

ICS 35.240.50
CCS D 90

DB14

山 西 省 地 方 标 准

DB14/T 2530—2022

智能煤矿融合 5G 网络建设指南

2022-09-02 发布

2022-12-01 实施

山西省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 总体架构及功能	2
6 建设内容	3
参考文献	9

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山西省工业和信息化厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省物联网和人工智能标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：联通（山西）产业互联网有限公司、山西阳光三极科技股份有限公司、山西安数智能科技有限公司、山西忻州神达能源集团有限公司、山西科达自控股份有限公司、山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）。

本文件主要起草人：丁汉栋、门高伟、王晓莉、王刚、高雪峰、张宇、王明宇、许强、刘英剑、张兆滨、孙瑞瑞、李晓方、郝志锋、张鑫、孙艳、石鑫、王剑。

智能煤矿融合 5G 网络建设指南

1 范围

本文件给出了井工智能煤矿融合 5G 网络建设的术语和定义、缩略语、总体架构及功能、建设内容。本文件适用于井工智能煤矿的融合 5G 网络智能化建设。

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/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
- GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能煤矿

将人工智能、工业物联网、云计算、大数据、机器人、智能装备等与现代煤炭开发利用深度融合，形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能系统，实现煤矿开拓、采掘、运输、通风、安全保障、经营管理等过程的智能化运行。

3.2

5G 网络

第五代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology, 简称5G)是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术，是实现人机物互联的网络基础设施。

3.3

智能煤矿融合 5G 网络

依托 5G 网络基础设施，将智能煤矿范畴内的地面网络与井下网络通过统一的网络接入标准融合在一起，构建全面感知的网络，并对网络节点和网络设备进行监测管控，为煤矿智能化建设提供基础信息服务。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

eMBB：增强移动宽带（Enhanced Mobile Broadband）

Flex E：灵活以太网技术（Flex Ethernet）

IMS：IP多媒体系统（IP Multimedia Subsystem）

MEP：移动边缘计算平台（Mobile Edge Computing Platform）

mMTC：大规模机器类型通信（Massive Machine Type Communication）

NB-IOT：窄带物联网（Narrow Band Internet of Things）

NSA：非独立组网（Non- Stand Alone）

OIF：国际标准组织光互联网论坛（Optical Internetworking Forum）

SA：独立组网（Stand Alone）

SIP：会话初始协议（Session Initiation Protocol）

SLA：服务等级协议（Service Level Agreement）

URLLC：高可靠和低延迟通信（Ultra-reliable and Low Latency Communications）

UWB：超宽带（Ultra Wide Band）

3GPP：第三代合作伙伴计划（Third Generation Partnership Project）

4G：第四代移动通信技术（The 4th Generation Mobile Communication Technology）

5G：第五代移动通信技术（The 5th Generation Mobile Communication Technology）

5 总体架构及功能

5.1 总体架构

智能煤矿融合 5G 网络建设总体架构包括 5G 网络基础设施建设、融合网络建设、融合应用建设、网络管理与信息安全建设、标准规范体系建设五个部分，其中网络管理与信息安全建设和标准规范体系建设为各部分提供支撑，总体架构见图 1。

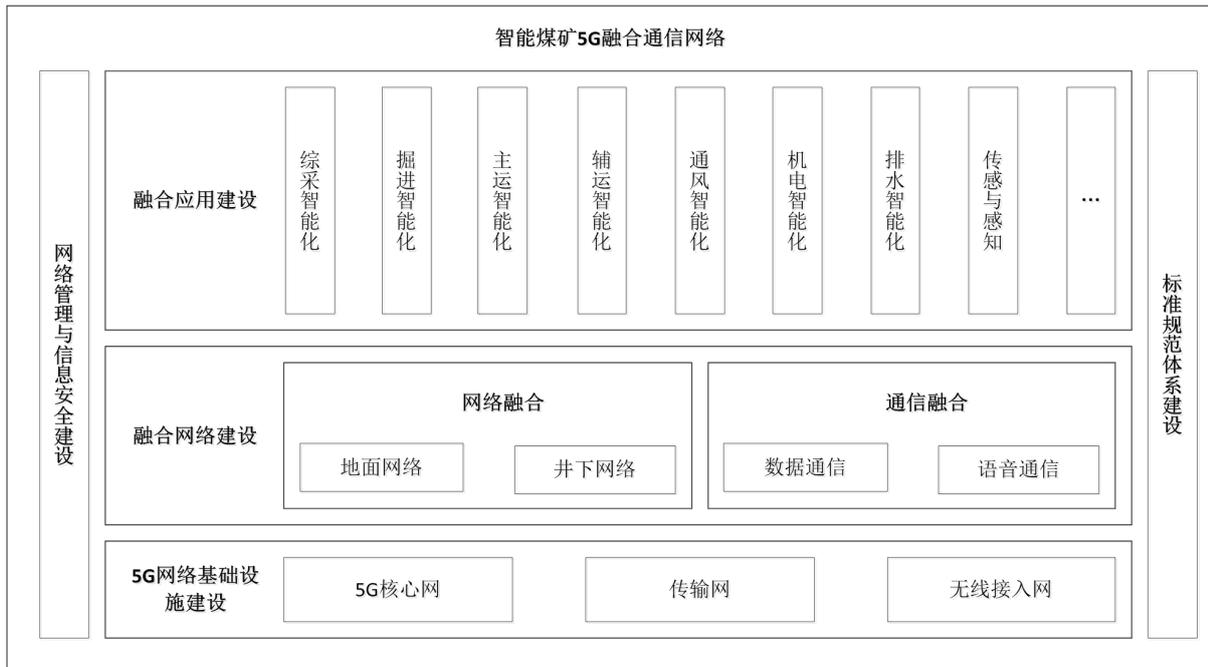


图 1 智能煤矿融合 5G 网络建设总体架构图

5.2 总体功能

5.2.1 5G 网络基础设施建设功能包括：

- 5G 核心网具备用户、会话管理以及数据分发和传输等功能；
- 传输网具有承载 4G、5G 通信业务和其他有线通信业务的功能；
- 无线接入网实现终端与 5G 网络的无线接入。

5.2.2 融合网络建设基于 5G 网络基础设施，具备地面和井下的网络融合以及数据、语音的通信融合功能。

5.2.3 融合应用建设依托融合网络建设成果，能够实现 5G 网络在综采、掘进、主运、辅运、通风、机电、排水、传感与感知等环节的应用。

5.2.4 网络管理与信息安全建设具备网络管理、状态监控、设备监测、安全管理等功能，能够对 5G 无线接入设备和传输设备进行统一管理、统一监控和统一维护，实现网络状态和设备的动态监控、实时告警。

5.2.5 标准规范体系建设能够实现开拓设计、地质保障、采掘（剥）、运输、通风、洗选物流等环节的智能化决策和自动化协同运行。

6 建设内容

6.1 5G 网络基础设施建设

6.1.1 5G 核心网

6.1.1.1 功能

6.1.1.1.1 宜采用独立组网的形式，控制面遵循 3GPP 标准。

6.1.1.1.2 可搭载 MEP 或其他边缘计算平台，支持煤矿部分应用系统在 5G 核心网 MEP 平台上的部署，且能够进行包括但不限于：煤矿应用系统认证和鉴权服务、组网安全防护能力、数据加密、数据隔离、数据防篡改、数据访问控制、数据防泄漏等方面的安全管理。

6.1.1.1.3 宜支持与 IMS 对接，实现 5G、4G、WiFi 与有线电话的融合调度。

6.1.1.2 性能

6.1.1.2.1 同时在线会话数宜不小于 1 千用户，并可扩展至 1 万用户。

6.1.1.2.2 吞吐量大于 10Gbps。

6.1.1.2.3 MEP 宜支持 APP 应用及虚拟机模式部署，平台资源可根据应用需求灵活部署。

6.1.1.3 可靠性

6.1.1.3.1 支持软件、硬件故障的在线恢复，关键软件、硬件宜优先进行 N+1 或 1+1 冗余备份。

6.1.1.3.2 支持容灾备份。容灾备份可自行建设，或与运营商网络组成资源池进行容灾自动切换。

6.1.2 传输网

6.1.2.1 功能

6.1.2.1.1 设备宜支持网络级就近转发和设备级物理层低时延转发能力，匹配时延敏感业务的承载需求。

- 6.1.2.1.2 设备宜支持二层和三层业务模型，满足点对点、点对多点、多点对多点业务承载需求。
- 6.1.2.1.3 设备宜支持同步以太网功能，支持 1588.V2 等时间同步协议，实现稳定可靠、高精度的频率同步和时间同步。
- 6.1.2.1.4 宜支持“Flex E”的切片技术，采用时分复用方式基于以太网物理层提供硬管道隔离及监视技术，遵从 OIF Flex E 规范；能够支持丰富的切片颗粒度，如 1Gbps、5Gbps 等。
- 6.1.2.1.5 宜支持切片带宽的动态调整，且带宽调整时业务无损。
- 6.1.2.1.6 支持电信级故障检测和性能管理。

6.1.2.2 性能

- 6.1.2.2.1 小型和中型煤矿宜采用 10Gbps 及以上的主干传输网络，大型煤矿宜采取 50Gbps 及以上的主干传输网络；且主干传输网络宜支持切片功能。
- 6.1.2.2.2 设备宜支持 100Mbps、1000Mbps 的光接口和电接口以及 10Gbps-50Gbps 的光接口；且光端口最大传输距离不低于 10km，具备单纤双向能力。

6.1.2.3 可靠性

- 6.1.2.3.1 宜采用“串联环结构”、“并联环结构”等“抗灾技术”进行建设，支持交换单元、主控单元、信令控制单元（当支持控制平面时）等主要功能单元的 1+1 冗余备份能力。
- 6.1.2.3.2 宜支持路径保护和节点保护，在发生故障时能进行电信级快速保护倒换。

6.1.3 无线接入网

6.1.3.1 功能

- 6.1.3.1.1 煤矿井下 5G 天线无线发射功率应符合 GB/T 3836.1 的要求。
- 6.1.3.1.2 宜满足蜂窝系统通信行业标准规定的蜂窝系统通信功能要求，支持对蜂窝网络设备的操作和管理功能，可对蜂窝网络功能进行创建、删除、配置、监控和故障排除，对蜂窝网络实时监控。
- 6.1.3.1.3 井下无线接入设备宜具备 4G/5G 多频多模硬件能力，以及 eMBB、URLLC、mMTC 业务能力。
- 6.1.3.1.4 宜支持数据路由功能，基站的数据路由配置管理。
- 6.1.3.1.5 宜支持将工业应用映射为相应的服务等级，管道能力宜具备差异化 SLA 控制，能为数据传输类、远程控制类、视频类等不同业务提供差异化等级服务。
- 6.1.3.1.6 宜支持和工业网络管理系统的对接、工业网络的故障告警、拓扑生成及设备管理等。

6.1.3.2 性能

- 6.1.3.2.1 数据传输速率宜满足如下要求：
 - 单基站覆盖，单终端峰值吞吐率满足上行 200Mbps；
 - 单基站覆盖，单终端边缘上行吞吐率大于 10Mbps。
- 6.1.3.2.2 并发用户数要求宜满足如下要求：
 - 单基站覆盖，满足 30~40 个摄像头类终端数据并发；
 - 单基站覆盖，多路视频并发传送基本无卡顿。
- 6.1.3.2.3 网络时延宜满足如下要求：
 - 对于控制类业务，网络时延<50ms；
 - 对于控制类业务，可靠性>99.99%。

6.2 融合网络建设

6.2.1 网络融合

6.2.1.1 包括地面网络及井下网络的融合，其中：

——地面网络包括：

- 有线网：办公网、生产网、生活网；
- 无线网。

——井下网包括：

- 有线网：包括传输网和接入网；
- 无线网：包括 4G、5G、WiFi、NB-IOT 和 UWB 等。

6.2.1.2 网络融合主要依托传输网进行。

6.2.1.3 网络融合宜在现有网络基础上进行，避免重复建设功能相同的网络。

6.2.2 通信融合

6.2.2.1 数据通信

包括但不限于：

- 宜采用统一的数据传输协议实现 5G 通信网络与其他通信网络的互联互通。人员、设备、环境的监测和感知数据等物联网数据宜依托网络融合进行传输；
- 宜采用 5G 通信网络或其他通信网络实现井下综采工作面、掘进工作面、主运输系统摄像机、辅助运输系统摄像机等关键岗位的监控视频数据传输；
- 宜构建智能煤矿大数据平台，存储融合 5G 网络中各种原始的监测监控信息、管理信息等，并为各种智能化应用提供基础信息，保证信息的唯一性。

6.2.2.2 语音通信

包括但不限于：

- 根据智能煤矿通信需要，具有 4G 语音通信或基于 5G 的调度通信功能；
- 4G、5G 通信系统宜支持 SIP 协议及 E1 协议，新建调度通信宜同时支持 SIP 及 E1 协议，通过 SIP 或 E1 协议可实现调度通信与 4G、5G 互联互通；
- 内部语音通信宜实现行政通信、调度通信、无线通信、广播通信等语音通信系统互联互通，并与公网语音业务互联。

6.3 融合应用建设

6.3.1 综采智能化

综采工作面设备和系统与 5G 网络融合应用的内容包括但不限于：

- 宜通过 5G 无线网络实现进行集中和远程控制，且控制延时不超过 300ms；
- 宜通过 5G 无线网络进行参数监测和控制；
- 宜采用 5G 无线网络传输视频数据；
- 宜采取有线网络与 5G 无线网络结合的通信方式。

6.3.2 掘进智能化

掘进工作面设备和系统融合 5G 网络应用的建设内容包括但不限于：

- 宜采用 5G 无线网络传输视频数据；
- 宜采用 5G 无线网络进行掘进工作面设备远程集中控制；

——宜采取有线网络与 5G 无线网络结合的通信方式。

6.3.3 主运智能化

主运设备和系统融合 5G 网络应用的建设内容包括但不限于：

- 主运输系统摄像机宜采用 5G 无线网络传输视频数据；
- 传输网可建立主运输系统控制和视频切片，各部皮带的控制系统的交换机就近通过有线方式接入传输网，地面集控系统及井下就地控制系统宜划入同一切片。

6.3.4 辅运智能化

辅运设备和系统融合 5G 网络应用的建设内容包括但不限于：

- 宜依托 5G 网络实现智能调度；
- 轨道型辅助运输车辆、无轨运输车辆宜配置专用 5G 工业网关，在物资运输、车厢装卸、智能驾驶等过程中通过 5G 无线网络传输控制信息和调度信息。

6.3.5 通风智能化

通风设备宜采用 5G 无线网络连接，实现通风系统设备状态监测、视频传输和智能控制等功能。

6.3.6 机电智能化

机电设备宜采用 5G 无线网络连接，实现供电系统状态监测、环境监测、安全保障和视频传输等功能。

6.3.7 排水智能化

排水设备宜采用 5G 无线网络连接，实现水泵房状态监控、视频传输和智能控制等功能。

6.3.8 传感与感知

6.3.8.1 人员感知

包括但不限于：

- 人员定位系统基站可与 5G 基站融合建设，形成多模网络融合基站，同时人员定位系统可通过传输网传输信息；
- 下井人员佩戴设备宜通过 5G 网络进行音频视频通话、语音对讲和拍录现场环境上传地面等。

6.3.8.2 设备感知

宜通过 5G 无线网络传输设备的开停、速度、电流、电压、温度、振动等工况信息。

6.3.8.3 环境感知

包括但不限于：

- 依托煤矿安全风险预防管控平台，通过 5G 无线网络或者物联网，对各种气体、风速、风向、液位、负压、温度、烟雾、粉尘浓度、顶板压力等井下移动作业环境感知数据进行传输；
- 依托煤矿安全风险预防管控平台，通过有线网络、5G 无线网络或物联网，对井下气体（甲烷、一氧化碳、氧气、二氧化碳等）浓度、粉尘、水位动态监测、顶板压力和冲击地压在线监测等感知数据和分析预警信息进行传输。

6.3.9 其他应用

宜将 5G 网络与地面的安防、访客、会议管理、考勤、人力资源等管理业务系统进行融合应用，形成智能化协同控制。

6.4 网络管理与信息安全建设

6.4.1 网络管理

6.4.1.1 指标采集

包括但不限于：

- 宜对 5G 核心网设备资源数据进行采集，对系统中配置的网络设备的各类详细配置信息进行管理；
- 宜实现 5G 网络统一的可视化效果，实现全链路设备及终端的统一监测与管理，将网络连接数据与应用数据融合；
- 宜提供 5G 网络自服务、自运维与自开发等核心能力。

6.4.1.2 告警监控

包括但不限于：

- 宜支持 5G 网络设备状态查询和故障查询，支持本地设备的维护与操作；
- 宜对 5G 网络设备的状态进行持续或间断的监测，实时发现故障或性能降低；
- 宜实现告警显示、查询和统计功能。

6.4.2 信息安全

6.4.2.1 系统安全

包括但不限于：

- 智能煤矿融合 5G 网络安全宜符合 GB/T 34679 的要求；
- 对所有参与无线通信的用户（人员、软件进程或者设备）宜提供唯一性标识和鉴别；
- 宜对融合 5G 网络中的办公网和控制网通过网闸实现单向互通；控制网与传输网高速互通；
- 宜对融合 5G 网络和外部网络之间通过工业隔离区进行边界防护，保证跨越边界的数据流通过受控接口进行通信；
- 在共用融合 5G 网络的情况下，各系统间宜逻辑划分虚拟 VLAN，此时各系统传输的数据宜采用密钥加密传输。

6.4.2.2 通信安全

包括但不限于：

- 融合 5G 网络宜具有通信中断、网络流量异常监测与报警功能；
- 具有正式的传输策略、规程和控制，可保护通过使用各种类型通信设施进行的信息传输；
- 宜充分考虑 SA/NSA 切换保障、系统链路冗余等措施，5G 核心网、传输网、无线接入网设备在停电的情况下宜具备不小于 2 小时的续航能力；
- 通信设备按照有关要求办理安全标志审核手续；5G 系统中接入公网的设备按国家有关规定办理进网许可证；
- 智能煤矿 5G 融合通信网络宜采用本质安全型防爆，需要针对性进行研究设计开发，不宜简单将应用于地面的设备加防爆外壳即视为改造完毕；
- 用于控制的智能煤矿 5G 融合通信网络宜具有较强的抗干扰能力，满足 GB/T 17626.5 的要求。

6.4.2.3 网络安全

网络安全等级保护宜符合 GB/T 25070 的有关要求。

6.5 标准规范体系建设

6.5.1 宜健全智能煤矿融合 5G 网络建设标准规范体系，统一技术规范 and 标准。包括但不限于：数据治理、融合通信建设、融合通信安全、通信协议、数据传输、数据共享等方面。

6.5.2 宜按照智能煤矿融合 5G 网络标准规范体系的要求，结合煤矿业务领域、作业环境、应用价值进行煤矿的规划、设计、建设和运营管理。

参 考 文 献

- [1] GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
 - [2] GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
 - [3] GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
 - [4] GB/T 20540.3 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3:PROFIBUS 规范 第3部分：数据链路层服务定义
 - [5] GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
 - [6] GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准
 - [7] MT/T 1115 多基站矿井移动通信系统通用技术条件
 - [8] 3GPP TS 33.501 5G 系统安全架构和过程
 - [9] 3GPP TS 36.104 接入设备技术规范
 - [10] 3GPP TS 38.141 5G 基站技术规范
-