

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。若信号系统出现障碍,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,需要明确规范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库,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.