

城市轨道交通建设弱电系统一体化设计的思考

李天然

重庆交通建设管理有限公司，重庆，401120；

摘要：城市轨道交通是城市公共交通重要部分，可有效缓解交通压力，并且能够优化城市布局，促进城市发展。弱电系统在城市轨道交通中尤为重要，其中包含通信信号、综合监控等多个系统，主要负责信息的传输、处理，有效保证列车的安全运行。弱电系统一体化是在轨道交通中，将各弱电子系统进行融合，从系统工程角度入手，将各个系统统一化处理，进而实现系统之间信息共享，提高城市轨道交通建设水平以及运营效果。

关键词：城市轨道交通建设；弱电系统一体化；设计路径

DOI：10.69979/3029-2727.25.09.041

引言

城市轨道交通在城市中是重要的交通方式之一，有效促进城市发展，为人们出行提供便利条件。其中弱电系统在轨道交通中起到重要作用，可有效保证列车的安全运行。在传统弱电系统设计期间，各子系统处于独立的状态，整体协调性有限，各系统的信息资源不能得到充分利用。而通过制定统一标准规范、设计接口标准化、建立并优化信息共享平台等，可实现弱电系统一体化，促进系统之间信息共享，建立完整的弱电系统。

1 弱电系统一体化设计优势

1.1 提高系统集成度与协同性

弱电系统一体化设计可有效促进各弱电子系统融合，通过统一的架构及接口，实现信息共享，其系统组成如表 1 所示。其中通信系统可以为信号系统提供安全数据传输通道，能够令轨道列车的信息实时传达，进而能够精准把控列车的各项数值。而综合监控系统可将各子系统之间的数据融合，进而可对轨道交通系统进行全面监控，子系统之间可互相监督协同工作，进而可有效保证弱电系统的运行效率以及安全性^[1]。

表 1 弱电系统组成

系统类别	包含子系统	典型供应商	协议标准
通信系统	专用无线、公安通信、乘客通信	华为、中兴、712	TETRA/IP-RAN
信号系统	ATP、ATO、CI、DCS	卡斯柯、交控、众合	IEC 62280
综合监控	EMCS、BAS、FAS、PSCDA	和利时、佳都、南瑞	IEC 61850

1.2 优化资源配置

弱电系统一体化设计可有效将系统内的各硬件设备，以及人力、物力等资源进行统一处理，可有效降低子系统在设计过程中出现重复配置，以及出现相似的软件功能等问题，进而可有效降低建设成本。在设备选择的过程中，可挑选兼容性强以及通用度比较高的设备，有效减少设备种类以及相关数量。而在人力资源方面，弱电系统一体化设计可有效令维护人员对子系统实施统一维护，进而有效保证员工的工作效率，控制运营成本。

1.3 提升系统可扩展性与适应性

城市轨道交通不断发展，同时信息技术也不断提高，弱电系统在发展过程中需要提高其扩展性以及适用性。而弱电系统一体化设计，通过标准化接口以及模块化架构，能够有效促进新功能模块建立，同时促进子系统升级。如在开展智能运维技术期间，可直接将该技术融入弱电系统中，不需要对系统进行大规模设计，进而可有效促进系统符合时代发展。

1.4 增强系统安全性与可靠性

弱电系统一体化设计可通过安全策略以及冗余设计等，有效提高系统的安全性以及可靠性，在各个子系统之间若存在故障信息，则可通过一体化设计实现信息传递以及协同处理。在子系统出现故障时，其他子系统

会连带产生反应，并且及时开启应急处理，进而保证轨道交通系统的安全性。若信号系统出现故障，则通信系统会将故障信息，直接传递给综合系统以及相关操作人员，这时会结合故障的情况及时调整，减少对轨道交通运行以及乘客产生影响^[2]。

2 城市轨道交通建设弱电系统一体化设计路径

2.1 统一规划与顶层设计

2.1.1 建立跨部门协调小组

城市轨道交通弱电系统一体化建设设计中，包含各子系统集成商，运营单位，监管单位等多方主体，将其成立跨部门协同小组，可有效推动统一规划以及顶层设计落实，可有效打破各部门的界限，令各个部门围绕一体化目标协同推进。小组建立后，结合小组各部门的工作内容，制定工作职责，共同统筹规划弱电系统一体化设计工作，并协调各个部门利益以及工作进展等，在设计过程中若出现问题及时解决。例如在项目开展初期，小组需要全面进行调研以及分析，了解子系统在城市轨道交通运营中的位置、关系，进而为后续设计奠定基础。

2.1.2 制定统一标准规范

弱电系统一体化设计期间，制定统一标准规范，可有效保证系统的稳定开展，其中包含设备接口标准、数据格式标准、施工工艺标准等三方面，设备接口标准方面，要明确规定各子系统设备之间的物理接口、电气接口、通信协议等，保证设备实现无缝对接；数据格式标准方面，需要将子系统数据编码、存储格式等进行统一，进而实现数据共享；施工工艺标准方面，需要明确规定弱电系统施工过程中的各项工艺要求，保证施工质量^[3]。

2.1.3 构建总体架构模型

顶层设计需要建立分层分级模块化总体架构，明确各层级的功能边界等，物理层：其核心功能包含终端设备、传输介质、机房设施等。统一规划期间要明确设定设备安装空间，以及管线路由电量容量等；网络层：主要负责数据传输与互联，其中包含骨干网，接入网以及专用通信网等。统一规划期间，要明确各子系统网络的接入规则，如信号系统需要建立独立安全分区，避免造成网络堵塞或者安全风险问题；数据层：可实现跨系统数据采集，以及存储等功能统一规范期间要明确数据格式，如采用 JSON 或者 Protobuf，并统一编码规则、原数据标准，并建立共享数据库等，进而可有效避免出现

数据孤岛等现象；应用层：主要包含各系统业务功能，以及跨系统联动应用等，需要统一应用接口标准，并制定针对性触发条件以及执行流程等。如出现大客流时，AFC 与 ISCS 联动调整闸机放行策略，然后运用通信系统自动推送客流预警信息等。

2.2 优化系统架构

2.2.1 分层分布式架构设计

通过分层分布式架构设计，弱电系统可有效提高系统的扩展性以及灵活性。在弱电系统中各个子系统，会因自身功能的特点处于不同层次，而各个层次会采用标准化接口通信和交互。如将通信系统，信号系统等置于底层，主要负责数据采集以及传输，然后将综合监控系统、自动售票系统等放在子系统上层，主要负责数据处理等。若在系统中增加新功能，只需在相应层次上不断拓展，进而不会影响其他层次的工作。与此同时，该架构设计可运用在系统维护以及管理中，可及时发现各层次存在的故障，并及时安排修复，降低系统维护成本。

2.2.2 融合云计算与大数据技术

将云计算与大数据技术进行融合，可有效提高弱电系统的处理能力，提升系统的智能化水平，在系统一体化设计期间，可采用云计算技术建立统一云平台。该平台可为各系统提供计算资源、存储资源服务。通过该平台可以将数据储存在云端，然后运用云平台做好数据处理以及分析。综合监控系统可通过云平台计算能力，对大量设备所产生的数据、环境数据等进行分析，若发现故障隐患则及时发出预警。大数据技术在系统中，会深入挖掘子系统多元异构数据，并将各项数据进行整合，为运营管理决策提供准确数据支持。

2.3 设计接口标准化

设计接口标准化主要包含物理接口标准化、通信接口标准化、软件接口标准化三方面。首先物理接口标准化，将物理接口标准化设计运用于弱电子系统中，可以有效保障设备有效连接，并且明确规定接口的类型，尺寸等多项参数，令各个设备之间具有互换性。如通信设备以及信号设备连接口可采用 RJ45 接口，并规定引脚定义、传输速率等。其次，通讯接口标准化可有效规范各系统之间的通讯协议数据格式等。同时标准化通信数据格式，能够有效明确数据帧结构字段含义。最后软件接口标准化，可设计标准化软件接口，为各系统软件融

合提供便利条件，可采用面向服务架构的定制统一软件接口规范，各子系统可通过调整接口，实现功能交互以及数据共享。

2.4 建立信息共享平台与交互设计

在弱电系统中建立统一信息平台，可有效促进弱电系统实现信息共享以及信息交互。信息平台中会采用数据采集技术，采集各子系统的数据，然后通过数据分析技术，处理与分析各项数据内容，并将其储存在统一数据库内，运用数据挖掘与分析技术提取出有价值的信息。对列车运行数据与设备状态数据等进行提取分析，也可了解轨道交通的运行状态，并将各项数据发送到各个系统中，实现信息共享与交互。信息共享与交互的过程中，要保障信息安全，可采用身份认证或者访问控制技术等，保障信息的安全以及完整性。并可建立数据备份以及恢复机制，定期备份重要数据，避免出现数据丢失或损坏。同时也要建立信息系统安全预警机制，时刻监督信息的安全情况，若出现风险及时预警，保证数据安全。

2.5 建立安全系统

弱电系统一体化设计期间，要运用故障诊断与容错技术，可及时发现以及处理系统故障。各系统要设计检测模块，可时刻监测设备以及系统的运行情况，然后分析设备参数以及性能指标等，若出现故障则及时分析故障的位置以及原因，然后通过信息预警的方式通知维护人员。容错技术可在系统故障出现时，可保证其他功能继续运行，避免系统出现瘫痪，若信号系统中传感器出现故障，则系统可利用其他传感器做好数据评估，保持列车的运行功能。同时在系统中可建立安全防护体系和保障弱电系统的安全性，在网络方面可以设置防火墙，入侵监测系统等安全设备，可避免出现外部网络攻击等。对于内部网络要限制子系统之间网络访问，进而可有效控制安全风险。作为系统管理人员，要定期对系统的各项数据以及功能进行安全评估，及时发现问题，及时处理，保障系统安全。



图 1 城市轨道交通建设弱电系统一体化设计路径

3 城市轨道交通弱电系统一体化的完善与更新

3.1 构建分立的数据网平台与综合监控系统

3.1.1 分立数据网平台的构建

城市轨道交通中包含多个子系统，每个系统均具有独立的数据传输与处理需求，构建分立数据网平台，可有效为各个子系统，提供专门以及独立的数据传输通道，进而可满足各子系统数据传输差异性要求。如果通信系统，对数据传输的实时性与准确性要求较高，列车运行控制、信号准确传达等，均与高速数据传输有密切关系，那么就应建立分立数据网平台，有效为通信信号系统提供专用的网络通道。如应用光纤网络技术可充分运用带宽大，抗干扰力强等特点，保证信号数据的传输稳定性以及速度。

3.1.2 综合监控系统

综合监控系统具有数据采集与分析功能，可实时采集通信信号、自动售检票、电力监控等各个系统数据，然后对数据进行分析，及时检测设备的运行情况、系统故障隐患等，保障城市轨道交通能够稳定运行。同时综合监控系统，对突发事件也能够及时将各子系统信息进行整合，及时为管理人员提供实时数据。如在发生火灾时，综合监视系统可获取火灾的发生位置以及火势情况，然后可关闭火灾区域通风系统，避免出现烟雾扩散等问题，进而可保证乘客生命安全以及城市轨道交通的正常运行^[4]。

3.2 运营维护体系的升级

3.2.1 建立智能运维平台

智能运维平台可促进弱电系统运营维护体系升级，在平台中可具有监测设备状态以及实行故障诊断、维修

管理等功能，可有效对弱电系统设备进行管理。然后实时收集各系统运行数据，随后采用数据分析技术、人工智能技术对数据进行深入分析，了解各项设备的实际情况，提前检测设备是否存在故障，并为其制定出相关维护计划。例如，智能运维平台根据信号设备运行参数，以及历史故障数据等，通过机器学习算法等创建故障预测模型。在设备运行期间数据出现异常，模型能够及时发出预警令，维护人员提前检查以及维修，避免设备故障对运营产生影响，同时在该平台中还可记录设备维修的各项数据。为后续设备管理提供参考。

3.2.2 加强运维人员培训

弱电系统一体化技术不断更新，运维人员的专业水平与技能也要随之提高，因此要不断重视运维人员的培训工作，令运维人员能够熟悉社会新兴技术以及新设备的使用方式。在培训期间可针对时代发展下大数据、人工智能等技术在弱电系统中的应用方式，以及对设备维护、故障处理方式等内容进行培训。培训期间可采用线上线下混合式教学方式，同时也可采用案例分析教学法，可有效提高培训的效果。在线下可定期建立运维人员技术交流会，可彼此分享经验，了解该行业的动态，不断提高运维人员的技术水平以及个人素质^[5]。

4 结束语

随着城市化不断发展，城市轨道交通作为公共交通

方式，可促进城市可持续性发展。弱电系统作为城市交通的重要部分之一，其中蕴含多个子系统可保证轨道交通的安全。通过统一规划与顶层设计、优化系统架构、设计接口标准化，建立信息共享平台等，可实现城市轨道交通弱电系统一体化设计，能够促进资源整合，提供系统的协调性，进而可有效促进城市轨道交通整体性能提高。

参考文献

- [1] 苏立勇, 申樟虹, 游弋, 李名淦, 郭松. 城市轨道交通车站级弱电系统整合模式研究[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(10) : 205-209.
- [2] 陈利栋, 朱金泉. 城市轨道交通弱电系统设计联络会阶段的监理工作探讨[J]. 设备监理, 2024, (03) : 26-28+42.
- [3] 刘海东, 卢萌萌, 苏鹏, 安俊峰, 王建军. 城市轨道交通车站资源集约化管理策略[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(10) : 210-213.
- [4] 张鹏雄, 李正涛. 城市轨道交通建设弱电系统一体化设计的思考[J]. 铁路通信信号工程技术, 2021, 18(08) : 54-56.
- [5] 夏招亮. 城市轨道交通一体化等保方案研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(06) : 216-218.