

Research on Optimization and Upgrade Strategy of Railway Private Network Communication System

Guangcun Xu

Guoneng Huangda Railway Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257100, China

Abstract

The railway private network communication system is an important component of ensuring railway transportation safety and improving transportation efficiency. With the increasing demand for railway transportation and the rapid development of information technology, the existing railway communication system is facing problems such as insufficient bandwidth, poor compatibility, and network latency, and urgently needs to be optimized and upgraded. This paper provides a detailed analysis from three aspects: system architecture optimization, communication protocol upgrade, and network security enhancement. It explores how to improve the reliability and efficiency of railway private network communication systems through the introduction of new technologies, adjustment of network structure, and strengthening of security mechanisms. Research has shown that communication systems based on distributed architecture and advanced security protection strategies can significantly improve the performance and stability of railway communication systems, providing strong support for the modernization of railway transportation.

Keywords

railway private network; communication system; optimization strategy; upgrade plan; network security

铁路专网通信系统的优化与升级策略研究

徐广村

国能黄大铁路有限责任公司, 中国·山东 东营 257100

摘要

铁路专网通信系统是保障铁路运输安全、提升运输效率的重要组成部分。随着铁路运输需求的增加和信息化技术的迅速发展, 现有的铁路通信系统面临着带宽不足、兼容性差、网络延迟等问题, 亟须进行优化与升级。论文从系统架构优化、通信协议升级以及网络安全性提升三方面进行了详细分析, 探讨了如何通过新技术的引入、网络结构的调整以及安全机制的强化来提高铁路专网通信系统的可靠性与效率。研究表明, 基于分布式架构的通信系统以及先进的安全防护策略, 可以显著提升铁路通信系统的性能和稳定性, 为铁路运输的现代化发展提供强有力的支撑。

关键词

铁路专网; 通信系统; 优化策略; 升级方案; 网络安全

1 引言

铁路专网通信系统是铁路行业信息化、智能化发展的核心基础设施之一, 承担着列车调度、信号传输、数据交换等关键任务。随着铁路运输需求的增长和技术的飞速演进, 传统的铁路通信系统已难以满足高效、安全、可靠的运输需求。现阶段, 铁路通信系统在数据传输速度、网络延迟、带宽容量及安全性等方面存在瓶颈, 影响了整体铁路运输的智能化水平。如何针对这些问题进行有效的优化与升级, 成为推动铁路行业可持续发展和保障铁路运营安全的关键课题。

2 系统架构的优化

在铁路通信领域, 面对日益增长且更加复杂多元的需求, 传统的集中式架构已无法满足大规模数据传输与处理的挑战, 因此, 高效稳定的通信网络布局的构建变得迫在眉睫, 当前系统若转向采纳分布式结构设计, 将显著提升性能与效率, 通过分布式架构, 计算和通信功能得以分散到众多节点, 有效减轻系统负载压力, 从而显著提升系统的响应速度和稳定性^[1]。

在采用分布式架构模式中, 系统的数据处理性能得到大幅提升, 相较于集中式架构, 后者将数据处理集中于单一节点, 容易在数据量增加时出现处理瓶颈, 尤其在需求高峰时段, 现有的系统处理能力不足以应对剧增的数据负载, 通过分布式架构, 数据可分散至各个节点处理, 既减轻了单一节点的压力, 又实现了多节点并行处理, 从而显著提高了数

【作者简介】徐广村(1981-), 男, 中国天津人, 本科, 工程师, 从事铁路通信研究。

据传输的效率。

铁路通信系统面临动态变化的需求，尤其是在高速铁路和长距离跨区域线路中，实际应用场景推动通信系统不断扩展和调整，分布式架构提供灵活性，允许根据需求增加或减少系统节点，从而避免对整体架构进行剧烈变动，并减少了维护和扩展成本。

铁路通信系统的持续运作依赖于其稳定性，而分布式架构能显著增强这种稳定性及系统的容错能力，当系统中某个节点出现故障时，其他节点仍能正常工作，保障整个系统运行的连续性，这样的设计确保了即便在部分节点出现问题时，铁路通信系统也能高效且稳定地运行，避免了运营中断所引发的一系列严重问题。

3 通信协议的升级

铁路专网通信系统中，作为系统内部数据传输与交互的基础规则，通信协议扮演着关键角色，它直接影响着网络的互通性、数据传输的效率以及系统的稳定性，现代铁路系统对高速、大规模数据传输提出了挑战，传统的通信协议在这方面已显不足，尤其是在带宽利用率和传输延迟，及系统兼容性方面，铁路专网通信系统的性能提升及其对未来发展的适应性，关键在于通信协议的升级。

3.1 提升带宽利用率

在新型通信协议中，提高带宽的使用效率被置于关键目标之列，铁路系统在智能化转型过程中，涌现了诸如车载视频监控、实时列车数据采集，以及调度中心与车站间高速数据交换等多种应用，在有限的频谱资源条件下，传统通信协议难以满足这些迅猛增长的新兴应用对带宽需求的高效率数据传输要求。

在铁路领域，传统的通信架构依赖于狭窄的频带进行信息交换，由此导致的数据传输能力低下，无法满足高数据量传输的需求，在现代铁路系统中，加入了大量的高清监控视频和实时环境监测数据等大数据量应用，这使得通信系统的带宽利用率需要进一步提高，面对此一挑战，更新通信协议成为不可或缺的策略，引入5G技术的新型通信协议，利用更广泛的频谱资源，通过灵活的频谱分配和多输入多输出技术，大幅提高了数据传输速度和带宽的使用效率^[2]。

动态管理频谱资源，是5G通信协议在高密度环境中提升频谱效率的关键，它允许多个设备同时进行高速通信，铁路系统中大量数据并发传输的需求因此得到满足。例如，运行于高铁列车上的各类传感器和视频监控设备，均需与地面系统维持持续的实时通信连接，5G通信协议能够同时为多个设备提供高效带宽分配，有效防止网络拥塞，从而提升整个通信系统的带宽使用效率。

3.2 降低传输延迟

铁路系统中，安全控制和信号的实时传输至关重要，延迟可能直接影响列车运行，在数据传输方面，传统通信协

议往往因未针对高速实时场景进行优化，导致较高的延迟现象，延迟问题对列车调度的效率产生负面影响，同时在特定紧急状况下，可能对列车运行的安全性构成威胁。

在通信协议的优化过程中，显著减少数据传输的时间间隔，是至关重要的目标之一，通过运用低延迟的通信协议，实现数据传输的实时性，使得系统能够获取列车运行的关键数据，并快速做出相应的处理，在列车自动控制系统中，系统的安全运行依赖于实时数据的传输与判断，如列车的加速、减速以及紧急制动等操作，一旦数据传输出现延迟，系统的响应可能会出现滞后，从而对列车的安全性产生影响。

尤其是5G的现代通信协议，通过引入边缘计算技术并优化数据传输机制，有效减少了传输延迟，5G协议的应用，能够使铁路通信系统的实时性得到显著增强，其时延可降至1ms以下，数据处理借助边缘计算技术，得以在接近数据源的边缘节点实施，这样不仅缩短了数据传输至中央服务器的距离，也减少了传输所需的时间，继而降低了传输时延，针对需要在短时间内进行精确操作的列车调度和实时控制等领域，所进行的改良措施，具有关键性的作用。

3.3 提高协议兼容性

铁路通信系统的顺畅运作依赖于众多子系统和设备的协同工作，这些子系统和设备之间的互相连接是系统稳定运行的基石，不同厂商生产的各类设备，因采用各异通信标准和协议，使得设备间兼容性较低，影响了系统通信效率，并有可能引发通信中断或数据丢失问题。

铁路专网中，为了实现各类设备与系统间的无缝配合，升级通信协议成为一项关键举措，其目标在于提升系统间的兼容性，在通信领域，协议的设计必须涵盖广泛的兼容性，以便为现行设备与系统提供支持，并确保与未来设备之间的无缝对接，这一设计旨在规避协议不兼容引发的必需的大规模设备更新换代和高昂的系统重构费用。

在设计新型通信协议的过程中，制定一致的标准化接口至关重要，这有助于实现不同制造商和不同系统间的顺畅合作。例如，国际标准化组织(ISO)和国际电信联盟(ITU)等机构，针对铁路通信系统的特定需求，已经制定了一系列统一的通信协议标准，这些规范在确保当前系统协同性的同时，也为未来系统的演进提供了充足的弹性空间，铁路部门采纳一致性规范，能够促进不同设施与系统间实现信息的互相关通，从而增强整个体系的功能对接与协同工作能力。

铁路系统的实际运行环境需要被升级的通信协议纳入考量，铁路系统包含诸多固定要素如车站、信号塔等，以及可移动装备如列车、轨道传感器等，这些构成了一个复杂的整体，设备在多样化的作业条件下运行，各自拥有独特的网络要求，因此通信协议必须能够展现出一定的调整能力和多变性，为了保障各种设备在最佳状态下进行通信，通信协议需要具备动态调整通信参数的能力，并能适应设备和环境的不同。

3.4 保障系统的平滑过渡

通信协议的升级并非单次性操作，此过程应确保与现行系统的兼容，并逐步实现向新协议的平稳过渡，铁路部门内部网络的通信设施，许多硬件设施的更换周期较长，而现行通信协议仍基于老旧标准，新制定的通信协议需要兼容旧有协议，以保障系统升级过程中连续无故障运行。

故此，系统的迭代更新应当采纳逐步演变的方法，即采取分步骤的方式推出新的通信协议，在维持现行通信协议稳定运作的基础上，稳步推进系统的改进过程，采取此方法，能规避同时替换所有设备所诱发的巨大经济负担及潜在技术性问题，借助网关或中间件技术，打造新旧协议的桥梁，为不同设备和系统之间的通信提供转换，保障系统的顺利过渡。

在新一代通信协议刚被采纳之时，可利用双协议堆栈机制，以此兼容既有旧版本协议设备，同时服务新协议设备，在大多数设备完成更新换代之后，逐步废止旧有通信协议，推进整个系统的深入改革，通过平滑过渡的方法，能显著减少协议升级的风险与成本，保障铁路通信系统的持续稳定运行^[1]。

4 网络安全性的提升

铁路机构对专门网络的通讯体系进行了技术升级，随着这一升级，系统遭遇的安全威胁逐步上升，在当代，传统的仰赖物理分隔及基础防火墙的安保策略，已不再能高效对付多变的网络攻击及数据安全风险，在改善过程中，关键的一环是增强铁路通信系统的安全功能，在铁路通信系统中，对列车位置、速度及调度信息等关键数据进行加密处理，是首要的安全保护任务，若数据遭受未经授权的取得或修改，将可能触发一系列重大的安全事件，在数据传输环节，利用量子加密或对称加密等尖端技术，能够有力地防止数据被未经授权的第三方截获与篡改，从而保障信息的安全与完整。

在涉及网络安全的领域，确保身份的准确验证是系统安全防护的关键所在，在互联网环境中，传统的认证机制容易被攻克，这可能导致恶意分子伪装成正规用户，从而触发数据的外泄或者系统的失灵，为此，借助生物识别技术以及数字凭证的融合验证方式，旨在增强信息安全保护措施，确保仅有得到授权的用户能够接触关键资料，在网络空间安全领域，构建能够精确进行活动监控及入侵侦测的系统，对于即时追踪网络行为、快速辨识并防范潜在威胁，起到了关键性的作用，利用先进的人工智能技术，此系统能对数据进行深入分析，自主识别潜在的攻击模式和威胁，并迅速采取保护措施，从而有效降低网络风险。

针对铁路通信系统，应进行周期性的安全评估审核与漏洞检测，用以发现并修复系统安全缺陷，借助模拟攻击测试，可以对现行安全策略的有效性做出评价，并且根据新近出现的安全威胁，及时调整应对策略，构建应对突发安全事件的快速反应系统，以实现可能对造成损害的情况进行及时控制和最小化处理，铁路通信系统的安全维护，涉及对工作人员周期性地实施安全认知教育，系统安全依赖于员工的行为和决策，员工是构成安全防线的基石，经过专业训练，员工能有效辨别网络环境中常见的诸如钓鱼邮件和恶意软件等安全威胁，并实施恰当的防御手段。

为了确保铁路通信系统的安全性能得到持续的优化与提升，必须与其所遵守的国家及国际网络安全标准保持一致，并严格遵从业界最佳实践与规范，铁路部门通过与专业安全机构建立合作，能够接触并利用最新的安全信息和技术支持，有效防御多种安全威胁，进而全面提升铁路通信系统的安全防护能力，在铁路通信领域，安全性能的全面提升涉及广泛的工程措施，包括但不限于数据加密、身份验证、监控检测、安全审计、应急响应、员工培训以及行业标准的遵循。为了保障铁路运输的安全性及效率，必须确保铁路通信系统在应对不断增加复杂性的网络环境中，能够持续提供稳定及安全的服务。

5 结语

铁路专网通信系统的优化与升级不仅是技术发展的必然需求，也是保障铁路运输安全、提升运输效率的重要手段。论文通过对系统架构优化、通信协议升级和网络安全性提升三方面的探讨，提出了适应当前铁路行业需求的优化策略。分布式架构的引入不仅增强了系统的扩展性和容错能力，还提升了数据传输效率；通信协议的升级则有效解决了带宽不足和延迟问题，保证了系统的高效运行；而通过强化数据加密、身份认证及网络监控等安全机制，进一步提升了铁路通信系统的整体安全性和可靠性。未来，随着物联网、人工智能等新兴技术的持续发展，铁路专网通信系统将面临更多的创新和挑战。通过不断引入先进技术，优化系统结构和安全策略，铁路专网通信系统必将能够更好地满足高速铁路和智能铁路的需求，为现代化铁路运输提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 崔毅夫. 铁路通信系统中光纤通信技术运用分析[J]. 中国信息界, 2024(5):61-63.
- [2] 马腾飞. 铁路通信信息技术的发展与应用[J]. 中国信息界, 2024(5):210-212.
- [3] 呼元. 光纤通信技术在铁路通信系统中的应用[J]. 数字通信世界, 2024(8):130-132.