

大客流场景下地铁电扶梯故障的乘客疏散

丁耀健

宁波市轨道交通集团有限公司 浙江 宁波 315040

摘要：本文探讨了大客流场景下地铁电扶梯故障对乘客疏散的影响及应对策略。通过分析大客流的特征、地铁电扶梯故障类型与概率，以及故障对疏散的具体影响，文章揭示了地铁电扶梯在关键时刻的重要性及其面临的挑战。文章研究了乘客在疏散过程中的心理与生理特征、决策与行动，以及疏散行为的模拟与仿真。在此基础上，提出应急预案的制定与实施、疏散指示与引导、疏散通道与出口的优化以及乘客教育与培训等具体策略，旨在提高大客流场景下地铁电扶梯故障时的乘客疏散效率和安全性。

关键词：大客流；地铁电扶梯；故障；乘客疏散

引言：随着城市化进程的加速，地铁作为城市交通的重要组成部分，在缓解地面交通压力方面发挥着巨大作用。在大客流场景下，地铁电扶梯故障却成为影响乘客安全疏散的重要因素，地铁电扶梯作为连接站台与站厅的关键设备，其运行状态直接关系到乘客的出行体验和安全。因此，深入研究大客流场景下地铁电扶梯故障的乘客疏散问题，对于保障乘客安全、提高地铁运营效率具有重要意义。本文将从多个方面探讨这一问题，并提出有效的应对策略。

1 大客流场景下地铁电扶梯故障的特点与影响

1.1 大客流的特征分析

大客流是城市地铁系统中常见的现象，尤其在大型文体活动散场时、重要节假日期间或特定时间段（如上下班高峰期）表现得尤为显著。大客流主要呈现以下几个特征：第一，客流密度极高，地铁站台和车厢内常常人满为患，甚至在某些时段会出现极度拥挤的情况。这种拥挤不仅影响了乘客的舒适度，还大大增加了安全风险。第二，大客流具有突发性和时段性。例如，大型活动结束后或节假日期间，客流量会在短时间内迅速增加，给地铁系统的运营带来巨大压力。而一旦活动结束或节假日结束，客流量又会迅速回落。第三，大客流的组成成分复杂，包括购物休闲、旅游观光、通勤上班等各类乘客，他们的出行目的、行为习惯和心理素质各不相同，这也给地铁系统的管理和服务提出了更高的要求。和四，在大客流场景下，地铁电扶梯作为连接站台与站厅的重要交通工具，其运行状态直接关系到乘客的安全和舒适度。因此，对大客流场景下地铁电扶梯故障的研究显得尤为重要。

1.2 地铁电扶梯故障类型与概率

地铁电扶梯故障类型多样，主要包括电气故障和机

械故障两大类。电气故障如控制柜故障、电气开关故障、供电系统故障等，常常由于设备老化、维护不当或外部因素（如雷击、电压波动等）引发。机械故障则包括梯级系统故障、扶手带系统故障、安全保护装置故障等，通常与设备的磨损、使用频率和维护水平密切相关。在大客流场景下，由于电扶梯的使用频率极高，加上乘客流量大，设备磨损和故障的概率也会相应增加。根据统计，地铁电扶梯的故障率往往与使用时间、维护状况、设计质量等因素密切相关^[1]。例如，在一些老旧地铁线路中，由于设备老化严重，电扶梯故障的概率相对较高。另外，大客流场景下乘客的不规范使用行为（如超载、踩踏扶手带等）也可能加剧电扶梯的磨损和故障。因此，加强电扶梯的日常维护和保养，提高设备的质量和设计水平，是降低故障概率的有效途径。

1.3 故障对大客流疏散的影响

地铁电扶梯故障对大客流疏散的影响不容小觑。首先，故障会导致疏散通道受阻，增加乘客的疏散时间。在大客流场景下，如果电扶梯出现故障，乘客只能通过楼梯或其他通道进行疏散，这将大大延长疏散时间，增加安全风险。其次，故障可能引发乘客恐慌和混乱。在大客流场景下，由于人员密集且流动性强，一旦电扶梯出现故障，很可能引发乘客的恐慌和混乱情绪，导致踩踏、摔倒等安全事故的发生。此外，故障还可能对地铁系统的正常运行产生负面影响。例如，如果电扶梯故障导致乘客无法及时疏散到站台或站厅，可能会影响后续列车的正常运行，甚至引发整个地铁系统的瘫痪。

2 大客流场景下地铁电扶梯故障分析

2.1 设备老化及维护不当

设备老化及维护不当是地铁电扶梯故障的主要原因之一。在地铁系统中，电扶梯作为频繁使用的交通设

施,其运行状况直接受到设备老化程度和维护管理水平的影响。随着时间的推移,电扶梯的电气元件、机械部件和传动装置等会逐渐磨损和老化,导致性能下降,故障率增加。例如,电气系统中的继电器、接触器、电机等部件可能因长期使用而出现故障,如接触不良、短路、过热等,影响电扶梯的正常运行。机械部件如梯级链条、滚轮、轴承等也会因磨损而失效,导致梯级运行不平稳、噪音增大甚至脱轨等问题。另外,维护不当也是导致电扶梯故障的重要因素。地铁电扶梯的维护需要专业知识和技能,但部分维护人员可能缺乏足够的培训或经验,导致维护工作不到位。例如,定期的检查和保养可能因时间紧迫或资源不足而被忽视,导致潜在故障未能及时发现和修复。同时,维护过程中的不规范操作也可能引发新的故障或损坏设备。在大客流场景下,设备老化及维护不当可能更加凸显其负面影响。由于客流量大,电扶梯使用频率高,设备磨损速度加快,故障率也随之上升。此时,如果维护管理不到位,故障可能更加频繁且难以预测,给地铁系统的安全运营带来严重威胁^[2]。

2.2 大客流荷载超出设计极限

地铁电扶梯在设计时通常都会考虑一定的荷载限制,以确保其正常运行和安全性能。在大客流场景下,这些设计极限往往被严重挑战。大客流场景下,乘客流量远远超过常规水平,电扶梯可能面临前所未有的荷载压力。特别是在上下班高峰期、节假日或举办大型活动期间,地铁车站常常人满为患,电扶梯的荷载量可能迅速达到甚至超过其设计能力。这种超负荷运行不仅会导致电扶梯性能下降,还可能引发严重的安全隐患。当电扶梯荷载超出设计极限时,其各个部件可能承受过大的压力和应力,导致磨损加剧、温度升高甚至结构破坏。电气系统可能因电流过大而损坏,机械部件可能因摩擦过热而失效,传动装置可能因过载而卡死或断裂。这些故障不仅会影响电扶梯的正常运行,还可能对乘客的安全构成威胁。大客流荷载超出设计极限还可能导致电扶梯的控制系统失灵。在超负荷运行状态下,控制系统可能因过载保护而自动停机,也可能因传感器失效而无法准确感知和响应荷载变化。这都将导致电扶梯无法正常疏散乘客,增加疏散难度和安全风险。

3 大客流场景下地铁电扶梯故障乘客疏散行为分析

3.1 乘客疏散行为的心理与生理特征

在大客流场景下,当地铁电扶梯发生故障时,乘客的疏散行为受到多种心理与生理因素的影响。首先,恐慌和焦虑是常见的心理反应。面对突发故障和密集的人群,乘客可能会感到不安和紧张,这种情绪状态会影响

他们的判断力和行动能力。一些乘客可能会急于寻找安全出口,导致行为上的混乱和无序。生理上,乘客在紧急疏散时可能会表现出一些本能反应,如加速行走、推开周围人群以寻找更安全的逃生路径。此外,由于大客流导致的拥挤和限制,乘客在疏散过程中可能会感到身体不适,如呼吸困难、体力透支等,这些生理因素也会进一步影响他们的疏散效率。了解乘客在疏散过程中的心理与生理特征,有助于地铁运营部门制定更加有效的疏散策略,提高乘客的安全意识和应对能力。

3.2 乘客疏散过程中的决策与行动

在地铁电扶梯故障导致的紧急疏散中,乘客的决策与行动是关键因素。首先,乘客需要迅速判断故障的性质和严重程度,以及自身所处位置的安全性。在行动方面,乘客会根据现场情况选择最佳的疏散路径。这包括避开故障电扶梯,寻找其他楼梯或通道进行疏散,以及遵循地铁工作人员的指示和引导。在疏散过程中,乘客之间可能会形成自发的互助小组,共同应对困难。然而,大客流场景下的疏散往往受到诸多限制和挑战。拥挤的人群可能使疏散路径变得狭窄甚至堵塞,导致疏散速度减慢。另外,乘客之间的信息传递也可能受到干扰,使得疏散过程中的协调和沟通变得困难。地铁运营部门需要加强对乘客疏散行为的研究,了解他们在紧急情况下的决策和行动模式,以便制定更加符合实际情况的疏散预案。

3.3 大客流场景下乘客疏散行为的模拟与仿真

为了更加准确地分析大客流场景下地铁电扶梯故障乘客的疏散行为,模拟与仿真技术被广泛应用于相关研究中。通过构建地铁车站的虚拟模型,并设置不同的故障场景和乘客行为参数,研究人员可以模拟出乘客在疏散过程中的动态变化。模拟与仿真技术不仅可以展示乘客在疏散过程中的行为特征,还可以评估不同疏散策略的效果。例如,研究人员可以模拟不同的疏散路径、疏散时间和疏散顺序,以找出最优的疏散方案^[3]。同时,他们还可以分析乘客之间的相互作用和相互影响,以及地铁工作人员在疏散过程中的作用和影响;这些模拟与仿真结果可以为地铁运营部门提供宝贵的参考数据,帮助他们制定更加科学的疏散预案和应急预案。另外,这些数据还可以用于培训和演练,提高地铁工作人员和乘客的应急响应能力和疏散效率。

4 大客流场景下地铁电扶梯故障乘客疏散策略

4.1 应急预案的制定与实施

在大客流场景下,地铁电扶梯故障的应急预案是确保乘客安全疏散的关键。预案的制定应综合考虑地铁站

的实际情况、乘客流量、设备状况以及可能的故障类型等因素。预案内容应包括明确的疏散程序、责任分工、通信联络方式和必要的应急设备准备等。实施应急预案时,需要确保所有相关人员(包括地铁工作人员、安全人员和乘客)都了解预案内容,并能够迅速响应。地铁运营部门应定期组织演练,检验预案的有效性和执行效果,同时根据演练结果不断改进和完善预案;在预案实施过程中,地铁工作人员应迅速启动应急机制,通过广播、指示牌等方式向乘客传达疏散信息,引导他们按照预定路线有序疏散。同时,工作人员还需密切关注现场情况,及时处理可能出现的紧急情况,确保疏散过程顺利进行。

4.2 疏散指示与引导

疏散指示与引导是确保乘客在地铁电扶梯故障时能够迅速找到安全出口的关键措施。地铁站内应设置清晰、明确的疏散指示标志,包括指示方向、距离和安全出口等信息。这些标志应设置在显眼位置,以便乘客在紧急情况下能够快速识别;地铁工作人员在疏散过程中应发挥关键作用,他们应接受过专业培训,熟悉地铁站的布局和疏散路线,能够迅速而有效地引导乘客疏散。在疏散过程中,工作人员应保持冷静、镇定,用简洁明了的语言向乘客传达疏散指令,避免造成不必要的恐慌和混乱。另外,地铁系统还可以考虑引入智能疏散指示系统,利用LED显示屏、手机APP等现代科技手段,为乘客提供实时的疏散信息和路径规划,进一步提高疏散效率。

4.3 疏散通道与出口的优化

疏散通道与出口的优化对于提高地铁电扶梯故障时的乘客疏散效率至关重要。地铁站应合理规划疏散通道的宽度、数量和布局,以确保在紧急情况下能够迅速疏散大量乘客。在优化疏散通道时,需要考虑乘客的流动性和疏散速度。通道应足够宽敞,以容纳大量乘客同时疏散;同时,通道的布局应避免死角和瓶颈,确保乘客能够顺畅地流动。地铁站还应设置足够数量的出口和逃生通道,以便在紧急情况下为乘客提供多条逃生路径。这些出口和逃生通道应分布均匀,并与其他交通设施

(如楼梯、电梯、安全出口等)形成有效的衔接;在优化疏散通道与出口的同时,地铁运营部门还需加强对这些区域的维护和保养,确保其处于良好的使用状态^[4]。

4.4 乘客教育与培训

提高乘客的安全意识和自救能力也是大客流场景下地铁电扶梯故障疏散策略的重要组成部分。地铁运营部门应加强对乘客的安全教育和培训,提高他们的安全意识和应对能力;在安全教育方面,地铁运营部门可以通过宣传海报、广播提示、视频短片等形式,向乘客普及地铁安全知识,包括疏散路线、应急设备使用方法以及紧急情况下的自救技巧等。另外,地铁运营部门还可以组织定期的演练和培训活动,邀请乘客参与其中,亲身体验疏散过程,并接受专业人员的指导和培训。这些活动不仅可以提高乘客的安全意识,还可以帮助他们熟悉地铁站的布局和疏散路线,为应对紧急情况做好准备。

结束语

综上所述,大客流场景下地铁电扶梯故障的乘客疏散问题是一个复杂而重要的课题。通过深入分析大客流的特征、地铁电扶梯故障类型及其对疏散的影响,我们得出了一系列应对策略。这些策略包括制定与实施应急预案、优化疏散指示与引导、改善疏散通道与出口以及加强乘客教育与培训等。未来,随着科技的进步和地铁系统的不断完善,相信地铁电扶梯故障的乘客疏散问题将得到更加有效的解决,乘客的安全将得到更加充分的保障。

参考文献

- [1]李微微,楼晓雷,杨文杰,等.大客流场景下地铁电扶梯故障的乘客疏散[J].深圳大学学报(理工版),2024,41(1):83-91.DOI:10.3724/SP.J.1249.2024.01083.
- [2]李琳桦.地铁高架站运营大客流下下客流疏散策略[J].交通企业管理,2022,37(01):101-103.
- [3]陈志洲,李倩.基于乘客心理的城市轨道交通大客流应急疏散策略研究[J].交通企业管理,2022,37(02):91-93.
- [4]熊国强,雷嘉烨.基于大客流下的城市地铁客流应急疏散模型与仿真分析[J].工业工程,2020,23(03):99-106.