

地铁建筑设计中的安全疏散与客流组织优化研究

田 瑞

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 浙江 杭州 311100

摘 要：本文围绕地铁建筑设计中的安全疏散与客流组织优化展开研究。阐述安全疏散基本概念、影响因素与标准，分析疏散设计原则及各设施设计要点；探讨客流组织原则目标，提出高峰时段、换乘站客流优化策略及与应急处理的协调方法。研究表明，通过统筹规划、合理设计及协同管理，实现安全疏散与客流组织的协调整合，能够有效提升地铁运营安全性与效率。

关键词：地铁建筑设计；安全疏散；客流组织；优化研究

1 地铁建筑设计安全疏散相关理论

1.1 安全疏散的基本概念

安全疏散指在火灾、恐怖袭击等紧急事件发生时，将地铁内乘客、工作人员等安全、有序地撤离至安全区域的过程。这一过程涵盖了从事件发生时人员察觉危险，到启动疏散预案，再到人员全部撤离并抵达安全地点的完整环节。其核心目标是最大限度减少人员伤亡与财产损失，保障生命安全。安全疏散涉及多个关键要素，疏散时间是衡量疏散效果的重要指标，包括人员察觉危险的反应时间、开始疏散后的行动时间以及疏散结束后的集合清点时间等。疏散路径则是人员撤离的通道选择，需具备明确性、畅通性和安全性。疏散指挥与引导也是关键，合理的指挥能确保人员有序撤离，避免混乱与踩踏事故发生。在实际运营中，安全疏散是地铁安全保障体系的重要组成部分，其有效性直接关系到地铁运营的安全性和可靠性。

1.2 安全疏散的影响因素

安全疏散受多种因素综合影响。从人员自身角度，乘客的年龄、性别、身体状况、文化背景以及对环境的熟悉程度等都会对疏散产生作用。地铁建筑结构也是重要影响因素。车站的布局形式、空间大小、通道数量与宽度等直接决定了疏散的效率^[1]。复杂的换乘站、多层结构车站，若通道设计不合理，容易造成人员拥堵。设备设施方面，自动扶梯、楼梯的数量与通行能力，应急照明和疏散指示标志的设置情况等，都对疏散有着直接影响。自动扶梯在紧急情况下若不能及时调整为疏散模式，可能会阻碍人员撤离。环境因素如火灾产生的烟雾、高温，恐怖袭击造成的恐慌氛围等，也会干扰人员的正常判断与行动能力，增加疏散难度。疏散预案的完善程度、工作人员的应急处理能力和指挥协调能力等，同样对安全疏散效果有着决定性作用。

1.3 安全疏散标准

为保障地铁安全疏散的科学性与规范性，国内外制定了一系列安全疏散标准。在我国，《地铁设计规范》对地铁安全疏散的各方面作出了详细规定，包括疏散时间要求、疏散通道和出口的宽度、数量等。国际上，美国、英国、日本等国家也都有各自完善的地铁安全疏散标准体系。美国NFPA130《有轨客运系统标准》对地铁疏散通道的耐火性能、疏散指示标识的设置等有着严格要求；日本的相关标准则特别强调在地震等自然灾害情况下的安全疏散措施。这些标准不仅为地铁建筑设计提供依据，也为日常运营管理和应急演练提供规范，确保地铁安全疏散工作有章可循。

2 地铁安全疏散设计分析

2.1 安全疏散设计原则与要求

地铁安全疏散设计需遵循一系列基本原则。首先是以人为本原则，将保障人员生命安全放在首位，在设计中充分考虑不同人群的需求，提供便捷、安全的疏散路径。其次是可靠性原则，确保疏散通道、楼梯、应急照明等设施在任何紧急情况下都能正常运行，具备较高的可靠性和稳定性。同时要遵循系统性原则，将安全疏散设计与地铁整体建筑设计、设备设施配置、运营管理等相结合，形成一个有机整体。另外，还需满足规范性原则，严格按照国家和地方相关标准、规范进行设计，确保疏散设计符合法规要求。在具体要求方面，要合理确定疏散时间目标，根据车站规模、客流量等因素，确保人员能在规定时间内安全撤离。疏散通道和出口应具有足够的宽度和数量，保证人员快速通行。同时要设置明显、清晰的应急照明和疏散指示标志，为人员疏散提供明确引导。

2.2 疏散楼梯与自动扶梯设计

疏散楼梯是地铁安全疏散的重要通道。其设计应满

足宽度要求,一般情况下,楼梯宽度不应小于1.1m,且要根据车站客流量和疏散人数进行合理计算和调整。楼梯的坡度、踏步高度和宽度也需符合人体工程学原理,方便人员快速、安全地上下楼梯^[2]。楼梯间应设置封闭或防烟楼梯间,防止火灾烟雾蔓延,保障人员疏散安全。自动扶梯在日常运营中承担着大量客流运输任务,但在紧急情况下,其功能需进行转换。自动扶梯应具备紧急停止功能,在火灾等紧急事件发生时,能迅速停止运行,并转换为疏散楼梯使用,自动扶梯的数量和布局要合理,与疏散楼梯相互配合,确保在不同客流情况下都能满足疏散需求。

2.3 疏散通道与出口设计

疏散通道是连接地铁各区域与安全出口的重要路径。其设计应保证足够的宽度,根据《地铁设计规范》,单向通行的疏散通道宽度不应小于1.2m,双向通行不应小于1.5m。通道的长度也需进行限制,过长的通道会增加人员疏散时间。同时,疏散通道应保持畅通无阻,不得设置任何障碍物,包括临时摊位、堆放物品等。安全出口是人员疏散的最终出口,其数量和位置至关重要。每个站厅公共区至少应设置2个直通地面的安全出口,且安全出口应分散布置,间距不应小于5m。出口处应设置明显的标识,方便人员识别。对于地下车站,安全出口还需具备良好的防烟、防火性能,确保在火灾等紧急情况下,人员能安全撤离至地面。

2.4 应急照明与疏散指示系统设计

应急照明与疏散指示系统是保障人员在紧急情况下安全疏散的重要设施。应急照明应能在正常照明电源中断后,自动切换并持续提供照明,其照度需满足相关标准要求。在疏散通道、楼梯间、安全出口等区域,应急照明的地面最低水平照度不应低于3lx;在配电室、消防控制室等重要场所,不应低于5lx。疏散指示标志应设置在疏散通道及其转角处距地面高度1m以下的墙面或地面上,间距不应大于20m;对于袋形走道,间距不应大于10m;在走道转角区,间距不应大于1m。疏散指示标志应采用灯光型,且具有明显的箭头指示方向,引导人员向安全出口疏散。同时,疏散指示系统应具备故障自检功能,确保其在任何时候都能正常工作。

3 地铁客流组织优化研究

3.1 客流组织原则与目标

地铁客流组织是保障地铁高效运营的关键环节,需严格遵循有序性、安全性、高效性和服务性四大核心原则。有序性原则要求在日常运营的每个时段,以及火灾、设备故障等应急情况下,都能通过科学的引导机

制,确保乘客如潮汐般有序流动。安全性原则作为首要目标,贯穿于乘客从进站购票、候车乘车,到换乘、出站的全过程。通过合理规划站台边缘与轨道的安全距离、设置防踏空警示标识、安装屏蔽门等措施,全方位防止踩踏、坠落等事故发生,为乘客打造安全的出行环境。高效性原则致力于通过精细化的组织和智能化引导,提升客流输送效率。利用智能闸机快速检票通行,优化列车调度系统,减少乘客候车和换乘时间。服务性原则以乘客需求为出发点,从无障碍通道的设置、母婴候车室的配备,到站内商业设施的合理布局,全方位提供便捷、舒适的乘车环境和人性化服务。客流组织的核心目标在于实现地铁运营的安全、高效、有序。通过大数据分析各线路、站点的客流规律,采用动态调整列车运行图、优化站点设施布局等手段,平衡客流压力。不仅能提升地铁整体运营效率和服务水平,满足日益增长的乘客出行需求,还能通过资源的合理配置,降低运营成本,增强地铁运营的安全性和可持续性。

3.2 高峰时段客流组织优化

高峰时段是地铁运营面临巨大挑战的特殊时期,此时客流如潮水般涌入,车站和列车承载着极大压力。优化高峰时段客流组织,首要任务是加强精准的客流预测与实时监控。借助大数据分析技术,整合历史客流数据、天气状况、节假日安排、大型活动举办信息等多维度数据,构建高精度的客流预测模型,提前掌握高峰时段的客流量峰值、客流分布特点以及客流变化趋势,为应对高峰客流做好充分准备^[3]。在车站入口,限流措施是缓解站内拥挤的有效手段。设置蛇形通道,延长乘客进站路径,控制进站速度;采用分批放行的方式,根据站内承载能力,有序放行乘客。在站厅和站台区域,合理布置醒目的导向标识,增加工作人员现场引导,确保乘客能快速找到候车和换乘位置。针对热门线路和换乘站,通过增加列车发车频率,提高运输能力,减少乘客候车时间。充分利用广播系统、电子显示屏、手机APP等渠道,实时发布列车运行信息、拥挤程度和客流情况,引导乘客合理规划出行时间和路线,错峰出行,从而有效缓解高峰时段的客流压力,保障地铁运营的顺畅。

3.3 换乘站客流组织优化

换乘站作为地铁网络的枢纽,不同线路客流在此交汇融合,客流组织情况复杂多变,其优化工作至关重要。在换乘通道设计方面,秉持人性化理念,通过科学规划线路和空间布局,尽量缩短换乘距离,减少乘客在换乘过程中的行走时间和疲劳感。采用大空间、宽通道设计,设置自动步道等设施,提升换乘效率。同时合理

设置清晰、醒目的换乘指示标识,运用明亮的颜色和简洁易懂的图形,配合语音提示,为乘客提供全方位、无死角的换乘路线引导,确保乘客能准确、快速找到换乘路线。在站台和站厅区域,科学划分不同线路的客流区域是避免客流交叉冲突的关键。通过设置隔离栏杆、地面标识、电子显示屏等方式,将不同线路的进站、出站和换乘客流进行有效分离,形成独立、有序的客流流线。增加换乘站的工作人员配置,在关键位置安排专人疏导客流,及时处理乘客咨询、突发疾病、物品掉落轨道等各类突发情况,确保换乘过程安全、顺畅,提升乘客换乘体验,保障地铁换乘站的高效运营。

3.4 客流组织与应急处理协调

客流组织与应急处理在地铁运营中紧密相连、相辅相成。在日常客流组织工作中,必须具备前瞻性思维,充分考虑火灾、恐怖袭击、设备故障、自然灾害等各类应急情况的发生,将应急处理措施深度融入到日常运营管理的每个细节。在应急处理过程中,客流组织成为保障乘客生命安全的关键环节。一旦发生紧急事件,迅速启动完善的应急客流组织预案。通过广播系统不间断播报应急信息和疏散指令,工作人员深入现场进行引导,利用应急照明和疏散指示系统,将乘客有序疏散至安全区域。同时与公安、消防、医疗等部门建立紧密的联动机制,密切配合,形成应急处理合力,确保应急处理工作高效、有序进行。在应急事件结束后,及时对车站设施设备进行检查修复,评估客流组织和应急处理工作的效果,总结经验教训,迅速恢复正常的客流组织秩序,保障地铁运营尽快回归正轨,为乘客提供安全、稳定的出行服务。

4 地铁建筑设计中的安全疏散与客流组织的协调与整合

4.1 安全疏散与客流组织的相互影响

安全疏散与客流组织相互关联、相互影响。合理的客流组织可以降低人员密度,减少拥挤,为安全疏散创造良好条件。在日常运营中,通过有效的客流引导和管理,使乘客有序流动,当紧急情况发生时,人员能够更快速、顺利地进行疏散。反之,安全疏散设计也会影响客流组织。安全疏散通道、出口的布局 and 数量会限制客流的走向和分布。例如,疏散通道的设置可能会占用一定的空间,影响站厅和站台的布局,从而对客流组织产

生影响^[4]。安全疏散的要求也会对客流组织的方式和策略提出更高的要求,在设计客流组织方案时,必须充分考虑安全疏散的需求。

4.2 协调与整合策略

为实现安全疏散与客流组织的协调与整合,在地铁建筑设计阶段就要进行统筹规划。在车站布局设计时,要综合考虑安全疏散和客流组织的需求,合理规划站厅、站台、通道等空间,使疏散通道和客流通道相互兼容、互不干扰。在设备设施配置方面,要兼顾安全疏散和客流组织的功能。如自动扶梯的设计,既要满足平时客流运输的需求,又要在紧急情况下能够快速转换为疏散设施。应急照明和疏散指示系统的设置,也要与客流组织的导向标识相结合,为乘客提供清晰、明确的引导。另外,还需建立完善的管理机制,加强安全疏散和客流组织的协同管理。制定统一的应急预案,明确在不同情况下安全疏散和客流组织的具体措施和流程。加强工作人员的培训,使其具备安全疏散和客流组织的双重能力,能够在日常运营和应急情况下,有效开展工作,实现地铁建筑设计中安全疏散与客流组织的协调与整合,保障地铁运营的安全、高效。

结束语

地铁建筑设计中,安全疏散与客流组织优化是保障地铁高效、安全运营的关键。本文研究成果为地铁设计与运营管理提供理论参考与实践指导。未来,随着技术发展与城市交通需求变化,还需持续深入研究,结合智能化、数字化手段,进一步完善安全疏散与客流组织体系,以适应不断增长的城市轨道交通运营需求,推动地铁行业可持续发展。

参考文献

- [1]丁小兵,史淦,洪晨,等.地铁安检客流智能引导及组织优化方法研究[J].交通运输系统工程与信息,2023,23(1):123-130.
- [2]叶玉玲,周文涛,何小兵,等.地铁换乘站客流组织仿真优化实例研究[J].交通与运输,2023,39(3):42-47.
- [3]唐学敏.地铁车站大客流组织优化研究[J].价值工程,2023,42(23):50-52.
- [4]王昱人.轨道交通客流组织及优化策略[J].数字化用户,2020,(06):10-10