

# 浅析城市轨道交通信号系统互联互通

张阳海

重庆市轨道交通(集团)有限公司 重庆 400000

**摘要:**目前,城市轨道交通网络逐渐趋向于规模化、网络化方向发展,城市轨道交通网络化运营方式对互联互通的要求日渐提升。基于此,本文介绍了城市轨道交通信号互联互通建设必要性,分析了信号系统互联互通建设中的问题,并针对城市轨道交通信号系统互联互通技术应用进行了探讨,以推动城市轨道交通工程的持续发展,提升运营效率与服务水平具有重要意义。

**关键词:**城市轨道交通;信号系统;互联互通

## 引言

随着城市化进程的加速,城市轨道交通作为缓解城市交通压力、优化城市空间布局的重要手段,其重要性日益凸显,信号系统作为城市轨道交通的“神经中枢”,其互联互通水平直接关系到整个系统的运行效率与安全性。因此,深入研究和探讨城市轨道交通信号系统的互联互通技术,对于提升城市轨道交通的整体运行水平、推动城市交通的可持续发展具有重要意义。

### 1 城市轨道交通信号互联互通建设必要性

随着城市化进程的加速和人口的不增长,城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分,其建设与发展日益受到人们的关注,其中,信号系统作为轨道交通的“大脑”,其互联互通建设显得尤为关键。(1)信号互联互通建设是实现城市轨道交通网络化的基础,传统的城市轨道交通信号系统往往是各自为政,不同线路、不同厂商之间的信号系统难以实现互通,这不仅导致了资源的浪费,也限制了城市轨道交通的运营效率。通过信号互联互通建设,不同线路、不同厂商的信号系统可以实现无缝对接,从而形成一个统一的、高效的城市轨道交通网络。这不仅提高了运营效率,也方便了乘客的出行。(2)信号互联互通建设有助于提升城市轨道交通的安全性,在传统模式下,由于信号系统的不统一,不同线路之间的列车调度、安全运行控制等方面存在一定的风险;而通过信号互联互通建设,可以实现列车运行信息的实时共享和交互,使得调度人员能够更准确地掌握列车的运行状态,及时作出调度决策,从而降低了安全风险。(3)信号互联互通建设也是实现城市轨道交通可持续发展的关键,随着城市轨道交通规模的不断扩大,对信号系统的要求也越来越高。通过信号互联互通建设,可以实现资源的共享和优化配置,降低建设和运营成本,提高运营效率;并且,这也为未来的城市轨道

交通发展提供了更多的可能性,如跨线运营、线路拓展等,为城市的可持续发展注入了新的活力。(4)信号互联互通建设对于推动相关产业的技术创新也具有重要作用,随着信号互联互通建设的不断深入,相关的技术研发、设备制造、系统集成等产业也将得到快速发展,这不仅有助于提升我国在城市轨道交通领域的国际竞争力,也为相关产业提供了更多的发展机遇。最后,从乘客体验的角度来看,信号互联互通建设也具有重要意义。通过实现信号系统的互联互通,乘客可以更加便捷地换乘不同线路,减少了换乘等待时间,提高了出行效率。

### 2 信号系统互联互通建设问题分析

#### 2.1 信号系统技术标准问题

随着城市轨道交通的蓬勃发展,网络化运营已成为提升交通效率和乘客体验的关键,然而,不同厂商和线路间信号系统技术标准的差异性,正成为阻碍这一进程的主要障碍。技术标准不统一所带来的问题不容小觑,它使得各线路间的信息传递受到阻碍,影响了列车运行的实时性和准确性。这不仅对日常运营管理造成困扰,更在紧急情况下增加了安全风险,此外,缺乏一致性的标准还会导致系统集成的难度加大,成本上升,甚至可能需要进行重复投资,这无疑增加了城市轨道交通建设的财务压力。为了解决这些问题,建立统一的技术标准变得至关重要,统一标准能够降低系统集成的难度,减少重复投资,提升列车运行效率和安全性;更重要的是,统一的技术标准为未来轨道交通的持续发展提供了可能,它使得城市轨道交通可以灵活适应日益增长和多变的交通需求。

#### 2.2 通信协议和数据差异

在城市轨道交通网络的运营中,一个微小的细节却有可能关系到整个系统的巨大效率和安全性:那就是系统间通信协议与数据格式的统一。当各种不同厂商提供

的线路和系统因标准不一而无法高效对接时，信息传递的错误和延迟就可能导致列车晚点、调度混乱甚至安全事故。事实上，信息传递的准确性是影响城市轨道交通运行效率的关键因素之一，一旦出现数据解读错误或者传输失败，轻则导致旅客等待时间延长，重则可能引发连锁反应，危及行车安全。因此，行业内迫切需要制定统一的通信标准，以期达到不同系统间的无缝衔接，从而确保信息传递的准确无误。这不仅仅是技术上的改进，更是对公共安全负责的体现。此外，信息安全的重要性在现代社会愈发凸显，城市轨道交通系统涉及大量敏感数据，包括乘客信息、运营状态等，一旦被非法窃取或篡改，后果不堪设想<sup>[1]</sup>。所以，构建一个坚固的防护机制，以防止数据泄露和非法侵入成为必不可少的环节，这既是对乘客隐私的保护，也是确保运营稳定的基础。

### 3 城市轨道交通信号系统互联互通技术应用探讨

#### 3.1 全局列车运行计划智能编制

传统的列车运行计划编制，往往受限于人工经验和局部数据的限制，无法精准、高效地适应城市轨道交通网络的复杂多变。而全局列车运行计划智能编制技术的崛起，正是为了解决这一难题，推动列车运行计划的编制走向智能化、自动化，这项技术引入了大数据和人工智能等前沿科技，实现了对全局列车运行数据的实时采集、分析和处理。通过这些数据的深度挖掘，智能编制系统能够更加准确地把握线路条件、客流需求、列车性能等多种因素，从而制定出更加合理、优化的列车运行计划。全局列车运行模型不仅考虑了线路的物理特性，还结合了客流分布的时空变化、列车性能的动态调整等多个维度。利用模型的运算和模拟，系统能够自动生成满足多种约束条件的列车运行计划，实现列车运行的自动优化和调整。在列车实际运行过程中，智能编制系统还具备强大的实时调整能力，它会不断收集实时运行数据，与预设计划进行比对和分析，一旦发现偏差或异常情况，系统能够迅速作出反应，对计划进行动态调整，确保列车运行的准时性和稳定性。全局列车运行计划智能编制技术的应用，不仅提高了列车运行的效率和质量，还为城市轨道交通的运营者带来了更多的商业价值。通过精准匹配客流需求和列车供给，系统能够降低运营成本，提升乘客满意度，为城市轨道交通的可持续发展注入新的动力。

#### 3.2 全局列车运行智能调度

在过去模式下，列车调度主要依赖于调度员的经验和判断，这种方式在面对复杂多变的运营场景时，往往显得力不从心，而全局列车运行智能调度技术的出现，

为列车调度的现代化、智能化提供了强有力的支持。智能调度技术的核心在于引入先进的智能算法和决策支持系统，这些系统通过实时监测列车运行状态和线路条件，能够获取到大量实时、准确的数据，再结合客流预测和列车性能数据，系统可以自动计算出最优的列车调度方案。这种方案不仅考虑了列车的运行效率，还兼顾了乘客的出行体验和安全需求，与传统的调度方式相比，全局列车运行智能调度技术具有诸多优势，它能够实现对列车运行的自动调度和优化，减少了人为因素的干扰，提高了调度的准确性和效率；而且，智能调度系统可以根据实时运行数据对调度方案进行动态调整，无论是面对突发情况还是运营需求的变化，系统都能够迅速作出反应，确保列车运行的平稳和安全<sup>[2]</sup>。全局列车运行智能调度技术还能够降低调度员的工作负担，在传统的调度模式下，调度员需要时刻关注列车的运行状态和线路条件，进行大量的计算和判断，而智能调度系统的引入，使得这些繁琐的工作得以自动化完成，调度员只需关注系统的运行情况和异常处理，大大减轻了工作负担。此外，智能调度系统还可以与其他管理系统进行集成，实现信息的共享和协同工作，提高整个运营管理的效率和水平。

#### 3.3 列控系统云化

在以前的列控系统中，车载计算机和地面信号设备形成了一个分散的控制网络，负责监控列车的速度、位置和状态，确保列车按照既定的路径安全高效地运行。然而，随着交通量的增长和铁路网络的扩张，这种传统架构面临着越来越多的挑战，硬件设备的处理能力受限，在应对高峰期大流量数据时容易出现瓶颈；同时，系统的升级和维护也越来越复杂，成本不断上升。云计算技术的发展为列控系统带来了新的解决方案，将列控系统迁移到云平台后，可以利用云的弹性资源进行大数据分析、存储及计算任务，有效应对复杂多变的铁路运行环境。云平台的资源可以按需分配，不仅提高了资源的利用效率，还能根据需求快速扩展，从而适应不同的运行需求。另外，依托于大数据分析和人工智能算法的帮助，云平台可以预测和调节列车的运行状态，优化行车指令，提前响应潜在的风险和冲突，从而显著提升运营的安全性能，例如，在紧急情况下，云化的列控系统可以迅速计算并执行最佳的制动策略，保障旅客的生命安全。值得注意的是，云化列控系统还降低了对物理硬件的依赖，减少了长期维护和更新的成本，由于云服务的集中管理特性，系统的稳定性和可靠性得到了加强，即使遇到局部故障，也可以快速进行数据备份和恢复，

保障列车运行不受影响。尽管列控系统云化有着众多优势,但在实施过程中也面临不少挑战。数据的安全性是最大的顾虑之一,云平台必须采取严格的安全措施来防止数据泄露和黑客攻击,此外,数据传输的延迟问题也需要特别关注,任何通信延迟都可能导致严重的后果,所以,高速、可靠的网络连接是实现列控系统云化的基础。

### 3.4 信号转化技术

在复杂的城市轨道交通网络中,不同线路、不同厂商的信号系统可能采用不同的通信协议和技术标准,这使得不同系统之间的信息交互和共享变得异常困难,而信号转化技术的出现,为这一问题提供了有效的解决方案,信号转化技术主要涵盖了协议转换、数据格式转换以及接口适配等多个方面。第一,协议转换是信号转化技术的核心,由于不同信号系统可能采用不同的通信协议,因此需要通过协议转换技术,将这些不同的协议进行转换,使得信息能够在不同系统之间自由流通。这就像是不同语言之间的翻译,使得不同系统能够“听懂”彼此的信息。第二,数据格式转换也是信号转化技术的重要组成部分,不同信号系统可能采用不同的数据格式来存储和传输信息,为了实现信息的共享,需要通过数据格式转换技术,将这些不同的数据格式进行统一转换。这样,不同系统就能够读取和理解彼此的数据,从而实现信息的无缝对接。第三,接口适配也是信号转化技术不可忽视的一环,不同信号系统可能采用不同的接口标准和规范,这导致在物理连接上存在差异,通过接口适配技术,可以设计出通用的转换接口,使得不同系统能够方便地连接在一起,实现信息的实时交互。信号转化技术的应用,不仅打破了不同系统之间的技术壁垒,还提高了信息传输的效率和准确性,通过信号转化技术,不同系统之间的信息能够快速、准确地传递和共享,为行车组织提供了有力的技术支撑。这使得列车能够更加高效、安全地运行,提高了城市轨道交通的整体运营效率和服务水平。

### 3.5 互联互通系统功能分配

在构建这一复杂而精细的系统时,我们必须深入考虑不同系统间的功能划分与协同工作,以确保整个信号

系统能够高效、稳定地运行。(1)明确各系统在互联互通中的职责和定位至关重要,每个信号系统,无论其类型或厂商,都应在整体互联互通中发挥其独特的作用,这意味着,我们需要精确界定各个系统的功能边界,确保它们能够按照预定的协议和标准进行信息交互和共享。这就像是精心编排的交响乐,每个乐器都有其独特的音色和旋律,共同演奏出和谐的乐章。(2)建立统一的管理和调度平台是实现全局列车运行计划和调度优化的关键,这个平台应具备强大的数据处理和分析能力,能够实时收集各系统的运行数据,进行深度挖掘和分析,从而制定出最优的运行计划和调度方案,这不仅能够提高列车运行的效率和安全性,还能为乘客提供更加舒适、便捷的出行体验。(3)安全保障机制的建立同样不可忽视,信号系统作为列车运行的关键支撑,其安全性和可靠性直接关系到乘客的生命财产安全,因此,在互联互通功能分配中,我们必须充分考虑各种安全风险因素,制定相应的安全措施和应急预案<sup>[3]</sup>。通过先进的技术手段和管理措施,确保信号系统在各种复杂环境和突发情况下都能保持稳定运行。

### 结语

综上所述,城市轨道交通信号系统互联互通是提升城市轨道交通整体运营效率和服务质量的关键所在。通过全局列车运行计划智能编制以及全局列车运行智能调度、列控系统云化、信号转化技术、互联互通系统功能分配等措施的应用,能够更好地满足城市发展和人们出行的需求。未来,我们应继续加强技术创新和标准化建设,推动信号系统互联互通向更深层次发展,为城市轨道交通的可持续发展注入新的活力。

### 参考文献

- [1]李维锋.城市轨道交通信号系统互联互通解决方案[J].数字通信世界,2021,(05):90-91+93.
- [2]张平.轨道交通互联互通自动信号系统的应用研究[J].决策探索(中),2021,(03):75.
- [3]朱鹏飞.轨道交通信号系统互联互通关键技术研究[J].现代经济信息,2021,(13):373.