|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 35.240.50 |
| CCS | D 90 |

|  |
| --- |
| 14 |

山西省地方标准

DB 14/T XXXX—XXXX

智能煤矿融合5G网络建设指南

点击此处添加标准名称的英文译名

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

山西省市场监督管理局  发布

目次

[前言 III](#_Toc92891056)

[1 范围 1](#_Toc92891057)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc92891058)

[3 术语和定义 1](#_Toc92891059)

[4 缩略语 2](#_Toc92891066)

[5 总则 2](#_Toc92891067)

[6 智能煤矿融合5G网络建设架构 3](#_Toc92891072)

[7 5G网络基础设施建设 3](#_Toc92891073)

[8 融合网络建设 5](#_Toc92891078)

[9 融合应用建设 5](#_Toc92891082)

[10 网络管理与信息安全 8](#_Toc92891093)

[11 标准规范体系 9](#_Toc92891096)

1. 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、山西省能源局提出并监督实施。

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：

本文件主要起草人：

智能煤矿融合5G网络建设指南

* 1. 范围

本文件给出了智能煤矿融合5G网络建设总则、智能煤矿融合5G网络建设架构、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、标准规范体系等内容。

本文件适用于井工煤矿的融合5G网络智能化建设。

* 1. 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/T 17626 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

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



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。



5G核心网

是5G通信网络的大脑，主要由用户面和控制面等多种网元共同组成,负责对整个5G网络终端用户的移动管理、会话管理以及数据传输。



5G融合通信网络

依托5G网络基础设施，将智能煤矿范畴内的地面网络、井下网络、数据通信、语音通信等通过统一的网络接入标准融合在一起，构建一张全面感知的网络，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。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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）

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

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

UWB：超宽带 (Ultra Wideband)

GPU：图形处理器（Graphic Processing Unit）

MA：煤矿安全认证（Mei An）

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

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

SLA：服务等级协议（Service Level Agreement）

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

SDN：软件定义网络（Software Defined Network, SDN）

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

Flex E：灵活以太网技术（Flex Ethernet）

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

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

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

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

SA：独立组网（Stand Alone）

NSA：非独立组网（non- Stand Alone）

* 1. 总则
     1. 安全性

满足煤矿5G通信网络安全技术相关要求及矿用网络安全与信息安全的相关规定。

* + 1. 可靠性

满足井下特殊环境对网络传输高可靠性、高实时性、高上行带宽的需要，并能够支持上下行带宽时隙调整及长时间稳定运行。

* + 1. 融合性

遵循国家通讯规范及既有频谱进行合理规划及部署实施，与在用的通信网络实现高度融合，在保障数据安全的条件下实现全方位的互联互通。

* + 1. 适用性

基于煤矿业务领域、作业环境、应用价值等自身需要部署5G通信网络建设，宜覆盖煤矿安全及生产的主要环节。

* 1. 智能煤矿融合5G网络建设架构

智能煤矿融合5G网络建设架构包括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、标准规范体系五个部分，其中网络管理与信息安全和标准规范体系为各部分提供支撑。智能煤矿融合5G网络建设架构图见图1。



1. 智能煤矿融合5G网络建设架构图
   1. 5G网络基础设施建设
      1. 建设内容

5G网络基础设施包括5G核心网、传输网、无线接入网。

5G核心网具备网络管理、监测和独立运维运营的能力。负责5G网络用户、会话管理以及数据传输。

传输网为工业环网，同时承载传统有线通信业务和4G、5G通信业务，为网络融合载体。

无线接入网实现智能煤矿各系统与5G网络的无线接入，提供融合应用通道。

* + 1. 5G核心网

宜采用独立组网的形式，控制面遵循3GPP标准。

宜具备数据分流功能，支持从煤矿终端、煤矿移动办公终端到煤矿应用系统的数据分发。

应具备安全管理功能，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、数据防算改、数据访问控制、数据防泄漏等。

同时在线会话数宜不小于1千，并可扩展至1万。

吞吐量大于10Gbps。

应具备软件、硬件故障在线恢复的能力，关键软件、硬件宜优先进行N+1或1+1冗余备份。

应具备容灾备份功能。可自行建设容灾备份，或与运营商网络组成资源池实现容灾自动切换。

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。

MEP宜支持网络能力的开放，带宽管理等连接能力被煤矿应用系统调用。

MEP宜提供计算能力，编解码转换、加解密、GPU、AI等计算能力被煤矿应用系统调用。

MEP宜支持APP应用及虚机模式部署，平台资源可根据应用需求灵活部署。

* + 1. 传输网

小型煤矿宜采用10Gbps及以上传输网络。中大型煤矿，宜采取50Gbps及以上，且支持切片功能的主干传输网络。

宜支持电信级故障检测和性能管理。

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。

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。

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。

设备宜支持同步以太网功能，实现稳定可靠的频率同步；支持1588.V2等时间同步协议，实现高精度的时间同步。

设备宜支持100Mbps、1000Mbps的光接口和电接口以及10Gbps、50Gbps的光接口；且10Gbps、50Gbps光端口最大传输距离不低于10km，具备单纤双向能力。

宜采用“串联环结构”、“并联环结构”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。

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。

宜支持丰富的切片颗粒度，如1Gbps、5Gbps等。

宜支持切片带宽的动态调整，且带宽调整时业务无损。

* + 1. 无线接入网

煤矿井下5G天线无线发射功率应符合GB 3836.1的要求。

基于5G基站XTXR的多通道特点，煤矿井下无线发射设备的射频阀功率小于6W。

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。

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。

宜支持数据路由功能，基站的数据路由配置管理。

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。

宜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。

宜支持对蜂窝网络的实时监控功能。

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。

数据传输速率宜满足如下要求：

1. 单基站覆盖，单终端峰值吞吐率满足上行200Mbps；
2. 单基站覆盖，单终端边缘上行吞吐率大于10Mbps。

并发用户数要求宜满足如下要求：

1. 单基站覆盖，满足30～40个摄像头类终端数据并发；
2. 单基站覆盖，多路视频并发传送基本无卡顿。

网络时延宜满足如下要求：

1. 对于控制类业务，网络时延<50ms；
2. 对于控制类业务，可靠性>99.99%。
   1. 融合网络建设
      1. 建设内容

基于5G网络基础设施，进行智能煤矿融合5G网络建设。

建设包括网络融合和通信融合：

1. 网络融合包括地面网络及井下网络融合；
2. 通信融合包括语音通信和数据通信融合。
   * 1. 网络融合

网络包括地面网络及井下的网络：

1. 地面网络包含办公网、生产网、生活网和无线网；
2. 井下网包括：
   1. 有线网：包括环网和接入网；
   2. 无线网：包括4G、5G、NB-IOT和UWB等。

网络融合主要依托传输网进行。

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。

* + 1. 通信融合
       1. 数据通信

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。

宜构建智能煤矿大数据平台，存储5G融合通信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。

大数据平台宜包括智能化建设所需要的基础平台的建设，通过基础平台统一对各种智能化应用系统提供服务，防止重复投入建设各种公共平台，并规范各种智能化应用系统的建设。

宜构建先进的数字化矿井运营管理平台，通过对智能煤矿大数据平台各类数据的共享及应用，实现智能煤矿高效运营和管理。

* + - 1. 语音通信

根据通信需要，具有调度通信、4G及5G语音通信功能，实现互联互通。

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。

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的互连互通。

内部语音通信宜具备与公网语音业务互联功能。

* 1. 融合应用建设
     1. 建设内容

依托融合网络建设成果，实现5G网络在智能煤矿主要生产流程和管理中的应用。

应用环节包括综采、掘进、主运、辅运、通风、机电、排水、传感与感知以及其他环节。

* + 1. 综采智能化

综采工作面设备宜采取有线网络与5G无线网络结合的通信方式，进行集中、就地和远程控制，对采煤工作面设备、运煤工作面设备及顺槽运输系统、供配电系统、泵站系统、水处理系统、视频系统、语音通讯控制系统等联动闭锁控制，主要生产流程实现一键启停。

刮板输送机宜采用有线与5G无线网络结合的通信方式，对机尾链条自动张紧、断链等进行实时监测报警上传、故障诊断及协同控制，可在有线中断的情况下无线作为备用链路使用。

泵站控制系统宜采用有线网络与5G无线网络结合的通信方式，对乳化液泵、喷雾泵、乳化液箱、水箱等设备进行参数监测和控制，并实时显示预警、故障及控制信息。

液压支架远程控制系统、采煤机远程控制系统宜采用有线网络与5G无线网结合的通信方式，进行远程控制，控制延时不超过300ms。

工作面视频系统，宜采用有线网络与5G无线网络结合的通信方式传输视频画面，在监控中心进行工作面视频显示，在地面调度室可对视频进行管理、查询和存储。

工作面自动巡检机器人宜采用5G无线网通信方式，对工作面设备运行状况、开采环境、煤流状态的例行巡检和异常情况实地巡查。

* + 1. 掘进智能化

应配备高清工业视频系统，宜采用有线网络与5G无线网络结合的通信方式传输视频数据，实现掘、锚、运、探的远程可视化操作。

宜实现掘、锚、运、探的智能联动、自动操作，装备的精确定位导航。

宜采用有线网络与5G无线网络结合的通信方式建设掘进面远程集控平台，传输控制信号控制设备，实现所有设备一键启停。

* + 1. 主运智能化

转载点宜安装摄像仪，实现远方固定视频监控，减少监控视觉盲区，避免煤流监控缺失。

主运输系统宜采用视频分析、称重传感等人工智能技术，根据皮带实时煤量实现皮带自动调速与节能控制。

在提升机房、各水平停车点宜配置视频图像监视系统。

视频监控系统宜采用有线网络与5G无线网络结合的通信方式传输信号。

传输网可建立主运输系统控制切片，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。

* + 1. 辅运智能化

辅助运输过程宜依托5G网络，实现精确定位与智能调度，宜具备无线智能规划、环境识别、调度通信、信息传输、安全监控、故障诊断、自动停车等功能。

单轨吊运输和轨道机车运输，宜在物资运输、车厢装卸等过程中实现自动控制。单轨吊、轨道机车宜配置专用5G工业网关，采用5G无人驾驶。

无轨胶轮车运输，宜在物资运输、车厢装卸等过程中实现自动控制和智能调度功能。无轨胶轮车宜配置专用5G工业网关，采用辅助驾驶或5G无人驾驶。

* + 1. 通风智能化

局部通风机宜配置专用5G工业网关，将有线控制改为无线控制，利用5G低时延特性对局扇的启停进行远程控制。

* + 1. 机电智能化

机器人巡视装置宜通过5G无线网络连接，实现供电系统状态监测、环境监测、安全保障等功能。

移动变电所宜采用高质量5G无线网络保障视频数据的传输。

* + 1. 排水智能化

宜配备巡检机器人，采用5G无线网传输控制信号，实现水泵房自动巡检。

* + 1. 传感与感知
       1. 人员感知

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5G工业环网传输信息。

下井人员可佩戴智能单兵设备，单兵设备宜具有4G、5G音频视频通话功能、语音对讲功能、拍录现场环境上传地面功能和遇险求救功能等。

* + - 1. 设备感知

依托煤矿安全风险预防管控平台，使用传感器感知煤矿井下设备工况，包括设备的开停、速度、电流、电压、温度、振动等工况信息，并通过5G无线网络传输感知数据，服务于安全生产。

依托设备健康管理系统，宜采用振动传感器等技术对设备内部的健康状况进行在线监测，感知设备健康状况，对设备有可能发生的故障进行提前预警，传感器数据宜通过5G无线网络进行传输。

* + - 1. 环境感知

依托煤矿安全风险预防管控平台，宜具备井下移动作业环境的感知的能力，包括各种气体、风速、风向、液位、负压、温度、烟雾、粉尘浓度、顶板压力等，感知数据宜通过5G无线网络或者物联网进行传输。

依托煤矿安全风险预防管控平台，宜具备井下感知气体浓度的能力（甲烷、一氧化碳、氧气、二氧化碳等）、粉尘监测能力、水位动态监测的能力、顶板压力和冲击地压进行在线监测的能力，并能分析预警，感知数据可通过有线网络、5G无线网络或物联网进行传输。

* + 1. 其他应用

宜使用5G融合通信网络将煤矿园区内部的安防、访客、会议管理、考勤、人力资源等管理业务系统实时互联，形成智能化协同控制的智能园区管理与经营系统。

办公网通过网络安全设备、路由器实现与集团公司、洗煤厂、属地政府及因特网互联，并取得固定公网IP地址。

生活网宜实现福利楼内各房间的因特网接入，并利用AP实现无线网络覆盖。

* 1. 网络管理与信息安全
     1. 网络管理
        1. 功能架构

宜遵循电信级网络管理设计理念，架构设计上具备高先进性和灵活性，应用上突出体现高易用性和兼容性。

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。

宜具备IP网络层管理功能、业务层管理功能和业务质量测试功能。

提供规范化的面向网元的统一接口管理功能，实现网元控制的集中化、规范化和标准化。

宜保证对外接口的开放性，支持与不同厂商设备间的互连。

宜采用故障检查、告警和处理机制，保证数据不因意外情况丢失或损坏。

宜包含指标采集处理层和告警监控应用层。

* + - 1. 指标采集

宜对网元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。

宜提供专网自服务、网络自运维与自开发等核心能力。

* + - 1. 告警监控

宜支持5G融合通信网络网元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。

告警发生后，系统可通过多种方式显示告警，并根据告警的类别和等级以不同形式提示。

告警查询和统计可基于当前告警信息，提供按照日、周、月等不同时间粒度的告警明细和统计报表。

可以图标形式显示无线网络传输设备、无线网络接入设备等所有网元组成的网络拓扑，能自动显示各级设备间的关联关系，动态、实时显示网元的运行状态和状况。

* + 1. 信息安全
       1. 系统安全

5G融合通信网络安全宜符合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5G融合通信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5G融合通信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5G融合通信网络的情况下，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。

对于数据交换容错、实时性要求高的子系统间的通信，宜采用冗余渠道通信方式。

* + - 1. 通信安全

5G融合通信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NA/NSA切换保障、系统链路冗余等措施。主要设备在停电的情况下宜有不小于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的要求。

* + - 1. 网络安全

网络安全等级保护宜符合GB/T 25070的要求。

安全计算环境宜支持用户标识和用户鉴别，在安全策略控制范围内授予访问操作权限，能保护用户数据完整性，可防范恶意代码，并支持可信验证。

安全区域边界能根据区域边界安全控制策略，监测数据包是否可通过该区域边界，在安全区域边界设置防恶意代码软件，并支持可信验证。

安全通信网络能完整保护通信网络数据传输，在设备连接网络时，对源和目标平台身份进行可信验证。

* 1. 标准规范体系

宜健全智能煤矿融合5G网络建设的标准规范体系，统一技术规范和标准。

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。

