

高峰时段扶梯运行方向动态调控对站厅客流疏导的作用

赵汝亮

重庆轨道交通运营有限公司运营二分公司 重庆 400010

【摘要】：高峰时段，车站内容流密集，尤其在交通枢纽及繁忙地铁站，扶梯的运行方向调控成为提升站厅通行效率的重要手段。通过动态调节扶梯运行方向，可优化客流分布，缓解特定区域的压力。研究通过模拟分析不同高峰时段扶梯方向切换的效果，结合实际车站数据，探讨了扶梯运行调控的优化策略。结果显示，合理的运行方向调整可显著减少客流集中，提升站厅的疏导能力。本研究为地铁站、机场等场所的智能化运营提供了可行性方案。

【关键词】：高峰时段；扶梯运行；动态调控；客流疏导；智能调控

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.027

引言

高峰时段的公共交通系统往往面临极大的客流压力，尤其是地铁、火车站等交通枢纽。在这些时段，扶梯作为主要的垂直运输工具，其运行方向对客流分布具有重要影响。站厅内的拥堵常常源于扶梯的单向流动，导致部分区域客流集中，无法快速疏导。通过对扶梯运行方向的实时调控，可以灵活应对客流波动，优化站内的空间利用率，提高乘客流动效率。然而，如何在不同的高峰时段合理调整扶梯方向，还需要借助数据分析与智能调控系统的支持。因此，本研究探索了高峰时段扶梯动态调控对客流疏导的具体作用，并提出优化方案，以期对相关交通管理部门提供参考。

1 高峰时段站厅客流特点分析

1.1 高峰时段客流分布特征

高峰时段，尤其是在上下班高峰、节假日等时段，车站的客流量大幅增加，站厅内的客流分布呈现出明显的不均匀性。乘客流量在不同区域、不同时间段之间存在显著差异，客流密集的区域通常集中在进出口、换乘通道和扶梯附近。在早晚高峰期间，进出口往往成为客流的瓶颈，导致这些区域的拥堵现象更加突出。站厅客流具有时段性波动与空间性集聚特征，客流的高峰期往往集中在短短的时间内，这使得客流的疏导难度增大，影响乘客的出行体验和站点的整体运作效率。对这些特点的分析为后续的疏导优化方案提供了数据支持和理论依据。

1.2 扶梯运行对客流的影响

扶梯作为站厅内的重要垂直运输设备，其运行状态直接影响乘客的流动速度和站内的通行效率。在高峰时段，扶梯的运行方向和运行频率对客流的疏导作用尤为重要。单向运行的扶梯可能导致特定区域客流过于集中，进而造成拥堵。在某些情况下，单纯依赖固定方向的扶梯并不能适应客流量的突增，导致乘客的等待时间和通行时间增加^[1]。通过合理调控扶梯的运行方向，可以有效地平衡客流的分布，减少拥堵现象。若站厅内的某一进出口客流过于密集，适时调整扶梯的方向可有效分

散该区域的压力，提升整体客流疏导效率，缓解因扶梯运行不灵活而产生的压力。

1.3 客流集中与疏导难题

在高峰时段，站厅客流的集中性是一个突出的问题，尤其在关键节点如进出口、换乘通道以及扶梯区域，客流的聚集极易导致严重的拥堵现象。客流集中不仅增加了乘客的等待时间，还加剧了车站内的空间压力，影响了运营效率。如何有效分散客流，提升疏导能力，成为交通管理的难题。传统的静态管理方式往往难以应对客流的快速变化，而站厅内的交通设施，如扶梯、自动门等设备的运行方式未必能够及时适应这种突发的客流高峰。此时，基于数据分析的动态调控方案显得尤为重要，它可以根据客流量的变化智能调整交通设施的运行方向，避免单一方向扶梯运行所带来的拥堵，从而解决客流集中和疏导效率不足的问题。

2 扶梯运行方向动态调控的优化方案

2.1 动态调控的基本原理

动态调控的基本原理基于实时监测站厅客流量和扶梯使用状况，通过数据分析和智能算法，灵活调整扶梯的运行方向，以优化站内的客流分布。在高峰时段，车站客流量存在较大波动，传统的固定方向运行方式往往无法适应这些变化。动态调控系统通过设置传感器和监控设备，实时收集进出口、换乘通道及扶梯的流量数据，这些数据经处理后由系统进行决策，判断是否需要调整扶梯的运行方向。系统根据车站客流密度和流动趋势，自动或手动控制扶梯的运行，最大限度地利用空间资源，避免出现局部拥堵现象。智能算法在此过程中发挥关键作用，它能够预测客流的短期波动并及时作出反应，减少乘客的等待时间，确保车站内部的通行效率。

2.2 不同调控策略的比较

多种调控策略可以应用于扶梯的运行方向动态调整，不同的策略在不同的场景下具有各自的优缺点。常见的策略包括基于时间的调控、基于流量的调控和基于混合模型的调控^[2]。基于时间的调控方法通常固定时间段内调整扶梯的运行方向，这

种方式简单易实现，但未必能实时响应客流变化；基于流量的调控则是根据实时客流数据来调节扶梯运行，具有更高的灵活性和实时性，能够更好地应对高峰时段突发客流的挑战；混合模型调控结合了时间和流量因素，旨在达到较为精准的调控效果，适用于复杂场景，但实现难度和成本较高。通过对不同调控策略的比较，能够找到最适合特定车站的优化方案。对于流量波动较大的车站，基于流量的调控策略可能更为高效，而固定时间段内调控更适用于客流变化相对规律的车站。

2.3 动态调控的系统设计

扶梯运行方向的动态调控系统需要综合考虑软硬件配置、数据采集、实时监控、决策支持和执行控制等多个方面。硬件方面，系统依赖于高精度的传感器和监控设备，如红外探测器、视频监控系统等，这些设备能够实时采集站厅内各个区域的客流信息，包括进出站口、扶梯、换乘通道的流量数据。数据采集后，通过中央控制系统进行分析，利用智能算法判断当前的流量情况及流动趋势。基于分析结果，控制系统自动调整扶梯的运行方向，进行实时动态调节。系统设计还应包括一个紧急响应机制，当监测到异常客流情况时，能够快速切换扶梯方向或增加其他设备的辅助支持。为了保证调控的高效性，系统需要与车站的其他交通设施（如自动门、电子显示屏等）协调配合，实现整体优化。设计时还要考虑系统的可靠性和稳定性，避免出现系统故障时影响车站的正常运营。



图1 智慧车站客流感知与自适应管控系统

3 扶梯方向调控对客流疏导的作用分析

3.1 实际案例分析

多个高峰时段的实际案例证明，扶梯方向调控能够显著改善车站内的客流流动性。某地铁站在早高峰期间，通过实时调整扶梯的运行方向，缓解了站厅内的拥堵情况。站厅的客流密集区域，特别是进出口附近，往往成为拥堵的主要来源。在此案例中，结合实时监测数据，调整了多个扶梯的运行方向，使得站厅内的客流得以分流。通过这种动态调整，过于集中的客流被有效疏散到不同的区域，从而使得客流分布更加均匀，乘客的等待时间和拥堵时间大大减少。实施调控后，乘客通行更加顺畅，站厅内的压力得到显著减轻，整体运营效率得以提升。

此类实际操作验证了扶梯方向调控的疏导效果。

3.2 数据模拟与调控效果验证

通过数据模拟，扶梯方向调控的效果得到了进一步验证。在模拟环境中，使用客流量预测模型与扶梯运行调控策略相结合，模拟了不同的客流波动和扶梯运行模式。结果表明，当扶梯运行方向根据实时流量变化进行调整时，站厅的客流量在短时间内能够被有效疏散^[3]。与固定方向运行相比，动态调控减少了特定区域的拥堵程度，提高了整体的流动效率。模拟数据还表明，扶梯调控方案的效果在高峰期尤其明显，能够平衡不同方向的客流，避免了单一方向运行导致的局部积压现象。这一模拟验证了扶梯方向调控在实际应用中的有效性，尤其是在高流量时段。

3.3 优化效果与客流变化

实施扶梯方向动态调控后，车站内客流分布发生了显著变化。调控后的站厅区域客流更加均匀，拥堵问题得到了有效缓解，乘客的等待时间明显缩短。通过对比调控前后的客流数据，发现高峰时段的客流量分布趋于平衡，不再出现局部拥堵的情况。优化后的扶梯调控系统能够根据实时流量调整运行方向，实现了灵活应对高峰期客流波动的目标。站内不同区域的流量分布也呈现出较为合理的模式，从而提高了站厅的通行效率。客流变化趋势和乘客的出行体验得到了明显改善，尤其是在紧急情况下，扶梯的动态调控机制能够有效避免大规模的乘客积压，确保车站运作的高效与安全。

4 车站管理中扶梯运行调控的挑战与解决方案

4.1 调控策略面临的主要问题

扶梯运行方向的动态调控在实施过程中面临多个问题，核心挑战为系统实时响应能力与数据准确性。在高峰时段，车站客流量变化迅速，传统的调控方式往往无法适应这种快速波动。实时数据的收集与处理需要高效的传感器和数据传输系统，然而由于设备老旧或传感器精度不足，可能会导致数据滞后或不准确，从而影响扶梯调控的效果。扶梯数量和布局的差异也使得标准化调控策略难以在所有站点适用，尤其是在客流密集和交通复杂的车站，调控策略的灵活性不足，可能无法达到理想的疏导效果。实施调控时还需要考虑乘客的心理感受与行为反应，过于频繁或剧烈的方向变动可能引起乘客的不适，甚至影响他们的出行效率。

4.2 解决方案及技术实现

解决上述问题的关键在于引入高精度的监控与分析技术。通过升级传感器设备和优化数据传输系统，可以实现对客流动态变化的实时监控，确保调控系统及时响应。为了提升调控效果，需要采用更加智能的算法，通过人工智能技术对客流数据进行深度分析，预测和处理突发的客流高峰^[4]。结合大数据与云计算，可以构建一个高效的调控平台，实现车站各项设备的

统一管理与管理协作。调控策略的实施应注重灵活性与适应性，例如根据不同车站的特点，调整扶梯数量、运行时间和方向。在技术实现上，通过集成自动化控制系统和自适应算法，调控方案能够根据实时数据进行优化，不仅提高疏导效率，也确保乘客的安全与舒适。

4.3 管理机制与执行问题

在扶梯调控的管理和执行过程中，协调和配合问题尤为突出。车站内涉及多个部门和不同层次的管理人员，包括运营管理、设备维护和客流监控等，这些部门之间的沟通与协作常常存在效率低下的情况，导致调控措施的执行不到位。管理机制的完善对于调控系统的顺利运行至关重要。建立一个跨部门的协调机制，确保各部门及时共享信息，并共同处理突发的客流问题，是解决这一问题的关键。扶梯运行调控的执行还需具备灵活性和实时应变能力，在高峰时段，车站应当能够迅速作出决策并实施调控措施。同时，车站工作人员的培训也不可忽视，他们必须熟悉调控系统的操作，并具备应对紧急状况的能力，从而确保扶梯调控系统能够高效稳定地运行。

5 高峰时段扶梯调控优化的应用前景与实践意义

5.1 智能化交通管理的趋势

智能化交通管理已经成为现代城市交通发展的必然趋势。随着物联网、大数据和人工智能技术的进步，车站及其他交通枢纽的运营管理变得更加高效和精准。扶梯运行方向的动态调控正是智能交通系统中的一项重要应用。通过实时数据监测与分析，智能系统能够根据客流的变化灵活调整扶梯的运行方向，从而达到优化车站内部客流分布的效果。这种智能化调控

方式不仅提高了交通设施的利用效率，也减少了人工干预的需要，进一步推动了交通管理系统向智能化、自动化方向发展。

5.2 扶梯运行调控的社会效益

扶梯方向的动态调控在提升公共交通运营效率的同时，显著提高了社会效益。在高峰时段，合理的扶梯调控能够有效缓解车站拥堵，改善乘客的出行体验，减少因交通不畅导致的时间浪费^[5]。客流的顺畅疏导还对安全保障起到了积极作用，避免了因拥堵引发的踩踏事件和其他安全隐患。通过优化资源配置，减少了乘客滞留和站内的高密度区域，从而提升了整个交通系统的运行效率与服务质量，为社会创造了更大的价值。

5.3 推广应用的实际价值

扶梯运行调控优化方案具有广泛的推广应用价值。随着城市公共交通系统规模的不断扩大，车站的客流密度持续增加，传统的管理方式已无法满足需求。通过在更多车站引入智能扶梯调控系统，能够大幅提升客流疏导效率，减少因过度拥堵导致的运营成本。扶梯调控技术的普及将促进交通智能化管理的全方位发展，为其他交通设施的智能化改造提供宝贵经验。此类技术的应用不仅能够提升交通运营水平，还能在提高公共服务质量的同时，推动城市整体交通系统的可持续发展。

6 结语

高峰时段扶梯运行方向的动态调控在公共交通系统中的应用，能够有效提升车站的客流疏导能力，缓解拥堵，优化资源利用。随着智能交通管理技术的不断进步，扶梯调控系统的推广应用将进一步改善城市交通的整体运行效率，为乘客提供更为便捷的出行体验，具有广泛的社会效益与实际价值。

参考文献:

- [1] 王天阳,章杰飞,张蒙东.AI驱动的城市交通流量实时数字化分析与动态调控策略研究[J].信息与电脑,2025,37(18):23-25.
- [2] 于波.城市核心区早晚高峰时段轨道交通站点施工交通疏解组织优化研究[J].人民公交,2026(4):154-156.
- [3] 李鑫.城市轨道交通高峰时段行车组织效率提升策略研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(1):156-159.
- [4] 李新春.基于时空大数据与图神经网络的城市轨道交通早晚高峰客流预测及疏导策略优化[J].人民公交,2026(6):166-168.
- [5] 李岢蔚.地铁车站高峰时段客运组织方案优化与客流疏导实践[J].行车指南,2023(12):0117-0118.