程与地球动力学成为国际岩石圈计划主要领域之部分。美国、俄罗斯、英国、日本及欧洲 16 个国家近年来都开展了地球动力学研究。我国大陆动力学研究有“大陆科学钻探”、“现代地壳运动观测网”、“青藏高原形成演化及其环境、资源效应”等国家重点基础研究项目,取得了一批有影响的成果。

2. 地震监测和震源物理的研究在汶川地震中发挥了应有作用

我国地震学界对复杂震源破裂过程研究,主要是在现代震源理论和地震波传播理论基础之上进行的:对中、小地震的震源采用地震距张量来表述,对强烈地震震源的研究则以复杂震源过程表述。GPS 和 InSAR 等新技术也被引入到地震学研究中。

2008 年四川省汶川县发生 8.0 级地震。国家台网完成快速定位,对地震破裂过程正确予以了解释。现代台网技术实现了对余震活动的大规模实时监测等,为抗震救灾工作

作出了贡献。

3. 海洋地球物理研究突飞猛进

在海洋深部地球物理与大陆边缘动力学上。美、德、日、法、英、俄等国在洋中脊、俯冲带、被动陆缘等构造单元进行了许多的海底地震仪探测,还在计划建立长期的洋底地震观测网站。除声学探测方法外,海洋磁力探测在海底光缆、海底管线、井场和 underwater 爆破物等位置的确定显示了良好的效果。2006 年欧盟启动大型研究项目“地球物理海洋学”。我国的反射波探测剖面长度大幅度增加,在南海北部、珠江口的工作有所发现。我国首台海地大地电磁测深仪进行了大跨度海陆联测,取得了可靠的结果。

(三) 应用地球物理

1. 物探技术的迅速发展

(1)地震勘探。人机交互技术、反演技术和层析成像技术开始在地震勘探中广泛应用,引进了无线转输的万道地震数据采集系统,完善了三维数据采集。

(2)重磁电勘探。已基本完成我国陆地 1:100 万重磁全图。出版了中国及毗邻海域 1:500 万航空磁力 ΔT 异常图。电法技术普遍实现了数字化和微机化,基本能够满足我国对浅中深度的勘查需要。

(3)三维反演、联合反演和约束反演,以及航空物探方面、全面提高了探测灵敏度和分辨能力。

2. 石油勘探的工作量占世界第一

我国已经成为陆上地球物理勘探第一大国,中国的服务公司在世界陆上地球物理勘探市场取得的份额最高。在我国以塔里木盆地的电磁测深结果最令人瞩目。

3. 煤田勘探的精度和安全监测水平明显提高

发展了煤层厚度及其精细构造反演方法,使煤层厚度预测准确性大大提高。建立了煤田地表全三维可视化解释方法、数学模型和分析方法。煤田三维三分量地震勘探技术初步形成了纵横波联合解释的方法体系。在数据处理方面,最近几年也出现了某些突破。

4. 工程物探技术得到快速提高和广泛应用

国际上近年在声波、超声、雷达和电磁感应等几类技术的发展很快,如混凝土超声 CT 成像技术、超声相控阵扫描成像、超声导波检测技术、IBIS 微变形测量技术开辟了工程物探技术的新天地。

我国在工程物探研究领域的进展,在解决工程检测疑难问题方面,对于隧道地质超前预报、堤防隐患探测、锚杆锚索检测、金属管内腐蚀探测的困难已经基本解决。

工程物探新方法的新进展:散射理论的应用,探测比波长小得多的异常体,已经取得了很好的应用效果;二维时频分析技术;TST 隧道超前预报技术;SSP 地面地震剖面技术,应用中取得了很好的效果;对混凝土桥梁浇注质量的声波 CT 检测技术得到发展。电阻率成像仪、地质雷达的部分性能上也已经可以与国外同类仪器相媲美;桥梁 CT64 道声波仪等填补了国内的空白。

5. 国家安全地球物理随着军控核查的发展而加强

核爆侦测研究的重点发展方向是核爆地震识别技术,目前的主要研究思路:①对地震波波形、频谱进行分析、处理,计算得到一些具有较明确物理意义的特征,构成一系列识别判据,进行地震事件的分类判别;②从模式识别的角度对地震信号进行分析处理,提取一系列数值特征,通过设计和训练各种分类器来实现地震事件的分类判别。

(四) 技术科学和新兴领域探索

1. 信息技术使人们更好地认识地球

国际上在地球物理信息科学上已经组织了若干重大项目,如美国 GEONGrid(地球科学网络网格)、CIG(地球动力学基础信息架构)、Geoinformatics(地球信息科学)等大规模的科研项目。我国的主要进展为:①地震台网已经全面实现“网络带台站、IP 到仪器”的目标。②超级计算和计算机地球物理模拟进展迅速。在天气预报、地震过程模拟在奥运保障中发挥了重要作用。③地球物理信号处理理论成果显著。

2. 仪器的发展突破了传统理念

地球物理新一代的观测仪器具有下述特点:监测能力扩展极大化;仪器小型化;仪器智能化和可视化;信息技术的网络化。特别应指出虚拟仪器(Virtual Instrument, VI)的发展,可以将测试仪器的信号分析与处理、结果表达与输出放到计算机上来完成,是未来仪器发展的主要方向之一。

3. 我国环境地球物理开始起步

国外对地下渗漏污染状况勘查已经常规化,开展了地下渗漏污染物理场研究,对放射性场地选址与氡测量加大了监测力度。我国对第一类环境问题——自然灾害的勘查已经开展过大量工作。对第二类环境问题——地下渗漏污染状况刚进行试验性勘查。

4. 对重大自然灾害的预测开展了灾害链的研究

我国的学者们注意到旱、震、涝等灾害关系。灾害“链”的观点和“防患于未然”的预警理念成为认识自然、积累经验、探索规律的途径之一,也是一种中国传统的科学认识论。目前对灾害链的研究对象和视野,已经从局部的断层、地质构造体系扩展到更大的日地空间。近几年,有关学者曾经逐年地对次年度自然灾害的危险性提出了中期的背景预测意见,为主管部门的决策作出了贡献。进一步总结资料,开展专项试验和理论研究已被提到日程。

三、国内外学科发展比较分析

我国地球物理学发展迅速,成就斐然,一些领域步入国际先进行列。差距集中表现为“三多三少”现象:①技术应用多,基础研究少;②搬来主义多,自主创新少;③单一学科多,交叉融汇少。简言之,在地球物理的核心技术和奠基性理论方面,基本上没有中国的创造,我们的贡献几乎都集中在具体应用和方法改进方面。这种局面,看来还不是短期内能够完全改变的。需要认真研究,加以改进。

(一) 传统的实用性研究方式需要提升

实用性的思维方式和研究习惯是东方文化的一部分,在新兴学科发展的初期阶段,或者在自身的技术基础偏弱的条件下,这种研究方式具有积极作用,但是后劲不足。我们需注重自身文化的提升与中西文化的融合。问题的出现,也与科研投入和政策引导有关,急功近利的社会浮躁也起到了很坏的负面作用。需加强基础科学和技术科学的研究力度。

(二) 观测仪器依赖进口,学术思路受到限制

近年来我国地球物理观测仪器的80%以上依赖进口,国产仪器的主体是在传统的常规观测技术上,多数属于低端产品,大型的高性能的仪器国内基本不能生产,致使研究工作的学术思路受到极大的约束和限制。大量的工作属于对现有仪器的拼搏,并不能出现突破性的跃进。国产仪器如果长期继续地不能大踏步发展,势必会成为影响我国地球物理学科快速发展的重要“瓶颈”。在我国现有国力下应该首先从研制核心部件、传感器环节做起,有利于较快地扭转局面。

(三) 我国的基础性探测工作程度低,个别重要的新兴领域还没有启动

国内现有的技术力量完全可以解决大量的基础性探测工作,并在这方面取得突出的成果和创新,全国性的普查性或者基础性的探测一直都没有开展,不成灾害不做探测,使相应的重要成果和国家规划亦难取得。简言之,我们的基础性探测工作程度低、家底不清。

以空间科学为例,我国目前在观测数据的获取方面对国外的依赖程度较为严重,远不具备空间天气事件全过程的监测和预报能力,缺乏一个长期稳定的空间探测计划。

(四) 最重要的差距是教育和人才的差距

我国具有地球物理学科的高校为数众多,在职教师和毕业生与研究生总数居世界首位。但高校求大求全的坏风气破坏了学术特色的发挥,一些院系追求市场经济的目标,严重限制了学生野外实习的期限和地域,使技能培训大打折扣,与社会的实际需要相差太大。

科学管理上存在不注意珍惜学者的时间、精力和健康的现象,没有为科研人员减压减负的得力措施和制度保障。

四、地球物理学科的展望与对策

我们的压力来自两方面:一方面是要把现有技术力量可以做到,但还远远没有普及和实施的的作用发挥出来,特别是在环境保护、地质勘察、安全监测、基础调查等传统领域;另一方面是独立自主的创新和对世界先进水平的赶超。我们要把我国经济建设的需求作为目标,发挥重大项目的学科带动作用,在这个过程中对某些重点领域和环节实现创新。某些领域可采取国际合作的途径,力图在理论方法和数据处理上作出贡献。

(一) 加大基础科学和交叉学科的研究力度, 改革教育和人才培养

每一个新领域的拓展, 都同对有关现象的物理机制和探测原理的新认识相联系。我国的地球物理学科特别需要加强对物理场属性、物理场与物质作用、物性特点的研究。

学科交叉是促进创新的另一个重要途径。这种研究途径可以突破传统的单一学科、单一参数的思想局限, 更容易地揭示出客观世界的物理本质。

(二) 对地球物理技术科学的仪器研制给予政策扶植

建议对新建及较困难的地球物理仪器研制产业 3 年免税待遇, 对引进地球物理仪器研制专业人才给予政策性补贴。制订自主产权仪器设备的中长期发展规划, 大力发展具有自主知识产权的仪器设备的研制和开发, 尽快缩短和发达国家的差距。

(三) 建立和完善基础设施, 促进资源共享和成果转化

完善科技成果共享机制和制度, 加快成果转化步伐, 确保取得社会效益。加速科技成果交流与共享, 建立科技成果共享协调机制。建立中国地球物理数据库, 使资料效益最大化, 促进资源的共享。

第六节 昆虫学

一、引言

昆虫学是以昆虫为研究对象的科学, 是一门综合性学科, 主要研究昆虫的形态学、生物学、分类学、生理学、生态学、行为学、生物化学和遗传学等。同时, 昆虫学又是一门应用性很强的学科, 是有害昆虫控制和有益昆虫保护的基础。

近年来, 我国昆虫学科发展充分体现了以项目促创新、以协作促发展、以需求促研究的特点, 取得了显著的科研进展, 部分领域处于国际领先地位, 为提高我国农业综合生产能力, 保障国家粮食安全, 提高农产品竞争力, 促进农业增效和农民增收发挥了重要作用。

二、昆虫学科国内外发展状况

目前, 中国昆虫学学会的会员总数 11819 人, 从事与昆虫学相关研究的两院院士有 6 人。初步估计, 目前国内大约有 2700 余人的从事昆虫学基础研究队伍, 与昆虫相关的研究生大约 2200 人, 从事有害昆虫控制和有益昆虫保护的实践工作大约 6860 人。

从研究对象昆虫来看, 既研究果蝇、家蚕、蜜蜂等模式昆虫和资源昆虫, 又研究稻飞虱、棉铃虫、烟粉虱、蚜虫、蝗虫等农业重大害虫; 从昆虫各个分支学科的分布来看, 昆虫生理与分子生态学、昆虫生态与害虫防治领域研究的项目最多, 昆虫区系与分类、昆虫毒理学也占了一定的比重; 从研究的队伍分布来看, 为典型的以北京为中心、江浙和华南为支撑点的三点式、沿海式的发展格局。从事昆虫学基础研究的优势单位有中国科学院动物

研究所、浙江大学、南京农业大学、华南农业大学、西北农林科技大学、中国农业科学院植物保护研究所、中国农业大学、福建农林大学、西南大学等单位。

2006—2007年3年期间,国家自然科学基金委共资助昆虫方面的杰出基金项目3项(人)、重点基金项目14项、面上基金275项、青年基金项目66项、地区基金项目27项、国际合作基金项目5项。

此外,国家的一系列研究计划中,都有昆虫的项目。如“十一五”科技支撑计划中“农林重大生物灾害防控技术研究”涉及的有关害虫综合防治的课题主要有“重大病虫害区域性灾变监测与预警新技术”、“重大病虫害生物防治新技术”、“高效减量多靶标化学防治新技术”、“水稻重大病虫害防控技术”、“小麦重大病虫害防控技术”、“玉米重大病虫害防控技术”、“棉花重大病虫害防控技术”、“生态林重大生物灾害综合治理技术”、“商品林重大生物灾害综合防治技术”、“林业重大生物灾害防控新技术产业化与示范”、“入侵物种紧急处理与环境调控新技术”、“农林入侵物种区域减灾与持续治理技术”和“林业入侵物种区域减灾与持续治理技术”13个课题。

2008年财政部公益性行业科研专项中,已对11种(类)主要害虫进行了立项研究,项目名称依次为“小菜蛾可持续防控技术与示范”、“蚜虫防控技术与示范”、“水稻褐飞虱综合防控技术研究”、“水稻螟虫防控技术研究”、“粉虱类害虫可持续治理技术与集成示范”、“北方果树食心虫监测和防控新技术研究与示范”、“甜菜夜蛾防控技术与示范”、“盲蝽象区域性灾变规律与监测治理技术研究”、“新入侵危险性有害生物螺旋粉虱防控技术与示范”、“马铃薯甲虫持续防控技术与示范”、“外来入侵害虫西花蓟马防控技术与示范”。中国农业科学院植物保护研究所、中国科学院动物研究所、浙江大学、中国农业大学、南京农业大学、华南农业大学、福建农林大学、中山大学、扬州大学、西南大学、华中农业大学、西北农林科技大学及相关的一些省市农科院植保所等在从事应用昆虫学研究方面有明显的优势。

作为立足国家需求,面向科学前沿,着力解决国家经济、社会和科技发展中的重大科学问题的“973”计划,截至2008年底,与昆虫学密切相关的“973”项目共8项,其中结题5项,在研项目4项。主要有:①家蚕主要经济性性状功能基因组与分子改良研究;②重大农业害虫猖獗危害的机制及可持续控制的基础研究;③农业生物多样性控制病虫害和保护种质资源的原理与方法;④重要外来物种入侵的生态影响机制与监控基础。这些项目的实施和完成,极大地促进我国昆虫科学基础研究,产生一批重大的创新性成果。

由于昆虫种类繁多,不仅可以作为农作物的传粉者和有害生物的天敌,而且可以作为人类的重要资源加以利用,它们在维持生态平衡、生物防治、农业生产、医药保健和作为轻工原料等方面起着重要的作用。同时,由于害虫的危害,严重影响农牧业的生产与可持续发展,因此,国内外非常重视多学科交叉与渗透,宏观与微观相结合,开展昆虫学基础、害虫成灾机理及其可持续控制的研究。如在对昆虫多样性与资源本地调查研究的基础上,综合支序系统学、系统学理论和分子生物学手段,重点探讨昆虫进化与系统学关系;利用果蝇等模式昆虫的基因组,鉴定其他昆虫相关基因,研究昆虫生长发育的遗传机制;分析植物被害后产生的次生化学物质和挥发性物质及其通过食物链对天敌的作用;应用信息科学和计算机手段监测大区域范围内害虫的迁飞扩散。另一个方面,围绕害虫发生危害、

外来入侵害虫、转基因作物安全性等开展了一系列工作。如我国已基本掌握了水稻、小麦、玉米、蔬菜和棉花等作物主要害虫的发生动态规律及其影响的关键生态因素,初步建立了一批害虫预报模型,研制了农业防治、化学防治和生物防治等关键技术,筛选了一批农药新品种和新剂型,显著提高了虫灾控制的能力。

三、昆虫本学科国内发展主要成就、重大进展、重要成果

近3年来,我国昆虫学面向国家需求和科学前沿,以解决我国重大害虫成灾与控制的关键基础科学问题为目标,突出宏观与微观生物学相结合的研究特色,整合分子生物学、基因组学、生理学、行为学和生态学等学科,在昆虫分类区系、昆虫生理生化与分子生物学、昆虫生态学、昆虫毒理学、害虫生物防治学、害虫综合防治学、资源昆虫保护利用和外来入侵昆虫学等昆虫分支学科取得了很大进展。

(一)基础昆虫学方面

大量的研究成果发表在国内外刊物上。其中,发表在 *Science* 杂志上 3 篇,*Nature* 杂志上 1 篇,*Nature Biotechnology* 上 1 篇。主要表现在以下方面。

1. 昆虫神经与认知研究

中国科学院生物物理所郭爱克研究员等开创了果蝇的基于价值的两难抉择研究,发现果蝇中央脑中的蘑菇体结构和多巴胺系统共同掌控果蝇的基于价值的抉择,经验可以提升果蝇的视觉特征抽提能力以及果蝇中央脑的一个叫蘑菇体的结构参与上述的认知过程,从而证明了果蝇具有面对两难局面的简单“趋利避害”的抉择能力。该项研究对认识人类脑的高度智慧有借鉴作用。

中国科学院生物物理所刘力研究员等首次证明了果蝇中心脑区一扇形体结构,参与调节视觉图形的识别过程,明确扇形体内的两层水平平行片状结构由两组神经元的末梢分支构成,它们分别具有记忆图形的重心高度信息和记忆图形朝向信息的功能,从而使果蝇有效地分辨重心或朝向不同的图形。

2. 转基因抗虫作物对靶标害虫种群演化的调控机理

中国农业科学院植物保护研究所吴孔明研究员领衔的科研团队研究表明: Bt 棉花的大规模商业化种植破坏了棉铃虫在华北地区季节性多寄主转换的食物链,压缩了棉铃虫的生态位,不仅有效控制了棉铃虫对棉花的危害,而且高度抑制了棉铃虫在玉米、大豆、花生和蔬菜等其他作物田的发生与危害。该论文作为封面故事刊登在 *Science* 杂志上面。

3. 利用植物介导的 RNA 干扰技术抑制昆虫基因的表达

中国科学院上海植物生理生态研究所陈晓亚研究员领衔的科研团队发明了一种植物介导的 RNA 干扰技术,可以有效、特异地抑制昆虫基因的表达,增强了棉铃虫对棉酚的耐受力,为利用昆虫基因控制害虫奠定了基础。

4. 外来入侵害虫及取代土著昆虫的入侵机制

浙江大学刘树生教授等研究发现了 B 型烟粉虱“非对称交配互作”行为机制,表明这种机制是入侵者的一种重要内在潜能,当入侵者到达新地域与土著近缘生物共存孕育发

生互作,引发这一潜能迅速发挥作用,驱动其入侵和对土著生物的取代历程。研究论文于2007年11月8日发表于 *Science* 杂志“科学特快”栏目。

(二)解决国家需求方面

主要体现在无公害的害虫综合防治研究方面。近3年(2006—2008),共获得国家科技进步奖二等奖7项,分别为:①佳多农业害虫监测系统及灯光诱控技术研发与应用(2006,佳多科工贸有限责任公司等);②重大外来入侵性害虫——美国白蛾生物防治技术研究(2006,中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所等);③棉铃虫区域性迁飞规律和监测预警技术的研究与应用(2007,中国农业科学院植物保护研究所等);④新疆棉蚜生态治理技术(2007,中国科学院动物研究所等);⑤重大外来入侵害虫——烟粉虱的研究与综合防治(2008,中国农业科学院蔬菜花卉研究所等);⑥防治重大抗性害虫多分子靶标杀虫剂的研究开发与应用(2008,中国农业科学院植物保护研究所等);⑦天敌捕食螨产品及农林害螨生物防治配套技术的研究与应用(2008,福建省农业科学院植物保护研究所)。

四、本学科目前国内发展存在的不足及与国际先进水平的比较

近年我国昆虫学已有很大发展,有的研究或学科、技术已达到国际先进水平和国际领先水平。但总体上与国际先进水平比较仍有较大的差距。主要表现在:

(1)昆虫基因组与功能基因组研究相对滞后,在已经完成测序的6种昆虫中,仅家蚕是我国独创的。然而,我国目前尚没有对代表性种类开展相关工作。而且,国外非常重视利用模式昆虫学深入开展昆虫的生长发育和调控的研究,但我国利用模式昆虫开展的研究仍然偏少。

(2)原始创新能力较弱,很多研究都是跟踪国外研究,几乎没有一条昆虫学理论来自于我国。

(3)缺乏研究的系统性。由于我国科学研究体制的独特性和经费资助的非连续性和相对投入不足,很少有围绕同一主题长期深入研究的,连续发表高水平论文的实验室不多。

(4)缺乏从科研到应用的桥梁。缺乏研究集成单项技术成果和大规模应用的配套技术,缺乏上规模的害虫防治、资源昆虫利用的企业。产学研结合不紧密。一些科研部门只注重发表SCI论文,不关心其潜在的应用价值。

(5)专利意识淡薄。对不同昆虫种类、资源开发、害虫控制应用技术等缺乏专利申请和保护。同时,从市场角度,也没有做好与国外昆虫学企业进入中国市场后的竞争的准备,缺乏对策和应对措施。

五、本学科国内外发展趋势、特点、展望

近3年,国内外昆虫学研究的发展趋势主要集中在以下6个方面:①重视分析昆虫进化与系统发育关系,研究和描述昆虫物种及其多样性格局,探讨昆虫多样性演化规律;②强调从分子水平研究昆虫变态、生殖、滞育、飞翔等重要生命活动的调控机理,探明害虫的种下分化特征,揭示害虫遗传变异的内在机制;③注重研究害虫对极端温度、干旱、温室

气体和杀虫剂等环境胁迫的生理生化与行为反应,阐明重要害虫的生态适应策略和机制,为害虫的无公害防治提供理论基础;④重点从植物—害虫—天敌之间的三级营养互作关系,分析害虫致害与植物抗性互作机制,天敌昆虫寻找和选择寄主的机理以及天敌昆虫对害虫的适应和调控机制;⑤重视应用3S技术,在大尺度上监测害虫远距离迁飞行为和发生危害动态,分析其区域性灾变规律;⑥寻找高效的害虫生物调控新技术。

根据国际上该学科领域发展的新趋势,结合我国《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,未来昆虫学的发展将以了解我国昆虫资源为基础,围绕害虫管理和有益昆虫保护为主线,以代表模式昆虫、重大农林卫生害虫和主要资源昆虫为研究对象,高度重视多学科交叉与渗透,宏观与微观相结合,及时运用现代生命科学和生物技术领域原理、技术和方法武装本专业学科领域,促进昆虫学科的又好又快发展。

建议加强以下方面的研究:①加强对昆虫分类区系、昆虫生理生化与分子生物学、昆虫生态学、昆虫毒理学、资源昆虫学等昆虫分支学科的研究。②重视模式昆虫的研究。利用目前已经测序的昆虫基因组学深入探讨昆虫的生长发育与调控机制。③注重现代技术的应用与改造。利用信息技术开展害虫的预测预报和大范围的监测;利用生物技术研究阐明昆虫抗药性形成的分子遗传机理;利用基因工程创制抗虫植物等。④强调与国家需求紧密结合,围绕毁灭性害虫、外来入侵生物、转基因生物、恐怖性害虫等,开展重大害虫猖獗危害的机制及可持续控制的研究,外来农业有害生物预防、预警、有效隔离、紧急扑灭、入侵机理和可持续控制技术研究,农业转基因生物对人类、环境和生物多样性的潜在风险的科学研究和系统评价,从总体上提高昆虫学基础研究与应用的水平。⑤开展资源昆虫、天敌昆虫的调查、研究与利用,减少化学农药的污染,保障国家粮食安全和生态安全,促进农业增效和农民增收。

六、促进国内本学科发展的措施、建议

为了更好地促进昆虫学健康、快速发展,主要措施包括:①重视昆虫学的基础研究;②增加对昆虫学研究的科技投入;③促进昆虫学学科的交叉融合;④凝炼一支精干、高效的昆虫学科科研队伍;⑤积极推进昆虫学国际科技合作与交流;⑥加强产学研结合;⑦建设科技基础设施与平台条件,强化昆虫学共享机制。

第七节 心理学

一、概述

2008—2009年,我国心理学整体取得了巨大的进步和卓著的成果。各专业学科的研究成果包括具有国际前沿性的理论和实验研究以及本土化的调查和测量报告,主要反映在我国心理学研究者发表在国际心理学学术期刊、国内心理学核心期刊的论文和各类专著之中。此外,心理学在社会和谐与经济发展中发挥了日益重要的作用,特别是“5.12”地震后心理学家所开展的心理救援工作,及其对于“灾害心理学”进行的研究和探索,使得心

理学的科学地位和应用价值得到政府和社会的广泛承认。现就我国心理学各分支领域发展状况作一概述。

二、心理学学科发展现状

(一) 普通与实验心理学

普通与实验心理学继续占据中国心理科学基础研究的主导地位,依然是中国心理学国际学术刊物论文的主要贡献者。以行为、脑电和功能性核磁共振技术为主要研究手段,对知觉、注意、学习、记忆、语言、思维、情绪和社会认知等方向进行了深入探讨。如对拓扑知觉加工的研究,物体大小表征和注意上的研究,知觉学习等方面的研究,更是得到国际上的认可;近两年国内学者在学习记忆方面的研究成果,也陆续在国际学术刊物上发表。在心理测量学领域,项目反应理论得到进一步发展。在心理测试的应用上取得更为显著的研究成果,研究者还发现了创造性测量的新计分方法。

(二) 教育与发展心理学

在教育和发展心理学方面,研究集中于中国儿童认知发展,学习心理理论,教师和学生心理健康等问题,取得重要的研究成果。我国社会发展和变革中出现的新的特殊儿童群体——流动儿童、留守儿童和城市流浪儿童相关行为表现和心理健康等方面的研究受到更多关注。人格心理学工作者将研究关注的焦点集中于人格理论和人格结构的应用,包括中国人人格结构的探索,青少年人格发展,人格与健康之间的关系,国内领导心理和行为的实证研究等方面。社会心理学研究从研究的广度和深度,以及方法学与国际前沿接轨和在国际主流学术期刊发表论文等方面,都有明显的提升,在人际互动与群体心理研究、文化社会心理学以及应用社会心理学的研究方面也取得重要的研究成果。

(三) 生理心理、医学心理、临床与咨询心理学

生理心理、医学心理、临床与咨询心理学方面,着眼于防治重大疾病和增强人类身心健康等问题,从多学科交叉的角度研究应激在多种躯体疾病和心理疾病中的作用和机理,及防治疾病的新途径。如对应激转化为抑郁的脑机制的研究成果发表在国际著名期刊,为应激致抑郁的脑机制提出了新的见解和证据。

(四) 工业心理学

工业心理学研究继续保持蓬勃兴旺的发展势头。研究者们深入组织和社会生活实际,发现、研究、解决了许多管理和社会生活中的紧迫问题。如工作场所的应激和心理健康问题,城市退休老年人的消费心理特征,信用卡透支的持有者的消费决策特征等。

(五) 军事心理学

在军事领域,心理战及其防御的相关研究得到加强。编制和修订了适用于军事人员的心理评估问卷。目前的研究内容关注重大突发事件中军人心理健康维护,重视特殊环

境对军人心理健康影响以及军队官兵的心理训练与健康教育。

(六) 心理学学科其他领域

在临床心理学和军事神经认知科学方面也有了进一步的探索;2007年建立了中国心理学会临床与咨询心理学专业机构和专业人员注册系统;2008年四川汶川地震后,抗震救灾心理援助工作和创伤后应激障碍(PTSD)的研究取得我国公认的成效。

三、国内外心理学学科概况

(一) 国外心理学发展情况

在国际上,心理科学基础研究继续深入发展,应用前景越来越广阔。心理学研究人的心理行为的发生发展和规律及其神经和遗传基础。近年来将这些基本科学问题的研究与生命科学和认知科学的最新进展相结合,对人类心理和行为的认知神经机制有更加深入和系统的了解。人类认知的统计特性和计算模型持续不断更新,情绪理论和情感计算,人类决策和人格研究等领域在理论和应用层面也比以往有了更深入的探讨。在应用研究领域,心理健康促进和疾病预防、社会老龄化应对、社会稳定和经济发展问题等重大社会需求,推动了心理学的跨文化研究、社区心理研究以及心理测试和研究方法等研究更加深入系统发展,同时促进新的学科分支不断涌现,如社会认知神经科学、经济心理学等。

(二) 我国心理学发展的主要成就和重要成果

1. 认知领域研究成果卓著

陈霖等对拓扑知觉加工进行了一系列跨特征的研究,发现右利手被试对整体性拓扑知觉加工时,具有左侧半球优势。该成果发表在美国科学院院刊(PNAS)。方方等人发现早在初级视皮层就可以表达物体的实际大小,并且这种表达受到高级视皮层的调节,这一重要成果发表在《当代生物学》杂志。方方等人对知觉两可图形,面孔视角适应,视角后效迁移的研究先后发表在《视觉》杂志。余聪等在知觉学习方面的研究,更是得到国际上相关专家的广泛认可。

2. 风险决策取得系统化研究成果

李纾提出“齐当别”(equate-to-differentiate)抉择模型,该模型试图从行为水平上揭示人们的风险决策过程,考查了独立性原则、不变性原则和偏爱反转中人们决策的机制,通常都违背了“期望效用理论”。李纾等人通过实验测量了人们对概率变化的感受性,对预期理论的权重函数 π 提出质疑。同时研究者还探讨了风险决策的神经心理学机制。

3. 中国本土化的罪犯人格测验 COPA-PI 研制成功

历经数十年的努力,法制心理专业委员会的中国本土化的罪犯人格测验 COPA-PI 研制完成。该量表操作方便简易、拥有全国罪犯常模,比较适合用于测查罪犯的个性心理特征和行为模式。

4. 四川地震灾后心理援助工作取得重要成果

主要包括受灾人的心理援助和救援人员的心理援助两个方面。心理援助是基于身心

健康模式的支持性团体辅导,支持性团体对灾后心理康复非常有效,适合于灾后心理康复。救援人员的心理援助对预防各种反应性精神病、维护部队救援人员心理健康、保障救援任务顺利完成十分重要。我国汶川抗震救灾救援人员心理反应特点主要表现在:应激反应普遍,自行缓解为主。救援人员心理反应有明显的阶段性,心理应激反应程度有明显的任务性,心理应激反应有明显的团队效应。

5. 中国运动员备战和参赛北京奥运会的心理训练取得重大成果

针对我国奥运参赛运动员存在的主要心理问题在认知、情绪、意志、自我评价等方面的表现,通过心理诊断与监测,对运动员进行心理训练和训练效果评定,主要包括以对教练员策略咨询为主,对重点运动员开展个人心理咨询、监控、心理训练、比赛方案的建立等。心理服务包括注意力集中、情绪控制、目标定向、心理疲劳恢复、自信心、唤醒水平调节、大赛前运动员心理准备及心理训练等。

6. 中国临床与咨询心理学专业注册系统建立

近些年对心理服务需求的增加,使得心理咨询师作为一种职业在我国出现。但我国始终没有对临床与咨询从业人员的伦理标准的约束和管理措施。经历长期努力,中国心理学会确定了我国临床与咨询心理学专业注册系统的注册标准及伦理守则。这是我国对专业机构和专业人员进行质量控制和内部监管及自律的专业体系,成为对专业机构和专业人员准入的标准和临床与咨询心理学注册心理师的专业伦理规范,以及处理有关临床与咨询心理学专业伦理申诉的主要依据和工作基础。

四、我国心理学学科存在的不足

在寻找人类认知和人格特征的心理机制和生物学基础方面,近十年国际上的研究进展非常之大,而国内的研究状况在深度和广度上都相对薄弱。比如,人类学习,空间认知,情绪,人格等的神经生理机制和生物学基础还都是一些零散的研究结果,对相应重要影响基因的发现以及其在大脑里的表达都还缺少相应认知神经研究证据。究其原因,与我国心理学研究的发展状况有重要关系。我国基础心理学研究与国际先进水平相比,系统性较差,理论指导大多直接借鉴美国研究成果;研究人员比例比较少,研究水平参差不齐,地区分布差异较大;这些弱势也体现在各个分支领域当中。

当前我国心理学研究工作与社会发展,特别是与我国社会发展的联系还不够紧密。我国心理学家的研究成果应用到社会和经济发展领域的的能力还十分有限,而世界上有些发展中国家,如巴西,心理学的发展与其社会和经济的发展密切联系,国家对心理健康的支持和社会政策的制定与实施都有心理学家的参与。主要原因在于大众对心理学的认识还很不到位,因此导致国家在心理学研究方面的投入远远不够,研究人员和心理学工作人员非常缺乏,相应的主管部门对心理学的研究和应用缺乏有力得当的管理和政策的落实机制。虽然大众对心理健康的需求量非常大,但经济决策、工程设计、信息技术等领域对心理学研究成果的重视不够,目前心理学研究能够满足大众需求、国家需求的能力也非常有限。比如2008年我国抗震救灾心理援助工作中,需要进行大规模系统的灾害心理学的研究,但目前我国在相关领域的研究者极其匮乏;在工业设计领域,产品可用性测试,汽车

驾驶,航空飞行座舱研究等都需要工程心理学家的投入,同样专业人才缺乏;对突发事件的研究,通常是事故或灾难发生后才开始着手,关于社会安全与公共安全的预警研究也缺少资金与人员的投入。

五、我国心理学学科的展望与对策建议

(一)我国心理学学科发展前景

国际上心理学的研究不论在理论探讨还是社会应用领域都得到了广泛的认可和重视。我国心理学的发展起步较晚,在理论和实践上都有很大的发展前景。简要叙述如下。

(1)知识体系将得到进一步深入和系统化。目前我国心理学的理论和应用研究相对比较零散,创造性和系统性略显不足。特别是对高技术手段的掌握和运用并不十分普遍,比如 ERP、fMRI 技术,认知神经方法的计算建模,遗传行为技术等,这限制了我国心理学研究的深入和研究范式的创新。

(2)满足国家重大需求的研究能力将不断提高。学科发展的动力来自于实践,世界上任何一个国家都不能例外,任何一个学科也不能例外。心理学的发展必须结合国家的重大需求。2008 年的地震灾害有力地推动了我国心理学的发展,这一点更是说明了心理学对国家和社会的意义及作用,未来更是如此。

(3)心理学在各个领域应用的前景巨大。随着我国社会生产力的迅速发展,各行业领域对心理学的需求都日益增大。如在突发事件中,心理学研究成果可以用于灾民心理恐慌的调节;关于职业枯竭的研究可以有助于缓解人们的生活与工作压力;工程心理学研究有助于大型仪器设备,如飞机、核电站的安全运行,以及人机系统效率的发挥;决策研究将有助于政府对民众心理的掌握,并为重大的政策出台提供数据和理论的支持。心理学在知识创新的同时,应用领域将有更大的发展空间。

(二)对策与建议

从国内外心理学发展的现状来看,我国心理学发展前景广阔,还有很多研究工作和实践工作要做。

(1)我国心理学应持续加大基础研究投入,与国际前沿看齐,重视多学科交叉合作研究,增强我国心理学知识创新能力和学科体系建设。

(2)我国心理学的发展要瞄准国家重大课题,未来需要,民生问题。心理学研究要重视国家重大科研项目立项,瞄准国家重大需求,民众心理健康与人口健康问题,加强公共安全领域的心理研究。比如建立全民心理健康的普查和监测机制,进一步加强心理学与社会需求之间的联系。多为我国全民心理健康与和谐社会的目标献计献策。

(3)加强心理学与各个学科之间的交叉合作研究。

第八节 环境科学技术

随着我国环境问题的日趋严峻,环境保护工作已成为近几年整个社会非常关注的重

要问题之一。由于我国环境科技起步较晚,基础薄弱,自主创新能力较低,环境技术储备不足,重管理轻科技等因素的存在,再加上环境学科涉及面广,同其他学科交叉较多,因此,探索环境发展规律,加强环境学科研究,构建一套系统、完整的环境学科体系,以适应和促进整个社会经济的可持续和谐发展,就成为当前及今后一段时期我国环境科技管理部门和广大环境科技工作的需待研究和解决的一项重大课题。

一、我国环境学科发展现状

环境科学作为自 20 世纪 70 年代以后人类为寻求社会经济与环境的协调发展而兴起的一门新兴学科,面对日趋恶化的世界环境形势,为保护人类的地球家园,解决世界人口、环境与发展(PED)的可持续发展问题,很多自然科学、社会科学、工程科学等学科都积极参与到环境科学的研究,并形成了相互渗透、相互交叉的分支学科,一批新的如环境地学、环境生物学、环境化学、环境医学、环境法学、环境经济学、环境管理学、环境工程学等新的学科逐步构建起来,其中许多学科又进一步发展了相关的二级学科,如环境地学发展的二级学科有环境地质学、环境地球化学、环境地理学、环境水文学、环境海洋学、环境土壤学、污染气象学,从而极大地推动了以保护环境为目标的环境技术的蓬勃发展,如曝气复氧技术使英国泰晤士河污染治理发生了质的飞越,废物再生技术使丹麦 98% 的废料不必再用填埋的办法进行处理,湿法涤气系统使德国提高了烟气处理能力,可去除烟道内 98% 的灰、99% 的氯化氢和二氧化硫等,新型的纳米级净水剂的吸附能力和絮凝能力是普通净水剂三氯化铝的 15 倍左右,碳吸附、碳捕捉等技术的突破掀起了世界“低碳经济”的浪潮等,这些案例都充分证明,环境学科建设是加快环保科技创新的基础,而环保科技创新是提升环境污染治理水平、保护生态环境、促进社会经济健康、可持续和谐发展的最有效手段。

然而,虽然中国的环境学科建设已走过 30 年的发展历程,党和政府为环境保护工作制定的一系列环境保护政策、法律和规范,推动了我国环境科学的快速发展,但综观中国环境学科发展现状,跟国外比较还存在着很大差距,一套成熟、完整并与国际接轨的环境学科体系还未构建起来。因此,在新的历史时期,如何解决我国当前面临结构型、复合型和压缩型的环境问题,就必须加大环境投资力度,重点研究和构建适应新时期下的环境学科体系建设,依靠技术进步,增强环境科技创新能力,提高环境管理水平,从而推进环境保护事业的历史性转变,实现环保科技工作的跨越式发展。

二、近三年环境学科主要研究成果

近 3 年来,由中国环境科学学会组织的环境科学技术奖评审中,共评出一等奖 12 项,二等奖 38 项,三等奖 75 项,其中“河流突发性水污染事件生态环境影响评估与应急控制技术研究”是面对松花江重大污染事件发生时,以中国环境科学研究院为牵头组织单位,集合 10 家单位,30 多人共同完成的一项水环境污染应急处理重大研究课题,该研究成果在此次重大污染事件处理过程中发挥了极为重要的作用。

“河流突发性水污染事件生态环境影响评估与应急控制技术研究”作为近 3 年来的一项重大水污染环境应急研究课题,主要通过对河流突发性水污染事件应急监测技术研究;河流突发性水污染事件特征污染物时空分布预报与总量核算技术研究;河流突发性水污

染事件影响评估技术研究;河流突发性水污染事件生态风险评估技术研究;河流突发性水污染事件对人体健康风险评估技术研究;河流突发性水污染事件生态经济损失评估技术研究;城市安全供水应急净化技术研究;污染底质修复技术研究;应急处理工程措施及应急方案的设计研究;跨界流域水环境综合管理技术研究等 10 个方面进行研究和探讨,为我国今后河流发生突发性污染事件建立了一整套环境样品特征物应急监测技术方法以及现场模拟技术和污染物环境归趋模型,并系统地提出了一系列切实可行的针对突发性污染事故污染底质环境修复技术和切实有效的典型污染水环境突发事件工程应急技术。

该项成果的研究方法不仅在 2005 年松花江硝基苯水污染事故中得到了实际应用,对典型河流突发性污染事件的准确判断、科学处置起到了重要的指导作用,而且研究成果也对保障国家利益和沿岸人民群众生活起到了重大技术支撑作用,从而避免了跨界污染事故引发的国际矛盾。

利用该项研究成果,项目组成员不仅在近 3 年完成了《突发性水污染事故生态环境影响评估技术规范》(草案)、《突发性水污染事故应急监测布点与采样技术导则》(草案)、《突发性水污染事故应急处置工程技术导则》(草案),为我国今后正确处置突发性环境污染事故,进一步提高我国流域水环境应急管理水平提供了技术支撑。而且,也在 2008 年 5 月汶川地震期间的环境应急评估提供了良好的应用与借鉴,并先后起草了《地震灾区居民临时安置点环境保护技术规定》(试行)、《四川地震灾区饮用水安全保证应急技术方案》(试行)以及《四川地震灾区集中式饮用水源保护技术指南》(试行),为汶川地震灾区应急评估与饮用水源安全保障提供了技术支撑。

三、当前环境学科存在的问题

虽然近年我国在环境领域通过不断加大环境科技研究投入而极大地推广了环境学科快速发展,但由于我国环境保护工作起步较晚,当前环境学科发展还存在一些问题,主要表现在:①我国整体环境问题较为复杂,部分地方和部门还存在重管理轻科技的现象,科技部门自身人员少、任务重、支撑能力不强,整体科研队伍素质亟待提高。②虽然我国在环境学科体系建设及管理方面做了大量工作,但仍处于分散、无序状态。③由于环境学科研究及建设制度不完善,机制不健全等原因,到目前还未形成完整、科学、系统的环境学科管理服务体系,因而远不能满足当前及未来环境监管、科技进步和环保产业发展的要求。④由于没有统一、完整、科学、系统的环境学科管理服务体系,因而在环境保护工作中导致全国环境技术评价、推广、应用等出现重复、混乱局面,不能满足当前节能减排、强化治理、稳定达标等工作的迫切需求。

四、环境学科的发展趋势、特点、展望

众所周知,随着全球经济一体化的深入,环境保护已经成为全球经济发展过程中一项重大问题,面对新的国际形势,如何化解经济快速发展对资源、能源消耗的高度依赖,如何跨越资源、能源的瓶颈约束已成为今后我国面临的主要难题,而低碳之路无疑为中国的可持续发展提供了一条新的途径。发展低碳经济有可能演变为中国未来社会经济发展的主流模式,成为促进国内节能减排和应对全球气候变化的重要战略选择。

为此,针对当前农村环境与发展,节能减排,发展高效低耗的控制技术、城市生态环境等热点问题,今后我国环境科技的发展趋势将是:①以水专项为龙头,全力推进环保科技创新工程。②加快环保标准体系建设,推动建立符合转变经济发展方式要求的环境准入体系。以“两高一资”行业和“三湖”地区产业结构调整为重点,全面推进国家污染物排放标准工作,发布钢铁、有色金属、造纸、煤矿瓦斯、生活垃圾、机动车及发动机、制药等重点行业污染物排放标准。③以节能减排、固废处理为重点,加快技术管理体系建设和适用技术推广。④以保护人体健康为目标,全面落实国家环境与健康行动计划。

为此,在我国环境保护事业进入一个稳定发展的阶段,环境学科发展也呈现以下特点:①不断加大环境科技研究投入,降低环保成本,提高生产技术水平,提升污染治理能力。环境科学与技术之间的相互融合、相互渗透与相互转化更加迅速。②技术创新和制度创新有机配合,政府主导和企业参与实施,环境科技在基础研究、高新技术研究与成果应用转化等纵深层面同时展开,研发与应用结合得更加紧密。③跨学科的研究方式和专项计划的组织方式成为主流。以往对单一资源或环境问题的单一机构、单一学科研究方式被针对单一或综合资源与环境问题的联合自然科学家、社会科学家、经济学家、工程学家和政策制定者的跨学科、多部门研究方式所替代;并且无论在国际科学界还是在各国国家研究组织中,对重大资源与环境问题的基础研究往往是通过设立专门的研究计划来完成。④以解决当前或未来面临的重大资源与环境问题为重点,更加关注环境与人体健康的影响研究,关注人类生产方式的转变,关注地区发展的不平衡关系、人与自然等人类社会发展的协调与和谐问题等,环境科技对人类社会的导向作用愈加显现。

目前,我国的环保科技工作进入了历史最好的发展时期,特别是环境保护部成立以后,环保科技工作站在了新的历史起点上。为了充分发挥科技的支撑保障作用,我们需要从机构队伍、管理水平、创新能力等方面切实加强环保科技工作。环境科技必须真正体现以环境优化经济增长的新思路、新要求,为切实解决突出的环境问题提供最有效的科技服务。

五、环境学科发展建议

近年来,我国环境科技工作围绕环保重点工作和突出环保问题,组织开展科学研究和技术攻关,在解决重大环境问题、建立健全环境管理制度、制订完善技术法规和标准、开发推广污染防治技术,以及促进经济增长方式转变等方面,发挥了重要引领和支撑作用,为环保事业发展提供了一定的科学、技术和物质保障。

针对当今复杂的环境形势,环境学科建设及研究也在不断延伸到整个社会经济发展的各个方面,特别是在水环境治理、节能减排、清洁生产、循环经济、环境医学、农村环境保护等重大领域,需要解决的实际问题和具有重大研究背景的课题日益增多。面对目前以环境保护为内容的新的交叉学科的不断涌现,促使广大环境科技工作必须进一步予以更大关注。

水乃生命之源。加快水环境污染防治研究与治理,以湖泊水、河流水、地下水、城市水环境保护为方向,以水质安全风险控制为核心,重点研究和开发饮用水水质安全保障的技术体系,并进行技术集成和应用示范,进而为研究和制定水环境保护策略与措施,完善水源

地水质安全评价体系与方法,制定饮用水源地环境质量和分质供水标准等提供科技支撑。

随着大气污染防治工作的推进,我国城市环境空气污染状况正在逐步改善,但大气颗粒物仍然是影响我国空气质量的首要污染物。因此以大气颗粒物开放源污染防治研究为基础,重新进行大气环境背景值现场监测与调查,尤其是我国大气背景颗粒物(TSP、PM₁₀)和降尘的物理化学特征及其来源研究,大气背景点干、湿沉降的水溶性离子特征研究,沙尘暴对大气环境背景值的影响研究,沙尘污染及其对人体健康影响的评价与防治对策研究,卫星遥感技术对沙尘污染的评价与防治对策研究等,在此基础上,加快我国大气环境背景值信息管理系统和平台建设,并研究和开发新型烟气脱硫技术与工艺研究,脱硫副产物综合利用研究,加强大型脱硝一体化技术研究等新型大气环境治理应用技术。

当前,固体废物不仅占用大量土地,破坏生态环境,而且易造成周围水、土环境污染,威胁人体健康,因而我国工业废物环境污染问题突出,形势严峻。而全面实施清洁生产技术,实现固体废物的“减量化”,最终实现固体废物“资源化”将是今后环境科技研究的重要任务之一,为此,应积极组织和研究固体废物综合利用技术,实现固废“无害化”;建立固体废物污染控制技术评价体系,深入开展全国固体废物基础数据调查和前瞻性预测工作、加快关键技术研发、建立固体废物政策支持体系、技术服务体系和监督管理体系、建立固体废物管理与交换信息系统,从而形成完善、合理的固体废物管理的技术、经济政策体系将是今后固废处理的发展重点。

环境医学是环境科学的一个重要分支学科。主要是研究自然环境和生活环境与人群健康的关系,它也是环境科学与医学的交叉科学。在人类生存和发展进程中,生态破坏、环境污染、自然资源耗竭等环境问题正在对人类健康造成严重的威胁和危害。因此,必须加强对环境医学和环境毒理学的研究;加强环境与健康关系基础研究;利用基因多态性研究揭示敏感人群的生物遗传学本质,认识环境暴露与人类疾病易感性之间的关系;研究环境污染物的生物标志物,确定疾病和环境暴露的有效生物标志物;开展大气颗粒物尤其是可吸入颗粒物中有毒有害成分对心血管疾病和人体健康影响的研究;重视对大气颗粒物中水溶性离子对人体影响的研究;研究计算机技术在评价暴露和生物效应中的应用;建立环境有害物质生物效应数据库;探索有效数学模型,开展环境与健康预测研究;开展不同污染类型的多个城市的环境污染对健康影响的协作研究;重视环境因素与传染病发生和流行关系的研究;加强对环境污染物在低剂量、长时间作用下的健康效应研究;重视环境内分泌干扰物健康效应的研究。

由于长期以来我国环境保护的重点是在城市、工业集聚地、流域和自然保护区等方面,而忽视了农村特别是贫困地区农村的环境保护工作,再加上农村粗放式生产经营方式,致使农村环境保护工作没有得到足够重视,导致农村生态环境持续恶化,农业生态系统功能造成严重破坏,农村社会经济发展与生态环境矛盾日益突出。因此,研究和开发农业生产剩余物处理及其资源化利用技术;农村规模化畜禽场粪污处理及其资源化利用示范工程技术;乡镇生活垃圾分选和资源化利用技术;乡镇生活污水和污泥处理利用技术;县镇建筑垃圾综合利用技术;农产品加工固形物和废水处理利用技术;矿山选矿尾矿处理及资源化综合利用技术;特殊地区农村饮用水处理技术;环境污染物土地承载能力监测评

价研究;化肥、农药、饲料中有毒有害物质监测及使用标准研究;河道疏通污泥有效利用技术研究;农村生态环境保护政策及管理条例的研究,并探索符合中国国情的农村生态环境保护发展思路,将是今后我国环境科技工作者的一项重大战略任务。

第九节 资源科学

资源科学是研究资源的形成、演化、质量特征与时空分布及其与人类社会发展之相互关系的科学。它是一门综合性很强的应用学科,是自然科学、社会科学与工程技术科学相互结合、相互渗透、交叉发展的产物。其目的是为了能够更好地开发、利用、保护和管理自然资源,协调资源与人口、经济、社会、环境之间的关系,促使其向有利于人类生存与发展的方向演进。

近2年来,资源科学的各学科在以下方面取得进展。

一、资源科学学科进展

(一) 理论研究硕果累累

经济建设、社会发展和人才培养等为国内资源科学的发展提供了有利的环境,为资源科学学科体系的建立创立了必要的条件,资源科学快速发展的同时,资源经济学、资源生态学等分支学科不断深化发展,资源产业论等资源科学的基础理论的研究也获得了重大成果,2008年正式发布和出版的《资源科学技术名词》是具有标志性的综合性基础成果。因为在资源科学完善和发展的阶段,资源科学的技术名词没有得到国家有关部门的统一,在应用上比较混乱,从而影响到资源科学不同学科的深入发展和学术交流,为了规范资源科学的科学术语,为资源科学界定明确的概念,促进资源科学的深入发展创造有利条件,国家科学技术名词审定委员会于2002年成立了资源科学技术名词审定委员会,2003年起开始组织资源科学技术名词的编写工作。从2002年到2006年,经过100多位专家、历时5年完成了《资源科学技术名词》的最终稿,并于2008年10月正式出版。随着资源学科的继续发展和学科体系的建立,它的正式公布和出版对于资源学科的普及、深入研究和我国资源战略的实施都具有重大的现实意义和深远的历史意义。

(二) 重大资源问题研究对我国决策实施国家级重大工程发挥了重要作用

21世纪前后,在我国的各项国家级重大工程建设中,三峡工程和南水北调工程无疑是最引人关注的。三峡工程截留长江,蓄水发电,将不竭的水能充分利用,为国家的发展提供了宝贵的电力资源;南水北调取南方多余之水引向缺水的北方,连通长江、黄河和淮河,用一张“四横三纵”的大水网把中华民族紧紧凝聚在了一起。

三峡工程是举世瞩目的水利水电工程,拥有世界上最大的防洪功能和发电功能,此外,三峡工程在养殖、旅游、保护生态、净化环境、开发性移民、南水北调、供水灌溉等方面均有巨大效益。资源科学领域中,能源、水资源、矿产资源、生物资源、旅游资源、生态环境

保护等问题的研究在三峡工程的论证及建设过程中发挥着巨大的作用。20 世纪末,我国更是提出了三峡工程的建设要从工程水利向资源水利转变的思想,其核心就是约束人类自身行为,通过水资源的节约、保护和科学管理实现人水和谐,达到工程建设与生态环境健康的双赢、人与自然和谐相处的目标。随后,又提出了健康河流等概念,并融入工程建设和运行的实践。这些理念,无不体现着资源科学在工程建设和运行中所发挥的巨大作用。

南水北调工程是我国另一项举世瞩目的大型水利工程。水是基础性的自然资源和战略性经济资源,是维系生态和环境可持续性的控制性因素。我国水资源总量十分丰富,然而其时空分布存在严重不均衡,南方水多且汛期集中。根据资源科学中经典的资源配置理论,资源配置合理与否,对一个国家经济发展的成败有着极其重要的影响。一般来说,资源如果能够得到相对合理的配置,经济效益就显著提高,经济就能充满活力;否则,经济效益就明显低下,经济发展就会受到阻碍。针对这种情况,关于我国水资源战略的研究也逐步增多,如何解决水资源的短缺和空间分布不均成为众多研究的关注焦点,一些具体的解决方法和设想也被提了出来。南水北调最早于 20 世纪 50 年代被提及,对我国水资源进行重新分布,将南方多余的水引向缺水的北方,既能解决严重制约北方经济社会发展的水资源问题,又能遏制南方的水患,可以一举多得。经过了几十年的反复论证与考察,经过了详细的规划设计和勘测,南水北调工程于 2000 年 6 月正式开工,工程包括了东线、中线与西线 3 个调水方案。东线工程从江苏扬州引长江水,经京杭运河到天津,沿途的江苏北部、山东和河北东部同时受益;中线工程起于丹江口水库,经河南、河北到达天津和北京;西线工程从长江上游通天河及两大支流雅砻江和大渡河引水,补充黄河上游水量,供宁夏、内蒙古、山西和陕西使用。目前,南水北调的东、中、西三线工程进展顺利,工程建设已经在防洪度汛、截污导流等方面发挥了作用,沿线水荒状态得到了初步的缓解,生态环境也得到了改善。2008 年 9 月,中线工程首次将水引向了首都北京。

(三) 多部法律颁布执行

2007—2008 年,资源节约、环境友好、发展循环经济是一个引人注目的重点,为切实推进可持续经济发展体系的建设,党中央和国务院先后颁布并实施了一些新的法律法规,同时对原有的法律条款进行了与时俱进的修改。

2008 年 8 月,十一届全国人大常委会第四次会议审议并通过了循环经济促进法草案。这部法律于 2009 年 1 月 1 日起施行,以“减量化、再利用、资源化”为主线,为促进循环经济发展做出了一系列重大的制度安排。将促进循环经济发展写进法律,使其实行有了保障,表明我国解决高能耗重污染的决心,同时也为我国经济持续快速的进一步发展指明了道路。

2007 年 10 月,十届全国人大常委会第三十次会议表决通过了节约能源法修订草案,并于 2008 年 4 月 1 日起正式开始实行。新的节约能源法为我国科学发展再添法律利器,有助于解决当前我国经济发展与能源资源及环境之间日益尖锐的矛盾。

煤炭是我国的主要能源和工业原料,据统计,我国总发电量中的 84% 是依靠煤炭。随着国际石油价格的震荡,煤炭在我国能源中的地位越发重要,煤炭产业的可持续发展关

系着国民经济的健康发展和国家能源安全。为了合理、有序、持续的开发煤炭资源,提高资源的利用率和生产力水平,促进煤炭产业的健康发展,2007年11月,国家发改委制定并颁布了我国首部《煤炭产业政策》。

2008年8月,中国人民银行、中国银行业监督管理委员会联合出台了《关于金融促进节约集约用地的通知》,要求各金融机构以严格限制粗放低效用地、积极支持节约集约用地为原则,加强信贷合法合规审查,进一步改进金融服务,积极引导和推动节约集约用地。金融行业把关土地资源,开创了促进土地节约与集约利用的新思路。

《矿产资源法》和《土地管理法》的修改进行了长时间的多次讨论和研究,将在不久的将来进行重大的调整和完善。

(四)资源管理的经济政策不断完善

资源管理研究是近年来资源科学研究的重要热点问题。资源管理是现代资源研究的一个重要领域,这是由资源的有效性与稀缺性所决定的,资源有限但应用无限,可以说是人类与资源关系协调发展走向合理化的基本要求。

资源管理包括3个层次:资源保护过程、经济管理过程与社会需求管理。为了实现现代化的资源管理,从系统角度研究和认识各类资源、环境问题之间的关系,阐明资源开发与保护之间的关系,以便为制定科学的资源环境政策和法律法规提供依据,成为资源管理经济政策与法研究的主要方面。近年来,在土地资源宏观调控、水资源定价、石油价格调整、矿产资源税费改革和生态补偿等方面,国家相继出台了一系列重大的经济政策,极大地提高了资源管理效率,促进了资源的科学管理。

(五)资源科学学科体系的逐步建立与人才培养体系的不断完善

在我国现行授予博士、硕士学位和培养研究生的学科、专业目录中,资源科学分属于经济学、法学、工学、农学、管理学5个门类,7个一级学科,10个二级学科。而在现行学士学位(本科)专业目录中,资源学科分属理学、工学、农学、管理学4个门类,6个学科,8个专业。与研究生专业划分相比,本科专业中增加了理学门类的专业,而没有经济学和法学门类的专业。

有学者将资源科学划分为资源科学、资源技术学与资源管理学总计3个一级学科、8个二级学科、22个三级学科和54个四级学科,几乎涵盖了自然科学、社会科学与工程技术科学有关资源科学研究的全部领域。

资源科学的人才培养体系是针对人才培养的目的来确定的,我国现行的本科专业划分与研究生学科划分不一样。本科教育依据资源学科各行各业的人才需求强调基础教育,即就业教育。研究生教育则以培养高水平的专业人才为目的,强调专业教育。我国自建国以来资源领域人才培养已初具规模,且基本满足我国资源领域各行各业对人才的需求。未来的20年内,随着经济的快速发展、资源需求的进一步增加和可持续发展战略的实施,还需要大规模综合掌握资源科学、资源管理学和资源技术学的人才,通过专业设置和课程建设来规范高等院校资源领域人才培养的规格与标准也迫在眉睫。针对资源学科的综合性和交叉性的特点及其学科定位、学科划分,有学者提出了资源领域人才培养的专

业设置和资源领域人才培养的核心课程。

至 2007 年,国内有近 100 所大学设有与资源科学密切相关的学院、系或是专业,并招收相关专业的本科生和硕士、博士研究生。

二、资源科学学科未来的发展趋势

(一)生态服务功能与环境安全研究

随着社会经济的发展,生态环境问题也日益严重,加强生态服务功能与环境安全研究是我国资源科学研究不可忽略的重点领域。我国幅员辽阔,生态系统复杂多变,脆弱性明显,加上经济高速发展引起的自然资源过度开发、环境污染、土地退化、物种多样性减少等问题,我国生态与环境建设不容忽视,并且必须是长期的、不间断的过程,必须把保护生态与环境安全放在首要位置来对待。

(二)资源结构优化、高效和可持续利用研究

我国土地、淡水、能源、矿产资源和生物资源等短缺或流失对经济发展已构成严重制约,要想实现全面建设小康社会的目标,迫切需要节约能源与资源,因此资源结构优化、高效利用必将成为我国资源科学研究的重点。

(三)资源安全战略研究

全球会不会爆发资源危机?增长有极限还是没有极限?从 20 世纪 70 年代到现在争论不止。资源科学关于资源安全战略的研究实际上在两个层面展开:①全球资源系统、生态系统安全的研究;②以国别为单元的国家资源安全供应战略的研究。当前资源安全战略研究最为关心的包括水资源短缺问题、能源短缺问题、土地资源退化问题、生物资源多样性问题,以及全球暖化背景下的气候资源问题。如何构建可持续发展的中国资源安全保障体系是适应当前与未来国家经济社会发展与国际形势的需要。

(四)资源科技创新研究

提高资源利用率在很大程度上依赖于资源利用过程中的技术创新,如可再生能源开发技术、矿物能源的节能技术和清洁能源技术、废弃物循环利用处理技术等。这些新技术的开发,不仅可以在很大程度上解决由于资源不合理利用带来的环境污染等问题,通过能源开发技术和新能源的开发还可以寻求更加清洁的替代资源,从源头上缓解我国能源资源短缺的现状。

(五)资源法制建设和资源伦理建设研究

虽然我国资源法制建设取得了一定的进展,迄今已基本形成了由法律、行政法规、部门规章、地方性法规和规章以及一系列规范性文件组成的法律法规体系,但还并不完善,甚至某些已有的法律条款已经暴露出了局限性。随着社会经济的发展,资源法制需要进一步完善和健全,执法要更加规范,才能确保资源可持续利用的实现。与此同时,节约和

保护资源逐步规范人们合理利用资源的道德行为,是资源伦理建设的关键。

(六) 资源安全和预警研究

资源安全是指一个国家和地区可以持续、稳定、及时、足量和以合理价格获得经济社会发展所需的各种资源,使经济和社会发展不受资源供给影响的一种状态或能力。影响资源安全的主要因素包括资源、政治、经济、运输、军事和技术进步等许多方面,这也就导致了资源安全研究的复杂性,也正因为如此,对资源安全的研究才显得尤为重要。对资源安全的研究,重点是在对资源的安全性进行评价的基础上,建立资源安全的预警系统和响应机制,以确保对任何突发状况的及时处理与应对。

预警则是指对于某一经济系统未来的演化趋势进行预期性评价,以提前发现特定经济系统未来运行可能出现的问题及成因,为提前进行某项决策、实施某项防范措施和化解对策提供依据。资源预警和应急系统研究是建立在资源短期现状的安全性评价基础之上,包括信息和组织系统以及不同程度危机的一套或几套应对方案。资源安全和预警研究可以在资源危机爆发之前预先提出发展动向的分析和对可能出现危机的时间、程度的预告,并对危机发生时的后果作出判断,可以在一定程度上加强政府等各部门对资源危机的应对能力,为资源利用过程中的宏观调控提供有力的科学依据。

第十节 实验动物学

一、引言

实验动物科学(Laboratory Animal Science)是以实验动物资源研究、质量控制和利用实验动物进行科学实验的一门综合性学科。现代意义上的实验动物科学诞生于20世纪50年代初期,融合了动物学(Zoology)、兽医学(Veterinary Medicine)、医学(Medicine)和生物学(Biology)等科学的理论体系和研究成果,发展为整个生命科学不可或缺的支撑学科。

半个多世纪以来,实验动物科学以相关科学为基础,结合自身的目标和特点,从理论和实践两个方面不断丰富学科的内容,使该学科逐渐形成了完整的理论体系。实验动物科学的发展培育了遗传背景明确、微生物和寄生虫得以控制的众多品种品系的实验动物资源,取得了一批研究成果,形成了一定规模的专业队伍,在推动生命科学、医学和药学等领域诸多学科发展中发挥了巨大的作用。实验动物科学作为应用基础学科已经融入许多前沿学科研究中,并由此衍生了一些分支学科或以实验动物为主要支撑的学科,如比较医学(Comparative Medicine)、实验动物医学(Laboratory Animal Medicine)、转化医学(Translational Medicine)和比较基因组学(Comparative Genomics)。

在《学科分类与代码标准》(GB/T 13745—1992)中,与实验动物科学有关的学科是“实验动物学”、“医学实验动物学”、“比较病理学”等,分别归属于动物学和基础医学等,这些名词均不能涵盖实验动物科学研究范畴。为暂与GB/T 13745一致,此处用“实验动物

学”代替“实验动物科学”作为本节中文名称,以期在以后的 GB/T 13745 修订中增加“实验动物科学”一词。

“实验动物学”(Experimental Zoology)系“动物学”的一门分支学科,与实验动物(Laboratory Animal)包含的内容有所不同。20 世纪 60 年代欧美国家在“实验动物”后加上“科学”,创造了“Laboratory Animal Science”,翻译成中文为“实验动物科学”,以与“实验动物学”区别。

实验动物科学主要研究内容包括实验动物和动物实验两部分。其一是以实验动物本身为对象,专门研究它的生物学特性、遗传、饲养繁殖、微生物及寄生虫控制、营养和环境等,开发实验动物资源、实行质量控制,为科学研究提供高质量的和品系丰富的实验动物。其二是以实验动物为材料,开展医学实验研究。应用实验动物进行科学实验,进行生命基本规律和病理发生机制的研究并通过推演、类比解决生命科学和医学中的重大问题。随着实验动物科学的发展,实验动物科学与生命科学、医学、药学、医药工业、航空航天、环境保护、生物安全、食品安全、化学品安全、生态保护等许多学科和行业结合越来越密切,逐步起到举足轻重的支撑作用。实验动物科学已经融入许多前沿科学研究中。例如,利用基因工程动物进行功能基因组;通过基因打靶发现新基因和已知基因的新功能;研究新药的靶基因、靶器官,作用机理和毒性作用;通过转基因技术研制现代医药工业的生物反应器。通过病原微生物的感染动物模型,研究传播途径、传播规律,研究发病机制,研究预防、治疗措施,药物疫苗的创制与开发等。

作为医药学研究不可替代的重要支撑,尤其是与医学的进一步融合,比较医学和转化医学的发展,实验动物科学对于生命基本规律和机理的阐明,对于人类疾病的发病机理、治疗、药物研发所起的作用越来越凸显。

比较医学是实验动物科学的一个分支学科,是以模式动物或疾病动物模型研究生命基本规律和疾病发生机理,并同人类生命的基本规律和疾病的发生机理进行比较,为了解人类本身和人类相应疾病的发生、发展规律及其预防、诊断、治疗提供依据的一门综合科学。比较医学是实验动物科学和西医、中医、兽医交叉点和研究热点。

二、我国实验动物科学发展历史

我国正规实验动物研究最早是 1918 年由齐长庆在原北平中央防疫处饲养小鼠开始的。新中国成立后,先后建立了北京、上海、长春、武汉、兰州等生物制品研究所,建立了较大规模的实验动物繁殖场,北京、上海等地的一些大学和研究机构也相继建立实验动物繁殖场,培训了一批科学技术人员,奠定了我国实验动物发展的基础,并自主培育了一些实验动物新品种品系,例如 C1、TA1、TA2、615、AMS 和 SMMC。

1982 年国家科委主持召开第一次全国实验动物科技工作会议,确定了我国实验动物科学发展的方针和原则。1987 年中国实验动物学会宣告成立,1988 年加入国际实验动物科学理事会。1988 年北京市和上海市率先成立了医学实验动物管理委员会,实施实验动物质量、设施合格证和技术人员资格证认可制度。1994 年国家技术监督局发布实验动物标准,包括了实验动物环境及设施、实验动物质量等级、实验动物遗传质量控制、实验动物营养饲料 4 个方面共 47 项,后扩展到 83 项。我国实验动物工作在法制化管理、质量控

制、资源建设、人才教育与培训、比较医学研究等诸多方面初步形成了学科体系。

三、国内外实验动物科学发展现状和趋势

(一)国内实验动物科学发展现状

1. 实验动物管理体系建设

1988年《实验动物管理条例》经国务院批准后由实验动物主管部门科技部发布。在此基础上逐步建立了较为完善的组织机构管理体系、法规标准体系和质量保障体系。

2. 实验动物资源建设

科技部在北京、上海、广东、黑龙江等地建立或以项目的方式支持了国家啮齿类实验动物种子中心和上海分中心、实验小型猪种质资源中心、国家实验兔、猴、犬、禽等种源基地。全国现有300多家实验动物生产单位,年产实验动物1900多万只。我国常用实验动物有30余个品种100多个品系,主要供应科学研究,药物、食品、化妆品和保健品等的检定与生产以及生物医学教学等领域。

3. 实验动物质量控制

(1)实验动物质量监测网络建设

科技部先后出台了管理办法,设立6个国家级和26个省级实验动物质量检测机构,在实验动物许可证管理、质量评价和监督保障等方面形成质量监测网络。

(2)实验动物质量监测技术标准化

卫生部、农业部、建设部,北京、上海、广东等省市根据本行业、本地区的需要制订了一些行业标准和地方标准。我国的实验动物标准体系和检测技术体系达到了一定的标准化水平,并日趋完善。

4. 实验动物产业化发展

实验动物产业以实验动物的生产供应为主体,同时也包括相关产品如饲料、垫料、笼架具、仪器设备及工程设施的商品化和产业化。近几年实验动物技术服务产业化发展迅速,带动了一批实验动物技术服务专业化公司的发展。

5. 实验动物从业人员培养

实验动物从业人员培养主要有3种方式:①从业人员上岗前培训(上岗证);②从业人员专业技术培训(继续教育);③实验动物专业教育(学历教育)。岗前培训和专业技术培训已在国内全面展开,收效显著。全国有73所医学院、药学院,15所兽医学院和生物技术学院开设了研究生层次课程,其中13所面向本科生开设了实验动物学课程,17所实力较强的院校开展了动物学专业下实验动物方向的研究生教育,有8所院校开展了本、专科生层次专业教育。

6. 实验动物福利和伦理

20世纪后期,我国开始关注实验动物福利和伦理,宣贯“3R”(Reduce、Reuse、Recycle)原则,同时对实验动物福利和伦理进行研究、宣传和实施。

7. 比较医学研究

比较医学是以动物和人类的健康与疾病进行类比研究为主要内容的,探讨疾病的发生、发展和治疗机制的实验动物科学的分支学科。现代医学研究越来越注重体内试验,比较医学作为实验动物学与医学的结合点和创新点,成为医学研究的前沿。

8. 中医药实验动物科学研究

中医药学是中华民族的瑰宝,也是中华民族对世界的贡献,中医药学也开始采用实验动物和人类疾病动物模型作为体内研究的载体,采用比较医学作为手段,中医药实验动物科学已融入中医科研、教学体系中。

9. 实验动物科学与基因工程研究

基因工程技术应用于实验动物科学始于 20 世纪 80 年代。动物基因工程技术的发展,主要得益于实验动物基因工程的发展。基因工程实验动物主要应用于基因工程疾病模型研究、基因功能研究、基因药物研究、生物反应器研究和生命基本现象探索等领域。

10. 实验动物技术平台建设

为加快实验动物标准化、规范化、全面提升我国实验动物科学整体水平,建立科技平台,为全社会提供资源和技术服务及支撑。各地方相应建立了或正在建立实验动物资源和技术服务平台,已逐步形成一个有机的整体。

(二) 国外实验动物科学发展现状

发达国家以美、欧、日为代表,实验动物科学的发展经历了几十年的积累,已经形成了相对完善的学科体系,在科学管理、资源建设、科学研究、技术平台建设和政府扶持等方面都得到了全面发展。

1. 实验动物实现法制化、规范化管理

欧美发达国家管理特点是通过国家立法,经过官方与民间组织双重管理。国家通过立法和政府注册制度推动行业发展,行业组织通过发布指导原则规范行业行为,各单位通过实验动物管理和使用委员会实现自我约束。

2. 实验动物社会化生产

发达国家 20 世纪 80 年代以后基本普及 SPF(Specific Pathogen Free)级动物和部分悉生动物与无菌动物。实验动物生产已经实现产业化和社会供应,实验动物饲料、垫料、笼具设备与实验仪器也已经实现产业化生产。

3. 实验动物的应用推动了生命科学和医药学的发展

1901—2008 年期间,65% 以上的诺贝尔生理学或医学奖研究成果是使用实验动物或动物获得的,使用的动物共计 25 种 119 次。在 *Nature*、*Science* 国际顶级杂志发表的文章中,使用动物的研究占相关论文总数的 35%~46%。

4. 形成了较为完善的实验动物人才教育和培训体系

在欧美国家,实验动物科学教育方式有学历教育、继续教育和培训等不同层次,分布

在医学和兽医类院校。美国有 30 多所医学院校设立“比较医学系或部”，开设了包括本科、研究生层次的学历课程和各种形式的继续教育或培训，畜牧兽医学校开展实验动物医学教育，成立了美国实验动物医学院协会（ACLAM）和国际实验动物医学院协会（IACLAM），推动实验动物兽医师的认证工作。

（三）实验动物科学发展趋势

1. 实验动物种质资源不断扩大

一方面，用于科学研究的动物种类，从昆虫、鱼类、啮齿类到非人灵长类不断扩展；另一方面，遗传学家培育的用于特定研究目的实验动物品系越来越多，如在未来几年，小鼠的 3 万多个基因都会被基因修饰，产生几万种不同小鼠突变品系。同时基因突变大鼠品系、基因突变猪品系、基因突变品种和品系等也会越来越多，自发突变人类疾病模型动物，基因工程人类疾病模型动物，人类基因多态性工程动物等资源不断扩大，这些品系资源的建立将为不同的医学研究、生命科学研究和药学研究提供有力的支持。

另外，SPF 动物、无菌动物等高质量实验动物和模式动物、疾病动物模型、实验动物化的野生动物和水生动物等的供应和使用量将逐年增加，常规实验动物生产使用量逐渐减少。

2. 动物实验和比较医学研究技术的高科技化

由于系统生物学的兴起和生命科学、医药科学对体内研究的重视，利用实验动物进行系统研究成为未来一定时期的主流，相应的实验动物体内研究的高科技设备在日益专业化，而不仅仅是共用人的医用设备，比如超声成像、正电子成像、CT 扫描、核磁成像都会发展灵敏度更高的实验研究专用设备，而这些技术的发展反过来会促进生命科学和医药科学的学科发展。

3. 生命科学研究和医药产业对实验动物的需求不断增加

人类的健康问题是全世界最关心的问题之一，世界各国，包括中国，对生命科学和医药研究的投入不断扩大，并且由于系统生物学、组学等学科的发展和对生命科学和医学的渗透，模式动物、基因工程动物、胚胎工程动物正在逐渐取代常规实验动物。实验动物资源和动物实验技术已经成为许多高新生物技术产业的原材料和技术服务平台，其质量的提高将在很大程度上推动我国高新生物技术产业发展。

4. 比较医学和转化医学等交叉学科成为新兴研究领域

人类疾病发病发生、发展和治疗机制的研究是解决人类的健康问题主要途径之一，作为以实验动物和人类疾病动物模型为主要对象，探讨疾病的发生、发展和治疗机制的比较医学将是新兴研究领域，比较医学技术的发展也将为医药研究提供重要的技术手段。近几年新兴的转化医学以基础研究的成果转化为临床所使用的技术、方法，产生社会效益为主要内容，其前期临床研究需要和实验动物科学、比较医学等相结合，实验动物科学在疾病模型，体内研究技术等方面的发展，将促进转化医学的发展。

5. 实验动物福利和替代方法研究受到重视

随着人类对生命，包括动物生命的重视，实验动物福利法制化与替代方法研究已成为

实验动物科学的重要组成部分,体现在实验动物饲养、生产、使用和科研、教育等各个方面。

6. 实验动物科学信息的共享体系建设

发达国家建立了大量的实验动物相关数据库、网络平台,实现信息资源共享。未来我国实验动物生产供应、动物实验管理、环境设施将逐步实现计算机监控和网络化、信息化管理,发展相关数据库和网络共享平台。

7. 实验动物资源和质保体系的国际化

在我国科技强国和提高科技竞争力的要求下,作为生命科学、医学和药学研究的主要支撑条件之一的实验动物科学资源和质保水平将是制约我国生命科学、医学和药学研究的瓶颈之一,未来几年实验动物资源和质保体系的国际化将是提高我国生命科学、医学和药学研究竞争力的关键问题。

8. 国际生物医药中心东移带动我国实验动物科学发展

随着欧美国家实验成本增加、市场饱和,以及中印等国生物医药产业的兴起,不少国际大型医药公司在我国设立研发外包机构,在一定程度上推动我国实验动物科学的发展和国际融合。

四、实验动物科学发展战略

(一) 我国实验动物科学存在的主要问题

我国实验动物科学经过近 30 年的发展,走完了发达国家近百年走过的路,正逐步接近发达国家水平。但存在的问题很多,影响生命科学和医药工业的国际竞争能力。

1. 实验动物资源不能满足科学研究的需求

我国实验动物资源相对短缺,不及美国的 1/20。实验动物质量参差不齐,检测试剂标准化程度不高。

2. 实验动物标准化管理尚待改善

实验动物法制化管理力度不够严格,法律法规体系尚不健全。实验动物福利伦理不够普及,缺乏实验动物福利伦理审查规范和机制。

3. 比较医学研究潜力不足

动物实验技术规范研究不够,技术资源和服务能力不足,主要表现在实验动物技术服务平台的建设缓慢,远远不能满足社会需求。

4. 实验动物及其相关产品产业化、商品化、市场化程度低

生产供应基地或机构布局不合理。符合质量要求的常用实验动物、特有品系和模型动物及相关产品的生产供应不够,缺少政府的扶持和资助,难以形成产业化局面。

5. 专业教育有待加强

我国实验动物科学人才培养投入不足和高水平人才短缺。

6. 国家财政性投入不足

研究性投入严重不足,与发达国家相比差距巨大,美国支持的生命科学研究约40%用于实验动物和动物实验工作,一般直接划拨到相应的实验动物技术服务机构。资源保护支持严重不足,美欧国家特色实验动物资源全部由政府提供资助和扶持,相应的资源以公益形式向社会提供服务。

7. 宏观调控机制尚待建立

缺少国家实验动物资源共享协调机制,尽管国家投入建立了部分种质资源中心和基地,但没有建立起相应的共享机制。

(二) 实验动物科学的发展目标

近3~5年内实验动物科学总体发展目标是:在加强法制化、标准化管理的基础上,建立我国实验动物科学的学科体系,建立实验动物资源与技术协作共享体系,使实验动物科学的发展接近发达国家的水平。具体目标分解为以下几个方面。

1. 建立比较完善的实验动物资源、技术资源和资源共享体系

实验动物资源、技术资源是实验动物科学为其他学科提供支撑的基点,本学科将加强常用实验动物、基因工程动物、模式动物和疾病动物的资源建设,逐步缩小同先进国家的差距,为其他学科提供实验动物资源的支撑。

加强动物实验和比较医学技术资源,包括设备、设施、操作技术等建设和标准化,建立共享技术平台,通过平台的社会化为其他学科提供技术资源的支撑。

通过实验动物资源共享体系,包括活体动物资源、细胞组织器官资源、信息资源、设施设备资源、E平台建设等资源的整合、引进,共享机制的研究和制订,在现有的基础上,以优势互补为原则,继续加快特有动物资源基地的建设,鼓励有条件的单位进入资源共享网络,建立地域分布合理、品种各有侧重的实验动物生产供应基地,推动实验动物工作运行机制的改革,改变分割、分散的状况,加强全国的统筹规划、统一部署和合理分工,建立资源共享的新的运行和管理模式。形成全国性的共享体系。

实验动物科学的价值所在就是为其他学科提供条件,将进一步加强实验动物科学与生命科学、医学、药学、毒理学、农业科学、航空航天领域的融合,在为其他学科服务,实现本学科科学价值的同时,得到自我发展的动力。

2. 整合学科人才和优势资源,加强重大实验动物科学问题研究

将通过整合学科人才和优势资源,加强艾滋病模型、乙肝模型、基因工程模型、中医动物模型等重大问题研究,在国际竞争中占领一席之地。

3. 完善实验动物质量控制体系,致力于实验动物质量提高

今后几年我国仍然需要加大实验动物质量控制的力度,推动实验动物福利研究和替代法研究,建立我国实验动物福利与伦理审查体系,逐步形成符合我国发展特点的可以和世界接轨的实验动物管理和使用评估和认可体系的组织。鼓励实验动物科学界和相关学科开展实验动物替代法研究,宣传3Rs精神,保证科学研究成果的准确性、可靠性。

4. 初步建立全国统一培训体系,加快人才培养步伐

科技发展,人才是关键。实验动物科学和比较医学是应用性非常强的学科,从业人员不仅需要全面而扎实的基础理论知识,也需要过硬的技术,更需要了解相关的法律法规政策。近几年达到的目标是:建立全国统一的岗前培训和等级培训体系并予以实施,满足法律法规要求和国际接轨要求;在充分调研的基础上,建立符合学科发展需要的专业教育学科体系,在国家学科分类中将实验动物科学纳入一级学科范畴,在国务院学位委员会中设立实验动物科学专业。

5. 推动实验动物及相关产品的产业化进程

实验动物是特殊商品,实验动物相关产品,如饲养笼具、饲料、垫料等也具有特殊性。我国经过多年的发展,已经初步形成了产业化发展的形势,但仍然存在小而全和专业化程度不够的问题。今后几年我国应大力推动实验动物及相关产品的专业化和产业化进程,希望能够形成分工合作的集团化生产供应局面,在保证质量的前提下满足市场需求。

(三)发展实验动物科学的主要措施

1. 统筹规划,合理布局

坚持国家目标,在国家科技基础性工作整体发展框架内,作好统筹规划,合理布局。根据基础和科技发展对实验动物科学的需求,配合我国生命科学研究和医药卫生事业发展的需要,兼顾东部经济发达地区和西部经济落后地区平衡,制定实验动物科技近期发展计划和和中长期发展规划。

2. 重点发展,全面推进

结合我国生命科学研究、医药研究需求,发现我们需要加强研究和发展的重点。充分利用和合理配置人力资源、技术资源、动物资源,加强有关创新型国家建设和人民健康重大研究方向的支持力度,重点突破,带动全面发展。建立国家重点实验室,加强学科理论研究。充分发挥各方面的积极性,逐步拓展研究领域和深度,全面推进实验动物科学发展。

3. 引进借鉴,自主开发

我国实验动物科学发展晚,可以借鉴发达国家的东西比较多,比如管理模式、人员培训方式、实验动物资源建设等,充分利用国际资源带动我国资源的扩展。本着“国外已经有的资源引进,国外没有的资源开发”的方式,加快我国实验动物科学的发展速度。与此同时,注重我国特有资源的保护和开发工作,注重具有中国特色的技术进步。

4. 加大投资,鼓励创新

实验动物科学是支撑性学科,它的发展依赖于国家科学技术的整体发展,依赖于政府的扶持和资助。发达国家的发展模式以政府资助、公益研究为主(常规实验动物生产供应除外)。政府的支持力度决定本科学的发展。尽管我国实验动物科学得到了政府的大力支持,但与国民经济的发展和科学技术的进步相比,仍然存在巨大差距,难以满足科学技术进步创新的需求。政府对实验动物科学进行持续性支持是本科学发展的保障,同时通

过对本学科的支持也能促进生命科学、医学、药学的发展。国家各种研究计划和基金增加支持实验动物科学的科学研究的项目,为解决生命科学中的重大问题提供支撑条件。

5. 加强管理,强化标准

随着实验动物科技的发展、实验动物资源的开发、随着对外科技、贸易交流的不断加深,实验动物技术标准的健全和完善成为当务之急。一些新兴实验动物资源的标准缺如问题应该尽快解决。实验动物法制化和标准化管理工作需要集中政府、行业、机构、实验动物科技工作者的共同智慧和努力,促进实验动物科学有序、规范、快速的发展。

综上,实验动物科学作为一个支撑学科,它是提高与生命科学相关研究科技创新的重要条件之一。我国实验动物科学经过近 30 年的发展取得了丰硕成果,为我国的生命科学、医药工业、农业科学、环境、食品卫生等研究提供了支撑作用。尤其是与生命科学和医学的进一步融合,比较医学和转化医学的发展和崛起,实验动物科学对于生命基本规律和机理的阐明,对于人类疾病的发病机理、治疗、药物研发所起的作用越来越不可或缺。正如 100 多年来,诺贝尔生理学或医学奖研究成果有 67.5% 是使用实验动物或动物获得的一样,我国实验动物科学的发展必将促进这类顶尖成果的诞生。所以,发展实验动物科学既是实验动物科技工作者的责任与义务,也是政府的责任与义务。

第十一节 机械工程(机械制造)

一、机械工程学科的定义和范围

机械工程学科是研究机械系统和产品的性能、设计及制造的理论、方法和技术的科学,它包括机械学和制造科学两大领域。

机械学是研究机械结构和系统性能及其设计理论与方法的科学,它包括制造过程及机械系统所涉及的机构学、传动学、动力学、强度学、摩擦学、设计学、仿生机械学、微纳机械学及界面机械学等。

制造科学是研究制造过程及其系统的科学。它涵盖产品设计、成形制造(铸造成形、塑性成形、连接成形、模具制造、表面工程等)、加工制造(超精密加工、高效加工、非传统加工、复杂曲面加工、测量及仪器、装备设计及制造、表面功能结构制造、微纳制造、仿生和生物制造)和制造系统运作管理等科学。

二、机械工程学科发展现状及重要进展分析

推动我国制造业自主发展的主要驱动力是先进制造技术,机械工程科学研究是先进制造技术的不竭源泉。航天和国防先进装备几乎完全立足于自主创新技术。在航空、车辆、家电、微电子、轻工业、石化、工程机械等制造业,自主创新的技术和自主品牌也越来越多。

在国家自然科学基金等的支持下,机械工程学科领域,近年来取得了一系列突出进展和原创性成果,为我国经济建设和机械工程提供了大批新理论、新技术和新方法,在国内

外产生了重要影响,有的领域已在国际学术界占有一席之地。

(一) 摩擦学领域

清华大学在纳米摩擦学及其技术研究取得了重要进展。在计算机硬盘基片表面超精化学机械抛光(CMP)研究中,提出了超精表面纳米粒子的行为机制,发现了化学与机械作用均衡规律,探索出硬盘基片超精表面新型 CMP 技术及先进的抛光工艺,使抛光后表面波纹度和粗糙度均低于 0.1nm。西南交通大学结合高速铁路中的轮轨关系问题进行研究,首次在试验中发现了轮轨波磨现象,从理论和试验上深入分析了轮轨波磨的形成机制。中国科学院兰州化学物理研究所将纳米固体润滑技术用于我国航空航天工程,发挥了重要作用。摩擦学成为我国机械工程学科在国际学术界最具影响的学科之一。

(二) 机器人机构学领域

燕山大学、上海交通大学等以螺旋理论、李群和李代数、集合论等为数学工具,提出少自由度并联机构综合的普适性方法和通用的自由度计算公式,主螺旋解析识别模型理论。天津大学、清华大学等提出基于线性空间理论的少自由度并联机构雅可比矩阵普适性建模方法,开发出 5 轴联动大型龙门混联机床、高速包装机器人等多种工程化装备。

(三) 机械动力学领域

东北大学提出了概率—等厚筛分理论、振动同步和控制同步理论,设计研制了数十种工程振动机械。南京航空航天大学提出了含时滞控制系统动力学、含弹性约束的振动控制系统分叉机理和控制方法、含迟滞阻尼振动控制系统的建模和控制方法,在国际上被评价为“耳目一新的系统方法”。西南交通大学发展了机车车辆—轨道系统耦合动力学模型——翟·孙模型,研制了自主知识产权的机车车辆—轨道耦合动力学仿真系统和安全性现场测试评估体系。

(四) 机械传动学科领域

南京航空航天大学在新型超声电机运动机理、机电耦合模型、驱动与控制技术等方面提出了系统的理论和设计方法,发明了几十种独具特色的新型行波、驻波超声电机以及驱动器。该研究中心被国际上评价为是“世界最具实力的研究机构之一”。华中科技大学在高速超精密运动控制研究中,率先发现并阐明了气浮轴承气旋现象产生的机理,在国际学术界产生了重要影响。重庆大学发明了具有多曲面与直线圆弧凹槽有机组合的水润滑橡胶合金轴承,这种轴承节省了大量贵金属,在国内外船舶等传动系统中得到广泛应用。

(五) 仿生机械和生物制造领域

吉林大学的仿生柔性动态减阻、仿生电渗脱附理论研究取得了重要进展,发明了一系列地面机械脱附减阻仿生技术,并成功地应用于农业机械和国防工程。西安交通大学在人工骨仿生制造研究中建立了骨组织的模型,提出了骨缺损的复合结构修复方法,采用快速成形法制造了人工骨的结构框架,并在动物骨缺损修补中获得成功。

(六) 先进电子制造领域

中南大学提出了“极端制造”的理念。上海交通大学、清华大学等围绕硬盘驱动器和芯片制造中的关键科学问题开展了系统研究,提出了纳米量级划痕深度和长度可控的单颗磨粒磨削方法,建立了硅片自旋转磨削的砂轮临界切深模型;揭示了高加速度运动系统的宽频多模态复合运动特征,提出了高加速度、高精度、高可靠性精密驱动平台的设计理论与控制方法;阐明了超声键合界面原子快速扩散机理,发现了键合界面的“黏滑”运动特性,提出了变参数加载工艺。

(七) 数字制造领域

华中科技大学提出了基于可视锥的几何推理新方法、复杂曲面轮廓误差的统一判别等理论理论,开发出复杂产品数字建模和可制造性分析软件系统,建立了集成快速测量、数字建模及面向制造设计于一体的系统平台,应用于缸盖类、叶片类等复杂曲面零件快速产品开发。武汉理工大学提出了数字制造建模理论,建立了数字制造环境下虚拟数控加工系统设备远程操作、监控与诊断平台。上海交通大学将距离函数和伪距离函数理论应用于力旋量和运动旋量空间的定性定量几何推理,建立了夹具和夹持机构的封闭性、稳定性的定性定量分析和评价指标体系。

(八) 机械测量学科领域

天津大学发明了空间尺寸测量的现场校准方法和装置,解决了现代制造中急需解决的现场校准及其装置问题。清华大学发明了频差大于 40MHz 双折射双频激光器和测量位移的“激光器纳米测尺”。哈尔滨工业大学发明了高性能系列直线及回转运动基准装置;发明了多种共焦扫描测量装置和显微镜,使水平、垂直分辨力达到了亚纳米量级;为我国研制出第一台圆柱度和微小深孔测量仪标准装置,使我国具备了在该领域进行量值传递和溯源的能力。重庆大学提出了“智能虚拟控件”概念和原理,建立了信号变换的统一模型,研制成功了上千种独具特色的虚拟仪器开发系统。重庆工学院提出了精密位移测量“时空转换”思想,发明了时栅位移传感器及其测试系统,仅用圆周单刻线就实现了任意圆周分度精密测量。

(九) 加工制造学科领域

大连理工大学提出了硬脆材料复杂曲面天线罩精密制造技术与装备。针对天线罩电性能的特殊要求,提出了面向天线罩电性能补偿的精密修磨理论,建立了天线罩综合电性能误差与几何参数补偿量关系的理论模型,发明了数字化修磨装备,解决了国防工程中的一重大科技难题。湖南大学在高速精密磨削加工研究领域,提出“四点恒线速法”,使非圆轮廓表面磨削力相差十几倍造成的磨削缺陷得以改善,表面质量明显提高。华中科技大学提出了磨削表面烧伤的形成机理、理论模型、参数优化及控制策略,解决了磨削烧伤的难题。

(十) 超精密加工领域

哈尔滨工业大学在微纳米切削过程的加工机理、刀具磨损破损机制、脆性材料超精密切削去除机制等方面进行了深入研究,成功开发多台超精密切削加工专用设备,并已用于激光核聚变关键零件 KDP 晶体的超精密加工。国防科技大学在国内率先突破了离子束和磁流变光学抛光技术,建立了磁流体和离子束等可控柔体介质抛光的基础理论,形成了一整套光学镜面全波段误差控制的工艺路线和设备,可稳定实现平面、球面和非球面镜面形精度(RMS)纳米量级的加工。

(十一) 设计学领域

浙江大学针对基于智能计算的产品概念设计与虚拟样机技术进行了系统深入的研究,提出并实现了产品配置、产品变型、产品进化和产品递归这 4 项大批量定制关键设计技术;实现了产品设计概念的创新生成与设计性能的虚拟仿真验证;研发了计算机辅助产品创新设计技术与系统,并与国外著名 CAD 系统的数据接口对接。河北工业大学创造性地发展了 TRIZ 理论,提出了多冲突的定性和定量分析方法与领域解转化技术,归纳了产品创新模糊前端中创新设想 4 种产生模式。

(十二) 成形制造领域

湖南大学在汽车覆盖件模具成型理论和技术领域,建立了相对完整的接触碰撞过程仿真实论和方法体系,解决了汽车碰撞安全性和车身冲压工艺分析计算中的共性技术问题。上海交通大学在车身冲压成形研究中,提出了基于变压边力控制技术,实现成形过程中金属流动的精确控制,建立了高强度钢汽车板精益成形技术体系。西北工业大学在轻合金成形中揭示了大型铝型材挤压速度对挤压过程及其温度场变化的影响规律,解决了大型铝型材挤压中温度速度效应及协调控制等重大难题。哈尔滨工业大学在内高压成形研究中,建立了壁厚分界圆和塑性起皱临界应力理论模型、揭示了成型的缺陷形成机制和壁厚分布规律、发明了“有益皱纹”预制坯和降低成形压力方法等核心技术和装备。武汉理工大学应用体积成形理论,发明了滚碾及摆碾设备,成功应用于轴承套的冷压精密成形,大大提高了成形件的强度及制造效率。西安交通大学、清华大学、华中科技大学等分别对光固化(SL)、LOM、FDM、SLS 方法进行了机理研究,形成了我国的自主技术,提升了企业的产品开发能力。

(十三) 高能束加工领域

中科院力学所发明了特殊声光开关调制技术,在世界上首次实现将 YAG 激光毛化技术用于规模生产。湖南大学发明了一种切割焊接用折叠式准封离型高光束质量千瓦级 CO₂ 激光器。江苏大学研制了重复频率千兆瓦钕玻璃激光器和激光冲击成形系统,实现了难成形金属薄板的激光冲击小曲率半模成形;华中科技大学发明了一种新型实用的金刚石圆锯片激光焊接系统。

(十四) 微纳制造领域

西北工业大学提出了支持任意流程的 MEMS 集成设计工具。北京大学开发出三套标准工艺流程,建立了高水平的硅基 MEMS 加工平台。中科院上海微系统所等发明了多层硅微机械结构一次成型技术、玻璃上硅基光波导制造技术和圆片级封装新方法,形成了基于单硅片结构的双面体微机械压阻传感器制造工艺。大连理工大学研制塑料微流控芯片自动化制造装备,掌握了微结构热压成形金属模具、微流控芯片批量制作的关键技术。西安交通大学提出了常温软压印下“保压—释放—固化”的纳米压印工艺,发现了阻蚀胶与模具液—固界面、固—固界面特性对模腔填充质量及其脱模效果的影响规律,实现了 50nm 线宽的纳米压印,具有良好的复型保真度。中科院物理成功研制出具有对称式机械结构的双探针扫描隧道显微镜 (STM) 探头。中北大学研制了基于拉曼光谱的圆片级微结构应力测试平台,完成了静态应力和动态应力的测试。

三、机械工程学科的国内外比较分析

在机械工程科学方面,虽然已经取得了瞩目的创新及进展,必须清醒地认识到,我国机械工程科学总体上还处于落后状态。主要体现在:中国机械工程的理论、方法和技术对中国制造业的自主创新和发展的贡献不显著;中国学者提出的机械领域的新概念、新理论不多;有重要国际影响的机械工程理论、方法和技术不多;国际机械领域学术界有较大影响的中国学者鲜少。总体上中国机械工程学术领域在国际上的地位滞后于中国制造业在国际制造界的地位。

四、机械工程科学发展总趋势

未来机械工程学科的发展将主要受到两方面的制约和推动,一个是制造业的创新发展,另一个是学科的演变进步。

鉴于未来制造业发展的总趋势是全球化、信息化、绿色化、知识化和极端化(五化)。机械工程科学的基本任务,就是为制造业的“五化”提供所需求的机械系统新理论、新方法和先进制造技术。

随着世界的进步、国家的需求和学科的发展,机械工程科学的发展出现了以下显著特点和趋势:①高技术领域如光电子、微纳技术、航空航天、生物医学、重大工程技术的发展,要求机械与制造科学向这些领域提供更多更好的新理论、新方法和新技术,因而出现了微纳制造、仿生及生物制造、微电子制造等制造科学新领域;②随着机械与制造科学与信息科学、生命科学、材料科学、管理科学、纳米科学技术的交叉,除了推动着机构学、摩擦学、动力学、结构强度学、传动学和设计学的发展外,还产生和发展了仿生机械学、纳米摩擦学、制造信息学、制造管理学等新的交叉科学。

由于我国未来将大力推进拥有自主知识产权的先进仪器及装备技术,因此,基于自主创新的高技术仪器及装备的设计制造的基础研究将得到更充分地重视和更快地发展;此外,由于 21 世纪我国资源和环境面临空前的严峻挑战,要求机械与制造科学比以往任何时候更重视环境的保护、产品的安全性和绿色度、材料和能源的节省、机电装备的再制造

以及新能源制造领域的基础研究。

(一) 机械学发展展望

机构学是机械工程学科中最有代表性的学科之一。机构学研究一方面应注重具有创新性和普适性的机构学基础理论研究,以使我国在国际机构学界保持优势地位;另一方面应注重与制造和控制学科交叉,在设计理论和关键技术两个方面同时取得突破,以开发出性能优良且具有工程实用价值的新机构和新装备。工程中存在大量机构,如航空航天器、机器人机构,纺织机械、工程机械、微纳机构、仿生机构,因此机构学将大有用武之地。

摩擦学研究自 20 世纪 90 年代起有了长足发展,其基本经验是与纳米、生物、计算机以及与工程问题的交叉结合,发展了纳米摩擦学、生物摩擦学、分子动力学模拟、表面减阻及亚纳米抛光技术等。今后的发展是向学科面更宽的交叉方向——表面界面机械与制造科学、纳米制造摩擦学和生物摩擦学方向发展。此外,中国摩擦学青年学者应当进一步加强在国际学术界的影响,争取在国际学术界占有更重要的位置。

机械动力学研究中,非线性动力学、复杂机电系统动力学分析和故障监测等领域已经有了很大的进展和成果,但复杂系统和多场耦合的非线性动力学分析建模和故障预示依然是个国际性难题,大型复杂机电系统动力学设计仿真、微纳系统动力学分析及设计是我国学术界面临的重要前沿课题。

机械设计学:目前我国制造业中高端技术装备自主知识产权的产品少,现有机械设计理论、方法和技术落后是其重要原因,亟须重点推动我国装备设计技术的发展。要重点推动复杂机电系统的概念设计、复杂系统总体设计、设计支撑系统(设计数据、知识、智能和信息平台)、基于网络的系统性能仿真虚拟设计等领域的理论、方法和技术的发展。

(二) 制造科技发展展望

制造技术的发展总趋势是基于资源节约和环境保护基础上的数字网络化、智能集成化、高效精确化(指尺寸的精密和形状的精确度)及极端制造化技术。采用德菲尔调查方法,经研究分析,未来 20 年我国将要重点发展的制造科技主要有以下 8 个领域。

空天装备制造科技:未来飞机将进一步向大型、快速、轻型、舒适性、安全性方向发展;用于国防的各种飞行器,将向超快、精确、轻微及智能监控方向发展。高速、精确、智能化微型飞行器技术;微小制导技术;超低温、超真空、无重力极端条件下的装备设计与制造科学技术、智能作业机器人、超大型射电望远镜的设计与制造技术等将得到大的发展。

信息制造科技:未来 20 年内,量子、纳米或商业基因计算机将问世。网络光通信技术,卫星通信技术,基于网络的虚拟制造技术,非硅、量子、纳米、基因计算机芯片及其后封装科学技术将有大的发展。产品信息化和数字化。将传感技术、计算机技术、软件技术“嵌入”制造业的产品,实现产品的数字化和智能化。产品设计制造过程的数字化、虚拟化、网络化与智能化。

微纳米制造科技:从纳米尺度器件发展到纳米尺度产品的批量纳米制造是今后 20 年制造领域的最大变化。纳米机械学、纳米尺度和精度器件的设计、制造、测量及装配科学技术;具有批量生产工艺的“自下而上”的生长型、“自上而下”的去除型以及前两者相结合

的混合型制造技术将得到很大发展。

新能源装备制造技术:由于一次能源将逐步枯竭,核能、深海能源、再生能源及清洁能源的研发和使用将大大促进该领域制造技术的发展。核能工艺及装备、深海探测及采掘工艺及装备、新能源和再生能源的装备制造、基于新能源的经济型汽车发动机及车辆设计与制造技术研究将得到更大重视和关注。

绿色制造科技:指无污染无废弃物制造技术、绿色设计与制造技术、废旧机电产品的再制造技术,还包括所有节能节材装备制造技术。

仿生制造科技:由于生物制造技术得到充分发展,仿生人或动物器官开始用于临床;仿生机械、机器人更普遍地进入人们的生活。仿人器官制造技术,仿生机电系统,如仿飞禽类飞机、仿动物机器人、智能机器人制造技术将有大的发展,与此相关的仿生机械学及仿生制造科学的深入研究是此项领域得以突破的关键。

光子制造科技:研究表明,未来以激光为基础的光子学将超越电子学。激光由于所具有的准确性、高能量密度和可传输变换等其他任何能源无法比拟的突出优点,被誉为“未来制造系统的共同加工手段”,包括光子加工制造、激光加工、光化学加工、光电加工技术。其中强激光、飞秒皮秒激光加工、微纳尺度光子制造技术及科学是该领域的重点发展方向。

数字装备制造科技:数字化制造装备包括极大、极小尺度、高效率、高精度的智能数字化加工制造装备、各类精密仪器和复杂机械系统。机械制造装备是机械制造工程和产业得以实现的工具和依赖,是我国由制造大国走向制造强国的重要标志。涉及相关工程重要需求和学科交叉的关键装备及仪器设计理论与方法、创新制造工艺技术以及基于网络的智能数字化控制理论是需要重点突破的科技问题。

五、机械工程学发展策略

我国机械工程科学虽然已经取得了长足的进展,但与国际先进水平仍然存在很大差距。我们必须保持清醒的头脑,高瞻远瞩,尽快制定学科的长远发展规划。加强对基础研究中原创性理论方法的支持力度,加强对原创性技术发明的支持力度。在继续保持和发扬摩擦学、机器人机构学等在国际学术界占有一席之地的时候,力争在2020年前后机械与制造学科总体上进入国际先进行列。在机械工程领域学术界,涌现多个在国际上有重大影响的科技成果和著名科学家;在机械与制造相关的国际学术界占有更多席位;有一批国际一流并在国际上有重要影响的国家实验室和工程研究中心;有一大批自主创新的重大的科技成果转化成为生产力,促使我国制造业产生更多的高技术产品和世界名牌企业。

(一) 尽快建立和完善创新人才的培养和激励机制

未来中国制造要从制造大国变成制造强国,需要有国际上强竞争力新产品、成百上千的强大制造业、源源不断的机械和制造的新理论、新方法、新技术。所有这些,不是靠机器,而只有靠人来实现。归根结底,需要有大批国内国际一流的创新科技人才。创新人才,要从源头抓起,要从教育抓起。现有的教育体制和教学方法,如应试制度和注入式教学方法,已经严重制约了中国创新科技人才的培养。这种局面应当改变。

(二) 强化制造业创新能力建设机制

企业是创新的主体,中国制造企业总体上产品创新能力薄弱,根本问题是缺乏强大的自主创新科技队伍。如何使企业重视创新产品和创新人才队伍的建设,企业如何创造吸纳高科技人才的环境和条件,使企业成为创新开发及 R&D 投入的主体,至关重要。国家应当加强产学研结合的产品创新机制,制定鼓励高校毕业生和研究生到企业去的相关政策,制定鼓励高校和科研单位科研成果在企业的转化机制。

(三) 进一步优化国家科技资源配置

国家科技管理方面长期存在而又未能很好解决的问题是国家科技资源未能科学优化配置。近年来,出现同类项目重复性支持、相同或相似的研究多个国家科技渠道、多个项目同时支持、国家科技资源过度集中在某些专家手中的现象。科技统筹协调机制不健全,造成国家科技资源浪费大、效率低,科技经费使用效率不高,重大创新的科技成果不够多。国家科技领导部门应加强组织协调领导,尽快解决这一难题,以促进我国制造技术及制造业的更好更快的发展。

(四) 强化机械与制造技术创新体系建设

根据机械与制造技术的国际发展趋势,我国的发展现状和产业的需求,加强战略性和前瞻性研究,优化和健全机械与制造技术基础研究与技术开发体系。要根据国家未来发展的战略性需求和国际学科发展的总趋势,加强国家、地方和部门级的机械与制造实验室、工程技术中心的优化设置和合理布局。根据国家需求和学科发展,在目前机械与制造国家重点实验室和工程中心基础上,建议设立超大规模集成电路、空天装备、海洋装备国家研发工程中心;建议设立重大装备、微纳制造国家实验室、仿生机械与生物制造国家重点实验室。

(五) 加强机械与制造的创新源头——基础研究

源头创新成果主要来源于基础研究。多年来,制造领域源头创新的重大成果不多。“先进制造”是非常重要的领域,但国家“973”计划并未将其列入一个相对独立的领域,制约了具有源头创新作用的制造基础研究的更好更快大发展。

国家自然科学基金委经过 22 年的建设,已经形成和完善了科学民主、平等竞争、激励创新的运行机制,在评审和管理国家各类基础研究和高水平人才培养方面积累了丰富的经验,取得了辉煌的成就,在国内外享有很好的声誉。建议国家进一步加大对国家自然科学基金委的投入力度。为了国家基础研究资源更加有效地使用,建议将“973”计划纳入到国家自然科学基金委的管理中。

(六) 加强国家战略性装备的制造能力的研发力度

建议对国家发展有长远战略影响的高新制造科技继续加大投入力度。例如加大对超级计算机、超大规模集成电路、大型飞机、高档数字装备、高级轿车、精密科学仪器中的自

主研发的经费投入。我国对空间科技的投入和产出成果均很明显,但对海洋资源的开采和利用缺乏足够的重视,建议加大此领域的科技投入。

第十二节 农业工程

一、农业工程学科发展概况

我国正处于工业化、信息化、城镇化、国际化、市场化深入发展阶段,处于全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化建设的历史时期。农产品供求格局、农业生产形式、农业发展的外部关联度均发生深刻变化。农业工程科技创新、学科变革和拓展也面临前所未有的机遇和挑战,面临更大的创新需求推动。农业结构调整和农村“土地流转”政策引发了对农业装备和设施的多元化新需求,农村劳动力加快转移促进了农业装备和设施的加快发展,国家宏观战略导向对农业装备和设施提出了更高要求,国际竞争形势要求我国农业装备和设施必须实现又好又快发展。因此,加快促进农业工程学科发展,不仅可为现代农业和新农村建设提供先进适用的技术、装备和设施,满足多功能、多层次、多方位、高效益现代农业建设的迫切需要,而且有利于提高企业创新能力和核心竞争力,是国家建设现代农业、强化农业基础、拓展农业功能以及振兴装备制造业的迫切需要,具有突出重要性和紧迫性。

2007—2008年,我国农业工程学科,特别是农业机械化工程、农业水土工程、农业生物环境工程、农村能源工程、农业电气化与自动化工程、农产品加工工程和土地利用工程等7个特色明显、优势突出、应用前景广阔的学科分支领域,在科研项目数量、规模、经费、成果水平等方面不断提高,取得了一批有创新性和良好应用前景的新进展。

在农业机械化工程领域,针对我国北方旱区抗旱增收、防止土壤退化、保护生态环境的重大需求,机械化保护性耕作技术取得重要进展,解决了华北一年两熟高产地区玉米产量高、秸秆粗、覆盖量大、玉米收获后立即免耕播种小麦的难题,2007年全国机械化保护性耕作面积增加到3000万亩(1亩=666.66m²),2008年达到4000万亩;围绕超级稻的特点和重要生产环节,创新研究成功了超级稻育秧播种、规格秧苗培育、机械栽插、联合收获以及田间管理等机械化作业技术与装备;适用多范围行距的玉米联合收获装备关键技术的突破,促进了玉米收获的机械化作业;以提高小麦联合收获机高效率、高清洁度、高舒适性为目标,重点研究新型脱粒装置、清选分离装置和智能监控系统,实现了小麦联合收获机的技术升级换代;大功率拖拉机配套复式作业机具研制,实现了耕、整、种等环节的联合作业;精密施药技术、防飘喷雾技术及其配套的新型施药机械,显著提高了农药使用效率,有效控制农药流失对生态环境的直接污染;鳞茎类作物的播种、收获技术研究及设备开发和马铃薯、花生收获复式作业技术装备研制,填补了国内空白,并在生产中试验示范;棉花、甘蔗等经济作物关键机械化技术的研究已经起步,秸秆综合利用、饲料青贮、粮食产后烘干等农业装备的示范推广范围正逐步扩大;草地深松、断根亚表层耕作技术和补播技术及装备,为草原生态恢复提供了有效手段;开展了果实采摘机器人的研究,在苗叶、果实

的计算机图像处理、研究等方面取得重大进展,开发成功了拥有自主知识产权的采摘机械手等农业机器人,显著缩短了与国外发达国家的差距。

在农业水土工程领域,作物高効用水生理调控与非充分灌溉技术、区域特色经济作物水分品质响应关系与节水优质高効灌溉模式研究逐步深入;灌溉水文学的时空尺度转换过程已成为农业水土工程学科新的研究热点;对波涌灌溉技术、水平畦田灌溉技术和地下滴灌技术等节水灌溉技术进行了系统深入的研究,提出了精细地面灌溉技术体系以及激光控制平地技术与常规机械平地技术相结合的组合平地技术的新概念和新模式,并进行了应用实践;对潜水泵理论和关键技术进行了深入研究,提出和创建了潜水离心泵无过载理论和多种新的设计方法,解决了诸多关键问题,开发出了四大类 400 余种规格的潜水泵系列产品,大泵的生产能力和使用规模已进入世界前列;基于水分生理和水量平衡的生态需水分析研究逐步深入,在水资源可持续利用方面取得诸多进展;在海冰水、劣质水(污水)、再生水、微咸水等非常规水资源灌溉利用及其生态环境效应的研究稳步推进。

在农业生物环境工程领域,作为现代设施农业产业发展的重要支撑,一方面不断加速研究农业生物与环境因子及环境工程间相互作用的规律,并利用工程技术手段为动植物生产创造适宜的环境条件;另一方面深入到动植物生产方式的转变,从生产方式与动植物的生物学特性、生产过程环境需求、设施设备等相互作用关系方面开展研究,大大促进了设施农业生产“农艺”与“设施”的结合,形成了“设施农业工程工艺学”这一新兴交叉学科研究方向;规模化养猪清洁生产技术推广应用取得突破、生猪健康养殖体系的培建和自然养猪法得到推广;智能温室及其环境控制系统等配套设施国产化进程加快,工厂化农业(园艺)关键技术研究示范获得重大进展,如温室环境控制系统、植物生理信息传感器、无线网络智能控制系统、地源热泵在温室中的应用和相变储热材料在日光温室中的应用、都市观光型设施园艺栽培模式创新与配套装备、植物无糖组织培养环境控制综合配套体系、可控环境无公害蔬菜全季节优质高効生产技术及自动输送式蔬菜清洗机等。

在农村能源工程领域,“十一五”国家科技支撑计划“农林生物质工程”、“新型高効规模化沼气工程”等重大项目以及国家高技术研究发展计划(“863”计划)“MW 级并网光伏电站系统”、“太阳能热发电技术及系统示范”、“薄膜太阳能电池成套关键技术”、“秸秆收集固化成型关键技术及装备”等重要项目的实施,有力地促进了农村能源工程的科技进步。利用生物复合菌剂堆沤秸秆生产沼气技术取得突破,在全国 11 个省市的 100 多个县试点;重点传播和普及农村沼气建设的《沼气用户手册》科普连环画册获国家科技进步二等奖;秸秆固体成型燃料技术开始产业化示范,已建设秸秆固化成型基地 54 处,秸秆气化集中供气站 737 处;秸秆直接燃烧发电迈出了重要步伐;通过对麻风树、光皮树、黄连木、油菜子等能源植物进行大量研究,建立了原料种植、品种选育、油料加工、生物柴油转化及综合利用的技术推广体系;纤维素制取燃料乙醇的技术研究开发取得新进展,已在黑龙江、安徽、山东等建立了千吨级纤维素乙醇中间试验装置;太阳能热水器产品质量与技术水平得到大幅度提升,研发出一批具有自主知识产权的新技术,真空管热水器在我国得到广泛应用,年产量超过 1600 万 m^3 ,占世界真空管热水器市场的 90% 以上。

在农业电气化与自动化工程领域,实现了集电气技术、自动化技术、电子信息与数字技术、计算机技术、通信技术、生物和生命科学技术于一体的创新发展,重点研究领域涉及

作物生长环境与生物信息在线检测技术、农田变量作业关键技术、农村电网经济与经济运行、农村电能质量监控与节电技术、农村新能源发电技术、传感器与自动检测理论、农业生产过程自动检测与控制技术、智能化农业信息系统集成技术、农业空间信息处理与虚拟现实技术、农业网络与通信技术,以及农村电力系统和农业电气自动化技术等;农村电网高可靠性供电及供用电节电技术研究课题,对农村电网可靠性计算模式、实用化可靠性计算方法、农村电网开关优化配置研究,研究成果应用于华北农网生产中;农村户用风、水、光伏发电关键技术课题,针对高效户用风力发电单元、微型水力发电单元、光伏发电单元以及户用风/水/光伏发电系统建模与仿真、户用风/水/光伏发电系统的智能控制等开展深入研究与示范;精准农业专用机载电脑和GPS导航定位系统、联合收割机粮食产量分布信息获取系统、大型平移式喷灌机变量控制系统、基于杂草自动识别技术的智能化喷药机械、自动变量施肥播种机、激光控制平地技术等精准农业关键技术,取得了多项创新成果;农田环境监测无线传感器网络技术研究、智能式非充分灌溉预报器、温室生产智能控制与管理技术研究及应用、现代农村信息化技术研究及示范、集约化水产养殖数字化系统集成研究与应用、农业病虫害网络化远程诊断技术研究及示范等一批国家重点课题均取得重要进展。

在农产品加工工程领域,依据农产品特性,以提高产品品质、最大限度地保持或提高产品营养价值、改善外部感官特性、提高产品耐贮性、降低成本和能耗为目标,在农产品加工安全与控制,农副产品贮藏、生物酶保鲜及植物生长调节剂的理论、技术与应用等方面的研究取得新进展;采用膜分离、超临界萃取、真空冷冻干燥等技术进行功能性食品开发和利用图像及显微图像处理技术、近红外检测技术、食品流变学、人工嗅觉、光电技术、计算机技术等对农产品的外观及内在品质进行快速无损检测成为研究热点;防褐变技术、二次沉淀控制技术苹果汁加工关键技术和护色保鲜、汁液流失控制及包装等冷却肉加工关键技术取得新的研究成果。建设了一批科技创新基地和产业化示范生产线,技术创新支撑体系不断完善。

在土地利用工程领域,瞄准国际土地科学前沿,在相关理论、技术和方法等方面开展了一系列创新性和集成性研究,取得重要进展。对我国土地整理模式进行了划分和分类,构建了耕地整理潜力评价的二级指标体系,提出了土地整理潜力实现的途径和措施,建立了我国可持续土地整理的判别标准和耕地质量评价指标体系,为区域耕地整理规划、耕地整理重点项目确定和耕地整理的实施提供了科学依据;研究了不同土地整理模式对生态环境的影响并提出了对策与措施,提出了基于物元特性的土地复垦规划方案设计方法;针对全国土地利用规划修编,开展了节约与集约利用土地专题研究,系统分析总结了土地节约集约利用指标体系与标准,开展了存量建设用地释放、统筹增量与存量建设用地、新增建设用地占用耕地和土地节约集约体制创新等研究;将农田景观生态工程作为土地整理的重要内容,进一步探讨了各种农田景观生态工程的关键指标控制标准;节地技术研究开始起步,有关节地控制与土地集约利用技术处于初步研究阶段,将是未来研究的重点。

二、农业工程学科发展成就和标志性成果

完成了中国工程院专项咨询研究项目“农业机械化发展战略研究”,出版了300多万

字的研究著作,提出了未来 15 年我国农业机械化发展的战略目标、战略重点和战略措施。农业工程学科在教育部第三轮国家重点学科评审中获批一级学科国家重点学科 1 个,二级学科国家重点学科 5 个,二级学科国家重点学科培育点 2 个。国家重点学科(含培育点)的主要研究方向瞄准农业工程学科的国际发展前沿,面向新的农业科技革命,服务于我国农业现代化,形成了各自的特色。国家“211 工程”二期对 6 所高校的农业工程学科进行了建设。

在科学研究上取得重大进展和一批标志性成果,获国家技术发明二等奖 3 项、国家科技进步二等奖 6 项,具体是:浙江理工大学赵匀教授主持完成的成果“高效插秧机的机构创新、机理研究和产品研制”获 2007 年度国家技术发明二等奖,浙江大学应义斌教授主持完成的成果“基于计算机视觉的水果品质智能化实时检测分级技术与装备”获 2008 年度国家技术发明二等奖,江苏大学赵杰文教授主持完成的成果“食品、农产品品质无损检测新技术和融合技术的开发”获 2008 年度国家技术发明二等奖,北京农业信息技术研究中心赵春江研究员和中国农业大学汪懋华院士主持完成的成果“精准农业关键技术研究 with 示范”获 2007 年度国家科学技术进步二等奖,江苏大学袁寿其教授主持完成的成果“潜水泵理论与关键技术研究及推广应用”获 2007 年度国家科学技术进步二等奖,山东省农业科学院万书波研究员主持完成的成果“花生高产高效栽培技术体系建立与应用”获 2008 年度国家科学技术进步二等奖,沈阳农业大学李天来教授主持完成的成果“工厂化农业(园艺)关键技术研究 with 示范”获 2007 年度国家科学技术进步二等奖,新疆农垦科学院农机研究所陈学庚研究员主持完成的成果“棉花精量铺膜播种机具的研究与推广”获 2008 年度国家科学技术进步二等奖,由农业部科技教育司和中国农业出版社主持创作的《沼气用户手册》科普连环画册获 2007 年度国家科学技术进步二等奖。2007—2008 年度,我国农业工程学科新增科研项目 1521 项,特别是承担了 17 项国际合作项目,306 项国家级项目;新增科研经费 75873.9 万元,其中国际合作项目和国家级项目经费占 52%。表明农业工程学科在国家科技创新中发挥着越来越重要的作用;发表学术论文 8001 篇,被 SCI 收录 438 篇,EI 收录 941 篇,ISPT 收录 277 篇。

农业工程学科队伍建设取得显著成绩,整体实力显著增强。中国工程院院士、中国农业大学汪懋华教授 2007 年当选国际欧亚科学院院士;吉林大学任露泉教授 2007 年当选中国科学院院士;中国农业大学高焕文教授 2008 年获光华工程科技奖;农业部规划设计研究院院长朱明研究员 2008 年获中华农业英才奖;浙江大学应义斌教授和江苏大学袁寿其教授获国家杰出青年科学基金资助;中国农业大学康绍忠教授领导的团队被遴选为教育部“长江学者奖励计划”创新团队;中国农业大学韩鲁佳教授被遴选为教育部“长江学者奖励计划”特聘教授;浙江大学应义斌教授被评为国家教学名师;农业工程学科一批中青年骨干教师获教育部新世纪优秀人才、新世纪百千万人才工程国家级人选等称号。

2007—2008 年农业工程学科有 295 名博士研究生毕业并获学位,其中留学生 1 名;招收博士研究生 439 名,其中留学生 6 名;出站博士后 45 名,进站博士后 92 名;获全国优秀博士论文奖论文 2 篇,全国优秀博士论文提名奖论文 1 篇。有 4 所大学的农业工程学科被列入国家“985 工程”二期建设。2007—2008 年农业工程学科的科研和教学基地建设取得丰硕成果,依托中国农业机械化科学研究院建立了“土壤植物机器系统技术”国家重

点实验室;依托北京农业信息技术研究中心建立了“小汤山国家精准农业科普教育基地”;依托河北农业大学建立了“国家北方山区农业工程技术研究中心”;许多高校和研究单位建立了一批教育部重点实验室,包括省部共建教育部重点实验室,并建立了若干个农业部重点(开放)实验室、工程研究中心,以及中央与地方共建特色实验室。农业工程学科知识创新和技术创新平台的建立必将明显改善其科研和教学条件。

积极开展国际学术交流与合作。主办国际学术会议 10 次,主持国际会议 1 次。“中国农业工程学会 2007 学术年会”于 2007 年 8 月在大庆召开,大会以“农业工程科技创新与社会主义新农村建设”为主题,围绕农业工程科技发展战略与提高自主创新能力、农业机械化与现代农业装备等专题,进行学术交流与专题研讨。“第八届全国高等院校农业工程相关学科建设与教学改革学术研讨会”于 2008 年 5 月在保定举行,重点研讨了建设现代农业与新时期农业工程学科发展战略和农业工程学科创新型人才培养。这些学术交流活动有力地促进了农业工程学科的学术交流。由于农业工程学科专家学者所取得的业绩在国际上的影响,多名学者在有关国际学术组织中和国际学术刊物编委会中任职,在国际学术舞台上发挥着积极作用;我国农业工程学科的专家学者 100 人次出国参加了 30 余个国际学术会议,出国讲学和学术交流 184 人次;我国农业工程学科有关单位与国外大学和科研机构签订国际合作协议 22 个,聘请外国长期专家和短期专家来讲学 139 人次。

2007—2008 年度农业工程学科专家学者出版著作 50 部,教材 144 部,手册 2 套。中国农业工程学会主办的《农业工程学报》在刊登质量、成果影响、期刊显示度上又有较大幅度提高,2007 年影响因子提高至 1.045;中国农业机械学会主办的《农业机械学报》2008 年被美国工程索引(EI)光盘版收录;由吉林大学创办的国际性学术刊物 *Journal of Bionic Engineering* (《仿生工程学报》) 2006 年被 EI 光盘版收录,2007 年被 SCI 系统收录;2008 年由中国农业工程学会和海外华人农业生物与食品工程师协会联合创办了国际性学术刊物 *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* (IJABE,《国际农业与生物工程学报》),取得显著效果。

三、农业工程学科发展趋势与展望

我国农业工程学科在国家知识创新和技术创新体系中的作用尚未得到充分体现和发挥,国家重点实验室和国家工程(技术)研究中心数量与农业工程学科在国家农业现代化建设中的地位和作用明显不符;我国农业工程学科的国家重点学科偏少,国家“211”工程和国家“985”工程建设应对农业工程学科重点安排;农业工程学科在招收留学生方面还显不足,应招收更多的留学生来我国农业工程学科攻读学位,或从事博士后研究;在国际学术交流方面,还缺少制度化的大型国际学术会议在我国举办。

我国目前所处的农业工程化阶段及水平与北美在以农业机械化标志的农业工程化过程中的任何一个阶段都不同,在今后相当长的时间内我国仍需要大力发展农业的工程化,以适应我国农业现代化的建设需要,这是我国国情所决定的。因此,在学科定位与发展方向上不宜将农业工程学科全部转向北美模式,农业工程的传统研究领域仍然将是我国农业工程学科的重点,但是我国的农业工程学科需要在传统学科基础上进行拓展,将生物科学、信息科学与技术更深入地融入农业工程学科之中。

在农业机械化工程领域,我国农业机械化水平已达到 42%,整体上进入了发展中级阶段。未来将重点发展以节本增效、增产增收、节能降耗为核心的资源节约、环境友好型农业机械化技术与装备并加快高效、低耗、自动化和智能化的现代农业机械及相应的农业机械化模式的研究。在农业水土工程领域,将重点开展农田地面水、地下水、土壤水、大气水、作物水作为一个整体的基础理论研究和工程节水、农艺节水、生物节水和管理节水综合配套技术研究,重点突破智能化的灌溉信息采集装置和用于精量地面灌溉控制的设备与装置、智能化农业用水管理技术及设备等。在农业生物环境工程领域,将重点围绕中国特色设施农业生产模式的科学化、标准化、定型化与设施农业产业升级和新的畜禽养殖模式和设施设备、温室环境控制系统、温室新材料与新结构等重大科学问题和关键技术问题开展研究。在农村能源工程领域,重点向生物质能、能源作物的生产领域拓展,将在生物质纤维素转化乙醇、生物质发电、沼气利用工程等方面加快研究和应用。在农产品加工工程领域,将更加重视农产品加工相关学科的基础研究,强化高新技术在农产品加工中的应用研究。在农业电气化及自动化领域,电气化方面将重点关注新能源以及输配电设备高端化;自动化方面将向复杂的系统控制和高级的智能控制发展,并广泛应用到农业的各个领域;信息化方面重点加强精准农业、农村信息化、农业病虫害网络化远程诊断、生鲜农产品质量安全可追溯系统等研究与示范。在土地利用工程学科领域,将进一步向可持续土地利用工程、土地整理、土地复垦、集约节约用地等方面发展,建立起适合我国国情的土地利用工程学科框架体系。综上所述,我国的农业工程学科正继续在综合、交叉与融合的方向上发展,呈现出蓬勃发展的良好势头。农业工程学科与农业各学科的“综合、交叉与融合”,已经并将继续拓展和丰富学科内容,促进学科又好又快发展,不断提高我国农业的工程化水平,为我国实现农业现代化作出更大贡献。

四、促进我国农业工程学科发展的措施与建议

1. 加强凝练学科方向

我国刚刚进入农业机械化中级阶段,发展现代农业、建设社会主义新农村使农业工程学科获得了空前的发展机遇和发展空间,同时也给传统的农业工程学科领域提出了新的要求。因此,在学科发展方向上,农业工程学科要进一步加强与现代农业生物科学技术和农业经济管理科学技术的密切结合和相互渗透,要进一步发挥直接为农业产业服务和作为现代农业重要技术支撑的作用。

2. 加强农业工程学科基础建设

随着农业工程学科的拓展和与其他学科的交叉与融合,机械、电工电子、自动化、信息、生物、管理科学构成了农业工程各二级学科的共同基础。要获得优化的工程系统,必须讲经济成本,并与科学因素、技术因素关联起来一并考虑,进行广义的综合集成或系统集成,才是正确的工程活动。农业工程学科应以科学和技术两者为基础进行建设。

3. 加强农业工程学科高素质人才培养

我国农业工程学科应既打好工程类的通才基础,又具有其他学科所不能替代的专业知识,为我国农业工程事业的发展持续培养优秀的学术和技术人才,以保障我国农业现代

化建设对农业工程人才的迫切需求。

4. 强化产学研合作

要面向经济建设主战场,特别是在我国千亿斤粮食增产工程、全程农业机械化工程、资源节约和环境友好型农业的建设与发展中,产学研紧密结合,更好服务产业。

5. 强化统筹兼顾多种类型农业工程人才的培养

高校、科研单位、农业工程装备企业等不同业务类型的单位对学科人才有不同的要求。所有人才都需要具有创新精神和创新意识。在大学生和研究生的培养中,要强化工程训练,提高创新能力。加快改善农业工程学科的师资队伍结构和进一步优化农业工程学科的课程体系,以便更好地培养农业工程创新型人才。

6. 继续强化我国农业工程学科的国际学术交流与合作

农业工程学科将更加重视国际国内学术交流与合作,加强与国际上著名或知名高校及行业企业的合作。继续重视发挥海外华人农业工程学者的作用。

7. 进一步加强学科条件建设和创新体系建设

国家应支持建设更多的农业工程学科国家重点实验室和国家工程研究(技术)中心,以提升我国农业工程学科的科技创新能力。

8. 做好注册农业工程师制度建立和农业工程科学技术奖励制度建立的预研工作

应研究建立我国注册农业工程师评审体系和审核办法,为我国实施注册农业工程师制度做好预研工作。应研究设立我国农业工程科学技术奖励制度。

第十三节 仪器科学与技术

一、引言

在现代化的国民经济活动中,仪器科学与技术学科涉及人类活动的各个方面,它是高新技术的前沿技术,是信息获取的主要技术手段,是信息技术的关键和基础。仪器科学与技术学科是现代科技的重要学科之一,并与现代科学技术的许多学科有着紧密联系,它的整体发展水平是国家综合国力的重要标志之一。

现代高新技术发展与基础科学实验研究对仪器仪表的先进性依赖程度越来越高,先进的仪器设备既是知识创新和技术创新的前提,也是创新研究的主题内容之一和创新成就的重要体现形式。仪器仪表是工业生产的“倍增器”,科学研究的“先行官”,军事上的“战斗力”,国民活动中的“物化法官”已日益为人们所理解。近两年仪器仪表在我国许多重大工程项目(如探月工程)和社会突发事件(如四川汶川大地震、三聚氰胺毒牛奶事件)中发挥的作用更是有目共睹。特别是在举国提倡科技创新的今天,科技部、国家发展改革委员会、教育部和中国科协于2008年4月28日下发的国科发财[2008]197号文件《关于

加强创新方法工作的若干意见》中,强调了科学仪器作为创新工具的重要性,这为我国仪器仪表的发展创造了良好的环境。

目前,仪器科学与技术学科的主要组成相对稳定,它主要包括以下6个分支学科:工业自动化测控技术及工业自动化仪表与系统;科学测试、分析技术及科学仪器;人体诊疗技术及医疗仪器;信息计测技术及电测仪器(主要是电子测量仪器和电工测量仪器,包括仪表校验装置和计量基准);专用检测技术及各类专用测量仪器;相关传感器、元器件、材料及技术。

二、仪器科学与技术领域科技和产业发展的主要特点及趋势

根据仪器科学与技术学科的内涵和组成,目前仪器科学与技术学科领域科技和产业发展的总体特点是:学科领域面对的产品种类和品种多样化;学科领域产品的稳定性、可靠性和适应性要求很高;技术指标和功能不断提高;最先应用新的科学研究成果,高新技术大量采用;仪器及测控单元微型化、智能化日趋明显,要求仪器及测控单元可独立使用,也可嵌入式使用和联网使用;仪器测控范围向立体化、全球化扩展,测控功能向系统化、网络化发展;便携式、手持式以至个性化仪器大量发展。

学科领域科技发展的总体趋势是利用各学科最新科技成果,特别是结合材料、微电子、光电子、生物化学、信息处理等各学科及大规模集成电路、微纳加工、网络等各种新技术,在研发仪器仪表相关新型传感器、元器件和材料及技术基础上,开发新的微弱信号敏感、传感、检测、融合技术,物质原子、分子级检测技术,复杂组成样品的联用分析技术,生命科学的原位、在体、实时、在线、高灵敏度、高通量、高选择性检测技术,创建各类新型检测仪器仪表;结合系统论、控制论的发展,在开发工业自动化测控的在线分析和控制、原位分析和控制、高可靠性、高性能和高适用性等技术基础上,发展工业自动化仪表和控制系统;结合生命科学、人体科学的发展,在开发医疗诊治的健康状况监测、早期诊治、无损诊断、无创和低创直视诊疗、精确定位治疗技术基础上,发展医疗仪器;同时跟踪新学科领域和各类应用领域的发展,开发各种专用、快速、自动化检测和计量技术及专用仪器仪表。

学科领域产业发展的总趋势是企业非常重视科技进步,尽量在新产品中采用各种高新技术及其形成的新型传感器、新型器件(特别是超大规模集成专用电路)及新材料,并采用计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)以缩短新产品开发周期。国际上仪器科技产品的发展趋势是微型化、数字化、智能化、集成化和网络化进一步向纵深发展,并在产品性能上向高精度、高可靠性、高环境适应性目标前进,在人机界面上更便于人的操作、使用,以及与人类生活、健康有关的各类仪器科技产品有望得到较大的发展并进入家庭,通过家庭、社区、医院联网将使保健、疾病诊治从医院向社区、家庭发展。

下面根据仪器科学与技术学科的组成,分别描述学科一些主要领域近2年科技和产业发展的主要趋势。

(一)工业自动化测控技术及工业自动化仪表和控制系统领域

自动化仪表与企业的信息化。“企业信息化”实际上是企业的信息集成和整合,用自

动化仪表和系统的信息模型“简化”、“规则”和“抽象”信息以便最有效地利用信息。

自动化仪表工程项目全局信息和全生命周期信息的整合,实现自动化仪表系统的全面可互操作。自动化仪表工程项目全局、全生命周期的信息化整合是一个漫长的过程,近2年 IEC 62424 标准的出版、InTools 工具软件功能的扩充以及控制系统与现场仪表层各项可互操作标准的推出是发展中的一个重要标志点。

功能安全,安全是一个非常广泛的主题,在自动化仪表领域近年主要关注功能安全方面。近两年功能安全的重要发展是:大量经过功能安全认证的仪表推向市场。功能安全标准已经出版,功能安全研究的范围还在深入和扩大。

系统维护与仪表诊断。基于企业对安全和质量的要求,系统维护与仪表诊断受到用户、制造商和研究者各方的关注。系统维护与仪表诊断分为4个层次:生产流程的诊断、生产装备的诊断、自动化控制系统的诊断、现场仪表的诊断。

无线通信,工业无线通信技术的快速发展是近两年自动化仪表领域显著的亮点,主要表现在技术方案多样化,参与者迅速增加,成立了专业组织及推出了多种无线演示系统、测量仪表样机。

(二) 科学测试、分析技术及科学仪器领域

分析仪器关键技术及相关仪器:出现如光学捕获(Optical trapping)这类新型光学微操作技术并被广泛应用于各种微观领域的研究。微型色谱仪实现了真正的商品化。NMR的微型化也在这几年取得了重大进展。另外,光频梳光谱法(optical frequency comb spectroscopy)是最近发展起来的另一重要分析仪器关键技术。

精密检测仪器:当今时代已经进入分子、原子分析检测新发展阶段,微纳科技的发展直接推动了精密检测仪器的快速发展。目前以扫描隧道显微镜和原子力显微镜为代表的扫描探针显微镜已经成为微纳米测试技术领域中的关键测试分析仪器并发展迅速。

光子成像技术及仪器:生物医学光子学(Biomedical Photonics)随着激光、电子、光谱、显微及光纤等技术的发展而飞速成长,目前光子成像技术主要包括漫射光层析成像、荧光成像、相干层析成像、光声成像等。这几年出现了不少基于光子成像技术的新型科学仪器。应用这些仪器不但丰富了人们对于光与生物组织体相互作用机理的认识,而且还促进了各种新的生物研究仪器和医学诊断仪器的发明。

(三) 人体诊疗技术及医疗仪器领域

1. 医学影像设备

计算机断层扫描机(CT机):体积CT(VCT)技术的发展使CT机的扫描能力越来越强,扫描速度越来越快。

磁共振成像(MRI)技术主要向两个方向发展:①高场强的超导磁共振;②永磁低场强(集中在0.2T~0.35T)开放式机型。将MRI用于人体内温度场的测量方面新近有了重大进展。

核医学影像设备:向正电子发射断层显像术(PET)和CT结合的方向发展。PET/CT将PET和CT设计安装在同一机架上,PET进行功能影像扫描,CT进行解剖影像扫

描后与 PET 图像同机融合,完成功能图像的定位和衰减校正。

2. 医用电子仪器

小型化、便携、IT 技术的应用以及自动诊断技术的应用等是医用电子仪器技术发展的一个重要趋势。

医用电子技术在神经领域里的应用还衍生出了一门新兴的学科——神经工程学。这一学科的发展方向:①为神经科学研究建立交叉的技术平台;②为临床神经疾病的诊断和治疗提高新的解决方案。脑—机接口是神经工程学研究的关键技术之一,该技术作为一种新的人机界面技术,可实现用意识直接操作计算机。我国在该领域处于国际领先地位。

3. 体外诊断仪器(IVD)

检验医学技术发展首先是基础医学的发展和高新科技技术的应用,免疫检验中的放射免疫 RIA、酶免疫测定 EIA 等新技术的建立与应用不仅丰富了检验的内容,而且也使检测方法的特异性、准确性、可靠性、灵敏度等性能有所提高。

基于检验新方法与新仪器的迅速发展,“全自动实验室”(Total Laboratory Automation, TLA)概念日益为人们所接受。与此相对应地,还出现了各类型 Point of care test (POCT) 试验。

4. 医用激光仪器

近 2 年,医用激光诊疗仪器领域发展较快,反映在新技术、新方法、新光源多个方面。

5. 眼科光学技术与仪器

这一领域研发进展十分迅速,主要集中在屈光检查与矫正、组织学检查、激光治疗等方面。

6. 手术与急救设备

该领域向功能模块化、机械功能电子化、装置的集成化和过程管理信息化的方向发展。麻醉机向麻醉工作站的方向发展;手术室向数字化一体手术室发展;内窥镜向内窥镜系统(由摄像机、光源、显示器、显微手术器械和其他辅助设备,如电刀、数据采集设备组成)方向发展。

7. 放疗仪器设备

实现精确的放射治疗是放疗技术发展的主线,网络化是放疗仪器设备集成化和数字化发展的必然。

8. 生物芯片与仪器

微阵列芯片在技术方面和应用方面近年来取得了长足的进步。芯片实验室的发展正在朝着实用化的方向发展。

9. 医疗外科手术机器人

微创外科理念的出现,大大促进了图像引导外科手术的应用和推广,机器人技术开始进入外科领域,并首先在神经外科获得了临床应用,如今已被扩展到骨科、颅颌面、腹腔、泌尿、眼科、耳鼻喉、心脏等多种外科领域,医用机器人逐渐走向专用化、小型模块化,如今

已完成多重功能、远程手术操作,为外科手术的诊断治疗和辅助操作提供了一类新型工具。小型化、模块化和智能化已成为国际上医疗外科机器人技术发展的重要趋势。

(四)信息计测技术及电测仪器领域

1. 电磁测量技术及电工仪器仪表的发展趋势

电能测量与负荷控制设备:三相电能表计量专用芯片发展迅速,性价比及可靠性不断提高;多功能电能表向扩展用途、高可靠性、高准确度、统一协议和高综合性能方向发展。

电能计量管理与负荷控制系统:低压电力线载波通信成为电能计量管理系统的技术与产品的发展趋势;采用对等网络协议;提升通信速率;降低载波频点;智能跳频功能;智能中继动态组网等。

电磁测量分析仪表:采用专用芯片、多功能、系统化、智能化、低功耗与环境适应性、高精度和高可靠性、过载自动保护、故障自诊、记录与报警等是该领域的主要技术与产品的发展趋势。目前虚拟数字示波器发展迅速。

电网安全监测与电能质量分析系统的发展趋势是:提高实时处理与分析能力、为现场的实时监控提供更快速、更有价值的评估和决策信息;增强快速、准确的数据通信能力,为电能质量的深入分析、事件统计、长期评估和预测提供可靠数据;采用统一标准构建系统,使用标准模块,提高互换性和环境适应性。

制造技术及校验设备和系统:采用现场模拟技术提高产品的环境适应性与可靠性。提高校验装置的自动化水平、可升级性与通用性。

2. 电子计测技术及电子测量仪器的发展趋势

电子计测技术基础理论研究:新的测试理论和方法研究、人工智能理论研究、频率基溯源与标准器获得方法研究、新型测控总线及系统结构研究、测量与仪器标准的研究与制定等都是今后在理论研究方面的重点。

电子计测技术的发展:目前发展较快的技术有先进测控总线技术、数字信号处理新技术、综合测试与故障诊断新技术、光频标和精密时频测试新技术等。

二类重要电子测量仪器:矢量网络分析仪的一个重要发展方向是构建以矢量网络分析仪为核心的自动测量技术和自动测试系统;另外,矢量网络分析仪已走出传统的线性网络的应用领域,而在非线性、大功率网络的测试和分析中发挥着重要作用。调制域分析仪器是当今唯一能直接对通信传输中随时间而变化的晃动进行精确测量的技术,尤其是在军事电子测试领域更有其重要的意义。

电子测量仪器现代生产技术的发展:仪器产品的设计和生产水平是衡量一个国家科技工业基础和工业能力的重要标志,贯穿于整个产品生产的全过程和全寿命周期中。今后在仪器仪表生产技术的研究中要注意解决好产品设计和过程监管模式问题,研究新型的仪用器件,研制高精度和高质量的仪器仪表专用元器件、零部件和整机的质量检验设备,研究虚拟试验验证和工程化验证技术,研究先进的生产工艺和流程,研究稳定性、可靠性、可维护性和可测性新的评估方法,以及产品的标准化认证体制。

电子测量仪器综合测试系统:综合测试应将研究的重点放在综合测试系统的体系优

化研究,测控系统的统一性和整体性技术研究,传感器信息处理和多传感器数据融合技术研究,大区域现场测试的分布式网络互联、触发、同步等技术研究,以及基于合成仪器与系统的可重构测控系统技术研究等多个方面。

(五)相关传感器、元器件、材料及技术领域

1. 相关传感器及技术的发展

基于新原理、新技术的各种新型传感器不断出现。

向高灵敏度、高精度、高可靠性、宽温度范围、微型化、微功耗及无源化、智能化、数字化方向发展。

生物传感器发展迅速。

“量子力学”与现代传感器技术把传感器技术推向更高的发展阶段。

2. 相关元器件及技术的发展趋势

敏感元件及技术的发展:敏感元件与 IC 技术、MEMS 技术、CPU 计算机技术、通信技术的融合与渗透以实现敏感元件的多功能化、集成化、智能化、微型化、无线传感器网络化将是敏感元件与传感器发展的主流方向之一。

弹性元件及技术的发展:仪用弹性元件的设计和 analysis 向专业化、数值化、精确化方向发展。基于 MARC、EJMA、ANSYS 等软件平台基础上的设计专业分析软件,充分的数值模拟仿真和深入的应用基础研究,提高产品的设计水平、模拟分析能力和新品开发能力是仪用弹性元件的发展趋势。

仪用光学元件及技术的发展:光学薄膜的基础理论研究向优化设计方法、细化成膜模拟、强化对产品工艺指导方向发展。为实现光学薄膜的优良光谱特性和环境稳定性,精确膜厚控制系统、离子成膜技术、系统集成技术及自动控制技术的研究必将深入,在基础理论方面,优化设计方法、成膜模拟等基础研究对新产品的 design、设备、工艺等方面的指导作用将更加显著。

三、仪器科学与技术领域科技和产业基本状况和差距

(一)基本状况

目前,我国仪器科学与技术学科从理论研究、计量基准、产品制造技术、新器件、新材料、新工艺的研究和应用等方面已日趋完善,并形成门类品种比较齐全、布局较为合理、具有相当技术基础和生产规模的仪器仪表产业体系,已成为亚洲除日本以外最大的仪器仪表生产国;在发展中国家,是综合实力最强的仪器仪表生产国。从产品的科技水平分析,目前绝大部分国产仪器产品的科技水平处于国际上 20 世纪 90 年代中、后期的水平。中低档产品品种基本齐全,能够批量生产,且质量稳定。例如,电工仪器仪表在国内市场占有率达 95%,并有 13%产品出口。深圳市每年生产数字万用表达 700 万台,出口世界 90 多个国家,中低档数字万用表的产量占世界总产量的 80%。少数中高档产品,已接近国际水平。在国家重点科技攻关项目中,特别在必须自力更生发展的航天、航空领域和国防

安全领域已有所创新和突破,如我国“嫦娥一号”卫星携带的 8 种探测仪器都是由我国科技人员自行设计和研制的,不仅总体上达到了国际同类仪器的水平,而且在不少方面还有我国自己的特点和创新。在工程应用技术方面,已经能够承担一部分国家重大工程仪器仪表系统成套工作。开始摆脱国家重大工程全部被国外公司垄断的局面,国产 DCS 系统进入大型超临界火电机组控制系统和成批进入大型石化工程项目,国产核电站控制系统从常规岛向核岛扩展,我国“嫦娥一号”卫星携带的 8 种探测仪器不仅总体上达到了国际同类仪器的水平,而且在不少方面还有我国自己的特点和创新。但在高技术含量的自动化仪表及系统、科学测试仪器、传感器、元器件等产品的竞争上,国内仪器仪表行业基本上仍处于相当被动的境地。我国对仪器仪表需求量的 1/2 是由进口产品满足的,国外公司的中档产品以及许多关键零部件占有了国内 60% 以上的市场份额,大型和高精度的仪器仪表几乎全部依赖进口。

(二) 与国际水平的差距

我国仪器科学与技术学科领域与国际水平相比还存在差距,具体表现在以下 3 个方面:①我国仪器仪表科技和产业的自主创新势头还没形成主流,跟着国外科技、产品亦步亦趋的状态还没有完全改变;学科基础研究水平差距较大,在产品上,高档、精密仪器仪表产品差距很大,高档仪器仪表 90% 以上被外国产品占据或控制。例如,2008 北京奥运会光是兴奋剂检测就达 4500 例,所需高档、精密分析仪器基本上都是进口。②产业规模小,企业综合实力差,尚不能挑起成为科技创新主力军的担子。我国仪器仪表产业的总产值较低,不仅是绝对量小,在经济总量中的比例也很小。③我国在仪器仪表领域的国家投入不够。

四、仪器科学与技术学科领域科技和产业主要进展

(一) 工业自动化测控技术及工业自动化仪表与系统领域主要进展

该领域主要进展:①国产 DCS 产品进入大型重点工程项目控制系统,成批进入大型石化工程项目,近两年核电站控制系统从常规岛向核岛扩展;②国产 MES 软件的开发和应用取得进展;③国内企业进入全球过程自动化公司 50 强榜。

(二) 科学测试、分析技术及科学仪器领域主要进展

我国“嫦娥一号”卫星携带的 8 种探测仪器(用于月球表面三维影像探测任务的 CCD 相机和激光高度计;用于月表化学元素与物质成分及丰度探测任务的干涉成像光谱仪、 γ 射线谱仪、X 射线谱仪;用于月壤厚度探测任务微波探测仪;用于地月空间环境探测的太阳高能粒子探测器和两台低能离子探测器等),都是由我国科技人员自行设计和研制的,不仅总体上达到了国际同类仪器的水平,而且在不少方面还有我国自己的特点和创新。这 8 种探测仪器的特点和创新点包括:实现首次对月球表面进行全月面三维立体照相,这对月球表面形貌、地质构造、撞击坑等的研究显然会有重大意义;所使用的伽马射线谱仪探测的分辨率和灵敏度比国际上以往月球探测中使用的同类仪器要高,所以有可能探测

到更多的元素,通过 1 年的在轨飞行将可以探测到钾、铀、钍、钙等 14 种元素的含量和分布,用于月球科学研究和月球矿物资源调查,为月球的开发和资源利用奠定基础;实现首次探测全月球表面月壤的厚度,对月球表面风化历史和氦 3 资源展开调查研究等。

自主研发出领先国际的分子束科学仪器——氢原子里德伯态飞渡时间谱—交叉分子束装置。

研制成功国际第一台真空紫外激光角分辨光电子能谱仪具有超高能量分辨率(最高达 0.36 meV)、高动量分辨率、超高光束流强度(达 10^{15} 光子/s)和对体效应敏感等独特的优点。

研究成功性能和综合指标达到国际水平的原位微区结构分析与性质测试联合系统、超高真空低温强磁场双探针扫描隧道显微镜/谱系统及用于托卡马克装置的二维 X 射线阵列测量和远红外激光诊断系统及毛细管电泳电化学发光综合分析仪等。

在国际上最先发展了被称为电喷雾萃取离子化(Extractive Electrospray Ionization, EESI)的常压质谱离子化技术,该技术可大大扩展电喷雾离子化技术的适用范围。

提出了介质阻挡放电离子化技术和单个病毒或者细胞的质谱检测方法,具有原始创新性质和进一步实现仪器化并得到推广应用的可能。

(三) 人体诊疗技术及医疗仪器领域主要进展

医用电子技术在神经领域里的应用我国处于国际领先地位。研制出可作为个人电脑外设的脑控键盘和鼠标,其核心技术是脑—机交互方式的设计,其基于稳态视觉诱发电位的脑—机接口技术已经取得美国专利。

研制完成系列脑外科立体定向手术机器人并完成了国内第一例远程遥控操作手术,该系统在机器人定位、机器人机构、手术规划软件形成具有自主知识产权的核心技术,在视觉标定、ADSL 多路视频网络同步传输、基于预测的增强现实等关键技术方面取得了进展。

我国在生物芯片技术研究开发中取得进步,形成了具有产业规模和国际竞争力的生物芯片技术平台产品。其技术完善、质量稳定的双激光共聚焦扫描仪近年来出口量年均复合增长率超过 100%,在国际市场特别是欧美发达国家市场上占据了一席之地,赢得了良好的声誉。“系统化生物芯片和相关仪器设备的研制及应用”项目获得 2007 年度国家技术发明奖二等奖。芯片实验室的发展正在朝着实用化的方向发展,加快在药物开发、疾病预测预防和个性化治疗、生物安全等方面的推广应用。

(四) 信息计测技术及电测仪器领域主要进展

1. 电磁测量技术及电工仪器仪表主要进展

电磁测量技术及电工仪器仪表主要进展为:①电能表综合技术水平达到国际先进水平;②面向用户的开放式电能计量管理系统开始推广;③低压电力线载波电能计量管理系统走向成熟;④谐波测量技术上有突破,并已推出相关技术产品;⑤谐波计量溯源完成并建立工频谐波基准;⑥电网安全检测设备标准建立。

2. 电子计测技术及电子测量仪器主要进展

电子计测技术及电子测量仪器主要进展为:①微波毫米波矢量网络分析仪器跨入了世界先进行列,在前几年研制成功矢量网络分析仪基础上,将矢量网络分析仪的应用领域从传统的线性网络向非线性、大功率网络的测试和分析发展,掌握了多种以矢量网络分析仪为核心的自动测量技术和自动测试系统构成和应用,使我国矢量网络分析仪的设计、制造和应用水平跨入了世界先进行列。②数字合成技术发展迅速,数字化仪器的研究和生产取得了突破性进展,不断推出了各种新型数字化仪器。③在“神舟”系列飞船的研制中攻克了多项综合测试技术难题:如返回舱焊接的变形矫形、三轴仿真实验转台、容错数管计算机、故障诊断系统等。

(五) 相关传感器、元器件及技术领域主要进展

1. 相关传感器及技术领域主要进展

完成“小型高精度 CMOS 天体敏感器技术”课题,实现了完全自主创新,相关的图像传感器成功应用于我国航天探测中。

研制成功纳米硅/单晶硅异质结的 MAG-MOSFET 压/磁多功能传感器,采用 4 个纳米硅/单晶硅异质结的 MAG-MOSFET 组成惠斯登电桥,利用每个-MOSFET 的沟道的压阻效应和霍尔效应,实现了一体化多功能检测。

研制成功可抗 2000℃ 瞬时超高温冲击的硅隔离耐高温压力传感器,有效解决我国航空航天、石油化工、汽车工业等领域高温环境下压力测量和瞬时高温冲击下传感器失效的技术难题,打破了国外同类产品对我国传感器市场的垄断。

冰层厚度传感器及其检测系统的进展,在电阻式冰层厚度传感器及其检测系统基础上,研制成功集冰层厚度、水位(包括冰下水位)、水温(温度梯度)等数据采集通信为一体的适应北方冬季结冰地区使用的“全天候流域河道冰、水情远程监测系统”,在实际安装应用中取得很好的效果。

研制完成双向 TDD-OFDM 多用户、高速移动中程多媒体无线传感器网络,在上海市得到规模性应用,彻底改变了传统的基于 COFDM 的单向、单用户移动视频传输局面,实现了高分辨率图像、语言、传感器数据等高速移动组网传输。

2. 相关元器件及技术领域主要进展

弹性元件方面的高压组合电器温度补偿器系列产品实现了产业化。该产品技术水平与国际同步,获得国家发明专利一项,实用新型专利一项,广泛用于国家重点输变电工程,替代进口,国内市场占有率达 60%,已制定完成《高压组合电器用温度补偿器》行业标准,正在制定国家标准。获沈阳市科技进步一等奖,为“国家重点新产品”,沈阳市名牌产品。

建成国内最大的气敏元件及传感器产业化基地,基地在产品设计、技术水平、稳定性、实用性方面,总体已达到国际先进水平。目前基地已成为国内领先的气体安全检测、报警控制、系统监控产品供应商,产品大量出口,年销售额达 2 亿元人民币,这对仪表元器件而言是难能可贵的。

第十四节 电子信息

一、引言

与其他学科相比,电子信息学科的特点是:①涵盖面宽、学科边界定义不清;②学科发展变化速度很快;③学科内涵发展变化较快,新技术、新材料、新理论层出不穷;④与生产、生活实践结合紧密,是典型的工程类型学科;第五,具有基础性、渗透性,往往与其他学科交叉、融合。电子信息学科在理论研究与技术推动、应用需求拉动两大因素的交替或共同的促进中,得到不同寻常的飞速发展。

在不断进步和变化中的电子信息学科,很难准确定义其涵盖和分类,很难预测新的边缘学科的产生,也很难预测哪一个原本细小而容易被忽略的分支今后是否会迅速取得长足进步而发展为二级学科,甚至最终发展为一门独立的、具有丰富内涵的新学科。我们因此优先考虑新的、有潜力的学科分支进行论述,它们分别是:新一代信息网络、测试技术、新型显示技术、射频识别、嵌入系统、传感器技术和新一代空管系统专题。其中绝大多数是多种学科和技术的综合。

二、电子信息学科近两年的主要进展

(一)新一代信息网络专题

网络技术和微电子技术、软件技术一起引领了始于 20 世纪 70 年代的信息技术革命,在整个社会跨入信息时代过程中,网络技术起到了巨大的推动作用。短短 30 年,信息技术产业(IT)、信息通信产业(ICT)成了众多发达国家,甚至像中国这样成长迅速的发展中国家的支柱产业,虚拟经济与实体经济一样成为世界经济的重要构成部分,而网络技术在这一发展中也实现了自身的飞跃:互联网时代方兴未艾,新一代网络又呼之欲出。

信息领域竞争决定胜负的因素之一是信息网络体系结构与关键技术的研究水平。现有信息网络的原始设计思想基本上是用一种网络支撑一种主要服务的解耦模式,不适应今天的需要,因而需要研究、开发新一代网络体系结构和关键技术以满足对服务质量和多样化的要求。近年来世界各国都积极开展了新一代信息网络的研究工作,其研究目标可以概括为:安全性、服务质量以及服务模式。

美国从 2005 年开始的“全球网络研究环境”(GENI)、“未来互联网设计”(FIND),欧盟 2007 年的“未来互联网研究和实验”(FIRE),对新一代信息网络体系及关键技术展开相关研究。

在国内,国家“973”、“863”、自然科学基金等项目组也纷纷启动对新一代信息网络体系及关键技术的研究。从 2003 年度的“新一代互联网体系结构理论研究”项目开始,到后来的“一体化可信网络与普适服务体系基础研究”、“无线传感网络的基础理论及关键技术研究”、“可控、可测、可管的 IP 网的基础研究”、“多域协同宽带无线通信基础理论研究”

和“认知无线网络基础理论与关键技术研究”,从不同方面重点研究了与新一代网络相关的理论、体系结构和关键技术。此外,2003年国家发展和改革委员会等部委启动了我国下一代互联网示范工程(CNGI),搭建了目前国际上规模最大的以IPv6为核心的互联网实验平台。

今后一段时间,新一代信息网络体系及关键技术学科的发展趋势与研究方向主要表现在以下两个方面。

基于现有信息网络的演进和完善机制,主要包括:①基于测量和管理的网络行为建模及方法;②可扩展的动态光联网体系结构及关键技术;③超大容量光波网络交换与路由;④超高速光传输理论与方法;⑤复杂电磁环境中的通信理论。

全新信息网络体系及关键技术,主要包括:①支持普适服务的认知互联网络体系及关键技术;②智能服务基础理论和方法;③移动互联网体系及关键技术;④能源效率优先的通信理论与网络体系;⑤移动网络信息论和泛在应用;⑥无线光通信关键技术。

(二)测试技术专题

电子测试技术是以信号分析处理为起点发展起来的、综合性极强的一门技术,是所有系统成功路上不可缺少的一个环节,尤其是复杂巨系统,没有自动和系统化的科学测试则永远无法建成。

测试技术领域有如下5个方面的进展:①新型传感器技术,微小型传感器技术和传感器网络技术发展迅速;②现代测试信号处理技术为信号分析、信号处理、特征提取、模式识别、特征分类等提供了崭新的解决方法和技术手段;③自动测试系统技术取代传统的人工检测维护手段,成为复杂系统与设备可靠运行的必要保证;④新的测试技术如软测量技术、射频识别等成为研究热点;⑤测试系统硬/软件技术迅速发展。

目前在测试领域技术发展中有3个方面值得关注:IEEE Std 1588—2008标准协议的制定与应用,虚拟仪器软件开发工具的发展,网络技术在测控系统中的应用。

测试技术在军事、民用行业等领域的应用近年也有较大进展。如:在电力系统的广泛应用、数字农业方面的系列应用、以ITS技术为核心的交通行业系列应用;军用测试技术在信息化战争背景下的无线化、高精度、高速度发展方向;在航天领域中测试技术与仪器技术的地位越来越重要。

(三)新型显示技术专题

有人说信息化中3个重大技术领域之一是“人机交互”技术,又有人说今后“人机交互”需要突破的关键是信息的数字化和采集手段。这恰好从一个侧面说明,作为人机交互的另一个重要领域,即信息的输出与显示,在近年已经有了长足进步,步入了产业化阶段。作为新型显示代表的平板显示已经成为显示产业的主流。

与其他学科相比,平板显示与市场和产业结合更加密切。平板显示的关键在面板产业,近年发展极为迅速的TFT-LCD产业,包括面板生产线、模块产业、产业链建设、玻璃基板、彩膜、驱动IC和功能芯片、TFT液晶、背光源组件、冷阴极灯背光源、LED背光源、偏振片、掩模版、靶材、特药、特气、TFT-LCD设备等都凝结了许多技术研究的新成果。

同样,PDP 面板生产线、产业链建设、PDP 模块以及 PDP 的配套材料,以及有机发光二极管(OLED/PLED)相关的有机发光二极管的分类、小分子 OLED、高分子(聚合物)有机发光二极管(PLED)、稀土有机发光二极管、有机发光二极管的结构、有机发光二极管的技术发展和知识产权问题、国际上产业化发展趋势,厚膜电致发光(TDEL)、场发射显示器(FED)、场发射显示器的结构和工作原理、FED 技术分类、电子纸(E-INK)、柔性显示与有机 TFT,都是行业关注的焦点问题。

平板显示最终归宿于显示系统整机和应用。电视、显示器、手机屏、车载显示、车载、火车、船载、机载计算机显示与娱乐系统;投影显示包括 TFT-LCD 和 LCoS 投影、数字光处理投影技术(DLP)、激光投影;LED 大屏幕显示、微显示、立体显示等,都是平板显示和其他新型显示技术最受瞩目的应用。

(四) 射频识别专题

无线射频标签应用涉及无线传输技术、信息技术、标志识别技术、定位技术、现代物流技术,以及海量数据的存储、处理,软件技术,它的广泛应用将从根本上改变大规模生产和流通的现状。在世纪之交,不少人预测 21 世纪对人类生活影响最大的 10 项技术中,射频标签赫然在目。最近两三年我国因为大规模发放采用无线射频技术的第二代居民身份证,而成了全球有数的射频标签技术应用大国之一。

自 1941 年 RFID 问世以来,经过 60 余年的发展,RFID 进入了标准化和应用的新时代,人们对它在全球物流、商品标志和其他许许多多的应用中的作用充满期待。当前,不同的国家和地区对于不同频段的 RFID,有不同的标准和规范,我国也有自己的关于 13.56MHz RFID 标准。

防碰撞是 RFID 的关键技术,标签与标签之间、标签与读写器之间、读写器与读写器之间的碰撞 3 个方面的碰撞问题中,标签之间碰撞是超高频 RFID 应用的关键问题。目前在有关国际标准和文献中都已提出有效的防碰撞算法,如能合理设置定制参数,就可以明显改善性能;而分组搜索、查询树和比特算法等则可以大大提高系统的吞吐量。

RFID 采用的多种编码制式,各有特点和应用局限:时分多址的方式对于系统吞吐量指标有一定的局限,不适合于高速度大容量标签的应用场合;码分多址技术利用对多个不同标签的标识码进行区分,可以实现同时对多个标签的识别,可进一步提高系统吞吐量;码分多址和时分多址组合的可能性和方式已经被提出,标签的功耗和天线波束成形分析也是研究者关注的问题。

基于 RFID 的实时定位系统(RTLS)越来越得到各方面的应用,美国已经就 RTLS 制定了相应的操作标准,针对室内定位和区域定位建立了近千套应用系统。

RFID 领域涉及的技术很多,如标签、读写器的功能和性能,兼容多协议,中间件,物联网,与移动通信的组合,新的标签印刷术等。

(五) 嵌入系统专题

20 世纪 70 年代末兴起的 PC 技术,开创了个人计算时代,让计算机及相关产业发生了翻天覆地的变化,在信息技术革命中功不可没。而今嵌入式计算技术的发展开创了普

适计算的新时代,嵌入系统技术强烈的渗透性极有可能引发各行各业一次又一次的“地震”和跨越式发展,在工业化和信息化融合大潮中将成为技术进步的主角。

嵌入式系统将计算机直接嵌入至应用系统之中,是信息技术最终产品之一。嵌入式系统是嵌入至对象体内的专用计算机系统,它融合了集成电路设计、计算机软/硬件、通信和多媒体等多项技术。

应用是嵌入式系统的关键。现今嵌入系统的实现,离不开建模、验证和测试三个阶段;嵌入式系统的设计已从常规的 PCB 板设计、基于 FPGA 的设计进入到软硬件协同设计;嵌入式软件中的操作系统内核向微型化、高可靠、强实时、构件组件化发展;支撑开发环境更加集成化、可调试化、能支持模型开发;体系结构发展为可伸缩、可移植、可剪裁、可配置。嵌入式系统架构的层次化,面向系统的服务、存储服务、通信服务和 I/O 服务构成了基础软件支撑平台;应用开发基于跨平台的中间件,实现了平台无关化、调用标准化、应用构件化。

国家重大科技专项安排了面向汽车电子的“实时控制类嵌入式操作系统”、面向新型信息家电的“网络业务类嵌入式操作系统”,以及高档数控机床与基础制造装备、大型先进压水堆及高温气冷堆核电站、大型飞机、高分辨率对地观测系统和载人航天与探月工程等重大装备制造项目,必将进一步促进嵌入系统的发展。

(六) 传感器技术专题

传感器、通信技术、计算机作为现代信息技术系统的三大支柱,已被许多工业发达国家列为近代和未来科学研究和科技综合水平提高与发展的战略重点,亦成为衡量一个国家科技发展水平的重要标志之一。在发达国家中传感器技术已从单一的物性型,向功能、技术复合集成过渡,并向着微型化、多功能、数字化、智能化、系统化、网络化发展,其应用领域也从 20 世纪 90 年代以高技术和军事领域为主迅速转移到传统基础工业改造,大型工程系统配套、汽车电子配套、卫生医疗保健、环保监测治理等民用领域方向发展。

传感器是将某一种物理量,以特定的传递方式,作用在某种敏感材料上,并把感应出的物理量转变成可实测信号的装置。在现代控制系统中,传感器处于连接被测对象和测试系统的接口位置,构成了系统信息输入的主要“窗口”,提供着系统进行控制、处理、决策、执行所必需的原始信息。传感器可以直接接触被测对象,也可以间接接触。针对传感器的工作原理和结构在不同场合均需要的基本要求是:高灵敏度、抗干扰的稳定性、线性、容易调节、高精度、高可靠性、无迟滞性、工作寿命长、可重复性、抗老化、高响应速率、抗环境影响、互换性、低成本、宽测量范围、小尺寸、重量轻和高强度、宽工作范围等。许多控制系统功能发展与提升的障碍,首先在于难以获取控制对象的信息,一些新机理和高灵敏度检测传感器的出现,使控制技术在相当多方面获得了突破性进展,使其成为某些边缘学科新技术开发的先驱。

未来传感器产品的发展趋势会突出新技术、新工艺的应用,其中有介质隔离技术、激光焊接技术、MEMS 技术、无线数据传输网络技术、新材料、纳米传感器技术、光纤技术、激光技术、复合传感器等。传感器技术实际上是微电子、微机械、软件、材料等多种技术的复合体,它的发展基于各种新技术的进步,对这些技术的发展也有着很强的促进作用。

传感器网络是新一代信息网络的一个重要构成部分。

(七) 新一代空管系统专题

目前,航空运输系统承担了全世界 40% 的贸易量,然而现有空中交通管理系统并不能有效满足航空运输系统迅速增长的需求,由于运能受限而导致的延误增加和航空系统效率降低已经到了不可容忍的程度。

信息化时代、航天时代和网络时代的到来开辟了空中交通管理系统的新纪元。空中交通管理系统呈现出数字化、智能化、全球一体化的发展趋势,逐渐从发号施令的“管制”向提供服务的“管理”转变,这将进一步提高飞行的灵活性和安全性,达到在全部空域自由飞行的最终目标。

国际民航组织(ICAO)提出了全球一体化运行概念,通过空中交通管理各参与方协调提供的设施和无缝服务,对空中交通和空域实施安全、经济和高效的动态与一体化管理。新一代空中交通管理系统的关键技术包括:天空地一体化空中交通服务网络、网络化航空精密导航、多级广域相关监视、空管信息栅格和协同式空管。

通信、导航、监视作为未来空中交通管理系统的基础设施,将提供高可靠性、可用性、完好性和满足时间要求的信息交换能力,满足航空运输系统持续发展的要求。未来安全、有效、完善的空中交通管理需要全球范围、全天时、全天候的空天地立体交联的实时空中交通信息服务,确保空中、地面各类飞行器的信息交互,保障飞行安全。未来空中交通管理系统将以星基通信、导航、监视系统为基础,构建系统范围的信息交换网络,满足“在正确的时间向用户提供所需的信息”的需求。

未来空管系统将基于更优的航线航路划设、更合理的飞行程序设计、更高精度的航迹预测;通过更精确的飞行态势知晓、更准确的冲突预测、更理想的冲突解脱方案、更及时的告警预测、更公平的协同决策机制;达到更安全的间隔保障、更平滑的流量分布、更高效空域使用率。

未来国家空中交通管理系统将利用信息交换网络,打破管制员对空管信息占有的优势,实现管制员、飞行员和承运人信息知晓能力的均衡,同时以信息交换网络作为所有参与者的信息交换平台,实现管制员、飞行员和承运人的协同决策。

在《我国发展新航行系统总体规划》等建设规划的指导下,网络化、协同式等新技术、新概念的发展将使我国空中交通管理系统实现跨越式发展。

第十五节 航空科学技术

一、引言

随着大飞机重大科技专项的启动,国家对航空科技的支持力度不断加大,我国航空科技迅速发展。2006年12月,我国自行设计制造的直11型武装直升机完成了全部鉴定试飞,并通过了技术鉴定;2007年6月,中国自主研发的H425型直升机通过验收并投入使

用;2008年10月,我国自主研发的新舟600涡桨支线飞机首飞成功;同年11月,ARJ21新支线飞机在上海首飞成功。这些项目的研制成功,表明我国航空科技在近两年内取得了新的进步。

二、航空科学技术的发展现状与进展

(一)民用飞机

民用飞机主要包括干线飞机、支线飞机和通用飞机。其中尤以干线飞机和支线飞机的技术难度高,产业带动能力强。近年来,党和政府对民用飞机的发展十分关注,我国干线飞机和支线飞机的发展都取得了新的突破。

在干线机方面:我国完成了大型客机的立项论证工作。2007年2月,大型飞机项目正式立项;2008年5月,中国商飞公司成立,标志着中国大型客机研制项目正式启动,即将进入工程发展阶段。

在支线机方面:2008年10月,新舟600涡桨支线飞机首飞成功;2008年11月,ARJ21新支线飞机首飞成功,目前,ARJ21已经获得208架订单;其中,美国最大飞机租赁公司通用电气商业服务公司订购了25架,从而使ARJ21成为中国第一个外销欧美发达国家的飞机产品。

在民用飞机基础技术研究方面:我国已经完成了多个与支线飞机和大型客机相关的技术研究项目,并取得了一系列进展。

(二)直升机

直升机技术涉及直升机总体布局设计、空气动力学、结构与强度、动力与传动、飞行控制,以及材料与制造等多个领域,属综合性高技术。近2年来,我国在直升机研究领域内取得了一些新的进步。

在直升机设计方面:总体设计参数选择和优化设计以及飞行控制技术研究取得新进展;数字化设计在全机级全过程被广泛采用;对倾转旋翼飞行器的特性进行了理论分析、仿真和风洞实验,研制了小型无人倾转旋翼飞行器,并成功进行了飞行试验。此外,在无人直升机、自转旋翼飞行器研究方面也取得了一些进展。

在型号研制方面:2006年12月,我国自行设计制造的直11型武装型直升机完成了全部鉴定试飞,顺利通过了技术鉴定;2007年6月,中国自主研发的H425型直升机通过验收并投入使用;2008年1月,中意合作生产的CA109型直升机先后完成了组装生产、地面调试、验收试飞,并交付使用。在2008年8月的北京奥运会期间,CA109直升机一展身手,用于空中治安巡逻监控、交通疏导监控、空中指挥、对地支援、反恐、处里突发事件和航拍等任务,发挥了很好的作用。

2008年11月,中法联合研制的先进中型多用途直升机——直15型直升机首架机身由中方交付给法方,交付仪式后,该架机身将发往欧洲直升机公司进行总装和相关试验,预计2009年底前实现首飞。

(三) 浮空器

浮空器是轻于空气的航空器,主要靠空气浮力产生的静升力克服自身重量升空。浮空器分为气球和飞艇两类。近年来,我国浮空器技术取得了一系列的进展。

在气球方面:自由气球技术已经比较成熟,高空自由气球的主要总体技术指标仅次于美、法两国,处于世界先进行列。目前可制造最大体积为 60 万 m^3 的气球,载荷能力达到 1500kg,飞行高度 40km。在系留气球方面,我国于 2007 年完成了体积 4500 m^3 ,升空高度 3000m 的中型系留气球系统的研制。目前已研制出 12000 m^3 、载重 1500kg、系留高度 3km 的系留气球平台。

在飞艇方面:我国目前正在开发 HJ—3000 型、HJ—4000 型和 HJ—5000 型载人飞艇,用于航拍、电视转播、旅游、运输、空中巡逻、监视等任务。而在平流层飞艇方面,目前已完成长 20m 的低空试验艇“天舟—01”、长 50m 的中空试验艇“天舟—02”的研制工作及飞行试验。“天舟—02”的性能参数为:体积 4000 m^3 ,高度 5km,载荷 200kg。“天舟—03”演示验证试验艇的立项工作正在进行,该艇设计指标:升空高度 1.8 万~2 万 m,留空时间 15~20 天。

(四) 空气动力学

空气动力学是研究空气运动及空气与物体相互作用规律的一门学科,是飞行器设计的重要基础,对飞行器设计和发展起着直接的支撑和推动作用。研究范围包括:基础理论分析研究、实验研究、计算流体力学研究、实验模拟设备研制和空气动力学的工程应用研究等。

近年来,我国在气动研究的诸多领域取得了一批重要研究成果,为我国航空技术的发展提供了新的支撑。

在基础理论分析研究方面,机动飞行中的非线性稳定性与控制研究、边界层和剪切层转捩及湍流研究、可压缩剪切湍流研究、旋成体大迎角非对称涡的扰动主动控制技术研究取得重要进展。

在气动实验设备的研制方面,研制成功了大型多功能低速增压风洞、增压连续式高速翼型风洞和立式风洞,为开展多种前沿技术研究创造了条件。

在计算流体力学(Computational Fluid Dynamics,CFD)研究方面,高阶加权紧致非线性格式(Weighted Compact Nonlinear Schemes,WCNS)研究、CFD 计算可信度分析研究、复杂外形全机气动软件的研制和发展取得了新的进展。

在气动弹性研究方面,飞机静气动弹性分析与优化、结构非线性气动弹性系统颤振分析方法、复合材料气动弹性响应分析以及跨超音速风洞气动弹性试验技术取得新的突破。

在工程应用研究方面,设计空气动力学完成了多点、多类型飞机的翼型设计,其气动性能有明显提高。此外,在“超临界机翼的设计技术及完善”、“跨音速机翼设计及验证技术”、“高效增升装置设计”、“机翼结冰数值模拟”、“超低空农林飞机的性能分析”等民机预研项目中,开发了不同的计算方法和软件系统,圆满完成了预定的任务目标,取得了重要的成果。

(五) 航空仿真技术

航空仿真技术包括视景成像、操纵负荷控制、运动控制、声音仿真、实时控制等支撑性共用技术和飞行器建模、人机界面仿真、系统控制等专用技术。

近年来,我国航空仿真技术获得快速发展,主要进展包括:

在模拟器开发方面,研制成功了 ARJ21 飞机工程模拟器,对飞机总体气动设计和飞行控制设计的性能验证及飞行员首飞前的飞机熟知性训练起到了关键作用;研制成功了新舟 60 飞机全动模拟器,并在新舟 60 飞机的促销宣传,打开国外市场及售后培训上起到决定性作用;此外,还研制成功了 K-8 教练机飞行模拟器,并小批量出口 6 个国家。

在仿真关键技术的研究和应用方面,已将高分辨率大区域实时动态数据库成功用于军用模拟器中;运动系统和操纵负荷系统已普遍由电动代替液压;硅液晶(LCOS, Liquid Crystal on Silicon)投影器已在模拟器上使用,替代了原阴极射线管(CRT)加随机扫描的投影器。此外,我国已成功实现多台模拟器联网模拟训练。

在发动机仿真方面,建立了面向航空发动机全行业的、开放的“航空发动机数值仿真研究中心”,进行了发动机整机和部分部件的多学科数值仿真;完成了航空发动机数值仿真平台(CANSSF)的开发,并以 CANSSF 为平台,引进的整机 S2 仿真软件为主要工程模块,完成了我国第一代“航空发动机数值仿真系统”(China Aero-engine Numerical Simulation System, CANSS 1.1 版)的开发;此外,还完成了适用于航空发动机整机/部件试验数据的航空发动机共享试验数据库的开发。

(六) 液压系统

飞机采用液压助力操纵系统以来,机载液压系统已经成为飞机实现正常飞行的必要条件。液压系统对飞机的安全起降和飞行性能有很大影响。随着飞机特别是军用飞机不断向高速、高机动性、高生存能力和高能量效率方面发展,以及多电飞机技术的发展,未来的机载液压系统要求有更高功率/重量比和多能源协同优化。高压化、大功率、变压力、智能化、集成化、多余度(相似与非相似)、数字化与综合化等是飞机液压系统的发展方向。

近年来,我国在航空液压技术方面取得了许多进展,主要包括:

在高压液压系统研究方面,我国对 27.6MPa(4000psi)液压系统的管路动态特性、高压液压元件的结构设计与分析、计算机辅助设计与仿真、智能泵源与变压力泵源等进行了广泛深入的研究,并取得了重要成果;已经研制了两级压力体制的液压泵,并完成了试验台架的试验。

在新型作动器的研制方面,我国在直接驱动式作动器的研究上取得了突破,完成了地面原理样机的研制,并开始在部分机型上装机试用。对包括机电作动器和电静液作动器在内的功率电传作动器进行了一系列原理性研究及原理样机研制,取得了一定的成果,并且研制出了地面使用的小功率原理样机。

(七) 航空救生技术

航空救生技术对保存我军的有生战斗力,鼓舞斗志,增强决胜信心起着十分重要的作

用。近年来,我国救生系统发展取得了一系列新成果。

在弹射救生方面,我国已经研制成功了 5 个系列 10 多种型号火箭弹射坐椅。近几年发展的主要型号与国外目前一线主战飞机装机坐椅同步,属国际上第三代救生系统。就救生性能一项而言,已经接近国外现役装机坐椅的性能水平。在多态程序控制、高速防护、高性能救生伞等关键技术方面取得了一定的突破,但较世界先进水平仍有较大差距。

在个体防护装备方面,已经研制定型了两代个体防护装备产品,为部队提供了大量防护装备,保证了作战训练要求。最近设计定型和在研的我国第三代个体装备与国外在用装备为同一水平,但国外已投入使用近 30 年;与国外在研并正陆续投入服役的第四代飞机防护装备相比,我国在防护高度、速度、过载、过载持续时间以及综合化方面存在明显的差距。

在航空供氧系统方面,我国已生产 100 多个品种的航空供氧系统,满足了航空型号研制和批量生产的需要。

(八) 航空电气系统

航空电气系统由供电系统和用电设备组成。供电系统包含从电源到用电设备输入端的全部环节。航空电气系统是飞机重要的飞行保障系统。近几年,我国航空电气系统技术水平有了很大提高,主要进展包括:

我国航空大功率发电技术有了新的突破,60kVA 恒频交流电源系统(115V/400Hz)、15kVA 变速恒频电源系统设计定型,并批量生产装机使用;120 kVA 风冷交流电源系统也已装机使用。

发电系统调节控制保护装置实现了组合化、集成化,数字技术和微处理器控制技术在电源系统中得到发展和应用。

基于数据总线和计算机技术的电气综合控制与管理系统技术逐渐成熟,已逐步投入应用。目前国内高压直流 270V(5A/10A)和交流单相 115V/400Hz(5A/10A)固态功率控制器(SSPC)取得了突破性进展,先后完成模拟式 SSPC 和数字式 SSPC 的研制,技术水平接近国际先进水平;突破了基于微处理器的电气系统综合控制关键技术,为大型飞机专项和新型战斗机的型号研制提供了技术储备。

(九) 制造技术

航空制造技术是航空产品发展的基础技术,主要包括:机械加工、特种加工、铸造、锻造、热处理、表面处理、装配、工艺检测、复合材料加工、钣金成形及焊接等领域。近年来,我国航空制造技术取得了一系列的进展,并成功地支持了相关行业。其中具有标志性的进步有:在“神七”载人航天飞行任务中,我国突破了复杂型面成形技术、薄壁结构铝合金零件的焊接应力和变形控制技术、铝合金结构件的加工变形控制技术、复杂空间紧凑结构的铆接装配技术、复合材料成形技术、铝胆复合材料气瓶缠绕等关键技术,研制成功了舱外航天服硬壳体结构。2008 年 11 月 28 日,我国首架自主研发的 ARJ21 喷气式支线飞机成功首飞,这标志着我国掌握了复合材料制造、钛合金加工、自动钻铆、喷丸成形等多项先进制造技术。

(十) 材料技术

航空材料技术包括先进复合材料、高温结构材料、轻质高强高韧材料、特种功能材料、电子信息功能材料、材料检测与评价、材料设计与建模等内容。航空材料是航空工业的重要物质基础和技术先导,是决定航空武器装备和民用飞机现代化水准的关键因素之一。

近年来,我国航空材料技术取得多项突破性进展,主要包括:

我国开发的 ESTM 系列碳纤维织物技术与产品,成功地解决了液态复合材料的增韧和预定型等技术关键与难点;我国开发的高性能、低成本 ESTM 碳纤维织物系列产品,为我国军民用飞机大规模使用复合材料打下了良好的基础;我国研制的 CMC 刹车材料,突破了 CMC 刹车材料晶粒控制等关键技术,完成了小样试制、工艺优化、大样制备和大样试验验证;陶瓷基复合材料工程化基地揭牌并投入使用。

为满足某航空涡轴发动机叶片的需求,我国研制成功了第二代定向合金 DZ406,并获得工程应用。该合金具有良好的铸造性能,高温强度达到国外同等材料的水平。为满足发动机导向叶片的应用需求,我国将 IC6 金属间化合物制成单晶,并利用反重力铸造技术一次铸出大铸件。此外,我国开发出了超高强钛合金,并在轻质、高强、高韧材料领域研究中取得了新的技术进步。

三、我国航空科学技术国内外比较分析

尽管我国航空技术已经取得了很大进展,但是与国外先进水平相比仍然存在比较大的差距。这主要表现在:我国的战斗机技术相当于第三代水平,与国外相差一代;运输机只掌握了中小型运输机技术,还没有掌握大型和超大型运输机技术等;此外,我国在气动、仿真、液压、航空救生、航空电气、制造、材料等方面与国外也有较大的差距。

四、我国航空科学技术展望与对策

根据我国经济技术的发展现状,以及建设创新型国家和促进国民经济发展的需要,我国航空科技目前所面临的战略需求主要是:①发展大型客机技术,确保大型客机项目成功;②发展支线飞机技术,满足支线航空发展的需要;③发展通用航空技术,提高航空服务能力;④发展航空救援技术,提高紧急救援能力。

为了使我国未来的飞机能够在激烈的市场竞争中胜出,航空科技的主要发展方向是:不断提高飞机的安全性、经济性和环保性。

为了缩短我国与世界先进水平的差距,政府应进一步加大对航空科技的支持力度。具体措施包括:设立国家航空航天局,制定航空工业振兴法,加强科研投入力度,加强国际合作,加强成果共享,加强产学研结合等。

第十六节 兵器科学技术

一、引言

兵器是以非核常规手段杀伤敌有生力量、破坏敌作战设施、保护我方人员及设施的器械,是进行常规战争、反恐、应对突发事件、保卫国家安全的重要物质基础。兵器科学技术是以兵器工程技术为研究对象,具有与其他学科完全不同的科学内涵,并形成了一个较为完整的学科知识体系。兵器科学技术的研究内涵是指各类兵器的构造原理、战术技术性能以及在兵器方案选择、论证、工程研制、试验、生产、使用、储存、维修过程中需要的理论和技术,包括新概念、新原理、新技术、新材料、新型元器件和新装置等。在人类社会发展的进程中,通常是将最先进的科学技术首先用于军事和战争中。从这个意义上说,兵器科学技术既是一门历史悠久的传统学科,又是一门极富时代特色的现代综合性工程技术学科,它在整个科学技术发展进程中占有十分重要的地位。

我国兵器科学技术自“八五”以来,在装甲兵器、身管兵器、制导兵器、弹药、水中兵器等技术领域和燃烧与爆轰、含能材料、防护、弹道、兵器信息、兵器材料与制造等兵器基础性支撑技术领域均取得了长足发展,在某些领域达到或接近世界先进水平。

二、我国兵器科学技术学科的研究进展

(一) 装甲兵器技术

我国装甲兵器发展经历了三代,初步建立起完整的装甲兵器体系;通过运用系统科学的思想,采用一体化设计、集成技术,综合提升了装甲车辆的“机动、火力、防护”三大性能;在设计方法上从一代设计、二代仿制到开始拥有自主知识产权;开展了大功率柴油机、快速燃烧、高增压、高温冷却等关键技术的研究应用,使得主战装甲兵器达到了可与世界先进装备抗衡的水平。

(二) 身管兵器技术

身管兵器技术的研究主要集中在身管兵器系统分析与总体技术、现代设计理论与方法、身管兵器自动化技术、提高射速技术、身管兵器轻量化、新概念与新原理武器技术等方面。取得的研究成果比较显著,已在我国的自行火炮、单兵武器、火箭炮等各类身管兵器的研制中得到了重要的工程应用。

(三) 制导兵器技术

制导兵器的主要进展包括:在制导兵器总体设计、气动布局、固体火箭发动机设计、制导控制系统设计等方面,在国内常规武器平台上发展了新的制导兵器系列产品,初步形成了反坦克导弹、末制导炮弹、炮射导弹、制导炸弹和制导火箭的系列化。

(四) 弹药技术

我国弹药技术的研究主要集中在底排/火箭增程弹、激光半主动末制导炮弹、非致命杀伤弹药、弹药信息化、弹药射击精度、弹药威力、引信技术、火工品技术等方面。总体上弹药性能处于 20 世纪 90 年代水平,其中底排增程技术、弹道修正技术、穿破甲弹技术等达到国际先进水平。

(五) 水中兵器技术

鱼雷技术的研究进展主要包括鱼雷总体设计技术方、减阻与降噪技术、鱼雷导航与控制技术、鱼雷动力推进技术、自导与引信技术等方面;水雷技术方面包括微电脑和智能传感技术在水雷中的应用、主动攻击式微机控制的智能化水雷、沉雷、锚雷、漂雷等技术;深弹技术的研究进展包括深弹数字化设计和仿真技术、深弹减阻技术、深弹装药及引信技术等。

(六) 燃烧与爆轰学

主要进展包括:扩散火焰的理论研究、燃烧现象物理解释和化学解释的统一、炸药爆轰产物性质和化学反应过程的模拟、反应流动理论、脉冲爆轰发动机研究等。

(七) 含能材料技术

含能材料技术的主要研究进展包括高能量密度材料、高能低感材料、钝感炸药、量子化学在含能材料领域中的应用、炸药量子化学、新概念与新结构的发射装药、运用发射药燃面和燃速的调控技术、含能材料制备工艺等方面。

(八) 防护技术

国内防护技术的研究集中在装甲陶瓷抗侵彻机理和应力波在多种复合装甲结构中压力波传播特性、不同结构形式的防护单元、主动防护技术、伪装及隐身防护技术、激光防护技术等研究方面上。

(九) 弹道学

弹道学的进展主要包括:基于两相流理论而进行的膛内流场模拟仿真与安全性评估、新型装药技术、电热/电磁发射技术、膛口流场、基于多体系统传递矩阵法的发射动力学、外弹道模拟与仿真计算技术、弹箭简易控制及弹道修正技术、终点弹道设计理论和方法、弹道瞬态物理量测试技术等。

(十) 兵器信息技术

在兵器指挥与控制系统方面,主要开展了兵器战术战役指挥自动化、野战防空指挥、数字化信息管理等研究;在探测与识别技术方面,我国的微光夜视仪的性能属于第二代水平,激光测距机和红宝石激光机在技术性能上处于世界先进行列,军用热像装置技术水平

与国外相当;在兵器作战平台信息化技术方面,主要作战平台已配置车载光电和电子信息
系统,某些系统与国际先进水平相近。

(十一)兵器材料与制造技术

重点开展了与兵器材料使用性能密切相关的金属材料、非金属材料、复合材料和隐身
材料以及实现兵器装备产品特性的精密成型、焊接、特种加工、机械加工、精密超精密及微
细加工、表面工程等研究,橡胶材料、氢化丁腈橡胶等的关键性能指标达到国外先进水平。

(十二)兵器基础技术

兵器试验与测试技术方面的进展包括微型化的存储测试系统或近场遥测系统、弹载
遥测系统、兵器测试专用仪器等;兵器维修性技术方面,重点研究了基于数字样机的维修
性设计、分析、评价的方法和技术,得到初步推广应用;兵器可靠性技术方面,制订了相关
的可靠性标准,可靠性增长试验和可靠性试验已进入装备研制工程领域。兵器标准化和
兵器计量技术取得了长足进步。

三、我国兵器科学技术与国外先进水平的差距

(一)装甲兵器技术

从整体上看,我国装甲兵器在综合技术性能、研发能力、制造水平方面尚存在一定差
距,主要为:部分核心技术、关重件尚需从国外引进;装甲兵器型谱不全;新一代主战坦克
所需的技术储备比较薄弱。

(二)身管兵器技术

我国身管兵器与世界先进水平相比存在的差距主要包括:高初速技术尚不成熟,还未
完全实现全自动装填技术,火炮结构缺乏创新,火炮轻量化进程迟缓;轻武器的装备已接
近国际先进水平,但在创新技术、基础技术等方面与国外先进水平存在一定的差距;在陆
用远程火箭发射方面,其技术已接近世界先进水平;在中、大口径舰载火箭武器发射方面,
部分指标已达世界先进水平;在信息交融与一体化控制方面,落后于美国和俄罗斯。

(三)制导兵器技术

我国在制导兵器装备上已解决有无问题,其中反坦克导弹的技术水平接近国外先进
水平,但在技术上还有一定差距,主要包括:我国一体化设计平台的研究工作刚刚起步,仿
真技术在我国制导兵器技术中的应用刚刚开展;红外成像制导、激光雷达制导、多模制导
及各种复合制导技术距国外先进水平尚有一定差距;毫米波器件、双色红外器件、小型高
重频激光器、光纤陀螺、激光陀螺、微机电惯性器件等也落后于国外。

(四)弹药技术

国内弹药技术与国外相比,尚存在较大差距,主要体现在:弹药品种少、弹药性能和可

靠性评估方面比较落后;在激光弹、高功率微波弹、电磁脉冲弹、非致命性杀伤弹等领域的研究尚处于探索阶段;制导弹药在制导精度、抗干扰性、机动性尚存在一定的差距;国内灵巧和智能弹药技术与国外相比差距较大;电子引信存在较大差距;火工品的换能无耗能高,抗环境能力弱,火工药剂性能优良的品种少。

(五)水中兵器技术

1. 鱼雷技术

总体技术方面的原创性成果较少,缺乏数字化虚拟仿真设计的相关理论系统研究;导航和控制技术方面起步较晚,与国外先进水平相比存在较大的差距;动力推进技术方面,与国外先进技术水平差距较大;在自导与引信技术方面,自导系统的智能化程度相对较低,基本停留在排除诱饵攻击单个目标的水平上;水下鱼雷发射装置与技术与国外先进技术水平有一定差距。

2. 水雷技术

相对于其他发达国家来说,我国尚有一定差距,在水雷自身的智能化、通用性、隐蔽性和组网技术上有待进一步提高。

3. 深弹技术

型号较少,火箭式深弹射程较短,在动力深弹研究方面还没有起步。

(六)燃烧与爆轰学

我国的燃烧与爆轰研究与国外相比仍存在许多不足,主要包括无法采用先进的计算方法进行三维燃烧与爆轰的计算,燃烧与爆轰试验研究的实验设备落后于国外发达国家,燃烧与爆轰发动机的研究尚处于起步阶段。

(七)含能材料技术

在含能材料设计与合成、火炸药现代设计理论和方法等基础技术方面,国内与国外的差距较大,缺乏系统的、完整的应用基础研究;含能材料制备工艺技术水平与发达国家仍然有较大差距,自动化、连续化水平不够高;工艺基础技术落后。

(八)防护技术

对各种装甲材料与冲击过程的响应规律缺乏系统、深入、全面的研究,没有建立有效的数据库;模拟技术和测试技术落后;陶瓷复合装甲的高速侵彻/穿甲动力学、主动防护技术的研究还处于起步阶段;在对付几种侦察手段同时作用的综合伪装效果尚不理想。

(九)弹道学

在现代弹道学的精确物理模型刻画以及数值模拟方面,与国外先进水平还有一定的差距;对电磁轨道炮的基本理论和支撑技术开展了研究,但在武器化方面与国际领先水平还有较大的差距;国内仅在红外、毫米波或二者复合的原理上进行了研究;国内在一些高

精尖弹道测试技术方面欠缺很多,与国外存在一定的差距。

(十)兵器信息技术

各种装备的指挥控制系统缺乏统一规范,尚未完全形成战术的一体化信息系统体系,难以实现互联、互通;在信息技术的前端技术方面还有较大差距;微光管还处于第二代水平,美国已经直接过渡到第四代水平;我军仍使用二代焦平面探测器;兵器平台的信息化建设尚未完成,车辆综合电子信息系统缺乏统一标准。

(十一)兵器材料与制造技术

国内装甲铝合金与国外存在代差;块状非晶合金的工程化应用研究相对滞后;装甲车辆行动系橡胶材料整体技术水平同国外相比有较大差距;国内 SiC、Si₃N₄、TiB₂ 等尚处于试验研制阶段;铝基复合材料的材料性能与国外先进水平存在差距;结构复合材料应用技术与国外先进水平存在明显差距;在自适应隐身材料、结构隐身材料、纳米材料应用技术及隐身结构设计等研究方面刚刚起步;兵器产品精密成形技术总体上存在基础薄弱、设备落后、工艺开发不足等差距;兵器产品焊接技术与西方先进国家相比水平仍然偏低;兵器企业的焊接技术基础差、技术管理、技术储备等明显不足;兵器电解加工与国外相比尚有较大差距;与发达国家相比,兵器行业的机械加工工艺水平还存在较大差距。

(十二)兵器基础技术

传感器和仪器工业基础薄弱;系统综合性差,由于基础设施及高精仪器系统投入过少,缺少具有综合性能的试验测试技术与设备;数据库管理系统没有建立,缺少相应的技术规范;在维修性工程实践上,与国外还有较大差距,一些维修性工作项目实施还不理想;在工程技术手段上,还缺乏比较有效的工具等;兵器可靠性分析、设计、试验与评价手段十分缺乏;兵器标准化和计量技术比较滞后、设备老化。

四、兵器科学技术未来发展趋势

根据现代战争的特点,兵器科学技术发展的主要趋势是向轻型化、机动性、远程化、精确化、信息化、多用途等方向发展。

(一)兵器系统向轻型化、机动性方向发展

未来快速反应、机动部署需要高机动性、高可部署性的地面作战平台和武器系统。轻型化是提高常规武器系统的机动性、可部署性的重要途径。

(二)兵器系统向远程化方向发展

现代兵器系统的远距离攻击能力是有效打击敌人和保存自己的重要手段,因此现代武器系统发展的主要方向之一就是远程化。

(三)兵器系统向精确化和高效毁伤方向发展

在武器平台上采用先进的技术,构建远程精确打击武器体系,使武器装备具有更强的

战场感知能力、快速反应能力、远程精确打击能力以及高效毁伤能力,使武器装备的综合作战效率成倍增长。

(四)兵器系统向信息化、数字化方向发展

在现代和未来的战场上,武器平台的信息化及数字化、信息战装备及技术、先进信息系统对夺取信息优势、发挥武器体系的整体作战效能、克敌制胜至关重要,必将得到优先发展。

(五)兵器系统向适应于复杂环境下的战争需要发展

未来战场向太空和深海领域扩展,面临极高温差、超高压、稀薄气体、微重力、微尺度等极端恶劣环境与条件,对现有武器系统提出了更高的要求和挑战。微小型武器、深水武器和空天武器等是未来发展的一个趋势。

(六)多用途及特种需求兵器技术发展方兴未艾

满足不同特殊需要或多用途的兵器具有强烈的需求背景,如:子母抛撒将在许多领域都得到应用;为了适应制导弹药技术的发射需求的低过载发射技术;提高发射速度和方便勤务处理的埋头弹发射技术,满足反恐、维和、维稳等特殊任务需要。

(七)兵器科学技术与其他学科进一步交叉、渗透、融合

为适应现代兵器的发展趋势,应拓宽兵器科学技术学科的研究内涵,推动远程精确打击武器研究领域进入国际发展前沿,促进我国兵器科学技术学科的长远、持续发展和常规兵器技术的跨越式发展。

五、我国兵器科学技术未来发展建议

(一)加大力度促使兵器系统向集成化、自动化、数字化、网络化和智能化方向发展

兵器系统组成的日趋复杂,常常需要依靠多种技术才能实现高技术指标条件下的全方位的优化使用,机电一体化是兵器系统发展的基本方向,这样可大大提高使用效能。

提高武器装备的自动化程度是设计人员追求的主要目标,这不仅可以减轻使用者的体力,而且对提高武器装备的工效也具有十分重要的意义。

数字化技术的使用和推广,使兵器系统工作过程的精度和准确化程度进一步得到提高,使其设计与制造过程更趋向科学化。

网络技术可以将兵器系统的各个环节联系起来,以便使武器系统从目标探测、目标识别、目标攻击和目标毁伤等各环节达到高效、高速、高技术性能、高经济性、各种资源的高度共享等。

智能化可提升兵器系统的综合性能,是学科未来发展的重要方向。机器人是一种具有不同智能化程度的机器,机器人技术在兵器科学技术学科具有远大的发展前途。

(二) 保持传统兵器优势, 进一步拓展新概念兵器

传统兵器的纵深攻击火力在不断提高, 特别是采用各种形式增程弹、子母弹, 不仅打得远而且打得准; 防空兵器已是未来战争胜败的关键, 随着空中目标的多样化, 空中威胁与日俱增, 防空任务越来越重, 要求越来越高, 建立起反导、反直升机和反固定翼飞机的防空武器体系是地面防空的基本要求。目前国内外兴起的简易制导火箭武器与高炮、防空导弹相结合的弹炮一体化系统, 代表着防空武器发展趋势; 与传统兵器相比, 新概念兵器无论是在功能上还是在结构上已有了质的飞跃, 如电磁炮、电热炮、速射炮, 自适应引信和弹药, 用于侦察和排雷的武装机器人等在新世纪中必定有新的发展。

(三) 开展新型材料研究与应用, 为兵器综合性能提高提供物质基础

“一代材料, 一代装备”已经成为兵器装备领域的共识; 先进材料技术已成为世界各国科技竞争的焦点; 新材料中最具活力的是信息功能材料, 高温、高比强度、高比刚度的结构材料等。

(四) 转变设计理念 适应新军事变革要求

随着国际风云的变化, 过去着眼于大规模战争的思路正在向维护国家安全与稳定、维护世界和平、打击恐怖势力和防治自然灾害方向转变。主要体现在以下几个转变: ①大面积杀伤性武器装备向非致命、软杀伤武器转变; ②大规模集团作战武器系统向快速、机动、多功能武器系统的转变; ③攻击性武器装备向军民两用功能化方向转变。

(五) 加强交流与合作, 增添学科发展活力

各领域之间开展交流与协作, 包括开展国际交流、合作与竞争, 有利于科学技术的进步, 有利于国际学术标准和科学行为规范的形成, 有利于增强本国科学研究的国际显示度; 国内科研院所、高等学校和企业等单位之间的交流与合作, 也是促进学科发展、激发学科活力、促进成果转化、推动科技进步的有效措施。

(六) 努力创新提升兵器科学技术未来发展动力

突出观念更新、思维创新, 强调理论创新, 提倡方法创新和技术创新。创新要追求技术的先进性, 但是对于中国的军工企业而言, 技术的先进性并不是最终的追求目标。是否适应中国国情, 是否能满足国家安全和未来战场需要, 是最终要的衡量标准。无论是方法创新还是技术创新, 都要以原始创新为基点, 以集成创新为重点, 以引进消化吸收再创新为途径。在这个过程中, 要大力加强人才队伍建设, 培养大量的创新人才; 要突破影响创新的体制和机制性障碍, 营造良好的创新环境, 培育浓烈的创新氛围, 从而从根本上提升兵器科学技术未来的发展动力。

第十七节 冶金工程技术

一、引言

两年来,冶金工程技术学科的研究成果和应用,依然是推动钢铁工业持续发展的基础和保证。

冶金工程技术学科近两年来的发展主要体现在:我国钢铁产品升级取得重大成绩,包括细晶钢、汽车用钢、电工钢、铁道用钢、管线钢、不锈钢等的研制和生产达到国际先进水平并完善了生产工艺、质量与使用规范、标准;新一代可持续钢铁流程工艺技术由理论,经研究取得成果,进一步通过设计、施工予以实践和实施,已初步建成了京唐钢铁公司这一具有一定示范意义的全新工程;钢铁行业节能减排技术的研究创新与应用,尤其是“三干”技术研究和应用的迅速发展已促进钢铁单位产品污染物排放量大幅度削减;薄板坯连铸连轧、薄带连铸、COREX—3000 等钢铁前沿技术的研究、试验、生产又取得了新的进展;冶金物化、冶金反应工程学的研究成果在钢铁生产中不断扩大应用,取得良好成绩;冶金机械及自动化在大型化、智能化等方面的进展,已成为我国钢铁工业全面加快迈入国际先进和领先行列的重要标志;无论是高速增长 2007 年,还是受金融危机影响的 2008 年,国内外钢铁学术交流、冶金科技进步奖与冶金青年科技奖评审、科技书籍出版、期刊优化都继续保持繁荣与发展,成为冶金工程技术学科发展的一个重要方面;冶金工程技术创新已成为应对国际金融危机影响,实现钢铁工业振兴的强大动力和基础。

冶金工程技术学科近两年的发展总体上符合我国钢铁工业持续高速增长的需要。新一代可持续钢铁流程工艺技术等一批研究成果,不仅对钢铁生产高效、低耗、优质、低排放、低成本具有重大的现实和长远意义,也为国民经济朝循环经济方向发展提供了有益的经验 and 良好的切入点。

冶金工程技术学科和钢铁生产两年来的发展(2008 年在十分困难的条件下,钢产量仍比 2007 年增长 559 万 t,首次超过 5 亿 t)说明中国钢铁科技创新与生产具有强大的竞争力和生命力。冶金工程技术学科的进一步发展必将为中国钢铁工业结构优化与持续发展创造良好的条件。

两年来的发展使我国冶金工程技术学科总体上已跻身于世界先进行列。但是由于市场需求的多样性,行业产业集中程度还较低等原因,加快淘汰高耗、低质的落后小企业的目标尚未实现,从水平上拖了后腿。我国虽然具有产品、技术、装备都是世界一流的大型钢铁企业,但总体上与世界其他主要钢铁生产国家还存在一定的差距;日益增加的需求与产量,使资源和环境压力不断加大,学科研发的任务还很重;少数高质量钢材品种生产的水平与质量稳定性、产品向高附加值方向延伸的产业链建设与应用技术的开发和世界主要产钢国家相比也还存在差距;钢铁前沿核心技术的开发与应用方面还需投入更多的财力和人力。

今后冶金工程技术学科不但要在冶金物理化学、冶金反应工程、冶金热能工程、冶金

原料与预处理、钢铁冶金、轧制、冶金机械与自动化等分学科的应用理论与技术方面进一步优化研究;更要加大对冶金工程技术学科前沿技术攻关研究的投入力度,尽早在核心技术与装备上自主创新或引进技术基础上再创新,掌握竞争与发展的主动权。必须指出,在应用理论与技术的研究与开发方面应继续把重点放在新一代可循环钢铁流程工艺技术、产品开发、节能减排 3 个方面,否则学科发展的总体水平不能迅速得到提高。

二、冶金工程技术学科发展现状

(一)冶金工程技术学科发展的主要成就

1. 我国钢铁产品升级与结构调整取得重大突破

两年来高效、低成本洁净钢生产平台建设取得重大进展以及控轧控冷等轧钢先进技术的应用与优化取得新成就,因此使我国钢铁产品水平档次有了很大提高。

细晶钢生产与规范化取得新进展。目前我国细晶钢生产已覆盖板、管、型、线许多品种,年产量已达 900 万 t 以上。细晶钢国家标准和使用规范已公布实施,将规范其生产与应用。由世界著名出版商德国斯普林格(Speringer)公司主动约稿的英文版超细晶钢专著 *Ultra-fine Grained Steels*, 已由中国金属学会理事长翁宇庆博士主持组织撰写,并于 2008 年在国外出版。

汽车用钢(包括面板钢、高强度结构钢等)已大批量生产,占领国内市场并出口,产品达到国际先进水平。

电工钢以冷代热的工作取得重大进展。冷轧硅钢 2007 年突破 300 万 t, 2008 年已达到 375.5 万 t, 占电工钢 83% 以上,对终端用户和社会节电意义重大。而且高牌号无取向硅钢已在太钢、鞍钢、宝钢等钢铁公司生产成功。宝钢 2008 年 5 月正式批量生产取向硅钢,改变了长期以来国内武钢独家生产取向硅钢的局面。马钢等 CSP 工艺和宝钢、东大等双辊薄带连铸工艺生产无取向硅钢与取向硅钢的试验已取得了进展。

铁道用钢生产已达国际先进水平。高速、重载钢轨及 100m 长钢轨已可立足国内并出口。

X80 等高水平管线钢已在宝钢、鞍钢等多个企业批量生产,用于国内工程,具备了与国外企业竞争的强大能力。南钢、太钢等企业 X100、X120 等新钢种研制成功,进行了试生产。

铁素体不锈钢比例增加,超级双相不锈钢已批量生产并出口,超级铁素体不锈钢研制成功,不锈钢品种与结构优化与产量高速增长同步实现。

我国独创的离心铸造复层钢管坯——热挤压(或冷、热轧)成型复合钢管全新工艺大大提高了复合材生产的效率和质量,属复合管生产世界领先水平。

两年来,钢铁产品获国家科技进步奖六项,获冶金科技特等奖和一等奖五项。我国钢材的市场占有率和自给率近年来逐年提高。

2. 新一代可循环钢铁流程工艺技术已建成第一个工程——京唐钢铁公司

两年来,新一代可循环钢铁流程工艺技术有关理论,经过 15 个课题研究取得了一批成果,并通过设计、制造施工,已初步建成了具有新一代可循环钢铁流程特点的京唐钢铁

公司。2009年二季度将全面投产,并将在生产过程中不断优化,逐步展示其在流程紧凑化、工艺技术解析优化、装备现代化、智能化基础上实现高生产效率、低消耗、低排放、与环境友好的特点。首钢京唐钢铁公司区别于国内外钢厂的流程、工艺与装备特点及取得的研究成果主要有以下方面。

京唐钢铁公司是一个以简捷的流程网络,具有动态、有序、连续、紧凑的运行特点,实现铁水全“三脱”,单个炼钢厂年产970万t以上连铸坯的全新版带材生产企业。

建成我国首批两座5500m³级特大型高炉,而且是世界上第一个5000m³级全干法除尘的高炉。

铁水罐多功能化(定时和定量接铁、运输、铁水脱硫、兑入脱磷转炉),取消鱼雷罐车运输、多罐倒包等环节,节省倒罐站建设,减少系统温降,节能高效。

工艺设计上专用脱磷脱硅转炉与脱碳转炉分跨布置,互相衔接,高效、低耗。与同类型的日本住友金属和歌山厂最大的区别是不在高炉脱硅,保证了铁水预处理所需的系统热量,系统总渣量大大减少。

脱碳转炉干法除尘,回收煤气和蒸汽指标先进、节能减排。

快速RH真空精炼和高效连铸、高效轧制技术水平达到世界一流水平。

全面实现烧结烟气脱硫、干熄焦技术的优化;而且研究成果证明,炼焦过程可添加1%~3%废塑料,只要回收废塑料的社会机制建立起来,即可用于生产,实现与社会友好、消纳社会废弃物的功能。

近期出台的钢铁振兴规划已将工程成果中的一部分纳入了今后新建钢铁企业与钢铁厂改造的推广项目。

在流程功能的理论探索上还进一步提出了钢铁厂能量流网络的新概念。

3. 钢铁行业节能减排技术开发与应用取得重要进展

“三干”(炼焦干熄焦、高炉干法除尘、转炉干法除尘)技术取得突出成绩,推动了企业节能环保减排水平迅速提高。“三干”技术多年来一直在争议中发展,而且以引进为主。但近两年来引进技术消化吸收再开发取得重大进展,加快了应用步伐。干熄焦技术已系列化并向高温高压的优化方向发展、超大型炼焦炉干熄焦和超大型高炉干法除尘已在京唐钢铁公司应用,推动了钢铁行业节能减排技术的发展。

单位产品污染物排放量继续大幅度下降。2008年国家公布了环境保护标准。钢铁行业中烧结、高炉、炼铁、炼钢等标准相继公布实施。随着单位产品能耗继续下降和各类污染治理技术的研发与应用,我国钢铁生产单位产品污染物排放量大幅下降。其中吨钢粉尘排放量、COD排放量达到新颁布的国家清洁生产Ⅰ级标准,SO₂排放量达到国家Ⅱ级标准;新水用量、污水排放和工业粉尘排放总量均实现了下降。

4. 薄(中厚)板坯连铸连轧、薄带连铸、COREX—3000等钢铁前沿技术研究、试验、生产优化又取得新进展

薄(中厚)板坯连铸连轧在生产数量与年产量、生产效率方面继续保持世界领先地位;品种研发与生产、半无头轧制、薄规格产品生产等方面研究与工艺优化不断取得新成绩;一批新生产线的建设正顺利进行。

薄带连铸技术继续在宝钢、东北大学、重庆大学进行试生产与研究开发,并在碳钢、高磷钢、铁素体不锈钢晶粒可控、取向硅钢、高强度但热轧易开裂的钢种薄带坯生产试验中有了进展。东大还向江苏某企业进行了商业化转让。

2007年11月世界上首台 COREX—3000 非高炉炼铁竖炉在宝钢引进并建成投产。在一年多的时间中不断改进操作、维修技术,并发现了设计和操作上必需研究改进的许多问题。

太阳能光伏炼钢、 H_2 冶金等彻底消除“涉碳”反应的全新冶金方法理论与实验室的试验取得了新的进展,是完全消除钢铁企业产生 CO_2 、 SO_2 污染全新途径的重要探索。

低温冶金技术研究取得初步成果,为节能型钢铁冶金开拓了新思路。

(二)冶金工程技术学科有关二级学科的主要发展成就

1. 冶金物理化学的主要进展

冶金新工艺、新技术从源头上避免或减少污染,如利用可控氧流冶金新理论采用固体透氧膜法(SOM)高效、无污染制备金属铬、铌;亚熔盐法氧化钛清洁冶金新工艺。

冶金物化理论应用与冶金废渣的回收利用,例如转炉渣中氧化钒富集利用;碳热还原与熔盐电解结合从高钛渣中获取钛等。

2. 冶金反应工程学的的主要进展

已普遍从冶金流程工程学和冶金系统工程学的广度和深度上进行研究。

已逐渐应用时空多尺度结构与效应的原理和方法去研究冶金反应工程中的有关问题,探讨解决的方法,大大提高了效率。

3. 冶金技术二级学科中粉末冶金的主要进展

汽车、工具、信息行业已成为粉末冶金发展的最大动力和用户。

粉末冶金技术:主要有热气流雾化粉末制备技术;包括注射成形、温压、热锻、雾化沉积在内的粉末压制技术;粉末烧结理论与技术;粉末零件后续处理技术。

粉末冶金新材料:主要有金属粉末多孔材料;纳米晶和梯度结构硬质合金;粉末轻金属合金;粉末冶金功能材料;烧结硬化低合金钢;粉末冶金高速工具钢等。

4. 钢铁冶金二级学科之炼铁、炼钢新进展

炼铁方面除前面已提到的成就外,还有如下进展:7m级焦炉(已建12座)、世界最大的6.25m捣固焦炉、煤调湿技术开发与推广、焦化废水的深度处理;大型烧结机720mm厚料层烧结技术、烧结余热发电技术;低燃料比高喷煤比理论与技术、高炉高风温系统技术、高炉冷却壁优化技术、提高球团矿应用比例;转底炉等非高炉炼铁、尘泥处理技术。

炼钢方面除前面已提到的成就外,还有转炉高供氧强度技术、顶吹 $O_2 + CO_2$ 技术、集束氧枪在转炉电炉中应用与优化技术、连铸恒速浇铸与转炉——连铸专线化生产技术、全自动转炉炼钢终点控制技术、洁净钢生产高效低成本技术。

5. 轧制二级学科新进展

主要为:有限元模拟技术在板带轧制应用日益广泛;型、棒、线材尺寸精度分析预测;

三辊轧制、2Hi 精密轧制等多变量控制;超快冷却技术;氧化铁皮结构和厚度控制;冷却路径控制相变强化技术应用由棒材转向板卷、中板;中板离线淬火技术;碳锰双相钢 CSP 生产线生产技术;板坯定宽压力机最大侧压量可达 350mm;世界领先水平的 H 型钢成套关键技术;引进三辊限定芯棒无缝管轧制技术的优化;轧材组织性能数值模拟与预测等。

6. 冶金机械及其自动化

自主创新是近两年来发展的主旋律,总体上实现由仿制到创新的转变;大型热板轧机、冷连轧机组已可出口国外;大型宽厚板轧机已可完全自主设计制造;厚度 400mm 宽板坯铸机和 $\Phi 800\text{mm}$ 合金钢圆坯铸机已在建设和生产;冶金生产自动控制技术在采矿、选矿、炼铁、炼钢、轧钢与管理工程中全面运用与优化。

三、本学科国内外比较分析

(一) 学科总体上达到国际先进或领先水平

在引言中已明确指出经过这两年的发展,我国冶金工程技术学科已总体上跻身世界先进行列,有的达到了世界领先水平,如:①新一代可循环钢铁流程工艺技术已实现产业化,世界领先;②细晶钢生产规模、规范程度世界领先;③薄板坯连铸连轧效率世界领先;④超高速冷却、复合管生产新工艺等一些单体技术世界领先;⑤世界最大的 COREX—3000 在中国首先投产,新能源利用(如太阳能光伏炼钢)在中国首先开展实验室试验;⑥大、中企业工艺、装备水平及高质量钢生产批量性、稳定性总体达到国际先进水平,自主创新的大型冶金设备在国际上具有明显的性价比优势。

(二) 还存在的不足与差距

①淘汰落后产品、装备和工艺的工作远未完成。总体上影响了学科发展水平。如 II 级钢筋仍占多数,热轧硅钢尚未完全淘汰,高耗、污染严重的小钢厂仍占一定比例。②行业信息化、优化的全线物流、质量、成本、能源、设备在线监控技术发展不平衡,与国外某些先进钢厂仍有差距,这也是质量稳定性、单位产品污染物排放量等方面与国外领先水平存在差距的原因所在。③前沿科技开发与应用无论是投入强度、全面程度、成果产业化程度和进展等方面总体上与国外还有一定的差距。

四、冶金工程技术学科展望与对策

(一) 冶金工程技术学科展望

今后两年学科发展的战略重点将继续放在新一代可循环钢铁流程工艺技术、产品研发、节能减排 3 个方面,主要有:①已建成的京唐钢铁公司在实践中验证、完善、优化新一代可循环钢铁流程的理论、目标与工程技术。②高效、低成本洁净钢生产系统的进一步优化,先进轧制技术的进一步完善开发,冶金生产全面智能化的基础上,全面淘汰落后产品,与用户结合开发急需的高性能产品,开展钢铁产品深加工,延长产业链的研发工作,实现产品结构优化与升级及换代,达到世界先进和领先水平。③研发具有自主知识产权的熔

融还原技术、新型低耗(包括低能耗)低排放钢铁冶金新技术、纳米科技在冶金产品、环保、检测领域应用的新技术等,全面提高我国在世界的引领作用。

(二)冶金工程技术学科发展对策

冶金工程技术学科发展对策:①要抓好新一代可循环钢铁流程工艺技术知识的普及与宣传,改变人们传统上认为钢铁只是“双高”产业的观念,支持钢铁行业作为循环经济的优先切入点,为国民经济发挥更大更好的支撑作用;②国家支持钢铁产业振兴,支持自主创新技术、装备、产品的研发和应用体制、机制的建设,彻底转变自主创新成果产业化慢的局面;③加大学科理论研究的支持强度(尤其是跨学科综合性研究领域),实现前沿技术研发的尽快突破。

冶金工程技术学科的发展必将推动我国钢铁生产持续、快速、平稳发展,并占领国际钢铁科技的最高峰!

第十八节 化学工程

一、化学工程学科在国民经济和社会发展中的地位与作用

化学工程学科是将化学过程和物理过程的基础理论与工业化学相结合的重要学科。化学工程学科下设二级学科 19 个,三级学科 50 个,涉及面广、用途广泛,不仅是我国重要的、不可缺少的基础原材料工程学科,而且肩负着为国防工业提供材料和战略物资的重任,还承担着实施国家可持续发展战略和节能减排的任务。随着社会经济的发展,进一步显示了化学工程学科进一步显示了在国民经济发展中突出的战略地位。

首先,无机化学工程技术的发展推动了相关行业的发展。无机化学工程学科包含酸碱盐工程、化肥工程、硅酸盐工程等三级学科。其中无机酸碱盐工业的发展为化学工业及其他工业提供了最基本的原材料,其产品应用领域广泛,与人们的日常生活息息相关;化肥工程是保证我国粮食安全和农业基础地位的重要条件,总产值约占化学工业总产值的 20%,对中国农业生产的贡献率约为 40%;硅酸盐工业包括水泥、陶瓷和人工晶体。其中,精细陶瓷和人工晶体作为硅酸盐制备工程技术的新成员,其发展备受行业瞩目。而人工晶体由于具有光、声、电、磁、热或功能复合效应等特殊性能,不仅在高新技术产业发展和传统产业改造中占据着重要位置,而且也受到国防军工等领域的青睐。

有机化学工程是化学工业不可缺少的基础工业,支撑着国民经济发展。其技术覆盖了油品加工、基本化工原料与合成材料生产以及有机化工产品深加工过程。我国有机化学工程行业约占工业经济生产总量的 1/5,为国民经济建设提供了能源、材料、农用化学品等,在国民经济中的重要地位无可比及。

精细化学工程学科涵盖了包括农药、染料、医药、涂料、表面活性剂、催化剂等传统化学品;同时,还包括饲料、食品、水处理、造纸、皮革、油田、电子、等行业使用的专用化学品和新型中间体。精细化工的发展优化了产品结构,增加了产品功能,提高了产品附加值,

不仅惠及民生、增强国力,而且也是世界各国的发展战略之一。

电化学工程是化学工程的新型分支,主要包括电镀、电解以及腐蚀与防护。其中,电解是化学品的制造方法之一,诸如烧碱、金属钠等行业产能的快速增长均得益于电解工业的技术进步;电镀技术应用于化工、造船、机械、电子通信等许多行业,为材料表面提供保护层或改变表面性质,使其产品获得更优异的性能;防护技术的进步对化工、海运等行业的安全生产起着保障作用。

化工测量与仪器仪表的现代化技术极大地体现了化学工程学科的交叉性与融合性,是化学工程过程控制的基础。因此,测控装备的个性设计和现代化制造技术的推广,在推动大型化、高参数化、工况复杂化的现代流程工业进程中发挥了突出的作用。

化工机械与设备是化学过程工业单元操作的基础,而每个单元操作则是构成过程工业无可替代的基本元件。化工机械与设备在满足相关学科的产业化、规模化和产业升级、技术更新需求的同时,自身不断强化,在化学工程学科发展中起到至关重要的作用。

二、我国化学工程学科近两年新进展

化学工程不仅是一门具有百年发展史的成熟基础学科,也是充满朝气、与时俱进的学科。化学工程学科的发展得益于国家对学科人才的培养和学科创新体系的建设。近年来,国家在加强高等院校化学工程学科人才培养的同时,还加大力度建设了一批具有高新技术研发、推广和转化能力的国家实验室、国家重点实验室、国家工程实验室、国家工程研究中心、国家工程技术研究中心和国家认定企业技术中心,为化学工程学科新理论、新技术、新工艺和新产品的涌现构建了良好的创新体系。这一体系的建设有效提高了我国化工行业科技创新能力,增强了高水平国际竞争能力,促进了学科优化和交叉,形成了一批重大科技成果和世界一流学科,有效促进了化工行业产、学、研的良性发展。

近年来我国化工界在秉承传统的化学工程理论的基础上,进行了新理论、新原理和新方法的探索。在计算化学工程、化工测量、化工过程系统综合和集成、化工材料制备、化工过程与设备和化工传递等理论、原理、方法上取得了可喜的进展。这些新理论、新原理和新方法的出现又成为现代化学工业化发展新的驱动力,有力地推动了化学工程及相关学科的进步,促进了一批关键技术的突破、技术发明成果和新产品的涌现。

具有代表性的技术成果及新产品主要为下列几个方面:

(一)自主知识产权的技术

“粒子过程晶体产品分子组装与形态优化技术”系统研究了粒子过程晶体产品形态学特征,建立了晶体形态优化方法学,解决了产品中晶形不唯一的国际难题,提升了我国医药及精细化工相关产业的国际竞争力。

“高效择形催化技术”成功地将纯甲苯经择形歧化反应制备对二甲苯,催化剂性能优异、高效。该技术是目前世界上对二甲苯合成新技术,为我国的芳烃工业发展提供了技术支撑。

“陶瓷膜设计与优化”技术通过对超细颗粒悬浮液固液分离机理研究,建立了超细颗粒和胶体体系的陶瓷膜分离功能——微结构定量关系模型,实现了面向应用的陶瓷膜材

料微结构的优化设计,解决了过滤过程中膜孔堵塞的关键技术问题,保证了膜过滤过程长期稳定运行。该技术经技术集成已在多套工业装置上应用。

工业水处理化学品开发取得了重大进展。至今,已成功开发了新型水处理化学品 50 余种,荣获国内外专利 60 余项,建设各类中试线、工业生产线、节水示范线 100 余套;产品及技术应用推广后,累计带动综合经济效益超过 100 亿元;每年为国家节约用水 50 多亿吨,减少废水排放 20 多亿吨。

(二)大型化及成套技术

在二苯基甲烷二异氰酯(MDI)成套生产技术在连续缩合、高效液膜射流光气化、精馏结晶一体化三项 MDI 关键技术上达到国际领先,并在世界上率先实现废盐水循环利用,产品质量达到国际一流水平。

钾肥生产突破了两项关键技术:①罗布泊含钾卤水制取硫酸钾工艺,建成了 120 万 t/a 规模的生产装置;②“反浮选—冷结晶工艺”破解了光卤石矿采输、物料浓缩、光卤石脱钠、冷结晶等技术,建立了 100 万 t/a 的大规模生产氯化钾装置,并逐步实现着镁、硼、锂、钠的综合提取。

“30 万吨合成氨成套技术与关键设备开发研制及应用”开发了四喷嘴撞击流水煤浆气化、低温甲醇洗和液氮洗合成气净化、11.0MPa 氨合成、水溶液全循环尿素等工艺软件包;研制了水煤浆气化、合成气净化、氨合成和尿素等关键设备。实现了首套以煤为原料的大化肥装置国产化,成套装置的国产化率达到 94.5%。

(三)绿色化工和清洁生产技术

膜分离技术于染料工业中的应用,提高了染料质量,实现了清洁生产;采用“组合化学”原理合成用途广泛的碳酸二甲酯,实现了二氧化碳的绿色利用;DCE 催化剂和管式反应器配套的清洁生产工艺,缩短了反应时间、提高了转化率、选择性和收率,产品总收率达 95%,产品纯度在 99%以上,能耗减少 70%;三价铬电镀取代污染严重的六价铬电镀在克服杂质污染和实现厚镀层等方面取得了突破性进展,实现了长期稳定的三价铬电镀,已经大规模投入了生产应用;转窑无钙焙烧铬铁矿生产铬盐的技术,从源头上不再另加大量填料,大大减少铬渣排放,并提高了收率,现已建成了万吨级工业生产装置,实现了铬渣零排放。

(四)清洁能源技术

将催化裂化汽油降烯烃反应历程相匹配的输送床与湍动床相组合的新型辅助反应器耦合于现有工业催化裂化装置中,使催化裂化汽油在该辅助反应器内进行“异地改质”;同时,配套开发设计了一个特殊的分馏塔,单独对改质油气进行分馏,形成了成套技术并成功工业化,将催化裂化汽油的烯烃体积分数降低至 18%以下。

(五)节能减排新技术的推广

“高效利用反应热副产工业蒸汽的热法磷酸生产技术”发明了一种特种燃磷塔,省却

了专用燃煤锅炉和换热器,减少了因燃煤产生的废气和废渣污染;同时,回收利用了黄磷燃烧放出的热量副产工业蒸汽,热回收率可达到 65%以上, P_2O_5 吸收率提高 30%,减少循环水 60%。与燃煤锅炉相比,每产 1t 蒸汽可减少 CO_2 排放量 481 kg,减少 SO_2 排放量(以燃料中 S 含量 1%计) 3.6 kg,减少灰渣排放量(层燃炉,燃料中含灰量以 20%计) 200 kg。

“工业锅炉节水成套技术”根据化工相平衡原理和腐蚀与防护化学原理,将工业锅炉连用法防腐阻垢技术、氧化性水工况及其防腐阻垢技术、和纳米膜法凝结水系统腐蚀技术等一系列高效技术予以集成,应用后实现了增产 20%、节能 9%~16%、节水 92%~99%、减排 92%~99%等。

“高浓缩倍率工业冷却水处理及智能化在线(远程)监控成套技术”是高性能可在线控制化学品和在线监控系统的有效集成,突破了因浓缩倍数提高导致循环冷却水中处于过饱和状态有害离子易于成垢、腐蚀和微生物加剧的技术瓶颈。推广应用后,累计节水近 6 亿 t。

(六) 新产品

富勒烯碳纳米材料已在我国试制成功,其在太阳能电池、高能电池、超导器件、医疗药物和石油化工等领域有广泛用途。

电子行业专用化学品如:氢氟酸、双氧水、三氟化氮、氢氧化亚镍。

锂离子电池专用材料六氟磷酸锂及电解液,正极材料钴酸锂、镍酸锂、锰酸锂、磷酸亚铁锂以及各种碳负极材料等。

人工晶体制造取得世界瞩目的优异成绩。我国生产的锗酸铋(BGO)成功用于欧洲的高能离子显示靶;磷酸氧钛钾(KTP)具大 Z 截面特点,被世界普遍采用生产激光器件;偏硼酸钡(BBO)、三硼酸锂(LBO)晶体,开创了激光紫外倍频的新纪元;掺镁 LN(铌酸锂)大幅提高了 LN 的抗激光损伤能力。

三、化学工程学科发展趋势

(一) 化学工程学发展趋势

随着科学技术的迅猛发展,化学工程的发展趋势颇受业内专家的关注。当今,国际化学工程学科的发展趋势为:①发展生物化学工程,运用化学工程技术去解决有机生命组织中的化学工程问题;反之,采用仿生学原理攻克化学工程中的难题;使生物、医学与化学工程相互促进和补充。②加强过程系统工程的研究,通过过程系统的组织、计划、协调、设计、控制和管理,使化学工程在技术及经济上达到最优化,满足又好又快发展的要求。③提高化工系统的可靠性,主要集中在化工装置的可靠性分析、化工设备和材料的可靠性、系统可靠性的模型化、最优化和评价方面,确保生产装置的正常运转并达到规定要求的产品。④突破化学工程与过程开发难题,解决常规化工过程的量化放大和调控问题,非线性和非平衡过程问题,物质转换过程中各异的时空多尺度结构,尤其是不同尺度现象之间的关联问题,促进化学工程理论的变革。⑤解决化学工程可持续发展问题,要求由粗放

向精细、高效、环保的绿色工艺转换,对原料进行原子设计,对产品进行生命周期的设计,通过过程和工艺耦合集成,减少能源和其他自然资源的消耗,减少生产废料和污染物排放,实现循环经济。⑥采用分子模拟是探索复杂分子、界面结构的关键技术,提供精细的局部微观图景,揭示微观结构并描述其转变过程,为实验研究从设计到检测提供了有力的依据。⑦发展计算流体力学,开发新一代计算流体力学软件的物理模型与核心算法,实现其高效的大规模并行计算。

(二)化学工程技术发展趋势

无机化学工程技术需加快结构调整,提高产品的精细化率,加强资源高效利用,走循环经济的道路,为产业实现“低投入、高产出、低消耗、少排放、能循环、可持续”的发展模式提供技术支撑。

有机化学工程技术的发展将更多地依赖于可再生原料,更好地利用烃类资源,特别是烷烃的有效利用;同时,使绿色化学工艺逐步取代现有的工艺技术。

精细化学工程技术要以“绿色高新精细化工”为总目标,按分子设计的规律和化工新技术开发的科学程序,加强反应工程以及过程的研究,使精细化学工程向零排放发展;加强膜分离、纳米技术、微乳化技术、超临界技术、有机电合成技术等绿色合成技术的研究,推动我国精细化工技术的绿色化进程。

农药工程技术要向研发高效、低毒、低残留和环境友好型农药的趋势发展;加强原始创新产品、制剂和技术的开发与转化;开发农药生产与使用过程中绿色化关键共性技术;加大环保投资力度,推广清洁生产工艺。

电化学工程技术中电镀工程技术要发展和推广环保类型的新技术、新工艺,大幅度提高水、能源、金属材料等的利用率;电解工程技术重点是加快离子膜和扩张阳极技术的开发,力求实现离子膜法制碱技术的国产化;尽快改造隔膜法技术,降低电耗;化工防腐工程技术则要加强对腐蚀机理和防腐蚀新技术、新材料的研究,减少设备材料的损耗,保证生产的安全运行。

化工仪器仪表向智能化、高精度、高可靠性、大量程、耐腐蚀、全密封、防爆等有特殊要求的自动化仪表品种发展,同时要大力发展微分析技术、生物芯片技术、新型化学传感技术、智能传感器技术、成像技术、仪器的联用技术、动态的信息网络技术等信息化技术,提升我国化工生产总体水平。

化工机械和设备工程技术中过程机械要向高效、节能、绿色及集成技术发展,并强化安全保障技术,大力发展大型过程机械及先进控制技术;同时,把传统过程装备理念与纳米、信息化、医疗器械、生物工程的技术原理嫁接和移植,实现化工机械和设备工程技术向节能、环保、微电子、信息和材料诸方面的拓展;微机械重点研究微尺度下的传递与反应工程的基础理论,开发微混合器、微换热器、微反应器等制造设计。

四、我国化学工程学科发展面临的挑战和对策

长期以来,我国走的是一条以大量消耗资源和粗放经营为特征的工业化道路,形成了高投入、高消耗、重污染、低产出、低效益的发展路线。这致使国民经济在快速发展

的同时,面临一系列新的挑战,其中最主要的是来自资源、能源和环境保护三大方面的挑战。

为此,应从循环经济的角度出发,运用生态学规律来指导化学工业过程。基于此提出以下建议:①提高资源利用率,要求矿产使用者对矿产资源所含的所有原子进行设计,不但利用主矿原子,还要利用伴生矿原子,以达到合理利用;同时国家指导减少精矿的开采。另外,在开发利用本国能源资源外,还应利用大量国际资源。②减少能源消耗,改变消费途径,优化能源消费结构,提高现有能源利用率,寻求新能源及可再生能源的开发利用,向能源多元化方向发展。③避免环境污染,化学工业必须开发无公害的绿色工艺,以达到治本;通过简化流程,减少储存、运输等环节的污染;减少废弃物排放,解决化学工业生产过程的排放问题;进行大规模的废水集中治理,做到末端把关。④发挥国家重点实验室、国家工程中心和企业技术中心的作用,注重人才培养,为化学工业发展提供技术支撑,促进产、学、研的良性结合。

第十九节 土木工程

一、引言

2008年是中国实行改革开放30年。在这片960万 km^2 土地上,中国工程建设的成就世人皆知,令国际友人刮目相看。随着我国城镇化的快速推进,2007年我国城镇化率达到44.9%,两年累计提高了1.9%,快于年均提高0.8%的预期。实际上,随着国家经济持续快速发展,中国已成为世界上建筑业最活跃与最繁荣的地区,建设规模和速度高居世界前列。

二、土木工程领域中的进步成果

(一)“青藏铁路工程”获得了2008年国家科技进步奖特等奖

这一奖项由铁道部、中铁第一勘察设计院集团有限公司、青藏铁路公司等50余家主要完成单位,共计120位主要完成人员共同获得。青藏铁路穿越高原冻土,最高海拔5072m,创造了世界高原铁路的建设奇迹,它的建成通车对推进青海、西藏的经济发展、提高当地人民生活水平、加强民族团结、促进文化交流起到了重要作用。青藏铁路格尔木至拉萨段全长1142km,海拔高于4000m地段长达960km,工程建设成功克服了冻土、高寒缺氧、生态脆弱三大世界性工程难题。该项工程的技术创新、管理创新为青藏铁路建设提供了可靠支撑,获专利数十项,发表论文千余篇,极大地推动了多年冻土工程、高原医学和环境保护等领域的科技进步,总体技术达到国际领先水平。

自开通运营以来,工程设施保持稳定,旅客列车运行速度达100 km/h ,创造了高原冻土铁路运行时速的世界纪录,实现了建设世界一流高原铁路的目标。

(二)“外海超长桥梁——东海大桥工程”关键技术与应用获 2007 年国家科技进步奖一等奖

这一奖项由上海同盛大桥建设有限公司等单位获得。东海大桥是我国第一座外海超长桥梁,是连接洋山深水港区和大陆的唯一通道,全长 32.5km,标准桥宽 31.5m,设计使用寿命为 100 年。陆上为 30m 箱梁、海上为 60m 和 70m 预制安装箱梁、4 个通航孔为 120~160 m 连续梁和 420 m 双塔单索面叠合箱梁斜拉桥、岛间为海堤和 332m 双塔双索面叠合梁斜拉桥、基础为 $\Phi 1500$ mm 钢管桩。工程动用各类打桩船、搅拌船、大型浮吊共 200 多条,打下各类桩基约 9000 根,浇筑混凝土约 160 万 m^3 ,制作钢结构约 34 万 t。工程建设条件复杂,规模巨大,一体化施工,结构耐久。

东海大桥地处外海无遮挡海域,海况、地质条件恶劣,年可作业天数少于 50%,工程风险大、难度高。最大限度地减少海上工作量、海上作业时间和施工工序,是确保工程安全、优质、快速的关键。因此必须从设计理念、施工技术和装备等方面进行创新,形成快速安全的一体化设计施工等关键技术,是东海大桥工程能胜利建成的根本保障。

该项目的主要成果为外海超长桥梁精确测量定位技术、蜂窝式自浮钢套箱施工技术、外海超大型整体箱梁预制安装技术、外海桥墩承台混凝土套箱施工技术、海上大跨度钢—混凝土箱形结合梁斜拉桥建造技术、外海浑水环境下大规模水下湿法焊接技术和适用于外海超大型桥梁的防灾防损技术等七大关键技术。这些成果总体上达到国际先进水平,部分关键技术达到国际领先水平。

东海大桥工程的胜利建成,开创了我国外海超长桥梁建设理论与实践的先河,形成了完善的一体化设计施工理念,积累了实践经验和理论依据。

(三)“长江口深水航道治理工程成套技术”获 2007 年国家科技进步奖一等奖

这一奖项由交通部长江口航道管理局等单位完成。长江口是世界上最复杂、治理难度极大的巨型、丰水、多沙、多汊河口;径/潮流交汇、滩槽多变、床沙易动、水域开阔、工况恶劣、地基软弱,设计、施工均缺乏可资借鉴的经验。经 40 余年研究及“八五”科技攻关,在拦门沙的治理思路和总体方案方面取得了突破性成果。建设期内,设计、施工、科研、管理实现了全面技术创新。新结构占全部建筑物总长的 65%;水上施工主要工序全部采用了首创的专用设备和工艺。先期治理北槽拦门沙的治理思想;利用落潮优势输沙的总体治理方案;河口全沙数模的开发应用;砂肋和混凝土联锁块压载的软体排、充砂半圆堤、半圆沉箱堤、空心方块堤等新型结构;三维 GPS 在大型水运工程中的应用;铺排、抛石、整平、沉箱安装等 6 类 27 艘专用船及施工工艺,以及对工程实施的动态管理等大量技术成果均为世界首创。

与国内外大型河口治理工程相比,本工程具有规模大、难度高、首创技术多、建设速度快的特点;治理效果理想;总体方案、多种新型结构、施工专用船机和工艺、全沙数模等技术及对工程的动态管理均居国际领先水平。工程的成功使得进出长江口船型增大、航速和安全性提高;万吨级以上船舶日通过能力由 12.4 艘/d 增至 60.4 艘/d,5 万 t 以上船舶

则由 0 艘/a 猛增至 2006 年的 4500 艘/a; 运输成本降低和运输组织的改善; 不仅使相关产业直接受益, 还促进了沿江产业带及长江流域的社会经济发展。工程对推进长江黄金水道和上海国际航运中心建设, 促进我国社会经济全面发展具有重要的战略意义。

三、土木工程学科面临的挑战

两年来, 我们尽管在工程建设的领域里取得了优异的成绩, 但是我们也应该清醒地看到, 我们面临的挑战仍然存在, 还需要继续加倍地努力去战胜这些困难。

中国耕地资源不足世界人均水平的 30%, 两年来最新的数据显示: 2007 年末全国人口 132129 万人, 年均增长 0.52%; 可耕地面积 1.217 亿 hm^2 (18.26 亿亩), 年均减少 0.1%。虽然这些数据还控制在我国人口年均增长不超过 0.8% 和我国年均耕地减少不超过 0.1% 的目标以内, 但总的人口增加、耕地减少的趋势还不可能在短时间内改变。2007 年 12 月国务院新闻办公室发表的《中国的能源状况与政策》白皮书中明确指出: 我国能源消费已经位居世界第二, 人均能源资源拥有量较低。其中, 煤炭和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的 50%, 石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的 1/15 左右。但到目前为止, 我国节能降耗目标进展滞后, 单位国内生产总值能源消耗累计仅下降 5.38%, 仅完成规划目标的 26.9%。

我国人均水资源量仅为世界人均水平的 1/4, 而且时空分布很不均匀。水资源与土地等资源的分布不匹配, 经济社会发展布局与水资源分布不相适应。黄河、淮河和海河 3 个流域的国土面积占全国的 15%, 耕地、人口和 GDP 分别占全国的 1/3, 水资源总量仅占全国的 7%。水资源供需矛盾最突出的北方诸河总用水量已大大超过了流域的可利用水资源量, 生产生活用水挤占生态需水, 超采地下水, 导致了严重的生态与环境问题。加之全球变暖的不利趋势变化, 情况可能会更加恶化。根据我国的长期发展规划, 到 2030 年, 中国的 GDP 将增长 10 倍, 人口将达到 15 亿多, 全国的经济、社会和生态需水量可能达 7000 亿 m^3 左右, 人均水资源量将降至 1700 m^3 的国际公认的警戒线。如果不采取措施, 仍然按照现有的水资源需求水平、水污染程度以及用水模式发展下去, 未来 30~50 年我国水资源安全保障将处于非常危险的境地。

一方面水资源短缺, 另一方面水资源利用效率低, 浪费水的现象普遍存在。我国农业灌溉水的利用效率只有 40%~50%, 发达国家可达 70%~80%。全国平均单方水实现 GDP 仅为世界平均水平的 1/5; 单方水粮食增产量为世界水平的 1/3; 工业万元产值用水量为发达国家的 5~10 倍。

比起水量减少, 我国由于污染引致的水质恶化对水资源安全的影响更为严重, 也更加令人忧虑。全国七大水系中, 劣 V 类水质的断面超过 1/5。国家重点监控的 28 个湖库中, 部分湖库和河流华频繁发生, 甚至影响到周边群众的饮水安全。对集中式饮用水水源地的水质调查显示, 有 1/4 左右的水源地存在污染物超标现象。近 20 年来, 水污染从局部河段到区域和流域、从单一污染到复合型污染、从地表水到地下水以很快的速度扩展, 危及水资源的可持续利用, 成为当前我国水危机中最严重、最紧迫的问题。此外, 从 2007 年看, 我国的大气主要污染物排放总量减少的目标并未完成, 具体地说, 在全国二氧化硫和化学需氧量排放总量方面, 仅完成规划目标的 32% 和 22%。

四、趋势与展望

两年来,在我国的土木工程领域的工人、技术人员、专家、教授的共同努力下,我们按照中央提出的“科学发展观”的战略思想已经走出了踏实的步伐,具体来说:①“走可持续发展道路”已经开始在全领域形成一种强大的舆论,并开始通过“节约材料”、“保证安全”、“节能减排”等多种形式贯彻在具体的规划、设计和施工的过程之中;②工程全“生命周期”可靠性管理的模式得到越来越多的认可,从规范的修订、计算分析到施工管理、监测维修,越来越多地考虑工程全“生命周期”安全、适用、耐久方法大量出现;③计算机科学、自动控制技术和信息技术的推广正迅速地改变着土木工程传统的习惯和落后的生产方式,有效地提高了全行业的生产率。

通过国内外调查研究,在《土木工程学科发展报告(2006—2007)》中曾建议国家应采取如下措施,即:①健全法制系统、规范政府行为;②打破部门分割、统筹科学规划;③确保质量安全、抓紧教育培训;④加大科技投入、重视成果转化;⑤抓紧信息化建设、做好基础数据积累。应该说这些工作是需要一个相当长的时间来完成的,两年的时间不可能再提出什么全新的建议,但是两年来中国工程建设发展的状况确实使我们感到,在上述的建议中有些工作目前应该特别抓紧。具体而言,这些工作包括:①大力增加自主创新能力、积极增强国际竞争能力;②继续加大科技投入、重视成果转化;③大力加强决策咨询、积极推进决策科学化、民主化;④科技人员要大力发扬优良传统、积极为社会主义核心价值体系建设作出新贡献。

第二十章 纺织科学技术

一、引言

在中国经济改革开放、国际产业大调整的背景下,我国纺织工业作为工业化进程的先导产业和市场化最早、市场化程度最高的产业获得了举世瞩目的发展,规模持续快速扩大,特别是近 20 年来生产保持着 2 位数以上的增长速度。与 1978 年相比,2007 年中国棉花产量增长了 2.7 倍;化纤产量增长了 82.8 倍;棉型纱产量增长了 7.7 倍;棉型布产量增长了 5.1 倍;服装产量增长了 72.1 倍;纺织纤维加工量增长了 11.8 倍;纺织品出口增长了 72.2 倍。截止到 2008 年 8 月,全国共有 4.64 万家规模以上纺织企业,企业职工人数达 1077 万人,资产规模达 2.33 万亿元。如果加上大量规模以下企业,全行业职工人数超过 2000 万人。

入世以来,国内纺织业加速发展。2007 年国内纺织纤维加工总量在 2002 年的基础上翻了一番,达到 3530 万 t。我国是名副其实的世界纺织生产大国,纺织纤维加工量约占世界总量的一半。

我国是世界纤维资源大国。2007 年纤维总产量约 3153 万 t,其中棉花产量 762 万 t,占世界总产量的 30%;蚕丝产量 10 万 t,占世界总产量的 80%左右;苧麻产量 24 万 t,占

世界总产量的 90% 以上;合纤产量 2202 万 t, 占世界总产量的 58% 以上;人造纤维产量 154 万 t, 占世界总产量的 51%。

我国是世界纺织产品出口大国。据 WTO 统计,2007 年我国纺织品服装出口额已占世界出口总额的 29.3%, 其中纺织品占 23.5%, 服装占 33.4%。

我国是世界纺织产品消费大国,2007 年人均纤维消费量已达到 14.6 kg, 比世界平均水平高 34%。快速发展的国内纺织品服装消费需求是纺织产业发展的主要拉动力。据统计,规模以上企业的销售产值中,用于国内市场销售的比重已从 2000 年的 67% 上升到 2007 年的 75%。由于中国进入工业化后期,在城乡居民的消费支出中用于衣着消费的比重逐步上升,加上家用、产业用领域的需求快速增长,纺织产业的发展潜力和市场空间仍然很大。

二、近两年来纺织科学技术进步成果

2007—2008 年,在化纤、纺纱、织造、染整、服装、机械等各纺织领域均推出了多项新材料、新工艺、新技术和新设备。纺织技术向智能化、自动化、连续化方向发展。可以看出,高速高效、高灵活性、高品质和节能环保仍是纺织科技发展进步的主流,纺织技术创新的日益深入,正在彻底改变这一传统产业的面貌。

两年来科技成果丰硕,学科发展迅速。涌现出一批优秀项目成果,其中有部分项目还荣获国家技术发明二等奖、国家科学技术进步奖二等奖等重大国家级奖项。

这批获奖项目覆盖面广,科技含量高,经济效果好,反映出纺织行业在落实科学发展观、建设创新型国家方面的重大进步;这些成绩的取得充分体现了广大企事业单位科技人员在原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新方面的积极努力;充分发挥了“官、产、学、研、中(介)”集成组合的促进作用。以中青年为主体的科技队伍整体水平有较大提高,科技成果产业化有较大进步。企业对新技术、新材料、新工艺、新产品、新设备的期待日显迫切。不断的技术进步为行业持续、健康、平稳增长提供了可靠的保障。

三、我国纺织科学技术学科的发展现状

(一) 纺织纤维与材料学科

近年来,我国有关纤维材料方面科学问题的探索与基础研究受到重视,每年国家自然科学基金资助的面上项目约 30 项,包括天然纤维、高性能纤维、功能纤维、纤维材料应用基础研究等。此外,2006 年国家重点基础研究发展计划(“973”计划)专门立项“高性能聚丙烯腈 PAN 碳纤维基础科学问题”,国家高技术研究发展计划(“863”计划)也围绕高性能纤维、功能纤维等关键技术开发立项支持。国家发改委于 2008—2009 年组织实施高性能纤维复合材料高技术产业化专项,重点支持高性能碳纤维、芳纶纤维(芳香族聚酰胺纤维)、高强聚乙烯纤维及其复合材料应用技术产业化等,加快提升我国纤维新材料产业化的自主创新能力。

(二) 纺纱工程学科

近年来,纺纱学科在紧密纺技术、高效工艺技术、复合纺纱技术的发展方面取得可喜

成果。

纺纱设备方面,棉纺清、钢、并、粗、细、络等设备工序都有不俗的进展,取得了较大的成绩,已纳入“十一五”纺织行业推广技术项目(第一批)目录的就有 22 项之多。这些都为纺纱企业的更新改造、提高效率、增加效益提供了基础。

(三) 机织工艺与产品设计

国内喷气引纬技术的发展主要体现在织机车速、筘幅普遍提高,利用 CAD 技术对机架、打纬系统、引纬系统等进行优化,自动化程度与品种适应性也有了显著的提高,总体接近国际 20 世纪 90 年代中期的技术水平。

国内厂商自主研发的剑杆织机在体现高速化、智能化、自动化、多适用化、模块化方面同样作了许多研发工作;特别是在高速化和多适用化方面,多家国产高档剑杆织机生产企业作了较多的探索工作,开发能力有了很大的提高。

国产电子提花机主要向高速化、多针数方向发展。浙江理工大学等单位在国家“863”计划先进制造技术领域的支持下,开发出了高速大纹针数电子提花机,最大纹针数为 10752 针,织造速度达到 620 r/min。

目前对织物组织的设计已形成了较为系统的方法,在计算机 CAD 技术的配合下,形成诸如小提花组织扫描设计法、复合组织设计、多臂组织的重组设计法等设计方法。在提花组织的设计中,为表现特殊的外观效果,国内形成了具有特色的仿真彩提花组织设计法、黑白彩色像景提花织物组织设计法、双面提花组织设计法、仿刺绣效果提花组织设计法、多色经提花组织设计方法等新方法。

(四) 针织工艺与产品设计

近年来我国针织业呈现出了较快的发展速度,针织技术和相关设备向多功能、高效、节能、环保、高精密度、高度机电一体化方向发展。针织产品呈现多元化、高档化、时尚化和功能化的发展趋势。

据不完全统计,目前国产电脑横机厂商已从几年前的 10 多家,增加到目前的 60 多家,许多原来生产绣花机、缝纫机等的企业也逐步开始开发电脑横机,并陆续推向市场。随着横编技术的发展和横编软件的开发,横编产品有了更大的设计空间,日益呈现多样化,扩大了横编产品的外延;同时,一些新原料丰富了横编产品的内涵。经编技术在电子送经、电子横移、电子贾卡提花、经编整经、经编生产监测、经编 CAD 技术等方面也取得了不少进展。

(五) 纺织化学和染整工程学科

很多棉机织物的染整都采用连续式的平幅加工方式。对行业有重要推动作用的主要成果有涂料染色新工艺技术的研发和应用及丝光新技术的研发。

在毛染整工程中特别关注的课题是羊毛低温漂白和染色技术、变性和拉伸羊毛的染色性、毛织物防缩和机可洗加工技术等;还有羊毛与其他新纤维混纺交织物染色的新工艺、短流程加工,羊毛(羊绒)抗起毛起球及功能性整理技术等。

桑蚕丝类织物的主要染整技术攻关课题是无水或少水染色技术及天然染料染色技术。

染整工程学科中共性技术开发和应用有:纺织品一次成功染色技术(RFT)和即时化生产(JFT)、功能性整理技术等。

我国印染新技术方面,逐步在生产上应用的有:数码喷墨印花技术、棉纤维阳离子改性染色技术、超临界 CO₂ 无水染色技术及低温等离子体加工技术。

(六) 服装设计与工程学科

运用人体生理学与心理学、传热传质学、计算机科学、物理学等相关学科的研究成果,研究服装适应人与环境要求的问题。

舒适性及功能防护服装方面的研究进一步细化。目前对服装热湿舒适性能的研究已相当深入和成熟,而对服装压力舒适性的研究则处于起步阶段。服装的压力舒适性作为评价服装舒适性的一项重要指标,已逐步开始受到相关科研机构、大专院校和服装企业的重视。紧身贴体的服装,包括内衣、运动服装、弹力袜的压力舒适性问题,是目前的研究热点。

其他方面的研究动向:从单一的服装产品设计向品牌服装设计方向发展;从传统的服装设计与制造向信息数字化、高新科技方向发展;重视服装文化及其相关领域的研究。

(七) 纺织复合材料学科

编织、机织、针织、非织造等适用于高性能纤维的新的纺织技术蓬勃发展;树脂传递模塑工艺(RTM)、树脂膜渗透工艺(RFI)、真空辅助成型工艺(VARI)等新的低成本树脂基复合材料液体成型技术不断完善。随着纤维加工、纺织工程和复合材料成型技术的不断进步,纺织复合材料的应用领域已从航空航天领域逐渐扩展到交通、能源、建筑、体育等国民经济的各个领域。

经过 30 多年的研究发展,工艺装备技术水平有了很大的发展。机械化成型复合材料产量已占总产量的 40%,计算机控制的纤维缠绕机、拉挤机、大台面高吨位压机以及喷射成型机等装备已实现了国产化,缝编毡、复合毡、连续毡、针刺毡、机织布、多轴向织物等新品种都有工业化生产。近年来,剑杆织机、多轴向缝编机、大型二维编织机、大型缝合设备、自动铺放设备的现代化纺织预成型设备国内已有引进或研制,三维编织设备、三维机织设备已由天津工业大学研制成功。RTM、VARTM 等低成本复合材料成型技术也已成功应用于纺织复合材料的生产中。

(八) 纺织机械工程学科

在《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》的战略指导下,政府对振兴纺织机械装备制造业给予了很大支持。2007 年经科技部列项批准国家科技支撑计划“新一代纺织设备”项目(9 个课题)。自 2006 年以来,国家发改委批准开设“纺织行业加快结构调整转变增长方式专项资金项目”(纺织机械 44 项)与“新型纺织机械国产化专项”(4 大项 10 个项目),目前国家发改委正在进行 2009 年纺织机械国债项目的立项申报和评审等工作。

在这些项目支持下,围绕“十一五”纺织科技规划,有关企业、院校做了大量工作,近年来取得明显进展与效果。此外,在 2008 年的 ITMA ASIA + CITME2008 纺机展会上,与“10 项新型成套关键装备技术攻关和产业化”有关的攻关成果都进行了展示。

四、国内外差距与发展目标

(一) 纺织纤维与材料学科

我国化纤产业结构不合理方面的局面依旧突出。虽然我国在差别化如异形截面、三维卷曲、导电和抗静电、抗菌、吸附、阻燃、抗辐射、防紫外等纤维开发方面已取得较大进展,但纤维总体的差别化率不到 30%,远低于发达国家或地区,每年仍需从日本、中国台湾等进口纤维,特别是差别化腈纶占到需求总量的 50%。

欧美、韩国、日本等很多纤维企业都将开发、生产各种不同性能的差别化纤维列为首位。开发高技术纤维及其应用是纤维材料和纤维产业发展的强劲动力。

在利用微生物、光纤等高新技术开发新纤维材料方面,美、日、欧洲等发达国家和地区都已开展了卓有成效的研究与开发工作。

要积极推动“需求牵引”的研究和产业化模式。按照有限目标、重点突破的方针,以碳纤维等高性能纤维产业化、常规纤维的差别化或功能化、新型生物源纤维规模化等对资源、环境和国民经济发展具有重要作用或影响的高技术纤维为重点,解决科学问题,突破工程化、产业化的技术瓶颈,强化纤维新材料的规模应用,为国民经济发展和国家安全提供优质的纤维材料。

(二) 纺纱工程学科

我国应减少消耗原料多、市场不畅的产品,增大细线密度(高支数)、超细线密度(超高支)、特细线密度(特高支)的轻薄精细产品的比重;重视功能性、高品质、新用途混纺产品的开发。

应继续提高纺纱设备自动化水平和大卷装化水平。通过对环锭纺细纱机的技术改造和创新而产生的紧密纺纱、复合纺纱等新型纱线是环锭纺技术进步的重要标志。

(三) 机织工艺与产品设计

目前国产喷气织机、剑杆织机尚存在的问题有:①高档机型的技术水平、稳定性、可靠性、品种适应性与进口机相比仍存在一定的差距,除了硬件上的差距,应用软件方面的差距更大,制造厂商在品种适应性方面还应做更细致的工作;②现有产品趋同化问题严重,同一产品多家单位重复生产,没能形成自己的品牌,真正具有自主知识产权的品种较少,机型发展缓慢且低水平织机比重较大;③为了争夺市场竞相降价销售,陷入了压价倾销,更为严重的是在降低价格的同时,质量也呈下降趋势;④织机箱幅还不能完全适应市场需要。

目前国内纺织品设计 CAD 技术在一定程度上已达到了满足国内产品设计的基本要求。但与国外相比,在纺织品设计 CAD 系统的织物模拟与展示技术、纺织品设计 CAD

系统的纱线库技术、纺织品设计 CAD 系统的图形处理功能等方面仍存在一定的差距。

(四) 针织工艺与产品设计

目前我国的针织产品与国外先进水平相比尚有不小的差距,表现为:原料的品种与规格较少,特别是新型化学纤维应用得较少,因此最终产品的档次与附加值不高;服用产品、装饰用产品的科技含量不够高,舒适性、功能性和防护性服装较少;产业用针织物无论是品种还是数量都较少,有些甚至还是空白。因此我们要跟踪国外的先进技术,借鉴他们的成果,大力开发新产品,拓宽应用领域。

国产针织设备与国外存在着差距,但总的来说,近年来通过对国外先进设备的展出和引进,特别是在针织设备方面,机电一体化水平有了进步,设备的工艺制造水平也有了提高。

(五) 纺织化学和染整工程学科

我国印染助剂的产量和品种与国外相比较为落后,工业发达国家印染助剂产量与纤维产量之比为 15 : 100,而我国仅为 4 : 100。目前国产印染助剂的自给率虽达到 90% 左右,但只能适应中低档纺织品的需要。

我国染料工业主要差距表现在:①商品化质量差;②纯度不够高、含有杂质多;③品种还不能满足市场需要;④染料添加剂影响色光;⑤染料商品化后加工技术不高;⑥染料工业整体生产技术和装备水平不高;⑦染料生产的污染和毒性也已成为当前染料行业生存和发展的关键问题。

在纺织化学和染整学科科技发展方面应着重做好以下工作:①环保和专用系列染化料的开发与应用;②高效短流程、节能减排染整技术的应用;③少水和无水染整技术的应用;④新纤维和多元纤维混纺交织制品的染整关键技术;⑤数字化染整新技术开发与应用;⑥废弃物治理和资源回收利用。

(六) 服装设计与工程学科

中国人体型研究、服装人体工效学研究、中国人服装原型研究等研究方向的重要性与必要性正日益显现。

东华大学研究提出了具有中国式原型——东华原型的理论体系和技术方法,填补了我国服装设计技术的这一空白,促进了纸型构成技术的进步。但是,具有典型意义、国内外公认的中国人服装原型尚未真正形成。

(七) 纺织复合材料学科

以 RTM 技术为代表的液体模塑成型技术,以其高品质、低成本、环保等制造优势,近年来成为国际先进复合材料制备技术的主要发展方向。

近年来,我国树脂基复合材料工业年均增长高达 14.7%,并呈现良好发展态势,在总量上实现了高速发展。

(八) 纺织机械工程学科

国产设备在新材料使用、加工精度、生产速度、门幅、品种的适应性及技术水平、设备可靠性、外观及系列化上、机电一体化水平、工艺自调、在线检测、在线监控、故障自诊断与排除以及计算机、伺服系统和网络系统的应用上与国外都有较大差距。

以数字化单机、车间级自动化和车间、企业信息化系统工程为标志的数字化纺织机械,和以安全、节能、环保产品为标志的绿色纺织机械为重点,通过数字化纺织机械和绿色纺织机械产品的实施,推进纺织机械制造加工技术水平的提高,推进纺织机械产品质量和可靠性的提高,推进企业、全行业的技术进步。

五、纺织科学技术学科方针政策建议

为了适应新形势下纺织行业的技术需求,紧跟国际新技术发展趋势,在 2008 年初对 2005 年的《“十一五”纺织行业科技攻关和产业化项目指南》(以下简称《指南》)又进行了调整和修订。修订后的《指南》将部分已取得突破的技术列入了行业重点推广技术目录,增加了部分行业急需突破的重大、共性、关键技术,进一步明确了纺织行业技术发展方向和重点领域,希望能更好地引导行业开展技术创新。

纺织新材料及先进加工技术领域主要包括:碳纤维、芳纶等高性能纤维产业化研发;新型聚酯(PTT、PEN 等)和新一代聚酯生产链高新技术产业化研发;可降解、可循环化纤生物质工程多品种研发及产业化技术;新型绿色纤维素纤维生产新技术;年产 60 万~100 万 t 新型 PTA 成套国产技术;高性能复合产业用纺织品加工技术;高档复合非织造布技术;新型医用纺织材料技术;膜结构材料及新型篷盖材料技术;农用非织造布及化纤网技术;纺织品的智能加工技术研究。

纺纱、织造、染整高新工艺技术领域主要包括:棉纺织高新工艺技术;毛纺新型工艺技术;麻纺新型工艺技术;丝绸新型工艺技术;针织新型工艺技术。

环保、节能染整加工新技术领域包括:新型纤维的染整关键技术;高效短流程、节能减排染整技术;少水、无水染整技术;功能性整理新技术;数字化染整新技术;环保型染料、助剂、浆料开发应用;废弃物治理和资源回收利用技术。

纺织信息化技术领域主要包括:适合纺织行业的 ERP 系统的开发研究;纺织行业电子商务平台建设;各类企业数字化综合集成技术开发应用;纺织工厂生产信息监测和管理系统。

10 项新型成套关键装备技术攻关和产业化领域主要包括:高效、节能、减排的化纤成套设备与技术;差别化、高性能纤维的成套设备与技术;高效现代化棉纺生产线;机电一体化剑杆织机和喷气织机;纺粘法和熔喷法非织造布生产线及复合设备;智能化圆纬机系列产品;多功能电脑横机;现代化经编机系列产品;染整设备工艺参数在线检测系统;高质量、高效、节能、环保的染整设备。

第二十一节 食品科学技术

一、引言

近年来,现代科学技术的日新月异给食品科学技术学科提出了新的科学问题,中国的社会经济发展、食品行业的特定发展状况以及世界经济环境特别是金融危机等也对食品科学技术学科提出了新的国家战略需求。2007—2008年食品行业的发展承受着很大压力,但是仍然保持了较为稳定的增长势头,制造业第一产业的地位和作用依然显著。作为中国食品产业迅猛发展的主要推动力的中国食品科学技术学科,在这样一个特定的历史时期,在本身取得大量突破性进展、作出大量重要贡献的同时,也正呈现许多自身特点和新趋势。

二、食品科学技术学科现状与发展趋势

食品科学技术学科起源历史悠久,与相关基础学科农学、医学和工学具有较深的渊源。食品学科在整个学科门类中占据较高的学术地位和影响力,作为一支重要的学术分支交叉于农学、工学、理学、医学和人文社会科学多个领域。学科在发展过程中一直注重其基础理论、技术创新、科技转化以及学科之间的交叉和融合。两年来,食品科学技术学科继续促进学科建设、科学研究以及学术交流等领域的发展,特别是在新理论、新方法、新成果、新技术方面取得了一系列重大突破,提升了学科的整体发展水平,推动了食品工业的技术进步和自主创新。

两年来,食品学科围绕国家战略发展需求,进一步加强学科建设、教学改革以及人才培养的实施力度,实现了学科发展的外延扩展与内涵提升的统一。截至2008年,全国食品类高校达205所;其中2007—2008年,全国新增食品类专业的高校达49所,分布在31个省、市、自治区的综合、工科、农业、工商、医学、师范、民族等院校中,特别是苏、鲁、沪、浙一带,形成了以本科和研究生教育为主体的全方位的食品科学与工程人才培养体系。教学改革方面实施“教学质量工程”,在继续稳抓教学质量的基础上,进一步改革实验实践教学以及教学质量监测保证体系。江南大学和中国海洋大学的“食品科学与工程”专业于2007年首批通过全国工程教育专业认证;两年来共新增国家级精品课程14门;建设了与国际水平接轨的系列专业课程教材、系列配套教学参考书和系列专业教学录像片。其中,90余本食品类教材被列入国家“十一五”规划教材,16本已正式出版;学科人才培养模式已形成“重基础、宽口径、偏应用、塑个性、求创新”的特色。培养水平的大幅度提高,受到了国内外各大著名的食品科研机构、跨国公司和生产企业的认可。两年来,我国食品科学与工程本科专业一次就业率高于80%,少数院校达到95%以上。

科学研究一直是学科发展的重点内容。目前,食品科学技术学科已经具备了承担国家重大科研任务的能力,特别是2007—2008年,科学研究的综合实力得到进一步提升。国家对食品科学技术领域的科研投入和支持力度逐年加大。“十一五”以来,国家先后推

出的科技支撑计划、高技术研究产业化发展计划(“863”计划)和国家自然科学基金等项目中食品及其相关学科,即农产品加工、功能性食品、现代奶业、食品安全等研究项目增加,经费强度提高。其中,国家“十一五”科技支撑计划在食品科研方面立项总计有9个项目,108个课题,总投入经费达6亿多元;“863”计划在现代农业技术领域投入总经费7亿多元,其中与食品科学技术直接相关的项目资助额度超过1亿元。同时,食品科学与技术领域的科学研究也取得了丰硕的成果,特别是在食品加工、功能性食品以及食品安全等重大关键和共性技术与理论方面取得了具有先进性和创新性的科技成果,开发了以生物技术、纳米技术以及细胞分子水平为基础的一系列新技术、新工艺、新方法和新产品,建立了一批产业化示范基地。据统计,2007—2008年,我国食品科学与技术领域的高水平研究论文发表量快速递增,增长率达到67.3%,大大超过同期世界平均6.94%的增长速度;共获得国家科学技术进步或发明奖10余项;2007年申请国内外专利达8300余项,约占全国专利总数的2%。这些科技成果极大地丰富和发展了食品学科,直接或间接地转化为巨大的生产力,促使食品工业步入从数量增长向营养、健康和安全的转变,产生了明显的经济和社会效益。

在科学研究取得重大成果的同时,学科继续加强与国内外高等院校、科研院所以及行业之间的学术交流,特别是在交流规模和层次方面均取得了跨越式发展,我国食品学科的国际影响力和学术地位得到了进一步提升。2007—2008年,举办国内学术会议40多次、展会17次,出席会议的代表合计13000多人;主办和协办国际会议10余次,展会24次,出席会议的代表合计10000多人,其中境外代表占30%左右,国际知名科学家10余人;先后与美、加、英、法、日、韩等国家和中国港澳台地区10多所院校和科学研究机构建立了联合研究中心或友好合作关系,开展互派研究生、访问学者、相互进行科学研究等合作项目。

随着国际交流的广泛开展和现代科学技术的迅猛发展,特别是农学、生物学、医学、数学和工学等基础科学对食品学科的渗透,食品学科的研究出现了新特点、新趋势:食品加工过程的基础理论、食品营养与健康、食品安全与控制、食品生物技术等研究领域和相关技术成为该学科目前最前沿的研究方向和最核心的技术,特别是食品安全和控制成为国内外最受关注的热点问题,评价体系也从传统毒理学向现代生物信息学、基因芯片技术以及免疫学等新方法转变。

三、食品科学技术学科发展的战略需求

(一) 国家战略需求

1. 建设和谐社会,需要食品科技为公共食品安全和人口健康等基本民生问题提供科技支撑

民生科技已引起我国科技界的关注,国家中长期科学技术规划纲要的制订与实施,已将科技工作的重点向民生科技转移。“民以食为天”,食品与人体健康问题自古以来就备受关注,推进食品科学学科进步,为公共食品安全和人口健康等基本民生问题提供科技支撑,保障国民衣食无忧、人与自然和谐相处,无疑是服务民生、让广大人民群众共享科技成

果、共创和谐社会的重要途径。

2. 新一轮的技术革命和产业革命正在深入发展,将推动食品科学技术发生革命性变化

自 20 世纪 90 年代以来,新的科技革命蓬勃发展,尤其表现在信息科学信息技术、生命科学生物技术及纳米科学纳米技术方面,也涉及新能源、空间探索、地学方面的重要研究。在信息领域、生命领域、纳米领域,人类取得的新进展不仅极大地改变了人类对物质世界的认识,也极大地改变了我们科学技术的面貌,不仅导致大量新兴学科的诞生,同时由于这些技术的广泛渗入性,也将对我们传统食品学科产生变革性的影响。

3. 建设创新型国家的国家需求,迫切需要食品科技的发展调整科技战略

过去的 20 年,引进、消化、吸收、推动了我国食品产业的发展,我国经济的快速发展也给食品产业的发展提供了机会。但是我国现在的战略已经调整为自主创新,食品产业作为国家的支柱产业之一必须要进行自主创新,必须要在国际舞台上与美国、欧盟、日本等国家竞争。建设创新型国家的需求迫切需要我们食品学科去思考如何才能自主创新、重点跨越、支撑发展,引领未来。

4. 解决“三农”问题,需要食品科技为农产品深加工提供支持

在新的形势下,“三农”科技需求涵盖的范围和深度都在扩大。农业的科技需求主要特点是以信息技术、生物技术、设施技术为主导方向,研制新品种、新设备,提供种植、养殖、加工新技术等,而食品科技与工业是农业产品面向市场的主要推动力量。解决“三农”问题,实现农业产业化,加快促进农民致富,食品加工技术支撑是必要保障。

5. 建设节约型社会,需要食品科技为资源充分利用提供支撑

食品工业必须紧紧依靠科技进步,重点攻克生产中相关关键技术,以先进技术代替落后和有污染及能耗高的生产方式,促进产业升级换代;以科技进步提高资源利用率及生产的综合加工利用水平,提高废弃物的综合利用率,提高能源使用率,实现我国食品工业清洁生产 and 可持续发展。

6. 应对金融危机,需要食品学科快速调整科技布局带动相关产业发展并拉动内需

食品工业不仅是我国国民经济的重要支柱产业,同时也成为是解决城乡人口就业人数最多的行业之一。全行业 2005 年从业人数达 950 万人,占全国工业企业就业人数的 17.95%。金融危机不可避免地波及全行业,在这样一个时代背景下,食品工业作为一个产业链很长、与农业、机械、包装、运输、材料、化学化工行业及服务业等关联度很高的行业,需要快速调整科技布局,带动相关产业发展,帮助解决城乡就业问题并拉动内需。

(二) 行业发展需求

1. 我国食品工业已进入全面扩张和高速发展的战略机遇期

随着国内经济发展环境不断改善,作为国民经济重要组成部分的食品工业经济运行平稳,结构调整加快,发展更加协调,质量效益不断提高,为经济社会贡献显著。在面对巨

大历史机遇的同时,食品工业的发展也在谋求应用高新技术,进一步调整产业结构、企业结构、产品结构,捕捉各种新的经济增长点,形成一批高新技术产业群,使农副产品精深加工和高技术的应用成为食品企业的主体。

2. 我国是食品生产大国但不是强国,食品加工业整体技术水平亟待提升

目前,我国食品行业科技水平虽然落后于发达国家,但可借鉴国外先进生产工艺技术和管理经验,自主开发创新,避免其他国家在经济发展中曾经走过的弯路,促进技术积累和提升,并以后发优势改造和提升比较优势缩小与发达国家的差距。学科发展将为提升我国食品加工业的科技水平提供重要支撑。

3. 行业危机和金融危机将不可避免使食品行业发生变化

这次金融危机必将对全球的经济产生深远的影响。目前金融危机已经向实体经济演进。在金融危机的影响下,食品领域各个行业也受到不同程度的冲击。那些规模相对比较小、科技含量比较低、利润空间比较狭窄、管理比较粗放的企业将会是受冲击最大的。尽管金融危机有很大的破坏性,但是它也有一定的机遇性,只要我们适时调整我们的科学研究以及服务方向,就能利用这次危机产生的新空间去进行新的发展。

四、学科前沿热点

1. 食品加工过程的基础理论研究更为深入

基础研究是科技与经济开发的源泉,是新技术、新发明的先导。食品基础科学的研究在食品科学和食品工业领域受到越来越多的重视,食品基础科学对整个食品科学和食品工业的指导作用愈发显著。食品学科领域的基础研究项目要更多地参与到国家自然科学基金项目和“973”计划中,获得国家的支持,在更深层面上解决食品工业发展的重大科学问题,加强食品工业原始创新能力。

2. 食品的安全和控制成为国内外最受关注的热点问题

近年来不断发生与食品安全有关的食品污染事件,造成了人们对食品污染的恐惧和对食品安全的担心。食品安全问题是关系到人民健康和国计民生的重大问题,而食品安全和控制是保障食品安全和国民健康的重要基础和前提。随着食品工业的发展,食品种类和制作工艺技术日益丰富,特别是新的物质如食品添加剂、保健食品、新资源食品、转基因食品、食品用的容器和包装材料等的不断涌现可能带来新的食品安全性问题。对这些食品进行科学的安全性评价,从而为国民提供健康安全营养的食品一直是包括我国在内的各国政府努力的目标。

3. 食品生物技术是 21 世纪食品高新技术的核心

21 世纪被誉为生物技术世纪。生物技术飞跃发展对人类健康、经济发展和工业科技产生了深刻影响。随着基因工程的发展,其在食品工业中的应用日益广泛和深入。食品生物技术这一分支学科已经形成,并且注入了高新技术的内涵,促进了“食品科学与工程”一级学科的发展。生物技术是生物工程在产品生产上的应用,实际上是利用了自然的生物反应过程。基于微生物技术及化学工程原理,已经建立基因工程、蛋白质工程、细胞工

程、酶工程和发酵工程等生物技术在食品工业中的广泛应用。最新研究表明,食品生物技术作为一项高新技术将在食品工业的发展中起重要推动作用。

4. 食品营养与健康问题是当今食品科学技术研究领域的前沿

国民健康状况在很大程度上已成为国际社会衡量一个国家社会进步的标志,也是反映社会经济状况满意度的“镜子”。国外从结构、功能、作用机理、生物利用率、安全性评价等进行广泛深入的研究。由于人们生活水平的提高和饮食结构的改变,营养问题的本质也有了不同的表现,由过去的营养不良向营养过剩和营养不均衡方向发展,营养不再表现为特定人群的特定问题。我国尚缺少分子水平上的基础研究工作,营养成分结构功能不明确,作用机理和效率不清楚。

五、食品科学技术学科发展策略

食品学科建设工作是一项复杂的系统工程。从建设的角度来看有3个要素:凝练学科方向,会聚学科梯队,构筑学科基地;从建设水平来看主要体现在3个方面:培养人才的水平,科研成果的水平,提供社会服务的水平。针对国内食品学科发展的问题,根据国家需求、行业需求、学科前沿发展需求,食品学科建设发展对策与措施可以从“大”字着眼。

1. 形成大学科概念,凝练好学科方向

在新一轮国际技术革命和产业革命、国际金融危机的深刻影响、中国科技战略的调整和国家发展阶段的影响这个新背景下,食品科学技术学科需要对国家需求、学科需求以及食品产业经济运行的规律性进行研究及食品科学基础理论、方法、技术、人才培养模式以及管理模型进行研究。完善食品学科体系与内容,应融会相关学科的理论方法来丰富和发展自己的内涵和外延。充分预见学科发展趋势,瞄准科学发展前沿和重大生产及社会实践问题,体现前瞻性;切实发挥自身的比较优势,体现可行性;突破原有学科界限,通过大力推进学科交叉与融合,培养新的学科增长点,体现先进性。

2. 组建大团队,提高培养人才水平和科研成果水平

学科深度细化,学科间大跨度交叉和综合集成深度发展,复杂科学问题的突破更多依赖于多学科的综合交叉和集成创新,重大原始性创新成果的取得越来越需要不同学科科技人员在前沿交叉领域的大团队协作。通过大团队的建设,实现大项目、大成果、大影响的实现,同时实现科学研究主题队伍的快速成长和发展——带头人层次更高、骨干影响更大和青年人才更快成长。

3. 构筑大平台,参与国家和地区创新体系建设

作为创新能力的火车头,体现国家水平的研究创新平台对推动学科发展、引导行业科技进步将起到无可替代的作用。构筑大学科平台,不仅是仪器设备的更新与增加,更重要的是包括队伍、人才、教学体系、公共支撑以及学术环境等整体水平的提高;不仅搭建舞台,同时要唱戏,即平台建设要与承担重大科研项目相结合。建设大平台要以重大科技创新为目标,围绕科学工程进行创新思维,不妨设置“食品+X”将相关学科领域纳入到整个食品学科创新体系建设中来,将食品科学学科建设成具有重要社会影响力的科学学科。

4. 实现大成果以及大影响力,提升学科水平

注重单项技术的局部创新,形成小领域的成果,是科技发展初期的典型特点;现代科技研发活动越来越注重多学科的综合交叉和集成创新,强调在集成基础上形成有竞争力的系统技术和产业。单项技术研发往往因为缺乏和其他相关技术的衔接,难以形成有市场竞争力的产品或新型企业,而以集成创新为核心则可以达到事半功倍的效果。所以,现阶段推进自主创新,应由以单一技术突破为主向单一技术突破与多项技术集成相结合转变,加速集成创新,形成大的产业链,实现大成果以及大的影响力,提升整个食品学科水平。

5. 发展民生科技,提高学科的地位

食品产业本身就是健康营养的民生产业,食品产业同时也是国民经济的支柱产业之一。在国家科技发展要求以人为本、强调民生科技的今天,食品学科的发展以及学科科学研究更应该面向社会发展重大需求,把资源、环保和人口健康、公共安全放在优先位置,在资源充分利用、绿色生产、环境保护、食品品质和安全保障等方面加强技术攻关,加强科技成果转化。通过发展民生科技,让科技真正惠及广大民众,从而提高学科影响力和地位。

6. 加大对食品科学基础学科的投入,增强发展动力

根据食品基础学科工作周期长、经济效益短时间不显著的特点,以社会效益为主的特点,应建立以国家财政为主、地方财政辅助和企业共同投资的三级投资方式,稳定增加食品学科的研究投入,增加发展动力。同时,国家各项科技计划也应向食品基础学科的研究倾斜,拨出专项经费,加大力度支持,促进基础食品学科研究有一个较快的发展。

7. 加强国际科研合作交流,扩大国际影响

在经济全球化、科学技术日新月异的今天,加强国际交流与合作成为各个学科的至关重要的问题,食品学科也不例外。因此,必须跟踪世界科技发展前沿,利用世界科学技术的最新成就来推动我国食品学科研究的发展。建议加强全国食品安全信息中心、食品营养与健康信息中心、食品资源信息中心的建设,建立国内外信息交流网络,全方位地开展国际科技合作,支持科学家参加国内外学术活动,使中国食品学科成为国际舞台上的活跃者。

第二十二节 农业科学(基础农学)

进入 21 世纪以来,以生物技术和信息技术为先导的现代农业发展迅速,农业基础研究和原始创新越来越受到重视,科技交流与合作日趋广泛,自主创新能力不断提高。以研究农作物生长、发育规律及其资源环境关系与调控途径为主体的基础农学学科,围绕国家战略需求和科学前沿问题,取得了一批具有重大理论创新价值和自主知识产权的研究成果,有力支撑了我国农作物持续稳定增产与农业持续发展。

一、基础农学学科发展动态

(一)作物种质资源学

20世纪80年代以来,我国组织开展了大规模的农作物种质资源考察收集及国外种质资源引进工作,并在资源保存手段、资源鉴定评价及利用方法等方面都取得显著进展。截至2008年,通过直接考察,收集各类作物种质资源99000余份,从世界120多个国家引进作物种质资源47200余份,基本建立了一套适合我国国情的种子入库操作技术和贮藏标准原位保护技术。在作物种质资源的遗传多样性评估上,已经从形态学水平的表型鉴定提升到遗传性状蛋白质、DNA标记的分子评价水平;随着基因组学和生物信息学等学科的迅猛发展,等位基因发掘已成为种质资源研究的重要领域。同时,利用基因工程手段进行种质创新是近年来发展起来的新技术,它不仅可以在不同科、族间进行基因转移,而且可以打破动植物的界限,极大地丰富了变异类型,增大了遗传多样性。

(二)作物遗传学

作物遗传学差不多每隔10年就有一次重大的突破,已从孟德尔、摩尔根时代的细胞学水平,深入发展到现代分子水平。20世纪90年代以来,在继续推进作物杂种优势及其利用的遗传学基础研究的同时,水稻、玉米等主要作物基因组学的研究工作开始起步,并完成了籼稻品种9311的全基因组“精细图”测序及基因预测;利用这些信息制备出了全基因组基因芯片,为功能基因组研究提供了强有力的工具,为大规模分离抗病、高产、优质的相关基因奠定了基础。完成的水稻第4染色体精确测序工作达到了国际公认的基因组测序完成图的标准,是国际上最先完成精确测序的两条水稻染色体之一。在作物重要功能基因研究方面也取得一系列令人瞩目的成就,如在水稻中成功分离鉴定了一个分蘖控制基因MOC1, MOC1作为主控基因调控了一个精细而复杂的信号传递网络,并通过此网络调节水稻分蘖芽的形成及其正常生长发育。

(三)农业生物信息学

长期以来,国际上生物学,尤其是分子生物学信息的主要数据库由美国的NCBI、欧洲的EBI和日本的DDBJ控制,我国在生物信息科学数据和生物信息资源方面严重依赖国外。直到20世纪末,我国参与到人类基因组计划和水稻第四条染色体测序计划后,才开始有了我国自己的生物信息科学数据和数据库。此后,我国开始独立进行一些大的基因组测序,包括水稻家蚕等,逐步积累了农业生物基因组学数据,同时开展比较基因组学、转录组学、蛋白组学的研究,建立了具有自主知识产权的初级数据库和一系列二级数据库,并开始形成了一些农业生物信息学团队。我国农业生物信息学发展历程中的标志是水稻(籼稻)基因组“工作框架图”的发布,包括了与之相关的全基因组序列数据的产生、拼接、注释等相关的生物信息学技术手段:流程控制系统、数据库、拼接算法、数据挖掘工具。

(四) 作物生理学

作物生理学研究在传统的作物光合生理及干物质积累分配与源库关系、作物营养生理及氮磷钾和微量元素矿质营养原理、作物水分生理及抗旱节水生理机制等研究领域不断深入,并推进了干旱、炎热、霜冻、盐碱、涝灾作物逆境生理的研究。同时,针对作物优质高产高效生产的需求,基于资源利用效率的产量分析理论及作物生长发育调控技术得到发展,使得肥水对作物生长发育及产量形成的效应及合理运筹技术的研究得以广泛开展,并推动了植物生长调节物质的开发应用及作物生育化学调控技术的发展;尤其是在基于作物群体生理生态特征的作物群体结构优化与调控方面的研究不断深入,并为我国农作物高产潜力开发提供了强有力的理论支撑。近年来,作物生理学在分子生物学和信息技术驱动下向分子生理深入,为突破产量限制开展生理机制与调控指标研究,并更加突出高光效与提高养分、水分资源利用效率的生理基础研究,以及作物逆境生理、品质生理的研究。

(五) 作物生态学

20世纪90年代以来,随着作物生产系统模型模拟、作物分子生态、作物逆境生理生态的研究不断深入,使我国作物生态学进入全面发展时期。作物生产潜力评价已从传统的气候资源生产潜力估算发展到基于作物生长模型的产量模拟,并结合GIS定量采集、管理、分析开展具有空间特性的气候资源分析评价、作物生态适应性及布局优化;作物复合群体生态从作物竞争互补关系及多熟种植模式调控途径研究向农田生物多样性特征及其利用研究拓展。在作物信息生态与作物生产系统模拟方面,开始自主研发我国农作物模拟模型及作物生产系统模拟系统,创立具有时空变化规律的作物动态生育指标及栽培管理技术的知识模型,并有效服务于生产管理决策支持。同时,开始在分子水平上解释作物生长发育过程中环境因素的变化规律、成因、机制及其生态效果,对从分子水平上调控作物产量、品质及抗逆能力有重大意义和发展前景。

(六) 农业资源学

在农业土壤资源方面,围绕耕地质量培育、后备耕地资源开发、土壤与作物相互关系、农业土壤生态环境安全等开展研究,建立了适合我国不同地区农业特点的耕地质量评价指标及培育技术模式,实现了土地资源利用及土地退化遥感动态监测及科学评估。在农业水资源方面,农田—区域—流域多尺度降水转化过程机制模拟与调控技术得到较快发展,作物高効用水生理调控与非充分灌溉理论研究不断深入,作物需水信号采集与精量灌溉技术已成为现代农田灌溉技术研究的新方向。在农业气候资源方面,应用GIS定量采集、管理、分析具有空间特性的气候资源分析及评价等方法和技术不断成熟。在农业微生物资源方面,生物抗菌素、杀虫剂、食用菌等及微生物发酵生产的燃料乙醇,以及天敌生物等制剂开发技术取得突破性进展;作物秸秆、畜禽粪便农业废弃物资源化利用技术进展迅速。

(七) 农业环境学

农业环境科学具有新兴、交叉和边缘的特点,涉及面广、涉及领域多。在气候变化及其农业影响方面,开展了气候变化对农作物生理生态反应、土壤演化、农作物生产等影响及农业气象灾害对策和技术的研究,进行了农业源温室气体源/汇功能及排放特征分析。在农业污染控制方面,围绕农业清洁生产模式、污染物质在农田生态系统中的循环途径和机制,尤其是氮磷等污染物迁移转化规律、流域生态治理、总量控制与实用型水处理技术开展研究和应用。在产地环境保护与修复方面,开展了持久性有机污染物(POPs)在环境中的迁移、转化与归趋及 POPs 污染修复与污染控制原理研究,以及物理修复、化学修复、生物修复及多种修复技术原理与应用效果的比较。在农业环境工程方面,从农业环境控制机理、环境安全生产、可控环境农业系统模拟、现代设施环境控制机理及关键设备、集约化养殖场环境控制工程、农村废弃物无害化处理等领域开展研究。农业环境监测网络及检测技术不断完善,并在信息数据共享、标准制定等方面取得进展。

二、学科重大进展

(一) 作物种质资源技术规范与平台建设

通过跨部门、跨地区、多作物、多学科综合研究,实现了农作物种质资源收集、整理、保存、评价和利用全过程的规范化和数字化。在国际上首次提出利用作物种质资源质量控制规范保证描述规范和数据规范可靠性、可比性和有效性的创新技术思路,系统研制了 110 种作物种质资源描述规范和数据规范,拓展和创新了国际生物多样性中心的描述规范,其中 38 种作物种质资源描述规范为国际首创。首次研制了 110 种作物种质资源技术指标 3824 个,重点涵盖了品质(营养品质、感官品质、加工品质、贮藏保鲜品质等)、抗病虫、抗逆特征特性等新的技术指标,集成创新了 1793 个技术指标,改进规范了 9436 个技术指标。在国内外首次统一了实验设计、样本数、取样方法、计量单位、精度和允许误差、等级划分方法等 10 大类度量指标,系统研制了 110 种作物种质资源技术规范 336 个,创建了作物种质资源科学分类、统一编目、统一描述的技术规范体系。

(二) 水稻基因组学研究

我国科学家在作物比较遗传作图、基因结构区域的微共线性、ESTs 和蛋白质水平的比较,以及基于比较基因组学的基因和 QTL 的克隆等方面开展了研究;并在水稻栽培稻粳籼两个亚种的比较基因组学研究上取得了重要突破。在国际上率先完成了籼稻 4 号染色体基因组的精确测序,并系统地对籼、粳稻 4 号染色体基因结构、组成和顺序的异同进行分析,同时包括对单核苷酸的多态性和插入或缺失的比较分析,获得了籼粳基因组差异的重要遗传信息;鉴定了两个主要栽培稻亚种间的亲缘和进化关系;完成了水稻 4 号染色体特异 DNA 芯片的研制及部分表达谱分析,并结合精确的 4 号染色体序列信息鉴定和验证了预测的基因表达信息,获得了一个完整系统的单条染色体所含基因的表达分析,结果在《科学》和《自然》上发表。在抗病、耐盐、抗旱、氮磷高效利用、分蘖、脆秆、茎

秆伸长、高产、不定根生长等一批有潜在应用价值的重要农艺性状基因的克隆方面取得了突破:获得上百个功能明确的基因,21个在优质、高产和抗逆品种改良方面具有应用前景的功能基因,确立了我国在世界水稻科技方面的领先地位。

(三) 作物系统模拟及智能生产管理系统

近年来,在作物生长模拟模型基础上开发作物知识模型,以及利用模拟模型与知识模型的集成应用方面已经取得突出进展。作物管理知识模型系统的构建与应用,将作物生长模拟研究中的系统分析原理和动态建模方法应用于作物生产管理知识体系的定量分析和数字化表达,有效解决了传统作物管理专家系统和作物栽培模式经验性强、适应性窄、量化弱等难题,实现了作物栽培管理知识表达的模型化和数字化,以及作物栽培管理决策的精确化和科学化。在作物管理知识模型系统的设计与开发框架、作物管理知识模型的量化算法、基于知识模型的作物管理决策支持系统及精确农作物管理决策系统等方面,取得了较为突出的创新性进展。开发的小麦、水稻、棉花等主要农作物的智能化作物生产信息管理系统,已经有效服务于生产决策管理,推动了我国作物栽培学科理论和技术创新。

(四) 作物水分高效利用与节水灌溉技术

通过研究揭示了水稻缺水敏感指数的时空变异规律。“水稻浅、湿、薄、晒节水灌溉技术推广”、“水稻控制灌溉技术”等成果在大部分水稻种植区得到成功应用;通过田间试验和灌溉制度的优化决策,提出以节水增产为目标的冬小麦优化灌溉制度,从灌水次数和灌水量上进行调控,尽可能减少非关键性的灌水次数与灌水量,比常规灌溉节水 1200~1500 m³/hm²,该技术已成为缓解我国北方冬小麦产区水资源短缺重要途径之一。研究探索了调亏灌溉技术的节水增产机理,总结出了一套适合不同地区条件应用的大田调亏灌溉综合技术模式。通过研究,提出了具有生物学和物理学基础的控制性作物根系分区交替灌溉技术体系,该项成果突破了传统的作物用水方式和节水理念,实现了节水理论与技术的创新,为旱区农业节水开辟了新的途径。经应用,玉米水分生产效率达 2.93 kg/m³,产量达 12750~13500 kg/hm²,节水 40%左右,成果达到国际领先水平。

(五) 气候变化农业影响与适应对策

中国科学家在全球变化背景下的农业环境领域研究做出了具有中国特色的国际性贡献,完成了一批具有国际影响的研究成果。主要包括:全球气候变化对农业、林业、水资源和沿海海平面影响和适应对策研究、全球气候变化区域评价中的农业系统模拟及其在环境外交中的应用、气候变化对中国主要领域的阈值研究、中国西北季风边缘区晚第四纪气候与环境变化、东亚季风气候—生态系统对全球变化的响应、中国陆地生态系统生产力和碳循环的研究、我国短期气候预测系统的研究、我国干旱半干旱区 15 万年来环境演变的动态过程及发展趋势等。这些研究成果科学评估了气候变化对我国的影响,为制定我国的中长期经济发展战略和气候变化政策提供了科学基础数据,为进行防灾、减灾、抗灾决策提供了决策支持。

三、展望与对策

随着设生物技术、信息技术、新材料技术等在理论和技术的创新突破,使农业从食物生产向营养保健品生产、药品生产、能源生产、环境产业等领域不断拓展,为农业提供了广阔的发展空间和开发潜力。当前,农业科技不断向纵深发展,农业动植物基因资源的争夺和发掘成为竞争的焦点,开发与应用新型分子标记、发展虚拟设计分子育种技术成为分子育种技术的重要发展方向;在资源利用技术领域,养分资源管理精准化和肥料复合化、专用化、缓释化,废弃物处理无害化、利用资源化,生物节水、农艺节水、工程节水和管理节水有机结合,非传统水资源开发与精准灌溉技术等得到普遍重视;在农业生产领域,农作物生产管理数字化及决策智能化,工厂化农业生产的无害化栽培、生物防治、环境智能化控制发展进程不断加快;农业有害生物控制及农药高效安全友好化、灾害风险的最低化和治理效益最大化方向发展;农业生物质能源技术向优先发展利用农业废弃物原料的生物质能源转化技术和能源生物技术的方向发展。另一方面,在全球人口剧增、资源短缺、环境污染和生态蜕变的严峻形势下,促进经济发展与人口、资源、环境相协调,建设资源节约型、环境友好型农业成为主流趋势,保障粮食安全、生态安全、食品安全及公共卫生安全,对农业科技发展提出越来越多的需求和挑战。农业基础学科必须要适应这种科技发展趋势与资源环境挑战,必须在更高层次和更广泛领域取得新的突破。

(1)全面贯彻落实《国家中长期学科和技术发展规划纲要》精神,加强基础农学学科发展平台建设。加大学科建设投入力度和科技项目支持力度,增加重点实验室和研究基地规模和数量,努力改善和提高基础农学研究条件。创造良好学科发展环境,瞄准学科前沿和国家重大需求,加强学术队伍建设,推进科技机制与体制创新,提升基础农学学科的自主创新能力和综合实力,使更多的农学学科领域进入国际先进行列。

(2)继续拓宽基础农学学科发展空间,促进学科交叉融合,培育新的学科生长点。紧密围绕国家重大科技需求和国际前沿科学发展趋势,将生物技术、信息技术、新材料技术等有机地融入传统农学学科,培植新的学科生长点,在传统学科现有优势的基础上注入新的活力,实现跨越发展。积极扶持基础学科、新兴学科、交叉学科的建设与发展,促进各学科之间的渗透与融合,拓展学科结构与内涵,大力支持交叉学科人才培养和多学科的协同科技攻关。

(3)加强科技创新和人才队伍建设,培养和造就优秀创新团队。通过制定各种鼓励政策和用人制度改革,培养和造就一批优秀基础农学学科队伍。要在继续加大高水平的学术带头人和领军人物的同时,着力挖掘青年学术骨干和研究生的培养潜力,为学科发展提供更多的后备力量,有针对性地组建一批学科优秀学术团队及创新团队,切实增强科技创新能力和解决制约经济社会发展的重大“瓶颈”问题的能力。

(4)积极为国际交流与合作创造条件,提高我国基础农学学科的国际竞争力。大力加强基础农学领域的国际合作与交流,跟踪世界科技发展前沿,吸收国外先进的研究方法和管理经验。坚持自主创新与适当引进结合,利用世界科学技术的最新成就,推动我国农学基础科学研究的发展,在逐步实现我国基础农学学科与国际接轨的同时,提高国际竞争力。

第二十三章 林业科学

一、林业科学学科发展现状

改革开放以来,我国林业科技事业快速发展。林业科学学科领域不断拓展,研究队伍发展壮大,条件不断改善,研究的层次和水平不断提高,已形成了一个门类齐全和较为完备的林业科研和人才培养体系,获得了可喜的成绩。初步建立了杨树等用材林定向选育及培育体系,在超微和分子水平上深化了对材性形成和树木抗逆机制的认识,提出了我国典型生态区域困难立地树种选育及造林技术,研制出高效空间配置及稳定林分结构的防护林体系。除此之外,在森林病虫害生物防治、林木菌根化和生物技术、林产品加工和利用、森林资源动态管理和灾害监测的数字化、植被恢复和荒漠化治理等方面的研究也取得了明显进展。在自主研究的基础上,我国还实行积极的引进战略。通过“948”项目,一大批国外生态和用材树种、经济林、花卉等良种落地中国,极大地丰富了我国种质资源;国外高新和前沿技术的引进,大大缩短了与国外的差距。科技进步极大地提高了林业生产水平,为林业的健康和快速发展起到了重要的支撑作用,产生了巨大的经济、社会和生态效益。林业建设已步入良性循环的发展道路。

二、林业科学学科发展的趋势

在较长的时间里,新世纪的世界林业及生态环境保护事业的发展仍将继续面对和着力解决 3 方面的问题:①森林资源培育问题;②森林生态环境保护问题;③森林资源的高效利用问题。世界林业科学学科的发展将围绕森林可持续经营和林业可持续发展这一主线来进行调整,呈现 6 大发展趋势:①森林与全球与区域环境关系的研究是今后林业科学研究的热点;②非木质林产品的研究领域受到重视;③森林可持续经营理论与方法领域的研究将成为林业科学学科研究的主流;④集约育林仍是世界林业科学研究的主题;⑤退化生态系统重建已成为林业科学学科研究的迫切任务;⑥生物技术和信息技术是促进林业科技快速发展的重要手段。然而,应当看到我国林业科研与国外先进水平相比还存在很大差距:基础研究比较薄弱,科研积累不足,整体研究条件还较差,跟踪性研究多,具有特色和原创性的研究少,杰出优秀人才匮乏,资源共享性较差。

三、林业科学学科发展的差距、原因和任务

(一)林业科学学科发展的差距

我国林业科学学科领域十分广泛,几乎覆盖了国际上所有的林业科学研究领域,少数领域已基本接近或达到国际先进水平。从总体上来看,形成了部分先进与总体落后并存的局面。大多数领域处于跟踪状态,有创新和重大建树的系统研究不够,无论从广度和深度上与林业发达国家相比均有较大的差距,大约落后 20 年。相比之下,我国的林业科技

发展水平在林业科学基础研究和应用研究方面存在较大差距。

我国林业科技人才方面的差距主要表现在资源配置不合理、高层次人才不足、而且多集中于大中城市和少数科研单位和研究机构。整体素质不高、学科梯队没有形成、流动性和竞争力差,科技人员游离于企业之外的情况比较普遍。农村科技人才,特别是在生活比较艰苦的地区科技人员少,学历较低,素质低,不能适应现代农业发展的要求。

我国林业系统科研条件较差,设备落后,在进口仪器设备中约有 1/3 为 20 世纪 70 年代水平,不能及时更新。实验基地,特别是中试基地缺乏,试验林、示范林、样板林数量不能适应科技发展的需要;而且,由于经费人力等原因,不能长期连续观测,缺乏长期观测的数据积累,科学性差。重点实验室和工程研究中心不仅数量少,而且开放程度差,科研任务量不大。基层科研单位在获取、处理、使用信息以及在图书、情报、刊物的检索系统等方面都有很大差距,不能适应科技发展的要求。

(二)造成我国林业科学学科发展水平与世界发达国家差距的主要原因

造成我国林业科学学科发展水平与世界发达国家差距的主要原因:①林业科学学科基础研究比较薄弱,科技持续创新能力不强;②林业科学学科设置不能满足新时期林业建设发展的需要;③林业科学学科科技投入严重不足,总体实力薄弱,影响学科发展;④高新技术应用滞后,对传统林业的改造、带动作用不显著;⑤科技与生产脱节的问题还没有从根本上得到解决;⑥林业科学学科队伍结构不合理、水平参差不齐、整体素质不高;⑦管理体制不顺,科技资源的配置不能达到最优化,削弱了林业科学学科的服务能力。

(三)林业科学学科发展的主要任务

林业科学学科发展的主要任务:①提高科技含量以确保林业工程建设的质量和水平;②加快技术创新,提升林业产业的规模和效益。

四、林业科学学科发展目标与战略

(一)林业科学学科发展目标

林业科学学科发展目标为:围绕当前林业发展的中心任务,加速推进林业科学技术进步,以科技创新确保林业生态工程建设的质量和水平,以技术进步提升林业产业建设的规模和效益。到 21 世纪中叶,使我国林业科技与学科发展跨入世界先进行列。

(二)林业科学学科发展战略

林业科学学科发展战略:①加强林业科学基础学科和高新技术的研究,提高科技水平和创新能力;②研究解决林业重大工程建设中的关键技术;③加速科技成果集成转化,提高林业建设科技水平;④加强科技能力建设,提高林业科技持续创新能力;⑤加强人才培养,提高林业从业人员的整体素质,造就林业科学学科拥有高素质林业科技队伍。另外,还应加强国际科技合作,加强林业科技国际合作与交流方面的相关机构建设。

五、林业科学学科研究的重点领域

1. 生态脆弱区退化生态系统形成机理与恢复重建领域重点研究

生态脆弱区退化生态系统形成机理与恢复重建领域重点研究:①退化生态系统退化成因与机理,包括生物地球物理过程,生物地球化学循环过程;②退化生态系统评价、监测与预警;③退化生态系统的恢复重建,特别是植被的恢复重建,包括退化生态系统土壤与植被性质的演化,种植材料(乔灌木)选择,恢复重建的模式以及生态、经济效果;④生态脆弱区土地、水和植被资源的优化利用;⑤高效防护林营建及多目标管理。

2. 天然林的保育与可持续经营重点研究

天然林的保育与可持续经营重点研究:①天然林经营类型划分,天然林的结构和生态采伐与更新;②天然林生物多样性保护;③退化天然林演替,退化地的植被与功能变化规律和恢复重建;④不同区域森林植被建设与水资源水环境关系,及其优化配置;⑤有发展前景的森林生物物种的开发基础。

3. 林木遗传规律与林木改良重点研究

林木遗传规律与林木改良重点研究:①针对珍贵用材树种,短周期工业用材树种,经济林树种(包括生物能源等)、竹藤、花卉等优质、高产、高效新品种或新品系选育;②适于困难立地造林的耐旱、耐盐碱、耐寒、乔灌木种植材料的选育,适合于城镇绿化、美化、抗污染的乔灌木树种选育;③林木遗传基因图谱及数量性状基因定位;④育种策略、育种群体与多世代育种;⑤遗传育种资源的收集、保存与利用。

4. 短周期工业人工林及珍贵用材林培育重点研究

短周期工业人工林及珍贵用材林培育重点研究:①优质高效速生工业人工林的定向培育技术;②适宜短周期工业用材培育的新树种、新品种选择与其配套培育技术;③珍贵用材树种,特别是珍贵阔叶用材树种品种选择及配套栽培技术;④含有珍贵用材树种的次生经营技术;⑤人工林稳定性,长期生产力保持机理与可持续经营。

5. 森林经理重点研究

森林经理重点研究:①森林多功能经营的模式和技术;②森林生态系统经营;③森林资源生态和环境综合监测评价体系;④森林模拟技术;⑤森林经理区划和规划的理论与方法;⑥森林资源和生产信息管理系统。

6. 林业有害生物发生机理及防控重点研究

林业有害生物发生机理及防控重点研究:①重大林业有害生物灾害形成及暴发机理;②森林生态系统对森林病虫害的自我调控原理研究;③探索准确、快速、简便易行的植物检疫技术,提高检疫能力与水平;④无公害防治技术;⑤病虫害防治及自然控制的植被管理(包括森林健康标准评价等);⑥抗病虫育种。

7. 城市林业重点研究

城市林业重点研究:①城市森林功能与效应;②城市林业规划设计;③城市不同功能森林的营建技术及评价;④城市森林的管理。

8. 野生动物保护及自然保护区重点研究

野生动物保护及自然保护区重点研究:①野生动物生态学、行为学、分子生态学和景观生态学等研究,全球气候变化对野生动物生存和分布的影响机制的研究;②野生动物生境破碎化和野外小种群生存力分析;③资源经济学研究与保护经济学研究、野生动物伦理与公众教育研究;④濒危野生动物的繁殖技术、野生动物传染病和流行病的预防与控制技术;⑤野生动物新产品开发和产业化管理;⑥野生动植物资源监测技术;⑦自然保护区保护与利用;⑧国家重点生态系统类型自然区生态系统功能及恢复、重建。

9. 森林与环境相互关系方面重点研究

森林与环境相互关系方面重点研究:①不同类型森林生态系统的碳循环;②森林固碳能力测定方法;③不同森林类型理水功能对当地水资源的影响;④树木与森林的耗水量与水资源的关系;⑤树木、森林与气候水环境变化的生理生态学。

10. 经济林学学科的重点研究

经济林学学科的重点研究:①经济林良种选育;②经济林优质丰产栽培技术;③经济林产品加工利用技术;④经济林生物技术。

11. 林产品(森林资源)高效加工利用技术方面重点研究

林产品(森林资源)高效加工利用技术方面重点研究:①新型木基复合材料和木质功能复合材料工艺技术;②木材化学加工利用技术;③竹藤加工利用及花卉培育;④木本粮油深加工及特种林产品(紫胶、白蜡)高效利用产业化技术;⑤森林生物资源的研发;⑥林产业资源节约及废物综合利用技术。

12. 林业科学学科中新技术新方法重点研究

林业科学学科中新技术新方法重点研究:①林木细胞工程;②林木基因工程;③发酵工程;④激光、干涉雷达及高光谱遥感在林业中的应用;⑤林业网络应用技术;⑥森林资源环境和灾害综合监测与评估技术;⑦充分利用空间信息的森林资源与环境的管理系统。

六、林业科学学科发展战略措施

林业科学学科发展战略措施:①总体部署,制订林业科学学科建设规划,使科技资源配置达到最优;②加大对基础学科研究的投入,加强林业科学学科发展支撑条件建设;③加快人才培养,造就林业科学学科拥有高素质林业科技队伍;④加强知识创新、技术创新能力的建设和科技积累。

第二十四节 水产学

一、引言

水产业作为农业的重要产业之一,在促进农村产业结构调整、增加农民收入、保障食

物安全、优化国民膳食结果和提高农产品出口竞争力方面发挥着重要的作用。2007—2008年处于国家“十一五”计划发展的重要时期,在贯彻《国家中长期科学和技术发展规划纲要》提出的“到2020年我国农业科技整体实力要进入国际前列”精神的基础上,我国水产业取得了长足的进步。

二、水产学学科研究进展

(一)水产生物技术

在水产动物功能基因筛选与克隆研究方面,克隆了生长激素受体等相关基因;在分子标记筛选与应用方面,建立了多种不同水产养殖动物的微卫星、AFLP和ISSR、RAPD等分子标记技术,并利用各种分子标记技术研究了重要种类的遗传多样性,为渔业资源管理积累了重要的基础资料;在性别相关分子标记及遗传连锁图谱构建方面,构建了罗非鱼和对虾等的遗传连锁图谱;通过激素处理或雌核发育,进行罗非鱼、半滑舌鳎等的性别控制以及单性苗种培育;针对主要水产养殖动物品种生长速度、抗寒、耐温、抗病、耐盐碱等目标性状的改良,通过分子标记辅助育种和候选基因辅助育种,进行了分子育种;在鱼类胚胎干细胞培养和鱼类细胞库建立方面取得明显进展,建立了大菱鲆鳍细胞系、南方鲇肾细胞系(SMK-I)等。

(二)健康养殖

1. 淡水养殖

哲罗鱼、齐口裂腹鱼等淡水养殖品种人工繁育技术日趋完善,不仅为淡水养殖产业的快速稳定发展提供了保障,而且对濒危物种的保护起到了积极作用;在养殖品种遗传背景研究、水产新品种开发、水产种质资源保护等方面取得重要进展;针对制约我国水产养殖产业集聚化、无公害、健康协调发展的关键技术难题,广泛开展淡水综合生态养殖模式。

2. 海水养殖

海水养殖鱼类引种、繁育,贝类、海藻、对虾、棘皮动物品种选育和杂交育种研究成果显著;海水养殖鱼类、虾类、贝类、刺参等重要疾病的基础研究和免疫防控取得较大进展;深水网箱养殖和工厂化养殖发展迅速。

(三)水产动物营养与饲料

构建了代表性养殖种类对主要饲料原料消化利用率和营养需要的公益性数据库平台;并且在营养素在水产养殖动物体内的代谢与基因调控、新型蛋白源和脂肪源开发、饲料添加剂(含免疫增强剂和微生态制剂)的研制、幼体营养生理研究与人工微颗粒饲料开发、亲本的繁殖特性及其营养需要研究、饲料中潜在有毒有害物质残留的研究、高效无公害饲料配方筛选及其产业化等方面取得了重要进展。

(四) 渔业装备与工程

1. 渔业装备

在离岸设施方面,研制了深水网箱投饵机、提水降温式网箱等一系列重要设施、获得了一批国家发明专利;在国产化养殖设施方面,在水体净化等领域取得了一系列成果;在池塘养殖设施方面,对池塘养殖溶氧调控等进行了研究;在捕捞机械方面,取得了“中小型远洋围网渔船捕捞系统装备”等成果;在加工机械方面,进行了“发酵豆粕加工工艺及设备”研制;在节能技术方面,取得了一系列的突破。

2. 渔业工程

在渔港发展战略研究、渔港工程相关技术研究、设施渔业工程、人工鱼礁渔场、渔港避风减灾对策及合理容量研究等方面取得了一系列成果。

(五) 水产品贮藏加工与质量安全

在水产品加工与质量安全控制的基础研究上,进一步得到加强并取得重要进展;水产品质量与安全检测技术取得重要进展;在国家“863”计划“海洋水产品加工新技术与装备”重点项目的资助下,海洋食品精深加工技术取得重要突破、淡水鱼精深加工技术进步明显;水产品质量安全管理体系、可追溯体系及质量标准体系更加完善。

(六) 渔业资源与环境

近海渔业资源的调查广泛开展;淡水渔业资源的评估和调查得到加强;远洋渔业的发展在我国近海渔业资源衰退的情况下,丰富了国内海洋水产品市场和居民“菜篮子”,调整了渔业产业结构,保护了近海渔业资源;休闲渔业是渔业向第三产业的延伸,近年来得到了蓬勃发展,取得了良好的经济效益;渔业资源保护和可持续利用进一步加强,其中人工增殖取得了一些成果;渔业生态环境保护研究得到加强;在深入了解和认识我国近海生态系统的结构、功能及其受控机制基础上,持续健康地开发利用其生物资源,进行海洋生态系统动力学的研究。

三、水产学学科国内外比较分析

虽然近2年我国的水产业飞速发展,取得了令人瞩目的成果,但与水产发达国家相比,尚存在较大差距。

(一) 水产生物技术

生物技术的竞争是生物学各研究领域竞争的焦点,我国缺乏在该领域的原创性人才;缺乏水产生物技术学术交流的稳定平台;国家的科研投入相对不足;研究手段相对落后,仪器设备满足不了学科发展的需要;尽管我国目前在鱼、虾、贝等水产养殖生物上克隆了一批抗病和生长相关功能基因,在国际上也发表了一批文章,但在功能基因开发的规模、数量上与西方国家相比还有明显差距,尤其在基因的功能分析方面差距明显;在分子标记

筛选和应用研究方面,国内现阶段注重多个种类的分子标记开发,而国外更注重数个关键种的分子标记开发;我国在水产动物细胞培养方面进入了国际先进行列,但在基因打靶载体构建与基因定点敲除方面与国际上还有一定差距,特别是在利用基因打靶技术分析水产动物基因功能方面还需要努力攻关;我国在一些鱼、虾、贝类上克隆出抗菌肽等抗病相关功能基因,并且开始进行其在细菌和酵母中的表达,但还未达到应用水平,与国外相比也有相当大的差距。

(二) 健康养殖

1. 淡水养殖

我国的淡水养殖业仍然是传统的水产养殖业,是劳动密集型的弱质产业,科技水平与世界先进国家和地区相比,在水产动植物种质资源与创新、水产动植物病害控制与养殖安全、水产养殖种类营养和饲料研究、水产养殖生态系统研究等方面存在较大差距。

2. 海水养殖

与国外健康养殖技术及集约化养殖技术相比,我国水产养殖业,尤其是工厂化养殖过程所采用的设施条件还不够完善,机械化、自动化程度不够高,水处理设备落后;在海水养殖产品质量安全监控方面,有关水产品质量安全的事件时有发生,存在一系列问题。

(三) 水产动物营养与饲料

与水产发达国家相比,我国水产养殖方式落后、水产动物营养研究水平相对较低,缺乏创新性、水产饲料制作水平尤其是工艺水平落后、水产饲料监管力度和管理水平以及思想观念上均相对落后,这一系列问题亟待加以解决。

(四) 渔业装备与工程

1. 渔业装备

离岸网箱设施的系统化、精准化和安全性方面与国外相比较有较大的差距;工厂化循环水养殖设施系统的基础性研究和模式化程度需要加强;养殖设施系统的生态调控、排放控制技术有很大的发展空间;捕捞渔船的节能技术需要集成创新;大型远洋捕捞装备的国产化技术需要突破;水产品加工的机械化、自动化控制技术需要提高。

2. 渔业工程

与水产发达国家相比,我国在渔港工程技术领域、渔场工程技术领域、过鱼工程技术、渔业减灾技术与对策等方面存在较大差异。

(五) 水产品贮藏与加工

水产品加工与保鲜的基础研究薄弱,科技成果转化率低,据测算水产品加工科技成果转化不足 30%,而发达国家科研成果转化率一般为 70%;加工企业装备和技术落后,缺乏规模效益和竞争优势,而发达国家正在世界范围内将其技术领先优势转化为市场垄断优势,以专利申请为先导、以知识产权保护为手段,提高技术门槛、巩固竞争优势,这使我

国海洋食品加工工业面临着严峻挑战。目前,中国水产品加工仍以粗加工为主,精深加工产品的比例不高,海洋药物开展研究薄弱;我国水产品加工业的质量标准体系、检验监测体系、食品安全控制体系及质量认证建设相对滞后。发达国家中已被普遍接受的 SSOP、GMP、HACCP 等质量管理与控制体系及标准,在我国只在一些出口型或大型企业开始实施,很多企业对 HACCP 体系的内涵和意义认识不够。

(六) 渔业资源与环境

海洋可持续生态系统国际前沿领域出现两个值得关注的新研究动向,即强调对“海洋生态系统服务功能及其影响因子”和“生态系统水平的海洋管理(EBM)”研究的重要性;水生生物的资源评估和保护工作也是国际上渔业科学研究的重点;全球气候变化对渔业的影响也是重要的研究内容。

四、本学科展望与对策

为了维持我国水产业健康可持续发展,我们应在以下几方面加大投入、加强研究。

(一) 水产生物技术

在未来几年中,将完成 2~3 种养殖鱼类、2~3 种重要养殖虾、贝类基因组全序列测定的工作,构建出水产养殖生物基因组框架图。其中牡蛎全基因组测序项目已经启动;将在重要海淡水养殖动物上筛选到一大批与抗病、抗逆、生长、生殖、性别及品质等重要性状相关的分子标记,构建出遗传连锁图谱,并将某些重要经济性状相关 QTL 定位在连锁图谱上;将通过微卫星、AFLP 和 SNP 等分子标记技术,建立用于种质鉴定的分子标记技术和标准;将在 1~2 种重要海、淡水养殖鱼类上突破鱼类胚胎干细胞介导的基因打靶技术,为基因工程育种开辟新的技术途径;在雌雄生长差异明显的海淡水养殖鱼类性别相关功能基因和分子标记筛选方面取得突破,建立重要养殖鱼类遗传性别鉴定的分子生物学技术;通过功能基因组学研究为水产养殖生物病害防治或饲料添加剂研制开辟新的途径;进一步开展水产养殖动物低温生物工程技术研究。

(二) 健康养殖

1. 淡水养殖

今后应注重改善养殖生态环境,发展健康养殖;优化养殖品种结构,加强优良品种开发;积极开发设施养殖技术,发展高效养殖业。

2. 海水养殖

以循环经济理念构建海水养殖新模式;加大海水养殖生物疾病的免疫防控力度,进一步规范用药,保障食品安全;发挥新技术、新材料、新工艺等高新技术的作用,加快海水养殖学科的发展。

(三) 水产动物营养与饲料

应进一步规范水产动物营养学研究方法;继续完善我国主要代表种营养需要和饲料

原料消化率数据库;加深对水产动物营养代谢和基因调控、新型蛋白源开发、水产动物营养免疫学、营养与品质关系以及营养与水产品安全技术等方面的研究;加强对添加剂的基础研究;运用分子生物学和生物工程相关技术进行高效无公害饲料的开发;进一步提高水产饲料科技成果的转化率,推进产学研结合。

(四) 渔业装备与工程

1. 渔业装备

渔业装备科技的发展要坚持“以产业需求为导向,以工业科技为依托,以高效生物生产技术和生态工程技术为结合点,加强应用基础研究,突出集成创新;聚集专业队伍,造就优秀人才;强化示范作用,促进成果转化”的发展方针。

2. 渔业工程

应加强现代化渔港模式与规划技术研究,渔船避风港模式与标准研究,渔港水域生态环境保护与修复技术研究,港区水域防淤减淤与海岸带保护技术研究,渔港工程结构健康诊断研究,渔港村镇一体化建设技术研究,渔港的增养殖功能技术研究,根据休闲经济调整海洋水面利用技术、自然协调型渔港建设技术研究,水文学、水环境与水资源研究,筏式养殖工程设施材料、结构和布局优化研究,深水网箱精准养殖装备及安全保障技术研究,开放性海域养殖设施生产保障技术研究,渔场和渔业生态修复工程技术研究,渔船抗台风锚系最佳模式研究,渔船船员抗台船舶操纵(技术规程)与避险对策研究,渔船防火对策研究,人工鱼礁相关工程技术研究,海洋涌升流研究,增养殖渔场水环境保护技术,建造技术研究以及防护技术研究。

(五) 水产品贮藏与加工

加强水产品精深加工与保鲜技术的基础研究;加强水产食品安全和质量检测与保障技术的研究;加强水产品加工机械与设备的研发;加强低值水产品和水产品加工副产物的零排放高值化加工技术开发。

(六) 渔业资源与环境

加强优势种早期生活史及补充量动态研究,营养动力学及优势种更替规律等渔业生物学的基础研究;根据不同水域的生态环境特点和主要经济种类的生态特性和资源结构,积极开展人工增殖放流工作;研究大型水利工程对海洋和河口渔业资源及其生态系统的影响,对重点水域进行渔业监控;通过对水域生态系统的进一步了解,逐步实行基于生态系统的渔业综合管理;积极主动参与国际科学研究计划,消化吸收国际先进技术,继续保持我国渔业科技创新的优势领域,增强科技竞争实力和科技发展能力。

第二十五节 中医学

近2年来中医学学科在学术进展、技术创新和生产服务等方面取得了较大的进展,为

中医药事业在新历史时期的全面、协调和可持续发展奠定了比较坚实的基础。

一、中医药学学科发展现状

近年来,中医药学科以发挥优势特色与加强继承创新为主线,以提高防病治病能力和学术水平为中心,以创新人才培养为着力点,努力提高中医药为临床、生产等社会需求服务的科技支撑能力,全面推动了中医药学科的蓬勃发展。

中医药学科的结构、规模、服务和生产能力得到了较快发展。中医药学科发展在科技创新和政策支持层面上,显示出了与时俱进,与现代科技交融的良好趋势。在《中药现代化发展纲要》、《国家中长期科技发展规划纲要 2006—2020 年》、《中医药标准化发展规划(2006—2010 年)》等宏伟规划的基础上,2006 年 8 月,国家中医药管理局制定了《中医药事业发展“十一五”规划》,并确立了重点发展的 10 个项目,为中医药改革与发展描绘了新的蓝图。2008 年政府明确提出了要制定和实施扶持中医药和民族医药事业发展的措施。在新的国内外环境和新科技时代,中医药学科发展的春天已经来临。

二、中医药学学科进展

(一) 学科建设成绩显著

1. 中医药学科组织与规模基本稳定

按照国务院学位办颁布的学科分类办法,目前中医药学科已经分化出中医学、中西医结合、中药学 3 个一级学科,其中中医学又包含中医基础理论、中医临床基础等 13 个二级学科。截至 2008 年,中华中医药学会已注册的学会分支达 68 个,基本涵盖了全部二级学科及进一步分化的三级学科。

医、教、研学术机构规模稳步发展。到 2007 年底,全国有中医医疗机构 35477 个,全国拥有高等中医院校 47 所,拥有部委属中医科研机构 9 个,省属中医科研机构 49 个。仍有多家中医药院校在积极发展规模,提高质量,努力申办中医药大学,中医药医疗、教学、科研发展的力量和平台在不断得到增强和拓展。

2. 中医药学科人才队伍不断壮大

截至 2007 年底,全国有中医医疗机构人员总数达 579338 人。全国卫生机构有中医执业医师 206842 人,中医执业助理医师 35091 人,执业中药师(士)82494 人。全国高等中医药院校在校生总数增加到 377475 人。高等中医院校在校专任教师 18526 人,其中正高级职称人员 2576 人,副高级职称人员 5197 人。高等中医院校在读博士研究生 3255 人,硕士研究生 20937 人,留学生 4752 人。全国中医药科研机构专业技术人员总数达 7825 人。其中高级专业技术职称人员 2338 人。医疗、教学、科研领域形成了较为合理的高、中、初级中医药人才梯队。

3. 社会需求引领中医药学科发展方向

我国政府对于中医药的科学研究、技术开发和产业化等方面实施系列专项。2006 年,国家财政支出中医事业费绝对数为 49.04 亿元,占国家财政支出比重的 0.12%。

2007年、2008年两年投入连续增加。2007年国家先期投入专项资金1亿元,启动开展了重点中医医院建设试点工作。2008年上半年,国家又安排专项资金6亿元,全面推动重点中医医院基础设施建设。2008年四季度中央财政紧急新增的重点中医医院建设资金10亿元,截至目前,国家已投入专项资金17亿元,支持全国171所地市级以上重点中医医院基础设施建设。2008年,国家发展改革委员会、国家中医药管理局启动在全国建设10所国家中医临床研究基地的工作。目前10所国家中医临床研究基地及1所民族医研究基地已经确定。

近年来,中医药在防治SARS、艾滋病、高致病性禽流感等重大传染疾病研究方面取得了重要进展。2008年9月,中药被首次带上“神七”载人飞船,显示了中医药在航天医学领域的研究探索,取得了实质性的进展。

(二) 科学研究硕果累累

国家高技术研究发展计划(“863”计划)重大科技专项“创新药物与中药现代化”于2001年正式启动,2005年12月通过了国家科学技术部的验收,至2008年进一步完善与推广。专项经近5年的实施,取得了显著成果。开发出一批拥有自主知识产权的中药;初步建立了系统的国家新药研究开发技术平台;临床试验关键技术及平台研究取得重要进展;临床前安全评价关键技术及平台研究取得阶段成果;新药筛选及关键技术研究取得进展;新型药物制剂和新制剂技术研究取得重要进展。在重大科技专项带动下,中医中药基础及应用研究方面成果颇丰。

1. 2006—2008年共有12项中医药成果获得国家科学技术进步奖

2006年共有6项中医药成果获得国家科学技术二等奖。2007年共有4项中医药成果获得国家科学技术二等奖。2008年有2项中医药成果获得国家科技进步二等奖。值得一提的是以下研究。

(1) 中医体质分类判定标准的研究及其应用(2007年)

该成果在中医9种基本体质类型的概念基础上:①建立了中医体质分类的理论模型及体质文献数据库;②建立了中医痰湿体质的量化诊断标准;③运用免疫遗传学技术和人类全基因组芯片检测技术,为痰湿体质在分子水平上的分类提供了客观依据;④开发出中医9种基本体质量表,为体质分类提供了标准化的工具和方法;⑤运用文献学、信息学、临床流行病学、数理统计学、遗传学、分子生物学等多学科交叉方法建立了中医体质分类方法。该成果为进一步探明人类体质的个体差异,实现个体化诊疗与养生保健提供科学指导;体现了中医学“治未病”的思想,为亚健康防治提供了理论依据。

(2) 黄芪活性产物代谢调控的基因工程关键技术研究(2007年)

该成果以常用中药黄芪为模式药材,应用基因工程手段,使黄芪中有效成分黄芪甲苷与黄芪多糖的含量分别提高了6~7倍和2倍;首次成功克隆了膜荚黄芪中两个与有效成分生物合成相关的糖苷转移酶基因,获得了活性产物的高表达;创建了黄芪毛状根30升大规模培养体系,为工业化规模生产提供了技术指导和示范;首次发现黄芪甲苷具有抗心肌纤维化作用以及毛蕊异黄酮及其糖苷具有抗心肌缺血作用;发现了5个新的黄酮类化合物和2种新的杂多糖,并分别确定了化学结构。项目建立的基因克隆、载体构建、表达、

毛状根培养等技术方法具有普适性,对提高我国现代中药研究水平具有积极的意义。

2.70 项科研成果获 2007 年度中华中医药学会科学技术奖

2008 年 4 月,中华中医药学会在广东省江门市举行 2007 年科学技术奖颁奖大会,中医药基础研究、临床研究、中药研究等领域的 70 个项目获奖。“参松养心胶囊治疗心悸的应用研究”等 8 项研究获得一等奖。

3. 2007—2008 年共有 7 项中医药项目遴选入国家“973”计划

2007—2008 年,中医药共有 7 个项目遴选入“973”计划。2007 年立项的项目有:“基于临床的针麻镇痛的基础研究”、“中药药性理论相关基础问题研究”、“基于中医特色疗法的理论基础研究”。2008 年立项的项目为:“肺与大肠相表里脏腑相关理论的应用基础研究”、“确有疗效的有毒中药科学应用关键问题的基础研究”、“灸法作用的基本原理与应用规律研究”、“若干中药成方的现代临床与实验研究”。

(三) 生产实践成就斐然

科技进步推动了中医药现代化与产业化快速发展。目前,我国已有 14 个省建立了中药现代化科技产业基地,在集成创新中发挥了重要作用。在发展中药材种植业的过程中,产生了一些新的模式,促进了农村经济结构调整。

目前,我国已成功完成了艾滋病、心脑血管、肿瘤等一批新的中药治疗品种开发。新药研究开发取得了较好的经济效益,发展前景十分广阔,引起世界的广泛关注。至今已有 7 个中药品种通过美国食品药品监督管理局(FDA)临床研究许可,并申请了国际专利。

(四) 国际合作与对外交流取得重要进展

中医药国际合作近年来取得了巨大进展,多形式、多渠道、多层次的交流与合作格局已初步形成,中医药在世界范围的传播与影响日益扩大。我国已与世界 70 个国家(地区)签订了含有中医药合作内容的政府协议;中医先后在澳大利亚、南非等国家以法律形式得到承认和保护。中医药对外交流与合作从自发、分散的方式,逐步向在政府框架协议指导下,以多途径、宽领域、高水平为特点,以开展中医药教育培训、科学研究、医疗服务、文化交流为内容的合作方式转变。中医药医疗、教育、科研和产品开始逐步全面走向国际。

三、存在的问题与对策

(一) 存在的问题

近年来,虽然中医药学科的发展取得了较大进展,但仍存在不少问题。主要体现在:中医药学术水平、临床疗效和创新能力有待进一步提高;中医药人才队伍素质亟待提高;中医药特色优势尚未得到充分发挥;中医药标准化、规范化研究急需完善,中药新药研发水平有待提高;中医药的管理体制需不断健全和完善;中医药的投入长期不足,基础差、底子薄的现状仍没有得到根本改善。农村和社区中医药服务能力较弱等等。这些问题不同程度的制约了中医药学科的发展。

(二) 对策

1. 提高中医药科技创新能力

应高度重视中医药知识创新战略,不断提升中医药自主创新能力,促进中药产业的可持续发展。要进一步深化科技体制改革,促进科研与市场的结合,使科技成果转化步入良性循环。

2. 加强中医药人才培养

推进中医药人才分类培养战略,采取学校教育、师承教育、执业前培训等多种教育模式,大力培养医疗、管理、生产、教学、科研等多种类型的中医药人才。

3. 完善中医药政策法规

应充分考虑中医学自身的特点,把对中医药知识产权的保护、中医药标准、医疗纠纷处理界定等内容作为重点予以明确。启动中医药特殊保护的国家工程,拟定中医药学范围内应该获得保护的具体内容、保护的理及保护措施,并逐渐建立起以中国为核心的世界范围内的中医药法律保护体系。

四、发展趋势

(一) 学科发展战略

在未来 5 年,中医药学科总体发展战略主要体现在以下方面:对中医药传统知识进行系统整理和现代诠释,构建中医药知识库系统和现代传承技术体系;建立中医药疗效、安全性评价方法与标准;提高中药产品的质量标准和技术水平;构建融合传统与现代知识、技术的新型创新平台;建立符合中医药特点的国际化标准规范及其研发技术平台;通过联合办医、办学、合办研究机构等,使中医药知识与文化得到有效的传播;加强中医药人才培养,开展中医药教育学研究,探索建立符合中医药教育自身规律的教育模式;等等。

(二) 学科发展需求

当前世界范围内科学技术迅猛发展,以分子生物学和基因工程为先导的现代生命科学取得了长足进步;基因工程、生物信息等高科技浪潮快速兴起;临床流行病学和循证医学研究方法逐步推广;多学科广泛渗透融合;等等,都为中医药发展提供了有力的技术支撑。面对诸多难以解决的医学问题和矛盾,中医药以其源于天然、副作用小、疗效确切、价格相对低廉的特点和优势,在世界范围内越来越受到人们的关注。中医药学学科发展的社会需求呈现出了全球化的趋势。

(三) 学科发展目标

按照《中医药事业发展“十一五”规划》,到 2010 年,要建立和完善覆盖城乡的中医药医疗服务网络。中医药应对突发公共卫生事件能力显著提高,防治重大疾病的能力明显增强。中医药人才培养体系进一步完善,队伍素质得到提高。中医药科学研究继承与创

新体系基本建立,中药资源得到有效保护与合理利用。实现中医药立法,初步建立中医药标准体系。中医药国际交流与合作成效更加显著,国际传播更加广泛。这是对中医药学科发展目标的科学规划。

(四) 中医药学科重点研究领域

1. 中医基础理论领域包括

500种中医药古籍文献整理研究;中医五脏相关理论继承与创新研究;方剂配伍规律研究;中医辨证论治疗效评价方法的研究;中医防治老年病、慢性病的作用机理研究等。

2. 证候领域包括

证候规范与辨证论治体系研究;病证结合的诊断标准与疗效评价体系研究;证候生物学基础研究;证候的信息处理方法与复杂系统模型研究等。

3. 经络领域包括

针灸效应与经络功能的科学基础;穴位效应规律研究;基于临床的经穴特异性基础研究;经络文献整理研究等。

4. 重大疑难疾病的防治领域包括

心脑血管病、糖尿病防治及疗效评价体系研究;神经变性病防治及疗效评价体系研究;恶性肿瘤防治及疗效评价体系研究;艾滋病、病毒性肝炎防治及疗效评价体系研究等。

5. 中药领域包括

中药药性理论研究;濒危、道地中药的关键问题研究;中医药制剂关键技术及复方释药系统研究;中药材种植种源的保护与利用研究;中药安全性问题研究等。

第二十六章 中西医结合医学

一、引言

中西医结合医学是我国独创的一门新兴医学学科。其基础研究的理念和方法以及临床治疗的思路 and 模式,既不同于传统的中医学,也有别于现代的西医学,是取二者之长,相互借鉴,相互补充,以期达到中西医相互促进、共同发展的目的,是我国拥有原创优势的新药理学。

近年来,我国中西医结合事业面临前所未有的良好发展机遇。2008年11月28日,在“纪念毛泽东同志关于西医学习中医重要批示发表50周年大会”上,陈竺部长在讲话中指出,50年的实践证明,毛泽东同志关于西医学习中医、开展中西医结合研究的倡导是符合我国国情和医学科学发展规律的。中西医结合是我国医疗服务体系中极为重要的组成部分,中西医结合理念需要不断创新和进一步的丰富与发展。王国强部长也指出,中西医结合已经纳入我国医学教育、科研、医疗体系和行政管理之中,取得了显著成绩。中西医

结合在医疗卫生体系中的作用不断增强;中西医结合学术研究和临床实践成果显著;中西医结合学术影响力不断扩大,国际交流日趋广泛。

2007年3月,在中国科协组织编写出版的《中西医结合医学学科发展报告(2006—2007)》一书中,对2006年以前中西医结合医学学科的发展做了比较全面的回顾和总结。本次将以中西医结合医学近2年的整体发展为重点,总结学科建设中取得的突出成就,学术研究中取得的最新成果与进展,比较国内外结合医学的发展情况以及差异,从而进一步明确本学科的研究方向与战略需求,对未来学科的发展方向进行科学预测,以促进中西医结合医学的稳步发展。

二、中西医结合医学学科发展现状

近2年,国家进一步加大了对中西医结合研究的支持力度。在国家制定的一系列中西医结合方针政策的保障下,中西医结合的学术研究领域不断拓展,研究水平不断提高,取得了一批在国内外有着广泛影响的研究成果。同时,随着对中西医结合作用的认可,国内外从事中西医结合研究的人员越来越多,中西医结合事业不断发展。

(一) 中西医结合医学学科建设情况

2007年1月11日,在全国中医药工作会议上提出“继续加强中西医结合工作”,2月8日,国家中医药管理局发布了《关于公布第二批国家中医药管理局重点中西医结合医院建设单位名单的通知》。截至2007年末,由国家中医药管理局建设的局级重点中西医结合医院建设单位达到21家;全国共有中西医结合医院245所,中西医结合门诊部195个,中西医结合诊所7570个,不少综合医院也开设了中西医结合科。许多机构开展了广泛的中西医结合学术研究,并成立了中西医结合研究院、所等专门的科研机构。全国中医、中西医结合医院门、急诊量达到2.74亿人次,占全国医院门、急诊总量的16.7%。

(二) 中西医结合医学学科科研进展

1. 中西医结合基础研究进展

中西医结合临床基础研究不断深入。以病症结合理论为核心的临床基础研究不断发展与完善;证候研究逐渐深入;四诊研究不断开展。

证候动物模型和药效评价研究进一步开展。病症结合动物模型的建立不断进步;针对中药/复方的有效成分、不同配伍的药效评价的相关研究不断开展,相关研究技术逐渐成熟,广泛运用到中药研究中。分子生物学技术得到长足发展,也为中药复方物质基础的分析方法带来了新的契机。

中西医结合基础的相关标准研究更加规范。

中西医结合基础研究更加开放、科学,呈现多学科兼容并包的趋势。

2. 中西医结合临床研究进展

中西医结合临床研究涉及的病种不断扩大。近2年,中西医结合治疗疾病的种类不断增加。中西医结合的优势在于其良好的临床疗效,中西药的联合应用不仅可以迅速、有

效地控制病情、缓解临床症状,还可以提高患者的生活质量。

临床研究质量逐步提高。近2年,随着临床研究数量的增多以及对临床研究方法理解的深入,高质量的临床研究质量逐步提高。随机、对照、多中心、大样本、统计学独立分析等一系列临床科研工作的原则已经被广泛接受和遵循,成为申报课题、发表文章的衡量标尺。

临床研究方法更具特色。将临床流行病学和循证医学经典方法运用到中医药的临床研究中,对验证其疗效、发展和推广中医药具有重要意义。

中西医结合诊疗规范(指南)研究工作全面展开。近年来,随着对国家标准化工作了解的深入,在循证医学等相关方法的指导下,中西医结合标准化研究工作不断发展,并逐步走向规范。受国家标准化管理委员会、国家中医药管理局政策法规与监督司的委托,2007年中国中西医结合学会开展了筹建“全国中西医结合标准化建设委员会”工作,通过有效的管理,借鉴国际公认的标准制定方法,全面推动中西医结合标准化工作的开展。

3. 应用研究进展

近2年,中西医结合研究更加联系临床实际,注重科研成果的实际应用价值。在广大科研工作者的努力下,许多成果走出实验室,发挥出更大的作用。

中药复方研究不断深入。与之前单纯注重药物本身的研究相比,近2年来,对于中药的研究更注重中医理论的指导,强调在病症结合理论的指导下合理研发中药。使得中药的运用更加广泛并更具针对性。

临床治疗方案逐步推广。针对不同疾病的中西医结合研究结果广泛运用到临床,服务更多患者。以IgA肾病(IgAN)中西医结合研究为例,该项目的成果已推广应用于全国42家医院,并建立了一支中西医结合肾脏病研究队伍。该研究获得2007年中国中西医结合学会科学技术一等奖。

中西医结合治疗新方法不断产生和应用。

各种诊疗仪器不断投入临床研究与应用。

(三) 中西医结合医学学科学术交流情况

1. 学会建设和学术交流及培训工作

近2年,以中国中西医结合学会为代表的全国各级中西医结合学会的自身建设不断加强,全国中西医结合学术交流和培训更加繁荣,推动了中西医结合的学术和学科发展。

2. 中西医结合相关期刊发展

截至2007年,在17种中西医结合系列学术期刊中,有10种已经先后被列为中国科技核心期刊。《中国中西医结合杂志》近年来连获殊荣,中文版CJCR影响因子与被引频次一直居本领域排名前列,并连续3次荣获国家自然科学基金资助,2006—2007年获得中国科协精品科技期刊工程项目资助(B类)。Chinese Journal of Integrative Medicine(《中国结合医学杂志》(英文版))自2008年起被列入SCI-E来源期刊之一,实现了我国中医药期刊进入SCI行列的零的突破。

3. 中西医结合研究专著出版

大量关于中西医结合的学术理论、实验研究和临床诊疗等方面的专著被出版。

(四) 中西医结合医学学科人才培养情况

全国现有 90 个中西医结合硕士学位授权单位, 32 个中西医结合博士学位授权单位, 13 个中西医结合博士后流动站; 已有 60 余所院校举办中西医结合医学专业(或系), 每年培养数以千计的中西医结合医学专业(或系)人才。部分高等医学院校开展了从本科、硕士、博士到博士后的一系列中西医结合专业学历教育, 组织编写和正在编写中西医结合临床医学和基础医学专业规划教材, 逐步形成了比较完整的人才培养体系, 中西医结合医师已近 7 万人。为了给中西医结合职称改革提供较为科学、规范、完善、统一的标准, 2008 年国家中医药管理局人事教育司委托中国中西医结合学会组织制订“中西医结合临床医学专业技术资格评审条件”, 并成立了课题工作组。

(五) 中西医结合国际合作情况

中西医结合医学已经在国际医药学界产生广泛而深远的影响, 特别是在中西医结合医学研究实践及其取得的进展、成果和成功经验方面, 引起了世界各国的关注和瞩目, 并促进越来越多的国家重视和开展传统医药与现代医药结合研究, 涌现出如日本结合医学、印度结合医学、加拿大结合医学、韩国结合医学、美国结合医学(综合医学)的研究等。全球的结合医学研究正在兴起。我国中西医结合医学家与美国 NCI、NIH, 以及加拿大、德国、英国、奥地利、瑞典等国的医学研究机构进行了广泛的合作, 不仅促进了国际结合医学的研究, 同时也带动了国内中西医结合的发展。

三、中西医结合医学学科在国内外进展的比较和分析

(一) 国际结合医学发展情况

国外结合医学的发展是随着补充和替代医学的传播而发展的。近 2 年, 随着国际对中医学等补充和替代医学作用认识的不断深入, 以及中医药等相关研究的广泛开展与研究成果的认可, 世界结合医学的发展呈现良好的趋势。许多国家科研机构 and 医学团体加大了对结合医学及传统医药研究的投入, 使结合医学有了快速发展。在一些国家, 结合医学已经开始被纳入当地的社会保障体系。

(二) 结合医学国内外进展比较分析

中西医结合在我国经历了 50 年的发展历程, 无论是在医疗、科研, 还是在教育和国际交流等方面, 都取得了一定的成绩, 处于国际领先地位, 促进了国际结合医学的全面发展。但是, 随着世界各国对结合医学的逐渐重视以及相关研究的不断深入, 我们也应看到自身发展中的不足与差距。

在中西医结合医疗服务方面, 由于我国在全国范围内建立了多所中西医结合医院, 开展了多种疾病的结合治疗, 因此, 我国结合医学服务的患者更多, 治疗的疾病更加全面。

但是,与国外,尤其是欧美等国家结合医学的临床研究相比,我国还存在一定差距。主要表现在相关研究的数量虽多,但质量不高;临床研究的方法尚不够严谨,未能严格按照国际公认的方法执行,导致研究质量难以让人信服,难以得到国际医学界的认可。同时,中西医结合临床标准的制定工作需要加强。

随着现代医学的发展,越来越多的现代分子生物学、蛋白质组学以及系统生物学的技术与方法被用到中西医结合的研究中,不仅促进了中西医结合理论研究的深入,也提高了我国中西医结合研究的质量。然而与美国、日本的研究技术相比,我们还存在一定差距。但近2年我国发表的中西医结合相关文章质量显著提高,被SCI收录文章数量开始增多,相信随着基础研究的不断积累,越来越多的研究成果将被国际认可。

四、中西医结合医学学科发展的对策和展望

(一) 中西医结合医学学科发展的对策建议

中西医结合医学作为世界结合医学的重要组成部分,面临着良好的发展机遇和严峻的挑战。尽管我国在国家政策上对中西医结合医学给予了高度重视,但尚缺乏系统的长远规划和代表国家意志的具体学术行动措施。加上中西医结合医学人才的严重流失、后继乏人,缺少世界顶级的科研成果;而且一些政府部门落实有关中西医结合政策的力度不够,对中西医结合医学的发展造成了一定程度的制约。目前我国中西医结合医学研究成果的影响力仍处于国际领先地位,但已经受到发达国家同类研究的极大挑战。因此,必须加强政府部门对中西医结合医学的领导与支持,抓住发展机遇,以继续保持我国在结合医学领域的领先地位。针对中西医结合发展中的问题,建议如下:

1. 建立中西医结合的诊断标准体系和疗效评价体系

以病症结合为核心,以疾病的证候分类为主要研究点,开展针对疾病的中西医结合基础与临床研究,建立中西医结合的诊断标准体系和中西医结合的疾病疗效评价体系。充分发挥中医证候对疾病分类的指导作用,在辨病的基础上发挥辨证论治的临床优势,建立中西医结合的病症诊断标准体系和疾病疗效评价体系。借助现代医学的分子生物学、蛋白质组学和系统生物学等方法开展中西医结合的基础研究;借助临床流行病学、循证医学的方法,开展临床研究,全面提高中西医结合研究的质量,以得到国际医学界的认可和接受。

2. 深化中西医结合理论和方法的研究

围绕社会发展中亟待解决的重大问题进行学术研究,深化中西医结合理论和方法学的科学研究。中西医结合是我国医疗服务体系中极为重要的组成部分,在城市职工和居民的基本医保、在新型农村合作医疗等这些基本的体系建设方面,应当紧密围绕我国社会发展中亟待解决的重大问题进行中西医结合学术研究,为国计民生服务。

中西医结合是我国特有的医学体系,是前所未有的新兴事物,是一门比较年轻的学科,目前仍处于探索研究阶段。它没有可以借鉴的成功经验和先例,只能靠我国中西医结合科技工作者不断探索和创造。因此,只有坚持继承与创新并重,充分调动和发挥中西医结合科研人员的积极性和创造性,营造学术氛围,繁荣学术研究,积极拓展研究领域,才能

逐步深化中西医结合理论和方法学的研究。

3. 注重疾病的预防和健康促进开展中西医结合研究

中西医结合工作应考虑重心下移和战略前移,即今后将中西医结合工作的重点逐步转移到健康促进方面,包括中西医结合的合理膳食结构和功能性食品,中西医结合的健身运动,中西医结合的疾病预防和疾病早期干预,中西医结合的心理健康维护,中西医结合的老年保健等,用流行病学的研究手段来促进中医“治未病”理念的实现。

4. 加强中西医结合医疗、教学和科研机构的建设

国家应该继续加强中西医结合工作,包括继续加强重点中西医结合医院建设;加强重点中西医结合专科(专病)建设;筛选、优化、推广中西医结合的优势单病种诊疗规范。

5. 强化中西医结合学科的人才培养

加快中西医结合医学的学历教育,设置中西医结合系或中西医结合学院,增加中西医结合专业研究生的招生人数,继续组织、开展西学中和中学西教育,特别是组织高层次西医学习中医,制定中西医结合医学继续教育的相关激励政策;尽快充实《医疗机构诊疗科目名录》和《关于医师执业注册范围的暂行规定》中西医结合科目下的内容,为中西医结合医学工作者临床服务提供政策保障;尽快搭建国家级的中西医结合医学研究及创新基地,为高层次中西医结合医学研究人员提供良好的工作平台。同时,采用西学中的形式,号召并鼓励全国西医从业人员,特别是高水平的西医专家参与到中医药的研究与应用中来,继续造就一批精通中、西医学的大家,为更好地维护国民健康共同发挥中、西医的优势。对全国西医从业人员进行中医诊疗知识系统培训,使临床医生能熟练掌握基本中医诊疗技术,了解常用中成药与适宜技术的使用原则和方法,并对西医医生进行相关的中医诊疗知识的考核,确保中医药的正确使用。

6. 加强国际交流与合作

结合医学的发展需要,多借鉴不同学科与不同国家的研究经验,在开放、科学的氛围中更快地发展。

(二) 中西医结合医学学科的发展展望

我国中西医结合基础研究和临床实践充分证明,中西医结合医学在医药卫生领域具有明显的特色和优势。展望未来,中西医结合研究将取得更大的成绩:①中西医结合医学的理论体系和医学模式将不断完善和发展;②中西医结合的疾病诊断体系和疗效评价体系将逐步建立;③中西医结合的医疗模式将会被更加普遍的采用;④中西医结合的临床疗效将会显著提高;⑤中西医结合基层医疗服务能力不断提高;⑥西学中的开展将更加有利于中西医结合学科的发展。

当今世界,现代医学的发展日新月异,而通过对传统中医学的不断深入挖掘,中医学的经验和独特方法将被重新认识和推广。因此,在中、西医学共同发展的基础上,中西医结合医学必然会取得更大的发展。

第二十七节 药学

当今世界,随着科学技术的飞速发展与现代文明的进步,作为保障人们生命健康与生活质量的医药事业得到了迅速发展,并且在国民经济发展中占有举足轻重的地位。药品是人类用于预防、治疗、诊断疾病的特殊商品,关系到公众生命健康。党的十七大报告把“人人享有基本医疗卫生服务”确立为全面建设小康社会的新要求之一,明确提出建立国家基本药物制度,保证群众基本用药。2008年,国务院组织实施“重大新药创制”科技重大专项,重大药物的创新体制是促进我们医药强国的重大战略步骤。

一、药学学科各领域的主要进展和发展现状

随着医药产业的发展壮大,我国的药理学研究水平有了长足的进步,但总体上落后于发达国家。2007年我国医药行业全年累计实现工业总产值6926亿元,同比增长25.3%。其中,化学原料药制造业1581亿元,同比增长28.0%。在我国,制剂企业已占制药工业总数的70%左右,工业总产值和实现利税均占制药工业的60%以上。饮片产业持续增长,2007年实现工业总产值304.39亿元,在医药行业中增长速度最快,与2006年同比增长37.32%;工业销售产值实现291.6亿元,同比增长40.1%。按现有增长速度,我国医药产业在未来的数年间将突破万亿大关,真正成为国民经济的支柱产业。

(一) 海洋药物领域的研究进展

海洋药物的基础研究逐渐与应用相结合,海洋药物的交叉学科协同研究成为主导;海洋生物中活性先导化合物的发现在国际上仍为研究的主流;化合物的结构类型覆盖了海洋生物主要代谢产物结构类型;生物活性筛选由传统的以抗肿瘤活性化合物的发现扩展到心血管、神经系统疾病以及炎症等其他疾病的药理筛选。其中对非细胞毒或低细胞毒化合物的其他药学功效给予了高度的关注,开拓了海洋活性化合物的药学研究和应用范围。海洋生物资源的可持续性利用引起科学家的高度重视,使得研究方向由以海洋动植物研究为主发展成为以海洋内生微生物研究为主,并开拓了深海生物的研究领域。生物工程技术在海洋药物研究中的应用逐渐成为研究的新热点,特别是生物合成目标产物研究取得了长足的进步。我国在海洋药物研究体系的多个领域中都处于国际先进水平,特别是在海洋生物基因组学、海洋生物基因药物的研究与开发及海洋天然产物的研究方面引起了国际上的关注。包括高通量和高内涵筛选技术的新生物技术在海洋药物研究中发挥了重要作用。

(二) 军事药学领域的研究进展

随着药学相关学科和技术的研究,军事药学亦获得长足发展,尤其是特种武器损伤防治药物研究领域。在化学武器损伤防治药物研究领域里,我国成功研制出针对神经性毒剂、全身中毒性毒剂、失能性毒剂中毒的特效救治药物和自动注射针;对难以防治的糜烂

性毒剂、窒息性毒剂的研究也取得了一定进步。在核与辐射损伤防治药物研究领域,辐射防护剂、阻吸收药物以及促排药物等的研究均已取得较大进展。在生物武器损伤防治药物研究领域,我国现已成功研制出多种疫苗与抗血清。

(三) 抗生素领域的研究进展

我国在抗肿瘤抗生素力达霉素基础研究,特别是力达霉素(Lidamycin, LDM)抗体靶向肿瘤治疗研究方面取得了显著的进展。力达霉素是具有我国自主知识产权的烯二炔类抗生素,具有较强的抗肿瘤活性。2007年由中国科学技术协会资助的抗生素滥用调查项目表明,抗生素是医院销售的所有药品中的第一位。国内兽用抗生素共89种,消费量巨大,且兽用、人用抗生素混杂,部分抗生素属于WHO(世界卫生组织)规定的限人用重要抗生素。畜牧养殖业滥用抗生素现象严重,必须引起政府相关部门的重视。

(四) 老年药学领域的研究进展

随着人口老龄化日趋明显,老年医学和老年人合理用药受到人们极大的重视。老年医药学有几个特点:①发病模式的转变,我国老年人心脑血管疾病和恶性肿瘤的发病率呈明显上升趋势,这三类疾病占老年人全部死亡病因的70%以上,而传染病与结核引起的死亡占总死亡的比例急剧下降,这说明我国已从发展中国家以传染病为主的模式向发达国家以慢性病为主的模式转变;②更加重视老年人合理安全用药;③对老年疑难病和重大疾病新药的研发投入较大力度,这里包括寻找新作用靶点的药物;④对老年患者重大疾病临床联合用药的重视,如对高血压患者依据个体化原则,制定安全有效的联用方案,包括处方联合或固定剂量联合,取得了很好的临床效果。

(五) 生化与生物技术药物领域的研究进展

我国的生化与生物技术药物近年来取得了很大的进展,特别是抗体药物成为生物制药产业中最具潜力的亮点。市场需求旺盛使得人血制品类成为今年的一大热点。基于生物技术药物的特性,其药代动力学研究面临着问题,其研究方法也因蛋白质、多肽类药物、核酸药物、单克隆抗体类药物而不同。随着生物技术药物的普及应用,生物技术药物的安全性评价也显得愈来愈重要。在我国传统的生化药物中,多糖类药物的研发成果正在向产业化转变。

(六) 药剂领域的研究进展

我国给药系统的研究一直紧随国际动态,其内容几乎涵盖了国际药物释放系统研发的各个领域。目前已经有酮洛芬、吡罗美辛、庆大霉素等近30种口服给药系统;硝化甘油、雌二醇等透皮给药系统;多柔比星、紫杉醇等脂质体,促黄体激素释放激素(LHRH)类似物丙氨瑞林和那法瑞林、睾丸酮—丙交酯乙交酯共聚物(PLGA)微球、胰岛素—聚丙交酯(PLA)微球,治疗癌症的甲氨蝶呤明胶栓塞微球等靶向给药系统获准进入临床应用。具有中国特色的中药给药系统研究也有了新的发展。中药透皮释放系统、中药黏膜给药系统、中药缓释/控释和靶向给药系统在近几年的国家自然科学基金、科技部“863”计

划、“创新药物与中药现代化”重大专项等基金的资助下取得了一批有影响的科研成果。

(七) 药事管理领域的研究进展

医药卫生体制改革和药品监管形势为药事管理学科发展提供了良好的发展环境和研究领域,药事管理学科进入崭新的快速发展阶段。目前,在高等药学院的课程设置中,药事管理学不仅已成为药学及相关专业本科及研究生教育的重要必修课之一,也是执业药师资格考试的重要科目之一。药事管理学科课程从原来的仅有一门《药事管理学》,已发展为现在的药事法规、医院药房管理、医药市场营销学、药物经济学等一系列课程群,药事管理学师资队伍日趋壮大。药事管理学科的各专业教学模式不断创新,模拟实验教学在部分医药院校启动,为药事管理学科人才培养提供了新的方法和手段。近年来,药事管理学科在教学、科研、学科建设等方面取得了一系列新进展,学科的发展初具规模。

(八) 药物分析领域的研究进展

加强在药物新技术体系中相关的基础与应用基础研究,解决在药物发现、新药研究与评价和药品中试与产业化过程中的关键分析技术问题,这些应成为我国药物分析学科在“十一五”期间的重点研究方向。在此过程中,研究蛋白质相互作用的高通量及高精度二维毛细管电泳(2D-CE)、二维液相色谱-毛细管电泳/质谱(LC-CE/MS)、鸟枪法(Shot-gun)等新型分离鉴定技术,与药物新靶标确证相关的生物大分子结构分析与计算机模拟设计技术,以及基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱(MALDI-TOF-MS)技术和其他多维色谱(如 LC-LC-MS、LC-LC-MS-MS)技术等将得到广泛应用。同时,有关的活性物质分离纯化技术、中药质控与有害物检测技术、生产过程在线监测与控制技术等应用基础研究也需加强。

(九) 药物化学领域的研究进展

国内药物化学研究的重点主要还是威胁人类生命和健康的重大疾病药物的研究,如心血管、抗肿瘤、抗感染和抗糖尿病等药物的研究。另外,镇痛、抗抑郁、抗氧化等药物的研究在最近几年也开始进展迅速。对药物靶点的研究和开发也逐渐得到国内药物研究者的重视,重大疾病相关基因及蛋白功能转化领域取得了新进展。针对肿瘤多药耐药、肿瘤信号转导和耐药菌的研究,目前成为药物化学研究的重点内容。从我国目前的情况来看,制药工艺研究仍然是国内药物化学工作者关注的热点。国家已将开发我国首创的、具有自主知识产权的预防和临床治疗迫切需要且疗效突出的新型化学合成药物、手性小分子药物、合成多肽药物、核酸类药物及糖类药物及防治心脑血管疾病、癌症、病毒及艾滋病、老年性疾病、免疫及遗传性等重大疾病药物的合成研究列入中国《当前优先发展的高新技术产业重点领域指南》中,合成药物是21世纪需要重点开发的新药。

(十) 药物经济学领域的研究进展

目前,我国政府和相关部门以及学者对药物经济学在药品报销目录的制订、药品定价和合理用药等方面的应用都进行了积极的探索和尝试。药物经济学研究可以使新药价格

既有利于新药研发,又有利于基本医疗保险基金的合理使用。利用药物经济学来指导药物目录的制定是药物经济学中的一个重要应用领域。产业界也积极地尝试利用药物经济学指导新药开发决策。药物经济学在药品研发的应用上具有巨大潜力,它在药品研发中的成功应用可以引导企业新药创新的方向,在新药开发中节省成本,并尽早终止没有潜力的研发项目。

(十一) 药物流行病学领域的研究进展

自 2007 年以来,药品安全性问题进一步引起全社会的关注,如对硫普罗宁注射剂、胸腺肽注射剂、头孢曲松钠等药物引发不良反应的通报,以及上海华联制药公司的甲氨蝶呤事件等。我国在药品不良反应监测的信息化建设方面有了飞速发展,药品不良反应病例报告质量逐渐规范,药品上市后的评价体系正在建立之中。在今后,要加强合理用药方面的研究,为政府制定国家药物政策提供依据;加强对中药安全性的研究和监测;加强对药物警戒的研究和宣传;加强对现有 ADR 信息资料的利用、分析和评价工作,利用药物基因组学和蛋白组学指导临床合理化用药。

(十二) 医院药学领域的研究进展

近年来,我国医院药学工作取得了飞速发展。政府、医院管理者和医务人员对药师作用的认识加深,临床药师的需求日趋旺盛;信息化和智能化加速,电子处方和单剂量分包装机开始在我国使用,医院药学信息系统建设受到重视;医院制剂总体仍呈萎缩状,区域制剂中心将是发展趋势;药品招标采购仍将存在,但形式和操作将进一步规范;我国一些医院药学部门开始学习和借鉴国际的药学服务模式,建立了静脉药物配制中心,开展细胞毒性药物、全肠外营养液、抗生素和普通输液的集中配制;医院药学工作重点逐渐向临床服务转移,医院药学服务模式处于缓慢的“以患者为中心”的改革阶段。

(十三) 应用药理领域的研究进展

目前,应用药理学工作者主要应用药理—生物统计学模型解决疾病、药物(药代动力学、药效动力学)和临床调查(安慰剂、基线)三者之间的相互关系。随着新技术、新方法、新理论的不断涌现,应用药理学的适用范围也在不断扩展。未来应用药理学将贯穿于药物开发的整个过程。临床前期,通过人工生物材料、动物模型等模拟人体药代和药效动力学,为新药开发提供线索。临床阶段,候选药物经过药代动力学和药效动力学的多次评估,然后通过人体进行验证。最后通过多中心的临床调查优化患者的用药剂量。新药上市后期,关注药物的安全性、副作用以及新的适应证。这种疾病、药物和临床调查三者之间的有机结合所形成的应用药理学体系将明显增加新药开发的成功率,同时可为开发失败寻根溯源。

(十四) 制药工程领域的研究进展

中药制药工程在促进中药新工艺、新装备、新技术、新材料、新剂型的开发,开展中试和工程化放大试验,推进 GMP 等规范的实施步伐方面取得了新进展。生物反应器中的

生物过程工程研究是生物制药工程研究的核心问题之一,新型生物反应器的研究开发主要集中在动物细胞反应器、植物细胞反应器和海洋生物反应器。生物反应器的系统生物学将是未来学科研究的方向,其中包括以代谢流分析为核心所涉及的功能基因、转录谱、蛋白组学、代谢组学,代谢工程与计量化学等研究。化学制药工程应当加强经典化学药物的工艺研究,加强循环经济、清洁化学制药生产集成技术的研究,加强非专利化学药物的工艺研究。制剂工程紧紧围绕药物制剂技术的发展和演变而发展。生物药物的分离技术随着装备技术的发展跃入新台阶,这将进一步降低药品的生产成本。世界能源和环境形势使得膜分离应用更为普遍,纳滤、超滤的应用将简化生物制品的生产流程并提高得率。大规模层析设备以及多种分离技术结合的工业化工作站将使分离研究尤其是中试研究进程缩短。

(十五) 中药与天然药物领域的研究进展

我国在天然药物化学研究领域取得了可喜的进展。青蒿素、紫杉醇、双环醇、丁苯酞、石杉碱甲等已经成为临床不可或缺的一线药物。从天然药物中寻找活性成分是研制新药的有效途径,因而越来越多的研究工作更侧重于天然产物的生物活性研究,并且取得了可喜的成就。中药的采收加工是确保临床疗效和有效利用资源的重点环节,更加引起广泛重视。中药鉴定出现了综合运用多种技术解决问题的趋势,为中药鉴定研究工作带来新的生机。二元指纹谱测定法和多成分含量测定等成为流行的中药质量评价方法。基于LC/MS、LC/NMR、LC/NMR/MS等色谱一波谱联用集成技术的化学筛选方法,以及化学筛选与活性筛选在线集成应用,可大大提高活性天然产物发现的概率和效率,加快药物先导化合物和创新药物的研制进程。随着分离、测试技术的日益发展及其在天然药物研究中的应用,许多微量、结构新颖的化合物成功地得到了分离和鉴定,并通过不同层次的活性筛选进行评价。中药与天然药物研究应更加注重包括有毒植物、濒危植物、热带雨林及高原植物等极端环境下的特殊资源的研究;加强中药材质量控制研究、中药复方研究,以及中药及其制剂的安全性评价研究,重视生物合成与生物转化。

二、我国药理学学科面临的挑战和机遇

我国目前面临传染性疾病和慢性非传染性疾病的三重威胁,重大疾病的发生率不断攀升,危害十分严重。人口老龄化问题将成为我国未来十几年人口和社会发展最严重的挑战。越来越多的国际医药企业开始进入中国医药市场,国内医药企业面临更加激烈的市场竞争。传统的药品研发模式已经很难适应市场经济环境,我国在创新药物研发方面与发达国家还有很大差距。主要表现在:我国医药产业结构不合理,缺乏具有国际竞争力的龙头企业;我国新药创新体系不健全,自主创新能力薄弱,新药研制的经费投入严重不足;新药研究与产业化条件差;药物筛选技术滞后;创新药物临床前、临床评价的规范化尚未得到国际认可,尚不具备参与国际药品研发竞争的能力;我国民族医药产业虽具优势和特色,但其作用远未充分发挥。公众日益增长的药品安全需求和相对落后的社会生产力之间的矛盾比较突出,发达国家在现代化、城市化、工业化长期进程中分阶段出现的安全风险在我国现阶段比较集中地出现和暴露,我们正处于药品安全风险高发期和矛盾凸显

期。近年来中药注射剂不断出现严重不良事件,引起死亡事件不断。“药害”已对人类健康和生存构成了严重威胁,因此,提高药品质量,坚持合理用药,防止滥用药品是摆在有关部门、广大医务工作者及人民群众面前的必须引起高度重视的紧迫问题。

我国全面建设小康社会战略的实施,为我国药学事业的发展提供了前所未有的极好机遇。目前,国家设立了 16 个重大项目,其中有 2 个和医药卫生有关,一种是重大传染病的防治,另一个是重大创新药物。两个项目主要是为了达到有效防治重大疾病、有效带动医药企业的健康发展。

三、我国药学学科发展的目标和对策

加强创新药物研究,开发具有自主知识产权的新药,是目前我国药学工作者的首要任务。进行大药改造,满足人民基本需求,解决广大人民群众的基本医疗卫生问题;加强一些自主研制的品种、生物技术药品、非专利防治药品的大规模制备;组建若干与国际项目相接轨的大项目;加强研究新药的技术平台建设,使国家创制研究新药的技术平台得到发达国家的认可,形成更加合理的国家药物创新体系;重点针对 10 类危害最严重的疾病创制若干个新药,其中包括化学药、中药、生物药、新药。传统的药品研发模式必须转型,建立起以医药企业为研发主体的新模式,从而迅速提升我国医药行业的整体竞争力。对于有固定的发展方向、有稳定的企业投入、有较好的研究队伍的骨干企业进行孵化激励,促进创新要素向企业逐渐转移和集中,力争突破各个关键领域中 20%~30%的技术问题。

2008 年,国务院组织实施“重大新药创制”科技重大专项。“重大新药创制”科技重大专项旨在实现两大目标:①以人民健康为根本,适应医疗体制改革的形势发展和国家基本药物制度及新型农村合作医疗制度建设以及为人民群众提供基本医疗服务的需要;针对重大疾病防治的需求,研制一批安全、有效、方便、价廉的医药产品,为我国人民健康提供有力保障手段;②研制一批具有自主知识产权和市场竞争力的创新药物,建立一批具有先进水平的技术平台,形成支撑我国药业自主创新发展的新药创新能力与技术体系。至 2020 年,使我国新药创制整体水平显著提高,推动医药产业由仿制为主向自主创新为主的战略性转变。根据“重大新药创制”科技专项,国家将鼓励和支持创新型中小医药生物技术公司的发展,充分发挥其创新活力;同时,通过政府引导,产学研结合,在条件具备的企业建设以企业为主体的创新药物孵化基地,促进大企业提升药物创新能力,推动产业发展。国家实施“重大新药创制”专项就是以人民健康为根本,市场需求为导向,自主创新为动力,平台建设为支撑,新药创制为目标,实现我国的新药产业从仿制向创新为主的产业转变。

国家和地方政府应加大资金投入,广泛争取社会各渠道的资金注入;相关企业从自身利益出发也应给予充分的重视,提前介入有关的研究与开发,科研项目应实行首席科学家负责制,各个专业各司其职,各负其责、优势互补、相互配合,尽快由目前分散式、自发式、低水平重复的状况,转变成为政府部门有计划,有组织、高起点行为。大力开展国际合作,在资金和技术方面取得有效的支持,相互交流,寻求合作机会。要发挥高校、科研院所和生产企业的三方面优势,共同努力,加快培养相关的研究技术人才,同时要吸引更多从事本领域研究和开发的留学人员回国参与该领域工作。运用知识产权保护,建立创新激励机

制,可以考虑建立专利补偿机制,创造一个稳定与创新过程相适应、循序渐进的药品注册环境,保证新药的安全性和有效性。

以化学信息学和生物信息学为支撑,将计算机辅助药物设计新技术与传统药物设计理论相结合,根据生命科学研究中所揭示的包括酶、受体、离子通道及核酸等潜在的药物设计靶点,并参考其他内源性配体或天然产物的化学结构特征,开展基于结构的药物分子设计研究。针对严重威胁人类健康的癌症、糖尿病、神经系统疾病和病毒感染疾病等重大疾病的发生发展过程及关键致病基因,开展高水平的药物发现研究,为全面提升我国自主创新药物研究的水平奠定坚实的基础。针对天然产物化学结构新颖、作用机制独特的特点,开展以天然产物为先导物的结构修饰、半合成和全合成研究。在基于结构和基于机理的药物设计基础上,开展新化合物分子的合成研究,并结合体内外生物活性研究和药物代谢动力学研究的结果,以发现具有自主知识产权的药物分子。

第二十八节 生物医学工程

一、引言

生物医学工程(Biomedical Engineering, BME)崛起于 20 世纪 60 年代。其内涵是:工程科学的原理和方法与生命科学的原理和方法相结合,认识生命运动的规律(定量),并用以维持、促进人的健康。生物医学工程综合运用工程科学、物理学、化学、数学和计算科学的原理研究生物、医学、人体行为与健康。为了疾病的预防、诊断和治疗,为了病人的康复,以及为了增进人类健康,生物医学工程发展基本概念,创造了从分子到器官层次的知识,提出了生物技术、材料、过程、植入体、器械和信息技术领域的创新方法。(NIH 对生物医学工程学科的定义)。

它的兴起有多方面的原因,根本原因首先是随着社会物质文明的进步,人们对健康的关注与需求不断提高;其次是随着疾病谱的变化,疾病诊断、治疗技术和装备的发展,要求生命科学和工程科学的有机结合。自 20 世纪 90 年代以来,生物医学工程已成为现在医疗器械产业(生物医学工程产业)技术创新和进步的主源。

近 50 年来,生物医学工程已经深入健康与医学的各个领域。就医学而言,从临床医学到基础医学,生物医学工程深刻地改变了医学本身,而且预示着医学变革的方向。从这个意义上看,没有生物医学工程就没有医学的今天。

另一方面,生物医学工程的兴起和发展不仅推动了与健康相关的众多产业,尤其是医疗器械产业的发展,而且使它发生了质的改变。其最根本的改变是把人(使用对象和使用者)和医疗器械看作是一个系统整体,强调其间的相互协调与依存作用,进而用系统工程的观念强调临床解决方案的系统性以研究发展所需要的医疗器械,实现预定的医疗目的。

20 世纪 90 年代以来,创新能力已成为发达国家生物医学工程产业技术竞争力的标志。而“创新能力”就是把研究成果和创造发明转化为可上市产品(商品)的能力,这是当代 BME 产业活力(竞争力)之所在。它表明生物医学工程已经成为医疗器械等相关产业

技术创新的主要来源,其他领域的技术和工艺则作为综合支撑技术而融入其中。自主知识产权就是这种“创新能力”的体现。

不仅如此,生物医学工程在成为生命科学和医学中一个不可缺少的组成部分的同时仍保持着工程科学的特征。它以解决实际问题为目的,在有限目标范围内寻求规律,并以最简约的方法实现既定(有限)目标。因此,生物医学工程不仅应满足医学进步的需要,而且作为整个社会健康保障系统的一个重要环节,它应该、也必须有助于医疗费用的控制和健康与医疗事业的可持续发展。

伴随着生物医学工程学科和相关产业的发展,生物医学工程教育事业也迅速发展并越来越受到重视。世界上几乎所有的一流大学都开设了生物医学工程教育或建立相关研究机构。近 30 年来,我国生物医学工程教育也有很大发展,目前已有 30 所高校获准设立生物医学工程一级学科博士点,其中有 8 所大学拥有生物医学工程国家重点学科;并且有超过百所的院校设立了生物医学工程本科专业。

多层面、多方位的社会需求和学科属性决定了生物医学工程必然是一个广覆盖、深交叉、快发展、多变化的领域。全面反映其进展势所难能。

二、国内外生物医学工程各专业领域进展趋势

各专业领域的进展主要以后工业化时代人们对健康的需求为导向,以 21 世纪医学的变革引起的生物医学工程发展方向的转变为主线,以当前生物医学工程学科讨论研究的热点领域的科学技术为主要内容介绍。

(一) 生物医学材料

生物医学材料是生物医学工程学的重要分支学科。就学科研究的内容而言,涉及化学、物理学、高分子化学、高分子物理学、无机材料学、金属材料学、生物化学、生物物理学、生理学、解剖学、病理学、基础与临床医学、药理学、药剂学等多门学科。生物医学材料在医学上的应用为医学、药学、生物学等学科的发展提供了丰富的物质基础,反过来这些学科的进步也不断地推动生物医学材料的进一步发展。生物医学材料学科对于探索人类生命的奥秘,促进人类的文明发展,保障人类的健康与长寿,必将作出重大的贡献。同时,生物医学材料学科对医疗器械产业的发展也具有重要的意义。

“生物材料是一种植入生命系统内或与生命系统相结合而设计的物质,它与生命体不起药理反应”。这一定义规定了生物材料是指置换或恢复生命组织及其功能,与生命体呈生物相容性的植入材料。实际上,与医用装置(medical device)对应,生物医学材料的定义可更广泛一些。“生物医学材料”指的是一类具有特殊性能、特种功能,用于人工器官、外科修复、理疗康复、诊断、检查、治疗疾患等医疗、保健领域,而对人体组织、血液不致产生不良影响的材料。

当前国内外生物材料开发研究的主要趋势,是致力提高材料的生物相容性,致力于开发生物相容性更好、更能适合人体生理需要的新材料,重视生物相容性的分子设计学研究,并尝试应用分子设计学方法和仿生学方法开发具有更好生物相容性的新材料。此外,通过对材料的表面修饰或生物化处理,使材料与活体的接触界面有一个相容性和适应性

较佳的过渡层,也是提高材料生物相容性的分子设计内容之一,近年来备受重视。新型的材料将包括活体细胞,生长因子、基因、酶、抗体、抗原等活性成分,以及随外界环境改变性能的智能生物材料。

(二) 生物力学

生物力学是研究生命体运动和变形的学科,主要通过生物学与力学原理方法的有机结合,认识生命过程的规律,解决生命与健康领域的科学问题。20世纪70年代末,在现代生物力学的创始人冯元桢(YC Fung)先生的大力推动和热情关怀下,生物力学作为一门新兴的交叉学科在我国起步。

20世纪80年代以来,我国一批力学、物理学、医学以及生物学工作者加入到生物力学的研究行列中,建立了我国的生物力学基地和研究团队。研究领域主要有:① 生物流变学:主要涉及胆道(肝脏)流变学、血液流变学、细胞流变学以及活血化瘀的流变学效应等;② 心血管生物力学与血液动力学:主要涉及心脏力学、心瓣力学与人工心瓣、血管力学特性、血流分析与模拟、脉搏波传播以及临床心血管工程等;③ 骨关节生物力学:主要涉及颅脑损伤力学、骨折愈合力学以及骨应力遮挡效应、人工关节、颞颌骨/关节力学、口腔正畸力学等。此外,还包括了呼吸力学、软组织力学、药代动力学等方面的研究。这些工作的开展、积累和成果为我国生物力学学科的发展作出了重要贡献。

近10年来,随着现代科学技术的发展,生物力学研究深入到细胞分子水平,生物力学学科自身也在不断发展,又逐渐形成了新的研究领域——力学生物学(mechanobiology)。力学生物学是研究力学环境(刺激)对生物体健康、疾病或损伤的影响,研究生物体的力学信号感受和响应机制,阐明机体的力学过程与生物学过程如生长、重建、适应性变化和修复等之间的相互关系,从而发展有疗效的或有诊断意义的新技术,促进生物医学基础与临床研究的发展。我国力学生物学研究起步较好,在血管力学生物学和骨关节力学生物学研究等方面取得了一些令人瞩目的新成果。同时,我国生物力学在分子生物力学、康复工程与生物力学、组织修复与生物力学、组织工程与生物力学的研究以及生物力学在临床医学、空间生命科学和生物医学技术等领域的应用与交叉领域也取得了一批具有国际水平的成果。此外,我国生物力学还在发展医学工程的新概念和新方法,提供新的临床诊治仪器和装备,促进新药设计、筛选与开发等方面作出了重要贡献。

(三) 医疗信息技术

信息技术不断改变着医疗卫生服务的方式。推动医学信息化浪潮的根本原因在于医疗卫生服务本身的变革需求。20世纪中后期是人类社会科技和经济快速发展的阶段,各种先进的医疗设备为诊断、治疗以及预后提供了新的技术支持;各种疾病不断被征服,人类平均寿命不断提高,疾病谱由急性、传染性疾病向慢性疾病、老年病转变;医学领域分化加快,各种医疗过程变得越来越复杂和专业;临床数据爆炸式增长,医疗知识不断更新。信息革命改变了世界的面貌,影响了人们生活的方方面面,人们逐渐认识到信息技术同样可以改变医疗卫生的服务方式。实际上,将信息技术应用于医疗卫生领域的尝试相比电子商务、电子银行等领域要早很多。特别是进入20世纪90年代之后,计算机和网络成本

不断降低而医疗服务成本却不断攀升,这样的压力促使世界范围的医疗卫生服务体系进行了不同程度的重组,医疗信息化成为改进医疗服务质量、提高服务效率、控制医疗卫生服务成本在民众可接受水平上的主要技术手段。进入 21 世纪之后,一些大型的医疗信息化项目开始出现,与之前的多数医疗信息产品的一个显著区别是,它不再是面向单一的机构,而是面向区域,甚至以国家项目的形式面向全社会。比如“国家 IT 发展计划”是英国政府 2002 年开始着手的一项 120 亿美元的项目,试图用信息技术对医疗卫生保健体系进行全面改造,构建全民电子健康记录(EHR)。而类似的项目目前在加拿大、澳大利亚、欧洲大陆、美国都在进行,成为新世纪医疗信息化的新特点。

我国在 20 世纪 90 年代中期开始了医院信息系统的研究。1995 年卫生部医院管理研究所依托国家“八五”科技攻关课题“综合医院信息系统研究”,开发了中国医院信息系统(CHIS),这标志着我国医疗信息化水平进入一个新阶段。随后,由解放军总后勤部主持开发的“军卫一号”工程研制了“军惠医院信息系统”,并在全军推广。众多的医院信息系统厂商如雨后春笋般涌现出来。但这个时期我国医院信息系统处理的大部分还是财、物管理数据。进入 21 世纪之后,我国的临床信息化进程加快,经济发达地区的信息技术应用水平已经接近世界先进水平,但是从整体来看同发达国家医疗信息化相比仍然存在一定差距。

当前,医疗信息技术的发展呈现以下特征:信息技术已经成为越来越多的医疗设备必须具备的技术基础;集成化、一体化的系统整体解决方案;以个体为中心的医疗健康数据管理;信息应用从数据向知识发展;面向 workflow 管理的医疗信息系统;此外,信息技术推动了基因医学和个性化医学的发展。

(四)生物芯片与传感技术

生物传感器则是将生物体系中的有关信息转变成可以进行测量与分析的光、电信号的器件;如果拓展一些,也包括医用传感器,就是将医学实践中需要测量的一些物理与化学量的转换器件考虑在内。所以,可以统称为生物医学传感器。

在生物医学工程发展的过程中,生物传感器的发展始终是重要的内容,受到广泛的重视;同时,因其需要集成多学科技术共同的努力,牵涉到比较多的层面,显示出很大的挑战性。尤其是伴随着新学科、新技术的不断涌现与进步,新原理的器件(如基因芯片、蛋白质芯片、细胞芯片等生物芯片,生物微流体器件以及利用纳米材料与纳米技术的生物纳米传感器)及生物医学传感技术新研究领域(如低功耗医学集成电路设计和可吞咽电子胶囊技术等)也不断出现并迅速获得发展。

伴随着系统生物学发展起来的生物传感技术已在预测医学、预防医学和个性化医学中得到应用。如用代谢组学的生物指纹预测冠心病人的危险程度和肿瘤的诊断及治疗过程的监控;用基因多态性图谱预测病人对药物的应答,包括毒副作用和疗效。表型组学的细胞芯片和代谢组学的生物指纹将广泛用于新药的发现和开发,使新药的发现过程由高通量逐步发展为高内涵(High content),以降低居高不下的新药研发投入。

生物传感器的发展紧密结合目前生物医学应用的迫切需要,特别是目前生物科学的飞快进步,分子生物学、分子医学的快速发展,出现了大量可用于生物分子信息检测的传

感器;新材料与新技术对生物传感器的推动更加显著,例如许多纳米材料表现出特殊的功能特性,特别是如果其便于与生物医学信息相连接,就可能出现许多新原理的传感器;随着微纳系统技术的进步,生物传感器的发展进一步出现了与动作器相集成的趋势;此外向生物学习,使许多生物传感器具备了智能化的优点。生物传感器相关产业日益成长,并越来越受关注。

(五) 组织工程及再生医学

组织、器官的丧失或功能障碍是人类健康所面临的主要危害之一,也是引起人类疾病和死亡的最主要原因。单纯依靠传统治疗模式难以解决组织、器官缺损修复的诸多根本问题。如何从根本上解决组织、器官缺损或功能障碍已成为科学界特别是生命科学领域所要积极努力和探索的国际性前沿课题。

再生科学就是应用现代生命科学、材料科学、计算机科学和工程学等学科的原理和方法,研究和开发用于维持、修复、再生或改善人体损伤组织和器官功能的一门科学。组织工程学是根据细胞生物学和工程学的原理,应用正常的、具有特定生物学活性的组织细胞与生物材料相结合,在体外或体内构建组织和器官,以维持、修复、再生或改善损伤组织和器官功能的一门科学。再生医学的核心是组织工程。组织工程的核心是建立由细胞和生物材料构成的三维空间复合体。细胞通过大量分泌细胞外基质完成组织结构的架构,细胞在新组织内的生物学活动维持了组织结构的长期稳定并使再生组织具有特定的生理功能。组织工程是在组织水平上操作的生物工程,主要致力于组织和器官的形成和再生,它的提出、建立和发展被誉为外科领域中组织、器官缺损和功能障碍传统治疗方法和模式的一次革命,标志着医学将走出组织器官移植的范畴,步入制造组织和器官的新时代。

组织工程与再生医学是在多学科交融渗透的基础上发展起来的新兴交叉学科,在世界范围内经过 10 余年的发展及不断深入,已成为世界各国在生物科技领域展开竞争的重要方面。组织工程学研究的主要内容包括种子细胞、生物材料与组织工程化组织构建 3 个部分,因此研究范围涉及了材料学、工程学及生命科学等诸多领域。组织工程学科发展报告从种子细胞、支架材料及组织工程构建技术的最新成果、存在问题及发展趋势,以及有关组织工程的产业化和标准的现状等方面一一做详细介绍。组织工程将成为包括生命科学整体在内的多学科的强大发展动力,带动多学科研究水平的整体发展,并作为相关学科与产业链形成和发展的枢纽,形成以组织工程产业化开发为中心的生物科技产业链。

我国组织工程研究方向判断准确、发展迅猛,适应产业化发展的研发体系已经初步建立,研究成果为产业化发展奠定了坚实的基础,受到国际组织工程研究领域的广泛瞩目。我国组织工程研究重点开展了骨、软骨、肌腱、皮肤等结构性组织的组织工程研究,在干细胞的诱导分化、生物材料的开发与应用、组织构建技术的完善、特别是组织工程的临床应用等方面取得了飞速发展,已成为国际组织工程研究的主要力量之一,产业化发展前景已经初现曙光。研究成果标志着我国在上述组织构建领域已具备向临床应用及产业化发展的基础,推动了国际组织工程研究向临床应用方面迈出了重大一步。

(六) 介入医学工程

介入医学(Interventional Medicine)是近20~30年以来的一门临床诊断和治疗学科。它介于外科手术和内科药物治疗之间,采用导管或腔镜技术进行各种低创伤性诊治。其中介入放射学是介入医学的主要组成部分,与具有数百年历史的内科学、外科学相比,介入放射学虽然显得很年轻,但其发展非常迅速,在临床上的应用领域相当广泛。现在人体器官、脏器的许多疾病都可以采用介入放射学方法进行诊断、治疗。由于介入放射学在疾病诊疗方面有着内科学、外科学所不具备的优点,国际上已将其列为与内科、外科治疗学并驾齐驱的第三大治疗学科。

介入医学工程(Interventional Medical Engineering)是近年来迅速发展起来的新兴技术学科,是指采用系列介入器械与材料(或称为微创器械与材料)和现代化数字诊疗设备进行诊断与治疗操作的医学工程技术。“微创、无痛、舒适”已成为当今人们追求的医疗理念,成为21世纪临床医学发展的趋势,因而微创介入医疗作为一种崭新的手术方法,以其迅猛的速度发展壮大起来,手术范围几乎涵盖了心血管、脑血管、癌症、外科、妇科、耳鼻喉科等学科。介入医学工程技术一方面取代传统外科手术治疗疾病,提供一种创伤较小的治疗手段;另一方面使一些传统手术难以处理的疾病得以圆满解决,为广大患者带来福音。

介入医学工程学科属于多学科前沿交叉的性质,介入医学工程器械的开发研制、生产和应用需要涉及高科技新型材料(管材、导丝、膜等)、精密电子与机械、器械与医药/基因结合以及临床研究等多个学科。近年来我国介入医学工程学科和产业都有了快速的发展。其中心脑血管介入器械,特别是心脏冠脉介入产品发展迅速。

介入医学工程学科和产业具有美好的发展前景。未来的介入医学工程器械和材料的发展重点将是致力于研究能够使损伤、病变组织或器官完美重现和再生的材料和器械。这些材料与器械不是单纯起到病变组织或器官的治疗、增强或替代功能的作用,也不仅仅是在有效使用期内不会对宿主引起急性或慢性危害;而是希望它是一类特殊的功能材料及其构件,能够精确调控,激发、主动诱导人体组织的自身修复和再生能力,从而达到使病变组织、器官最终完全或主要是由再生的自身天然健康组织或器官所取代的完美境界。

(七) 医疗器械

作为生物医学工程典型产品,医疗器械在医疗领域得到广泛应用。医疗器械是指单独或者组合使用于人体的仪器、设备、器具、材料或者其他物品,包括所需要的软件;其用于人体体表及体内的作用不是用药理学、免疫学或者代谢的手段获得,但是可能有这些手段参与并起一定的辅助作用;其使用旨在达到下列预期目的:对疾病的预防、诊断、治疗、监护、缓解;对损伤或者残疾的诊断、治疗、监护、缓解、补偿;对解剖或者生理过程的研究、替代、调节;妊娠控制。

随着人类对健康产业需求不断增长,全球医疗器械产业迅速发展,正在成长为世界经济的支柱性产业。在美、欧、日占据主导的全球医疗器械市场,2006年容量已达2900亿美元,2007年超过3000亿美元,其中中国占有7%的份额。2007年底,中国医疗器械企

业达到 12601 家,行业实现工业总产值超过 1900 亿元,同比增长近 16%;工业销售收入约 1840 亿元,同比增长 20%;利润总额近 200 亿元,同比增长 42%;医疗器械与药品市场份额比例达到 1:3。近年来,中国医疗器械进出口呈整体上升态势,至 2007 年全年贸易顺差 41.33 亿美元。

我国医疗器械产业已具有门类齐全、制造、加工能力强、中国市场自我支持能力强、人口众多、市场发展潜力巨大的特点。医疗器械已成为朝阳产业,在全国 GDP 中的比重呈增长趋势,正成为最活跃、发展最快的领域,也是关系民生的国民经济的重要部分。随着我国医疗器械产业的发展,全国已形成了几个医疗器械产业聚集区和制造业发展带,珠江三角洲、长江三角洲及京津环渤海湾三大区域成为本土三大医疗器械产业聚集区。然而,与世界发达国家相比,中国医疗器械产业有较大差距,这些差距既是挑战更是机遇。

中国医疗器械产业有巨大的发展空间美好的前景。国内医疗器械产业总体水平仍然远远低于我国市场需求增长的速度,随着我国医疗卫生事业发展步伐的加快,医疗保险制度改革总体上会促进医疗器械产品的消费;此外政府扶持和管理力度日益加大也是我国医疗器械产业发展的重要动因。更为重要的是医疗器械产业的发展首次写入国家科技中长期规划,国家《医药行业“十一五”发展指导意见》中提出,医药行业发展的主要任务是“分阶段有步骤地发展医疗器械产品及其关键部件”。

医疗器械与生物医学工程学科的许多领域,如生物力学、生物材料、人工器官、生物芯片与传感技术、医疗信息技术、医学影像技术等都密切相关。我国生物医学工程学科的发展为我国医疗器械产业的发展提供了坚实的学科和人才基础。

三、展望

作为一门新兴交叉学科,同时也是社会健康保障体系的技术支撑,21 世纪的生物医学工程学科必然为生命科学技术和人类健康事业的发展作出重要的贡献。与其相关联的医疗器械产业,作为一个朝阳产业,也必然成为国民经济支柱型产业,为人类健康作出重大贡献。

第二章

学科发展报告(2009—2010)简介(英文)

1. Chemistry

Chemistry plays an extremely important and un-replaceable role in the sustainable development of national economy and society.

Chinese chemistry gets a great development in both basic and applied research areas. In the concrete, basic research is more solid and deep, the developments of new producing fields is very fast, the newly grown points in the classical fields appear continually, the quantities and qualities of achievement meet the great requirements of the country and society; and the practical applications are increased and improved obviously, the distribution of the academic fields is more suitable to the develop requirement and consist with the international trend and combine with countries situation tightly, the sustainable development has been concerned more in the selection of the topics, the creative achievements are increased fast, the academic exchange both in international and domestic areas are wider and the amounts and qualities of the published papers are increased substantially.

The highest national science and technology prize for 2007 was awarded to the Professor Min Enze for his contribution to the creation of the catalysis for petroleum refining and petroleum chemicals and the initiation of Chinese green chemistry. Professor Xu Guangxian was awarded the same prize in 2008 for his contribution to the fields of rare earth separation industry and theoretical and structural chemistry. Both of them are the members of Chinese Academy of Sciences. In the meanwhile, several other national prizes also are awarded to Chinese chemists.

In August and September of 2008, famous international periodicals *Advanced Materials* and *The Analyst* published special issues introducing the research progress of Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences, and the progress of analytical chemistry in China, respectively; this is the first time for them to publish a special issue for one institute for the analytical chemistry research field in China. It is indicated that the Chinese chemistry research level has attracted the great interest in the international academic circles and the academic position of Chinese chemistry in the world has risen significantly.

After referencing the statistical data given by Essential Science

IndicationSM, it is concluded that① the amount of chemistry papers published by Chinese scientists (papers originated in Taiwan area of China are not included) stands on the top of national list, it is almost the same as Japan and only behind US; it has been the first place of the various research fields in China for several years;② the total number of cited frequencies and of the papers published in the periodicals with high impact index are increasing; and the increment rate of them are far over than the total number of published chemistry papers, these facts reflect completely that paper quality has been improved significantly;③ however, the average cited frequency per paper is still low and even lower than that of South Korea and the Taiwan area of China, therefore, the papers' academic level should be further rapidly improved. In a word, the Chinese chemists should liberate their thought further and strength their creative spirit.

Nano-material is becoming one of the hottest research fields in chemistry. A series of the achievement had been obtained in the aspects of controllable growth of the order structure, fabrication of large size nano structures, functionalization of the nano-materials, nano-catalysts, etc. Furthermore, China is the one of the earliest countries performing the study on organic nano-materials. In the study on the chemistry related with life phenomena, “the synthesis and absolute configuration of hormone $\alpha 1$ ” published in *Nature: Chem. Bio.*, was appraised as “moldy old mystery solved” in 2008.

In the study on the soft matter and supramolecular assembly, the great progresses in single molecular force spectroscopy and its applications, supermolecular nano structures and their nano/micro patterns, various self-assembly approaches, their driven forces, and control, etc. had been achieved.

In the study of chemical dynamic theories, Zhang Donghui and Yang Xueming revealed the state-state reaction cross section in excellent agreement with the experiments by using high accuracy potential energy surface calculations combined with time-dependent wavepacket dynamics theory; their results show the huge prospect by combining experiments and theoretical research.

Zhu Benzhan et al. suggested preliminarily the mechanism of cancer

induced by the organic chlorine-substituted aromatic contaminants; it had been praised as a breakthrough for the research on the mechanism of cancer induced by persistent contaminants.

A breakthrough has been achieved in relativistic quantum chemistry through orbital decomposition and field-dependent unitary transformations, which allow very efficient and accurate computations and theoretical predictions for chemical shifts.

For chromatography, in order to analyze the complex samples, many multi-dimensional chromatographic systems had been developed. The analytical approaches and pre-treatment techniques for the samples of the metabonomics and proteomics had been developed and applied.

In the field of developing new energy sources, a dye-sensitive sun cell with the highest level published so far had been achieved which is an important breakthrough aiming at application; non-traditional mode flexible nanocrystal sun cell and high performance polymer sun cell also had been successfully made.

The cost of organic field effect transistors had been decreased obviously by using copper or silver electrode to replace gold electrode; it is significant to its practical application. The efficiency of the white light polymer LED had been better than that of common incandescent lamp, which exhibited the great potential application of organic semiconductor luminescent through combining with the all-print fabrication technique.

Several sensor systems had been established and shown potential application to the DNA detection, etc. and the usage in environment protection.

The analytical methods for the emerging contaminants polybromodiphenyl ethers (PBDEs) and perfluoro-compounds had been established; there are two reactive channels in the photolysis procedure of formaldehyde are found.

The main driven force and the regulation action of H-bond for separating anionic dyes from ionic liquids by extraction separation had been determined, the recycle utilization of ionic liquids had been realized, which lays the scientific basis for the pollution control of the wasted water containing dyes.

Li Can, et al. had made a series progress including surface hetero-

junction photocatalysts, the concept about emulsion catalysis, chiral and porous and mesoporous catalysts, *etc.* The great progresses in developing the catalysts used in asymmetric hydrogenation had been invited to publish in the journal *Acc. Chem. Res.*

The investigation of the magnetic long-range-ordering, magnetic relaxation or multi-functionalities in several hetero metal complexes had been succeeded. The biggest protonated water cluster $H^+ [H_2O]_{27}$ reported so far had been formed and stabilized in the cavity.

The study on organic reactions are very brisk, the synthesis of natural organic products and discovery of new natural products have extremely important values for deepening the study on the structure-efficiency relationships, exploring and developing new drugs. The assuming structure of isophlorin with 20 π electrons presented by Woodward in his synthesizing of chlorophyll at the half century ago had been confirmed by Chen Qinyun, et al.

The following progresses had promoted the development of polymer science greatly. They include, for example, polymer chemistry of hyper branched polymers, macromolecular dendrimers, supermolecular polymers, conducting polymeric nano structures, molecularly imprinted photonic hydrogels, polyelectrolyte, etc., polymeric physics of a single synthetic polymer chain, the theoretical simulation for the assembly behavior of block copolymers, rheological behavior in polymers and composite melts, and so on. Especially, the paper presented by He Junpo, et al. had cleared the argument about the mechanism of Reversible Addition-Fragmentation chain Transfer (RAFT) polymerization in literatures.

The study on the methodologies and applications of chemometrics in China has been in the forefront of the world. The combination of the modern separation and analysis technologies with chemometrics had brought the new means for the further study of separation and analysis of Chinese medicine and their bio-activity. The study on the action mechanism of traditional Chinese medicine by metabonomics had been explored usefully.

One of the most important progresses in the Chinese chemistry is made in satisfactorily accomplishing the task of SZ-7 Spacecraft. Firstly, the real space atomic oxygen and ultraviolet irradiation tests of 4 classes and 11 kinds

of solid lubricating materials studied by State Key Laboratory of Solid Lubrication at Lanzhou Institute of Chemical Physics of CAS had been succeeded after about 44 hours flight. Secondly, the plate display screen (made by OLED) studied by a Qinghua team headed by Qiu Yong had been applied to the “Fei-Tian” spaceflight cloth that was worn by astronaut Zhai Zhigang to display the cloth’s state at outside of space capsule. This is the first time using OLED in spaceflight cloth for wearing at the outside of space capsule.

In 2007, an industrial demonstration line of 5000t/y for green degradable polylactic acid resin had been established by Changchun Institute of Applied Chemistry, CAS, and processed successfully. Package, containers and tableware made by produced resin provided a solid support to the “Green” Beijing Olympic Games.

At the last part of the report, the prospect and suggestions are provided. Generally speaking, the basic goals of chemistry development in future are providing the rich matter to ensure the economic sustainable development and offering the better life conditions to improve people’s life quality, and strengthening scientific accumulation to promote the development of the subject itself. For these goals, we should pay more attention to the efficient exploitation and comprehensive utilization of sources with green, damage-free, reproducible, and cyclic style. It can be predicted that during a relative long period, the following topics will attract more and more interest. They are nano science and its permeation into relative subjects (such as, making the functionalization of the nano materials and changing the size of the functionalized materials to nano-scale), preparing and assembling of novel functionalized materials and developing relative devices, controlling materials’ structures and promoting the development of material engineering, developing high efficient green catalysts and applying them to the reaction and industry, discovering new reactions and studying their mechanisms, developing the chemistry related with the life phenomena (such as chembiology, bionics), exploring the new characteristics and analyzing methods and techniques on the nano size or molecular level, developing the green and atomic economical chemistry, developing new energy sources and related researches, pushing the theoretical chemistry forward to investigate

the macro systems and their design, etc. Strengthening basic research will be the root for developing the chemistry itself. New theory and points of view, new materials and performances, new methods and procedures, new techniques and installation will be the strong derive forces for achieving new progresses and achievements. Serving the development of society and national economics will be our historical mission, which should keep in mind all the time.

The report points out emphatically, we must keep a clear head to understand the goal that becoming a scientific strong country is still long away to go, the scientific research needs creation continually. However, most of our works still stop on the stage of following-up, accumulating or expanding, the original creation and fountainhead creation are quite few. This situation should be changed progressively.

2. Space Science

1. Situation for International Space Science.

Around the world, a number of the space science powers have energetically implemented the ambitious programs which have been planned, and are developing a future grand plan. In order to obtain favorable achievements, the development of space science generally needs developing a nationwide integrated plan that coordinates all relevant forces, and persists with a relatively long period. Programs, such as American NASA's "Beyond Einstein Program" and European Space Agency (ESA)'s "Cosmic Vision," are all lasting more than 10 years, and exploring the most fundamental scientific problems is science objectives of their plan, such as "What drove the Big Bang?" "What is the nature of dark energy?" These goals also have a tendency to achieve through international collaborations.

2. Situation of Space Science in China.

At present, China is also implementing its own programs: ① Hard X-ray Modulation Telescope (HXMT) are being developed; ② Some important results has been achieved during the mission of "Double Star" project in geospace; ③ "Chang-e I" Satellite is orbiting around the moon, and a large amount of data from eight instruments on this satellite have being continuously transmitted to the Earth; ④ A Mars exploration program is being

jointly implemented by China and Russia. The “Phobos” detector developed by the Russia and “Yinghuo I(YH-1)” probe developed by China are expected to be launched together in 2009 using one rocket; ⑤ In the basic research of the space life science, the safeguard for the astronauts’ health, safety, and efficacy is greatly concerned during serials of the Shenzhou spacecraft missions; ⑥ Recently, the International Microgravity Science Seminar was held in China, scientists from Japan Space Agency (JAXA), European Space Agency (ESA), and other foreign countries attended the meeting, conducted academic exchanges, and actively discussed the future cooperative research projects and missions with their Chinese counterparts.

3. Development of China Space Science in the Near Future.

In the coming years, the Chinese space science plans will be gradually finished the following aspects of plan by stages: ① developing the X-ray Time-varying and Polarization (XTP) astronomy satellite headed by China, and participating in the X-ray astronomical observation mission (Simbol-X) jointly sponsored by France and Italy, as well as cooperating with German on the X-Ray Evolving Universe Spectroscopy Mission(XEUS); ② working out a plan for the Kuafu mission composed by three satellites in order to study the complex solar-terrestrial environment, and then participating in a international cooperation for the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere (MIT) coupling mission; ③ completing the second stage of the Lunar Probe Program, that is, the task of “landing on the Moon”; ④ carrying out the ground-based Controlled Ecological Life Support System (CELSS), space biology, space radiation biology and medical research; ⑤ in the implementation process of returnable satellite mission, the first experimental satellite about micro-gravity and life science will be launched.

4. Strategic Configuration for China Space Science Development after the year of 2015.

In the future, mainly after the year of 2015, with the comprehensive national strength of China continuously growing, the space development strategy and the corresponding ambitious research programs contain: ① in the field of space astronomy, mainly studying on the high-energy process of the celestial bodies in the universe and the black hole physics, using extreme celestial bodies like black holes as the probe to explore the evolution of stars

and galaxies, this research plan is divided into three stages to implement; ②in the field of space physics, mainly before 2030, exploring the harmonious coexistence among the sun, earth, and human beings, and therefore setting the solar-terrestrial system as a whole in order to get deep understanding of the law of the solar-terrestrial space weather chain processes and changes, and knowing solar activity effects on the geo-space, human activity and survival, and then carrying on the solar-terrestrial space environment forecast, the plan will also be implemented in three stages; ③in the field of space geology, the first job is to complete the third stage of the moon probe program, that is launching the unmanned sampling and returning spacecraft in 2017, and then to carry out continuous scientific research on the moon, and to unfold the exploration of Mars and the study on the comparative planetology; ④in the field of space life sciences, launching three to five life science experimental satellites before 2025, in the meantime, establishing the short-term on duty and long-term unmanned space labs or stations for space life science and technology research, developing the protection research on the safety and effectiveness security and the life-ecological technology, and probing for the extraterrestrial life; ⑤in the field of micro-gravity science, it is necessary to carry out a large number of ground-based experiments, but it is more important to do long-term experiment in space labs or stations, and using the new knowledge acquired from the space micro-gravity environment to promote the development of new disciplines, especially strengthening the study on complex fluid systems and complex fluid interfaces phenomena in the micro-gravity environment.

3. Geological Science

Based on the research on development status and trends in geological exploration technology and its sub-disciplines both at home and abroad as well as achievements made in main sub-disciplines in China, this report focuses on analyzing the problems in China and gaps between China and foreign countries, probing into the development strategy of Chinese geological exploration technology, and making the following main conclusions.

The report points out that geological exploration technology now is in a critical stage for establishing a new generation of technological system, which

is mainly characterized by putting the information technology as the core; by highlighting the technological features, such as great detection depth, high sensitivity, high resolution, and high anti-interference ability; by laying stress on synthesis and integration of multiple disciplines and techniques; by being able to popularize rapidly and effectively in the field; and getting satisfactory actual results in geological exploration. It is foreseeable that with the new generation of technological system establishing, a few changes will happen, such as transforming from traditional surface mapping to 3D geological mapping in crust in geological mapping, changing from near-surface or outcropped area into area of coverage or deep mineral prospecting in the mineral exploration, expanding the traditional mineral exploration into environmental geology, engineering geology, and hazardous geology in the geological work, finally, realizing the breakthroughs in geological exploration technology in the near future, thereby surely exerting the significant and far-reaching influence on the overall geological work.

The report objectively analyzes the gaps in geological exploration technology between China and foreign countries, and believes that a considerable gap remains in Chinese present geological exploration level with that in developed countries, because well-recognized new theories and concepts hardly originate in China; most scientific studies have been done in a simulative way instead of a innovative one, and nearly all high-tech is introduced from abroad; most techniques have been simply imported with less independently R&D; technology import introduction, R&D as well as application have come apart with the mineral prospecting, as a result, the transformation rate of achievements is low.

The reason for China lagging behind in mineral exploration technology and its application is analyzed systematically in the report. Since 1999, China have carried out a series of system reform in both the geological work and sci-tech research, the provincial geological survey units belong to former Ministry of Geology & Mineral Resources were localized, former geological instrument factories were separated from former Ministry of Geology & Mineral Resources and run on a commercial basis, and former unites belong to Chinese Academy of Geological Sciences were changed into local geological survey centers. The link between R&D and application of geological

exploration technology has fallen apart because of institutional obstacle. The difficulty in application of new theories, new methods, and new technologies has been increased, and thus it causes the advanced and the backward to coexist. Secondly, the serious separation has happened among departments after the reform, it results in that a lot of repeated import for the advanced geological exploration technology and instruments. Besides, state-owned geological exploration units are extremely lack of R&D talents and the foundation for the innovation is weak.

The administration and guideline concept in geological exploration technology have been proved to be misguided. Pursuing new methods and new instruments unilaterally has caused that R&D experts in new methods and new instruments can not devote a lot of their work to only one kind of instrument. Therefore, although a lot of new methods and new instruments have been come out, none of professional instrument has created a brand name.

The development rules of R&D and application of geological exploration technology have not been followed either. Though some geological exploration technologies were applied, they could not take effect. In the evaluation process of actual results, the appraisal of scientific result takes the place of that of technology result, such as the SCI index. This is not good for the R&D in geological exploration technology and instrument.

Based on this, a strategic principle for the development of Chinese geological exploration technology in the coming 5 to 15 years provided by the report includes giving priority to practicability, giving prominence to originality, promoting integration and raising overall efficiency of geological exploration technology.

The strategic objective is to establish a new generation of geological exploration technology system by means of introduction, R&D, and application of a number of modern exploration techniques, in order to provide the overall support for that transforms China from a big country into a strong one in geology, and makes substantial breakthroughs in geological prospecting and realizes the modernization in geological exploration.

The report discusses the important and prior fields and their development directions in exploration physics, exploration geochemistry, remote sensing

geology, drilling engineering technology, analyzing and testing technology, and geological information technology.

Finally, the report suggests main safeguard measurements strengthening the development of geology, namely, ① ensuring stable R&D in technology and input in technical equipments; ② establishing a new strategic alliance for the R&D and application in geological exploration technology so as to push the innovation; ③ strengthening integration and demonstration research on geological exploration; ④ respecting scientific rules, and using geological exploration technology scientifically; ⑤ training high-quality talented personnel.

4. Geography

Geography takes the human environment, the relationship between human and the Earth, and spatial interaction as main research objects. It is an integrated discipline involving the natural sciences, humanities and social sciences, and engineering. It has set up a complete and unique system of disciplines. This report focuses on the current development of physical geography in China particularly. We will summarize the development of human geography, geographic information science and so on in the future following reports.

1. Discipline of physical geography in science and society.

Physical geography studies the formation and evolution of the characteristics, structure and their geographical differentiation law in the physical geographical environment. Its research subjects are the Earth's surface including the upper part of the lithosphere, atmosphere troposphere, hydrosphere, biosphere and anthrop-sphere, and their interactions. As a comprehensive discipline, physical geography has the face of environmental science. Physical geography concerns broad fields of science and researches, many topics are closely related to the human survival and development.

The comprehensive, dialectical, comparative, and integrated approach to the natural elements; the law of natural regional differentiation, and the first time to point out and analyze the impact of human activities on the natural environment; comprehensive scientific researches, such as natural resources, natural disasters, and human environment, are not only the major

breakthroughs in the development process of physical geography itself, but also an important contribution to the science.

In the tradition, physical geography has concerned about the use and management of natural resources and natural conditions, nature conservation and natural disaster management. In the contemporary era, physical geography has also focused on the occurred and potential global change and the corresponding countermeasures; it has played an important role in following fields, such as the sustainable use of natural resources, ecological environment construction, and natural disaster management.

The Long-term National Science and Technology Development Plan (2006—2020) pointed out that the improvement of ecology and environment is a major issue bearing the economic and social sustainable development and the people's life quality improvement. In China, the environmental pollution is serious; ecosystems degradation pricks up; pollutants harmless treatment capacity is lower. While global environmental issues have become a focus of the international community, our capacity for the participation in the cooperation to deal with global environmental change is urgently needed to enhance. We should realize that sustained and rapid economic growth is under the premise of improving the overall state of the environment, so as to make significant strategic demands for environmental science and technology innovation. Physical geography could make a unique contribution to meet those demands.

2. The development trend and scientific forefront of physical geographical discipline.

The current international trends for physical geography development mainly represent in the following major aspects, such as physical geographical system, physical geographical process, landscape and environmental changes, human activities and environmental change, global physical geography and cultural physical geography.

In general, physical geography in China has moved from empirical science to experimental science, from the research of macro pattern to that of micro process and mechanism combined with macro-pattern, from the research of separation between elements and process toward the integrated research. Significant progress has been made on researches, such as

integrated physical geography, the natural process of the Earth surface, urban and regional development, as well as the application of basic research reality-oriented social practices. A number of new research bases and key disciplines of physical geography are set up; the results strengthen the status of physical geography as a basic discipline, highlight the contents of sustainability and Earth system sciences, and also derive a number of new areas and application directions continuously. Geographical research teams have continuously increased, and the size of professional training has been growing. Professionals of physical geography rise their employability and competitiveness in the community.

Current major international scientific research programs closely related to physical geography include the International Geosphere-Biosphere Program (IGBP), International Human Dimensions Program on Global Environmental Change (IHDP), World Climate Research Program (WCRP), DIVERSITAS, and the Earth System Science Partnership (ESSP). They carried out around global change. The scientific goals are to describe and understand the functioning mechanism and changing law of the Earth environment system on which humankind depends on for the survival, as well as the impacts of human activities on the Earth environment, in order to enhance the prediction and assessment capabilities for future environmental change and its impact on the development of human society, to provide the scientific basis for macro decision-making, and also to provide policy-making advisory recommendations for the development and utilization of resources, environmental protection, and ecological conservation.

3. Current major progresses in basic research of physical geographical discipline in China.

The theoretical building of integrated physical geography become more systematic in the aspects, such as land surface systems, environmental systems, man-land systems, land science, natural regionalization, and landscape ecology. The integration has also been reinforced through the elements synthesis, process synthesis, and regions synthesis. The cross-cutting of disciplines is more obvious through natural crossing with humanities, science crossing with technology and multi-interdisciplinary research. In theory, the paradigms for the comprehensive pattern - process

and the driving force - process - effect has been developed.

Geomorphology and quaternary have been further developed in the two aspects, that is, macro combined with micro, and analysis combined with synthesis, the development results in a large number of high-level results. Great achievements have also made in the technical support system for quaternary geomorphologic studies.

Climatology of physical geography made a marked progress in the researches on climate change in Holocene and historical periods. The results deepen the awareness of Holocene climate change, and climate change impact on the social development in history. In the regional implications and adaptation of global warming, the study focused on the empirical research of terrestrial ecosystems, water resources, agriculture and other aspects.

Hydrological geography made significant progresses in these research areas, such as water cycle, hydrological processes, energy and water vapor flux observation and analysis, the hydrological cycle and hydrological processes in response to global climate change, distributed hydrological model and the hydrological modeling system technology, ecological water demand and river health assessment, and regional water resource assessment with the security evaluation.

In the soil geography, the study on pedogenesis is obviously tended to combine and joint with other disciplinary branches, and oriented to soil itself and its regional and even global ecological system. The Chinese Soil Systematic Taxonomy and Chinese Soil Classification Expert System have been set up. A more systematic preliminary Chinese Soil Information Systems has also been set up. In the fields of soil micro-morphology, the important progresses have been also made in the application of spatial variability theory to soil properties analysis and heavy metals in regional soils.

The basic research of biogeography focused on interdisciplinary cross-cutting. More research methods in ecology, molecular biology, and molecular phylogeny are introduced. More attention is paid to various means of data collection, field measurement in situ, field control experiments cooperated with laboratory simulation. The connections between research subjects and research-scales are emphasized, the vegetation types is extended to plant communities, constructive species, single plant, as well as the physiological

and ecological function of plant organs. The study on mountain vegetation is more extensive in areas and more diverse in types. The research on desert vegetation is clearer in the problem identification and further deep in result. Highlighting progresses are made in fields, such as the research on the biological soil crust of arid semi-arid area, response and adaptation of typical temperate desert native desert vegetation to moisture change, the theories of plant geography and soil zoology.

In environmental geography, theoretical system has been further strengthened and developed in order to study the more comprehensive content, including the global climate change, acid deposition and greenhouse gas, indoor air quality, eutrophication, red tides and algal toxin contamination, soil and groundwater pollution, persistent organic pollutants and environmental endocrine disrupting chemicals, heavy metals and metalloid pollution, food security and ecological security and so on. The branches of environmental analytical chemistry, environmental pollution chemistry, pollution control chemistry, pollution eco-chemistry, and theoretical environmental chemistry are improved.

Medical geography achieved the outstanding results in the researches on the endemic geographical environment focusing on Keshan disease, Kashin-Beck disease, iodine deficiency, fluorosis and arsenic poisoning and their relationship with the living elements, such as selenium, iodine, fluorine, and arsenic in environment; and in studies on the human disease and zoonosis of plague, schistosomiasis and brucellosis, a significant contribution made to the international medical geography. In environmental health risk assessment theory, the technologies of health risks assessment for environmental pollution, and the health effects of global environmental change on Chinese population, noticeable progresses have also been made.

Cryosphere studies identified the total number and distribution of glaciers and ice reserves of all mountain glaciers, revealed the basic characteristics of the glaciers, established the glacier classification system, and set up Chinese glaciers directory information system. In the studies on cryosphere and climate interaction, the impact of cryosphere change on hydrology, ecology and environment, the basic theory of permafrost engineering, synthesis in cryosphere scientific researches, and establishment

of cryosphere scientific system, the results are also fruitful.

Deserts and desertification study achieved significant results in sedimentary characteristics of the desert, desert evolution patterns and spatial and temporal distribution, desert climate and environment change and its response to the global change. Around desertification of the north, dust storms process and combating desertification engineering, further awareness and understanding of physics principles for the sand desertification problem are made. Very good progresses have been made in two-phase fluid dynamics, the morphology move of windy base surface, soil erosion, sand experiment similar theory, and wind-sandy engineering. The research results in plant physiology and the restoration ecology under stress of sand area. The studies on the status, the causes, the development laws, and future trends of desertification in the northern region of China are also fruitful in results.

Urban physical geography set up an initial basic framework and theoretical system based upon the Earth system science and made backdrop on the global environmental change. A number of theoretical and empirical studies with innovation and characteristics achievement enhance the results. Active explorations are proceed in the quantitative, systematic and integrated researches on urban physical geographical processes.

The research on natural disaster and risk management fully revealed the spatial and temporal patterns of natural hazards in China, established a framework for the regional natural disaster system, and formed the disciplinary system for the natural disaster and risk research initiatively.

Marine geography has made a number of significant and innovative research results in the material flux variability of basin into the sea and its impact on the estuary environment, the law of mouth saltwater intrusion, the utilization of freshwater resources, estuaries momentum deposition process and its application in deep-water channel engineering, and the evolution of the delta coast erosion and deposition and its application in engineering.

The progress of research methods and technologies in physical geography is mainly embodied in the innovation of data acquisition means, the development and extensive application of models and mathematical methods, and the introduction of new analytical methods and so on. Many research methods of other disciplines are drew in and integrated with, the methods

include the scientific method of nonlinear and complexity science, plot experiment, simulation experiments, remote sensing technology, the application of new analytical methods, such as phytolith analysis, complex multi-source data analysis and information mining, geographical-ecological process model, the inspection and verification of effectiveness and so on. They promote the study on physical geography and raise it into a new level.

4. Current major applications of the results in physical geographical discipline in China.

Integrated physical geography in China carried out substantial research works on the land use and land cover change; it aims at the urgent issues in China, such as food security, urbanization occupation of cultivated land, land degradation. Against land and water resources shortage and ecological degradation, population carrying capacity of land, water resources carrying capacity, natural production potential and ecological carrying capacity in different regions were researched. The environmental impact assessment and environmental changes are explored. Landscape ecology theory and method played an important role in the planning and design of nature reserves, such as the delineation of functional areas, corridor design, and the whole spatial configuration of protected areas, it promoted the updates and changes of the concept of natural conservation, provided the scientific support for land use planning and design, and for environmental impact assessment on the land use planning. In China, the integrated physical geography research results are widely applied to the ecological restoration and reconstruction, and provided a feasibility study on large-scale project and preventive measures for all possible disasters of the project construction and operation, and for environmental governance, as well as major policy decisions.

The research results of geomorphology and quaternary science effectively solved some key questions of science and technology in major projects, such as the Yangtze Estuary Deepwater Channel Regulation Project, the Yangtze River estuary freshwater resources development and utilization, and the scour protection of the north shore of Hangzhou Bay. A lot of decision-making bases and countermeasures were provided for the prevention of soil erosion, restoration of degraded ecosystem, and natural heritage protection.

The research results in climatology of physical geography provided an

important basis for coping with the international pressure for CO₂ emission reduction and energy-saving and national development. They also played an important role in climate resource assessment, climate impact of assessment, and evaluation of meteorological disasters.

With the obvious effectiveness and outstanding contribution, the research results of hydrological geography were applied to the sustainable use and management of water resources of the Yellow River Basin, water resources assessment methods based upon water circle process simulation, the assessment of impact of Huai River Dam control on the river environmental and ecological restoration, the assessment of impact of South-North Water Diversion Project on the terrestrial water cycle and water security, and climate change impacts on the water resources assessment and adaptive management.

The research results of soil geography provided the spatial soil data, a basis of soil resource management, for the variable rate fertilization (medicine) at the core of precision agriculture, and for the carbon storage and carbon balance calculation at the global and regional scale. Comparing with the traditional chemical and physical treatment technology, using the phyto-remediation technology to manage and restore heavy-metal contaminated soil has such advantages as economically, environmentally friendly, able to maintain soil productivity, and no secondary pollution.

The research results in the biogeography served shelterbelts system provide the bases for the regional agriculture, forestry, animal husbandry, the rational allocation and efficient use of land resources, and for building a network of nature reserves. Zoogeographical researches also provided the theoretical basis and practical guidance for the ecological and environmental construction, environmental governance and decision-making.

The research results in environmental geography were mainly applied to the areas, such as water pollution control, water restoration, air pollution control, and pollution soil restoration. Aiming at global, national, and local major environmental problems, researchers vigorously carried out theoretical studies, and the researches on the environmental management strategies provide a scientific basis for government decision-making.

The research results in medical geography provided a scientific basis for

solving the urban environmental health problems and for the reform of sanitation system. Cryosphere research results provided the scientific and technological supports for the Qinghai-Tibet Railway construction, played an important role and achieved breakthrough in the tunnel road damage prediction and key technologies of integrated control in cold regions. The effect of wind and snow control works is significantly.

Deserts and desertification research results combined the desertification control with rural economic development and industrial transfer of population, worked out the ecological and economic models for desertification prevention, provided a scientific and technological support for the desertification control, and the sustainability of social, economic, ecological development in different regions. The planning of desertification prevention and control was carried out. A wide range of the western desert environment management and desertification control projects were implemented. The law of sand damage along Tarim Desert Highway was revealed and the corresponding control techniques were set up.

The research results in the urban physical geography served as a scientific basis for the urban planning and development, for urban environmental protection and governance, for the city's comprehensive disaster prevention and reduction, and for urban management and service provision.

Researches on the natural disaster and risk management set up the national strategy and planning for the catastrophe risk reduction.

The research results in the marine geography served for the harbor site selection and settlement of the port waterway sediment deposition, contributed to the construction and expansion of more than 20 major harbors in China, and provided a scientific basis for national sovereignty, maritime safety, marine resources protection and development, marine disaster forecasting, maritime military activities, and protection of maritime rights and interests.

5. Future trends and major research areas in the discipline.

Problems faced by physical geography, the impact of the development of other disciplines will influence on the future of physical geography. Chinese unique natural environment, cultural background, as well as economic and

social development at the special stage decide the future major scientific and technological demand relating to the physical geography researches. Those are mainly concentrated on the conservation of land and water resources, and the maintenance of living environment. Chinese physical geography should be at the forefront of international academic. At the same time, the more attention should be given to the current economic and social development, identify the scientific issues and the regions that need for geographical study to solve urgently, establish the key research direction and scientific issues, improve the capacity of comprehensive solution for the practical problems. The public continuously growing for the environmental consciousness will also come up with more requirements for the physical geography.

The future trends of physical geography are as follows: going towards a more integrated development, studying at the height of global change, moving from general description toward an in-depth revelation for several processes and dynamic change mechanisms, paying more attention to the use of high-tech for arming, serving closer to the realization of regional sustainable development.

The future major research areas can be summarized as follows: the process of land change and its eco-environmental effects, impacts of large-scale human activities on climate and environmental and adaptation measures, watershed basin surface process and integrated management, soil biota and soil processes and their impact on soil quality resources, sustainability of resources and environmental, the regional environmental process of pollution, health risks and control, mechanism of disaster risk and integrated management, integrated assessment of ecosystem services, comprehensive regional study, response of modern surface processes in cold regions to climate change, drought process and the evolution of man-land relationship, wetland evolution and function of ecological processes and services, aeolian processes and windy environment, resources and environmental effects of urbanization and control.

5. Geophysics

The basic feature of the Earth system is its spherical structure consisted of out-sphere, air-sphere, water-sphere, lithosphere, and biosphere. Based on

theory and methods of physics, the purpose of geophysical research is to know the material behavior, property, phase states, structure, movement, and mutual action in the Earth. And then, the research results could be used in a wide field of resources exploration, mine expedition, environment protection, hazard prediction, and so on. From the point of science, the geophysics actually belongs to the physics. Now the general tendency of physical research in geo-sciences is getting distinct. It is well known that geophysics plays an important role in connecting with three major sciences of mathematics-physics, Earth, and information. The advances of Chinese geophysics is quite great, and the present research fields have extended nearly into all related major branches in the international study.

Geomagnetism and aeronomy, as well as space weather all are the front sciences, the main goals of them is to study the sun-earth connection process of solar activities—interplanetary disturbance and geospace storms, so as to understand the space weather fundamental process in the sun-earth space. In the technique of geoelectro-magnetic study, some of intelligent functions of the magneto-telluric instruments are obviously improved, and even the hard-wire connection in the field survey is no more required for the synchronistic data acquisition and recording. In the field of solid geophysics and geodynamics, a lot of state projects with large scale observation and profiles have been carried out in recent years. During the Wenchuan 8.0 degree earthquake occurred in May 2008, the monitoring system of Chinese seismic network and seismological study of focal mechanism played significant role in the urgent response support from the government.

The rapid development in geophysical technology makes exploration more efficient and obtains more useful information than ever before, with that the relevant advanced methods in data processing and inversion appear. So far geophysical methods are widely used in petroleum industry, coal production, engineering exploration, state security, and environment protection in China. Also, modern information technology and instrumentation research achieved the obvious progress. The Chinese scientists have completed some new studies on the prediction of natural hazards according to the idea of hazard chain.

In the marine geophysics, the study goal has been extended from the conventional field of marine bottom structure to the water-solid lithosphere.

The deep structure, composition, movement, and dynamics in marine are comprehensively studied through traditional acoustic methods and oceanic seismic networks. The work scope and amount of seismic reflection profiling in China has greatly increased nearby the South China Sea. Now, the structure of continental shelf is our main studied purpose.

We realized deeply that the majority of our present contribution is only concentrated on the technical application and method improvements of geophysics, instead of in the field of the core technology and basic theory of geophysics. For the future research, it is worthwhile to pay more attention to improve our weakness in the following aspects: practical manner in scientific study, most instruments are dependent on import, lack of the basic investigation in China, and some of important science has not been started. Of course, our most serious weakness appears in education and technical training.

It is strongly suggested that in the future we should do our best in the following aspects: stressing the research on basic sciences and cross-subjects, providing some favorite policies for the research on geophysical instruments, building and completing a suitable condition for promoting common use of data, facilities and new study results.

6. Entomology

Entomology is an all-around subject assembled with insect morphologic, biology, toxicology, physiology, ecology, behavior, biochemistry, and genetics. It is the foundation for the pest insects control and beneficial insect protection. At present, 11,819 memberships in the Entomology Society of China have been registered including six scientists who are academicians of the Chinese Academy of Sciences and Chinese Academy of Engineering. In general, the superiority institutions and universities in China's entomology fields include Institute of Zoology of Chinese Academy of Sciences, Institute of Plant Protection of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhejiang University, China Agricultural University, Nanjing Agricultural University, South China Agricultural University, Fujian Agriculture and Forestry University, and so on.

During the period of 2006—2008, entomology was funded by the

National Nature Science Fund of China, National Basic Research Program of China (“973” Program), National High-tech Research Development Plan (“863” Plan), and National Scientific and Technological Support Projects. Over the past three years, a total of three excellent projects, 14 key projects, 275 general projects, 66 youth projects, 27 regional projects, and five international cooperation projects in the entomological fields were supported by the National Nature Science Fund Board of China. There were 13 funded projects were supported by National “Eleventh Five-year” Scientific and Technological Support Plan, such as regional pest disaster monitoring and early warning of new technology of major insect pests, biological control new technology of major pests, wheat prevention and control technology of major insect pests, corn prevention and control technology of major insect pests, cotton prevention and control technology of major insect pests, emergency treatment of invasive species, and environmental regulation and control new technology, regional disaster reduction and sustainable management technologies of agricultural and forestry invasive species, and so on. Eight programs were supported by National Basic Research Program of China (“973” Program) in the entomology fields, such as main functional genomics of economic characteristics of *bombyx mori* and molecular improvement research (No. 2005CB121000), rampant mechanism of major pests agricultural pests and sustainable control of basic research (2006CB102000), the principles and methods of agricultural biodiversity control of plant diseases and pests and protection of germplasm resources (2006CB100200), the basic ecological effect mechanism and monitoring foundation of important invasive alien species (2009CB119204), and so on.

In recent years, although facing with the primary questions in the short of insects’ resources, frequent outbreaks of pests’ damage, weakness of fundamental researches, and backward in research facilities, current entomology was obtained prominent progress in insect systematic and evolutionary biology, physiology and biochemistry, molecular biology, ecology, toxicology, pest’ biological control, integrated pest insect management, and utilization of insect resources. It is oriented to the national demand and scientific frontier, that is, promoting the innovation through projects, promoting the development through collaborations, and promoting

the research through demands. Entomology was integrated with molecular biology, genomic sciences, physiology, behavioral science and ecology to stick out the research characteristics combining with macro-biology and micro-biology. Part of entomology field is ahead of international level around the world.

A large number of research reports on entomology were published in the important periodicals both at home and abroad. Some scientific research achievements were published in the world famous periodicals, namely, *Science* and *Nature*, such as “Dopamine-mushroom body circuit regulates saliency-based decision-making in *Drosophila*” (*Science*, 316(5833): 1901 – 1904), “Distinct memory traces for two visual features in the *Drosophila* brain”(*Nature*, 439(776):551 – 556), “Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton”(*Science*, 321(5896): 1676 – 1678), “Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol”(*Nat. Biotechnol.*, 25: 1307 – 1313), and “Asymmetric mating interactions drive widespread invasion and displacement in a Whitefly”(*Science*, 318(5857): 1769 – 1772).

In addition, in order to solve the key basic science questions of major pests, seven studies won the second prize awards of national scientific and technological progress were played the important role in the protection of national food security and ecological safety, such as “Agricultural pest monitoring system and lighting control technology induced development and application”, “Major invasive alien pests (*Hyphantria cunea*) biological control research,” “Cotton bollworm regional migration regularity and early warning technology research and application,” “Xinjiang cotton aphid ecological technology in Xinjiang region,” “Major alien invasive pest (whitefly) research and integrated control,” “Polymolecular target insecticide development and application in control of major pest resistance,” “Natural enemies of predatory mite products and the biological control technology research and application of agricultural and forestry pest mites.”

There is a wide gap between Chinese entomology research and international entomology advanced level in beneficial insects protection and pest insects control technology, such as the weak of basic research, lack of

systematic research, and short of original research. At present, the development trends for the international entomology research focus on the analysis and relationship of insect evolution and phylogenetic, the internal mechanism of pests genetic variation, the ecological adaptation strategies and mechanisms of important pests, the interaction mechanism between pest virulence and plant resistance, the large-scale on “3S” technologies, and new and efficient biological control technology of pest. In the future, Chinese entomology research needs to pay more attention to the combine patterns of insects and major agriculture and forestry pests. We need to carry out the research on insect resources, the investigation and use of natural enemies, the rampant mechanism of major pests, early warning of alien agricultural pests, and sustainable control technology through the application and transformation of modern biotechnology and information technology. Furthermore, we should strengthen the cooperation among production, teaching, and research, and enhance the capability for the independent innovation of Chinese entomology.

7. Psychology

During the last two years, great improvements have been achieved in psychology in China, including theoretical development and experimental results and localized reports of investigations and tests. These are mainly reflected in the monographs, international psychological journals, and Chinese journals (Chinese Science Citation Database, CSCD) of psychology. Besides, psychology plays a more and more important role in the social harmony and economic development. Especially after the Sichuan May 12th earthquake, psychologists have been working on psychological consult, assistant, and researches on “disaster psychology,” with more acknowledgements gained from the government and society. Achievements in psychology are briefly introduced as follows.

During the year of 2007 and 2008, General Psychology and Experimental Psychology took the leading role in Chinese psychology, and made the main contribution to the international journals. Psychologists in this field discussed broadly and thoroughly on perception, attention, learning, memory, language, thoughts, emotion and social cognition, and have gained fruitful

and globally achievements, using behavior method, and brain imaging as the major research methods. Researches have been published successively on topological perception, object representation and attention, and perception learning.

For Educational and Developmental psychology, research topics are mainly concentrated on learning theory, and more in-depth discussions and studies on teachers and students' mental health. With the development and reform of our society, new unusual groups of children have appeared, such as home-left children and urban waifs and strays. Developmental psychologists have done series of studies on their mental health. Physiological psychologists focused on the prevention of severe diseases and the improvement of human physical and mental health, from the viewpoint of the situation of our country. Studies on the function and mechanism of stress on many body diseases and mental problems with the perspective of cross-discipline have been done.

Researches on Industrial Psychology kept on flourishing in the last two years. Researchers investigated organization management and social life, and discovered, and solved many critical problems, such as the elderly consumers' characteristics, purchasing behavior and decision making characteristics of overdraft card owners. Researches have been done on military organization behavior, and on the psychological warfare and psychological defense. Assessment of military personnel have been invented and revised, the military norm have been set up. The mental health of soldiers in suddenly outburst events was explored. Besides, military clinical psychology and neuro-cognitive psychology have been explored.

The most important achievements and great progresses are listed as follows. Chen et al. (2007) implemented a series of cross-modal studies in topological perceptual process. That right-handed subjects own left-hemisphere advantages for global topological perception process. This remarkable finding was published in PNAS. Fang et al. (2008) published their results in *Current Biology* that the size of objects can be expressed at human early primary visual cortex, and furthermore, this expression is mediated by high-level visual cortex. *Journal of Vision* also published their other important results on ambiguous figure perception, face viewpoint

adaptation, and transfer of the face viewpoint aftereffect. Li (Li, 1994a, 2001a, 2001b, 2003a, 2004a, 2004c) advanced his “equate-to-differentiate” decision model tried to understand people’s decision making under risk in behavioral level. He investigated the mechanism of decision making on independence principle, invariance principle, and preference reverse, and they found that people frequently violated “expectation utility theory.” Lately, Li et al. (in press) found people’s sensitivity for probability changes, which questioned the weighted function π in expectation theory.

Legal Psychology committee successfully compiled COPA – PI for Chinese criminal personality test, which is easy to be manipulated, to detect criminal personality and behaviors in China. Psychological training for both Olympic coaches and athletes has gained great experiences. The enrollment system of clinical and consulting psychology was successfully constructed by Chinese Psychology Society, which is a professional system to qualify, supervise, and manage the organizations and practitioners.

Wenchuan Earthquake caused disastrous casualty and also caused serious psychological harm to people. The psychological assistance organized by Chinese Psychology Association, and the attention to mental health from all over the country, promoted crisis intervention. The incident rate of PTSD (Post-traumatic Stress Disorder) is 1% to 1.3%, so the research on the nerve mechanism of PTSD, and the effective medicine and mental intervention is becoming an important and urgent task. The psychologists participated in the research project “the decay and treatment of traumatic memories induced by disasters: clinical strategies and the nerve mechanism.” Theoretical researches suggested that, contrary to the common sense, the earlier traumatic exposure treatment may ease the acute stress reaction, but may prevent the long term decay of the fear reaction to the decay condition; the timing of treatment directly related to the intensity of trauma; and that traumatic events more affected the individual who have access to addiction matter, the individual who have the history of addiction abuse are more incline to PTSD symptoms and more impossible to subside the conditional fear reaction.

In January 2006, the clinical and consulting committee of Chinese Psychology Society (CPS) drafted out and settled two important files of the

enrollment system of clinical psychology, i. e. the Enrollment Standard for Organizations and Professionals of Clinical and Consulting Psychology by CPS, and the Ethic Rules of Clinical and Consulting Psychology by CPS. On 5th February 2007, the standing committee by CPS in Beijing discussed the enrollment standard and passed it unanimously. The enrollment system is a specialized system to qualify, supervise, and manage the organizations and professionals. The Enrollment Standard for Organizations and Professionals of Clinical and Consulting Psychology by CPS is a standard for admittance of organizations and professionals, including the enrollment principle and strategy, the enrollment standard for the training of graduates in the clinical and consulting psychology, the enrollment standard for the training of doctor in the clinical and consulting psychology, the enrollment standard for psychological consultant, the enrollment standard for tutors, and the enrollment standard for the adult education and retraining programs. The Ethic Rules of Clinical and Consulting Psychology by CPS are the ethic criterions for the enrollment consultant, and the primary reference for disposal of consulting related ethic appeal. Ethic rules consist of the general rule and item. Ethic Item consists of seven parts, including the profession relationships, the privacy and secrecy, the career responsibility, the psychological testing and assessment, education, training and tutoring, researches and publications, the disposal of ethic problems.

8. Environmental Science and Technology

With the increasingly serious situation of environmental problems in China, the work of environmental protection has become one of the important issues attracting the attention from the whole society in recent years. Environmental science and technology status quo in China is late development of environmental technologies, the lack of sound basis, the weak capacity of self innovation, insufficient reserve of environmental technologies, and the preference on management over technology, on top of that, the environmental science extensively involves other subjects. Therefore, the task of exploring the rules of environmental development, strengthening the research on environmental science, and establishing a set of systematic and complete system of environmental subjects in order to adapt and push forward

the sustainable and harmonious development of the whole social economy has become one major task to be studied and solved by China's environmental technology management departments and the great work of environmental science and technology at present and in the near future.

In despite of the active participation of natural science, social science and engineering science in the construction of environmental subjects system, which was pushed forward by high speed development of China's social economy, as a newly emerged subject, a set of mature and complete system of environmental science has not been established until now. Therefore in new historical period, in order to solve the structural, complicated and contractive environmental problems faced by China, we must pay much attention to the study on the construction of environmental science system, improve the capacity of environmental technology innovation and the level of environmental management on the basis of technological advance, so as to push forward the historical transition of the cause of environmental protection and the realization of the leaping development of the scientific and technological work of environmental protection.

In view of the current environmental problems in China, the future style of cross-subject research and special plan organizing will become the mainstream of Chinese environmental protection work. At present, Chinese scientific and technological work of environmental protection has entered into the best development period in the history, and especially after the establishment of the Ministry of Environmental Protection, the scientific and technological work of environmental protection has been put on a new starting point in the history. In order to bring science and technology's role of supporting and safeguarding into play, we must practically strengthen the scientific and technological work of environmental protection in the aspects of organizational group, management level, and innovation capacity, etc., and environmental science and technology must truthfully reflect the new thought and new demand of optimizing economic growth by the environment, so as to provide the most effective scientific and technological service for the complete solution of prominent environmental problems.

Accordingly, in view of the complicated current situation of environment, the construction and research on environmental science are

continuously extending to various aspects of the whole social economy, and in particular, the practical problems need to be solved and the tasks with significant research background are increasing day by day in the major sectors, such as water environment treatment, energy saving and emission reduction, cleaner production, circular economy, environmental medicine, and rural environmental protection, etc. As the incessantly emerging of new cross-subjects with the content of environmental protection, all scientific and technological work involving the environment must be paid more attention to.

9. Resources Science

Resources Science focuses on the formation, evolution, quality and quantity characteristics, spatio-temporal distribution of resources, as well as its relationship with the human society development, and is the production of combination, mutual infiltration and interdisciplinary development of natural science, social science and engineering technology. Over the past two years, resources science has progressed in many aspects as follows.

Firstly, theoretical researches of resources science were fruitful. The branches of resources science, such as resource economics and resource ecology, had a deep development along with rapid development of resources science. Meanwhile, resource industry had significant results on basic theory researches. “Terms of Resources Science and Technology,” aiming at terms of resources science and technology standardization and academic communication between different disciplines, were published in October, 2008, and will provide advantages for resources science development.

Secondly, researches of resource problems played an important role in decision making and implementation of state-level major projects, among them Three Gorges Project and South-North Water Diversion Project undoubtedly are mostly concerned. In these projects, resources science researchers proposed an idea of converting engineer conservancy construction to resource conservancy construction, in order to restrain human activities, to get a win-win situation of both engineer construction and ecological environment health, and to achieve the final target of human and nature harmonization. These ideas revealed the importance of resources science in engineer construction and execution.

Thirdly, a few of laws had been promulgated and put into force. In recent years, resource saving and environment friendly society and circular economy development is a striking key point. In order to earnestly push forward the construction of sustainable economic development system, a series of new laws and regulations have been promulgated and implemented one after another and original legal provisions have been amended in order to keep up the pace with the times. For instance, “Several Opinions of the State Council on Speeding up the Development of Circular Economy” and “Circular Economy Promotion Law of the People’s Republic of China” have been promulgated or are in-promulgation and some amendments on several provisions of “Environmental Protection Law of the People’s Republic of China,” “Energy Conservation Law of the People’s Republic of China,” and “Water Pollution Prevention and Control Law of the People’s Republic of China” have been done.

Fourthly, economic policies in resource management improved considerably. Resource management research is a new trend in resources science, researches in recent years. It is a fundamental aspect of the study of modern resource researches, which is determined by the scarcity of the resources, on the contrary to unlimited needs, and is a basic requirement to make the rational and coordinative development of human and resources.

Finally, the disciplinary system of resources science has gradually established and the training system for advanced talents has greatly improved. For the time being, resource discipline belongs to economics, law, engineering, agronomy, and management science, respectively, and contains seven first-class and ten second-class disciplines. Disciplinary system of resources science is still under construction and evolution. With the rapid economic development, the increasing need for resources and the implementation of sustainable development strategy will call for a large number of talents with comprehensive knowledge of resources science, resource management science and resource technology science. Till the end of 2007, nearly 100 domestic universities had set up departments or majors concerned with resources science, and recruit undergraduate, graduate, and doctoral students who have the majors related to the disciplines of resources science.

In the future, resources science will concern more with the following aspects: ecological environment protection and safety researches, resources structural optimization, effective and sustainable utilization, resources security strategy researches, resources science technology innovation researches, resources legal construction and moral construction researches, and resource security assessment and pre-warning researches.

10. Laboratory Animal Science

Laboratory Animal Science (LAS) is an integrated discipline by means of exploring laboratory animal resource, quality control, and animal experiment. LAS appeared in the 1950s integrates the knowledge and contributions from zoology, veterinary, medical science, biology. Since then, a quite few new subjects appear and become components of LAS, such as comparative medicine, laboratory animal medicine, translational medicine and comparative genomics.

The research fields of LAS include laboratory animal and animal experiment. LAS is mainly used in biology, medicine, pharmacy, agriculture as a research tool to human disease study, drug discovery, bio-products and food evaluation, biological and medical education and training.

The first appearance of laboratory animals in China was in 1918, when Qi Changqing used mice for experiment. Since 1949, a few bio-product institutes were set up and they built scaled laboratory animal breeding facility. Science and many new laboratory animal strains were cultivated, including C1, TA1, TA2, 615, AMS and SMMC, etc, which were recognized by the "International Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice." In 1987, Chinese Association for Laboratory Animal Science (CALAS) established and became a member of International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS). Laboratory animal national standards were issued in 1994 and revised in 2001 and 2008 with 82 items on laboratory animal quality control in microbiology, genetics, environment, nutrition, and parasitology. At present, LAS developed apparently in legal system, administration, quality control, resource exploration, education and training, comparative medicine research.

In China, LAS is administrated by the Ministry of Science and

Technology (MOST), and each province in China sets up the provincial administration office or committee to administrate all the laboratory animal related activities by issuing licenses. In China, LAS is being constructed to an administration system with laws, standards, quality control, resources generation, and resources providing.

So far, there are more than 300 scaled laboratory animal production institutions produced more than 19 millions laboratory animals each year. The laboratory animals were mainly used in field of scientific research, drug discovery, bio-products and food evaluation, biological and medical education. MOST founded the establishment of laboratory animal quality control network, seed reservation centers and standard system to ensure the quality of laboratory animals. The production of laboratory animals and related products achieved industrialization in some scaled companies including laboratory animals, feed stuff, bedding stuff, cages, drinking machine, etc. There are also some companies established to supply laboratory animal techniques service including animal experiments, breeding and generation of genetic engineering animals.

There are three levels of professional education and training for LAS. The first level is personal license training and about 100,000 peoples got their personal licenses. The second level is technical training held by CALAS and provincial associations for laboratory animal science. The third level is college education with laboratory animal science in graduate schools of 73 medical or pharmaceutical colleges, and 15 veterinary medicine schools. Among them, 17 colleges have graduate education and eight colleges have the undergraduate education in LAS.

Animal welfare of laboratory animals is much concerned and the Chinese scientists of LAS have published many papers and books to introduce content of animal welfare. Comparative medicine is also one of the proposed subjects in most national or international conferences. Some departments and centers for comparative medicine have been set up in universities or research institutes and the comparative medicine courses have opened for undergraduates and graduates levels of education. The LAS has also been introduced into Traditional Chinese Medicine (TCM) and it is playing important role in this field. A quite few laboratory animal technical service

platforms were also established to supply qualified laboratory animals and animal experiments. About 30 institutions introduced Good Laboratory Practice (GLP) service, and some of them accredited by Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care (AAALAC).

As the trend, the strains of laboratory animal are increasing to meet the requirement of biomedicine research by four means, as importation from developed countries, laboratorization of the wild animals, generation of genetic engineering animals, and laboratorization of aquatic animal. The quality of laboratory animals were improved obviously in recent years and the Specific Pathogen Free (SPF) animals were more commonly used. The laboratory animal quality control system and resources is going to meet the requirement of international standards. The development of the laboratory animal informatics will be enhanced and play a more important role to support the biomedical, biological research and pharmaceutical industry of China, while the increasing requirements for the LAS will improve the development of LAS itself. The fact that international pharmaceutical industry is entering into China improves the development and internationalization of the LAS of China. The international level of scientific production and research papers was contributed by Chinese scientists recent years and portion from China is supposed to increase in the coming years and the national laboratory animal science and technique award was set up by National Office of Science and Technology Administration (NOSTA) since 2008 for honoring the outstanding contributors.

In the view of development, LAS will be continued to promote the administration, strengthen enforcement regulations and standards, improve the animal welfare popularization, and socialization of the resource of laboratory animals, cultured tissues, bio-information, techniques and platforms. The undergraduate education will be improved and the traditional training system will be established.

Concerning both of the importance of LAS on the biomedical and the pharmaceutical industry and the experience of the developed countries, more funding from the government is urgently needed in order to enhance the development of Chinese LAS.

The Chinese LAS will be making an effort on the establishment of a few

key laboratories of laboratory animal science and comparative medicine in order to serve the biomedical research and the pharmaceutical industry and study the basic scientific questions of the LAS.

An effort on improving education system at different levels and setting up the category accreditation for the LAS stuffs is made by CALAS. The CALAS will popularize the laboratory animal welfare and ethic review mechanism.

The CALAS will enhance the production and supply of the laboratory animals and related products by support the industrialization of some scaled companies and collaboration with the developed institutions.

Taking it all, LAS is one of the most important basements for biology, medicine, pharmacy, and agriculture. The development of LAS will play more roles in support of biomedical, biological research and pharmaceutical industry of China, meanwhile the increasing requirement for the LAS will improve the development of LAS itself. The LAS is making and will make more contributions to Chinese health and development of the country.

11. Mechanical Engineering

Mechanical engineering discipline is a science studying the mechanical system and products, includes theories, methodologies, and techniques of performance, design, manufacture. Generally, mechanical engineering discipline deals with two major fields, namely, mechanical mechanics and manufacture.

In recent years, a series of outstanding progresses and original innovations have been achieved in the fields of tribology, dynamics, mechanics, forming, fabrication and manufacturing, metrology of mechanical engineering discipline, which provide a large number of novel theories, technologies and methodologies for Chinese national economic construction and mechanical engineering. Some of those yield a great influence at home and abroad. Particularly, a few advanced subjects have seized the top level positions in international academic community.

Although, some outstanding innovations and developments have been made in the field of mechanical engineering science, it must be soberly aware that Chinese mechanical engineering science is generally in a state of

backward position, that mainly indicates as follows: theories, methodologies, and technologies of Chinese mechanical engineering have not contributed strongly to self-innovation and development of Chinese manufacturing industry. Only a few novel concepts and theories in mechanical engineering have been put forward by Chinese academicians. A few mechanical engineering theories, methodologies, and technologies have an international influence. Besides, there is only a few Chinese academicians have relatively great influence on the international academic of mechanical engineering. In general, the international academic status of Chinese mechanical engineering is lagged behind the international manufacture status of Chinese manufacture industry.

The future development of mechanical engineering discipline will be mainly limited and stimulated by two “wheels”, one is the innovative development of manufacturing industry, and the other is the evolution of mechanical engineering discipline itself.

Looking beyond the present, the general trends for the manufacturing industry are globalization, information, green, knowledgeable and extreme-manufacturing. Therefore, the basic task for mechanical engineering science is mainly to provide novel theories, novel methodologies and advanced manufacture technologies for five trends in the manufacturing industry as above mentioned.

With the worldwide progress, national demand, and disciplinary development, the development of mechanical engineering science appears the following significant features and trends: on the one hand, the development of high-tech field, such as photoelectron, micro/nano technology, aviation and space, biomedicine, and key engineering technology, requires mechanical and manufacture science to provide novel theories, methods and technologies for them, and hence new manufacture fields, for example, micro/nano manufacture, bionics and biologic manufacture, microelectronics manufacturing have emerged; and on the other hand, as the intersection between the mechanical and manufacture science and information science, life science, material science, management science, and nano science, not only the development of mechanism, tribology, dynamics, structural strength science, transmission science, and design science have been promoted, but

also the novel cross-disciplinary sciences regarding bionic mechanism, nanotribology, manufacture informatics, as well as the manufacture management have been generated and developed.

In the future, the advanced instruments and equipment with autonomic intellectual property rights will be extraordinarily promoted in China. Therefore, the fundamental research on design and manufacture of the instruments and equipments based on self-innovation will be fully emphasized and quickly developed. Moreover, due to the serious challenges of resource and environmental issues faced by China, mechanical manufacture science needs to pay an unprecedented attention to the environmental protection, products security and green, resource and material saving, as well as the fundamental research on the mechanical and electrical equipment reproduction and manufacture of new energy resources.

The overall development trend for the manufacturing engineering is resource-saving-and-environmental-protection-based digital network, intelligence integration, high efficient and high accuracy (refers to size accuracy and form accuracy), and extreme manufacture. Based on the Delphi survey method and study, it predicts that the key manufacture technologies in the future will focus on the following eight fields: equipment manufacture for space application, manufacture in science and technology information, micro/nano manufacture, new resource equipment manufacture, green manufacture, bionic manufacture, photon manufacture, and digital equipment manufacture.

12. Agricultural Engineering

China is at a historic juncture of building a moderately well-off society and socialist modernization now. When industrialization, informatization, urbanization, internationalization, and marketization are advancing progressively, China has become a more and more market-based country and integrated with the rest of world. Staged changes are taking place in supply and demand of agricultural products, the form of agricultural production, and external connections of agriculture development.

As far as agricultural engineering is concerned, science and technology innovation, discipline reform and its in-depth development are also facing

unprecedented opportunities and challenges, as well as the greater demand-driven innovation. Agricultural restructuring and rural “land transfer” policy have led to the diversification of agricultural equipments. The fast transfer of rural labors has given a birth to the further development of agricultural equipments. Furthermore, the state’s overall strategic direction requires upgrading of agricultural equipments, and the international competition also calls for a fast and sound development of Chinese agricultural equipments.

Therefore, accelerating the development of agricultural engineering not only can provide advanced equipments for agricultural production and rural areas to meet the urgent development needs of modern agriculture of multi-functions, multi-levels, multi-directions, and high efficiency, but also will help agriculture to improve innovation the capability and core competitiveness of the business. It is also important and urgent for China to build modern agriculture, strengthen agricultural foundation, enhance agricultural capabilities, and revitalize the equipment manufacturing industry.

In the year of 2008—2009, Chinese agricultural engineering is integrating with multiple disciplines and new technologies. The focuses are on seven research fields of relative stability, distinctive features, obvious strength, and wide application prospects-agricultural mechanization engineering, agricultural soil and water engineering, agro-environmental engineering, rural energy engineering, agricultural electrification and automation engineering, agricultural products processing engineering, and land-use engineering. The quantity, funding, and quality of research projects in these fields have been improving continuously with new progress in the innovation and application.

A special advisory research project under the auspices of Chinese Academy of Engineering, named “Study on Strategic Development of Agricultural Mechanization,” was completed. A document related to the research works and described by over 3 million words was published. Strategic objectives, focuses, and measures for the agricultural mechanization in China for the next 15 years were put forward.

In the third round of national key disciplines accreditation of the Ministry of Education, agricultural engineering has been granted the academic standing of one national key discipline of first grade, five national key disciplines of

second-grade, and two national key disciplines cultivation units of second-grade. Research on the national key disciplines, that include the cultivation units with their respective distinctive features, is oriented toward the forefront of international development, the new agricultural science and technology revolution, and Chinese agricultural modernization.

In the year of 2007—2008, agricultural engineering has achieved significant progresses and a number of landmark results in scientific research: three second prizes of the State Technological Invention Award; six second prizes of the State Scientific and Technological Progress Award; 1,521 new research projects, among them 17 are joined with the international cooperation and 306 are at the national-level; additional scientific research funds of 758.739 million Yuan, 52% of which is funded by projects joined with the international cooperation and at the national level; 8,001 papers published, 438 of them are indexed by SCI, 941 by EI, and 277 by ISTP. In summary, the disciplinary team-building of agricultural engineering has achieved remarkable results, resulted in the notable enhancement of overall academic strength.

During this period, the honors won by the professional personnel in agricultural engineering area are as follows: Professor Wang Maohua is elected an academician of the International Eurasian Academy of Science. Professor Ren Luquan is elected an academician of Chinese Academy of Sciences. We have a winner of the Guanghua Engineering Award and another winner of the Chinese Agricultural Excellence Award. We have an innovation team under “Cheung Kong Scholars Program” selected by the Ministry of Education. A “Cheung Kong Scholars Program” professor, two winners of the National Outstanding Youth Science Fund, and a national prestigious teacher were newly added to the list during the past year. A number of young and middle-aged teachers have won the titles of New Century Excellent Talents awarded by the Ministry of Education.

The percentage of university teachers with a doctor degree in agricultural engineering has increased significantly. A group of doctors and post-doctors have been cultivated. Two National Excellent Doctoral Dissertation Awards and a nomination award have been scored. We have set up a state-level key laboratory on “Soil-plant Machinery System Technology,” Xiaotangshan

National Popular Science Education Base of Precision Agriculture, and a national Research Center for Agricultural Engineering in the Northern Mountainous Areas.

We also completed numerous academic works internationally and domestically. In the year of 2007—2008, 50 books, 144 textbooks and two sets of manuals in agricultural engineering have been published. The quality of academic journals in agricultural engineering has been improved significantly. For example, the *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* that follows the international standards has been created.

The report also analyzes the insufficiency of Chinese agricultural engineering, and compares it with the internationally advanced subjects. Based on the requirements for the new stage, situation, and tasks of agricultural development in China, the report analyzes the development trend and features of agricultural engineering. In order to promote agricultural engineering in China, the report also puts forward the measures and suggestions in regard to the direction of the discipline development, construction of disciplinary foundation, high-quality academic training, catching up with international development, strengthening disciplinary team-building, enhancing scientific research and development capability, multi-level talents training, strengthening international academic exchanges and cooperation, as well as further strengthening the academic conditions and innovation system.

13. Instrumentation Science and Technology

The famous scientist Mendeleev had said: “The science began from measurement.” As a measuring tool in the early time, the instrument has developed into a complete instrumentation science and technology in the course of development of the modern science and technology and productivity promoting the science and technology. Just as the expression of the measurement technology indicated, the positive role of the instrumentation science and technology is becoming increasingly clear. It is becoming a common knowledge that the instrumentation is “the multiplier” in the industrial production, “the vanguard” in the science research, “the combat

effectiveness” in military, “the physical judge” in the national commercial activities.

According to the international developing trends and the national current situation, the instrumentation science and technology is consisted of the industrial automation measurement and control technology, the industrial automation instrument and system, the science measurement and analysis technology and the scientific instruments, the diagnosis and treatment technology of the person and the medical instruments, the information metrology and measuring technology and the electric measure instruments, the specific test and measure technologies and the various specific measuring instruments, and the relative sensor, component, material and their technologies.

The report mainly expounds the characteristics and the trends of the development of science and technology and the industrial production for the instrumentation science and technology, deeply analyzes the basic situation and the gap with international level of the science and technology and the industrial production for the instrumentation science and technology in China, emphatically expresses the recent important progresses in the science and technology and the industrial production for the instrumentation science and technology in China. The most important progress for instrumentation science and technology in recent two years is the eight sets of surveying instruments carried by artificial satellite of Chang’e I. They are not only researched and developed by China and possessed autonomous intellectual property rights, but also reached the international level of same kind instruments in general technical performance and possessed their own distinguishing features and innovations. These eight sets of surveying instruments are: ① The CCD camera and the laser altitude gauge executing 3D image detection for the moon surface; ② The interference image spectral meter used for the moon surface detection of chemical elements and material composition; ③ The γ -ray spectral meter; ④ The X-ray spectral meter; ⑤ The microwave surveying meter used for the moon soil thickness detection; ⑥ The solar high-energy particle surveying meter used for the earth-moon space environment detection; ⑦ Two sets of low-energy ion surveying meter.

The distinguishing features and innovations for the eight sets of

surveying instrument are; ① Realizing full moon-surface 3D stereoscopic photography for the first time in the world, obtaining the high-resolution moon-surface image better than ever before in the world. It has a great significance for research on moon-surface relief geographic feature and impacted hollow, etc. ② The resolution ratio and the sensitivity of the γ -ray spectral meter are higher than previous used one in the world, so it is possible to detect the content and the distribution of 14 elements including K, U, Th, Ca, etc. for the moon science research and mineral resource investigation. ③ Realizing full moon-surface soil thickness detection for the first time in the world. It has a great significance in the theory and application for the research of moon-surface weathering and He₃ resource investigation.

Finally, the report puts forward the proposals of science and technology research and industrial development, and the proposals of relative organizing formality and policy for developing the instrumentation science and technology in China.

14. Electronics and Information Technology

It is very difficult to define what the electronics and information sciences and technologies are. It is also difficult to explain how many subjects are contained in this field. But it is well known that electronics and information technology is one of the fastest developing subjects in recent decades. This subject may have following characteristics: ① Too many subject branches and contents to define the boundary of this subject; ② Overlapping with other science and technologies; ③ Fast developing; ④ Constant expending with new technologies, new materials, and new theories; ⑤ As a foundation of and penetrating into other subjects.

It is also a difficult task to decide how many fields that should be selected to represent the electronic and information technology and which fields should be selected. We intend to choose those faster changing and developing technologies and those have more opportunity to become a new science domain. Finally, the following seven topics are taken into the 2007—2008 report: ① New generation information network; ② Electronic measurement technology; ③ Flat panel display technology; ④ Radio frequency identification technology; ⑤ Embedded systems; ⑥ Sensors technology, and ⑦ New

generation air transport management.

1. New generation information network.

The information network plays a decisive role in the economic and social development. The economical competition among countries often focuses on the competition in the field of information, which depends on the network architecture and the key technology research level. However, the original design of current information network is based on the philosophy that one type of network is for one type of service which cannot meet the requirements of business operation. It is hard to break through the limitation of the original designed network just to fit it. The current generation network is also hard to meet the future diverse services requirements.

To solve the limitations of the original design of information networks, many countries including China launched a lot of research projects to promote the research work of Next Generation Network (NGN). China also launched an engineering project named “China Next Generation Internet (CNGI)” which aimed to establish a worldwide biggest IPv6 test-bed network.

The important research directions of new generation information network are shown as follows. ① The evolution of current information network involves the measurement and management of the network behavior, the architecture and key technologies of the scalable dynamic Internet, the super capacity optical switching and routing mechanism, the ultra-high-speed optical transmission theory and methods, and the communication theory in the complex electromagnetic environment. ② The clean-slate design of new information network architecture and key technologies are: the architecture and key technologies of the recognition for interconnection network supporting pervasive service; the fundamental theory and method of the intelligent service; the architecture and key technologies of the mobile Internet; the architecture and theory of the energy efficiency-first communication network; the information theory in the mobile network; the key technologies in the wireless optical communication.

2. Electronic measurement technology.

In the theoretical development of electronic test technology, five major progressive areas are introduced as follows: ① Sensor technology and sensor network; ② Testing signal processing technology; ③ Automatic Test System

(ATS) technology; ④ New test technology; ⑤ Hardware/software of test system.

The report presents an extensive and detailed description of the current progresses, applications, obstacles, and future directions in testing technologies in favor of the breakthrough in some vital technical points, and the improvement of this area in China.

3. Flat panel display technologies.

The report focuses on the recent advances of Flat Panel Display (FPD) technologies: ① The present situation of FPD industry that includes panel, material, equipment and its application and development in China. ② Panel, especially on TFT-LCD display panel, technology and industry that include panel production line, module industry, construction of TFT-LCD product chain, glass substrate, color filter, driving and functional chips, liquid crystal, cold-cathode lamp back light set, LED light set, polaroid, mask, target, chemistry materials, and TFT-LCD facilities. A general description of PDP panel, OLED/PLED, rare earth elements OLED, TDEL, FED, E-INK, flexible display, and organic TFT. ③ The flat panel display components and their applications, such as TV, monitor, cell phone screen, GPS, display in car, auto PC and entertainment display, project display including DLP project display, laser project display, LED micro display, and 3D display. ④ The general information of flat display research and development in China.

4. Radio Frequency Identification (RFID) technologies.

This report presents the latest development and application in the field of RFID technology in years of 2007 and 2008. The anti-collision algorithm, as one of the most important technologies, is discussed in detail. For the active RFID, the Real Time Location System (RTLS) is elaborated on in this report. And also the test method, tag, reader, middleware, manufacture equipments, and security issues are discussed.

Through the efforts of more than sixty years, the RFID has stepped into its standardization and wide application stage. Currently, China has its own domestic standard for 13.56 MHz RFID.

In anti-collision discussions, the report introduces the basic concept on the tag-tag collision, tag-reader collision, and reader-reader collision. The

collision among tags will be the most important issue in many applications. The report focuses on the following two aspects: ① Anti-collision algorithm in the international standard; ② Anti-collision algorithm in the literatures.

In addition, in order to increase the system throughput, Time Division Multiple Access (TDMA) method is introduced. And Code Division Multiple Access (CDMA) could be hybrid with TDMA to improve the performance further. The power consumption and beam forming of the intelligent antenna are also studied.

5. Embedded systems.

This report presents the latest development and application in the field of embedded system. Embedded system is the special computer that is embedded directly into application systems. It merges with integrated circuit design, computer hardware/software, communications, and multimedia technologies.

Embedded systems technology is constantly developing in decades. The importance of embedded system modeling, validation, and testing techniques has been recognized gradually. Embedded operating system core is developed towards the directions of miniaturization, high reliability, and strong real-time. The trend of embedded systems development and architecture are scalable, portable, and configurable.

Chinese government thinks highly about the embedded systems. Two major national scientific and technological special projects: “real-time embedded operating system” and “business class embedded network operating system” are launched. Embedded system technology is the core of user-centric, pervasive, transparent computing era. It is making the dream of ubiquitous computing and information services anytime and anywhere come true.

6. Sensor technologies.

Since the end of the 20th century, we start to step into the era of information, which could be represented as the era of sensor. In developed countries, sensor technology trends are from single characteristic type to the type of multifunction, digitalized, systematization, micrified and networked. The application scope has also rapidly expanded to civil areas, such as traditional industry reconstruction, large-scale engineering system, vehicle electronics, appliance control system, sanitary and medical services, health

care, and environment surveillance, etc. This is an opportunity and challenge for sensor industry itself.

Sensor is a device that reflects the act on sensitive materials and gives a measurable signal corresponding to the act. In modern control system, sensor is usually located at the interface area between object and system, and provides primary data for the system to the purpose of controlling, communicating, and implementing. Normally, the basic technical requirements for all kinds of sensor are high sensitivity, anti-interference stability, linearity, adjustment easily, high precision, high reliability, long working life, repeatability, anti-aging, high response speed, non-environment affection, interchangeable, low cost, wide scale scope, small size, light weight, and high strength, etc.

The report covers the sensor technology background, technology development situation, market analysis, technology development trend. The development trends are dielectric isolation technology, laser welding technology, MEMS technology, wireless data transmission network technology, new materials, nanometer sensor technology, fiber technology, laser technology, and compound sensor technology, etc.

7. Air Transportation Management (ATM) Technologies.

Recently, air transport system burdens 40% of overall transport system and tops the rapidest developing industry in the world. However, current ATM system still could not effectively meet the demand of rapid increment of air transport system.

The trends of ATM system development are digitalization, intellectualization, and global integrated; transferring from “control” by giving orders to “management” by offering service, this will further increase the flight flexibility and safety, then reach the final goal of free flight in whole airspaces.

In consideration of regional opinions, ICAO put forward the Global Integrated Operation, which means safe, economical, and high-efficient. Based on this definition, the U. S and Europe plans to carry out their next generation ATM system: NGATS and SESAR, respectively. The key technology of new generation ATM system includes: integrated air traffic service network, network-enabled flight precise navigation, wide area tiered

dependent surveillance, ATM gird, and collaborative ATM.

CNS will provide a high reliable, usable, integrated, and time-demanding information exchange network as the future ATM system infrastructure. It will meet the development requirements of air traffic system. The future safe, effective, and perfect ATM needs the global, all-day, all-weather, solid connected, real-time air traffic information services. Future ATM system will be based on satellite-based CNS system, and build up a system information exchange network to satisfy the requirement of “to offer requiring information to customers at accurate time.” Future ATM system will also be based on more optimized flight route arrangement, more reasonable flight programming, more precise trail prediction; and reach to safer space guarantee, even flow distribution, more effective airspace usability through more accurate flight status recognition, exacter conflict prediction, more ideal conflict solution, more timely caution prediction, and more fair CDM.

Participants in ATM system include controllers, pilots, and carriers. Future national ATM system will keep balance of information sharing among them. Meanwhile, information exchange network will be viewed as a platform for all participants to perform the Collaborative Decision Making (CDM).

China has launched some national projects to develop ATM system. Future ATM system will be taken as a part of national security infrastructure.

There are still many advances in other fields of electronics and information science and technologies. It is a pity that we cannot take all of them into a single book. It is expected the other subjects, such as bioelectronics, MEMS, and medical electronics, will be our next focuses.

15. Aeronautical Science and Technology

With the launching out of the large aircraft engineering which is a national major scientific project, the support from Chinese government to the development of aeronautical science and technology is becoming more and more powerful. This results in a rapid progress of Chinese aviation industry.

In the field of trunk airliners, China has finished the evaluation of the large aircraft project. The government approved the development of large

aircraft in February 2007. In May 2008, the Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd. (COMAC) was set up in Shanghai, which remarks the fully starting out a large aircraft project and the soon entering into the stage of large aircraft EMD.

In the field of regional aircraft, China designed MA600 turbo-prop regional aircraft finished its maiden flight in October 2008. Chinese Advanced Regional Jet for the 21st Century (ARJ21) finished its first flight in November 2008. Up to now, The ARJ21 has earned a purchase order of 208 units, including 25 units ordered by GECAS, which is the largest aircraft leasing company in the US. Because of the order from GECAS, ARJ21 has become the first Chinese aircraft exported to the market of Euro-American developed countries.

In the field of helicopters, the military version of Chinese designed helicopter Z11 completed all the evaluation test flights and passed the evaluation smoothly in December 2006. Chinese independently developed helicopter H425 finished its test flights and entered into service in June 2007. In January 2008, the CA109 helicopter which is cooperated with Italia finished assembly, ground test, flight test, and delivered to customer. During the Beijing Olympic Games in August 2008, CA109 carried out many tasks, and played an important role in aerial security patrol and monitor, traffic guidance and monitor, airborne command, ground support, anti-terrorists, handling emergency accidents, and aerial photography.

In the field of aerostat, we can make a huge balloon of $600,000\text{m}^3$ cubage now. The loading capability of such balloon is 1,500kg and the flight height is 40km. In the aspect of the captive balloon development, we made a balloon whose cubage is $12,000\text{m}^3$ in 2007. Its payload is 1,500kg and the captive high is 3,000m. As to the airship, we are developing the HJ-3000, HJ-4000 and HJ-5000 manned airship. They can be used in many areas, such as aerial photography, tourism, transportation, aero patrol, and so on. About the Stratosphere airship, we have finished the development of "Skyship-01" and "Skyship-02." Now we are going to develop the "Skyship-03," whose fly height is 18,000-20,000m and the fly endurance is 15~20 days.

Besides the above achievements, breakthroughs are continuously coming out in the study of aerodynamics, aviation simulation, hydraulic system, life-

saving of aircrew, aircraft electric power system, material and manufacturing technology. The capability of aeronautical science and technology for supporting the development of Chinese economy and defense is greatly enhanced.

However, comparing with the foreign advanced technology, our aviation science and technology is still quiet lag behind the time. As a whole, the technology level of our fighters is equivalent to the third generation, which is one generation behind the newly built foreign fighters. China has only mastered the technology for the medium and small transport aircraft. We haven't grasped the technology for the large and super large transport aircraft. In the mean time, Chinese aerodynamics, aviation simulation, hydraulic system, life-saving of aircrew, aircraft electric power system, material, and manufacturing technologies are also behind the foreign countries.

In order to reduce the gap between China and the advanced countries in the world, Chinese government should make more effort to support aeronautical science and technology. The government should set up a national administration of aeronautics and astronautics, work out an aviation industry prosper law, invest more funds on aeronautical research, enhance the international cooperation, encourage the sharing of research fruits, and boost the cooperation among universities, research institutes, and aviation factories.

16. Ordnance Science and Technology

This report looks back and reviews the history of weapon science and technology in China, summarizes the current development situations of ordnance science and technology, and prospects its future. It is very important for us to grasp the opportunities and challenges, and drive modernization of national defense. This report discusses on the fields of ordnance science and technology, includes the five special fields, such as armor weapon technology, tube weapon technology, guided weapon technology, ammunition technology, and underwater weapon technology, and also includes seven basic support fields, such as combustion and detonation technology, energetic materials technology, defense technology,

ballistics, weapon information technology, weapon material and manufacture, and weapon basic technology. This report discusses the research contents, connotation, current research status, and difference by comparing with the abroad advanced technology in twelve fields as above mentioned. In the meantime, the future development trends for ordnance science and technology are discussed, such as: ① Weapon system develops in the direction of more lightable and more maneuverable; ② Weapon develops in the direction of large range; ③ Weapon develops in the direction of higher precision and more effective damage; ④ Weapon develops in the direction of informatization and digitization; ⑤ Weapon develops for use in the complex environment; ⑥ Weapon develops for multi-purpose and some special use; ⑦ Many weapons are developed for un-military use; ⑧ The subject of weapon science and technology are infiltrated and intersected with others. Lastly, some measures and suggestions for weapon science and technology in China are put forward.

The main progresses of ordnance science and technology are as follows:

(1) The progress in the field of armored armament technology.

The national armored armament system is basically established. The performances of mobility, firepower, and protection are enhanced by using the general integration technology. The design method is from modeling to self-research with our copyright. The fundamental theories involving high power diesel engine, fast burning, high pressurization, and high temperature cooling are developed. Many new technologies, new techniques, and new material are adopted.

(2) The progress in the field of tube weapon technology.

The tube weapon technology mainly focuses on the system analysis and ensemble technology, modern design theory and method, in order to elevate firepower density technique, firing dispersion technique, mobility technique, rapid responsive ability technique, the automatization technique, informatization technique, intelligentized technique. New concept and new principle of the weapon technology have been applied to the self-propel gun, individual soldier weapon, rocket gun, and so on.

(3) The progress in the field of guided weapons technology.

Guided weapons technology belongs to a compositive technology group

that includes overall technology, such as aerodynamic configuration and ballistics technology, launch and propulsion technology, navigation and guidance technology, guidance and control technology, etc. A series of new guided weapons are developed on the regular weapon platform. The seriation of terminal guided projectile, gun propulsion missile, guided bombs and guided rocket and so on is initially formed.

(4) The progress in the field of ammunition technology.

Ammunition is the terminal unit of the weapon system, which is often looked as a breakthrough for improving weapon system performance in many countries of the world. Thus the development of ammunition technology is the most active in the weapon industry. The theme of ammunition technology development is long range, accuracy, and high effect at all times.

The traditional concept of ammunition has been broken through, and the ammunition is informatization now. Hard destruction isn't the primary characteristic of ammunition any more, which has extended to reconnaissance, disturbance, soft destruction, etc. Smart ammunition, trajectory correction ammunition, terminal guidance ammunition, information warfare ammunition, and intelligent ammunition are developing. New principle and new concept ammunitions develop quickly.

The laser semi-active terminal guidance projectile has been produced through introducing and studying Russian products. The preliminary research on guidance rocket and projectile is developing. A series of achievement have been obtained in synthesis technology, guidance and control technology, satellite dynamic position/low cost strap-down inertial navigation and its combination navigation technology, rocket engine/ gliding extended range, anti-high overloading technology, and so on.

(5) The progress in the field of underwater weapon technology.

Underwater weapon has many family members like torpedo, mine, depth charge, etc., as well as some defensive weapons, such as bubble shell, decoy, anti-torpedo torpedo, etc. With the rapid development of science and technology, many new-concept underwater weapons, for example, torpedo mine, mine torpedo, and operation UUV, etc. are conceived.

The primary progresses in torpedo, mine, and depth charge at home and abroad are described. The progresses of torpedo are analyzed mainly on such

fields that involve the technologies of structure, guidance, control, fuse and launch. Nowadays many advanced technologies on drag-noise reduction, high-power propulsion, and multi-target precise-guidance have been widely applied to the torpedo. Super-cavitation torpedo, rocket assisted mine, and depth charge has been developed. China has been exploring self-renovation way to develop underwater weapons instead of the reproduction in its early stage. Wire-guidance torpedo, wake homing torpedo, rocket assisted torpedo, and depth charge are studied in depth in China.

(6) The progress in the field of combustion and detonation technology.

The progress in the field of combustion and detonation technology mainly focuses on the theory of diffusion flame, physical and chemical explanation unification of combustion phenomenon, characterization of detonation products of explosives and simulation of chemical reaction, reactive flow theory, and pulse detonation engine.

(7) The progress in the field of energetic material technology.

The progress in the field of energetic material technology mainly focuses on High Energy Density Material (HEDM), high energy low sensitivity material, non-sensitivity explosive, application of quanta chemistry in the material, quanta chemistry of explosive, new concept and new structure propellant charge, burning control technology of propellant and preparation technique of energetic material, and so on.

(8) The progress in the field of protection technology.

The progress in the field of protection technology mainly focuses on anti-damage properties of composite ceramics armors, stress wave propagation characteristics in layered composite armors, protection unit of different kinds of structure, camouflage protection technology, active protection technology, armored protection technology, and laser protection technology, and so on.

(9) The progress in the field of ballistics.

The progress in the field of ballistics mainly includes interior ballistic two phase flow simulation and launch safety evaluation, new charge technology, electrothermal/electromagnetic launch technology, muzzle flowfield simulation, launch dynamics on the basis of transfer matrix method of multi-body system, exterior simulation and design, simple control of projectile/rocket, ballistic trajectory correction, terminal design and method,

and test technology of ballistic transient parameters.

(10) The progress in the field of weapons information technology.

In the field of weapons command and control, the tactics and battle automation, field battle command, digital information management are focused on. In the field of detection and perception, night vision in faint light, range measurement by laser, ruby laser and military thermal image, and so on, a great success has been achieved. In the field of information technology of weapon battle platform, main battle platforms already have equipped with vehicle electric information system, and some of systems reach the international level.

(11) The progress in the field of ordnance material and manufacturing technology.

The progress in the field of ordnance material and manufacturing technology mainly focuses on the material related to weapons, such as metal material, non-metal material, and composite material, camouflage and hide material, and so on. On the other hand, the manufacturing technologies mainly include precision molding, welding, special processing, machining, precision/ultra-precision machining and micro-machining, surface engineering, and system integration and optimization. The key performances of latex material and hydro-butynitrile-latex reach the international level.

(12) The progress in the field of weapons basic technology.

The progress in the field of weapon experiment and test mainly focuses on minitype storage measurement system, remote sensing system on projectile, special equipment for weapons test. In the field of weapon maintenance, maintenance design, analysis and evaluation method on the basis of digital prototype are mainly studied. In the field of reliability, some reliability standards are worked out. The reliability growth experiment and reliability experiment are adopted in the equipment research fields.

17. Metallurgical Engineering and Technology

Over the past two years, the research discoveries and applications of metallurgical engineering and technology still serve as the basic conditions for sustained development of iron and steel industry. The major development in the metallurgical engineering and technology are as follows:

(1) The new generation of recycling iron and steel production process theory has been applied to build the giant steel industry, namely, Jingtang Iron and Steel Company, through a successful course from theory into the practice of research, design, manufacture, and construction.

(2) Over the past two years, significant achievements have been obtained in the field of clean steel production with high efficiency, low cost, and the application of new technology of control rolling and cooling, which has brought a great breakthrough into the upgrade of the iron and steel products and the forming of the new product mix with a large quantity and high international quality of new steel products, such as fine-grained steel, automobile steel, electric steel, pipeline steel, railway steel, and compound steel. *The Ultrafine-grained Steel* (English version) has been published abroad in 2008.

(3) Important progresses have been made in the development and application of energy-saving and emission reduction technology for the iron and steel industry, and outstanding results have been achieved in “Three dry” (coke dry quenching, blast furnace dry dedusting, converter dry dedusting) technology, the pollutant discharge amount per unit product continues to fall significantly.

(4) New progresses have been made in the research, test, and production optimization of frontier technologies, such as thin (medium) slab continuous casting and rolling, strip continuous casting, COREX-3000, photovoltaic steelmaking, low-temperature metallurgical technology, etc.

(5) Major developments have been achieved in the theory study, technology, and product renovation of the subjects of metallurgical physical chemistry, metallurgical reaction engineering, and powder metallurgy.

(6) New technologies also have been applied to the process equipment and facilities, for example, large coke ovens, thick-charge-bank sintering technology, high coal powder injection, blast furnace cooling wall optimization technology, converter/EAF high intensity oxygen supply technology, automatic converter steel making, continuous constant rate casting and converter-continuous casting production technology.

(7) Finite element simulation technology is widely applied to plate and strip rolling, some technologies from bar have been applied to plate and slab,

which include ultra-fast cooling, control of oxide scale structure and thickness, cooling temperature controlled phase transition strengthening technology.

(8) Independent innovation has been serving as the main theme of the development of secondary disciplines over the past two years. As a whole, the transformation from imitation to innovation has been realized.

Through the development in the past two years, Chinese metallurgical engineering and technology has, as a whole, edged itself into the advanced ranks in the world, and some have reached the world leading level. However, the phase-out of outdated products, equipment, and technology is far from satisfactory, which has affected the overall level of discipline development. Compared with foreign countries, gaps exist in the development and application of frontier science and technology in terms of the investment intensity, extent, and the outcome of the degree of industrialization and development.

The strategic focus for the discipline development in the next two years mainly comprises of the following aspects: ① Intensify the studies on the basic theory and technologies; ② In practice, proof, improve and optimize the theory, target and technology of the new generation of recycling iron and steel production process; ③ Comprehensively realize the optimization, upgrade, and replacement of the product structure; ④ Develop the smelting reduction technology with independent intellectual property rights, new clean energy of “no carbon-related” steel metallurgical technology, applications of nanotechnology in metallurgical products, environmental protection and detection field.

The development of metallurgical engineering and technology will make a sustained, rapid, and steady growth of Chinese iron and steel production, and occupy the peak of iron and steel technology in the world!

18. Chemical Engineering

Chemical engineering is an important discipline, which combines basic theoretical study on chemical process and physical process with industrial chemistry. As a basic scientific discipline, chemical engineering focuses on the mass transfer, heat transfer, momentum transfer, and reaction engineering,

as well as the design, operation, and optimization of the used plant and machinery. With the disciplinary development, the chemical industry has been promoted dramatically.

The purpose of this report is to elucidate the discipline development of chemical engineering in acids, alkalis and inorganic salts, organic chemical, fertilizer, fine chemicals, chemical machinery and equipment, pesticide, paint and pigment, dyestuffs, silicates, and measuring technology fields, to summarize the recent achievements and progresses, to analyze the current status and trend, and to bring forth the strategic to meet the discipline development in future.

As above mentioned, we demonstrate the progress in chemical engineering through five aspects significant achievements obtained in recent two years as shown in the followings: ① The self-owned intellectual property technologies rights for the design and shape-state optimization of ceramic membrane, high efficiency shape-selective catalysis, the molecular assembly and shape-state optimization technology in crystal growth; ② The large scale production technologies, i. e., the complete set of large-scale process technologies for MDI with continues condensation, impingement phosgenation reaction and integrated distillation-crystallization separation, the complete set of large-scale extraction technologies and key techniques for KCl and K_2SO_4 from salt-bond brine respectively, the complete set of medium-scale synthetic ammonia technologies and key equipment; ③ The green chemical engineering and clean production technology, that is, synthesis of dimethyl carbonate via combinatorial chemistry route, trivalent chromium electroplating technique, non-calcium roasting method for chromium salt; ④ The clean energy technologies: commercial application of olefine reduction technology with auxiliary reactor for fcc naphtha upgrading; ⑤ The energy saving and emission reduction technologies, namely, high efficient utilization of reaction heat from furnace-process phosphoric acid, intelligent on-line/remote monitoring technology for the treatment of industrial cooling water with high cycle of concentration; ⑥ The new materials development, for example, commercial production of lithium hexafluorophosphate as a electrolyte for the lithium rechargeable batteries, and bismuth germanate large-sized single crystal used for detecting of high

energy particles and rays.

Through analyzing the progress, the current status, and the trends of development, the report proposes the targets that may be reached in future, and points out some challenges to be overcome. The proposed measures that should be taken in order to reach the goals include: ① Maximizing the utilization rate of resources for the utilization of all atoms in processes; ② Minimizing the energy consumption, adjusting energy structure and developing new energy and renewable energy; ③ Eliminating environmental pollution by developing green processes; ④ Strengthening the function of State Key Laboratories, National Research Centers of Engineering and Technology, Enterprise Technological Centers, paying more attention to training creative and innovative talents, in order to ensure sustainable development of chemical industry and to play a better leading role in the engineering to meet the national needs, and to improve the national competitiveness.

19. Civil Engineering

2008 is a memorable year in the New China history, and it is the 30th year anniversary of reforming and opening to the outside world in China. This prominent success is appreciated by all over the world. Concentrated on economic growth, the Gross Domestic Product (GDP) of China has risen from 364.5 to 25,730.6 billion Yuan and the average annual growth rate is 9.8% which is more than 3 times of the world's average level in the same period. China's economic aggregate has exceeded Germany and becomes the tertiary in the world. The total value of imports and exports has risen from 20.6 to 2,173.7 billion Yuan from 1978 to 2007 and become the tertiary in the world. The foreign exchange reserve has reached the first place in the world.

During these 30 years, urban and rural people obtained their fastest-growing incomes and the most tangible benefits. The national urban per capita disposable income has been increased from 343 to 13,786 Yuan with the actual increase of 6.5 times. The per capita living spaces of both urban and rural people have multiplied and their living condition has been improved markedly. Water conservancy, energy resource, transportation,

communications, and other infrastructure constructions have made the breakthrough developments which makes the landscape of urban and rural areas a completely new look. The construction achievements in China are well known and so impressive to all international friends. With the rapid development of urbanization the urbanization ratio in China has reached 44.9% in 2007. It has increased 1.9% in total during the past two years which is faster than the expected. In fact, with sustained and rapid development of the national economy, China has become the most active and prosperous construction area in the world. The construction dimension and speed both are at the forefront in the world. The typical projects can be found, such as the 1,118 km railway from Qinghai to Tibet across frozen earth with elevation of 3~5 km. It is so called a century dream finished in 5 years. Also, the Dong Hai Bridge with the total length 32.5 km is the first outland sea bridge with the total length of 32.5 km in China which is the only channel from mainland to Yangshang Harbor, the first freight harbor in the world. Besides, the first phase regulation project of deep waterways in Yangtze Estuary has the strategic significance to push Yangtze River becoming a “Golden Channel” and Shanghai becoming an international ship center.

However, as mentioned in 2006—2007 Report on the Development of Civil Engineering from China Civil Engineering Society (CCES), we are facing some rigorous challenges at the same time, such as the heavy population load, the shortage of energy and water resources, the trend of ecological environment deterioration, the average educational level is relatively low and the trainings for a large number of farmers moving into cities are seriously lagged. In the transition process of the whole country from the planning system to marketing system, the functions of government need to be redefined clearly. Although, we have made outstanding achievements in construction over the past two years, but we should also be soberly recognize that the challenges in front of us still exist, they require us to redouble our efforts to overcome them.

China's cultivated land resource is 30% less than that of the world's average level. Over the past two years, the latest data shows that by the end of 2007, the population in China was 1.321,29 billion with an average annual

increase ratio of 0.52% and the arable land area was 121.7 million hectares (18.26 million acres) with an average annual decrease ratio of 0.1%. In December 2007, the white paper, *China's Energy Situation and Policies*, published by the State Council Information Office clearly pointed out that the energy consumption in China has been ranked second place in the world with a relatively low level of per capita energy resources. According to the world average level, the per capita amount of coal and water resources is 50%, oil and of natural gas resources are only around 1/15 in China. But so far, the progress towards the goals of saving energy and reducing consumption has lagged.

The per capita water resources in China are only 1/4 of the average level in the world, and the spatial and temporal distributions are very uneven. According to the national long-term development plan, by 2030, GDP in China will grow by 10 times, the population will reach more than 1.5 billion, the economic, social and ecological water demand for the whole country may be up to 700 billion cubic meters, per capita water resource will be reduced to 1,700 cubic meters which is the international recognized warning level. If there is no measure to be taken, the water security in China will run into a very dangerous situation in the next 30~50 years.

On the other hand, water resources are used inefficiently and the waste of water is widely spread in China. The use efficiency of agricultural irrigation in China is only about 40%~50%, which may reach 70%~80% in the developed countries. The national average GDP achieved by the unit cube water is only 1/5 of world average level, the increasing food production by the unit cube water is only 1/3 of world average level and the water consumption for industrial production is 5~10 times of that in developed countries.

Compared with the reduction of water, the influence of the deterioration of water quality caused by the pollution on the water resource security is even more serious and worrying. Among the seven major water systems in the country, the ratio of sections with the worst environmental water quality, i. e., class V are more than one-fifth. Among the 28 lakes which are monitored by the state, the algal blooms take place frequently and even affect the safety of drinking water of the surrounding inhabitants. In addition, the

reduction goal of the atmospheric emissions of major pollutants in China has not been achieved in 2007.

In the report on the development of China construction industry in 2007 written by the Investment Institute of the National Development and the Reform Commission and China Construction Enterprise Management Association, it is pointed out that at present, the construction industry has become the main profession for migrant workers and they have become the main practitioners for this industry with the total number of 32 million. According to the survey results, one-fourth of the total migrant workers are working in construction fields, among the 38 million construction practitioners in this country, the proportion of migrant workers reaches 84%. The overall educational duration for the rural people is 7.8 years, and more than 70% of them only have a junior high school or primary school education. Less than 1/3 of farmers receive the technical training once a year and less than 3% of farmers receive the training three times per year, which means the technical training coverage for farmers is very small. In 2007, the trained proportion of the employed rural labors was 19.2%, which means that most of them went out looking for the work without training.

At the 17th Party's Congress, Mr. Hu Jintao pointed out that "we should accelerate the speeds of separating government from enterprises, capital, public general affairs and the market intermediary organizations. we should standardize administrative actions, strengthen the construction of administrative legal departments, reduce and standardize the process of examination and approval in administration and reduce government intervention in micro-economic operation; we should ensure that exert the power correctly and in public; we should focus on strengthening the institutions of national cadres especially the principal leaders of cadres, management and using of property and supervision of important positions; we should perfect the institutions of interpellation, accountability, economic responsibility auditing, abdication and unmaking." The facts during these two years have proved that in some very important projects, we followed the requirements of the central government, we gained the best achievement, but if we always considered ourselves always right or feigned or craved for greatness and success, it surely got loss to the nation and people to some

extent, some of cases have been exposed while some of them are being exposed.

Over the past two years, with the joint efforts of workers, technicians, engineers, experts, and professors in the civil engineering field, following the strategic thought “scientific outlook of development,” we walked with steadfast steps. In particular, they are: ① “The sustainable development” has begun to form a powerful public opinion in the whole field, “saving of material”, “to ensure safety,” “energy saving and emission reduction” and other issues have been implemented during the processes of planning, design, and construction. ② The mode of reliability management during entire “life cycle” of a project is gaining more and more acceptable. From the revised codes, calculation and analysis to the construction management, monitoring, maintenance, more and more methods which ensure the safety, serviceability, and durability during “life cycle” have been put forward. ③ Computer science, automatic control technologies and information technologies are rapidly changing both the traditional ways in civil engineering and the backward production modes. They have effectively improved the productivity of the entire industry. It should be confirmed that on the standpoint of both the demand of society and the development of civil engineering, the sustainable development issue accords not only with the strategic thought of the scientific concept of development, but also with the trend of world development.

According to the development of Chinese construction during the past two years, the following points should be especially emphasized. ① To greatly increase the capability of independent innovation and enhance the international competitiveness actively. ② To continue increase the scientific and technological financial supports and pay more attention to the transition from research to application. ③ To intensify the decision-making advice and promote the decision-making to become a more scientific and democratic activity. ④ All the members working in scientific and technical fields must vigorously carry forward the excellent traditions and make new contributions to the core value system of socialism.

20. Textile Science and Technology

Under the background of Chinese reform and open policy on economy and

great adjustment of international industries, Chinese textile industry, as a pilot for the earliest and most extensive marketization, achieved tremendous development. The scale is persistently expanded, especially in recent 20 years, which maintains growth above double-digit capacity. Compared with 1978, the production of cotton, chemical fibers, cotton-typed yarns, cotton-typed fabrics, garments, textile fibers show an increment of 2.7 times, 82.8 times, 7.7 times, 5.1 times, 72.1 times, and 11.8 times, respectively, in 2007. In the same time, textile export is 72.2 times of that in 1978. By the end of August 2008, there are 464,000 up-scale-sized textile enterprises in China, including workers of 10.77 million and total assets of 2.33 trillion Yuan. The whole textile industry will have workers exceeding 20 million.

After China joined the WTO, the domestic textile industry developed rapidly. The total amount of fibers in 2007 is double of that in 2002, reaching to 35.3 million tons. China is in deed the largest textile production country in the world, and the fiber production accounts for about half of the world total amount.

China is the fiber resources power in the world. In 2007, the total yield of fiber is about 31.53 million tons. Among them, the yield and percentage of the total world fiber for various fibers are shown in Table 1.

Table 1 Yield and percentage for the world various fibers

Fiber	Yield(million tons)	of total world fiber(%)
Cotton	7.62	30
Silk	0.1	80
Ramie	0.24	90
Synthetic fiber	22.02	58
Man-made fiber	1.54	51

China is the export power of textile products in the world. Based on the statistics from the WTO, Chinese textile and apparel accounted for 29.3% of the world total export volume in 2007, including textiles of 23.5% and apparel of 33.4%.

China is the consumption power of textile products in the world. In 2007, the per-capita of fiber consumption reached 14.6kg, which is 34% higher than that of the world average level. China has 1/5 of the world population. Therefore, the main drive force for textile developments comes from the domestic consumptive demands on the textiles and apparel. According to

statistics for the total industrial sales of up-scale-sized textile enterprises, the proportion for domestic marketing increased from 67% in 2000 to 75% in 2007. There are still great development potential and market space for textile industry due to the proportional increment of the clothing expenditure for the urban and rural residents during the latter part of industrialization, as well as the rapid growth in demand for home furnishing and industrial applications.

In 2007 and 2008, many new materials, processing, technologies and equipments are pushed out in the fields of chemical fiber, spinning, weaving, dyeing and finishing, apparel and machinery. Textile technology is advancing towards intelligence, automation and continuity. It is seen that speed and efficiency, flexibility, excellent quality and environmental protection are the mainstream for the textile advances. The traditional industry is completely changed by the deep innovation of textile technology.

In recent two years, the scientific and technological achievements are plentiful and the subject develops rapidly. Of many excellent project achievements, some projects have been bestowed the key national awards, such as the silver medal of national technological invention and the silver medal of the national science and technology advance.

These projects to be prized are wide coverage, high content of science and technology, have excellent economic effectiveness, indicate great advances of textile industry in implementing scientific outlook on development and build an innovative country. These achievements completely embodied the technologists' active efforts of enterprises and institutions on original innovation, integrated innovation and the second innovation after introducing and digesting. The promotion assembled by "authority, manufacture, learn, research and medium" are completely developed. Both the whole level of skilled personnel's team with young and middle-aged as the main body and the industrialization of scientific and technological achievements are greatly improved. The enterprises urgently expect new technologies, materials, processing, products, and equipments. Frequently advanced technologies provide reliable assurance to the development of textile industry with sustainable, healthy and stable increment.

In order to adapt technology demands from textile industry under new situations and closely follow the international development tendency, "the

Guidelines on the Technical Research and Industrialization of Textile Industry in the Eleventh-Five Year Plan” formulated in 2005 has been adjusted and revised again in the early 2008. The revised guidelines list technology with partly breakthrough as the important popularized technology, and increase some important, common and key technology that are urgent to be studied. After the revision, the development orientation and important fields to be studied are further clear, they provide a positive guidance for textile industry to carry out the technological innovation.

The following paragraphs will introduce key researches in the different orientation respectively.

Textile materials and advanced manufacturing include industrialization of high performance fibers, such as carbon and Kevlar; development of new-type polyester (PTT, PEN) and high-tech industrialization of new-generation production chain; variety of biomass chemical fiber with degradation and recycling; production of new-type green cellulose fibers; complete homemade technology of PTA with an annual yield of 0.6~1 million tons; technology for producing composed industrial textiles with high performance; producing for high-grade composed nonwoven fabrics; new-type medical textile materials; membrane materials and roofing materials; agricultural nonwoven fabrics and chemical fiber web; smart processing of textiles.

Spinning, weaving, dyeing, and finishing include high-tech processing of cotton textiles, new-type processing to produce wool, new-type processing of flax spinning, new-type processing to produce silk, new-type processing to produce knitted fabrics. Dyeing and finishing with environmental protection and energy conservation include key technology for dyeing and finishing of new-type fibers, dyeing and finishing technology with high efficiency, short processing and energy conservation, dyeing and finishing with water-free or few water, functional finishing, digital dyeing and finishing, development of eco-friendly dyestuff, additives and sizing materials, waste disposal and recycling.

Textile informational technology includes ERP system suitable for the textile industry, E-commerce platform for the textile industry, the digital meta-synthesis of various enterprises, the online inspection and management system for textile enterprises.

The 10 technical researches and industrialization of new complete key equipment include complete filament equipment and technology with high efficiency and energy conservation, complete filament equipment and technology of differential and high performance fibers, cotton production line with high efficiency and modernization, rapier loom and air jet loom with mechanical-electronic integration, production line and composed equipments of spun-bonded and melt-bonded nonwoven fabrics, series products of smart circular weft knitting machine, multi-function computer-controlled flat bed machine, series products of modern warp knitting machine, online inspection on the parameters of dyeing and finishing, dyeing and finishing equipments with high quality, high efficiency, energy conservation and environmental protection.

21. Food Science and Technology

Food is the first necessity of human being, and food industry is an important sector of national economy. The fast growth and continuous development of food industry has been essential to the nation's economic, social, cultural, and technological development for a very long time, but its role has been more critical as now than ever before. As a discipline, food science and technology is concerned with all technical aspects of food including the theoretical research, technology, and equipments. It provides a solid ground and technical support for the innovation of knowledge and development of food industry, and plays key roles in the education and training of undergraduate, graduate, and professional students with defined skills in the field of food science and technology.

Food science and technology is a highly interdisciplinary applied science, and incorporates concepts from many different fields including agriculture, microbiology, chemical engineering, biochemistry, and many others. Naturally it also shows great influences on many fields including agriculture, engineering, science, medicine, and humanities and social science. During its growth, food science and technology has been focusing on the theoretical research, innovation in technology merging with other disciplines. The past two years have witnessed the continuous and solid development and a series of breakthroughs in many aspects of food science and technology, such as

theory, technology and technique, which advocated the advancement of food industry in these areas.

China has set the goal to provide a world-class education system for students majored in food science and technology, and has established a multiple-level education system including higher education, postgraduate education and tertiary vocational education. Up to 2008, there has been over 180 institutions and universities with food science and engineering programs nationwide, which are located in 31 provinces, autonomous regions, and municipalities. Among these universities, the doctoral programs of 13 universities have been authorized as key disciplines in food science and engineering by the Ministry of Education, and 32 universities have the key master programs. In 2007 and 2008, the Ministry of Education has approved 14 national courses of excellence in food science with state-of-the-art facilities including textbooks, references, and online resources. The successful education system in food science and engineering provides the students with an excellent preparation for a career in the food and allied industries, local, state, and federal government agencies, and educational and research institutions. Job placement in food science and engineering is above 80% in the past two years in China. Chinese faculty and staff in food science and engineering have thrived, because of the unparalleled combination of quality and breadth, the high standards, the openness, collaborative, and innovative culture in the field. Currently there are more than 500 full-time professors, over 100 guest lecturers and adjunct professors who are active in the field of food science and engineering nationwide.

With the aim at serve the socio-economic growth, frontier technology research has been conducted in the past two years. the Ministry of Science & Technology (MOST) in China has funded increasing numbers of National Basic Research Programs, National High-tech R&D Programs (“863” Program) and Science and Technology capability Programs related to food science and engineering during the period of 11th Five-Year Plan, with the focus on agricultural processing, functional food, modernization of dairy industry, food safety, etc. To meet the global challenges of new technology revolution and competition, MOST has compiled and implemented nine Science and Technology capability Programs in food science with 108 projects

and invest in more than 600 million Yuan. To boost innovation capacity in the high-tech sectors and to achieve breakthroughs in key technical fields that concern with the national economic lifeline and national security, MOST has implemented over 700 million Yuan in the key projects of advanced agricultural technology, among them over 100 million Yuan was granted to the food-related projects. Tremendous developments in key high-tech fields of food science and technology have been accomplished, particularly in food processing, functional food and food safety. Innovation and application of cutting-edge high-tech in the field of food science and engineering, such as biotechnology and nano-technology have tremendously advocated the modernization process of food industry in China.

China has been strengthening cooperation and academic exchange with universities and institutions around the world in the fields of food science and technology, which has enhanced the international competitiveness and risk resistance of Chinese food industry so as to allow more positive involvement in the economic globalization process and safeguarding our economic interests and security. In 2007 and 2008, China has held more than 40 national and over 10 international conferences and forums in food science and technology. China has established joint research centers with over 10 international universities and institutions from the United States, Canada, United Kingdoms, France, Japan, South Korea, etc. , and exchange of scholars and students and cooperation in scientific projects have greatly promoted the advancement in the field of food science and technology.

With the advances in modern technology, particularly in the basic discipline, such as agriculture, biology, medicine, mathematics, and engineering, research areas, such as basic theory of food processing, food nutrition and human health, food safety and control, food biotechnology have drawn more and more attention and become essential to the development of food science and technology. The challenges that we are facing nowadays, such as global environmental change, food safety and continuous development bring great opportunities for innovation and development of food science and technology, and through the joint efforts of Chinese food scientists and food industry, we are thriving to accelerate the national socio-economic development and enabling China to catch up with international pioneers in the

field of food science and technology.

22. Basic Agronomy

To meet national strategic needs and solve the leading edge problems, the basic agronomy science focuses on the crops growth and development laws, the environment effects, and the way to regulate and control. Thus a lot of significant theoretical innovations and self-owned intellectual property rights have been achieved in basic agronomy science, which have strongly supported the crop yields constantly increment and the agriculture sustainable developing.

In the field of crop germplasm researching, extensive crop germplasm investigation, collection and introduction from other countries have carried on. Crop germplasm technical platform, standard and regulations have been constructed. The entire process of crop germplasm, including its collection, treatment, preservation, assessment, and utilization, has realized standardization and digitization.

In the field of crop genetics, the research in genetic mechanisms of crop heterosis and its utilities was continuously promoted. At the same time, study on the genomics of main crops that include rice, maize, etc. has been carried out. A series of remarkable achievements have been made in the crop key functional gene study.

In the field of agricultural biological information, independent huge genomics sequencing, research on comparative genomics, transcriptomics, and proteomics have been initiated. Some biological information data with self-owned intellectual property rights have been set up.

In the field of crop physiology, the productivity analysis theory based on resource using efficiency and technologies to regulate the crop growth and development are well developed, which provides the theory support to exploit the “high-yield and cost-effective” crop potential in China.

In the field of crop ecology, the research on compound crop sociology and the utility of farmland biodiversity has been expanding. And a series of crop expert modules and intelligentized producing management systems have been created independently.

In the field of agricultural resource and environment, the progresses

have been made in farmland quality development, effective crop water-supplied, microorganism resources developing and utilizing, cleaning producing and pollution controlling. Research on the influence to agriculture by global climatic change countermeasures has been carried out.

Due to the severe current situation, namely, population increasing sharply, resources shortage, environment pollution, ecological degradation, agriculture science and technology faces more and more demands and challenges resulting from food security, ecology security, and food safety.

Science platforms construction should be strengthened, science developing spaces should be broadened in basic agronomy science. Measurements should be taken to promote interdisciplinary study, cultivate new subject, strengthen international communication and cooperation, and enhance our self-owned innovation capability and comprehensive strength quickly in the basic agronomy science.

23. Forestry

The comprehensive report on Forestry Discipline Development (2006) reviews progresses made in the past and current status of forestry with particular relevance to China, the prospect for the future development trend of forestry is also presented. Reviews were carried out in 17 major disciplines of forestry to analyze strengths, weaknesses, challenges and opportunities, existing problems, and countermeasures. The discussed disciplines are forest ecology, forest soil science, forest-based plant science, forest genetics, tree breeding, forest silviculture, forest entomology, forest pathology, forest fire prevention, wildlife conservation and utilization, non-wood forest discipline, forest management, landscape architecture and ornamental plant horticulture, water and soil conservation, desertification combating, wood science and technology, chemistry of forest products, forest economics, and urban forestry. The development goal of forestry in China is to accelerate the development of forestry science and technology development with focusing on the core tasks of forestry development, to ensure the quality of forestry ecological programs through science and technology innovations, and to increase scales and profits of forestry industries through technology development, thereby to allow forestry sciences and technologies in China to

reach an advanced level in the world in the middle of the 21st century. The development strategy of forestry in China in the next 50 years is recommended that: ① Further strengthening researches on basic sciences and high technologies to improve the quality of researches and capacity of innovation, meanwhile to keep well-balance between researches on basic and applied sciences; ② Research and develop the key technologies for major national forestry programs and development of forest-based industries; ③ Intensifying technology transfer, allowing research achievements to be integrated with and applied to operational practices as quickly as possible, hence to accelerate and improve forestry development; ④ Strengthening capacity in the area of building forestry education/research institutions to improve the capacity of continual innovations in forestry researches; ⑤ Intensifying international cooperation to improve institutional development based on the analysis on existing problems and overall situation of forestry in China. Following measures are recommended: ① Strengthening overall arrangement with careful planning the development of various disciplines, optimizing allocation of science and technology resources; ② Increasing input in researches on basic sciences, providing an enabling conditions for development of different forestry disciplines; ③ Improve human resource development to produce highly qualified forestry research staffs; ④ Intensifying knowledge innovation and technology innovation, strengthening accumulation of science and technology achievements. In the foreseeable future, the world efforts will continuously put into solving problems related to development of forest resources, protection of forest ecology, and efficient utilization of forest resources. The protection of forest ecology and impacts of global climate changes will be future hot spots in forestry researches, researches in timber and non-timber forest products will continue to be restructured, theories and methodologies of sustainable forest management will continue to be a major area for researches, and technology development will be priority of forestry researches. Specifically speaking, priorities of future research will be given to the following areas: ① Mechanisms and rehabilitation of degraded ecosystems in ecologically fragile areas; ② Conservation and sustainable management of natural forests; ③ Forest genetics and biotechnology; ④ Development of short rotation

industrial plantations and precious-timber plantations; ⑤ Mechanisms and control of biological invasions; ⑥ Forest resources monitoring, management and information technology; ⑦ Urban forestry; ⑧ Wildlife protection and nature reserves; ⑨ Relations between forest and environment deterioration.

24. Fishery Science

Fishery is an important sector in China and contributes to improving people's diet structure and development of the country's economy. In 2007 and 2008, fishery science has made great progress in the following aspects.

(1) Biotechnology.

The achievements include the screening and cloning of functional gene in aquaculture animals, the screening and application of molecular marker, development of sex-related markers and their application in sex control, molecular breeding, culture of fish embryonic stem cell, and the establishment of cells library.

(2) Aquaculture technologies.

In freshwater aquaculture, artificial breeding, integrated and ecological farming have in depth development.

In marine aquaculture, the progress was made in artificial breeding of shellfish, seaweed and echinoderm, such as hybrid abalone, Chinese shrimp, scallop, sea cucumbers and sea urchins. In the area of aquaculture disease control, the noticeable achievements include findings of infection mechanism of lymphocystis disease and white spot syndrome, the immunity study on scallop and sea cucumber and polyvalent vaccine of different mariculture. In terms of culture technologies, the major achievements included water recycling aquaculture system, ecological degradation pattern of intensive shrimp culture, nutritional and immune control of cultured shrimp and medicinal residue monitoring.

(3) Aquaculture Nutrition.

The major research works have been done in basic nutrition and micronutrient requirements of aquatic animals. Attention has been also paid to the nutrient metabolism and gene expression in cultured species recently. Some specific additives have been developed to improve the growth of aquatic animals and feed utilization. High quality immunostimulant and microbial

agent have been developed based on nutritional immunology. Larvae and broodstock nutrition physiology were conducted to develop high quality microdiet and broodstock diet.

(4) Fisheries Facilities and Engineering.

The major progress are made in offshore aquaculture facilities, water recirculation technology, pond production facilities, fishing machineries, aquatic products processing machineries, energy-saving technologies, fishing harbor engineering, artificial reef and fishing ground engineering, fish passing engineering and disaster reduction engineering.

(5) Aquatic Product Storage and Processing.

The basic research on fish product processing and quality control has been further strengthened. the research interests mainly focus on aquatic product quality and safety examination, quality control, products tracing and quality standardization. Research on the freshwater fish processing is relatively weak.

(6) Fishery Resource and Environment.

The research interests in 2007 and 2008 were concentrated on conservation, rational utilization and enhancement of fishery resources, fishery and marine ecosystem protection and the corresponding protective measures.

The future research focuses are:

(1) Biotechnology.

The sequencing of gene for several aquatic animals, cloning of function gene, molecular mark, and cell culture, etc.

(2) Health Aquaculture.

In freshwater aquaculture, the research will focus on improvement of fish breeding technology, optimization of aquaculture structure, promotion of fine aquaculture varieties; efficient utilization of feed, and improvement of freshwater aquaculture facilities.

In marine aquaculture, the research will highlight on technologies of healthy and intensive cultivation, quality and safety control of mariculture products, some new models of mariculture, disease control and application of high technologies.

(3) Aquaculture Nutrition and Feed.

The research priorities in this area will include standardization of methodologies on nutrition researches, systematic studies on nutrient requirements on those commercially important, native cultured species, such as micronutrient requirement, nutrient metabolism and molecular control, artificial feeds to replace fishmeal, nutritional immunology, high quality microdiet for larvae and special feeds to control fish quality such as color, texture and flavor. In addition, feed safety issues have been increasingly paid great attention to in the research.

(4) Fisheries Facilities and Engineer.

Based on the requirements of the construction of economic development regions in fishery harbors, the research efforts would go into artificial reef, fishing ground, and safety fishery production.

(5) Aquatic Product Storage and Processing.

In order to meet the requirement of fishery industry development, the research will highlight on the in-depth processing and preservation, improvement of processing equipments, utilization of low value product and quality secured seafood.

(6) Fishery Resource and Environment.

The research in this area will be prioritized in biology studies on fishery resources, fishery resource management, stock enhancement, regular monitoring system, rational exploitation and sustainable utilization of fishery resource, and the ecological equilibrium of fishery resource and ecosystem.

25. TCM and Chinese Materia Medica

This annual report reviewed some important progresses in Chinese medicine in China according to academic and partially political publications in 2007—2008. At the same time, this report also proposed the development strategies of the discipline in the future.

The discipline of Chinese medicine, which consists of traditional medical science and materia medica, is a part of Chinese science and technology. Chinese medicine discipline has kept pace with the times, fulfilled a good integration of modern science and technology trend in the development of scientific and technological innovation with the policy support level. Due to

the strong supporting of national medical policies, scientific research has made important progresses. A series of fruitful achievements have been made in the recent years, particularly in 2007—2008.

The discipline has achieved great advances on academic development, scientific research, and medical services. These achievements mainly have shown up in the aspects of elevating the capacity to prevent and treat diseases, innovating research on key scientific issues, and developing new herbal drugs to meet social needs. Particularly in scientific and technological research field in Chinese medicine, there are 10 results which have been awarded the second prize of National Scientific and Technological Progress in the last two years.

(1) “The criteria for classification of TCM body constitution research and its applications” is an outstanding representative among these awarded results in 2007. According to the body constitution in Chinese medicine, the project proposed 9 kinds of basic concept of physical type and classification standards in Chinese people and established theory and the physical model database for the physical classification. Diagnostic criteria of phlegmatic hypothesis constitution and its methodology have been made. The use of immune genetics technology and the entire human genome chip detection technology provided an objective basis for the constitution classification at the molecular level. The results proved further the human body’s individual differences and practice guidelines for the realization of individual health care and provided a theoretical basis for the sub-health prevention and treatment.

(2) “The key technology research of metabolism-control genetic engineering about the active product of Huangqi” is another achievement awarded in 2007. The project that studies the metabolism-control of Huangqi (*astragalus mongholicus*) active components by means of the application of genetic engineering, has achieved significant results. The 10 papers from among the total 51 papers have been included by SCI index. Three out of five patent applications have been authorized; two of them have been made in public. The projects including the gene cloning, vector, expression, hairy root culture technology taken as universal methods raise the study level of modern Chinese medicine, and have a positive significance.

In 2006, “The 11th Five-Year Program” of Chinese Medicine

Development was issued. The program proposes the 10 projects to be preferentially developed in the next 10 years, and promises that Chinese central government will continue to increase financial investments in the research on Traditional Chinese Medicine in order to promote the modernization and internationalization process just like in the past. According to this program, Traditional Chinese Medicine will enter into an important development period in the coming five years. In this period, the syndrome defined by Traditional Chinese Medicine, meridian system, and earlier intervention and treatment of diseases will become key fields for the scientific research of Traditional Chinese Medicine in China. New therapeutic theories or treatment measures or herbal recipes for disease will be emphasized on research procedures taken as a potential breakthrough point. Safety, efficacy, pharmacology and pharmacokinetics, nature of material medica or/and new herbal drugs will be pursued in the next research projects plan. In addition, developing medical service and promoting talent person growth of Chinese Medicine will be paid close attention to in the next year.

It is believable that this discipline will achieve more great advances in the academic development and research, and service for the people in the coming years.

26. Integrated Traditional Chinese and Western Medicine

1. Introduction.

Integrated Traditional Chinese and Western Medicine (ITCWM), a newly thriving medical discipline uniquely established in China, has its own concepts and research methods different from Traditional Chinese Medicine (TCM) and modern Western medicine (WM). It borrows their advantages and supplements each other, thus arrives at the mutual promotion and co-developing of TCM and WM. It is a new medicine with originality. In recent years, the ITCWM in China is facing the unprecedented opportunities for developing.

ITCWM is an extremely important part of the medical service system in China. It has played an important role in fundamental medical system construction covering the basic urban medical insurance and new type of rural cooperative medical service. 50-year practice has proved that it is necessary for

the concept of ITCWM to continuously innovate, enrich, and develop further.

2. Current status of ITCWM.

(1) Medical construction.

By the end of 2007, 21 units of ITCWM hospitals at the key level are under the guidance of State Administration of Traditional Chinese Medicine. There are totally 245 ITCWM hospitals, 195 ITCWM outpatient departments, and 7570 ITCWM clinics. ITCWM departments have been established in WM hospitals comprehensively. Extensively academic studies on ITCWM have been launched by many institutes. The ITCWM academies and institutes have also been founded.

(2) Scientific researches.

1) Progress in basic studies on ITCWM.

① The daily perfect of basic theories on ITCWM; ② The further promotion of basic theories on TCM; ③ The target-oriented experimental studies on ITCWM; ④ More open and scientific researches on ITCWM, it manifests as the multidisciplinary tendency to include in one and monopolize it; ⑤ Extensive launching the new drug research and development and drug potency evaluation dominated as a compound recipe.

2) Progress in clinical studies on ITCWM.

① Continuously development of clinical studies; ② The gradual improvement of the qualities of clinical studies; ③ Continuously exploration into clinical research methods in line with the ITCWM characteristics; ④ Further standard research works on the ITCWM standardization.

3) Application studies.

① The gradual mature research technologies on Chinese materia medica and their extensive application; ② Extensive application of the research results of ITCWM, it aims at various diseases in the clinic, serves for more patients; ③ Further improving clinically therapeutic efficacy with the innovative ITCWM methods; ④ Continuous application of various new types of TCM diagnostic and treatment devices in clinical studies.

(3) Academic activities.

① The continually strengthening construction of the Chinese Association of Integrative Medicine (CAIM); ② The daily activity of ITCWM academic

conferences;③The stable developing of ITCWM serial journals; Since 2008, the *Chinese Journal of Integrative Medicine* (English edition) has been collected as one of the SCI-expansion sources, a zero breakthrough for Chinese medical journals entering into the SCI;④ Plenty of publication on ITCWM studies and monographs.

(4) Talents cultivation.

In recent years, talents cultivation of ITCWM have been strengthened continuously.

(5) International co-operation.

ITCWM has won the domestic and international recognition, exerted the extensive and far-reaching influence on the internationally medical field. The global integrative medicine is now thriving. China has more and more international cooperation with different countries.

3. Comparison and analysis of ITCWM between China and foreign countries.

Along with the continually deep understanding of TCM, supplementary and alternative medicine, and with the extensively launching of TCM relevant studies and recognition of the research results, the development of the international integrative medicine shows a favorable tendency. Many national scientific research institutes and medical societies have invested more into the studies on the integrative medicine and traditional medicine and pharmacy, thus accelerated the rapid development of integrative medicine.

Comparison and analysis of the integrative medicine progress between China and foreign countries. Studies on ITCWM in China are lagging behind when compared with those in foreign countries, especially with clinical studies of integrative medicine in the Europe and the USA. Although relevant studies are numerous, they are not superior in the quality.

4. Countermeasures and prospect of ITCWM development.

(1) Countermeasures for ITCWM development.

Disease-oriented basic and clinical studies on ITCWM should be launched by taking the disease-syndrome combination as the core, the disease syndrome typing as the main cut-in point to establish standard systems for diagnosis and the therapeutic efficacy assessment system of ITCWM.

Academic studies should be focused on solving the key problems emerging from the social economic developing. The scientific researches on

ITCWM theories and methodologies should be deepened.

Pay attention to launch the ITCWM studies in the disease prevention and health promotion sectors.

Strengthen the construction of ITCWM medical service, teaching, and scientific institutions.

Strengthen the talent nurture of ITCWM.

Strengthen the international cooperation and exchange.

(2) Prospect of ITCWM.

The continuous completion and progress in ITCWM theoretical system and medical mode;

The gradual foundation of ITCWM disease diagnostic system and therapeutic efficacy assessment system;

The more universal adoption of ITCWM medical mode;

Significant improvement of clinically therapeutic efficacy by ITCWM;

The continually improvement of ITCWM service capacities at the basic level;

The launching of western doctors learning from TCM will be more favorable for the developing of ITCWM.

In the present world, the modern medicine changes with every day passing. While through the continually digging into the TCM, the experience and peculiar methods of TCM are recognized and adopted again. On the basis of co-development of TCM and WM, ITCWM stands on the shoulders of two “giants” and definitely has a prosperous future.

27. Pharmacy

This report integrally reviewed the development and the current progress of pharmaceutical sciences of China in 2008, and their prospects applied to the future. Along with the rapid boom of science and technology and the quick improvement of contemporary civilization, medicinal undertakings have won an identical speedy progress as a shield against the diseases endangering people's lives and health and the quality of their life, and then played a vital role in the development of the national economy. Drugs, as the special commodities for human to prevent, treat, and diagnose diseases, have a direct bearing on the health and lives of the public.

Along with the boost of medicinal domains, our research level of the pharmacy has already made a substantial progress; however, on the whole it still lags behind the developed countries. The overall industrial value of Chinese medicinal industry in 2007 was up to 692.6 billion Yuan, it represents the increment rate of 25.3% year after year. Among others, manufacturing of chemical materials increased to 158.1 billion Yuan at a YOY growth rate of 28.0%. In China, preparation industries account for about 70% of the total pharmaceutical industries, whose overall industrial output value and pre-tax profits were equally up to 60%. Decoction pieces industry sequentially increased and its overall industrial output value in 2007 reached to 30.44 billion Yuan. Its growing rate was the highest in medicinal trade, it represents YOY of 37.32%. Output value of sales reached to 29.16 billion Yuan, 40.1% within the same period. Based on current growth rate, Chinese medicinal industry will break the barrier of one trillion Yuan several years later, and indeed become a pillar industry of national economy.

China is currently facing a dual threatening by infectious and chronic non-communicable diseases, namely, the incidence of fatal diseases continues to ascend with great harmfulness. Population aging will become the most grievous challenge for the development of Chinese population and society in the next 10 years. More and more international pharmaceutical enterprises began to swarm into Chinese pharmaceutical market; therefore, domestic pharmaceutical enterprises should be confronted with even more drastic marketing competition. It has been very difficult for model of traditional medicine research and development to adapt the market economy. There is still a very big gap in researches of innovative drugs between China and developed countries. In China, the structure of medicinal industry is irrational because of the absence of internationally competitive enterprises. The system of drug innovation is imperfect with weak ability of independent innovation and a serious shortage of funds. Poor conditions can not fulfill the requirements of new drug research and industrialization. Screening technologies of new drugs lag behind all the time. Standardization of pre-clinical and clinical evaluation of drug innovation has not been internationally recognized. Although Chinese national pharmaceutical industry has its own advantages and characteristics, but its role has not been fully played. The

contradiction between the growing public demands for drug safety and the relatively backward social productive forces is more prominent. The security risks occurred by stages during the long-term period of modernization, urbanization and industrialization in developed countries now is in a comparatively concentrative emergence and exposure in current stage of China. Recently, injection of traditional Chinese medicine continued to suffer serious adverse events with a rising mortality. Injury of drug is threatening the human health and survival; therefore, improving the quality of the drugs, insisting on the rational administration, and preventing drug from abuse are the pressing problems for relevant departments and medical workers to pay high attention to.

At present, to strengthen the innovative drug research and to develop the new drugs with independent intellectual property rights are the primary tasks for pharmaceutical workers. Firstly, modification of the major drugs is propitious to meet the people's basic demands and to resolve the problems of people's basic medicine and hygiene. Secondly, extensive preparations of innovative drugs, biotechnological medicines, and non-patent medicines for precaution and treatment should also be deeply strengthened. Thirdly, organization of influential big projects connected with international items will administer to a rapid advancement of our pharmaceutical discipline. And it is likewise indispensable to reinforce the construction of technological platform and make the platform approved by developed countries, and then to create a more rational system of national drug innovation. Finally, a number of new drugs focusing on 10 categories of the most serious diseases will be created; they include chemical drugs, traditional Chinese medicine, and bio-medicine.

The mode of traditional medicine research and development must be converted to a new one by confirming the key role of pharmaceutical companies in the research and development, in order to elevate the whole competition of Chinese pharmaceutical industry. By inspiring the skeleton enterprises owning a fixed developing direction, a stable business investment and the first-class team, the innovative elements will be gradually transferred and centralized. In this way, approximately 20% to 30% of technological problems in every major field might be reached a breakthrough.

In 2008, the State Council organized the special major science and

technology project named “Creation of major new drugs.” Two major objectives are aimed. Firstly, by adapting the situation of medicinal system reformation and system of national basic drugs as well as the construction of new cooperative medicinal system in country, a number of safe, effective, convenient, and inexpensive drugs will be developed to provide a stronger safeguard for Chinese people’s health. The second aim is to develop a group of innovative drugs owning independent intellectual property rights and the marketing competitiveness and to build a serial of technological platform with high levels, consequently, to form the innovative ability and technological system supporting the development of our independent innovation. In 2020, overall levels of Chinese medicinal creation will be significantly increased with a strategical transfer from pure imitation to independent creation for pharmaceutical industry. According to the special project of “Creation of major new drugs,” the state encourages and supports the developments of small and medium-sized innovative pharmaceutical companies in biotechnology. Meanwhile, guided by government, the incubating base centralized by enterprises will be established within those companies owning needed conditions, in order to promote the drug innovations of large enterprises and development of industry. The implementation of the special project ensures that our industry of new drugs can be transferred from imitation to innovation on the basis of people’s health, which is likewise guided by market demands, forced by independent innovation, supported by construction of platform, and targeted by new drugs creation.

28. Biomedical Engineering

Bio-Medical Engineering (BME) has rapidly developed since the 1960s, which integrates the principles and methods of engineering sciences with that of life sciences to understand the laws of life, maintain and enhance the health care of human being. The applications of multi-disciplinary fields of BME, such as engineering sciences, physics, chemistry, mathematics, and computing sciences have played a vital role in researching biology, medicines, human action and health. For the prevention, diagnosis, treatment of disease, for the recovery of patients, and for the advancement of human being, BME has developed its basic concept, created the knowledge on the fields from

cells to organs, put forward the novel methods in these fields: biotechnology, materials, process, implantation materials, instruments, and information technology. (Quoted from NIH)

There are many reasons for the rise of BME, but the most fundamental one is that people's concerns about the demand for health are continuously increasing with the advance of socialist material civilization; then, along with the change of disease spectrum technical requirements for a typical BME product—medical devices have changed tremendously, thereby it causes a lot of key technologies need changing and innovating.

During the last 5 decades, BME has penetrated into every field of health and medicines. As for medicines, covering from clinical medicine to basic medicine, BME has changed medicine itself to a great extent, and predicted the trends of medical revolution. In this sense, it is impossible to image that the evolution of modern medicine could do anything without the contributions from BME.

On the other hand, the rise and development of BME have not only promoted and revolutionized the development of numerous industries relevant to health, especially the development of medical devices industry, but also changed it in essence. The most fundamentals are: human being (using objects and users) and medical devices are regarded as a whole system with an emphasis on the interaction mechanisms, and developing the needed medical devices by the concept of systematic engineering with an emphasis on the systematicalness of clinical solutions to achieve the scheduled medical goals.

Since the 1990s, creative ability has become a representation for the competitiveness of BME industrializations in developed countries. "Creative ability" is a kind of ability that transforms research achievements and/or creation into marketable products (commodities). This is the lie of industry energy (competitiveness) of modern BME. It shows that as a pillar technique, BME has become the main sources for the technical innovation of medical devices and other related industries, and the technique and process in other fields merged into it. Independent intellectual property rights are just the embodiment of "creative ability."

In addition, as one of the indispensable parts of life sciences and medicines, BME has kept itself the characteristics of engineering sciences.

With the purpose of solving problems emerged in modern medicine, it seeks the rules within limited objectives and achieves its scheduled goals with the simplest methods. That is, as an important part of the medical-health-care insurance system, BME should not only be responsible for promoting the advancement of modern medicine, but also should be and must be helpful to the control of medical expense and the sustainable development of medical and health services.

With the development of BME sciences and the relative industries, BME education is rapidly developing and is taken more seriously by the people. World-class universities have almost all established institutions for BME education or research. Our BME education has greatly developed over the last 30 years. At present, 30 universities have been allowed to offer BME first-class-discipline doctoral programs, eight of which have BME key national disciplines, and more than 100 universities have set up the BME undergraduate courses.

Multi-level and multi-directional social demands and subject attribute have defined that BME is an interdisciplinary field with the characteristics of broad coverage, deep intersection, rapid development, and multiple changes. The report takes human's demand for health in the post-industrial era as a guide, takes the transform of the development trend of BME caused by medical revolution in the 21st century as a main line, takes the science and technology in hot fields that BME discipline is currently discussing and studying as a main content, makes an introduction to the progress of BME mainly in terms of the frontier, highlight and new technology in some fields focusing on biomaterials, biomechanics, medical information technology, biochip and sensor technology, tissue engineering and regenerative medicine, intervention medical engineering, etc.

As a novel interdisciplinary study and the technical support to the medical health care insurance systems, BME sciences will inevitably make important contributions to the development of life sciences and human health in the 21st century. And, the related medical devices industry as a sunrise industry will also become a pillar industry of national economy and make great contributions to human health.

附件

2009 年度与学科进展相关的主要科技成果



附件 1 2008 年度国家自然科学奖获奖目录

一等奖

(空缺)

二等奖

序号	项目名称	主要完成人
1	均匀试验设计的理论、方法及其应用	王元,方开泰
2	人工边界方法与偏微分方程数值解	余德浩,韩厚德
3	电磁材料结构多场耦合非线性力学行为的理论研究	郑晓静,周又和
4	固体的微尺度塑性及微尺度断裂研究	魏悦广,王自强,陈少华
5	通过恒星丰度探索银河系化学演化的研究	赵刚,陈玉琴,张华伟,等
6	量子开系统研究及其在量子信息的应用	孙昌璞,全海涛
7	原子分子操纵、组装及其特性的 STM 研究	高鸿钧,宋延林,时东霞,等
8	化学反应过渡态的结构和动力学研究	杨学明,戴东旭,王秀岩,等
9	功能纳米材料的合成、结构、性能及其应用探索研究	李亚栋,王训,彭卿,等
10	碳硼烷及其金属碳硼烷的合成、结构和反应	谢作伟
11	新型规则纳米孔材料的分子工程	裘式纶,朱广山,李晓天,等
12	晚中新世以来东亚季风气候的历史与变率	安芷生,周卫健,刘晓东,等
13	寒武系和奥陶系全球层型剖面 and 点位(金钉子)及年代地层划分	彭善池,陈旭,戎嘉余,等
14	生命与环境协调演化中的生物地质学研究	殷鸿福,谢树成,杨逢清,等
15	中国湿地生态系统温室气体(CH ₄ 和N ₂ O)排放规律研究	蔡祖聪,邢光熹,徐华,等
16	中国第四纪冰川与环境变化研究	施雅风,崔之久,李吉均,等
17	精子在附睾中成熟的分子基础研究	张永莲,陈小章,刘强,等
18	中国苔藓植物研究	高谦,曹同,黎兴江,等
19	抗生素代谢工程的基础研究	邓子新,白林泉,周秀芬,等
20	血糖调节相关的调控型分泌的分子机理研究	徐涛,徐平勇,陈良怡,等
21	华南热带亚热带森林生态系统恢复/演替过程碳、氮、水演变机理	周国逸,闫俊华,张德强,等
22	雌激素和三苯氧胺诱发妇科肿瘤的分子机制	尚永丰,张华,伍会健,等
23	肿瘤细胞的泛素调节机制研究	张学敏,李爱玲,沈倍奋,等
24	介导肝脏损伤与再生的天然免疫识别及其调控机制	田志刚,魏海明,孙泊,等
25	鲁棒控制系统设计的参数化方法与应用	段广仁,关新平,刘国平,等
26	国际通用 Hash 函数的破解	王小云,于红波
27	复杂非线性系统镇定控制的理论与设计	程代展,洪奕光,席在荣,等
28	非经典计算的形式化模型与逻辑基础	应明生
29	混沌反控制与广义 Lorenz 系统族的理论及其应用	陈关荣,吕金虎,周天寿,等

续表

序号	项目名称	主要完成人
30	非平衡晶界偏聚动力学和晶间脆性断裂研究	徐庭栋
31	用于纳电子材料的碳纳米管控制生长、加工组装及器件基础	刘忠范, 张锦, 朱涛, 等
32	电力大系统非线性控制学	卢强, 梅生伟, 孙元章, 等
33	煤的结构特征及其与反应性的关系和调变	谢克昌, 李文英, 冯杰, 等
34	热喷涂涂层形成机制、结构与性能表征的应用理论研究	李长久, 王卫泽, 李京龙, 等

附件 2 2008 年度国家技术发明奖获奖目录

一等奖

序号	项目名称	主要完成人
1	硬脆材料复杂曲面零件精密制造技术与装备	郭东明, 贾振元, 康仁科, 等
2	小型高精度天体敏感器技术	张广军, 江洁, 魏新国, 等

二等奖

序号	项目名称	主要完成人
1	西南地区玉米杂交育种第四轮骨干自交系 18-599 和 08-641	荣廷昭, 潘光堂, 黄玉碧, 等
2	中国地方鸡种质资源优异性状发掘创新与应用	康相涛, 王彦彬, 田亚东, 等
3	输油管道 α -烯烃系列减阻剂开发及其制备工艺	李国平, 关中原, 张秀杰, 等
4	食品、农产品品质无损检测新技术和融合技术的开发	赵杰文, 黄星奕, 邹小波, 等
5	新型功能中空纤维膜制备技术及其产业化应用	肖长发, 安树林, 杜启云, 等
6	优质天然高分子材料超细粉体化及其高附加值的再利用	徐卫林, 李毅, 郭维琪, 等
7	粒子过程晶体产品分子组装与形态优化技术	王静康, 尹秋响, 王永莉, 等
8	高效利用反应热副产工业蒸汽的热法磷酸生产技术	梅毅, 宋耀祖, 杨亚斌, 等
9	完全预分散—动态硫化制备热塑性硫化橡胶的成套工业化技术	张立群, 田明, 田洪池, 等
10	以脂肪酶为催化剂的绿色化学合成工艺	谭天伟, 陈必强, 王芳, 等
11	高纯度井冈霉素生物催化生产井冈霉醇胺的产业化技术开发	郑裕国, 沈寅初, 陈小龙, 等
12	不同工况反应与蒸馏集成技术及其在化工中间体生产中的应用	乔旭, 崔咪芬, 汤吉海, 等
13	高效择形催化技术开发及其在对二甲苯生产中的应用	谢在库, 孔德金, 李为, 等
14	纳米晶磷酸钙胶原基骨修复材料	崔福斋, 冯庆玲, 李恒德, 等
15	金属原位统计分布分析技术	王海舟, 陈吉文, 贾云海, 等
16	多元复合稀土钨电极及其制备技术	聂祚仁, 胡福成, 周美玲, 等
17	基于微生物基因功能与群落结构分析的硫化矿生物浸出法	邱冠周, 刘学端, 柳建设, 等
18	一种空间机构的钢板滚切剪技术与装备	黄庆学, 孙斌煜, 孟进礼, 等

序号	项目名称	主要完成人
19	三维协调的新一代电网能量管理系统关键技术及应用	张伯明, 孙宏斌, 吴文传, 等
20	防止配电网雷击断线用穿刺型防弧金具、箔位绝缘子和带间隙避雷器	陈维江, 孙昭英, 陈伟明, 等
21	电厂锅炉多种污染物协同脱除半干法烟气净化技术	骆仲泱, 高翔, 岑可法, 等
22	非硅 MEMS 技术及其应用	陈文元, 赵小林, 丁桂甫, 等
23	低功耗铁氧体磁芯及新型节能磁性元器件	张怀武, 刘颖力, 张瑞标, 等
24	基于网络融合的流媒体服务新技术	戴琼海, 陈峰, 刘焯斌, 等
25	构件化应用服务器核心技术与应用	梅宏, 杨芙清, 黄罡, 等
26	废旧沥青再循环利用的成套关键技术	杨林江, 张起森, 吴超凡, 等
27	耦合式城市污水处理新技术及应用	赵建夫, 夏四清, 张亚雷, 等
28	血管抑制剂抗肿瘤新药的药物设计、千克级制备技术及临床应用	罗永章, 孙燕, 王军志, 等
29	宽带无线移动 TDD-OFDM-MIMO 技术	张平, 陶小峰, 李立华, 等
30	TD-SCDMA 终端核心芯片平台关键技术及应用	郑建宏, 申敏, 李贵勇, 等
31	小型化高性能微波无源元件与天线	毛军发, 金荣洪, 耿军平, 等
32	难沉降煤泥水的矿物—硬度法绿色澄清技术及高效循环利用	刘炯天, 祁泽民, 王永田, 等
33	基于计算机视觉的水果品质智能化实时检测分级技术与装备	应义斌, 王剑平, 饶秀勤, 等
34	矿井(隧道)复杂地质构造探测装备与方法研究	彭苏萍, 杨峰, 朱国维, 等
35	组织工程化组织构建关键技术研发与应用	曹谊林, 崔磊, 刘伟, 等

附件 3 2008 年度国家科学技术进步奖获奖目录

特等奖

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
1	青藏铁路工程	孙永福, 李金城, 程国栋, 等

一等奖

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
1	多年冻土青藏公路建设和养护技术	霍明, 汪双杰, 吴青柏, 等
2	全超导非圆截面托卡马克核聚变实验装置(EAST)的研制	中国科学院等离子体物理研究所
3	胃癌恶性表型相关分子群的发现及其序贯预防策略的建立和应用	樊代明, 王振宇, 吴开春, 等
4	15000T 锻造水压机	吴生富, 宋清玉, 马克, 等
5	超临界 600MW 火电机组成套设备研制与工程应用	史进渊, 曲大庄, 霍锁善, 等
6	输电系统中灵活交流输电(可控串补)关键技术和推广应用	郭剑波, 周孝信, 汤广福, 等
7	武钢取向硅钢制造技术自主创新与产业化	毛炯辉, 邓崎琳, 方泽民, 等

续表

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
8	铝及铝合金现代化热连轧技术与工艺开发	肖亚庆,李凤轶,张李明,等
9	大秦铁路重载运输成套技术与应用	耿志修,张曙光,武汛,等
10	奇瑞节能环保汽车技术平台建设	奇瑞汽车股份有限公司
11	东风 1.5 吨级高机动性越野汽车的研制	黄松,徐满年,陈建贤,等
12	中国小麦品种品质评价体系建立与分子改良技术研究	何中虎,晏月明,夏先春,等

二等奖

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
1	黑色食品作物种质资源研究与新品种选育及产业化利用	张名位,赖来展,李宝健,等
2	广适多抗高产稳产冬小麦新品种邯 6172	马永安,陈冬梅,宋玉田,等
3	黄瓜育种技术创新与优质专用新品种选育	杜胜利,李淑菊,李加旺,等
4	高油双低杂交油菜秦优 7 号选育和推广	李殿荣,田建华,穆建新,等
5	香菇育种新技术的建立与新品种的选育	潘迎捷,黄秀治,林芳灿,等
6	优质高配合力重穗型杂交水稻恢复系绵恢 725 的选育和应用	龙太康,胡运高,王志,等
7	松材线虫分子检测鉴定及媒介昆虫防治关键技术	叶建仁,黄金水,陈凤毛,等
8	宁夏沙漠化土地综合治理及沙产业开发	戴秀章,蒋齐,王峰,等
9	名贵花卉矮化分子、生理、细胞学调控机制与微型化生产技术	尹伟伦,王华芳,段留生,等
10	松香松节油结构稳定化及深加工利用技术	宋湛谦,赵振东,孔振武,等
11	油茶高产品种选育与丰产栽培技术及推广	姚小华,韩宁林,赵学民,等
12	社会林业工程创新体系的建立与实施	王涛,胡德焜,孙靖,等
13	北方防护林经营理论、技术与应用	朱教君,曾德慧,姜凤岐,等
14	栉孔扇贝健康苗种培育技术体系建立与应用	包振民,王如才,于瑞海,等
15	北太平洋鲑鱼资源开发利用及其渔情信息应用服务系统	陈雪忠,陈新军,程家骅,等
16	畜禽氮磷代谢调控及其安全型饲料配制关键技术研究与应用	印遇龙,黄瑞林,李铁军,等
17	桑蚕良种开发与应用	顾家栋,张明沛,胡乐山,等
18	猪健康养殖的营养调控技术研究及示范推广	李德发,谯仕彦,沈水宝,等
19	生猪主要违禁药物残留免疫试纸快速检测技术	张改平,邓瑞广,杨艳艳,等
20	中国北方草地退化与恢复机制及其健康评价	南志标,任继周,傅华,等
21	凡纳滨对虾引种、育苗、养殖技术研究与应用	张伟权,张乃禹,李向民,等
22	气象防灾减灾电视系列片:远离灾害	石永怡,李如彬,朱定真,等
23	彩图科技百科全书	陈竺,张存浩,潘友星,等
24	飞天之路——中国载人航天工程纪实	马雅莎,贾东生,彭继超,等
25	移动式套管气回收装置	代旭升
26	机械密封技术改造	赵林源
27	高产、优质、多抗、广适国审小麦新品种豫麦 66、兰考矮早八	沈天民

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
28	高产、优质、多抗型玉米新品种“金海5号”的选育与应用	翟延举
29	ZPMC 新一代港口集装箱起重机关键技术研制平台建设	上海振华港口机械(集团)股份有限公司
30	中国重型机械研究院创新工程及金属锻压重大装备技术研发平台建设	中国重型机械研究院
31	中国航天科技集团公司基于系统工程的技术创新体系建设	中国航天科技集团公司
32	华为开放合作的全球 WDM 光纤传送平台建设	华为技术有限公司
33	我国陆上重点气区天然气高效勘探开发新理论、新技术与应用	赵文智,刘文汇,王红军,等
34	胜利油区复杂断块油田稳产技术	李阳,孙焕泉,王端平,等
35	中国大陆科学深钻的科技集成与创新	许志琴,王达,杨文采,等
36	我国区域精密高程基准面建立的关键技术及推广应用	李建成,姜卫平,姚宜斌,等
37	南岭地区钨锡多金属矿床研究与勘查评价	毛景文,贾宝华,陈祥云,等
38	酸性火山岩测井解释理论、方法与应用	李宁,陶宏根,卢怀宝,等
39	海洋石油测井系统(ELIS)研制与产业化	郭云,卢涛,孟悦新,等
40	中国南海西部海域复杂构造安全快速钻井技术	谢玉洪,李嗣贵,黄凯文,等
41	水驱油藏注入水低效循环识别与治理技术	宋考平,计秉玉,万新德,等
42	聚合物驱油工业化应用技术	程杰成,徐正顺,刘合,等
43	节能型饮用水深度处理系列设备的研发与产业化	叶建荣,徐志康,陆茵,等
44	茶叶功能成分提制新技术及产业化	刘仲华,施兆鹏,黄建安,等
45	南方主要易腐易褐变特色水果贮藏加工关键技术	励建荣,应铁进,蒋跃明,等
46	高性能低膨胀陶瓷材料及其产业化	周健儿,马光华,顾幸勇,等
47	超高支纯棉面料加工关键技术及其产业化	王方水,张建祥,刘丽芳,等
48	织物变性涂料连续染色新技术	赵仲兴,徐三兴,王建庆,等
49	印染废水大通量膜处理及回用技术与产业化	奚旦立,陈季华,刘振鸿,等
50	年产 100 万吨钾肥生产技术开发及产业化	李小松,李浩放,刘明星,等
51	100kt/a 苯胺成套技术研究开发和应用	曹荣,魏飞,董安城,等
52	天然橡胶标准化加工技术研发集成及应用	陈鹰,刘培铭,黄茂芳,等
53	含氟芳香精细化学品及氟化试剂的关键技术、理论与应用及产业化	钱旭红,姜标,陈卫东,等
54	回收炼厂乙烯资源成套工业化技术的应用	陈健,杨清雨,张剑锋,等
55	原位晶化型重油高效转化催化裂化催化剂及其工程化成套技术	高雄厚,刘宏海,秦松,等
56	FCC 干气制乙苯气相烷基化与液相烷基转移组合技术研发及产业化	徐龙伟,郭奇,李淑红,等
57	高能量密度、高安全性锂离子电池及其关键材料制造技术	李新海,王志兴,郭华军,等
58	纳米硅复合薄膜的快速沉积及节能镀膜玻璃产业化关键技术	韩高荣,杜丕一,宋晨路,等
59	浮法玻璃“逐级澄清”与熔窑大型化成套工程技术开发及应用	杨健,刘成雄,何威,等
60	“紫钨原位还原法”超细硬质合金工业化制造技术	吴冲浒,吴其山,林高安,等
61	纳米晶软磁合金及制品应用开发	周少雄,卢志超,李德仁,等
62	钢铁冶金储运与精炼设备炉衬材料长寿高效技术	祝洪喜,孔建益,李楠,等

续表

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
63	等离子控制原位冶金反应技术与工程应用	崔洪芝,李惠琪,孙宏飞,等
64	白(黑)钨矿洁净高效制取超高性能钨粉体成套技术及产业化	万林生,肖学有,杨幼明,等
65	铜材连续挤压制造技术及设备	宋宝韞,樊志新,刘元文,等
66	高质量高比例薄规格热轧钢板成套生产技术开发及产业化	毛新平,徐志如,廖一凡,等
67	高性能稀土永磁材料、制备工艺及产业化关键技术	李卫,胡伯平,喻晓军,等
68	远程无框架脑外科机器人系统	王田苗,田增民,刘达,等
69	流射沸腾冷却强化多功能淬火控冷装备与工艺开发及创新	李谋渭,王一德,童朝南,等
70	高性能发动机曲轴高精高效磨削加工技术与系列成套设备	段正澄,邵新宇,徐许林,等
71	振动利用与控制工程的若干关键理论、技术及应用	闻邦椿,张义民,李以农,等
72	超精表面抛光、改性和测试技术及其应用研究	雒建斌,路新春,潘国顺,等
73	轿车整车自主开发系统的关键技术研究及其工程应用	尹同耀,杨善林,陆建辉,等
74	超导高电荷态 ECR(电子回旋共振)离子源研制	赵红卫,孙良亭,郭晓虹,等
75	300MWCFB 锅炉机组示范工程及国产化	四川白马循环流化床示范电站有限责任公司,云南大唐国际红河发电有限责任公司,东方锅炉(集团)股份有限公司,等
76	大规模电力系统暂态稳定定量评价理论与应用	穆钢,李国庆,蔡国伟,等
77	智能电器理论、关键技术及系列产品开发	王建华,荣命哲,郑军,等
78	低压保护电器关键技术的研究及其应用	陆俭国,李奎,王景芹,等
79	90 纳米-65 纳米级大规模集成电路大生产关键技术研究	王阳元,吴汉明,康晋锋,等
80	中国教育科研网格	金海,郑纬民,李晓明,等
81	农业智能系统技术体系研究与平台研发及其应用	熊范纶,李森,张建,等
82	TH-ID 人脸和笔迹生物特征身份识别认证系统	丁晓青,方驰,王争儿,等
83	建筑节能模拟分析平台 DeST 及其应用	江亿,燕达,吴如宏,等
84	高海拔地区大型公路隧道建设与营运关键技术及应用	何川,李天斌,李永林,等
85	沿海混凝土结构耐久性理论及应用技术	金伟良,赵铁军,赵羽习,等
86	润扬长江公路大桥建设关键技术研究	吉林,孙钧,钟建驰,等
87	建筑结构减振防灾关键技术与应用	贾洪,李爱群,闫维明,等
88	软土盾构隧道设计理论与施工控制技术及其应用	朱合华,黄宏伟,廖少明,等
89	新型装配整体式楼盖体系的关键技术及其应用	周绪红,吴方伯,黄政宇,等
90	大型交通基础设施健康监测、安全评估与快速康复技术	杜彦良,孙宝臣,苏木标,等
91	城市轻轨与高架桥梁抗震与减震控制研究及工程应用	李忠献,丁阳,杜修力,等
92	三峡三期碾压混凝土围堰设计、施工及拆除关键技术研究与实践	曹广晶,钮新强,张正宇,等
93	游荡性河流的演变规律及在黄河与塔里木河整治工程中的应用	王光谦,胡春宏,张红武,等
94	水电站过渡过程关键技术与工程实践	杨建东,钮新强,刘宁,等
95	高坝抗震分析时域显式整体分析法与场址地震动输入确定及工程应用	杜修力,王进廷,刘晶波,等



续表

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
96	重大泄流结构耦合动力安全理论及工程应用	练继建,吴一红,崔广涛,等
97	南水北调东线济平干渠工程关键技术研究与应用	耿福明,刘长余,韩凤来,等
98	中国水资源及其开发利用调查评价	李原园,郦建强,黄火键,等
99	大型交通运输工程结构系统可靠性优化设计和风险控制技术及其应用	余建星,韩振勇,谭振东,等
100	岩溶地区公路建设成套技术研究与应用	康厚荣,凌建明,罗强,等
101	多本船功能完备的航海模拟系统及其开发平台	金一丞,尹勇,潘志庚,等
102	先进疏浚技术与关键装备研发及产业化	田俊峰,林风,周泉生,等
103	纯电动客车关键技术及在公交系统中的应用	孙逢春,冯幸福,林程,等
104	碘稳频 532nm 光学频率标准	臧二军,曹建平,李成阳,等
105	中国拉弦乐器——系列秦胡的研制与应用	翟志荣,罗艺峰,王平,等
106	世界常用 1000 多种农药兽药残留检测技术与 37 项国际国家标准研究	庞国芳,范春林,刘永明,等
107	流域生态系统健康的水资源保障技术	杨志峰,崔保山,沈珍瑶,等
108	塔里木沙漠公路防护林生态工程建设技术开发与应用	孙龙德,马振武,徐新文,等
109	荒漠化地区大型煤炭基地生态环境综合防治技术	王安,伊茂森,赵永峰,等
110	生态环境质量评估技术与典型地区研究	孟伟,高吉喜,张林波,等
111	含氮有机废水生物脱氮新技术与工程化应用	周少奇,吴宋标,赵文英,等
112	人工增雨技术研发及集成应用	郑国光,郭学良,姚展予,等
113	三峡库区重大地质灾害防治与监测关键技术	殷跃平,唐辉明,李晓,等
114	单基因遗传性内分泌疾病的基础研究和临床应用	宁光,李小英,王卫庆,等
115	中国心血管疾病发展趋势和防治策略研究	顾东风,吴锡桂,刘力生,等
116	中国 HIV 感染者病毒生物学特性、免疫应答与疾病进展相关性研究	尚红,姜拥军,汪宁,等
117	提高我国肺血栓栓塞症诊疗水平的系列研究	王辰,程显声,陆慰萱,等
118	静脉系统梗阻—高压性疾病(VOH)综合性介入治疗的应用研究	徐克,滕举军,祖茂衡,等
119	帕金森病和痴呆流行病学及干预、控制研究	张振馨,何维,张俊武,等
120	绝经后骨质疏松症的发病机制和临床诊断与治疗	廖二元,伍贤平,罗湘杭,等
121	癫痫发病机制及防治的系列研究	王学峰,肖波,洪震,等
122	叶酸和丁酸盐在胃癌和大肠癌发生与预防中的作用	房静远,萧树东,朱舜时,等
123	危重复杂冠心病介入治疗的临床与实验研究	韩雅玲,沈卫峰,陈绍良,等
124	珍稀濒危常用中药资源五种保护模式的研究	黄璐琦,陈敏,邵爱娟,等
125	娑罗子、红花等中药药效物质提取纯化关键技术研究及其产业化	田景振,刘珂,傅风华,等
126	新型高效抗菌药物——法罗培南钠的研究与开发	赵志全,彭立增,张则平,等
127	符合国际 GLP 标准的药物非临床安全评价平台关键技术的建立与应用	桑国卫,王军志,李波,等
128	普利类药物关键技术开发及产业化	时惠麟,周明华,钟静芬,等
129	反射面天线的电磁、结构与控制集成设计及其应用	段宝岩,邵晓东,仇原鹰,等
130	高效、抗干扰无线宽带图传关键技术研究及其应用	张文军,管云峰,归琳,等

续表

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
131	40Gb/sSDH(STM-256)光纤通信设备与系统	毛谦,吕建新,杨名,等
132	移动通信分布式基站	余承东,万飏,赵明,等
133	高性能宽带信息网(3TNet)	邬江兴,李红滨,王劲林,等
134	30万吨合成氨成套技术与关键设备开发研制及应用	杨振峰,潘得胜,曹培忠,等
135	矿井局部通风群控系统和安全供电关键技术研究及配套设备开发	宋建成,任国伟,贺天才,等
136	煤炭自燃理论及其防治技术研究与应用	王继仁,金智新,邓存宝,等
137	稠油污水循环利用技术与应用	谢文彦,刘喜林,谢加才,等
138	消费类产品中有毒有害物质的评价技术平台	葛新权,张健,李怀林,等
139	钢铁企业副产煤气利用与减排综合技术	王鼎,邓万里,蔡九菊,等
140	燃料电池轿车动力平台关键技术	万钢,卓余平,孙泽昌,等
141	农业废弃物气化燃烧能源化利用技术与装置	吴创之,马隆龙,陈勇,等
142	复杂噪声下信号参量估计理论研究及其在教育信息化技术中的应用	王树勋,孙晓颖,张坤雷,等
143	电信级数字媒体网络工程及业务开发	韦乐平,张维华,杨可可,等
144	全国农村党员干部现代远程教育系统示范工程及应用	沈明才,贾小波,冯仕军,等
145	花生高产高效栽培技术体系建立与应用	万书波,王才斌,李向东,等
146	天敌捕食螨产品及农林害虫生物防治配套技术的研究与应用	张艳璇,林坚贞,李萍,等
147	重大外来入侵害虫——烟粉虱的研究与综合防治	张友军,罗晨,万方浩,等
148	双低油菜全程质量控制保优栽培技术及标准体系的建立与应用	李培武,李光明,张冬晓,等
149	棉花精量铺膜播种机具的研究与推广	陈学庚,李亚雄,温浩军,等
150	防治重大抗性害虫多分子靶标杀虫剂的研究开发与应用	冯平章,高希武,陈昌辉,等
151	塔里木河中下游绿洲农业与生态综合治理技术	张小雷,陈亚宁,田长彦,等
152	黄土高原水蚀动力过程及调控技术	李占斌,李勇,王全九,等
153	协调作物高产和环境保护的养分资源综合管理技术研究与应用	张福锁,陈新平,高祥照,等
154	长效缓释肥料研制与应用	石元亮,武志杰,陈利军,等
155	基于模型的作物生长预测与精确管理技术	曹卫星,朱艳,戴廷波,等
156	矸石充填置换煤关键技术研究与应用	缪协兴,郎庆田,刘建功,等
157	大型深凹露天矿陡坡铁路运输系统研究	王运敏,谢琪春,汪为平,等
158	煤矿安全生产监控系统技术	孙继平,钱建生,彭霞,等
159	多相振荡射流及其在低透气性煤层中抽采瓦斯的关键技术研究与应用	李晓红,卢义玉,鲜学福,等
160	煤炭超纯制备工艺与设备研究	杨建国,王俭,崔洪明,等
161	肝移植技术创新体系的建立与推广应用	郑树森,王伟林,梁廷波,等
162	提高胃癌疗效的外科综合治疗基础研究与临床应用	朱正纲,刘炳亚,顾琴龙,等
163	胰腺癌综合诊治方案的基础研究与临床应用	赵玉沛,廖泉,张太平,等
164	免疫型复发性流产的发病机制及诊治	林其德,林羿,汪希鹏,等
165	皮肤损伤过度病理性修复新机制的发现及其应用研究	付小兵,盛志勇,程飏,等

序号	项目名称	主要完成人或主要完成单位
166	肝癌门静脉癌栓形成机制及多模式综合治疗技术	樊嘉,周俭,曾昭冲,等
167	糖尿病性视网膜病变临床防治及发病机制研究与应用	许迅,孙晓东,邹海东,等
168	聋病发生的分子机制与防控预警的系统研究	韩东一,管敏鑫,王秋菊,等
169	退变性颈脊髓压迫症的病理机制与临床诊治	袁文,陈雄生,贾连顺,等

附件 4 2008 年度中国十大基础研究新闻

1. 神舟七号成功发射并完成各项既定任务；
2. 中国首幅全月球影像图公布；
3. 铁基高温超导研究取得系列重要进展；
4. 大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜(LAMOST)落成；
5. 亚洲人二倍体基因组测序完成；
6. 过去 224000 年千年和轨道尺度东亚季风变化；
7. 兰州重离子加速器冷却储存环建成投入运行；
8. 流感病毒聚合酶 PA 亚基与 PB1 多肽复合体的精细三维结构；
9. Gh7 自然变异是调控水稻抽穗期和产量潜力的重要因素；
10. 发现暗物质湮灭的一个可能的证据。