

电气自动化设备在城市轨道交通中的实践探究

胡洋 王岩

沈阳地铁集团有限公司运营一分公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 站台门在轨道交通系统中扮演着至关重要的角色, 功能涵盖了乘客隔离、防止意外坠落、降低空调能耗及优化列车运营等多个方面。传统的站台门系统依赖于机械控制及人工操作, 存在故障监测滞后、维护困难及运行效率低等问题。随着电气自动化技术的引入, 智能化控制已使站台门系统得以实现, 实时数据监测、故障诊断与远程调试等功能被集成其中, 设备的可靠性与维护效率得到了大幅提升。随着技术的不断进步, 电气自动化系统的逐步升级, 使站台门成为轨道交通智能化改造中的关键环节, 推动着行业朝着更高效、安全与智能化的方向发展。

[关键词] 电气自动化设备; 轨道交通; 智能化控制

DOI: 10.33142/aem.v6i11.14634 中图分类号: TM76 文献标识码: A

Practical Exploration on Electrical Automation Equipment in Urban Rail Transit

HU Yang, WANG Yan

The First Operation Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Platform doors play a crucial role in the rail transit system, covering functions such as passenger isolation, preventing accidental falls, reducing air conditioning energy consumption, and optimizing train operations. The traditional platform door system relies on mechanical control and manual operation, which leads to problems such as delayed fault monitoring, difficult maintenance, and low operational efficiency. With the introduction of electrical automation technology, intelligent control has enabled the implementation of platform door systems, integrating real-time data monitoring, fault diagnosis, and remote debugging functions. The reliability and maintenance efficiency of equipment have been greatly improved. With the continuous advancement of technology and the gradual upgrading of electrical automation systems, platform doors have become a key link in the intelligent transformation of rail transit, driving the industry towards more efficient, safe, and intelligent development.

Keywords: electrical automation equipment; rail transit; intelligent control

引言

随着城市化进程的加速, 轨道交通已成为缓解城市交通压力、提供高效环保大容量公共运输的重要选择。在轨道交通系统中, 站台门作为保障乘客安全和提高运营效率的关键设备, 设计与运行质量对整个系统的稳定性与可靠性起着至关重要的作用。近年来, 电气自动化技术的迅猛发展, 为站台门系统的设计、运行及维护提供了强有力的技术支持, 不仅提升了设备的智能化水平, 还有效降低了人工操作的复杂性与出错率。对电气自动化设备在站台门中的应用进行研究, 不仅有助于推动相关技术的优化与升级, 而且对轨道交通系统的现代化建设产生了深远影响。

1 电气自动化设备在站台门中的应用

1.1 站台门的电气控制系统

作为站台门高效、安全运行的核心组成部分, 电气控制系统通过与轨道交通列车调度系统、车站监控系统及相关设施的紧密配合, 实现了站台门开关状态的动态调节, 从而确保了乘客安全和列车顺利进出。系统主要由传感器、执行器、中央控制器及电源管理模块等部分构成。传感器负责实时监控站台门的运行状态、列车停靠位置及相关环境参数, 并将监测数据反馈至控制中心; 数据被中央控制

器接收并分析处理随后发出指令, 确保站台门的开闭动作与列车到达时刻高度一致。根据控制器指令, 执行器迅速响应确保门体动作的准确性与稳定性。与此同时, 系统具备了应对突发状况的能力, 在设备故障、紧急停车或其他意外事件发生时, 能够迅速检测到异常, 并采取紧急停运或断开电源等措施, 确保系统稳定运行并防止安全事故发生。随着智能化技术的逐步引入, 站台门电气控制系统现已整合了智能诊断与故障预警功能, 使设备具备了更强的自我调整与问题处理能力。

1.2 电气自动化在保障安全与高效运行中的作用

电气自动化设备在城市轨道交通系统的安全保障与高效运行中扮演着至关重要的角色, 通过实时监测与数据分析, 自动化系统确保了站台门、列车以及信号系统等设备之间的协调配合与精确同步。在列车进站时, 站台门的开闭能够被准确控制, 从而避免了乘客滞留或错过登车的情况。结合车站监控系统的联动功能, 自动化设备根据实际情况调整运行参数, 各环节紧密衔接从而显著提升了运输效率。在安全方面, 电气自动化系统不仅持续监测设备的运行状态, 还具备了迅速应对突发事件的能力。例如, 在发现设备异常或潜在故障时, 警报机制会立即被触发,

系统设置会自动调整或切换至备用模式,确保了运营的连续性,自动化技术通过提高列车运行的精准性,有效降低了人为操作可能带来的风险。

2 站台门设计与实现中的关键技术

2.1 设计要求与技术规范

站台门的设计要求与技术规范是安全性、可靠性及高效性的根本保障。在设计过程中,国家与地方的相关安全标准以及轨道交通行业的规定,必须得到严格遵守,这些标准涵盖了门体尺寸、承载性能、操作频率、抗风能力等具体参数,且必须确保与列车停靠精度的高度匹配。为保障乘客安全,站台门需能够在列车到站时实现与车门的精准对接,从而避免潜在的夹伤或其他意外风险。在技术实现方面,站台门的设计需充分考虑自动化控制系统的兼容性,确保能与车站综合监控系统、信号控制系统及列车调度系统进行高效协同。由于自动化系统对响应速度的要求极为严格,设计方案必须确保站台门的开闭动作与列车车门开闭动作精确同步,避免因不同步而导致的乘客滞留或误操作。设计中还需考虑门体的耐用性及便捷的维护特性,高抗腐蚀性及耐磨损性材料的选择,使其能够在多种环境下稳定运行,通过集成状态监控系统,设备的运行情况能被实时反馈,便于维护人员迅速诊断并解决问题,从而提升运营效率。节能与环保也在设计中占有重要地位,低功耗电动驱动装置及智能感应技术的应用,有效地减少了能源浪费。同时,使用可回收材料不仅有助于降低资源消耗,还能减少对环境的影响。

2.2 关键设备与技术选型

在站台门的设计与实施过程中,关键设备的选型与技术方案的确定,对系统性能、运行稳定性以及后续维护效率起着决定性作用。门体材料的选择是一个重要环节,通常应选用高强度且耐腐蚀的材料,如不锈钢或铝合金,以保证在高频使用下的稳定性,并有效抵抗环境的侵蚀。密封性能与抗风能力也需符合相关标准,尤其是在风力较强的地区或高层站台,门体设计必须具备足够的抗风能力以确保安全运行。电动机的可靠性极为重要,性能必须能够应对频繁开关带来的长期负荷,驱动系统还应支持智能化控制,能够与车站自动化管理系统联动,确保站台门与列车停靠时间精准匹配。自动化控制系统的性能也对站台门的运行起着至关重要的作用,该系统需集成实时监测与远程控制功能,通过传感器或摄像设备获取列车位置、站台门状态及乘客流量等信息,并迅速做出开关决策。具备自诊断功能的控制系统,不仅能够快速检测故障并报警,还能在必要时切换至备用运行模式,从而降低运营中断的风险。所选的控制装置,如PLC(可编程逻辑控制器)必须具有高度的稳定性与长期持续工作的能力以确保系统的可靠性。设备之间的接口设计也是选型过程中不可忽视的环节,接口需具备跨平台兼容性,能够与信号系统、综合

监控系统等车站其他设备高效集成,进而构建起协调运行的综合交通体系。

3 站台门的运行维护与故障诊断

3.1 常见故障及其自动化监控与排查

在站台门的运行过程中,由于设备长期高频使用,一些常见故障的出现是难以避免的。常见故障类型包括电气控制系统故障、锁紧机构故障、驱动机构故障、传感器故障以及门体运行卡滞等。电气控制系统故障通常表现为整侧站台门无法正常开关或站台门系统无法给出关闭锁紧信号,这类问题一般由电气元件损坏、接线松动或控制器故障引起。锁紧机构故障、驱动机构故障时,单个门体的运动往往不平稳,可能伴随噪音增大、卡顿、无法开启或关闭现象,这些问题通常是由电动机故障、电磁锁故障、传动装置磨损或润滑不足所导致。传感器故障则可能导致系统无法准确检测门体位置,从而影响门体的开关控制。门体运行卡滞一般是由于门体运行过程中与其他门体结构摩擦产生阻力,进而使得开关动作不顺畅。自动化监控系统在应对这些常见故障时发挥了至关重要的作用,通过在设备关键部位布设传感器,系统实时采集设备的工作状态数据,如电流、电压、门体位置及速度等,并将这些数据传输至中央控制系统,通过对数据的分析,系统能够迅速识别异常情况并启动预警机制^[1]。例如,当电机负载过大时系统会自动检测到电流异常,并通过报警提示维护人员;当传感器反馈数据异常时,系统会立即进行自检并分析故障类型。此外,故障排查系统通常配备自诊断功能,能够根据故障代码快速定位问题。通过控制系统的远程诊断功能,维护人员可实时查看设备运行状态并进行故障分析,显著减少了传统人工排查所需的时间与精力。例如,当系统检测到某个传感器故障时,自动化系统不仅会发出警报,还会显示故障传感器的具体位置及相应的故障信息,从而帮助维护人员迅速采取应对措施。

3.2 故障处理与电气自动化的支持

故障处理在站台门的运行维护中占据核心地位,通过迅速而准确地诊断与解决问题,系统停运时间得以有效减少,从而保障地铁运营的顺畅。在这一过程中电气自动化系统发挥了至关重要的作用,凭借先进的自动化技术不仅加快了故障诊断的速度,还能够提供高效的解决方案,从而确保故障能够迅速得到修复。当站台门发生故障时,自动化监控系统通过实时反馈的数据,如传感器和控制单元的监测信息,首先检测到异常并生成报警信息^[2]。例如,当电机出现过载时,电流变化将立即被监测到,系统随即记录并标明故障类型及可能的位置。同时,系统将根据预设的故障排查逻辑进行初步分析,如果是某个设备部件损坏导致的问题,系统会自动提示需要检查的部件,并提供故障代码及修复建议。确认故障后,电气自动化系统可通过远程控制或局部自动恢复功能,迅速调整或重启设备,

确保其正常运行。对于一些非紧急故障,系统能够自动切换至备用设备,以维持站台门的部分功能,从而最大程度减少对乘客和运营的影响。对于需要人工干预的故障,系统提供的数据支持能够帮助维修人员更高效地定位问题,从而提高故障处理效率。故障处理完成后,电气自动化系统依然持续发挥作用,所有的故障数据、维修记录和处理过程都会被自动存储,以供后续分析与优化,这些记录不仅有助于分析设备故障的根本原因,还为设备的维护与升级提供了依据。通过积累和分析故障模式,自动化系统能够持续优化故障处理策略,提前识别潜在问题进而提升设备的长期稳定性。

4 电气自动化设备提升站台门性能的实践探讨

4.1 设备升级与技术创新

随着技术的不断进步,设备的升级与技术创新在提升站台门性能方面发挥了重要作用。引入先进的电气自动化技术显著提高了站台门的效率、可靠性及安全性,这些升级不仅仅是简单的替换,更是对系统智能化、自动化水平的提升。智能控制技术的发展使得现代站台门广泛应用人工智能(AI)与大数据分析,运行不再仅依赖传统硬件控制,而是通过软件系统预测设备运行状态与潜在问题。例如,AI算法综合分析设备的使用频率、故障历史与环境,自动优化运行策略,调整开关时机,减少能耗并延长设备寿命。大数据分析还能提前预测潜在故障,实施预防性维护,避免突发性故障影响运营。物联网(IoT)技术的推广使站台门实现设备间的全面互联,传感器、控制器等设备通过实时数据共享,提升了系统智能化与响应速度。电气自动化技术的创新也推动了硬件设备的优化,先进的驱动电机、传动系统及高效电控单元使门体开关更平稳,减少了机械磨损与能量消耗,提升了稳定性与经济效益。智能化技术还推动了站台门维护方式的转变,人工维护正逐步被智能远程监控与自动化诊断取代。

4.2 电气自动化设备对提高系统效率的影响

电气自动化设备在站台门系统中的应用显著提高了整体运行效率,具体体现在操作精准性、响应速度以及资源优化等方面。通过智能控制技术的引入,站台门系统不仅能够实现自动化与规范化的操作流程,还能减少人为干预带来的误差,从而进一步提升系统的稳定性与一致性^[3]。站台门开关的精准控制得到了电气自动化设备的支持,与列车信号系统的联动,使列车精确停靠后,门体能够迅速与车门同步开启,从而减少乘客的等待时间优化上下车流程,此种协调性提升了列车的周转速度,进而增强了整个

轨道交通系统的运输能力。自动化设备的引入,还大幅提升了系统的响应速度,在突发情况发生时,如列车紧急停车或其他异常状况,站台门能够立即接收指令并及时作出反应,避免事故的进一步扩大。例如,系统在感知到异常冲撞时会迅速锁定门体,防止危险的蔓延,此类反应机制有效保障了站台运行的安全性与高效性。通过实时监控与数据分析,电气自动化设备为资源的合理分配提供了有力依据。系统能够动态采集客流数据、设备状态及环境条件,并根据不同情况调整站台门的开闭策略。例如,在高峰期,门的开启时间会适当延长,以应对更大的客流量;而在低谷期,系统则会缩短门的开启时间,从而优化能效,这一灵活的策略不仅提升了资源使用效率,还有效降低了运营成本。此外,电气自动化设备在确保系统协同运作方面也发挥了至关重要的作用,站台门与监控等设施之间的互联互通,使整个轨道交通系统更加协调。站台门的状态数据会实时传输给其他设备,确保在列车进站前,环境已完成调整安全检测已成功进行,进一步提升了系统的整体效率。

5 结语

电气自动化设备在城市轨道交通中的应用,尤其是站台门系统中的实践极大地提升了系统的安全性与可靠性,同时也显著优化了运行效率与维护管理的便捷性。通过对电气控制系统的深入研究、关键技术的合理选型以及完善的运行维护体系,站台门的性能得到了持续提升。设备的升级与技术创新为轨道交通智能化与数字化的发展奠定了坚实的基础。随着电气自动化技术的不断进步,未来在轨道交通领域的应用将更加广泛。对城市轨道交通的安全性、高效性与可持续运行,将提供更加有力的支持。

[参考文献]

- [1]程广洋.电气自动化设备在城市轨道交通中的实践探究[J].人民公交,2024(16):110-112.
- [2]戴文通.电气自动化设备在城市轨道交通中的实践探究[J].人民公交,2024(10):79-81.
- [3]郝凯华,雷霆,乔梁,等.电气自动化设备在城市轨道交通中的实践探究[J].电子元器件与信息技术,2023,7(11):182-184.

作者简介:胡洋(1984.3—),毕业院校:西南交通大学,所学专业:物流工程,(中级职称是交通工程专业,副高评交通工程专业),当前就职单位:沈阳地铁集团有限公司运营一分公司,职务:副总经理,职称级别:现职称中级,待评:副高。