

轨道交通与常规公交接驳优化研究

周 梦 陈左添

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要：随着我国城市化进程的加速推进，城市交通拥堵、环境污染等问题日益严峻。轨道交通以其大运量、高效率、低污染等优势，成为大城市公共交通体系的骨干。然而，轨道交通站点覆盖范围有限，难以实现“门到门”服务，必须依赖常规公交系统作为其接驳工具，以提升整体公共交通网络的可达性与吸引力。本文围绕轨道交通与常规公交接驳优化问题展开研究，首先分析当前接驳系统存在的主要问题，包括线网布局不合理、换乘不便、服务时间不匹配、信息协同不足等；其次，从接驳需求预测、线网优化、运营调度协同、信息化服务及政策机制五个维度，系统提出优化策略；最后，结合典型案例与未来发展趋势，探讨智能化、一体化、绿色化背景下的接驳系统发展方向。研究表明，构建高效、便捷、无缝的轨道交通—常规公交接驳体系，是提升城市公共交通整体效能、引导绿色出行、实现可持续城市交通发展的关键路径。

关键词：轨道交通；常规公交；接驳优化；公共交通一体化；换乘效率；智能调度

引言

进入21世纪以来，我国城市人口持续增长，城市空间不断扩张，交通需求呈现爆发式增长。据国家统计局数据显示，截至2024年，我国城镇化率已超过67%，超大城市和特大城市数量显著增加。在此背景下，私人小汽车保有量激增，导致城市交通拥堵加剧、空气污染严重、能源消耗攀升，传统以小汽车为主导的交通模式难以为继。为应对上述挑战，国家大力倡导“公交优先”战略，《交通强国建设纲要》《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》等政策文件均明确提出要构建以轨道交通为骨干、常规公交为基础、多方式协同的绿色出行体系。轨道交通因其运能大、速度快、准点率高、环境友好等优点，已成为大城市公共交通网络的核心。然而，轨道交通站点通常间距较大（一般为800-1500米），其直接服务半径有限，难以覆盖城市所有区域。若缺乏高效、便捷的接驳系统，轨道交通的吸引力将大打折扣，乘客“最后一公里”问题突出，导致部分潜在客流转向小汽车出行。常规公交系统具有线路灵活、覆盖面广、成本较低等优势，是连接轨道交通站点与城市腹地的重要纽带。因此，如何科学优化轨道交通与常规公交的接驳关系，实现两者在空间、时间、信息、服务等多维度的深度融合，成为当前城市交通规划与管理亟待解决的关键课题。

1 轨道交通与常规公交接驳系统存在的主要问题

1.1 线网布局不协调

当前许多城市的常规公交线网未能随轨道交通网络的扩展而同步优化，导致功能重叠与服务缺失并存。一

方面，大量长距离公交线路仍与已开通的轨道交通走廊高度平行，不仅造成运力资源浪费，还因速度与准点率劣势而逐渐丧失客流；另一方面，新建轨道交通站点，尤其是位于城市边缘或新区的站点，周边往往缺乏有效的公交接驳线路，形成明显的“服务盲区”。居民即便愿意选择轨道交通出行，也因“最后一公里”问题而被迫依赖私家车或电动自行车，削弱了轨道交通的整体吸引力。这种线网结构的失衡，本质上反映了规划阶段缺乏对轨道与公交功能分工的清晰界定，以及后期动态调整机制的缺失。

1.2 换乘设施不完善

换乘体验是影响乘客选择公共交通的关键因素之一，而现实中许多轨道交通站点与常规公交站之间的物理连接存在明显缺陷。部分站点公交站距地铁出入口超过300米，甚至需穿越复杂路口或缺乏人行道，极大增加了步行负担；在雨雪天气或高温季节，缺乏风雨连廊、遮阳棚等人性化设施，进一步降低换乘意愿^[1]。此外，部分枢纽站设计粗糙，人流、车流、非机动车流交织混乱，既影响通行效率，也存在安全隐患。标识系统不清晰、无障碍设施缺失等问题同样普遍存在，尤其对老年人、残障人士等弱势群体构成出行障碍。这些硬件层面的不足，使得“无缝换乘”更多停留在口号层面，难以真正落地。

1.3 运营时间与班次不匹配

轨道交通与常规公交在运营时间上的脱节，是制约接驳效率的另一突出问题。许多城市的常规公交收班时间早于地铁末班车，导致夜间抵达的乘客无法顺利换

乘,被迫选择其他高成本出行方式。在高峰时段,尽管地铁客流密集,但接驳公交因班次稀疏或线路绕行,无法及时疏散换乘客流,造成站点拥堵与乘客滞留。而在平峰时段,部分接驳线路因客流不足而大幅减少发车频率,乘客等待时间过长,出行不确定性增加,进一步削弱了公共交通的可靠性。这种时间维度上的不协同,反映出运营主体之间缺乏有效的沟通机制与调度联动,难以根据实际客流需求动态调整服务供给。

1.4 信息协同与票务整合不足

信息不对称与票务割裂是当前接驳系统“软环境”建设滞后的集中体现。乘客在出行过程中往往难以获取准确的公交到站时间、地铁延误信息或换乘路径建议,导致行程规划困难、等待焦虑加剧。尽管部分城市已推出交通APP,但信息更新滞后、数据来源分散、界面不友好等问题仍普遍存在。更关键的是,轨道交通与常规公交通常分属不同运营主体,票制系统独立,乘客换乘时需重复刷卡或购票,不仅增加经济成本,也延长了换乘时间。虽有部分城市推行换乘优惠,但优惠力度有限、适用范围狭窄,未能形成真正的一体化支付体验。这种信息与票务的割裂,严重阻碍了多模式出行的流畅性与便捷性。

1.5 缺乏动态响应机制

当前接驳系统多基于静态客流数据进行规划,缺乏对动态变化的适应能力。面对大型文体活动、节假日出行高峰、极端天气或突发事件等非常态场景,公交线路与班次难以快速调整,导致运力供需失衡^[2]。例如,某体育场馆举办赛事时,周边轨道站点瞬时客流激增,但接驳公交仍按平日时刻表运行,无法有效疏散人群。这种僵化的运营模式,暴露出系统在数据感知、决策响应与执行调度等环节的薄弱,难以满足现代城市复杂多变的出行需求。

2 轨道交通与常规公交接驳优化策略

2.1 精准预测接驳需求

实现接驳优化的前提是对需求的精准把握。传统依赖抽样调查的方法已难以满足高时空分辨率的需求刻画要求。当前,应充分利用多源异构数据融合技术,构建动态、精细的接驳需求预测体系。手机信令数据能够揭示乘客在轨道站点进出后的空间移动轨迹,有效识别接驳热点区域与盲区;IC卡刷卡数据则可还原乘客的完整出行链,分析换乘行为模式与OD分布特征;结合POI(兴趣点)数据与土地利用信息,可评估不同功能区(如居住区、商业区、产业园区)的出行生成潜力;而视频监控与车载客流计数器则能提供实时客流数据,支

撑短时预测与应急调度。在此基础上,可构建融合时空特征的机器学习或深度学习模型,实现对接驳需求的动态预测,为后续线网优化与调度决策提供科学依据。

2.2 优化接驳线网布局

线网优化的核心在于明确轨道与公交的功能分工,推动“主干剥离、支线接驳”的结构性调整。应系统梳理现有公交线路,逐步削减与轨道交通高度重合的长距离干线,将其运力资源转移至接驳功能薄弱区域。同时,大力发展“微循环公交”“社区巴士”“定制公交”等灵活、高频的接驳服务模式,重点覆盖轨道站点500-800米服务半径之外的居住小区、学校、医院等出行需求集中地。线网结构上,宜采用以轨道站点为中心的“放射状+环状”布局,增强腹地可达性^[3]。此外,应注重差异化策略:在中心城区,强调高频次、短距离、高密度的接驳服务;在郊区或新城,则可探索大站快车、需求响应式公交(DRT)等更具弹性的模式,以适应低密度、分散化的出行特征。

2.3 协同运营调度

运营调度的协同是提升接驳效率的关键环节。应推动建立轨道与公交的联合调度机制,实现时刻表的紧密衔接。理想状态下,接驳公交应在地铁列车到站后短时间内发车,最大限度减少乘客等待时间。可采用“车随人动”的动态调度策略,即通过实时监测地铁到站客流量,自动触发公交发车指令或调整发车间隔。在高峰时段,应加密接驳线路班次,甚至开设直达快线;在平峰或夜间,则可转为按需响应模式,兼顾服务保障与运营经济性。长远来看,应推动建立城市级公共交通联合调度中心,整合轨道、公交、共享单车等多源运营数据,实现统一指挥、协同响应,提升系统整体韧性。

2.4 提升信息化与智能化服务水平

信息化建设是改善乘客体验、增强系统吸引力的重要抓手。应加快构建一体化城市出行信息服务平台,集成地铁、公交、共享单车、步行导航等多种出行方式,为乘客提供从起点到终点的全程行程规划、实时到站提醒、延误预警等服务。平台应支持多终端访问,界面简洁直观,数据更新及时准确。在支付层面,应全面推广电子支付与换乘优惠政策,实现“一码通行、一次支付、多次换乘优惠”,降低出行成本与操作复杂度^[4]。此外,在重点换乘枢纽应部署智能导引屏、语音播报系统、电子站牌等设施,提供清晰、动态的换乘指引,尤其关注老年人、视障人士等群体的信息可及性,真正实现“智慧出行、无感换乘”。

2.5 完善政策与体制机制保障

技术与运营层面的优化离不开制度环境的支撑。首先,应建立由市级交通主管部门牵头的跨部门协调机制,统筹轨道交通与常规公交的规划、建设、运营与监管,打破行政与企业壁垒。其次,针对接驳公交普遍存在的“低客流、高成本”困境,应设立专项财政补贴政策,对服务于轨道盲区、承担公益性接驳任务的线路给予合理补偿,保障服务可持续。再次,应将接驳效能(如接驳比例、换乘时间、乘客满意度)纳入公交企业绩效考核体系,形成正向激励。最后,应积极推动TOD模式在规划层面的落地,通过在轨道站点周边实施高强度、混合功能开发,提升人口与就业岗位密度,从源头上培育稳定的接驳需求,形成“轨道引导城市发展、城市支撑轨道运营”的良性循环。

3 案例分析:以成都市为例

成都市作为国家中心城市,近年来轨道交通网络迅猛发展,截至2024年运营里程已突破550公里。然而,在网络快速扩张的同时,部分郊区站点如5号线华桂路站、6号线望丛祠站等,因周边开发滞后、公交配套不足,长期面临“有轨无接”的困境,居民出行不便,轨道客流增长乏力。针对这一问题,成都市自2021年起启动“轨道+公交”深度融合工程,系统推进接驳优化。该工程首先依托IC卡刷卡数据与手机信令数据,对全市轨道站点的接驳需求进行精细化识别,最终锁定32个接驳薄弱站点作为重点优化对象。随后,交通部门对既有公交线网进行结构性调整:一方面,削减12条与轨道平行的冗余线路;另一方面,新开18条社区微循环线路,并调整25条既有线路走向,确保所有轨道站点500米范围内均有公交覆盖。在运营层面,选取10个重点枢纽试点“地铁到站即发公交”的协同调度模式,显著缩短换乘等待时间。同时,“天府通”APP全面升级,集成接驳导航、实时到站、换乘优惠等功能,提升信息服务水平。为保障政策落地,市政府设立每年2亿元的接驳公交专项补

贴,并将接驳效能纳入公交企业考核。实施两年后,相关站点的公交接驳比例平均提升35%,轨道全日客流增长12%,市民对公共交通的满意度显著提高。成都案例表明,只有将数据驱动、线网重构、运营协同、信息服务与制度保障有机结合,才能真正实现接驳系统的高效运转与可持续发展。

4 结语

本文深入剖析了轨道交通与常规公交接驳系统在结构与功能上的问题,并构建了涵盖需求预测、线网优化、运营协同、信息服务及制度保障的系统性优化框架。研究指出,接驳优化是涉及技术、管理、政策的多维系统工程,精准需求预测是前提,线网重构是基础,运营协同是核心,信息服务是关键,制度保障是根本。多维协同推进才能构建高效便捷的接驳体系,提升公共交通吸引力与效能。展望未来,接驳系统优化将与城市智能化、绿色化转型紧密结合。自动驾驶接驳巴士或将在特定场景商业化应用,提供灵活低成本服务;MaaS平台兴起将推动接驳服务向多方式集成演进,实现一站式规划管理。同时,“双碳”战略下,接驳优化中嵌入碳排放评估与减排目标,构建绿色低碳网络将成为新热点。此外,现有研究多集中于大城市,未来需加强对中小城市、县域轨道交通接驳问题的探索,推动全国公共交通高质量发展。

参考文献

- [1] 庞思倩.接驳轨道交通枢纽的常规公交最大同步换乘方法研究[D].东南大学,2021.
- [2] 黄展瀚.基于行人检测的常规公交与轨道交通接驳系统综合评价体系研究[D].广州大学,2024.
- [3] 吕威霖.MaaS背景下常规公交接驳轨道交通线路优化研究[D].华中科技大学,2022.
- [4] 谢振友.面向城市轨道交通接驳的常规公交线路调整方法研究[D].桂林电子科技大学,2022.