

论坛三十八：超导材料论坛

分论坛主席：张平祥 马衍伟 闫果

38-01

Natural strategies for creating non-equilibrium morphology with self-repairing capability towards rapid growth of YBCO bulks

Xin Yao

Key Laboratory of Artificial Structures and Quantum Control (Ministry of Education), School of Physics and Astronomy, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China
xyao@sjtu.edu.cn (Xin Yao).

The fabrication of sizable $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) bulks in top-seeded melt-growth can be realized by multiple-seeds and large-sized seed with a rapid coverage on the a - b plane. However, in the former one, imprecision in seeding alignment leads to a detrimental impact on grain boundaries. For the latter case, bulbs hardly release from growing samples, resulting in an increased porosity in bulks. Those demerits negatively affect superconducting properties. Here, we developed two novel seeding strategies for creating incomplete crystallographic shapes (i.e., right-angled concave corners) of YBCO superconducting crystals with self-repairing capability. One is in situ self-assembly seeding, by which self-reparability promotes YBCO growth, while the other is vertically-connected seeding, by which self-reparability triggers YBCO nucleation. Consequently, due to the nature of non-equilibrium morphology, rapid surface crystallization originated at concave corners and swiftly generated initial growth morphology approaching equilibrium. Furthermore, these rapid-growth regions including the concave crystal or seed innately functioned as sizable effective seeding regions, enabling the enlargement of c -oriented growth sector and the enhancement of properties for YBCO crystals. This nature-inspired self-repairing work offers insights into the design of seeding architecture with non-equilibrium morphology for inducing sizable high-performance crystals in the YBCO family and other functional materials.

Keywords: YBCO bulk; seeding construction, self-repairing; rapid growth; non-equilibrium morphology

38-02

Natural strategies for creating non-equilibrium morphology with self-repairing capability towards rapid growth of YBCO bulks

Xin Yao

Key Laboratory of Artificial Structures and Quantum Control (Ministry of Education), School of Physics and Astronomy, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China
xyao@sjtu.edu.cn (Xin Yao)

The fabrication of sizable $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) bulks in top-seeded melt-growth can be realized by multiple-seeds and large-sized seed with a rapid coverage on the a - b plane. However, in the former one, imprecision in seeding alignment leads to a detrimental impact on grain boundaries. For the latter case, bulbs hardly release from growing samples, resulting in an increased porosity in bulks. Those demerits negatively affect superconducting properties. Here, we developed two novel seeding strategies for creating incomplete crystallographic shapes (i.e., right-angled concave corners) of YBCO superconducting crystals with self-repairing capability. One is in situ self-assembly seeding, by which self-reparability promotes YBCO growth, while the other is vertically-connected seeding, by which self-reparability triggers YBCO nucleation. Consequently, due to the nature of non-equilibrium morphology, rapid surface crystallization originated at concave corners and swiftly generated initial growth morphology approaching equilibrium. Furthermore, these rapid-growth regions including the concave crystal or seed innately functioned as sizable effective seeding regions, enabling the enlargement of c -oriented growth sector and the enhancement of properties for YBCO crystals. This nature-inspired self-repairing work offers insights into the design of seeding

architecture with non-equilibrium morphology for inducing sizable high-performance crystals in the YBCO family and other functional materials.

Keywords: YBCO bulk; seeding construction, self-repairing; rapid growth; non-equilibrium morphology

38-03

铁基超导体接头技术进展

王栋樑^{1*}, 朱炎昌¹, 马衍伟¹, 刘方², 刘华军²

1 中国科学院电工研究所 中科院应用超导重点实验室, 北京 100190

2 中国科学院等离子体物理研究所, 合肥 230031

本工作在国际上率先开展了铁基超导体的连接技术研究。针对铁基超导材料化学活性低、连接性较差的问题, 我们采用冷压、热压等焊接方法连接 122 型铁基超导接头, 系统研究了连接区域微观结构、电磁性能与连接工艺之间的联系和内在机制, 通过优化焊接工艺参数, 有效减少了接头区域的裂纹和钾元素的损失, 研制出当前世界最高传输性能的铁基超导接头, 其在 4.2 K、10 T 下的传输临界电流达到母带的 95%。在此基础上, 采用冷压焊接工艺制备出了国际首个闭环铁基超导线圈, 并首次对其进行了可持续电流运行实验。衰减法测试结果表明铁基超导接头电阻为 $2.7 \times 10^{-13} \Omega$, 处于目前国际领先水平, 完全满足核磁共振谱仪等设备的闭环运行要求。

关键词: 铁基超导体, 超导接头, 临界电流, 闭环线圈, 接头电阻

38-04

极端条件下金属硼化物超导探索

齐彦鹏

上海科技大学 物质科学与技术学院

最近在 LaH_{10} 等富氢化物中发现近室温的超导电性引燃了科研工作者利用高压技术在富含轻元素的体系探索高温超导甚至室温超导的热情。最近我们课题组利用高压技术对另外一种富含轻元素的体系—富硼体系进行了详细研究。本报告将着重介绍金属二硼化物 MoB_2 在高压下具有 32K 的超导电性, 并且研究了超导机理, 尤其是与经典的 MgB_2 进行了对比研究。报告最后还简要介绍 MoB_2 相关的其他二硼化物: WB_2 和 CrB_2 中压力诱导超导的研究。

38-05

高温超导块材及应用关键技术

蒋浩然, 王雨晨, 周迪帆, 张义邴, 蔡传兵

上海大学理学院物理系, 上海市高温超导重点实验室, 上海 200444

铜氧化物高温超导块材可以应用于液氮温区, 具有自稳定磁悬浮特性, 同时可以通过钉扎磁通的方式产生远高于永磁体的磁场, 具有广阔的应用前景。本项目利用液相辅助熔融生长的方法, 完成了高温超导块材制备工艺的研发, 实现了高质量超导块材的批量化制备。高温超导块材的原位磁化是实现块材工程化应用的关键技术。常见的高温超导块材的磁化方式有场冷磁化、零场冷磁化以及脉冲磁化。脉冲磁化中触发磁通跳跃往往需要非常高的外磁场, 我们提出了一种新型磁化方法——交叉场组合脉冲磁化, 先对块材横向施加预磁化使之俘获一个垂直于 c 轴的磁场, 而后施加一个平行于 c 轴的脉冲磁场, 预先俘获的磁通在外磁场的作用下发生剧烈的磁通运动以促使磁通跳跃提前发生, 结果表明通过交叉场组合脉冲磁化能够使得磁化块材所需要的外磁场降低 13.5%, 为组合脉冲磁化提供了一种新思路。

关键词: 高温超导块材, 有限元方法, 交叉场磁化

38-06

实用化铁基超导线带材临界电流与磁通钉扎研究

董持衡 1、杨欢 2、闻海虎 2、马衍伟 1,*

1 中国科学院电工研究所, 北京, 100190

2 南京大学物理学院, 南京 210093

*Email: ywma@mail.iee.ac.cn

铁基超导体具有优异高场载流性能及低成本等独特优势, 有望在强磁场领域获得规模化应用。目前, 国际上一般采用粉末装管法制备实用化铁基超导线带材。其临界电流密度由超导晶粒内的载流性能及晶粒间的电流传输效率共同决定。我们首先以铁基超导单晶作为研究对象, 采用后退火工艺调控单晶内部非超导的反铁磁/正交相, 从而形成强钉扎结构, 大幅提高单晶临界电流密度至 1 MA/cm^2 。该研究表明常规工艺制备的铁基超导单晶磁通钉扎能力较弱, 需要后续处理引入强钉扎结构以提高钉扎效率 $\eta = J_c/J_d$ (拆对临界电流密度 $J_d \sim 100 \text{ MA/cm}^2$)。其次, 我们通过载流子掺杂对铁基超导带材晶间传输效率进行调控。发现晶粒内临界电流密度 $J_{c\text{intra}}$ 在欠掺杂区域达到最高值, 而晶间临界电流密度 $J_{c\text{inter}}$ 在过掺杂区域达到最高值, 且晶界传输效率 $\epsilon = J_{c\text{inter}}/J_{c\text{intra}}$ 随着载流子浓度增加而增大。TEM 测试表明大部分晶界被 FeAs 湿润相所污染。最后, 我们建立了基于近邻效应的 SNS 约瑟夫森结电流传输模型, 能够较好地解释铁基超导带材的掺杂效应。根据以上研究结果, 我们认为应首先解决超导晶粒间耦合问题, 并在此基础上提高晶粒内及晶界的磁通钉扎能力, 从而大幅提高铁基超导线带材临界电流密度。

38-07**环氧浸渍 REBCO 超导线圈的脱层原位观测与解决方案初探**

宋彭, 杨置荣, 赵庆龙, 李怡然, 瞿体明

清洁高效透平动力装备全国重点实验室, 清华大学机械工程系, 北京 100084

超导线圈采用环氧树脂浸渍可以提高结构强度和热稳定性。但对于 REBCO 线圈而言, 由于环氧树脂和 REBCO 带材之间冷缩率不匹配而导致的带材脱层一直是困扰 REBCO 超导应用的重要问题。本项工作研究了采用 Stycast 2850FT 浸渍的 REBCO 线圈在降温过程中的温度、应力分布的演化过程, 通过原位测量研究了临界电流分布和脱层位点。对于外/内径比 < 1.93 的线圈样品, 没有发现明显的衰退现象。而对于外/内径比 > 2.37 的线圈样品, 观察到了明显的带材脱层和性能衰退现象。我们从结构计算分析, 临界电流衰退测量和显微观察这三个方面研究了 REBCO 线圈脱层的机理。我们发现在线圈降温到稳态温度之前脱层现象就以发生。随着温度降低, 线圈径向应力分布的峰值逐渐向线圈内匝移动, 导致线圈内匝更容易出现脱层。

为解决环氧树脂浸渍后的 REBCO 线圈的脱层现象, 我们提出了一种在带材表面制备脱模涂层的工艺路线。脱模涂层可以降低树脂与带材表面的浸润性和结合力, 从而达到保护 REBCO 带材的目标。初步实验结果验证了该工艺的有效性。

关键词: REBCO 超导带材, REBCO 线圈, 环氧树脂浸渍, REBCO 带材脱层, 脱模涂层**38-08****高压下铁基超导体 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Se}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ 单晶的磁通钉扎和磁通动力学研究**

桑丽娜 1, 蔡传兵 3, 王晓临 2

1 天津理工大学 集成电路科学与工程学院, 天津 300384

2 澳大利亚伍伦贡大学, ISEM, 澳洲 2500

3 上海大学理学院物理系, 上海市高温超导重点实验室, 上海 200444

研究了高压效应对 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Se}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ ($x = 0, 0.03$) 单晶的 T_c 、 J_c 、 H_{irr} 、 H_{c2} 以及钉扎

机制的影响,同时,通过磁弛豫的方法研究了高压下 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Se}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ ($x = 0, 0.03$) 单晶的涡旋动力学行为。根据集体蠕动理论和扩展的 Maley 方法,明确了高压效应不仅大幅度的提高了临界电流密度和不可逆线,还抑制了磁衰变速率,增加了钉扎能。此外,弹性蠕变到塑性蠕变被观测到,集体钉扎时,涡旋蠕变也从 0 GPa 的大磁通束到 1.2 GPa 小磁通束尺寸的钉扎。我们的研究表明,压力效应不仅可以增加有效钉扎能和临界电流密度,而且可以减小涡旋磁通束的尺寸,并抑制涡流运动引起的电流密度的降低。

关键词: 铁基超导体, 高压, 磁通钉扎, 磁弛豫

38-08

MgB₂ 线材和电缆的制备技术研究

杨芳 1, 王庆阳 2, 王大友 3, 冯建情 2, 闫果 1,3, 张平祥 1,2

(1 西北工业大学超导材料与应用技术研究院, 陕西西安 710072)

(2 西北有色金属研究院超导材料研究所, 陕西西安 710016)

(3 西安聚能医工科技有限公司, 陕西西安 710028)

MgB₂ 超导线材具有巨大的应用潜力和良好的应用前景。MgB₂ 材料在液氢温区、中低磁场条件下具有明显的技术优势和成本优势。我们采用 in-situ PIT 工艺,批量制备了千米级长度的 19 和 37 芯 MgB₂ 长线, 线材 J_c 为 $2.31 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$ (4.2 K, 4 T), 与国际上 MgB₂ 线材生产公司性能相当。基于储能项目应用需求,进行了 MgB₂ 超导电缆的设计、加工、热处理及性能测试, 4.2K, 4T 和 20K, 2T 下电缆的超导传输性能分别达到 6.56 kA 和 7.04 kA。

采用中心 Mg 扩散技术 (IMD) 制备高性能二代 MgB₂ 线材已经成为国际超导材料研究的前沿, 二代 MgB₂ 线材具有几倍于一代线材的工程临界电流密度。我们探索了基于 IMD 法制备二代 MgB₂ 超导线材的新技术, 并在此基础上研究元素掺杂 MgB₂ 超导线材性能的影响规律, 以期解决高性能二代 MgB₂ 线材的关键制备技术。我们采用 IMD 法制备了百米级 MgB₂ 超导线材, 完成了导体设计、长线加工和热处理技术研究。MgB₂ 超导线材在 4.2K、4T 下的工程临界电流密度达到 $7.2 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$, 比国际上报到的 $7.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ 二代线材性能还要高一些。现在国际上关于 37 芯 IMD 线材报道的最长也只有几米, 6 芯线材最长也只有 100 米, 我们制备的 IMD 线材不管在长度, 多芯化和性能上都有突破。采用 520 米 IMD 工艺制备的 37 芯 MgB₂ 线材绕制的磁体在 4.2 K 下, 励磁电流 219 A 时, 中心场达到 5.71 T。

研发具有高稳定性的二代线材是 MgB₂ 超导材料进一步拓宽应用的关键, 对进一步促进 MRI 磁体和超导重离子加速器的发展并推动大规模的实际应用具有重要的科学意义。

38-09

高温超导块材及其磁悬浮应用技术

杨万民

(陕西师范大学物理学与信息技术学院, 西安 710119)

高温超导块材因其独特的零电阻特性、抗磁特性、及其良好的自稳定磁悬浮优势, 使其在超导磁体、磁悬浮轴承、储能飞轮、储氢容器、磁悬浮电机和发电机、磁悬浮列车和输运系统等领域具有巨大的应用潜力和广阔的发展前景。我们在 REBCO 高温超导块材的制备技术、磁悬浮特性、磁悬浮技术及其应用方面做了大量工作, 并取得了良好的进展: (1) 发明了高质量 REBCO 超导块材的低成本 RE+011 TSIG 制备技术, 制备样品的磁悬浮力达 19.8 N/cm^2 (77K, 0.5T), 直径 20 mm 的单畴 GdBCO 超导块材的捕获磁通密度达 1.11 T (77K), 居国际先进、部分国际领先水平。(2) 为了揭开超导磁悬浮这种高新技术的神秘感, 我们在长期深入细致研究超导磁悬浮技术的基础上, 创建了一套探索超导磁悬浮原理及其技术应用的平台, 该套仪器基于十几项国家发明专利, 将先进的单畴 REBCO 超导晶体制备技术、超导磁悬浮技术、低温实验技术、磁悬浮隔空驱动技术、磁路设计等多项高新技术相结合, 将理论与技术

应用相结合,形成了多学科交叉、多技术有机融合集成的综合性和探究性实验系统,不仅能用于与磁悬浮相关的系列物理探究实验,而且能用于磁悬浮技术及其应用展示。本实验能够吸引观众或学生的注意力,激发观众或学生的兴趣和好奇心,启迪思维,并驱使人们探索自然奥秘动力。对培养观众或学生的创新意识、实践能力、合作精神、以及综合应用科学知识和技术的能力等都具有重要意义。(3) 这些装置已获得 2017 年“全国科学实验展演汇演活动”一等奖 1 项;2018 年“全国高校教师教学创新大赛—第五届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备创新大赛及优秀作品展示活动”一等奖 1 项;2018 年获陕西省教学成果奖特等奖 1 项,2018 年高等教育国家级教学成果奖二等奖 1 项。(4) 我们研制的与磁悬浮相关的 20 套系列装置,应邀参加了“2017 科技周暨中华文明与科技创新展”,受到了参会领导、澳门师生和观众的高度肯定和热烈欢迎,其中,超导磁悬浮过山车被列为第一亮点展品。发明设计的三维磁力和磁场测试装置、以及超导磁悬浮列车模型等装置已销往国内外。(5) 本套实验装置可用于高校、中小学、科技馆、少年宫、教学实践基地等,也可出口海外,具有广阔的应用前景和巨大的经济效益。

38-10

超导波荡器技术回顾与展望

张恺

(张江国家实验室, 上海 201210)

短周期超导波荡器技术是近年来国际上第四代光源的研究热点,以突破传统永磁波荡器的场强限制、进一步拓宽光子能区和提高光子亮度。Nb-Ti 低温超导平面波荡器技术成熟、可靠性好,已经在德国 KIT 光源和美国 APS 光源成功应用,中国、欧洲、美国等已建成或在建的硬 X 射线 FEL 装置都有计划采用低温超导波荡器技术。报告将回顾过去几十年国内外超导波荡器的研究历史和应用现状 1,重点介绍近两年逐渐发展起来的基于二代高温超导 Re-Ba-Cu-O 块材的短周期波荡器技术及其对高温超导块材的综合性能需求,并就其实际应用于同步辐射光源和自由电子激光装置的困难与挑战作重点说明 2。

关键词: 高温超导材料, ReBCO, 波荡器, 同步辐射光源, 自由电子激光

K. Zhang and M. Calvi, Review and prospects of world-wide superconducting undulator development for synchrotrons and FELs, Supercond. Sci. Technol. 35 093001, 2022

K. Zhang et al, Record field in a 10 mm-period bulk high-temperature superconducting undulator, Supercond. Sci. Technol. 36 05LT01, 2023

38-11

抑制 SmFeAsO_{1-x}F_x 超导带材 F 损失的方法与性能研究

张谦君 1, 张弛 1, 姚超 2, 马衍伟 2

1 上海电机学院 材料学院, 上海 201306

2 中国科学院电工研究所 应用超导实验室, 北京 100190

本文研究发现了一种新的轧制后热处理工艺制备 SmFeAsO_{1-x}F_x 带材,抑制了 SmFeAsO_{1-x}F_x 超导带材在轧制后热处理过程中的 F 元素损失。该方法可使 SmFeAsO_{1-x}F_x 带材在 850°C 下长时间烧结而不发生 T_c 降低。制备获得了一系列具有高转变温度(>50 K)的 SmFeAsO_{1-x}F_x 带材,经过 EPMA 分析表明,经过此工艺处理的 SmFeAsO_{1-x}F_x 带材的超导芯具有与 SmFeAsO_{1-x}F_x 前驱体块材相近的 F 浓度。

关键词: 铁基超导体线带材, 1111 系, 粉末套管法, 带材热处理

38-12

实用化高温超导材料研究进展

张胜楠, 刘吉星, 郝清滨, 王庆阳, 李建峰, 张平祥

尽管 1911 年超导现象发现至今已经陆续报道了上千种具有超导转变的材料, 但是能够实现实际应用的材料只有不到十种。其中, 基于强电和强磁场应用的材料往往需要经过复杂的技术加工成具有一定长度的线带材。西北有色金属研究院超导材料研究所长期致力于粉末装管法 Bi-2223、Bi-2212 以及 MgB₂ 等材料的制备技术开发, 近年来通过开发包括喷雾热分解前驱体粉末制备技术、低温拉拔技术、超声拉拔技术等一系列新型材料制备技术, 结合加工工艺参数的系统性优化, 已经实现了相关材料载流性能的有效提高和长线带材的稳定化制备。本报告将对相关高温超导材料体系的性能特点、应用领域以及西北有色金属研究院的最新研究进展进行系统性介绍。

关键词: 高温超导材料; 制备技术; 粉末装管法;

38-13

超导材料电磁应用与医用质子重离子装置小型化

吴巍

上海艾普强粒子设备有限公司

质子重离子因其倒转的深度剂量分布特性而被应用于肿瘤的放射治疗, 在治疗肿瘤领域的应用已经变得越来越普遍。现有的质子重离子治疗装置, 因为系统庞大、造价昂贵、运行和维护成本高, 限制了其进一步的大范围推广和应用, 随着超导材料和磁体技术的发展, 利用超导技术将质子重离子治疗装置进一步小型化成为可能, 报告对医用质子重离子装置中超导材料的应用现状和进一步发展需求进行介绍, 并结合质子重离子医疗装置的发展趋势讨论医用治疗装置中超导技术的应用方向和关键技术。

关键词: 超导材料, 电磁应用, 质子重离子装置, 治疗肿瘤

38-14

第二代高温超导带材研究和产业化进展

赵跃

上海交通大学 电子信息与电气工程学院, 上海 200000

高温超导材料是国家重点发展的战略新材料之一。在高温合金基带上沉积高温超导材料 (REBCO 薄膜) 的带材 (第二代高温超导带材, 或涂层导体) 性能优异, 在强场磁体中具有不可替代的优势。本报告对高温超导涂层导体的各类技术路线和国内外发展现状进行概述, 特别是针对强磁场和大电流应用背景, 对第二代高温超导带材的磁通钉扎、相演变、面向实际应用的后处理技术等最新研究进展进行评述。最后, 针对第二代高温超导带材的典型应用场景, 提出第二代高温超导带材的产研发展挑战和方向。

关键词: REBCO、第二代高温超导带材、强磁场、大电流、磁通钉扎

38-15

复合包套 Ba_{1-x}K_xFe₂As₂、IMD 法 MgB₂ 超导多芯线带材的制备及其性能研究

农小嶢、陈文武、林鹤*、潘熙锋*

(福建师范大学 物理与能源学院 福州 350001)

采用复合包套来制备高强度 Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ 铁基多芯线带材是一种直接高效且成本低廉的方法。本课题组选取高强度高延展性的 Ag/Nb/Cu 三层复合包套, 并从线带材冷加工工艺和中间退火等方面进行优化。所获得的复合包套线带材多芯孔型分布均匀, 超导填充因子约为 21%; 该带材的转变 T_c 为 37.5 K, 4.2 K 和 2 T 下其临界电流密度 J_c 约为 1.0×10⁴ A/cm²。

此外，为了探究亚组元增加条件下的 IMD 法 MgB₂ 多芯线材的均匀制备工艺，我们制备了 37 芯“Nb/Cu/Monel”结构的 MgB₂ 超导线材（线材直径 1.53 mm）。显微分析表明 37 芯复合导线的孔型完整，芯丝和 B 粉层厚度纵向分布均匀；经过 650 °C/280 min 的热处理后，中心 Mg 棒向 B 层扩散反应后生成了致密度高、厚度均匀的 MgB₂ 层。在 4.2 K 和 4 T 下，IMD 法 37 芯 MgB₂ 超导线材的工程临界电流密度 J_e 达到了 2×10^4 A/cm²。

关键词：Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ 超导带材、MgB₂ 多芯线材、超导性能

38-16

第二代高温超导带材在上海超导公司的进展

朱佳敏、张智巍、陈思侃、高中赫、张超、甄水亮、林晓辉、宋柏

第二代高温超导带材具有高不可逆场、高超导转变温度、高临界电流密度等优势，目前已经进入了量产化阶段，利用第二代高温超导带材开发了大量的超导电力和超导磁体。最近由于紧凑型核聚变对超导带材需求量的牵引，上海超导开启了新一轮的扩产，希望在整个扩产过程中将带材的性能和成品率进一步提高，成本进一步下降。同时面对具体的应用场景，开展了超导带材的实用化研究。本文结合国内外二代超导带材发展的主要趋势，重点介绍了上海超导面向实用化第二代高温超导带材研发取得的主要进展。

关键词：第二代高温超导带材、量产化、实用化研究、紧凑型聚变

38-17

铁基超导线材研究进展

张现平，董持衡，姚超，黄河，王栋樑，马衍伟

中国科学院电工研究所

铁基超导体具有极高的上临界磁场、较小的各向异性、简单的制备工艺等突出优点，在磁控核聚变装置、核磁共振谱仪、加速器磁体等高场领域具有重要的应用前景。目前铁基超导材料正处于快速发展的研发阶段，超导线材临界传输电流密度在 4.2 K 和 10 T 下超过 150000 A/cm²，显示了良好的高场传输特性；百米量级铁基超导长线临界电流密度在 4.2 K 和 10 T 下超过 60000 A/cm²，奠定了铁基超导材料在强电领域的应用基础。本文系统介绍了铁基超导线材的制备及性能提高过程，从影响铁基线材临界电流密度的关键因素：相纯度、晶界弱连接以及致密度等方面入手，详细分析了国内外铁基超导线带材的最新研究进展，并提出进一步改善传输性能的工艺途径。