

如何提升轨道交通地铁站台门系统的安全性与可靠性

李章滔¹ 陈瑞松²

1. 宁波英普瑞特供应链管理有限公司 浙江 宁波 315000

2. 宁波中车时代电气设备有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：本文旨在探讨提升轨道交通地铁站台门系统安全性与可靠性的策略。文章首先强调了站台门系统在保障乘客安全和提高运营效率方面的重要性。随后，分析了当前站台门系统面临的主要安全和可靠性挑战，包括技术故障、人为操作错误以及紧急情况下的响应能力。文章提出了一系列提升措施，包括技术创新、维护策略、安全培训和法规遵从。最后，文章讨论了实施这些措施的潜在影响，并对未来的研究方向提出了建议。

关键词：轨道交通；站台门系统；安全性；可靠性；系统优化

引言

在轨道交通系统中，地铁站台门是保障乘客安全、提高运营效率的关键设施。随着技术的发展和乘客需求的提高，站台门系统的安全性与可靠性已成为行业关注的焦点。本文将探讨影响站台门系统安全性与可靠性的因素，并提出相应的改进措施，为轨道交通安全运营提供参考。

1 站台门系统安全性与可靠性的重要性

1.1 安全性与可靠性的定义

安全性与可靠性是评估站台门系统性能的两个核心指标。安全性指的是站台门系统在正常使用过程中保护乘客免受伤害的能力，包括防止乘客意外跌落轨道、防止乘客在列车运行时进入轨道等。可靠性则是指站台门系统在规定时间内无故障运行的能力，涉及到系统的稳定性、维护性和维修性^[1]。一个高安全性的站台门系统能够确保乘客在站台区域内的安全，而高可靠性的系统则能够保证站台门的正常运作，减少因故障导致的延误和中断。安全性与可靠性的定义不仅包括技术层面的要求，还涉及到乘客的心理感受和信任度。乘客对站台门系统的信任是基于系统能够持续、稳定地提供安全保障的能力。

1.2 安全性与可靠性对运营的影响

站台门系统的安全性与可靠性对轨道交通的运营有着深远的影响。首先，一个安全的站台门系统能够显著

降低事故率，减少人员伤亡和财产损失，这对于维护轨道交通的声誉和吸引乘客至关重要。其次，高可靠性的站台门系统能够减少因故障导致的运营中断，提高列车的正点率，这对于提高运营效率和乘客满意度具有直接影响。站台门系统的安全性与可靠性还会影响到运营成本。一个经常发生故障的系统需要更多的维护和修理，这不仅增加了直接的维修成本，还可能导致乘客投诉和法律责任，从而增加间接成本。相反，一个高可靠性的系统能够降低这些成本，提高运营效益。在紧急情况下，站台门系统的安全性与可靠性尤为重要。例如，在火灾或恐怖袭击等紧急情况下，站台门系统需要能够快速响应，为乘客提供安全的逃生通道。因此，站台门系统的设计和必须考虑到这些极端情况，确保在紧急情况下能够保护乘客的安全。

2 站台门系统面临的挑战

2.1 技术故障的常见类型

站台门系统在技术层面的故障是影响其安全性与可靠性的重要因素。这些技术故障可以分为几个常见类型，包括机械故障、电子故障和软件故障。机械故障通常涉及门的物理组件，如电机、齿轮、皮带和门体本身。这些部件可能因为磨损、老化或损坏而导致门无法正常开启或关闭。电子故障则涉及控制站台门开关的电子系统，包括传感器、控制器和电路板。这些故障可能是由于电压波动、电路短路或元器件失效引起的。软件故障则涉及到控制软件的编程错误或系统兼容性问题，可能导致系统无法正确响应指令或执行错误操作。为了减少这些技术故障，站台门系统的设计和制造需要采用高质量的材料和先进的制造工艺，同时还需要定期的维护和检查。此外，采用冗余设计和自我诊断功能可以提高系统的容错能力，确保即使部分组件发生故障，系统

作者简介：姓名：李章滔，1994年2月9日 男 汉族 籍贯：四川省内江市 学历：本科 职务职称：无 研究方向：机电工程

姓名：陈瑞松，1992.07.23 男 汉族 籍贯：湖南省永州市 学历：本科 职务职称：助理工程师 研究方向：机电系统集成

仍能继续运行。

2.2 人为操作错误的影响

人为操作错误是站台门系统面临的另一个挑战。这些错误可能来自于操作人员的失误，如错误地输入指令、未能正确监控系统状态或在紧急情况下作出不当反应。人为错误也可能来自于乘客的行为，如强行推门、阻挡门关闭或在门开闭时穿越。这些行为不仅可能导致站台门系统故障，还可能对乘客自身和他人造成伤害。为了减少人为操作错误，需要对操作人员进行严格的培训和考核，确保他们熟悉站台门系统的操作程序和紧急响应措施^[2]。同时，通过在站台门系统上安装警示标志和自动语音提示，可以提醒乘客正确使用站台门，避免不安全行为。此外，通过监控摄像头和传感器技术，可以实时监控站台门区域的情况，及时发现并阻止潜在的危险行为。

2.3 紧急情况下的响应能力

站台门系统在紧急情况下的响应能力是其安全性与可靠性的重要组成部分。在火灾、恐怖袭击或其他紧急情况下，站台门系统需要能够迅速响应，为乘客提供安全的逃生通道。这要求站台门系统具备快速释放门锁和自动开启所有门的能力，以便乘客能够迅速撤离。为了提高紧急情况下的响应能力，站台门系统需要设计有紧急逃生程序，并与车站的其他安全系统（如火灾报警系统、紧急广播系统）集成。此外，定期的紧急疏散演练可以帮助检验站台门系统的性能，并训练操作人员和乘客在紧急情况下的正确反应。通过这些措施，可以确保站台门系统在紧急情况下能够有效地保护乘客的安全。

3 技术创新在提升安全性与可靠性中的作用

3.1 传感器技术的应用

传感器技术在站台门系统中的应用是提升其安全性与可靠性的关键技术创新之一。传感器作为智能监测的“触手”，能够实时收集站台门系统的运行数据，包括门的开关状态、驱动电机的负载情况、门体的物理位置等。这些数据对于预防性维护和故障诊断至关重要。例如，红外传感器可以检测是否有乘客或物体阻挡在门关闭的路径上，从而避免夹伤乘客或损坏物品。压力传感器可以感应门上的压力变化，确保在紧急情况下快速释放门锁，保障乘客安全撤离。温湿度传感器则有助于监测站台环境，为空调系统提供调节依据，提高能效。通过这些传感器收集的数据，中央控制系统能够实时监控站台门的状态，通过智能算法分析处理，实现对站台门系统的智能化管理。传感器技术还可以与人工智能算法相结合，实现对站台门系统故障的预测。通过分析传感

器数据的趋势和模式，系统可以预测潜在的故障并提前进行维护，从而减少意外故障的发生，提高系统的可靠性。

3.2 智能化监控系统的集成

智能化监控系统的集成是站台门系统技术创新的另一个重要方面。这种系统集成视频监控、数据分析和远程控制等多种技术，能够提供对站台门系统的全面监控和管理。视频监控系统可以实时捕捉站台门区域的图像，通过图像识别技术，自动识别异常行为，如乘客推门或强行进入轨道等。这些监控数据与传感器数据一同被收集，通过大数据分析技术进行深入分析，以识别潜在的安全隐患和维护需求。智能化监控系统还可以实现远程控制功能，操作人员可以在中央控制室远程监控和控制站台门的开关，这在紧急情况下尤其有用。例如，在火灾或其他紧急疏散情况下，操作人员可以远程打开所有站台门，以便乘客快速撤离。智能化监控系统的集成不仅提高了站台门系统的安全性和可靠性，还提高了运营效率和乘客体验。通过智能化监控，站台门系统能够更加灵活地响应不同的运营需求和紧急情况，确保乘客安全和运营顺畅。

3.3 故障预测与健康管理技术

故障预测与健康管理技术（PHM）是站台门系统技术创新的前沿领域。这项技术通过收集和分析站台门系统的运行数据，预测潜在的故障和性能退化，从而实现预防性维护。PHM技术的核心在于使用先进的数据分析算法，如机器学习和深度学习，来分析传感器数据和历史维护记录。通过这些算法，系统可以识别出故障发生的模式和趋势，预测未来的故障，并推荐最佳的维护策略。这样，维护团队可以在故障发生之前采取行动，减少意外停机时间，提高系统的可靠性。PHM技术还可以与智能化监控系统集成，提供更加全面的健康管理解决方案。例如，系统可以实时监测站台门的关键部件，如电机和门锁，评估它们的健康状况，并在需要时自动触发维护工作^[3]。这不仅提高了站台门系统的可靠性，还降低了维护成本，因为维护工作可以更加有针对性和高效。总之，技术创新在提升站台门系统的安全性、可靠性中发挥着至关重要的作用。通过应用传感器技术、集成智能化监控系统和采用故障预测与健康管理技术，站台门系统能够更加智能、高效和安全地运行，为乘客提供更加可靠的服务。

4 维护策略与安全培训

4.1 定期维护与紧急维修策略

定期维护是确保站台门系统长期安全运行的关键策略之一。这种策略涉及对站台门系统进行周期性的检查

和保养,以防止小问题演变成大故障。定期维护包括对门体、电机、传感器、控制系统等关键部件的检查,以及对润滑系统、紧固件和磨损部件的更换。通过这种方式,可以确保站台门系统的各个部件都在良好的工作状态,减少意外故障的风险。紧急维修策略则是指在站台门系统发生故障时的快速响应措施。这要求维护团队能够迅速诊断问题、采取行动,并尽快恢复站台门的正常运行。紧急维修策略应包括故障报告机制、快速响应流程、备件管理以及与供应商的紧密合作。通过有效的紧急维修策略,可以最大限度地减少故障对运营的影响,确保乘客安全。为了实现这些维护策略,需要建立一个综合的维护管理系统,该系统能够跟踪维护历史、预测维护需求,并优化维护资源的分配。

4.2 安全操作培训的重要性

安全操作培训对于站台门系统的安全性至关重要。操作人员是站台门系统日常运行的直接管理者,他们的操作技能和应急处理能力直接影响系统的安全性能。因此,对操作人员进行定期的安全操作培训是必不可少的。安全操作培训应包括对站台门系统的基本操作流程、故障诊断、紧急情况处理以及安全规程的全面教育。通过模拟各种故障和紧急情况,培训可以提高操作人员的实际应对能力。此外,培训还应涵盖最新的安全法规和技术更新,确保操作人员的知识与行业发展保持同步。

4.3 应急预案的制定与演练

应急预案是站台门系统安全管理的重要组成部分,它为应对突发事件提供了明确的行动指南。应急预案应包括火灾、恐怖袭击、自然灾害等多种紧急情况的应对措施,以及疏散乘客、保护设备和恢复正常运营的具体步骤。应急预案的制定需要综合考虑站台的布局、乘客

流量、周边环境等因素,确保在紧急情况下能够迅速有效地执行^[4]。预案应详细描述各个部门和人员的职责,以及与外部救援机构的协调机制。除了制定应急预案,定期的应急演练也是提高站台门系统安全性的关键。通过模拟紧急情况,演练可以检验预案的有效性,发现潜在的问题,并提高员工的应急响应能力。演练还应包括对乘客的应急指导,如通过广播系统和标识引导乘客安全疏散。

5 结论

提升轨道交通地铁站台门系统的安全性与可靠性是一个系统工程,涉及技术创新、维护策略、安全培训和法规遵从等多个方面。通过实施综合性的改进措施,可以有效提高站台门系统的安全性和可靠性,保障乘客安全,提升运营效率。未来,随着技术的不断进步和新标准的制定,站台门系统的安全性与可靠性将得到进一步提升。

参考文献

- [1]张思凯.城市轨道交通信号系统与站台门系统的接口分析[J].城市轨道交通研究,2024,27(11):71-74.
- [2]麻全周,李琛璋,李洋,等.轨道交通站台门PHM智能管理系统设计研究[C]//中国国际科技促进会智慧城市轨道交通专业委员会.智慧城市与轨道交通2024.天津智能轨道交通研究院有限公司;中国铁道科学研究院集团有限公司城市轨道交通中心,;2024:7.
- [3]马燕妮.城市轨道交通站台门综合实训系统研究[J].电脑知识与技术,2024,20(21):111-113.
- [4]欧莉,张小春,胡宇丹.城市轨道交通全自动运行系统站台门非正常情况下处置研究[J].运输经理世界,2023,(35):7-9.