

中华人民共和国国家标准

《煤矿智能化体系架构要求》

(征求意见稿)

编 制 说 明

标准起草单位：中煤科工开采研究院有限公司

二〇二五年六月

目 录

（一） 工作简况	4
1. 任务来源	4
2. 制定背景	5
3. 起草过程	6
（二） 国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比；	7
4. 国家标准编制原则	7
5. 标准主要内容	8
6. 标准确定依据	8
（三） 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益。	9
7. 试验验证分析	9
8. 综述报告	10
9. 技术经济论证	10
10. 预期的经济效益、社会效益和生态效益	11
（四） 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。	11
11. 技术架构与适用场景的差异化	11
12. 标准体系与政策协同性	12
13. 技术内容覆盖深度与成熟度	12
14. 国际标准成熟度与适用性不足	13
（五） 以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因；	13

(六) 与有关法律、行政法规及相关标准的关系;13

(七) 重大分歧意见的处理经过和依据; 13

(八) 涉及专利的有关说明; 14

(九) 实施国家标准的要求, 以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议。14

15. 实施国家标准的要求 14

16. 组织措施建议 14

17. 技术措施建议 14

18. 过渡期与实施日期建议15

(十) 其他应当说明的事项。 15

（一） 工作简况

1. 任务来源

本标准由国家矿山安全监察局提出，国家矿山安全监察局归口。

本标准是我国首个智能化煤矿体系架构标准，对智能化煤矿建设及改造涉及到的总体架构、信息平台架构、网络架构、应用系统架构、管理架构、标准体系等系统组成、内容、技术要求、支撑关系进行规范，为新技术的应用、智能化煤矿系统的安全、稳定、高效运行提供了保障。由于之前无此类技术规范的相关标准，在各有关方面的强烈要求下，由国家矿山安全监察局提出，于 2023 年列入计划，计划号为 20230399-T-627。

该标准为首次发布标准，批准起草单位为中国煤炭科工集团有限公司，中煤科工开采研究院有限公司，天地科技股份有限公司，天地(常州)自动化股份有限公司，北京天玛智控科技有限公司，安标国家矿用产品安全标志中心有限公司，中煤科工集团重庆研究院有限公司，南京业恒达智能系统有限公司，陕西延长石油矿业有限责任公司，中煤科工集团太原研究院有限公司，中国矿业大学，国家能源集团有限公司，山东能源集团有限公司，陕西陕煤陕北矿业有限公司，晋能控股集团有限公司，中煤科工集团北京华宇工程有限公司，中煤科工集团杭州研究院有限公司，陕煤集团神木张家峁矿业有限公司，延安车村煤业（集团）有限责任公司，安徽恒泰电气科技股份有限公司。

2. 制定背景

煤矿智能化已经成为煤矿未来发展的方向，是推动煤炭行业转型升级和发展的核心技术支撑。煤矿智能化是工业互联网、5G、人工智能、大数据等新技术与采矿技术的融合，一是会大幅深化原有生产、安全、保障技术三个方面的内容，包括开采、掘进以及洗选、装车，顶板、瓦斯、防灭火、人员安全等灾害的监测，排水、通风、物流调度等管理以及供电等；二是会衍生出一系列的新系统、新平台，包括安全生产管理平台、大数据平台、综合自动化系统、三维操控平台、机器人集群管控平台等。目前，对于智能化煤矿的组成、系统、涉及的范围等还存在不同的认知，智能化煤矿发展过程中的一些问题没有很好的解决，包括各个系统的数据、工艺、管理流程关系没有统一规定，导致煤矿系统不健全、数据孤岛，难以实现跨系统、跨平台集成应用。因此，亟需制定智能化煤矿体系架构，统一智能化煤矿的各个系统组成、内容及相互关联、支撑关系，为新技术的应用、智能化煤矿系统的安全、稳定、高效运行提供保障。

现有标准《煤炭工业智能化矿井设计标准》、《智慧矿山信息系统通用技术规范》、《智慧矿山建设规范》等均未明确智能化煤矿体系架构，制约了煤矿智能化发展。目前，煤矿的地质、生产、管理等信息虽然在逐步的健全、汇聚，但这些系统的衔接、数据的存储、处理规则、传输路径，以及信息处理平台的软件架构、生态系统、跨平台操作、云端服务、第三方应用等均没有统一的标准规定。

鉴于以上原因，本标准借鉴了现有智能化煤矿建设的相关经验，

充分考虑现阶段智能化煤矿建设的基本条件，提出了包括总体架构、信息平台架构、网络架构、应用系统架构、管理架构、标准体系等智能化煤矿体系技术要求，统一智能化煤矿的各个系统组成、内容及相互关联、支撑关系，为新技术的应用、智能化煤矿系统的安全、稳定、高效运行提供保障。

3. 起草过程

《煤矿智能化体系架构要求》标准由中煤科工开采研究院有限公司等单位起草。工作组采用分工明确、阶段进行、相互协作的工作机制。

工作过程与起草人的主要工作内容：

标准工作组的建立

2022 年 4 月，中煤科工开采研究院组织相关研究人员，成立标准修订工作组；

2022 年 5 月，工作组召开第一次工作会议，讨论标准基本框架、制定原则和思路。

2022 年 6 月至 9 月，工作组在前期于黄陵、张家峁、柠条塔、红柳林等国家首批智能化示范建设煤矿建设方案的基础上，多次广泛现场调研，与智能化煤矿建设相关技术及管理人员座谈、交流。同时，积极了解国内目前煤矿智能计划建设框架、方案及相关经验。在此基础上，形成标准草案。

2022 年 9 月 29 日，工作组在北京向国标委专家组做立项会答辩，就标准编写的必要性、可行性、标准范围及主要内容、标准体系情况、

标准制定计划等内容个进行汇报。经专家建议，本标准由原标题改为《煤矿智能化体系架构要求》，并于 2023 年 3 月获批立项。

2022 年 10 月-2024 年 5 月，工作组内部多次开展线上线下内部会议，讨论标准草案的主要内容、技术规范细节，形成了目前草案中针对智能化煤矿建设涉及的总体架构、信息平台架构、网络架构、应用系统架构、管理架构、标准体系等系统组成、内容及技术规范。

2024 年 6 月-9 月，工作组组织相关煤矿企业、煤矿智能化建设企业、科研院所及高校的有关专家，针对标准草案的内容等方面进行了逐一讨论，标准起草组根据会议讨论达成一致意见，并形成第二版草案。

2024 年 9 月，形成了《煤矿智能化体系架构要求》征求意见稿。

2024 年 12 月，通过“信息与智能化分标委”向委员征求意见。

2025 年 1-5 月，工作组完成了征求意见回复，形成了《煤矿智能化体系架构要求》上报材料。

（二） 国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比；

4. 国家标准编制原则

工作组针对国内智能化煤矿建设及改造展开了系统分析，广泛征求煤矿企业、智能化煤矿系统设计专家、科研院所及高校的意见建议，本着科学性、合理性、适用性、可操作性的原则，严格执行 GB/T 1.1-2020《标准化文件的结构和起草规则》、《安全生产标准制修订工作细则》相关文件的要求，开展本次标准制订工作。

5. 标准主要内容

本标准规定了智能化煤矿总体架构、信息平台架构、网络架构、业务应用架构、管理架构、标准体系等内容，规范了系统组成、流程、系统衔接与数据集成，数据处理及交互等基本原则和要求。本标准适用于在建与生产井工煤矿的智能化建设与升级改造。

6. 标准确定依据

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 28514 支持 IPv6 的路由协议技术要求

GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范

GB/T 37739 信息技术 云计算 平台即服务部署要求

GB 50215 煤炭工业矿井设计规范

GB 50417 煤矿井下供配电设计规范

GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准

GB/T 50518 矿井通风安全装备标准

GB/T 50533 煤矿井下辅助运输设计规范

GB/T 50810 煤炭工业给水排水设计规范

GB/T 50451 煤矿井下排水泵站及排水管路设计规范

GB/T 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范

GB/T 51179 煤矿井下煤炭运输设计规范

(三) 试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益。

7. 试验验证分析

(1) 智能化系统综合验证

涵盖 10 大系统（如智能综采、快速掘进、无人运输、智能安全监测等），通过 48 个子系统、105 项建设任务，全面测试智能化架构的协同性、稳定性和可靠性。

实地测试：在巴拉素煤矿实施智能综采工作面（360m 超长工作面）连续运行测试，验证采煤机高速截割（1215m/min）与液压支架快速移架的协同效率，开机率提升至 22 小时/天。

数据对比：通过智能通风系统实时解算与人工调控数据对比，验证动态解算准确率达 95%，通风能耗降低 18%。

(2) 关键技术专项验证

5G 通信网络：井下部署 5G 基站及隔爆型设备，验证网络时延 < 20ms、带宽 > 1Gbps，支持高清视频传输与设备远程控制。

智能掘进系统：月进尺达 1500m，验证掘进机定向导航精度（误差 < 50mm）与多机协同控制（定位精度 ±10cm）。

机器人巡检：研发 6 类巡检机器人（如主井筒巡检机器人），验证自主导航避障、热成像检测等功能的可靠性，故障识别率提升至 90%。

(3) 数据融合与平台效能验证

工业大数据平台：接入 5 万+数据点，验证数据治理效率（数据利用率由 30%提升至 50%）、AI 算法预测准确性（瓦斯浓度预测误差 $<5\%$ ）。

综合管控平台：通过“边缘 PaaS 应用”三层架构，验证多系统（安全、生产、调度）数据互通效率，事件自动处理比例达 70%。

8. 综述报告

（1）技术可行性

自主可控技术突破：成功研发国产智能采煤机（截割功率密度提升 30%）、5G 矿用基站（覆盖半径 $>500\text{m}$ ）、高精度定位系统（井下定位误差 $<1\text{m}$ ），打破国外技术垄断。

标准体系支撑：形成 25 项标准（基础/技术/业务标准），覆盖数据编码、接口协议、设备运维等，为行业推广提供依据。

（2）行业示范效应

多场景验证：覆盖采掘、运输、安全、洗选等全流程，形成可复制的智能化模板（如智能洗选系统节约能耗 3%，故障停机率降低 50%）。

跨学科融合：整合 5G、AI、GIS、BIM 等技术，推动煤炭工业与信息技术深度融合。

9. 技术经济论证

（1）经济效益分析

智能化推进直接收益：生产效率提升：智能综采工作面年产达 1500 万吨，较传统模式提升 40%；主煤流运输节能 20%，年节约电费超 2000 万元。

人力成本降低：无人值守场景减少岗位 60%（如洗选厂配电室），年节省人力成本约 1.2 亿元。

（2）社会效益分析

安全保障：灾害预测准确率 > 90%，事故率下降 50%，年减少安全事故损失约 8000 万元。

绿色低碳：能耗优化系统（如智能排水削峰填谷）年减排 CO₂ 2.5 万吨，推动“双碳”目标实现。

行业引领：打造全球首个 3-4m 煤层千万吨级智能化矿井，为“一带一路”沿线国家提供技术输出范本。

10. 预期的经济效益、社会效益和生态效益

本标准的制订充分考虑了当前煤矿智能化初级阶段的建设条件，充分吸收了现有的煤矿智能化建设及改造的相关经验，形成了智能化煤矿体系架构的标准，明确规范了智能化煤矿的各个系统组成、内容及相互关联、支撑关系，填补了相关领域的技术标准的空白，为促进煤矿智能化建设，推动井下矿用智能化装备研发应用提供有效支撑。

（四） 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

11. 技术架构与适用场景的差异化

①地质条件适配性：

国内需求：中国煤矿普遍面临高瓦斯、冲击地压、水文地质复杂等特殊灾害环境，标准中明确要求“一矿一策”定制化改造，并针对不同煤层条件（如薄煤层、大采高、放顶煤等）提出差异化技术路径

（如智能化无人开采、人-机-环协同控制等）。

国际标准局限性：国际标准多基于露天矿或地质条件稳定的矿井设计，缺乏对复杂灾害场景的针对性规范，难以满足中国煤矿安全高效开采需求。

②技术路径自主化

国产技术优先：标准强调“终端装备加载自主可控操作系统”，支持国产化装备研发，并通过“揭榜挂帅”机制突破关键技术。

国际技术依赖风险：国际标准多依托通用工业互联网技术，与中国强调技术自主可控的导向存在冲突。

12. 标准体系与政策协同性

①政策联动要求

标准与《煤矿智能化标准体系建设指南》《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》等政策文件紧密衔接，明确分阶段目标及考核机制。

国际标准未涉及与国家级政策目标的协同，缺乏对产能置换、税收优惠等配套措施的指导。

②安全与效能导向强化

标准要求智能化系统实现“危险岗位机器人替代”“通风系统实时解算”等功能，并通过常态化运行考核杜绝“建而不用”现象。

国际标准更侧重技术指标，对安全生产闭环管理、减人提效等实际场景的覆盖不足。

13. 技术内容覆盖深度与成熟度

国内标准：详细规定智能采掘（如煤岩识别、采煤机自适应截割）、

智能通风（实时解算与联动控制）、智能供电（能耗优化与故障预判）等核心场景的技术要求，并配套典型案例（如山西晋能控股三元煤业数据湖）。

国际标准：同类标准（如 ISO 17757《矿山自动化系统安全》）多聚焦基础框架，对采掘工艺协同、灾害防治等复杂场景的规范尚未成熟。

14. 国际标准成熟度与适用性不足

标准中“薄煤层无人开采”“复杂条件工作面智能监控”等模式基于中国煤矿资源禀赋创新提出，国际标准缺乏对应技术规范。

国外测试数据（如德国 DBT 的智能综采装备）更多适配厚煤层条件，与中国薄煤层高效开采需求匹配度低。

（五） 以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因；

本文未采用国际标准，主要由于国内煤矿具有一定特殊性。国内煤矿普遍面临地质条件复杂、灾害类型多样（如高瓦斯、冲击地压、水文地质复杂等）的挑战，与国际煤矿普遍的地质条件存在显著差异。中国煤矿以井工矿为主，露天矿占比相对较低，且单矿产能规模较大，而国际标准更偏向露天矿或中小型矿井的技术规范。

（六） 与有关法律、行政法规及相关标准的关系；

本标准的制订与先行法律法规，相关标准及强制性标准协调一致。

（七） 重大分歧意见的处理经过和依据；

本标准在编制过程中未发生重大分歧意见。

（八） 涉及专利的有关说明；

目前尚未发现涉及专利等知识产权问题。

（九） 实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议。

15. 实施国家标准的要求

（1）分阶段推进：①根据煤矿类型、产能规模及地质条件，制定差异化实施路径。②明确时间节点：参考《煤矿智能化标准体系建设指南》，2025 年前完成基础通用标准制定，2030 年形成覆盖全生命周期的标准体系。

（2）常态化运行与实效评估：建立智能化系统运行考核机制，对“建而不用”的煤矿降低评定等级，并纳入安全监管重点对象。

16. 组织措施建议

协同机制：由矿山局牵头，联合科技、工信、应急管理等部门成立专项工作组，统筹标准制定与实施监督。

人才队伍建设：推动校企合作建立培训基地，培养复合型技术人才；设立智能装备工程师等岗位，优化薪酬体系吸引人才。

17. 技术措施建议

统一技术标准与接口协议：制定数据编码、通信协议、设备接口等基础标准，解决多系统兼容性问题。

关键技术攻关与国产化：对煤岩识别、智能决策等“卡脖子”技术，采用“揭榜挂帅”机制推动研发。

18. 过渡期与实施日期建议

建议以 2025 年、2030 年为关键节点，结合《指导意见》目标分步推进。

（十） 其他应当说明的事项。

无。