

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2025.01.007

“轨道-公交-慢行”三网融合 评估体系及改善对策研究

颜建新¹, 王涛², 吴璐帆¹, 张彬¹

(1. 深圳市综合交通与市政工程设计研究院有限公司, 广东深圳 518003;

2. 桂林电子科技大学 建筑与交通工程学院, 广西桂林 541004)

摘要: 针对传统三网融合评估体系仅考虑轨道接驳设施的“有无”, 而忽略设施运行的“好坏”, 导致无法评估并解决因供需矛盾突出、出行体验较差而诱发的接驳不便问题; 在保留部分“设施有无”指标的基础上, 引入“供需匹配”及“使用体验”层面的指标, 并系统性构建“轨道-公交-慢行”三网融合评估体系, 从设施融合、网络融合及运营融合等方面提出关键资源配置方法。研究表明: 优化后的评估体系可充分保障轨道接驳的便捷性、舒适性与安全性, 对于大中城市系统性开展三网融合改善具有丰富的理论及实践参考价值。

关键词: 城市轨道交通规划; 三网融合; 接驳评估体系; 设施融合; 网络融合; 运营融合

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2025)01-0053-10

Research on the Evaluation System and Resource Allocation Method of “Rail-bus-slow travel” Triple Network Integration

YAN Jianxin¹, WANG Tao², WU Lufan¹, ZHANG Bin¹

(1. Shenzhen Comprehensive Transportation and Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Shenzhen 518003; 2. School of Architecture and Transportation Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract: The traditional triple network integration evaluation system only considers the ‘presence or absence’ of rail connection facilities while ignoring the ‘quality’ of their operation. This limitation prevents proper evaluation of connection inconveniences caused by supply-demand mismatches and poor travel experiences. This study develops a comprehensive evaluation system for “rail-bus-slow travel” integration by: retaining select indicators of “facility availability”, introducing new indicators for “supply-demand matching” and “user experience”, as well as proposing key resource allocation methods across facility, network, and operational integration. The research results show that the optimized evaluation system effectively ensures convenience, comfort, and safety in rail connections. The findings provide valuable theoretical and practical references for systematically improving triple network integration in medium and large cities.

Keywords: urban rail transit planning; triple network integration; connection evaluation system; facility integration; network integration; operation integration

收稿日期: 2024-04-17 修回日期: 2024-11-08

第一作者: 颜建新, 男, 硕士, 高级工程师, 从事轨道接驳、三网融合、交通规划及交通改善研究, 511865660@qq.com

通信作者: 王涛, 男, 博士, 教授, 从事交通规划与管理、交通信息及控制等研究, wangtao@guet.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(52262047)

引用格式: 颜建新, 王涛, 吴璐帆, 等. “轨道-公交-慢行”三网融合评估体系及改善对策研究[J]. 都市轨道交通, 2025, 38(1): 53-62.

YAN Jianxin, WANG Tao, WU Lufan, et al. Research on the evaluation system and resource allocation method of “rail-bus-slow travel” triple network integration[J]. Urban rapid rail transit, 2025, 38(1): 53-62.

轨道交通作为大城市交通的骨干系统，难以提供门到门的一站式服务，必须与公交、慢行等组成完整的出行链才能发挥最大效益。但大部分轨道在前期缺乏系统性的接驳体系规划，普遍存在接驳设施不完善、停车泊位供需失衡、接驳线网及运营融合不足等问题。

近年来规划协会^[1]及北京^[2]、深圳^[3]等国内部分城市陆续编制了轨道接驳设施规划导则、三网融合编制指引等文件；张子佳等^[4]提出不同圈层、不同用地轨道站点交叉分类及设施配置策略；谭英嘉等^[5]从设施、线网、运营和票价等方面选取 9 个指标构建接驳服务评价体系；吴炼^[6]、何嘉辉^[7]、赵强^[8]等对轨道站点交通接驳的形式、配置要求及设施规模进行了研究；王志刚^[9]、郝成^[10]、张营杰^[11]针对轨道与常规公交的换乘服务水平提出了评价指标体系。但评估指标大多局限于接驳设施的“有无”，而忽略了设施运行的“好坏”，如指标“非机动车停放区设置率”为 100%，但由于实际非机动车停车需求远大于泊位供给，导致严重的乱停乱放问题；如指标“非机动车道设置率”为 100%，但实际骑行条件较差，非机动车违章骑行至机动车道问题突出。这些因供需矛盾、出行体验而诱发的接驳不便问题，在现有标准体系中均无法体现。

在既有“设施有无”层面仍保留关键指标的基础上，引入“供需匹配”及“使用体验”层面的相关指标，提出测算方法与规划目标值，系统性构建“轨道-公交-慢行”三网融合评估体系，并从设施融合、网络融合与运营融合等方面提出关键资源配置方法，可为大中城市系统性开展三网融合改善提供参考。

1 评估体系重构

1.1 重构原则

以乘客需求为导向，聚焦全过程出行链，遵循指标全面、重点突出，且定义无歧义、数据可量化、方案可实施的原则，构建三网融合评估体系。

1) 指标全面。依据乘客活动尺度及出行习惯划定 3 个接驳圈层。第 1 圈层为轨道站点半径 500 m 内，聚焦接驳设施布局，侧重公交停靠站、自行车停放区、风雨连廊、标志指引等设施的完整性，其中除标志指引外，主要设施接驳距离要求控制在 100 m 范围内，保障无缝衔接；第 2 圈层为站点半径 1 km 内，聚焦慢行接驳需求，关注行人及非机动车接驳通道的连续性、无障碍性；第 3 圈层为站点半径 3 km 内，

聚焦公交线网运营及接驳出行的便捷性。同时，充分考虑乘客出行体验，系统评估各类设施实际供需关系及运行状况。

2) 重点突出。同一项指标涉及内容重叠、相近或按不同接驳方式细分的，优先选择最重要指标，减少重复评估，如没有必要重复评估公交-慢行接驳内容。

3) 数据可量化。调查数据误差相对较小，避免过度学术化，如不采用各类时耗评估指标。

4) 方案可实施。充分考虑工程与经济的合理性。

1.2 体系构建

从设施融合、线网融合、运营融合 3 个层面共选取 21 项关键指标作为核心评估内容，如图 1 所示。



图 1 “轨道-公交-慢行”接驳评估指标体系
Figure 1 “Rail-bus-slow travel” connection evaluation index system

1.2.1 设施融合指标

传统标准体系主要从“有无”层面评估接驳设施布局，无法评估人行道拥挤、非机动车道条件差、非机动车停放泊位不足、风雨连廊被违规停放占用等各类运行问题。引入使用率、完好率、占用率、供需比等“供需匹配”与“使用体验”层面相关参数，如表 1 所示。

根据《城市轨道交通沿线地区规划设计导则》《城市综合交通体系规划规范》及各大中城市地方标准，轨道接驳设施无缝接驳距离一般要求控制在轨道交通车站出入口(以下简称“轨道出入口”)100 m 范围内；其中，大量实践证明，非机动车违停、人行通道被占用最突出的区段为轨道出入口 50 m 范围。

1.2.2 线网融合指标

传统标准仅评估接驳出行的可达性，较少考虑线

路与轨道间的竞争及接驳关系。新增“轨网重复线路占比”和“公交接驳微循环线路始发设置率”2项指标,如表2所示。

1.2.3 运营融合指标

主要从运营服务时间、发车频率、换乘优惠等3个方面提出轨道-公交运营融合的指标,如表3所示。

表1 设施融合评估指标

Table 1 Evaluation indicators for facility integration

评估指标	目的	计算方式	建议值	
设施有无	非机动车道设置率	评估连续性、舒适性	轨道出入口1 km范围内,设置有非机动车道的道路长度占道路总长度的比例	50%
	非机动车停放区设置率	评估停放条件	轨道出入口100 m范围内,设置非机动车停放区出入口个数占适宜设置停放区的轨道出入口总数的比例	100%
	风雨连廊设置率	评估品质通行条件	轨道站点设置有风雨连廊的出入口个数占适宜设置风雨连廊的出入口总数的比例	100%
	换乘标识设置率	反映常规公交与轨道换乘的便捷性	$50\% \times$ 轨道出入口导向公交停靠站的换乘标识设置率 $+50\% \times$ 公交停靠站导向轨道出入口的换乘标识设置率	100%
	公交停靠站设置率	评估公交接驳衔接水平	出入口100 m范围内,设置公交停靠站的出入口个数占适宜设置的出入口总数的比例	100%
供需匹配	非机动车道使用率	评估供需匹配程度与实际运行效能	轨道出入口1 km范围内,在非机动车道内规范骑行的骑行量占断面总骑行量的比例(可重点评估无缝接驳的100 m范围)	100%
	非机动车泊位供需比	评估供需匹配情况	轨道出入口50 m范围内,非机动车停车泊位供给与停放需求的比值	1
	非机动车停放区入栏率	评估实际使用效能	轨道出入口50 m范围内,非机动车停放区内车辆数占总停放车辆数的比例	100%
使用体验	人行通道规范设置率	评估设计通行条件	轨道出入口1 km范围内,符合宽度 ≥ 2 m规范要求的人行道长度占人行道总长度的比例(可重点评估无缝接驳100 m范围)	100%
	人行通道品质铺装率	评估出行体验	轨道出入口1 km范围内,铺装完善的人行道长度占人行道总长度的比例(可重点评估无缝接驳的100 m范围)	100%
	人行通道违停占用率	评估实际通行条件	轨道出入口50 m范围内,被违规停车、非法营运等占用的人行道长度占人行道总长度的比例	0%
	风雨连廊违停占用率	评估品质通行功能的发挥	若设置有风雨连廊,非机动车违规停放占用的风雨连廊长度占风雨连廊总长度的比例	0%
	缘石坡道规范设置率	评估无障碍通行效率	轨道出入口1 km范围内,设有完善缘石坡道的人行道口数占总人行道口数的比例(可重点评估无缝接驳的100 m范围)	100%
	公交停靠站“四站”设施完好率	评估设施品质	出入口100 m范围内“四站”设施(站台、站亭、站牌、站架)齐全、完善的公交站个数占总数的比例	100%

注:不同城市可根据其轨道、公交、慢行发展状况,实际客流需求,道路实施条件等因素灵活调整“建议值”(下同),如部分城市非机动车道整体设置率较高,则可适当提高建议值。

表2 线网融合评估指标

Table 2 Evaluation indicators for network integration

评估指标	目的	计算方式	建议值	
无缝衔接	公交接驳线路片区覆盖率	评估公交对轨道辐射功能支撑程度	即:1次换乘300 m范围覆盖率。 轨道公交接驳线网300 m覆盖范围/片区公交300 m可覆盖范围	$>90\%$
	公交接驳微循环线路始发设置率	评估微循环公交对轨道的接驳服务质量	始发的轨道公交接驳微循环线路(首站或末站一端为任意轨道站点即可)的规模占途经该轨道站点全部公交接驳微循环线路的比例	中心城市 $>50\%$; 外围 $>30\%$
降低重复	与轨网重复线路占比	反映公交与轨道交通空间竞争关系	在轨道站点的接驳线路中,单条公交线路有与轨道站点重复6-8站以上线路的数量,占该轨道站点接驳线路总数的比例	$<10\%$

表3 运营融合评估指标

Table 3 Evaluation indicators for operational integration

评估指标	目的	计算方式	建议值	
时间匹配	公交接驳服务时间匹配率	评估公交与轨道的运营服务一体化水平	主要接驳客流方向上,与轨道首末班服务时间相匹配的主要接驳线路数/轨道站点主要公交接驳线路总数	$>80\%$
	公交接驳线路服务水平达标率	评估公交与轨道的运营服务一体化水平	高峰期发车间隔不低于10 min、平峰期不低于20 min的轨道站点接驳线路数/轨道站点接驳线路总数	$>80\%$
运力匹配	接驳线路运力匹配度	评估公交线路的整体接驳服务水平	高峰期主要接驳公交线路运能/主要公交接驳客流需求	≥ 1
票价优惠	轨道公交换乘票价优惠度	评估乘客付费及享受公交补贴情况	常规公交与轨道交通换乘的优惠额度	≥ 1 元或免费

2 改善对策及指引

以方便乘客接驳出行为首要原则，从设施融合、线网融合、运营融合3个层面，系统性提出挖潜设施、完善配套与强化管理等对策及措施，促进各类交通接驳资源的一体化整合，提升市民全过程接驳出行体验。

2.1 设施融合对策

1) 整合建筑退线及绿化，拓展步行空间。结合国家及行业相关规范要求，新建道路人行道宽度不得低于2.0 m，改建路段不得小于原有宽度，极限条件下不

低于1.5 m。但部分轨道站点周边实际道路环境中可能存在因先天不足而导致的人行道空间狭窄等问题，可灵活利用建筑退线空间一体化设计、绿化迁移(如行道树间灌木)、树池篦化等方式进一步拓宽步行空间，改善慢行接驳环境，如图2所示。

2) 改造或修缮破损铺装，提高步行品质。部分轨道出入口周边因施工恢复不佳或长期年久失修导致步行接驳品质较差，需进行整体性铺装改造。其中轨道出入口周边路段应尽量保证铺装材质、颜色协调统一；建筑退线空间与慢行道宜采用一体化铺装。

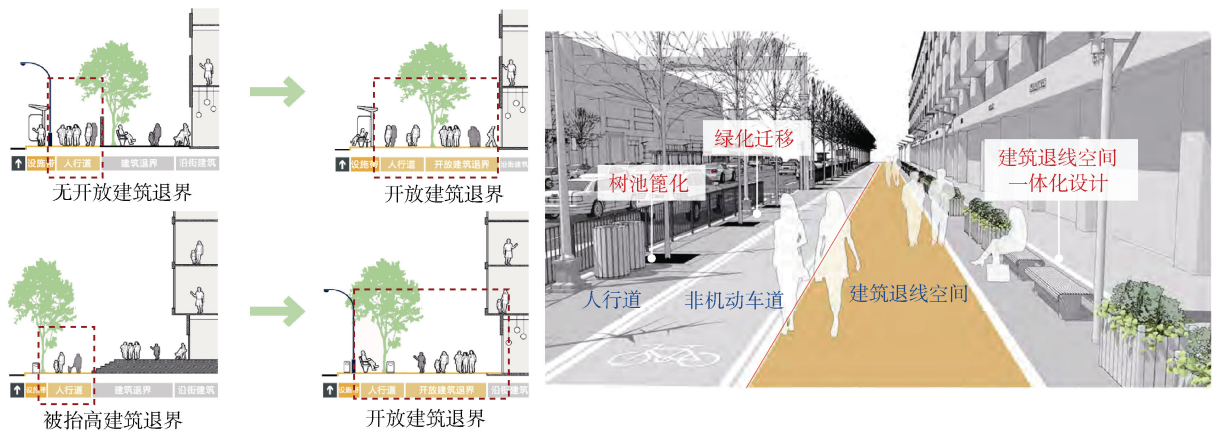


图2 整合建筑退线及绿化拓展慢行空间

Figure 2 Integrate building setbacks and landscaping to expand pedestrian/slow-travel spaces

3) 弥补风雨连廊隔断点，完善引导设施。在客流需求较大且品质定位较高的区域可考虑设置风雨连廊，实现与公交停靠站或重要建筑的无缝接驳；可考虑在风雨连廊下方设置隔离设施、地面标线及禁停标识，避免非机动车占道违停。

4) 实施微改造、微创新，保障通行无碍。对轨道出入口周边沿线路段及交叉口进行缘石降坡(零高差)及精细化设计。如渠化岛、过街设施，以及标志标线、隔离柱等安全配套设施。

5) 对症拓展并设计断面，保障骑行连续。结合轨道出入口周边不同的道路条件及客流需求，差异化设计非机动车道。其中，当慢行空间充足时，可与人行道共板设置非机动车道，宜采用高差或绿化隔离；当慢行空间有限、非机动车需求大时，可实施机非、人非分离措施，如压缩1条机动车道作为独立非机动车道；当道路空间局促时，针对车速低、交通量小的支路，可试点机非混行车道，礼让骑行。

6) 灵活挖潜路内外空间，优化停放布局。轨道-

非机动车接驳已成为各大中城市出行的热点，由于出行规模巨大，既有道路红线内的慢行空间已无法满足部分非机动车接驳停车需求，往往导致“电单车围城”“共享单车围城”等问题，需要“疏、堵、管”三管其下，多方式缓解矛盾、引导规范停车。①“疏”：灵活利用建筑前区、绿化带、行道树空间、轨道出口后方地坪、轨道高架桥下空间等区域挖潜停放空间；适当完善外围停放区域的遮阳避雨、充电雨棚等配套设施，引导非机动车主动选择外围区域停放，均匀空间分布；②“堵”：设置醒目标志，明确禁止停放区及违规停放处罚；空间不足位置，设置斜列式停放区，避免侵占人行空间。③“管”：强化非机动车停放区精细化设计，设置标线、标牌等，引导市民规范停车，并有效查处非法营运。

7) 完善停靠站四站设施，引导公交接驳。重点完善接驳停靠站的站牌、站台、站亭、站架等基础设施，提供良好的轨道-公交接驳环境。公交站台宽度不低于1.5 m，条件受限时设置背向式站亭。

2.2 线网融合对策

1) 调整线网结构, 构建“骨干+接驳”的公交线网组织模式。整合或取消与轨道线路重复较多、竞争较为激烈且客流下降明显的线路, 降低与轨网重复线路占比, 重点打造非轨道客流走廊的公交骨干网络(如与轨道线路平行的客流通道); 提高轨道公交接驳覆盖, 构建轨道 3 km 范围次支道路的公交接驳网络, 在轨道网“缝隙”间“穿插运行”, 引导由“使用单条线路”向“使用公交网络”出行转变。

2) 强化轨道接驳, 倡导“轨道+始发、短距离、高频短线”接驳模式。在接驳需求较大的区域, 为提高与电动自行车接驳出行的竞争力, 可结合公交“微枢纽”或始发蓄车位建设, 以轨道为中心, 在高峰期开设始发、高频公交接驳线路, 并支持“人等车”向“车等人”转变。

3) 常规公交实施减量化、小型化调整, 优化运力空间分布。结合客流需求, 大幅减少与轨道重复度大的中长距离公交运力规模, 运力整体向外围出行薄弱区域、非轨道覆盖区域转移; 轨道车站周边片区公交接驳线路建议采用小型车辆进行运营组织。

2.3 运营融合对策

1) 优化公交运营服务, 契合主要方向接驳需求。根据轨道首班、末班运营时间及各时段接驳客流需求, 重点保障主要接驳客流方向公交线路的服务时间不低于轨道运营时间, 高峰期发车频率不低于 10 min; 必要时新增部分夜间公交线路、高峰专线。

2) 提升信息引导服务, 实现公交出行可预期。在轨道车站、公交停靠站或车厢及部分关键慢行通道节点, 建立公交实时信息服务系统, 为市民提供更精准、可靠、可动态查询的公共交通出行信息服务。

3) 整合公交票制票价, 降低轨道公交换乘费用。构建一体化票价体系, 包括单次刷卡优惠、换乘优惠, 降低出行者轨道-公交换乘费用。有条件情况下可借鉴成都等城市经验, 试点推行免费社区公交线路。

3 龙华站三网融合实践

3.1 客流特征

轨道 4 号线龙华站位于龙华老城中心, 周边为居住、商业用地, 如图 3 所示。高峰期进出站客流近 1 万人次/h, 如图 4 所示: 其中, 78.5% 的出行在 2 km 范围内, 且慢行接驳占比 78.4%。



图 3 区位分布及出入口布局

Figure 3 Location distribution and entrance layout

3.2 指标评估及问题剖析

调查、梳理并分析龙华站三网融合各项指标如表 4 所示。

3.2.1 设施融合问题

1) 既有非机动车停车泊位已无法满足高强度停车需求。现状轨道出入口 100 m 范围内停车泊位 775 辆, 但实际停放规模为 2 650 辆, 缺口高达 1 874 辆, 大量非机动车占用人行道、风雨连廊、绿化带停放, 如图 5

所示。

2) 步行空间被严重挤占后, 通行条件极差。轨道出入口周边人行通道实际通行宽度普遍低于 1.5 m; B, C, D 出口风雨连廊被非机动车占用, 影响功能发挥。

3) 非机动车道设置不成网络, 关键疏解通道人非、机非混行严重, 周边非机动车道设置率仅 26.4%, 如图 6 所示。

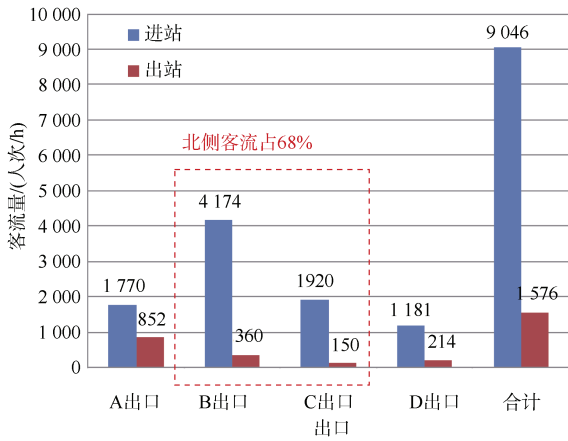


图 4 早高峰各出入口客流分布

Figure 4 Distribution of passenger flow at various entrances and exits during morning rush hours

表 4 “轨道-公交-慢行” 三网融合指标现状评估

Table 4 Evaluation of the status quo of “Rail-bus-slow” triplenetwork integration index

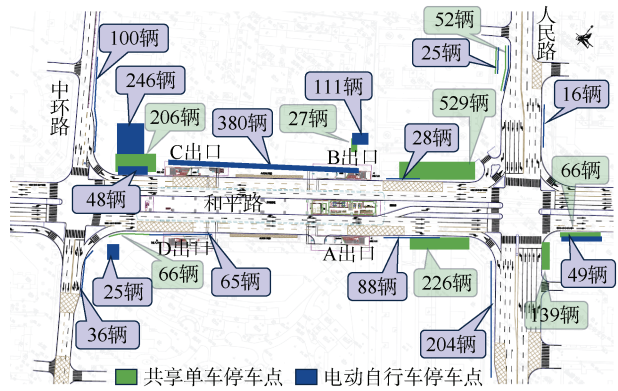
评估内容	评估值	与目标值差距
非机动车道设置率	26.4%	非常大
非机动车停放区设置率	100%	无
风雨连廊设置率	100%	无
换乘标识设置率	100%	无
出入口 100 m 范围公交停靠站设置率	100%	无
非机动车道使用率	70%	较大
非机动车泊位供需比	0.29	非常大
非机动车停放区入栏率	30%	非常大
人行道规范设置率	94%	较小
人行道品质铺装率	95%	较小
人行道违停占用率	55%	非常大
风雨连廊违停占用率	100%	非常大
缘石坡道规范设置率	90%	较小
公交停靠站“四站”设施完好率	100%	无
公交接驳线路片区覆盖率	78%	较大
与轨网重复线路占比	12%	较小
公交接驳微循环线路始发设置率	100%	无
公交接驳服务时间匹配率	3.6%	非常大
公交接驳线路服务水平达标率	57.1%	较大
接驳线路运力匹配度	1	无
轨道公交换乘票价优惠度	0.6	较小

4) 人民路、和平路存在路面破损或缘石未降坡等问题。

3.2.2 线网融合问题

轨道站点接驳线路中仅 B920 为微循环线，其他均为长距离快、干线，片区服务水平较低。片区 1 次

接驳换乘 300 m 范围覆盖率为 86%，低于指标要求，如图 7 所示。其中，锦绣新村、弓村等大型居住区无接驳线路，如图 8 所示。



(a) 共享单车、电动自行车停放分布



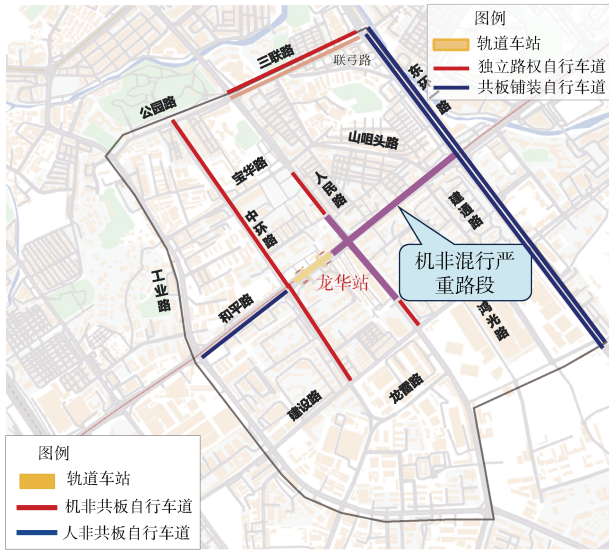
(b) 共享单车、电动自行车停放实景

图 5 非机动车实际停放情况

Figure 5 Actual parking status of non-motorized vehicles



(a) 龙华站非机动车接驳出行范围



(b) 沿线片区实际非机动车道分布

图6 骑行热点区域及非机动车道分布

Figure 6 Distribution of cycling hotspots and cycling lanes



图7 轨道交通接驳线路分布

Figure 7 Distribution of rail bus connection routes

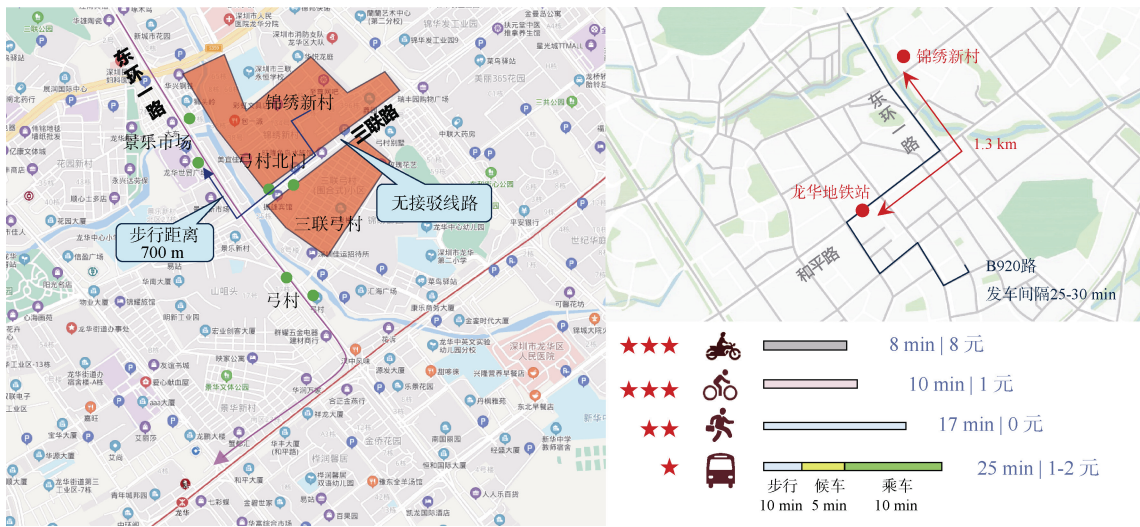


图8 锦绣新村接驳出行对比

Figure 8 Comparison of shuttle travel in Jinxiu New Village

3.2.3 运营融合问题

绝大部分公交接驳线路运营时间为6:00—22:00，与轨道运营时间6:25—23:20不匹配；其中，18条公交线路高峰发车频率小于10 min，满足三网融合评估指标的要求，但其他线路为12~15 min，低于指标要求。

“深圳通”刷卡优惠为6.5~8折，换乘优惠0.4元/次，换乘平均优惠略大于0.6元/次，与目标值接近。

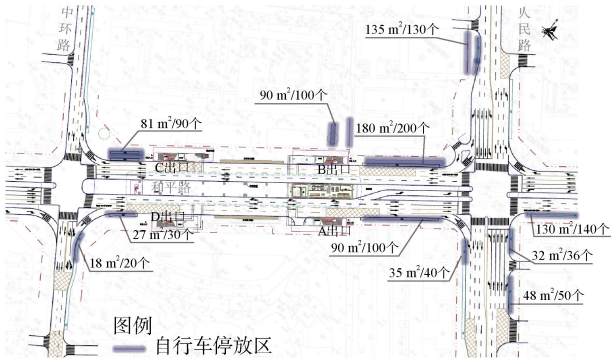
3.3 改善方案

3.3.1 设施融合方案

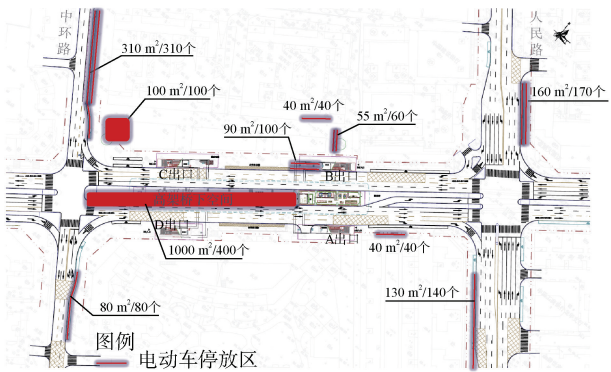
措施1：挖潜扩容、存量盘活，有效保障轨道站

点周边非机动车停车供给，并引导分区分类停放，①共享单车，在轨道出入口附近及上游交叉口等骑行方向就近停靠，实施电子围栏管理，通过“立体+地面”供给模式，提供1160个车位，如图9(a)所示；②电动自行车采用“路侧+路中”停车供给模式，提供1450个车位。通过灵活利用轨道高架桥下、绿化带、行道树间、建筑退线等空间，共增加泊位1835个，如图9(b)、图10所示；③出口前15 m范围及风雨连廊作为乘客进站排队区，禁止非机动车停放。

措施2：完善步行接驳设施，提升步行接驳环境，将轨道出入口15 m范围设为客流管控区，灵活增设



(a) 共享单车泊位规划方案



(b) 电动自行车泊位规划方案

图 9 非机动车停车泊位规划方案

Figure 9 Non-motorized vehicle parking planning scheme

铁马等设施，在风雨连廊下方设置分隔柱、铁链及禁停标识，防止电动自行车占道停车；提升人民路、东环路等主要通道人行道品质，改善无障碍通行条件。

措施 3: 打造“四横四纵”的连续骑行网络，大力推动工业路、人民路、中环路等道路改造工程。

措施 4: 强化非机动车交通管理，规范出行秩序，要求共享单车企业安排专人调度车辆，及时清理溢出车辆；实施电动自行车备案登记管理，加大违法骑行、乱停放、非法营运查处力度；建立由交通、交警、城管、街道办及相关社区、企业等组成的联合整治小组。

3.3.2 线网融合方案

措施 1: 降低与轨网重复线路占比，取消 E29, M173 等与轨道重复系数较高的中长距离公交线路。

措施 2: 强化轨道接驳，新增 B886 等 1 条片区轨道接驳微循环线路，衔接壹方城等大型商场及居住区；优化 B915, M212 等 2 条公交线路，试点新增 1 条往锦绣新村、弓村方向的点对点微循环穿梭巴士。

措施 3: 实施车辆小型化，实现接驳线路降本增效，微循环公交线路大多采用 5~9 m 小型纯电动车辆。

3.3.3 运营融合方案

措施 1: 提高主接驳客流方向公交线路发车频率，加密高峰专线 92、高快巴士 70 等热门线路发车频率。

措施 2: 延长公交运营服务时间，M544, M577, M352, M152 等公交线路末班时间至 22:30 以后。

措施 3: 控制接驳线路票价，实施换乘优惠：B886, B920, B915 等接驳线路均采用 1 元票制，且同时享受单次刷卡 8 折优惠与换乘减 0.4 元/人次的优惠。

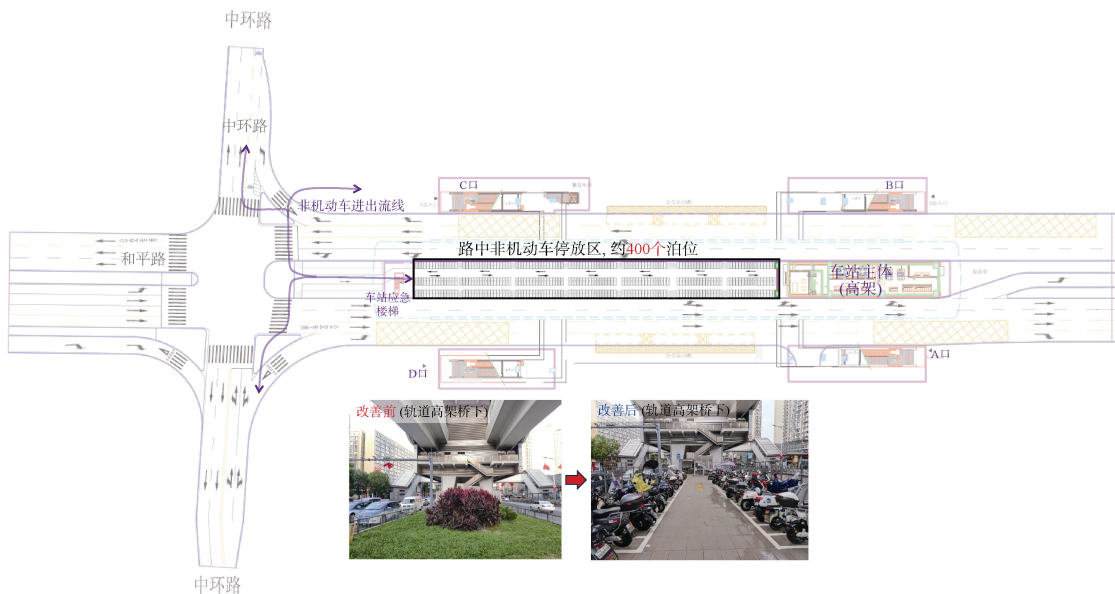


图 10 利用道路中央轨道高架桥下空间设非机动车停放区

Figure 10 Set up non-motorized vehicle parking areas using the space under the central subway viaduct on the road

3.4 实施效果

方案实施后，各项指标得到有效改善，大幅缓解了人非混行、非机动车泊位严重不足及乱停乱放、公交接驳不便等突出问题，得到市民及媒体的充分认可。

效果 1：基本实现共享单车及电动自行车的规范停放、快速收运，非机动车停放区入栏率超过 90%，非机动车泊位供需比达到 1，停放区设置率 100%，如图 11 所示。



图 11 人行道、非机动车道及非机动车停放区改善前后对比

Figure 11 Before and after comparison: improvements of sidewalks, non-motorized vehicle lanes and parking areas

效果 2：轨道-慢行接驳通行环境大幅改善，①违章占道减少，其中人行道违停占用率降至 20%，风雨连廊违停占用率降至 0%；②步行及骑行安全性、舒适性均得到提升，缘石坡道规范设置率达到 100%，

非机动车道设置率可提升 35%以上，如图 12 所示。



图 12 交通设施无障碍设计及交通组织管理前后对比
Figure 12 Accessibility design of transportation facilities and traffic management - before and after comparison

效果 3：轨道-公交接驳服务水平得到提升，①片区微循环接驳线路增加，公交接驳线路片区覆盖率达 90%以上；②公交接驳出行更方便，通过提高发车频率、延长运营服务时间等措施，增强公交出行吸引力。

4 结论

本文全面筛选并分析影响轨道接驳出行的关键因素，系统性构建了“轨道-公交-慢行”三网融合评估体系，对于大中城市开展三网融合改善具有理论及实践价值。主要结论如下：

1) 提炼出三网融合评估的关键指标。聚焦全过程出行链及乘客出行需求，从“设施有无”“供需匹配”“使用体验”等 3 个层面全面、系统地提出了 21 项评

估指标,弥补了传统接驳评估体系中仅考虑“设施有无”而忽略其他关键指标的问题。

2) 优化了三网融合评估的技术方法。针对21项评估指标,系统性地提出具体测算方法、规划目标建议值,实现数据可量化、差距可评估。

3) 归纳出三网融合改善的对策指引。从设施融合、线网融合与运营融合等3大层面12个方面,提出了三网融合改善对策及操作指引。因地制宜,总结了诸如灵活利用建筑前区、绿化带、行道树空间、轨道出口后方地坪、轨道高架桥下空间等区域挖潜非机动车停放区、建筑退线空间一体化设计、背向式公交停靠站站亭、非机动车停放分区分类管理等创新性手段。

4) 以龙华站为案例开展系统性整治。按照“指标评估-改善策略-改善方案-效果评估”的完整逻辑链条开展典型轨道站点三网融合工程实践。结果表明:三网融合评估体系的相关指标基本涵盖所有影响出行的关键因素,方案实施后,基本可解决改善前人非混行、非机动车泊位严重不足及乱停乱放、公交接驳不便等突出问题,三网融合程度得到明显改善。

参考文献

- [1] 城市轨道交通站点周边地区设施空间规划设计导则:T/LSSGB 0003—2021[S].
- [2] 北京市质量技术监督局. 轨道交通接驳设施设计技术指南: DB11/T 1236—2015[S]. 北京: 北京市质量技术监督局, 2016.
- [3] 深圳市交通运输局, 深圳市轨道交通接驳设施规划编制指引[R]. 深圳: 深圳市交通运输局, 2020.
- [4] 张子佳, 王立锋, 钟璧楠. 基于轨道交通站点的三网融合发展策略研究: 以杭州市为例[J]. 城市公共交通, 2023(12): 54-59.
ZHANG Zijia, WANG Lifeng, ZHONG Biqiang. Research on the development strategy of tri-network integration based on rail transit stations—a case study of Hangzhou[J]. Urban public transport, 2023(12): 54-59.
- [5] 谭英嘉, 朱一洲, 李少龙. 城市轨道交通接驳常规公交服务评价体系研究[J]. 都市轨道交通, 2021, 34(4): 55-60.
TAN Yingjia, ZHU Yizhou, LI Shaolong. Evaluation index system of urban rail transit and bus feeder service[J]. Urban rapid rail transit, 2021, 34(4): 55-60.
- [6] 吴炼. 城市轨道交通站点交通接驳一体化研究[J]. 中国建设信息化, 2019(14): 67-69.
WU Lian. Research on integration of traffic connection of urban rail transit stations[J]. Informatization of China construction, 2019(14): 67-69.
- [7] 何嘉辉. 轨道交通与接驳交通一体化衔接分析[J]. 交通与运输, 2022, 38(1): 11-15.
HE Jiahui. Integration of rail transit and connecting transit[J]. Traffic & transportation, 2022, 38(1): 11-15.
- [8] 赵强, 赵岩. 城市轨道交通车站接驳设施配置策略: 以北京市轨道交通6号线为例[J]. 城市交通, 2018, 16(5): 43-50.
ZHAO Qiang, ZHAO Yan. Strategies for accessing facilities at different types of rail transit station: a case study of subway line 6 in Beijing[J]. Urban transport of China, 2018, 16(5): 43-50.
- [9] 王志刚, 王庆, 宋庆祥. 城市轨道交通与常规公交换乘评价模型[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(12): 249-251.
WANG Zhigang, WANG Qing, SONG Qingxiang. Evaluation model of urban rail transit and conventional bus transfer[J]. Computer knowledge and technology, 2020, 16(12): 249-251.
- [10] 郝成, 殷勇. 基于D-S证据理论的城市轨道交通与常规公交协调综合评价[J]. 综合运输, 2019, 41(5): 57-62.
HAO Cheng, YIN Yong. Comprehensive coordination evaluation of urban rail transit and conventional transit based on D-S evidence theory[J]. China transportation review, 2019, 41(5): 57-62.
- [11] 张营杰, 安连华, 任传祥. 城市地铁线与常规公交线路接驳问题初探[J]. 都市轨道交通, 2016, 29(5): 74-78.
ZHANG Yingjie, AN Lianhua, REN Chuanxiang. Study on the connection between urban rail transit and conventional ground public transport[J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(5): 74-78.

(编辑: 傅依萱)