

广州市公共汽车线网重构路径

刘晓娟, 苏跃江, 谭云龙, 刘晓杰

(广州市交通运输研究院有限公司, 广东 广州 510635)

摘要: 在轨道交通网络化发展的背景下, 广州市公共汽车交通系统的功能定位发生了根本性转变。原有的以覆盖和直达为主的公共汽车线网格局, 加之传统的渐进式线网优化模式, 已难以适应当前及未来“城市轨道交通为主、公共汽车为辅”的发展新格局, 亟须对网络进行系统性重构, 以实现公共汽车与城市轨道交通的深度协同。以广州市为例, 探索在城市轨道交通成网运营条件下, 如何以需求为导向, 重构换乘型公共汽车线网的思路和方法。首先剖析当前广州市公共汽车交通存在的主要发展困境, 进而分析其在城市轨道交通成网背景下的发展形势与要求, 并在此基础上阐述公共汽车线网的重构路径。依托广州市公共汽车需求预测模型, 研究“骨干+接驳”换乘型公共汽车线网的重构模式, 提出基于客流需求、分层级、“逐条布线、优化成网”的公共汽车线网重构规划技术方法。该研究成果可为超大城市公共交通协同发展提供可复制、可推广的技术路径。

关键词: 公共汽车; 线网重构; 两网融合; 骨干线; 接驳线; 广州市

Pathways for Restructuring Guangzhou's Public Bus and Trolleybus Network

Liu Xiaojuan, Su Yuejiang, Tan Yunlong, Liu Xiaojie

(Guangzhou Transport Research Institute Co., Ltd., Guangzhou Guangdong 510635, China)

Abstract: Against the backdrop of the networked development of urban rail transit, the functional role of Guangzhou's Public Bus and Trolleybus (PBT) system has undergone a fundamental shift. The existing PBT network structure—which primarily focused on coverage and direct service—combined with the traditional incremental approach to network optimization, is no longer sufficient to adapt to the current and future development paradigm of "urban rail transit as the main mode, with PBT systems serving as a supplement." There is an urgent need for a systematic restructuring of the network to achieve deep synergy between PBT systems and urban rail transit. Taking Guangzhou as an example, this paper explores the concepts and methods for demand-oriented restructuring of a transfer-oriented PBT network under conditions where urban rail transit operates as an integrated network. First, the paper analyzes the major development challenges currently facing Guangzhou's PBT system; then, it examines the development landscape and requirements against the backdrop of an integrated urban rail transit network; and, based on this, outlines a path for restructuring the PBT network. Relying on Guangzhou's PBT demand forecasting model, the paper investigates the restructuring model of a "backbone + feeder" transfer-oriented network. A technical planning method is proposed based on passenger demand, a tiered approach, and the principle of "route-by-route planning and network-wide optimization." The findings can provide a replicable and scalable technical pathway for the coordinated development of public transportation in megacities.

Keywords: Public Bus and Trolleybus (PBT); network restructuring; integration of the two networks; backbone lines; feeder lines; Guangzhou

收稿日期: 2025-05-29

作者简介: 刘晓娟(1990—), 女, 福建龙岩人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为交通规划, 电子邮箱 952964236@qq.com。

引用格式: 刘晓娟, 苏跃江, 谭云龙, 等. 广州市公共汽车线网重构路径[J]. 城市交通, 2026, 24(4): 1-7.

Liu Xiaojuan, Su Yuejiang, Tan Yunlong, et al. Pathways for restructuring Guangzhou's public bus and trolleybus network[J]. Urban Transport of China, 2026, 24(4): 1-7.

0 引言

近年来,广州市坚持城市公共交通优先发展战略,于2018年成功创建“国家公交都市建设示范城市”,2022年成为国家绿色出行创建达标城市。广州市逐步形成由城市轨道交通、公共汽车、出租汽车、水上巴士、如约巴士构成的多元立体公共交通体系,为经济社会快速发展提供了有力支撑。为满足城市发展过程中居民出行需求的变化,广州市结合实际每年对公共汽车交通系统进行渐进式优化调整,逐步形成覆盖中心城区的693条线路,总长11 729 km(不含夜班线路)的服务网络。然而,随着城市轨道交通网络的快速扩展以及受其他交通方式的影响,公共汽车交通系统面临功能定位、运营模式和服务效率的转型压力。原先的渐进式优化方式已难以从根本上解决公共汽车线网功能定位不清、服务品质及运营效率不高、财政补贴过度依赖等可持续发展问题。

广州市正着力建设具有经典魅力和时代活力的中心型世界城市,规划形成“一带一轴、三核四极”的多中心、组团式、网络化城镇空间结构,建立城市轨道交通与公共汽车深度融合的大公共交通系统。当前,人民日益增长的美好出行需求与公共交通发展不平衡、不充分之间的矛盾较为突出,广州市公共交通总体服务水平与人民群众的新期待之间仍存在差距。因此,需要从“大交通”视角出发,改变当前公共汽车线网独立规划、独立布局的规划模式,突破渐进式优化思路,立足全局、系统考量,整体重构公共汽车线网,以合理满足居民出行需求,推动城市交通可持续发展。

对于公共汽车线网的重构规划,喻军皓等^[1]研究了基于两网融合的上海市公共汽车线网重构方式,提出全市公共汽车骨干通道方案及分区线网重构模式;郑爱琴等^[2]提出高质量重构杭州市公共汽车线网的建议,包括深化与城市轨道交通的竞合关系、制定重构策略等;赵建明等^[3]探讨了在城市轨道交通大规模成网背景下,公共汽车线网与城市轨道交通网络融合发展的问題,提出了相应的线网优化思路;李飞等^[4]从客流、运营成本及财政补贴等方面阐述了公共汽车线网重构的必要性,提出构建“骨干+接驳”出行模式;刘先锋等^[5]深入挖

掘理想公共汽车线网的概念,提出线网结构、服务区域和运营模式3个理想线网设计要素;沈帝文^[6]总结了公共汽车线网革命的核心理念,即推动传统直达型网络向换乘型网络转变。此外,还有多位学者探讨了城市轨道交通与公共汽车“两网融合”背景下公共交通体系优化完善的具体路径^[7-10]。

1 公共汽车交通的主要发展困境

1) 结构性挤压下公共汽车客流持续流失。

近年来,受其他交通方式分流的影响,公共汽车客运量持续下滑,在机动化出行中的分担率明显下降。一方面,城市轨道交通逐步成网运营,2024年运营里程突破700 km,为2014年的2.7倍,日均客运量达888万人次·d⁻¹(见图1),占公共交通客运总量的比例从10年前的46%增至75%,城市轨道交通的主体地位日益凸显。另一方面,共享单车、电动自行车等对中短距离公共汽车出行的分流作用明显:共享单车自2016年经历爆发式增长后,目前已进入平稳发展期,日均骑行量超100万人次·d⁻¹;电动自行车自2021年11月实行登记管理以来,全市已登记上牌超560万辆,其出行比例达15.7%,已成为除步行、小汽车之外的第三大交通方式。

在外部因素的多重挤压下,2016年公共汽车客运量首次被城市轨道交通超越,2020年出现断崖式下跌。2024年日均客运量已降至290万人次·d⁻¹,较最高峰(2014年728万人次·d⁻¹)减少超过60%,较2019年(疫情前)降幅超过50%(见图1);其在机动化出行中的分担率则从2017年的35.2%降至2024年的13.4%(见图2),居民出行结构已经发生深刻变革。

2) 现有网络下服务质量与运营效率难再提升。

长期以来,经渐进式优化形成的公共汽车线网存在先天不足,未来若仅依靠增加线路数量和车辆供给,已难以提升公共汽车的客流效益和服务质量。

一方面,公共汽车线路越开越多、越延越长,逐步形成一张高覆盖、高直达网络,平均换乘系数仅为1.1,然而线路之间未形成合力,线路重复率高、低效问题突出。中心城区公共汽车线路重复系数为5.5,

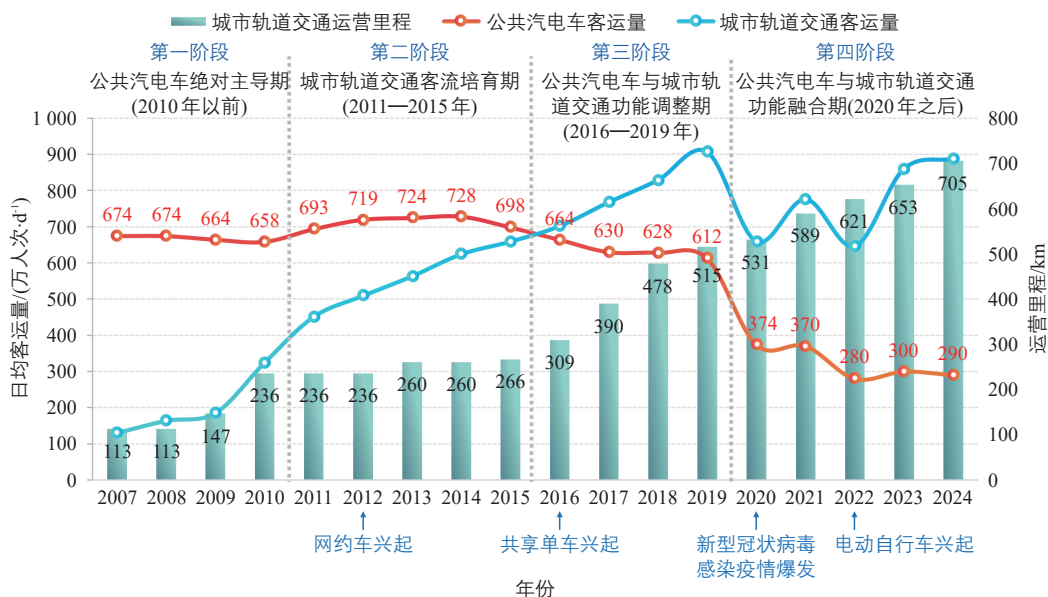


图1 2007—2024年广州市城市轨道交通与公共汽车客运量变化

Fig.1 Changes in passenger volume of Guangzhou's urban rail transit and public bus and trolleybus systems, 2007 - 2024

主要走廊单向平均重复线路数超过11条，单向最大断面线路数超过30条，且公共汽车高重复走廊往往也是城市轨道交通走廊，同质化扎堆现象严重，线路的客流效益和运营效率较低。其中，全网高峰时段平均满载率仅为28%，单车日均载客量204人次·车⁻¹，较2019年452人次·车⁻¹下降约55%；平均客运强度为149人次·100 km⁻¹，较2019年220人次·100 km⁻¹下降32%。

另一方面，广州市中心城区运营车辆10 128辆，万人公共汽车拥有量虽达11.5标台，但庞大的运力分散配置在复杂的线网上，仍无法提供高频服务。高峰时段平均发班间隔为16.8 min·班⁻¹，平均候车时间达8.4 min，高峰时段平均运营速度为15.5 km·h⁻¹。公共汽车出行效率总体较低：按5 km的出行距离测算，公共汽车出行时间(含候车时间，不含两端接驳时间)约为网约车出行时间的2.1倍，约为城市轨道交通的1.9倍(见表1)。与其他交通方式相比，公共汽车缺乏吸引力，形成“等候时间长—吸引力下降—客流减少—班次减少”的恶性循环。

3) 运营成本与收入倒挂，补贴依赖仍在加剧。

近年来，公共汽车企业运营成本中刚性支出占比达70%以上，人工、购车、电力消耗等成本持续上涨。与此同时，随着客运量下滑，票款收入持续下降，近5年票款收入降幅约60%。票款收入难以覆盖运营成本，企业自身盈利能力不足，导致公共汽车行业对财政补贴的依赖度不断加剧。以中

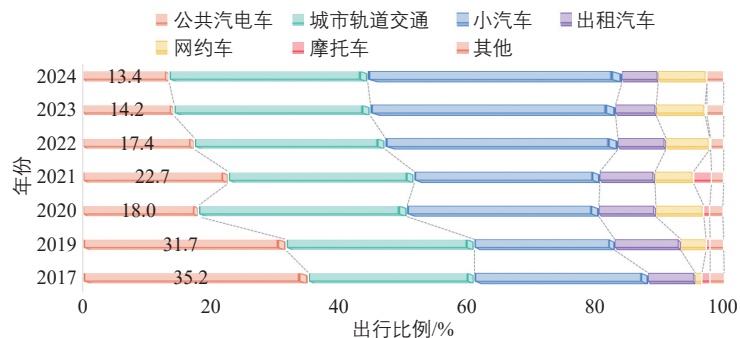


图2 2017—2024年广州市中心城区机动化出行结构变化

Fig.2 Changes in the motorized travel structure of Guangzhou's central urban area, 2017 - 2024

表1 5 km出行距离下不同交通方式的平均出行时耗

Table 1 Average travel time for different travel modes for a 5 km trip min

交通方式	在途时间	两端接驳时间
共享单车	35.9	
公共汽车	29.0	7.8+10.7
网约车	13.9	
城市轨道交通	15.0	10.5+11.0

心城区每年约45亿元的财政定额补贴为基准，公共汽车行业财政可持续性面临较大挑战。

2 发展形势与要求

1) 城市轨道交通主导下，公共汽车主体功能发生变化。

未来几年，广州市城市轨道交通网络将持续加密。预计第三期城市轨道交通规划全

部建成后,全市城市轨道交通总里程将达882 km,中心城区人口覆盖率与就业岗位覆盖率均超过60%,核心区均超过80%;至2035年,预计城市轨道交通总里程将超过2 000 km,中心城区人口覆盖率与就业岗位覆盖率超过80%(核心区基本实现全覆盖),城市轨道交通客流量占公共交通客流量的比例将超过80%。更加高效便捷、快速可靠的城市轨道交通系统,将对公共汽车造成持续冲击,使其主体功能发生不可逆转的变化。公共汽车亟须主动适应,通过系统性优化和结构性调整,推进与城市轨道交通的深度融合发展。

2) 市民出行品质化、多样化需求日益提高。

随着市民出行需求日益呈现品质化、多样化、个性化趋势,传统公共汽车的供给模式已难以适应需求变化。居民出行需求的日益提高,客观上要求公共汽车在持续提升保障能力的基础上,提升服务的针对性和精准度,改善用户体验,实现服务质量和运营效率的同步提升。

3) 新技术的应用为公共汽车服务革新提供机遇。

数字化转型背景下,大数据技术的深度应用为公共汽车精准化服务提供了有力的技术支撑。借助多源数据采集分析平台,可实现对客流时空分布、出行特征、线路运营效率等关键指标的精准刻画,推动公共汽车规划从经验驱动向数据驱动转型。与此同时,以自动驾驶、人工智能为代表的新一代信息技术正在重塑公共汽车的运营模式。这些技术创新在提升运营效率、降低能耗成本的同时,也为乘客带来更加舒适便捷的出

行体验。未来,随着5G通信、车路协同等技术的进一步成熟,公共汽车系统将向智能化、网联化方向加速演进,推动城市公共交通服务模式的全面升级。

3 线网重构路径

3.1 线网重构策略

1) 由直达网络转变为换乘网络。

借鉴库里蒂巴、巴塞罗那、都柏林等城市公共汽车线网革命的成功经验,广州市在重构线网时,线网功能定位应从关注线路直达性转向关注网络可达性,线网形式应从“直达毛线球”转变为“换乘鱼骨型”,引导居民由按线出行向按网出行转变(见图3)。具体策略包括:①通过“类轨道化”高频线路服务,提升乘客换乘意愿;②通过优化其他线路与“类轨道化”线路的换乘节点设计,提升换乘便利性;③通过完善末端网络,强化“最后一公里”接驳服务。

2) 由重复低效转变为精简高频。

针对公共汽车的主要客流走廊,打造精简、易于识别的“类一路一线”高频骨干网络,将主要客流走廊从多线路重复、低频服务转变为单线路集中、高频服务,确保主要客流走廊上城市轨道交通与公共汽车之间、公共汽车之间保持低重叠度,强化城市轨道交通的主体地位和公共汽车的接驳功能。在重构公共汽车线网与现状线网的衔接上,以走廊重复线路集中精简整合为切入点,打造“类一路一线”精简干线网络,实现网络的高可识别度;将节省的运力集中配置,形成运力集中投放效应,提供高频服

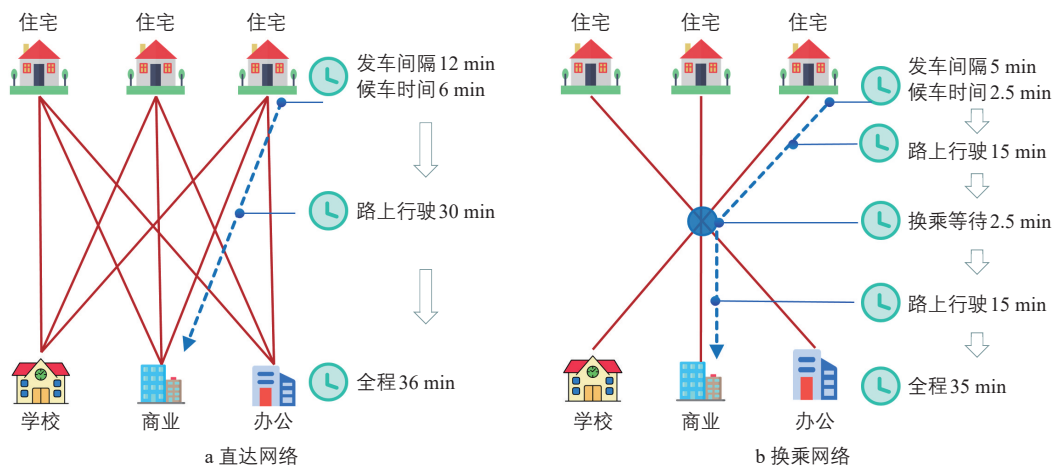


图3 两种公共汽车线网模式下出行时间对比

Fig.3 Comparison of travel times under two public bus and trolleybus network models

务。通过“双高”策略(高可识别度、高频发班),增强居民按网出行的意愿,从而提升整体有效服务规模(见图4)。

3) 由自成体系转变为两网协同。

在以公共汽电车为主体的阶段,公共汽电车线网自成体系,规划及优化强调各层级间分工协作,但对与城市轨道交通的协同考虑不足,致使两网高度重合。随着城市轨道交通主体地位逐渐凸显,公共汽电车已转变为城市轨道交通的补充和延伸,应基于城市轨道交通网络布设公共汽电车线网,简化公共汽电车层级结构,减少两网间的无效重叠,强调“一张网”协同运作,实现系统整体效能最大化。

4) 由均等服务转变为精准匹配。

资源布局应精准匹配客流分布,按照“有压有保”的总体策略,结合城市轨道交通服务供给增量与公共汽电车客流变化情况,阶段性调整公共汽电车运力的总体规模、车型配置和时空布局,实现运力配置的总量控制和精细化供给。同时,结合客流需求优化公共汽电车资源(线路、运力、里程)的时空分布,实现公共汽电车系统供需的相对平衡。

3.2 线网重构思路

摒弃传统公共汽电车线网独立规划、独立布局的模式,按照“城市轨道交通+公共汽电车”一体化规划的思路,调整公共汽电车功能定位,重构公共汽电车线网。按照“先定骨干、后定接驳”的路径,构建精简高效、稳定可靠的换乘型公共汽电车线网,引导居民从按线出行向按网出行转变,实现“减规模、不降服务”的总体目标。

3.2.1 发展定位调整

公共交通发展总体格局正从“城市轨道交通为骨干、公共汽电车为主体”向“城市轨道交通为主、公共汽电车为辅”转变。公共汽电车的功能定位由主体网络服务功能转向补充功能、延伸服务功能及多元化拓展方向。

1) 补充功能。由公共汽电车骨干线承担补充功能,填补城市轨道交通尚未覆盖的既有或潜在公共交通客流走廊,分流饱和度和较高的城市轨道交通客流走廊,提供高频可靠的“类轨道化”服务,与城市轨道交通网共同构成公共交通高频干线网。

2) 延伸服务功能。利用公共汽电车接驳线,将公共交通干线网向片区内部延伸,提供片区内部短距离出行覆盖,并为干线网络输送客流。

3) 多元化拓展。面向市场发展特色公共汽电车服务,精准对接出行需求,提供优质的市场化公共交通服务。

3.2.2 线网模式重构

打造公共交通地下与地面“一张网”“一张图”:由“城市轨道交通+公共汽电车骨干线”构成公共交通骨干网;由区域微循环线、城市轨道交通接驳线、保障线等多个层次组成区域接驳网,形成“骨干+接驳”的公共交通线网体系,并以特色线作为上述基础线网的补充。

1) 骨干网。包括城市轨道交通和公共汽电车骨干线,以高频、快速为特征,覆盖公共交通主要客流走廊,串联城市主要功能节点,服务中长距离集约化出行,实现主要客流集散点与大型枢纽之间的快速贯通,基本实现中心城区建成区800 m半径全覆盖。其中,公共汽电车骨干线主要补充城市轨道交通尚未覆盖的既有或潜在公共交通客流走廊,分流饱和度和较高的城市轨道交通客流走廊,提供“类轨道化”服务。骨干线分为通道线和通道联络线,沿各客流走廊构建“1+N”骨干线模式:“1”为通道线,是高频穿梭干线,覆盖走廊主要客流段,实现走廊内部起讫点(OD)直达快联,以直线型为主;“N”为通道联络线,承担走廊间的客流衔接功能,实现走廊内外大客流OD直达快联,以L型、Z型线路为主。

2) 接驳网。主要服务于短距离出行、区域微循环及骨干网接驳,填补骨干网空

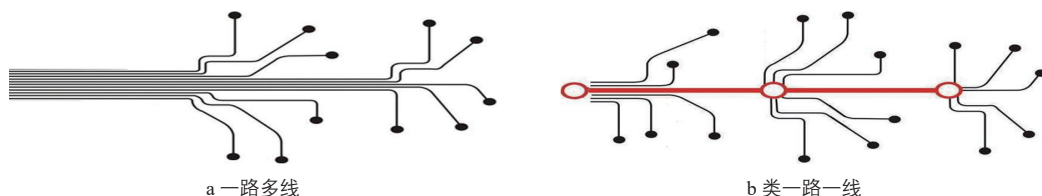


图4 公共汽电走廊线网组织模式对比

Fig.4 Comparison of public bus and trolleybus corridor network organization models

白,提升线网覆盖率,同时为骨干网输送客流,实现建成区500 m半径全覆盖。根据功能,可细分为城市轨道交通接驳线、区域微循环线、保障线等。

3) 特色网。作为基础线网的补充和服务升级,面向个性化、品质化、多元化的出行需求,提供多元化、集约化、高品质的新型公共汽车服务,实行市场化运营。

3.2.3 线网重构规划技术方法

基于 ArcGIS 与 TransCAD 双平台搭建城市公共汽车预测与分析模型,融合公共交通IC卡刷卡、电子支付、公共汽车GPS、手机信令、居民出行调查及共享单车/网约车订单等多源数据,构建客流需求预测模型,识别客流走廊及分片区的出行OD分布。基于客流OD,分层采用“逐条布线、优化成网”的技术方法^[1]进行线网重构规划。其基本原则是以直达乘客量最大化为主

要目标,通过分析备选线路起终点位置及客流分布,确定线路的最佳组合及最优走向,在满足其他目标及约束条件的前提下,形成理想线网。具体流程如图5所示。

3.3 线网重构流程

3.3.1 定骨干网

遵循“先定走廊、后定骨干”的思路,坚持“走廊覆盖、高频穿梭”的原则,基于主要客流走廊的OD分布,按通道规划公共汽车骨干线(见图6)。首先识别公共交通客流走廊,在耦合分析城市轨道交通网络与公共交通客流走廊分布的基础上,进一步识别出“五横四纵多放射”的公共汽车客流走廊(即城市轨道交通通过饱和走廊及轨道交通尚未覆盖走廊)。基于公共汽车客流走廊,规划骨干线:一是基于走廊内部OD客流,规划主通道线;二是基于走廊间OD客流,规划通道联络线。

以广州大道客流走廊为例,基于广州大道通道内部OD客流,规划2条通道线;基于广州大道通道与东风路、新港路等其他通道的OD客流,规划7条通道联络线,构成广州大道“2+7”高频骨干线体系。

3.3.2 定接驳网

遵循“先分片区、后定接驳”的思路,坚持“无缝接驳、片区辐射、全域覆盖”的原则,基于短距离出行OD和主要交通枢纽的接驳客流分布,分片区规划公共汽车接驳线(见图7)。首先进行出行片区划分,依托相邻片区及片区内部的中短距离客流需求,结合骨干网络接驳客流需求挖掘,以接驳换乘枢纽及末端客流集中点为锚固节点,按照“逐条布线,优化成网”的思路,构建公共汽车接驳线网络拓扑结构,综合考虑与骨干线网的重叠及换乘接驳关系,对骨干线网未覆盖区域进行线网加密和延伸,形成公共汽车接驳线:一是基于相邻片区OD客流及片区内部OD客流规划区域微循环线;二是基于城市轨道交通接驳客流规划接驳线;三是规划保障线,实现全域覆盖。

以云埔片区为例,该片区为城市轨道交通单线覆盖区域,形成以地铁南岗站为枢纽、向片区内辐射的客流格局。首先基于片区内部及与相邻片区的出行OD分布,形成客流“蛛网图”;同时结合多源数据,分析既有及潜在客流的来源与去向,以枢纽为中心逐条规划公共汽车接驳线。云埔片区接

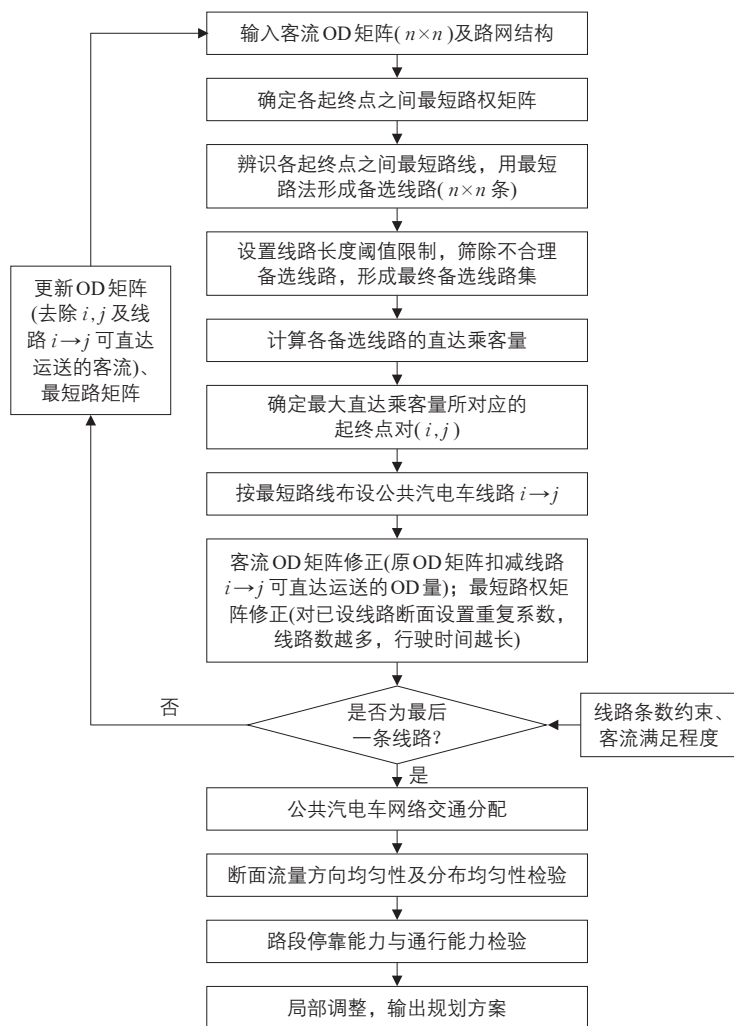


图5 公共汽车线网重构规划技术方法

Fig.5 Technical methods for public bus and trolleybus network restructuring planning

驳网共规划 26 条线路，与 2 条骨干线(城市轨道交通 1 条、公共汽车 1 条)共同构成“星型+辐射”的公共交通线网布局。

通过线网精简整合、线路布局优化，云埔片区将削减低效重复的运力供给，整体运力规模预计可压减 25%。线网重构后，虽然公共汽车平均换乘系数将从 1.1 升至 1.27，但线路总规模将压缩 35%；同时，通过实施差异化运营组织模式，骨干线采取高频运营，接驳线实行“高峰高频、平峰定时”的分时段发车策略，高峰时段平均候车时间将由 8.5 min 缩短至 5.4 min。

4 结束语

在城市轨道交通网络化发展的背景下，广州市公共汽车交通系统的功能定位发生了根本性转变，从原来的主导地位向协同地位转变。原有的以覆盖和直达为主的公共汽车线网格局，以及传统的渐进式线网优化模式，已难以适应当前及未来“城市轨道交通为主、公共汽车为辅”的发展新格局，亟须对网络进行系统性重构，实现公共汽车与城市轨道交通的深度协同。本文以广州市为例，探讨了在城市轨道交通成网运营背景下，以需求为导向的换乘型公共汽车线网的重构策略、思路及规划技术方法，为其他城市提供参考。

需要强调的是，公共汽车线网重构本质上是一项多维协同的系统工程：在制度层面，需配套换乘优惠、路权保障等政策；在运营层面，需依托数字化手段，实现需求的精准感知与资源的动态配置；在设施层面，需配套换乘枢纽及场站设施。公共汽车线网重构不仅是技术层面的变革，更是城市交通治理理念的革新，应在顶层设计中统筹处理好公共交通优先与城市空间拓展的关系，最终实现城市轨道交通时代多模式交通系统的整体效益最大化。

参考文献：

References:

- [1] 喻军皓，李彬. 基于两网融合和上海地面公交线路网重构研究[C]//中国城市规划学会城市交通规划学术委员会. 品质交通与协同共治：2019 年中国城市交通规划年会论文集. 北京：中国建筑工业出版社，2019：179.
- [2] 郑爱琴，吴海卫，张栩. 轨道成网背景下杭

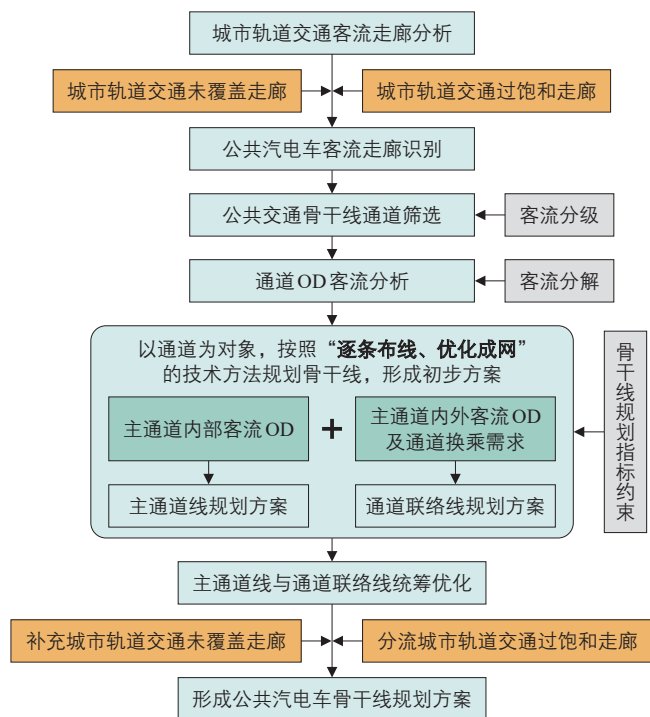


图6 公共汽车骨干网规划技术方法

Fig.6 Technical methods for public bus and trolleybus backbone network planning

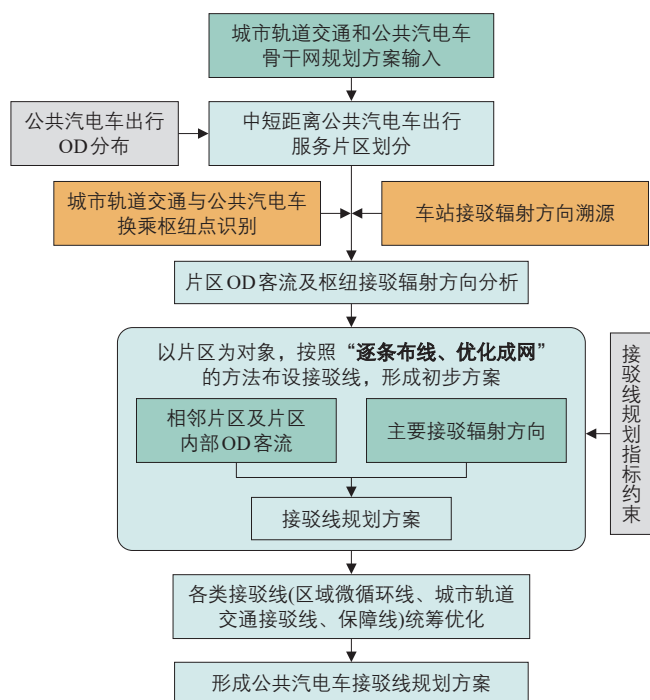


图7 公共汽车接驳网规划技术方法

Fig.7 Technical methods for public bus and trolleybus feeder network planning

州市区公共汽车线网重构思考[J]. 交通与港航，2022，9(1)：46-53.

Zheng Aiqin, Wu Haiwei, Zhang Xu. Study on the reconstruction of the bus network in Hangzhou urban area under the background of subway network[J]. Communication & Shipping, 2022, 9(1): 46-53.

(下转第 126 页)