

煤矿 5G 通信系统安全技术要求和检验方法

王三民

中国煤炭开发有限责任公司 北京 100011

摘要: 在当今数字化迅速发展的背景下, 5G 通信技术作为工业 4.0 和物联网 (IoT) 应用的重要支撑, 逐渐进入了矿业生产的新领域。尤其是针对矿下作业的安全问题, 通过将 5G 网络引入矿产开采过程中不仅能大幅提升工作效率和质量, 同时对加强人员安全保障亦至关重要。5G 技术的高速连接和低延迟特性使得远程监控、智能化设备和无人机应用成为可能, 从而提供了更全面、可靠的安全保障措施, 极大地提升了矿下作业的安全性和生产效率。

关键词: 煤矿; 5G 通信系统; 安全技术; 要求; 检验方法

引言

随着科技的不断进步和发展, 煤矿行业也在逐步实现数字化转型。在这个过程中, 煤矿通信系统的安全性和稳定性显得尤为重要。特别是在引入 5G 技术后, 如何确保煤矿 5G 通信系统的安全, 成为一个不可忽视的问题。本文将重点探讨煤矿 5G 通信系统安全技术要求和检验方法。

1. 煤矿 5G 通信系统安标管理方案

煤矿 5G 通信系统按照安标新产品审核发放模式 II 进行审核和发放。在满足《煤矿 5G 通信系统安全技术要求》和《矿用产品安全标志审核发放实施规则 (通讯系统及装置)》(ABCZ-MA-HAA-2017-01) 的前提下, 发放 2 a 有效期的安全标志新产品证书。随着煤矿 5G 技术的发展, 安标管理方案可能会做出相应调整。煤矿 5G 通信系统产品名称型号执行 MT 286—1992《煤矿通信、自动化产品型号编制方法和管理方法》的规定, 对于符合要求的煤矿 5G 通信系统及组成设备, 在原型号后加 (5G) 以示区别, 例如 KT28E(5G) 和 KT659(5G)。

煤矿 5G 通信系统接入公网的设备应按国家有关规定取得进网许可证, 在原型机上进行防爆改造后接入公网的设备, 应在受控件明细表中注明原型机的名称、型号和进网许可证号, 受控类别为 C 类。有源天线应单独申办矿用产品安全标志, 产品名称规范为“功率放大器”。无源天线暂不办理安全标志, 作为基站的受控部件, 其技术指标应在基站技术文件中明确。在保证安全性和降低风险的前提下, 开展煤矿井下 5G 产品安标申请的受理和审核发放工作, 满足了企业取得煤矿 5G 通信系统安标证书的需求^[1]。



图 1 5G + 智能化煤矿

2. 煤矿 5G 通信系统安全技术要求

2.1 网络安全

在构建煤矿 5G 通信系统的过程中, 提升其网络安全防护是极为重要的一个方面。网络安全问题不仅仅包括数据泄露和网络攻击, 还包括其他潜在的风险, 因此, 保障煤矿的通信系统免受各种威胁, 必须采取多层次且全方位的策略。先进的加密技术, 如公共基础设施 (PKI) 以及量子密码学, 在此背景下的应用可以提供更高的安全性。通过实施强有力的加密措施, 不仅能够有效地阻止非法访问或恶意活动对数据造成威胁, 同时也可保护矿工个人信息及企业关键信息不被窃取。除了先进的加密技术外, 设置防火墙与入侵检测系统同样必要, 这些措施可以在网络边界形成坚固的安全屏障。入侵监测系统可实时分析数据流量模式和异常行为, 并即时报告可疑活动, 帮助快速响应各类安全威胁。防火墙的作用主要体现在过滤进出流量, 阻挡非法侵入, 维护内部网络环境的安全。二者结合起来, 能够在很大程度上增加网络抵御风险的能力, 减少外部恶意用户入侵的可能性, 从而进

一步增强整个煤矿通信系统的可靠性与稳定性。

2.2 设备安全

为了确保设备的长期稳定运行并显著延长其使用寿命，设备必须严格遵循相关的国家标准和行业规范。这样的规定涵盖了设计、生产乃至维护的各个方面，旨在保证每台设备的质量与性能。国家标准的设立意味着所有制造出来的设备都需要经过一系列的严格检测和审核，这在一定程度上保障了设备的基础性能符合社会和市場的基本需求。此外，设备在面对严苛的工作环境时也必须表现出足够的耐久性与可靠性，特别是那些暴露在恶劣环境中运行的关键系统。这就意味着设备的设计与制造必须满足高标准的物理防护等级需求。举例来说，高温、潮湿或存在大量尘埃的环境中工作要求所使用的设备需特别耐腐蚀和密封良好。这样可以避免外部环境中的因素，比如水汽侵蚀、粉尘污染等导致的故障发生，从而确保其能够在极端条件下持续正常运转。

设备还需要满足防爆性能的要求，确保设备能在特殊环境中安全可靠地工作。很多采矿场景下，存在着易燃易爆气体和其他潜在的危險，如果设备无法达到防爆标准则极易发生严重事故。因此，制造商必须严格把控每个生产和组装阶段，并通过专业的第三方验证和认证，确认每件产品都具有可靠的防护能力。例如通过使用隔爆、增安型或其他有效的防爆措施，来确保即使在高风险环境下使用设备也能大大降低安全事故发生的概率。这种对安全性能的高度注重，不仅提升了设备的安全水平而且也有助于保障工作人员的人身安全^[2]。除此之外，在进行设备选型过程中还要考虑到未来可能的发展和升级需求，以确保长期来看依然能满足新的规范与安全要求。选择具备良好扩展性和兼容性的系统解决方案有助于企业在面临不断变化的生产条件下，始终保持设备的最佳运行状态和技术领先。

2.3 抗干扰素力

煤矿环境中充满了复杂而多变的因素，包括地下各种自然现象及矿井内作业过程产生的各类干扰源。在这样的条件下，5G 通信系统的稳定性显得尤为重要。为了确保煤矿作业中数据传输、远程控制和其他关键操作不受影响，这一类系统的通信品质必须保持极高水准。为此，强大的抗干扰素力成为该类设备的一项基础但至关重要的特性。这意味着系统在遭遇电磁干扰、物理遮挡以及其他不利状况时依旧能够维持良好的信号质量和服务性能。除了需要卓越的整体通

信稳定性和抗干扰力，5G 煤矿通信系统还应当集成高度智能化的功能，比如自动识别和切换频段的技术。这一功能可以极大地增强设备的环境适应性和灵活性。在矿山实际运作中常常会遇到不同干扰情况频繁变动的问题，若依赖固定频率运行，一旦某个频段受到强干扰就有可能导致大面积通信中断。因此引入动态频谱管理策略，当探测到当前频段存在明显干扰时，设备能够迅速分析环境信息并通过算法优化决策来无缝切换至其他可用的频率范围工作，从而最大程度减小信号中断的可能性和由此引发的安全风险。自动化的频段识别与切换机制不仅可以提升整个通信网络的工作效能，还能有效简化运维工作，减少由于人工监控调整频段带来的延误和误判概率。



图 2 5G 通信系统

3. 煤矿 5G 通信系统检验方法

3.1 网络安全性检验

为了全面评估并提高系统安全性，采用网络渗透测试等方法进行深入分析是非常必要的。这包括识别潜在的安全漏洞以及评估系统在面对攻击时的抵抗能力。渗透测试是一种主动查找和测试安全弱点的技术手段，可以帮助安全专家了解当前安全架构可能存在的脆弱点，从而使技术人员能在这些漏洞被真正利用前进行修复。在执行这类测试的过程中，应重点关注系统的各个层，包括但不限于操作系统、应用程序和服务。通过模拟攻击行为，不仅可以检测已有的防护措施是否足够严密，还能够发现在正常运营状态下难以察觉的风险点。除此之外，在对整个网络安全设施进行全面评测的过程中，也需注重具体设备，特别是防火墙及入侵监测系统功能的实际表现，确保它们在日常工作中能发挥应有作用，并及时阻止恶意流量的进入，降低潜在危害。在安装和配置过程中严格按照最佳实践标准操作能够大大提高这些设备的效果。此外定期更新签名数据库以保持对最新威胁的认知同样重要^[3]。通过对这些设备功能的真实测试，可以验证其

在真实场景中的保护效果，进而采取针对性的优化措施以强化整体网络安全态势。与此同时，加密技术作为保障数据安全性的另一项关键技术，需要对其在实际使用中展现的加密效果予以严格审查。有效的数据加密不仅可以避免数据泄露或窃取事件的发生，也能在很大程度上减少因数据完整性被破坏而导致的问题。因此，不仅应该检验用于加密的关键组件如加密算法的有效性和强弱，还需检查加密过程本身是否稳定可靠，确保在整个数据生命周期中的所有阶段均能得到有效保护。

3.2 设备性能检验

对于设备的各项性能指标进行详尽的检测至关重要。检测范围涵盖设备的电气性能以及其特有的防爆性能等多个方面。这一系列严格的检验不仅涉及理论与实验仿真分析，同时也包括实际应用场景下的性能验证，以确保设备能适应复杂多变的操作环境，并充分契合实际的应用需求。通过实验室中的仿真分析，技术人员能够细致地调整参数并观察设备反应，这为发现潜在问题提供了有力手段。在此基础上进行的实地测试，则可以更全面地考察设备面对真实工况的能力，如温度波动、湿度变化和振动冲击等因素如何影响其性能表现。为了达到这一目的，我们需设计合理的测试方案，针对不同的应用场景模拟特定的操作条件，如高海拔地区的气压变化或湿热区域可能产生的腐蚀等问题。在模拟环境下，工程师会仔细监控和记录相关数据，确保设备各组成部分能够有效协同工作。而在实地环境中，则通过对实际操作数据及运行结果的深入分析，进一步校准和完善上述检测结论。

3.3 抗干扰能力检验

在模拟的复杂电磁环境下，进行系统抗干扰能力的测试是不可或缺的一步。采用无线电干扰设备生成多种类型的干扰信号，观察并记录这些干扰信号对系统稳定性和整体性能的影响。这种测试方法可以全面了解设备在遭遇电磁波、脉冲或频率噪声等干扰因素时的行为，为确保其能够在恶劣

环境下依然维持正常运行提供重要的数据支持。除了在实验室内进行模拟测试外，还需通过实地测试评估系统应对现实复杂环境的能力。此类实地环境包括但不限于工业区、交通枢纽及人口密集的城市中心，因为这些场景可能存在众多电子设备的交叉干扰。实地测试有助于获得更接近实际使用情况的数据和现象分析，这对于系统优化和性能改进而言至关重要^[4]。除了检测系统抵抗外界干扰的能力，还需验证其频率切换和频段自适应机制的表现。具体来说，系统需要能够在各种信号环境下快速、准确地调整工作频率，自动选择合适的传输频段来减少衰落影响和避免同信道或邻近频道之间的干扰问题。这种能力可以通过设置不同强度与频率的信号源来反复触发测试，从而观察设备能否迅速识别干扰并高效切换至最优通信路径。

4. 结论

综上所述，煤矿 5G 通信系统的安全技术要求和检验方法对于保障煤矿行业的安全生产具有重要意义。在实际应用中，应严格遵守相关技术要求和检验标准，确保系统的安全性和稳定性。同时，随着技术的不断进步和发展，煤矿行业应不断更新和完善相关技术标准和检验方法，以适应不断变化的市场需求和技术环境。

参考文献：

- [1] 常琳, 郑慧莹, 李鸣. 煤矿 5G 通信系统的安全性研究 [J]. 煤矿安全, 2021, 52(8): 137-141.
- [2] 王斌. 智能矿井安全生产管理信息共享模型研究 [J]. 技术与创新管理, 2019, 40(06): 703-708.
- [3] 王国法. 智慧煤矿与智能化开采关键核心技术分析 [J]. 煤炭学报, 2019, 44(01): 34-41.
- [4] 郑小磊, 梁宏. 煤矿 5G 通信系统安全技术要求和检验方法 [J]. 工矿自动化, 2021, 47(3): 9-13, 33.

作者简介：

王三民 (1983.05-), 男, 汉族, 河南封丘, 大学本科, 工程师, 现在从事煤炭行业、煤矿机电。