

T/CCS

中 国 煤 炭 学 会 团 体 标 准

T/CCS 028—2021

综放液压支架智能放煤控制系统技术条件

General specification for intelligent coal caving control system of sublevel caving
hydraulic support

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国煤炭学会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由煤矿智能化创新联盟提出提出。

本文件由中国煤炭学会归口。

本文件起草单位：中煤科工开采研究院有限公司、北京天玛智控科技股份有限公司、国家能源集团有限公司、山东能源集团有限公司、晋能控股集团有限公司等。

本文件主要起草人：

引 言

智能化煤矿是煤矿开采新时期煤炭开采的主要发展方向和必然趋势，经过近40年的发展，我国综放开采实现了由普通放顶煤开采向综合机械化放顶煤开采的转变，并进一步的由综合机械化放顶煤开采向综放自动化、综放智能化开采转变。本文件结合我国综放智能化发展的实践经验，并广泛参考了相关技术标准化文件。

本文件考虑了以下情况：

- 智能放煤控制系统与液压支架电液控制系统、综采自动化控制系统的关联性；
- 各指标要素对智能放煤控制过程的影响；
- 各指标要素对智能放煤控制效果的影响。

执行本文件的前提条件：

- 煤矿已取得相关的安全生产许可；
- 进行了综放开采设计，配套了满足要求的综放工作面装备；
- 综放工作面开采实现了基本的自动化开采。

综放液压支架智能放煤控制系统技术条件

1 范围

本文件规定了综放液压支架智能放煤控制系统（以下简称智能放煤控制系统）的术语和定义、一般要求、性能指标要求、功能检验方法等。

本文件适用于煤矿综采放顶煤工作面智能放煤控制系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求
GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
GB/T 15663.3-2008 煤矿科学技术语 第3部分：地下开采
GB/T 15663.10-2008 煤矿科学技术语 第10部分：采掘机械
GB/T 15663.11-2008 煤矿科学技术语 第11部分：煤矿电气
GB 25974.1 煤矿用液压支架 第1部分：通用技术条件
GB 25974.3 煤矿用液压支架 第3部分：液压控制系统及阀
GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范
GB/T 35060.1 滚筒采煤机通用技术条件 第1部分：整机
GB/T 37811 综采放顶煤工作面总体配套技术条件
GB/T 37812 大倾角综放工作面总体配套技术条件
GB/T 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范
GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准
MT/T 1127 煤矿工作面生产监控系统通用技术条件
T/CCS 002 智能化采煤工作面分类、分级技术条件与评价技术指标体系

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

放顶煤采煤法 **top coal caving; top-coal caving**

先采出煤层底部工作面的煤，随即放采上部顶煤的采煤方法。

[来源：GB/T 15663.3-2008，3.15]

3.2

综采放顶煤工艺 **fully-mechanized top coal caving technology**

综放（简称）

采用综采设备进行放顶煤开采的工艺。

[来源：GB/T 15663.3-2008，3.49]

3.3

放煤步距 **top coal caving interval; drawing interval**

用放顶煤采煤法时，沿工作面推进方向前后两次放煤的间距。

[来源：GB/T 15663.3-2008，3.65]

3.4

放顶煤支架 caving mining support

用于放顶煤工作面具有放煤功能的液压支架。

[来源：GB/T 15663.10-2008，5.10]

3.5

电液控制 electrohydraulic control

用电液控制系统控制液压支架的技术。

[来源：GB/T 15663.10-2008，5.22]

3.6

煤矸界面识别 coal-rock interface recognition

在综放开采顶煤放落过程中，通过煤矸界面传感器对放落的煤和矸石及其混合比例等进行探测并通过程度进行判别的过程。

3.7

煤矸界面识别传感器 coal-rock interface transducer

在综放支架放煤机构上检测煤和矸石界面位置，并按一定规律转换为电信号输出的装置。

3.8

智能放煤控制系统 intelligent coal drawing control system

由综放支架及放煤机构位姿、煤矸界面识别、煤流量等传感器以及智能化放煤控制器终端组成，能够实现上述多种传感器、液压支架电液控制系统、综采自动化系统等多信息融合，具备放煤工艺智能决策与放煤过程智能控制的一套系统。

4 智能放煤控制系统一般要求

4.1 智能放煤控制系统配套基本要求

4.1.1 智能放煤控制系统配套的工作面装备应进行配套，综放工作面装备配套应符合 GB/T 37811 和 GB/T 37812 的相关要求。

4.1.2 智能放煤控制系统所在工作面应实现自动化要求，智能化采煤系统应符合 T/CCS 002 的相关要求，应配套综采自动化控制系统，将液压支架电液控制系统、运输控制系统、采煤机控制系统等集中接入并实现集中控制。

4.1.3 智能放煤控制系统所在工作面各系统和设备配套及其采用的传感器、控制器终端等防爆性能应满足 GB 3836.1、GB 3836.2、GB3836.4 的相关要求。

4.1.4 智能放煤控制系统所在工作面液压支架电液控制系统要求如下。

- a) 液压支架电液控制系统设计应满足 GB/T 51272 的要求。
- b) 液压支架电液控制系统的设备运行状态等信息应满足 GB/T 34679 的要求。
- c) 液压支架电液控制系统的监控功能应符合 MT/T 1127 的规定。

- d) 液压支架电液控制系统应接入顺槽集控中心，宜接入地面分控中心。
 - e) 液压支架电液控制系统的放煤控制部分应实现就地控制和遥控功能。
 - f) 液压支架电液控制系统的有线网络传输速率宜不低于 1000Mbps。
 - g) 液压支架电液控制系统宜具有无线标准通讯系统，无线通讯带宽不低于 100Mbps。
 - h) 液压支架电液控制系统配套的支架液压系统和阀组应满足 GB 25974.1、GB 25974.3 的要求。
- 4.1.5 智能放煤控制系统所在工作面的运输控制系统要求如下。
- a) 运输控制系统设计应满足 GB/T 51272 的要求。
 - b) 运输控制系统的设备运行状态等信息应满足 GB/T 34679 的要求。
 - c) 运输控制系统的监控功能应符合 MT/T 1127 的规定。
- 4.1.6 智能放煤控制系统所在工作面的采煤机控制系统要求如下。
- a) 采煤机控制系统设计应满足 GB/T 51272、GB/T 35060.1 的要求。
 - b) 采煤机控制系统提供的设备状态等信息应满足 GB/T 34679 的要求。
 - c) 采煤机控制系统的监控功能应符合 MT/T 1127 的规定。
- 4.2 智能放煤控制系统组成
- 4.2.1 智能放煤控制系统应包含液压支架姿态感知、液压支架及放煤机构控制、煤流量监测传感、智能放煤工艺决策等功能部分，并集成液压支架电液控制系统和综采自动化系统。
- 4.2.2 智能放煤控制系统宜包含煤矸界面识别信息传感、煤层厚度探测传感系统和煤流灰分探测传感系统。
- 4.3 智能放煤控制系统功能基本要求
- 4.3.1 智能放煤控制系统的液压支架姿态感知功能要求如下。
- a) 应具有液压支架高度探测功能。
 - b) 应具有液压支架顶梁、掩护梁、四连杆、底座、尾梁等倾角探测功能。
 - c) 应具有液压支架尾梁、插板行程探测功能。
 - d) 宜具有液压支架拉后部刮板输送机油缸行程探测功能。
- 4.3.2 智能放煤控制系统的液压支架及放煤机构控制功能要求如下。
- a) 应具有液压支架尾梁、插板行程精准控制功能。
 - b) 宜具有液压支架拉后部刮板输送机油缸行程精准控制功能。
- 4.3.3 智能放煤控制系统的液压支架煤矸界面识别信息传感功能要求如下。
- a) 应具有煤矸界面识别图像获取功能。
 - b) 宜具有煤矸界面识别图像就地解算能力。
 - c) 应具有振动煤矸界面识别传感功能。

- d) 宜具有高光谱等其他煤矸界面识别传感功能。
- 4.3.4 智能放煤控制系统的煤流量监测传感功能要求如下。
 - a) 宜具有后部刮板输送机煤流量监测功能。
 - b) 宜具有转载机煤流量监测功能。
- 4.3.5 智能放煤控制系统的智能放煤工艺决策功能要求如下。
 - a) 应能结合液压支架立柱压力、液压支架姿态，以及其他传感信息，确定放煤口开启及关闭时刻。
 - b) 应能结合后部刮板输送机、转载机煤流量监测信息，确定放煤口开启数量。
 - c) 应具有合理确定放煤口滞后工作面移架位置功能，滞后距离应不少于 3 架。
 - d) 应遵循多轮、顺序、均匀放煤，大块破碎，见矸关门等原则。
 - e) 应具有标准放煤流程、记忆放煤流程功能。
 - f) 应具有双轮放煤时首轮以时间控制放出量一半左右，第二轮按正常控制剩余放出量。
 - g) 应具有根据煤层硬度及顶煤产生大块情况合理确定放煤过程中尾梁摆动幅度和次数等功能。
- 4.3.6 智能放煤控制系统的其他探测传感功能要求如下。
 - a) 宜具有顶煤厚度探测传感功能。
 - b) 宜具有煤流灰分探测功能。
- 4.3.7 智能放煤控制系统的其他功能要求如下。
 - a) 应具有“一键补放”功能。
 - b) 应具有井下和/或地面监控中心远程干预支架放煤过程功能。
 - c) 智能放煤控制系统软件界面应能显示系统传感器状态及数据、放煤工艺动作执行情况数据等。

5 智能放煤控制系统性能指标要求

5.1 智能放煤控制系统主要传感器数量要求

5.1.1 智能放煤控制系统所在工作面的液压支架电液控制系统通常需配置压力，推移行程，测高，倾角等多种传感器，传感器配置数量要求如下。

- a) 立柱压力传感器，两柱式支架每架 2 个，四柱式支架每架 2 个（前排左右）或 4 个。
- b) 推移行程传感器安装在推移油缸内，每架 1 个。
- c) 测高传感器安装在顶梁处，每架 1 个。

5.1.2 除 5.1.1 所示基本配置外，智能放煤控制系统所在工作面的液压支架电液控制系统的传感器配置数量要求如下。

- a) 尾梁行程传感器每架 1 个。

- b) 插板行程传感器宜每架 1 个。
- c) 拉后部刮板输送机油缸行程传感器宜每架 1 个。
- d) 顶梁、底座、掩护梁、尾梁、四连杆机构等处倾角传感器每架各 1 个。
- e) 后部摄像机不少于 1 个/2 架。
- f) 振动煤矸界面识别传感器每架 1 个。
- g) 高光谱煤矸界面识别传感器，宜不少于 1 个/3 架。

5.1.3 智能放煤控制系统所在工作面的综采自动化系统的传感器配置数量要求如下。

- a) 顶煤厚度探测传感器，宜 1 个/10 架。
- b) 煤流量探测传感器宜每个工作面安装不少于 2 个。
- c) 煤流灰分探测设备宜每个工作面安装 1 个。

5.2 智能放煤控制系统主要性能指标要求

5.2.1 智能放煤控制系统传感器探测精度指标要求如下。

- a) 倾角传感器精度应优于 0.2° 。
- b) 行程传感器精度应优于 2mm。
- c) 测高传感器精度应优于 10mm。
- d) 顶煤厚度探测误差应优于 10%/10m。

5.2.2 智能放煤控制系统控制性能指标要求如下。

- a) 倾角控制误差应优于 0.4° 。
- b) 尾梁行程控制误差应优于 5mm。
- c) 插板行程控制误差应优于 5mm。
- d) 高度控制误差应优于 40mm。
- e) 煤矸界面识别摄像机数据延迟时间应优于 350ms。
- f) 煤矸界面识别振动传感数据延迟时间应优于 350ms。
- g) 煤矸界面识别高光谱传感数据延迟时间应优于 350ms。
- h) 井下监控中心远程控制支架通信延迟应优于 350ms。
- i) 地面分控中心远程控制支架通信延迟应优于 500ms。
- j) 智能放煤工艺决策系统决策及控制指令下发过程应优于 1s。

5.2.3 智能放煤控制系统效果指标要求如下。

- a) 图像煤矸界面识别准确率应优于 85%。
- b) 振动煤矸界面识别准确率应优于 95%。
- c) 高光谱煤矸界面识别准确率应优于 85%。

- d) 煤矸灰分监测准确率应优于 85%。
- e) 煤流量监测准确率应优于 95%。
- f) 进行最后一轮放煤，在放煤口出现约 30%的含矸量时，关闭放煤口。
- g) 智能放煤工艺决策系统决策初始准确率应优于 80%，经过 3 个月以上较为充分的自学习后决策准确率应优于 90%。
- h) 智能放煤控制系统远程提示人工干预准确率应优于 85%。

6 智能放煤控制系统功能检验方法

6.1 智能放煤控制系统试验平台要求

- 6.1.1 应具有液压支架单架控制自动放煤，邻架控制自动放煤，成组控制自动放煤，放煤动作延迟测试等功能。
- 6.1.2 应具有顶煤厚度探测数据、振动/高光谱等煤矸界面识别数据、煤流量数据、煤流灰分数据等模拟测试功能。
- 6.1.3 应具有根据智能放煤决策工艺模型进行系统运行测试功能。
- 6.1.4 应具有智能提示人工进行远程干预放煤过程功能。

6.2 智能放煤控制系统功能检验方法

- 6.2.1 应在智能放煤控制系统试验平台或综放工作面进行单架控制自动放煤，邻架控制自动放煤，成组控制自动放煤测试，检验动作完成情况及延时情况。
 - 6.2.2 应在智能放煤控制系统试验平台或综放工作面进行顶煤探测、煤流量探测、煤流灰分探测等设备数据传输测试，查看数据传输是否正常及数据传输延时情况。
 - 6.2.3 应在智能放煤控制系统试验平台或综放工作面进行煤矸界面识别视频、振动、高光谱信息数据传输测试，查看数据传输是否正常及数据传输延时情况。
 - 6.2.4 应在智能放煤控制系统试验平台或综放工作面进行智能放煤工艺决策执行情况测试，查看数据传输是否正常及数据传输延时情况。
-