

# 地铁信号ATS系统更新改造的探讨

李 怡 马学仁 杨 波

西安市轨道交通集团有限公司 陕西 西安 710000

**摘 要：**随着城市化进程加速和地铁交通快速发展，地铁信号ATS系统作为轨道交通自动化控制的核心，面临更新改造的迫切需求。本文探讨了ATS系统的定义、功能、工作原理及其在城市交通中的重要地位，分析了既有系统存在的问题与不足，以及更新改造的背景与必要性。同时，详细阐述了更新改造中的关键技术、面临的挑战与对策，旨在为地铁信号ATS系统的升级优化提供理论参考和实践指导，确保地铁交通的安全、高效与可持续发展。

**关键词：**地铁信号；ATS系统；更新改造

引言：地铁作为现代城市交通的重要组成部分，其运营效率与安全性直接关系到城市的交通流畅与居民出行体验。地铁信号ATS系统作为轨道交通自动化控制系统的核心，其性能和稳定性对地铁运营至关重要。随着技术的不断进步和运营需求的日益增长，既有ATS系统亟需更新改造以适应新挑战。本文将从系统概述、背景分析、关键技术及挑战与对策等方面，深入探讨地铁信号ATS系统更新改造的必要性和实施路径。

## 1 地铁信号 ATS 系统概述

### 1.1 ATS系统的定义与功能

ATS系统是一种用于轨道交通领域的自动化控制系统。它主要承担以下功能：（1）远程控制和监控功能。ATS系统能够实时监控列车的运行状态，包括位置、速度、信号设备状态等，并通过远程控制功能对列车进行调度和调整。这种远程监控和控制能力确保了列车运行的安全性和可靠性。（2）自动运行调度和列车调整功能。ATS系统能够根据列车的实际运行情况和预设的运行计划，自动调整列车的运行速度和停站时间，以确保列车按计划有序运行。当列车出现晚点或故障时，系统能够迅速做出反应，调整后续列车的运行计划，减少对整个线路运营的影响。（3）信息管理功能。ATS系统具备强大的信息管理功能，能够收集、存储、处理和分析列车运行数据，为调度人员提供全面的信息支持。这些信息包括列车运行图、信号设备状态、列车早晚点情况等，有助于调度人员做出更加准确的决策。

### 1.2 ATS系统的工作原理与架构

（1）ATS系统的工作原理主要依赖于其与各个子系统的协同工作。这些子系统包括联锁子系统、数据传输子系统。联锁子系统负责确保列车运行的安全，防止列车之间或列车与轨道设备之间的冲突。数据传输子系统则负责将列车的位置、速度等信息实时传输给ATS系统，

以便ATS系统能够实时监控列车的运行状态。（2）在架构方面，ATS系统通常采用冗余网络结构，以确保系统的可靠性和稳定性。冗余网络结构意味着系统中有多个网络通道和节点，当其中一个通道或节点出现故障时，系统可以自动切换到其他通道或节点上，从而确保系统的正常运行<sup>[1]</sup>。

## 2 地铁信号 ATS 系统更新改造的背景分析

### 2.1 地铁交通发展的现状与趋势

随着城市化进程的加速，城市交通压力日益增大，地铁作为城市交通体系中的重要组成部分，其发展状况直接影响到城市交通的流畅性和居民出行的便捷性。近年来，地铁交通在全球范围内呈现出快速发展的态势，各大城市纷纷扩建地铁线路，提升地铁运输能力，以满足日益增长的出行需求。（1）城市交通压力的增大：随着城市人口的不断增加和汽车保有量的快速上升，城市交通拥堵问题日益严重。地铁以其大运量、高效率、低污染的特点，成为缓解城市交通压力的重要手段。因此，地铁交通的发展成为各大城市优先考虑的战略方向。（2）地铁交通的快速发展：为了满足日益增长的出行需求，各地地铁线路不断延伸，形成更加完善的地铁网络。同时，地铁车辆技术、信号系统技术、运营管理技术等也在不断升级，以提高地铁运输效率和服务质量。地铁交通的快速发展为城市居民提供了更加便捷、高效的出行方式，也促进了城市经济的发展。

### 2.2 既有ATS系统存在的问题与不足

（1）设备老化，故障率上升：随着地铁运营年限的增加，既有ATS系统设备逐渐老化，故障率不断上升。这不仅影响了地铁的正常运营，也给乘客带来了不便。同时，设备老化还增加了运营成本和维修难度。（2）系统功能受限，难以满足现代地铁交通需求：随着地铁交通的快速发展，既有ATS系统的功能已经难以满足现代地铁

交通的需求。例如,既有系统可能无法支持更高频率的列车运行、无法实现更加智能化的调度控制等。这些问题限制了地铁运输效率的提升和服务质量的改善。(3) 人性化设计不足,操作界面不友好:既有ATS系统在设计上往往更侧重于功能实现,而忽视了人性化设计。操作界面复杂、不直观,给调度人员带来了较大的操作难度。此外,系统缺乏智能化提示和辅助功能,使得调度人员在面对突发事件时难以迅速做出反应。

### 2.3 更新改造的需求与动力

(1) 提升地铁交通运营效率与服务质量:通过更新改造,可以引入先进的信号系统技术和设备,提高列车运行的准确性和可靠性,从而提升地铁交通的运营效率。同时,优化操作界面和增加智能化功能,可以提升调度人员的工作效率和服务质量,为乘客提供更加舒适、便捷的出行体验。(2) 保障列车运行安全,降低故障风险:更新改造后的ATS系统具备更强的故障检测和预警能力,能够及时发现和处理潜在的安全隐患。同时,先进的信号系统技术和设备可以提高列车运行的安全性和稳定性,降低故障风险,确保地铁交通的安全运营。(3) 适应城市交通发展新趋势,满足乘客出行需求:随着城市交通的不断发展和乘客出行需求的不断变化,地铁交通需要不断创新和升级以适应新趋势。更新改造后的ATS系统具备更强的可扩展性和灵活性,能够支持更多种类的列车运行模式和更加复杂的调度控制需求。这有助于地铁交通更好地适应城市交通发展新趋势,满足乘客日益增长的出行需求。

## 3 地铁信号 ATS 系统更新改造的关键技术

### 3.1 新系统架构与设备选型

(1) 中心化系统架构的应用。在ATS系统的更新改造中,采用中心化系统架构能够显著提升系统的集中控制能力和响应速度。中心化架构通过构建一个高度集成的控制中心,实现对全线列车运行状态的实时监控和调度指挥。这种架构不仅简化了系统结构,降低了维护成本,还提高了系统的可扩展性和灵活性。在设备选型上,应优先考虑高性能、高可靠性的服务器和网络设备。例如,采用主/备双机热备份的ATS主服务器,确保在主服务器出现故障时,备服务器能够迅速接管工作,保证系统连续运行。同时,选用具有冗余电源和磁盘阵列的存储设备,以提高数据的安全性和可靠性<sup>[2]</sup>。(2) 全电子联锁系统方案的选择。全电子联锁系统是实现列车安全运行的关键设备之一。与传统机械联锁相比,全电子联锁系统具有响应速度快、故障率低、维护简便等优点。在ATS系统更新改造中,应优先考虑采用全电子联

锁系统方案,以提高列车运行的安全性和效率。

### 3.2 信号传输与处理技术

(1) 车地报文传输的优化。车地报文传输是ATS系统与列车进行通信的关键环节。在更新改造中,应优化报文传输的协议和算法,以提高传输效率、降低丢包率和误码率。例如,可以采用基于优先级的报文传输策略,确保重要报文能够得到及时传输;同时,可以采用压缩和加密技术来减少报文的大小和提高传输的安全性。

(2) 列车定位与追踪技术的提升。列车定位与追踪技术的准确性直接影响ATS系统的性能和安全性。在更新改造中,应提升列车定位与追踪技术的精度和可靠性。例如,可以采用基于无线通信的定位技术(如LTE-M、5G等),实现列车与地面控制系统的实时交互;同时,可以采用多传感器融合算法来提高列车定位的精度和鲁棒性。

### 3.3 人机界面与操作设计

(1) 人性化界面的设计原则。人性化界面的设计原则包括直观性、易用性、可学习性和可定制性。在ATS系统的更新改造中,应将这些原则贯穿于人机界面的设计过程中。例如,可以采用图形化的界面设计来直观展示列车运行状态和运营信息;同时,可以提供丰富的帮助文档和培训材料来降低操作人员的学习成本。(2) 操作简便性与错误防范机制。为了提高操作简便性和防止操作错误,ATS系统应提供简洁明了的操作界面和清晰的操作流程。例如,可以采用菜单导航和快捷键操作来简化操作步骤;同时,可以采用二次确认机制来防止误操作导致的严重后果。此外,还应提供实时的错误提示和报警信息,以便操作人员及时发现并处理问题<sup>[3]</sup>。

### 3.4 系统冗余与故障处理

(1) 冗余网络结构的设计与实现。冗余网络结构是提高ATS系统可靠性和稳定性的重要手段。在更新改造中,应设计并实现冗余的网络结构,包括冗余的骨干网络、冗余的轨旁网络和冗余的无线网络。这些冗余的网络结构可以在主网络出现故障时迅速接管工作,确保系统的连续运行。(2) 故障预警与快速恢复机制。为了及时发现并处理故障,ATS系统应建立完善的故障预警和快速恢复机制。例如,可以采用基于大数据分析的故障预测算法来提前发现潜在的故障点;同时,可以采用自动重启和故障切换等技术来快速恢复系统的正常运行。此外,还应建立完善的应急处理流程和预案,以便在故障发生时能够迅速响应和处理<sup>[4]</sup>。

## 4 地铁信号 ATS 系统更新改造的挑战与对策

### 4.1 技术挑战与对策

(1) 新旧系统兼容性问题。在ATS系统更新改造过

程中,新旧系统的兼容性问题是一大技术难题。旧系统的数据结构、通信协议及接口标准可能与新系统存在差异,导致数据无法无缝对接,进而影响系统的稳定性和可靠性。为了应对这一挑战,需要在更新改造前进行详细的技术调研和分析,明确新旧系统的差异点和兼容性问题。在此基础上,开发相应的接口转换模块或数据适配器,以确保新旧系统之间的数据能够顺利传输和处理。同时,在新旧系统切换过程中,应采取逐步过渡的方式,减少因系统切换对运营造成的干扰。(2)关键设备的技术选型与验证。关键设备的技术选型与验证是ATS系统更新改造中的另一大技术挑战。选型不当或设备性能不达标,将直接影响系统的整体性能和安全性。为了确保选型的合理性,需要对市场上主流的设备供应商进行充分调研,了解其技术实力、产品性能、售后服务等方面的情况。同时,结合项目实际需求,制定详细的设备选型标准,确保所选设备符合系统要求。在选型完成后,还应对所选设备进行严格的测试和验证,确保其性能稳定、安全可靠。

#### 4.2 组织管理与协调挑战

(1)项目组织架构与人员配置。项目组织架构的合理性和人员配置的有效性是确保ATS系统更新改造顺利进行的关键。不合理的组织架构和人员配置将导致项目进展缓慢、效率低下。为了应对这一挑战,需要建立高效的项目管理团队,明确团队成员的职责分工和沟通机制。同时,根据项目需求,合理配置专业技术人员,确保项目各阶段工作能够顺利进行。在项目执行过程中,还应加强团队建设和培训,提升团队成员的专业素质和协作能力。(2)施工调试与运营协调。施工调试与运营协调是ATS系统更新改造中的另一大组织管理挑战。在施工过程中,如何确保施工安全、进度和质量;在调试过程中,如何确保系统性能稳定、安全可靠;在运营过程中,如何确保新旧系统无缝切换,减少对运营的影响,都是需要重点考虑的问题。为了应对这一挑战,需要制定详细的施工计划和调试方案,明确各阶段的工作内容和时间安排。同时,加强与运营部门的沟通和协调,确

保施工和调试工作对运营的影响降到最低。在调试完成后,还应进行系统性能测试和验证,确保系统性能满足设计要求。

#### 4.3 资金与政策保障

(1)项目投资与资金来源。ATS系统更新改造需要大量的资金投入,如何确保项目投资的充足和资金来源的稳定是一大难题。为了应对这一挑战,需要积极争取政府部门的资金支持,同时探索多元化的融资渠道,如银行贷款、社会资本合作等。在项目执行过程中,还应加强成本控制和预算管理,确保资金使用的合理性和有效性。(2)政府政策与标准支持。政府政策与标准的支持对于ATS系统更新改造的顺利进行具有重要意义。政府应出台相关政策,鼓励和支持城市轨道交通系统的更新改造,同时制定和完善相关标准和规范,确保系统的安全性和可靠性。为了应对这一挑战,需要加强与政府部门的沟通和协调,争取更多的政策支持和标准指导。同时,积极参与行业标准的制定和修订工作,提升行业的整体水平和竞争力。

#### 结束语

地铁信号ATS系统的更新改造对于提升地铁运营效率至关重要。通过引进先进技术,优化系统架构,可显著提高运行安全性和稳定性。尽管面临技术与管理挑战,但通过科学规划与严谨实施,可确保改造项目成功。展望未来,我们应持续创新,优化ATS系统,为乘客提供更安全、高效的地铁服务,推动地铁交通事业迈向新高度。

#### 参考文献

- [1]黄毅,胡文龙.地铁信号系统ATS子系统冗余功能分析[J].科技创新与应用,2020,(10):83-84.
- [2]卢婧琪.地铁信号系统ATS子系统冗余功能分析[J].商品与质量,2020,(12):124-125.
- [3]刘芳.地铁信号ATS系统更新改造的探讨[J].中国科技投资,2021,(23):243-244.
- [4]温彤彤.论地铁信号ATS系统功能与应用[J].科学与财富,2021,(16):179-180.