

面向可达性的全过程公共交通网络规划方法

徐惠农¹, 黄伟¹, 陈志建¹, 刘永平¹, 秦杰², 高强飞²

(1.深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 广东深圳 518021; 2.无锡市公共交通集团有限公司, 江苏无锡 214131)

摘要: 公共交通作为城市机动化出行的主体地位日益凸显, 亟须建立面向可达性的公共交通网络优化方法和路径。在梳理现状公共交通可达性不足引发的主要问题的基础上, 分析公共交通可达性演变机理。以耦合城市空间结构、提升公共交通可达性为切入点, 构建基于可达性的公共交通网络规划体系框架。最后, 从战略管控、协同共治、精细实施、动态导控等方面明确面向可达性的公共交通网络规划实施路径与核心要点。

关键词: 公共交通; 网络优化; 可达性; 全过程实施路径; 协同共治

Access-Oriented Public Transit Network Planning

Xu Huinong¹, Huang Wei¹, Chen Zhijian¹, Liu Yongping¹, Qin Jie², Gao Qiangfei²

(1.Shenzhen Urban Transport Planning Center Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518021, China; 2.Wuxi Public Transport Group Co., Ltd., Wuxi Jiangsu 214131, China)

Abstract: Because of public transit's increasingly prominent role in urban transportation, it is necessary to develop the optimization and routing methods for the access-oriented public transit network. By analyzing the main problems caused by inadequate accessibility of public transportation, this paper discusses the evolution of public transit accessibility. Focusing on urban spatial structure and improving public transportation accessibility, the paper develops a framework of public transit network planning based on accessibility. Finally, the paper presents the public transit network planning and implementation method and critical issues in strategic control, coordinated management, detailed implementation, dynamic real-time control, and etc.

Keywords: public transit; network optimization; accessibility; integrated implementation path; coordinated management

收稿日期: 2019-06-25

作者简介: 徐惠农(1974—), 男, 湖南长沙人, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 交通规划、城市规划。E-mail: xhn@sutpc.com

0 引言

1959年, 汉森(Hansen)^[1]首次提出可达性的概念, 将其定义为交通网络中各节点相互作用机会的大小, 表征空间实体克服相互间距离障碍进行交流的难易程度。作为各大城市机动化出行的主体, 公共交通空间分布的可达性优劣直接关系到市民参与社会活动的机会^[2-3], 因此, 公共交通可达性是促进城市用地与交通系统持续、健康、协调发展的关键, 也是政府引导城市空间理性发展的有效手段^[4-5]。城市发展经验表明, 以公共交通为主导的高可达性机动化城市是各大城市空间结构理性发展的必然选择。

近年来, 随着城镇化高速发展, 各大城

市活动空间不断外延式扩展, 居民出行距离及机动化出行量持续增长, 城市交通发展突出机动性导向, 主要通过提高道路通行能力、降低道路饱和度来提升交通工具流动效率^[2]。然而, 作为机动化出行主体的公共交通有效可达性提升有限, 通过公共交通参与城市活动的城市空间结构变化并不匹配, 可达性已经成为影响公共交通吸引力的关键因素。

由于公共交通数据获取的难度和居民出行方式选择的复杂性, 利用公共交通作为出行方式的可达性研究相对缺乏, 以往的研究主要集中于公共交通可达性测度方法及对不同城市的实证研究^[6-8], 但在综合分析城市交通可达性与土地利用及城市空间结构演化的

相互作用机制^[9]方面略显薄弱,关于如何系统提升公共交通可达性的研究更是缺乏,与国家大力推行公共交通优先发展的战略背景并不相符。

本文在既有研究的基础上,梳理现状公共交通可达性不足引发的主要问题,分析公共交通可达性演变机理,以耦合城市空间结构、提升时空可达性为切入点,构建基于可达性的公共交通网络规划体系框架,明确面向可达性的公共交通网络规划实施路径与核心要点。

1 公共交通可达性不足引发的主要问题

1) 城市视角:公共交通形成的有效可达空间增长有限,难以发挥对城市空间发展的支撑和引导作用。

交通系统的发展不仅要关心容量,更要关心有效可达性覆盖的社会机会、公共服务以及不同社会群体空间活动交融^[2]。然而,当前城市公共交通发展侧重从设施供给规模上匹配出行需求,从可达性上难以满足城市空间发展的需要以及人的出行需求。以江苏省无锡市为例,现状老城核心基于公共交通1h可达的城市空间为288 km²,仅占市区建设用地的43%,在可接受出行时间内通过公共交通可感知的城市活动空间远小于市区实际空间,让市民产生无锡很小的错觉。围绕老城中心的公共交通可达性仅能到达太湖新城、锡山新城及惠山新城中心,辐射半径仅12 km。无锡现状城市空间总体呈现单中心+小通勤圈特征,与2016版城市总体规划提出的“一城、双心、三级、多点”的城市空间结构存在较大差距(见图1)。公共交通系统

的核心任务是在引导城市形成合理空间功能布局的基础上实现可持续发展,可达性不足显然制约了公共交通作用的发挥。

2) 交通视角:公共交通可达性不足导致公共交通吸引力下降,加剧城市交通拥堵。

公共交通可达性不足不仅限制了外围地区居民通过公共交通参与城市中心活动,也导致中长距离的刚性交通需求只能通过小汽车等个体机动化交通来满足,从而限制公共交通吸引力的提升。研究表明,公共交通的出行时间弹性高,居民出行对公共汽车运行时间较为敏感^[10]。北京市第四次居民出行调查的意向调查(SP调查)显示,公共汽车出行时间弹性为1.83,若公共汽车出行时间增加10%,则其出行需求会下降18.3%。

公共交通可达性下降,造成部分潜在用户被动向其他出行方式寻求解决方案,在居民收入显著增长背景下,小汽车拥有与使用必然快速增长,从而加剧城市交通拥堵。以无锡市为例,现状市区平均通勤距离7.3 km,平均通勤时间37.1 min,而居民公共交通全程出行平均时耗54 min。虽然近年来无锡市公共交通设施综合供给不断增加,但公共交通客运量持续下降,2013—2016年公共交通出行比例由18.1%降至11.2%,同期小汽车出行比例由13.4%升至24.4%,个体机动化交通快速发展,部分片区和路段出现拥堵现象,并呈现快速发展和常态化态势。

2 影响公共交通可达性的机理分析

1) 城市空间和土地开发生态演进与公共交通组织模式更新耦合不足,公共交通可达性难以根本改变。

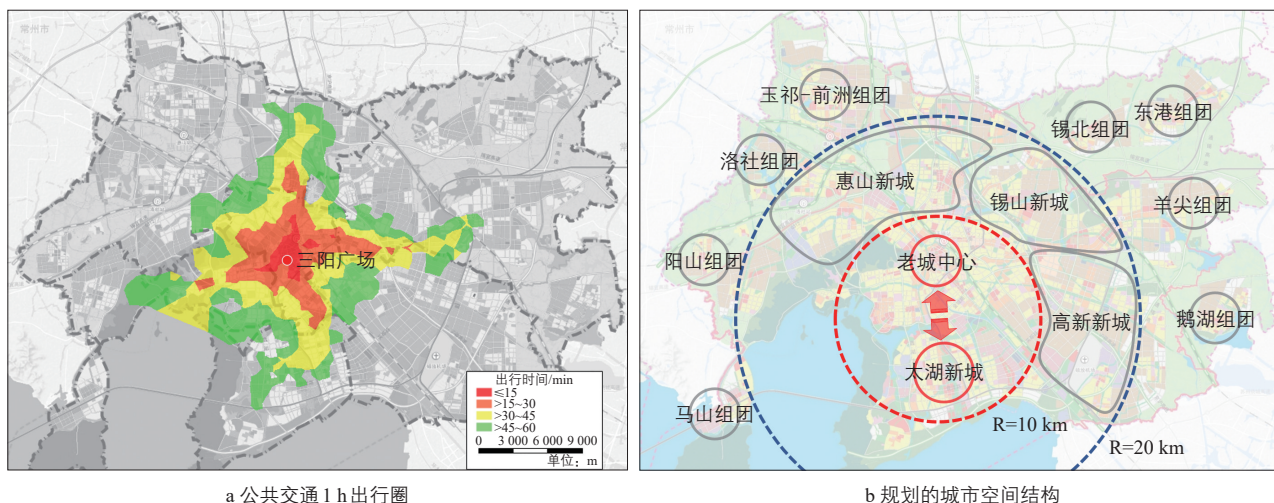


图1 无锡市老城中心公共交通1h出行圈与规划的城市空间结构对比

Fig.1 Comparison of the 1-hour travel circle by public transit in Wuxi old town center and the planned urban spatial structure

区域发展的前提条件是提高区域的可达性^[12-13]，城市空间拓展需要与之相匹配的交通可达性作为基础支撑。交通工具的革新会从根本上改变空间可达性格局，进而影响城市的空间组织模式。在以步行、公共交通、个体机动化交通工具为主导的交通发展路径下，城市空间也反映出相应的组织特征^[11](见图2)。

不同城市空间和土地开发形态要求不同的公共交通网络组织模式，其公共交通可达性不同^[14](见表1)。在土地利用方面，小汽车交通适于低密度均质的土地利用形态，公共交通适于高密度组团式土地利用形态。随着城市不断发展，城市空间结构持续优化演进，但公共交通组织模式往往没有协同更新，更多地表现为外在的公共交通系统设施规模增加，无法根本改变公共交通可达性，而公共交通可达性的不足又反过来限制城市空间演进效果。

2) 综合交通系统组织仍以小汽车为主导，公共交通可达性发展环境受限。

小汽车交通具有舒适、快捷、个性、私密等优点，在用地密度较低的区域兼具良好的机动性和可达性，但是小汽车高可达性需要良好的道路交通环境支撑，从长远来看不一定引导城市向高可达性方向发展^[15]。快速交通网络的建设有利于提高城市边缘区域交通可达性水平，但发达国家发展经验表明，从长期看在城市和远郊边缘持续不断地建设快速道路将鼓励分散式增长，即低密度扩展的机动车依赖式的居住模式，最终导致城市平均出行距离加大、出行时间延长、可达性降低。小汽车导向下的可达性演变机理见图3。

长期以来小汽车导向下的城市发展思路、对缓解交通拥堵的重视及其营造出的宜行宜停的小汽车使用环境，极大地提升了小汽车出行的效率与竞争力，也使得通过优化公共交通服务引导优先选择公共交通出行的难度不断加大^[16]。小汽车优先的思路仍在许多城市和政策法规中占据主导，导致公共交通空间资源配置受限^[17]，公共交通场站、公

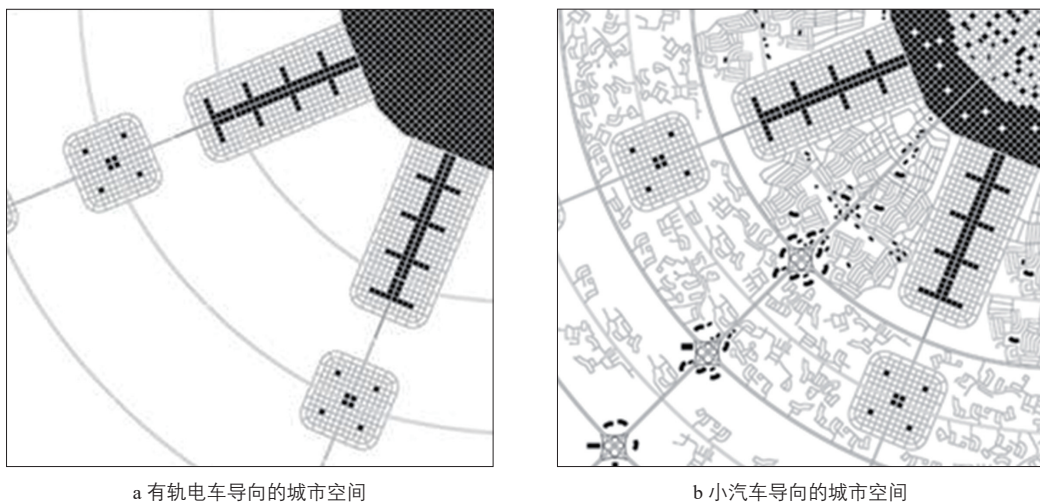


图2 不同交通方式导向下的城市空间特征

Fig.2 Characteristics of urban spatial layout with different travel modes

资料来源：文献[11]。

表1 不同城市形态对应的交通流特征及公共交通可达性

Tab.1 Characteristics of traffic flow and accessibility of public transit associated with different urban forms

城市形态	交通流特征	公共交通可达性
团状城市	随意性、多方位的交通流向	不利于客流集聚，不利于发展大容量公共交通，难以实现公共交通引导，公共交通可达性较弱
带形城市	有明确的轴线交通流	有利于组织大容量公共交通方式，高峰时段客流量负荷最大、最集中，公共交通可达性强
星形城市	交通流沿城市的发展轴分布	较带形城市客流量有所分散，但仍利于布设大容量公共交通，高峰时段客流量激增明显，公共交通可达性较强
组团城市	组团内部流动占主导	组团内部交通分散、压力有限，发展中运量公共交通加强组团间联系，公共交通可达性良好

资料来源：文献[14]。

交专用车道等普遍出现需要设的地方没条件、不需要设的地方反而很充裕的情况。公共交通发展空间资源不足也限制公共交通可达性提高。

3) 公共交通网络未发挥系统效益, 公共交通可达性提升内生动力不足。

随着城市轨道交通网络不断扩展, 公共汽车站的可达性逐步提高, 表明轨道交通网络的建设逐渐改善城市公共交通网络的整体可达性。一方面, 城市轨道交通线路的加入, 打破了公共汽车网络圈层式可达性格局, 逐渐呈现出圈层式加沿轨道交通线路分布的走廊式格局; 另一方面, 轨道交通网络对城市公共交通可达性的改善作用随轨道交通网络的增加而日益显著。以广州市为例, 近年来地铁线网快速发展, 地铁对公共交通网络整体可达性的改善作用明显, 地铁线网作用下公共交通可达性变化率达30.62%^[8](见表2)。

然而从区域上看, 城市轨道交通加入公共交通网络引起的服务范围变化主要来自城市外围地区, 即公共交通发展不足的区域^[8], 但外围地区接驳轨道交通的公共汽车服务水平普遍不足, 又降低了公共交通的可达性。以上海市为例, 外环周边及外环外可步行直接到达地铁车站的出行者比例约占40%, 而选择公共汽车接驳地铁的出行者仅占客流的39%, 在没有使用公共汽车接驳的人中约有40%的出行者有意愿选择公共汽车进行接驳, 但因与地铁接驳不畅、公共汽车服务水平低而放弃了使用。

传统的公共汽车线网布局侧重单条线路的直达性服务, 对线网整体的可达性和效率关注不足。随着核心区功能外溢, 空间逐步拓展, 传统的线网组织主要依靠原有公共汽车线路向外围延伸来解决外围地区的公共交通覆盖问题。这一做法虽然能实现一定的公共交通覆盖率, 但却造成大量功能混杂的长线服务, 在配车数不变的情况下, 公共汽车发车频率降低、乘客等车时间长且单程运行时间增加、准点率下降, 公共汽车线网可达性及出行品质并未显著提升。

4) 居民出行需求升级, 公共交通可达性内涵未能适应品质发展需求。

公共交通可达性内涵侧重居民出行时间与费用, 但对出行体验关注不足。马尔凯蒂定律(Marchetti's constant)指出, 不管交通系统变得如何四通八达, 居民平均通勤时间依然保持原样, 近年来国际及中国主要城市机

动化出行时间均接近1h并趋于稳定。居民对出行费用的承受能力一般认为出行成本不宜超过收入的10%。居民出行承担的时间与费用成本可通过时间价值系数(Value of Travel, VOT)转换为同一量纲数据, 用以综合评估出行效用。当前中国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾, 居民出行需求不断升级, 对品质交通的诉求愈发强烈, 公共交通可达性内涵未能适应品质发展需求。

公共交通可达性不仅是公共交通方式自身的可达性, 还需要围绕出行链全过程进行整体考虑。公共交通出行涵盖轨道交通、公共汽车、步行、非机动车、小汽车等多种方式组合, 需要综合考虑出行者到达公共交通车站的便利程度、候车时间、车内时间、到站后步行时间、换乘便利性等。公共交通可达性涉及出行便利性、舒适度等因素, 尤其是最后1km的出行品质直接影响公共交通可达性服务范围, 在以公共交通车站为中心的公交社区内部应强化面向行人和非机动车出行者的道路设施规划设计^[15]。此外, 也需要围绕车内及候车、换乘环节强化出行品质, 提升全出行链的服务水平。

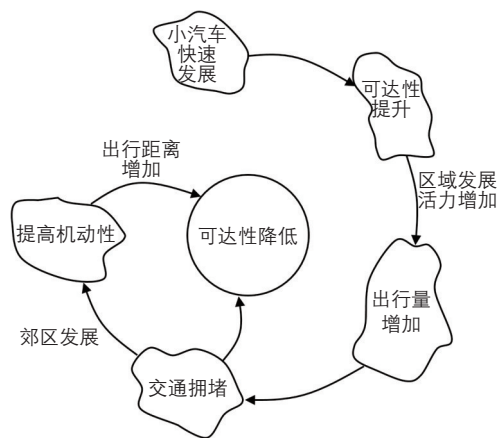


图3 小汽车导向下的可达性演变机理

Fig.3 Evolution of accessibility by car

表2 2000—2012年广州公共交通网络可达性变化情况

Tab.2 Accessibility of public transit network in Guangzhou from 2000 to 2012

年份	公共交通网络平均可达时间/min		变化程度/min	变化率/%
	地铁加入前	地铁加入后		
2000	35.52	33.78	1.74	4.89
2003	46.15	42.42	3.73	8.08
2009	51.23	43.74	7.49	14.62
2012	71.32	49.48	21.84	30.62

资料来源: 文献[8]。

3 面向可达性的全过程公共交通网络规划体系框架

3.1 体系框架分析

面向全过程挖掘规划作用，从战略管控、协同共治、精细实施三个层次梳理公共交通网络规划的技术路径与核心要素(见图4)。在战略层，面向可达性构建引导公共交通网络优化的多层指标体系，强化对协同共治的理念引导以及对精细实施的目标管控；在协同层，明确网络优化协同要素系统与协同实施推进方式；在实施层，系统梳理线网优化的关键环节，形成精细实施方案体系。同时，面向公共交通网络发展过程建立动态导控机制，将战略管控、协同共治、精细实施自上而下的作用机制向双向互动转变，提升网络规划总体框架动态灵活应对复杂变化过程的可能性。

3.2 网络规划实施路径

3.2.1 战略管控层面：面向可达性构建引导公共交通网络优化的多层指标体系

1) 将可达性引入城市发展战略层面，形成发展战略共识。

传统的公共交通优先发展目标侧重公共交通发展规模及交通结构引导，主要发挥公共交通设施供给指导作用，对公共交通网络与城市居民活动空间的适配性引导不足^[3]。研究表明，以交通可达性作为桥梁来协调城市交通与土地利用互动关系，可以改变交通需求的生成强度、空间分布特征，优化交通需求模式与交通结构^[4]，有利于从根源支撑

公共交通优先发展，从而有效缓解日趋尖锐的城市交通供需矛盾。建议将可达性引入城市发展战略层面并形成战略共识，有效促进以公共交通为主导的交通网络与城市空间活动系统的匹配关系。以深圳市为例，为提高市民公共交通出行比例，深圳市交通运输委员会推行公共汽车交通提速1.5战略，使公共汽车出行的时间不高于小汽车的1.5倍，建立可与小汽车竞争的公共汽车交通体系，而最新一轮城市总体规划也明确提出提高交通时空服务能力，将出行时间控制在1h可达范围以内。

2) 围绕可达性构建引导公共交通网络优化的多层指标体系。

指标体系是衔接目标与行动的桥梁，战略管控的根本要义是建立质量发展指标确保目标实现^[2]。面向可达性进行多层次公共交通网络优化需要在既有发展指标基础上补充构建基于可达性的多层指标体系，从总体管控与实施管控层面把握公共交通可达性控制要素，总体管控强调综合交通系统整体的出行可达性引导控制，实施管控侧重于公共交通网络优化过程的点-线-网层次梳理控制要素，详细的指标体系及控制要素建议见表3。

3.2.2 协同共治层面：围绕公共交通优先组织综合治理，破解制约公共交通可达性的相关瓶颈要素

1) 构建政府、企业、公众多元主体共治协调机构，强化公共交通优化目标协同，全面凝聚治理共识。

当前城市交通治理责任普遍归于政府部门，各部门之间事权相互独立，仅在环节界面进行交接^[18]，交通治理目标也限定在部门事权划分的范围，只关注事权范围内的目标，而忽视城市综合交通的发展目标，往往造成局部改善但整体难以优化的窘境^[19]。扩展公共交通优先协同共治活动边界，围绕政府、企业团体、社会公众多元主体构建面向市、区、社区三级共治协调机构(见表4)，充分发挥政府主管部门的统筹协调作用和人大、政协在协同治理中的价值引领、利益表达、决策协商、社会疏导和整合功能^[20]。充分讨论并锚固引导出行者主动使用公共交通的核心要义^[16]以及公共交通可达性的总体管控目标，围绕公共交通优先组织交通综合治理，凝聚多方共识，围绕公共交通治堵集中发力，实现整体优化。

2) 围绕公共交通优先开展交通拥堵治理，形成面向公共交通可达性提升的协同共

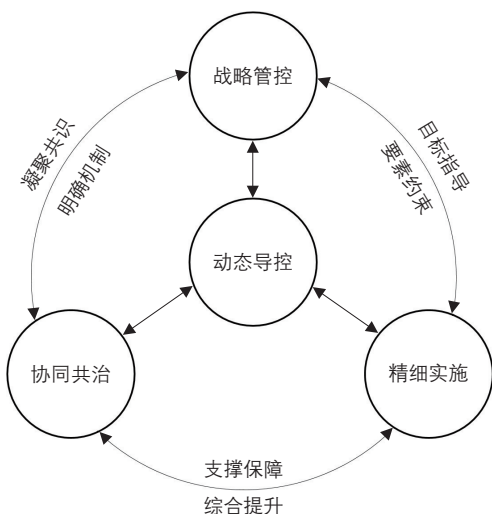


图4 面向可达性的全过程公共交通网络规划体系框架

Fig.4 Framework of access-oriented public transit network planning

治实施载体。

公共交通优先不仅需要围绕公共交通系统内部发展要素进行建设，还需要从整个交通系统进行综合考虑，特别是在城市进入存量发展时期，由于以道路系统扩张为主导的拥堵治理策略难以为继，以小汽车导向对立地处理交通拥堵治理及公共交通优先的发展关系，使得交通拥堵治理和公共交通优先政策的实施效果都大打折扣^[16-17]。

交通拥堵治理与公共交通优先既是城市交通发展的两大政策支柱，也是交通支撑和引导城市持续健康发展的一体两面。将拥堵治理与公共交通优先结合，在城市交通空间再分配中，通过优先配置公共交通空间，提升公共交通服务水平，可以达到保障城市正常运行、缓解交通拥堵的目的，实现公共交通优先与拥堵治理双赢^[17]。深圳市在近期开展交通综合治理中强调由治小汽车堵为传统的模式向公共交通治堵转变，以公共交通治堵为核心制定近期治堵策略及措施，近期梳理出的392个拥堵治理项目中有近60%围绕公共交通治堵开展。

3) 将协同共治要素体系由公共交通内部向综合交通系统转变，研究制定协同实施项目库。

城市空间布局、土地利用、道路网络布局、小汽车保有和使用管控以及停车设施供给等对公共交通发展均产生直接影响^[16]。围绕当前城市空间及土地利用强化公共交通可达性支撑，同时面向地铁、骨干公共汽车线路带来的公共交通可达性变化协同引导城市

未来空间布局发展。建立健全有利于引导小汽车消费回归理性的制度框架，引导出行消费回归理性。伦敦、新加坡的拥堵收费通过提高小汽车的经济成本，在保障公共交通优先的策略下，改变公共交通与小汽车交通的竞争关系，达到提升公共交通吸引力和缓解城市交通拥堵的目标^[17]。国际经验表明，停车设施的供给应以公共交通发展水平的评估为前置条件^[16]，伦敦市依据公共交通可达性水平(Public Transport Accessibility Level, PTAL)指导居住区的停车配建指标，为鼓励使用公共交通，停车位配置的基本原则是在公共交通服务好的地区应减少供应，而在公共交通服务薄弱的地区可提供更多的停车位^[7](见图5)。基于协同共治要素研究支撑网络优化的协同实施项目库，项目库需对内部每一项措施进行详细说明，包括实施主体、实施对象、实施目标、实施手段、实施时序、实施周期等内容，逐步引导建立有利于实现多元主体参与、多元利益融合的协同共治环境。

表3 面向可达性的公共交通网络优化指标体系及控制要素建议

Tab.3 Indicator system and control element for access-oriented public transit network improvement

作用层次	控制要素	
总体管控	市民出行时间分布、公共交通与小汽车全过程出行时间差	
实施管控	点层	节点(医院、学校、商业中心、公园景区及枢纽等)可达性、片区内公共交通可达性水平 ^[6]
	线层	交通走廊沿线接驳腹地范围、在交通走廊的运行速度
	网层	公共交通网络整体可达性及网络节点可达性矩阵

表4 面向公共交通优先的协同共治层级与治理要素体系

Tab.4 Coordinated control level and element system for access-oriented public transit priority

协同共治层级	指导机构	牵头机构	协同机构、代表	协同治理要素
市级	城市政府	市交通运输主管部门	市人大、政协 市级政府职能部门 综合运输服务企业 市级城市客运服务企业 市级其他主要企业团体 市民代表 技术服务机构	公共交通优先发展战略目标及指标体系 市级公共交通优先顶层规划设计 城市空间结构及功能布局 公共交通优先设施、政策保障 小汽车保有与使用调控 停车设施分区调控
区级	区政府、市交通运输主管部门	区交通运输主管部门	区人大、政协 辖区政府职能部门 辖区客运服务企业 区级其他主要企业团体 辖区街道 市民代表 技术服务机构	区级公共交通发展规划 区内空间功能布局及土地利用 专用车道、场站、枢纽等设施布局 区内小汽车使用调控 停车实施分区调控
社区	区政府、市交通运输主管部门	区交通运输主管部门	相关政府职能部门 街道、社区 社区客运服务企业 社区主要企业团体 社区代表 技术服务机构	社区用地开发 社区场站、枢纽布局 社区停车设施分类管控

3.2.3 精细实施层面：系统梳理网络优化的关键环节，建立精细实施方案体系

1) 点-线-网逐层递进，精细优化形成网络方案。

在精细搭建公共汽车、轨道交通线路及交通需求预测模型，精准把握公共交通出行需求的基础上，以枢纽为点，走廊为线，逐层优化，整合成网。围绕城市空间结构、轨道交通网络及换乘需求空间分布完善分级枢纽布局。围绕线路技术指标、运行状况、运营效益等逐条分析现有公共汽车线路，协同轨道交通分层优化公共汽车线网，快线层重点强调构建轨道交通宽带服务走廊，在保证窄带走廊(轨道交通线路两侧1 km服务范围的走廊)运能的同时利用平行走廊提供快速公交服务，调整与轨道交通同走向同功能主干线路，增加主要走廊公共交通服务范围，围绕轨道交通车站等公共交通枢纽加密公共汽车支微线路，扩展轨道交通及骨干公共汽车线路服务腹地。同时，在公共交通网络优化过程中，应深化公共汽车、轨道交通、道路三网融合。

2) 制定全方位系统化协同实施保障方案。

公共交通网络优化涉及多元主体和多方要素，既有的公共交通网络优化实施方案只强调线网技术方案本身，实施效果难以保障。面向网络优化精细实施，还需补充实施保障及引导措施，形成网络优化协同实施项目库并明晰库内相关保障措施实施的切实路径。除了优化相关的场站、通道、枢纽等协同设施保障，还包括线路车辆、驾驶员等运力组织，尤其是驾驶员运力组织，公共汽车驾驶员准入门槛高、培养周期长，是公共交通网络优化调整的重要约束条件。同时，完善网络优化相关规范，指导与规范参与各方的行为标准。

3) 践行社会治理理念，引导多社会行

为体共同参与。

公共交通作为市民基本的机动化出行保障，网络优化调整牵涉沿线居民的直接利益，网络优化需要精细测算方案实施对沿线地区的可达性损益，尽可能确保沿线居民基本出行服务效益提升，消除沿线居民对网络优化调整的阻力，通过渐进性优化逐步引导沿线居民改变出行习惯。同时利用重大事件契机开展线网调整，强化近期网络优化示范作用，以点带面推进网络优化工作。

围绕项目全周期开展多渠道、多轮次公众参与活动，全面凝聚公共交通发展共识，引导推动方案实施。建议在网络优化项目立项、调查开展、调查分析及优化思路形成、总体方案形成、近期实施等关键阶段，围绕规划工作协同组织开展公众参与活动。综合利用(移动)互联网、电视、广播、报纸等多种渠道开展宣传工作，实现对不同群体宣传的全面覆盖，并通过公众读本、社区活动等形式强化面向公众的沟通与引导(见图6)。加强多方参与和多部门决策协调^[21]，主动与人大代表、政协委员以及公共团体交流公共交通优先理念及网络优化思路，面向调整线路沿线社区建立沟通讨论机制，尽可能调动社会各方面的力量，共同推动公共交通网络优化和公共交通系统发展。

3.2.4 面向动态导控：识别面向可达性的动态监测要素及导控措施集合，构建动态导控机制

公共交通网络优化是系统工程，影响网络优化的因素繁多，网络发展过程充满不确定性，而且公共汽车线网较轨道交通线网、道路网更具灵活性，因此建立动态导控机制十分必要(见图7)。随着智慧交通的不断深入，动态监测、实时评估技术日益完善，建议结合面向可达性的战略管控实施指标体系，从点、线、网等层次围绕交通需求、可

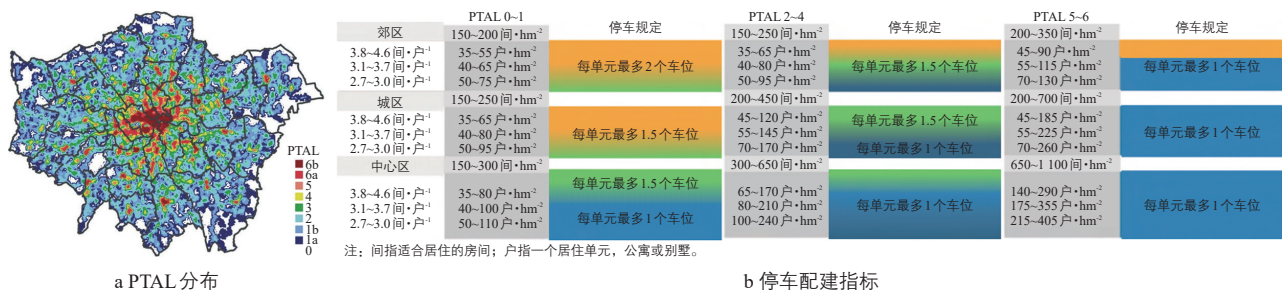


图5 大伦敦公共交通可达性水平分布及与停车配建的关系

Fig.5 Relationship between level of public transit accessibility and parking facilities construction in Greater London

资料来源：文献[7]。

达性及出行效用差梳理动态导控的监测与评估要素，从需求调控与系统赋能两方面构建动态导控措施集合，定期开展规划效果评估与监督，围绕公共交通可达性把握城市与交通发展互动关系，适时启动规划完善程序，由此对规划目标和(或)方案提出修正措施^[2]。

相比轨道交通，公共汽车线网更具灵活性，且不同功能层次线网的灵活性也存在较大差异，其中快线、主干线网络作为公共汽车交通系统的骨干线网，在网络发展的过程中更趋稳定，而次干线、支线则相对更具灵活性。因此在动态导控的过程中，针对不同层次的公共汽车线网，也应该进行不同时间和频率的动态评估与优化调整。

4 结语

在公共交通优先发展战略背景下，回归提高出行有效可达性的发展本源，从战略管控、协同共治、精细实施三个层面明确面向可达性的公共交通网络规划实施路径：1)强调将可达性目标引入城市发展战略层面，深化可达性内涵并建立指标体系；2)构建面向政府、企业、公众多元主体的三级共治协调机构，围绕公共交通优先开展交通拥堵治理，形成面向可达性的协同共治实施载体；3)面向精细实施，强化全要素实施保障方案和全过程组织引导，加强网络优化实施的综合环境支撑；4)建立动态调控机制，在保障公共汽车线网灵活性的同时加强过程导控，提升网络规划体系框架动态应对复杂变化过程的可能性。

公共交通网络优化提升不仅需要面向公共交通自身围绕可达性改善出行效用，还需要综合考虑公共交通与个体机动化出行的效用差异。限于篇幅，关于出行效用差的分析

本文仅有所提及而未深入讨论，有待后续研究进一步完善。

参考文献：

References:

- [1] Hansen W G. How Accessibility Shapes Land-Use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25: 73-76.
- [2] 杨东援. 融入空间规划体系的综合交通规划 [EB/OL]. 2019[2019-05-29]. <https://mp.weixin.qq.com/s/aDSwBHj-qypqJrmUQems2g>.
- [3] 杨东援. 公交都市所要追求的是构建摆脱小汽车依赖性的城市[EB/OL]. 2019[2019-05-29]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ihVZEW0sikW94KznX3NmQ>.
- [4] 沈天思. 城市公共交通可达性时空演化研究：以南京都市区为例[D]. 南京：东南大学，2014.
- Shen Tiansi. Spatial-Temporal Evolution of Urban Public Transportation Accessibility: A Case Study in Nanjing Metropolitan Area[D]. Nanjing: Southeast University, 2014.
- [5] 郑智成，张丽君，秦耀辰，等. 基于互联网地图服务的开封市就医可达性分析[J]. 资源科学，2018，40(11): 2307-2316.

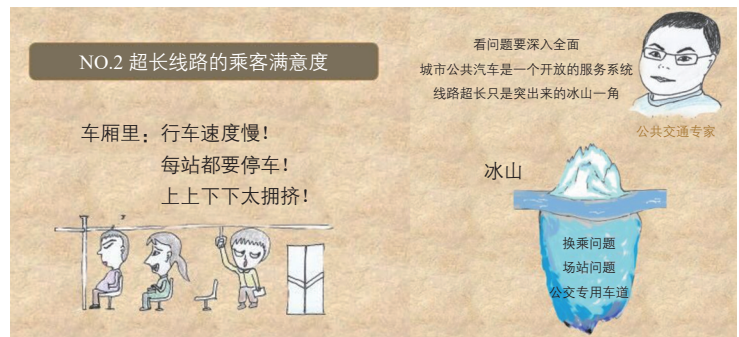


图6 无锡市公共汽车线网优化的公众读本

Fig.6 Public Information of bus network improvement in Wuxi
资料来源：文献[22]。

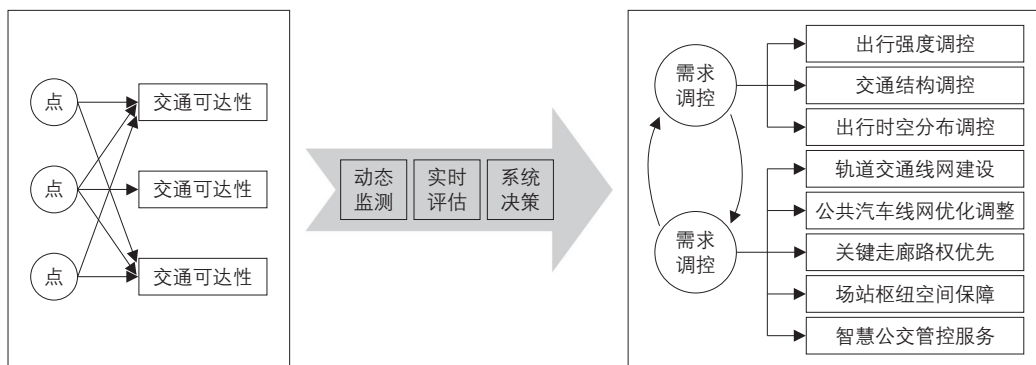


图7 面向可达性的公共交通网络规划动态导控机制

Fig.7 Dynamic guiding and control framework of access-oriented public transit network planning

- Zheng Zhicheng, Zhang Lijun, Qin Yaochen, et al. Accessibility to Medical Care Services of Urban Residents Based on Internet Map Service in Kaifeng City[J]. Resources Science, 2018, 40(11): 2307-2316.
- [6] 曹小曙, 黄晓燕. 特大城市公共交通可达性与小汽车出行决策[M]. 北京: 商务印书馆, 2015.
- [7] 张天然, 朱春节. 伦敦公共交通可达性分析方法及应用[J]. 城市交通, 2019, 17(1): 70-76+13.
Zhang Tianran, Zhu Chunjie. Method and Application of Public Transport Accessibility in London[J]. Urban Transport of China, 2019, 17(1): 70-76+13.
- [8] 黄晓燕, 张爽, 曹小曙. 广州市地铁可达性时空演化及其对公交可达性的影响[J]. 地理科学进展. 2014, 33(8): 1078-1089.
Huang Xiaoyan, Zhang Shuang, Cao Xiaoshu, et al. Spatial-Temporal Evolution of Guangzhou Subway Accessibility and Its Effects on the Accessibility of Public Transportation Services [J]. Progress in Geography, 2014, 33(8): 1078-1089.
- [9] 唐一鸣, 蔡凌雁, 洪武扬, 等. 交通可达性与土地利用互动关系研究: 以深圳市为例[J]. 水土保持研究, 2018, 25(3): 245-249+375.
Tang Yiming, Cai Lingyan, Hong Wuyang, et al. Study on Interaction Between Traffic Accessibility and Land Use: A Case Study of Shenzhen[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2018, 25(3): 245-249+375.
- [10] 刘跃军, 顾涛, 周凌, 等. 基于居民出行时间价值的SP调查设计[J]. 城市交通, 2018, 16(2): 76-82.
Liu Yuejun, Gu Tao, Zhou Ling, et al. SP Survey Design Based on Travel Time Value of Residents[J]. Urban Transport of China, 2018, 16(2): 76-82.
- [11] 王树盛. “以人为本”的城市空间与交通: 从回顾历史说起[EB/OL]. 2016[2019-05-29]. <http://www.umschina.com/view/139.html>.
- [12] 陆大道. 区域发展及其空间结构[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [13] 王成芳. 基于多维度视角下城市轨道交通区用地优化策略研究: 以广州为例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [14] 石飞. 可持续的城市机动性: 公交导向与创新出行[M]. 南京: 东南大学出版社, 2013.
- Shi Fei. Sustainable Urban Mobility: Transit Oriented and Innovative Trips[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2013.
- [15] 王迎. 基于可达性的公共交通规划理论与方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2015.
Wang Ying. Accessibility-Oriented Urban Transit Planning[D]. Xi'an: Chang'an University, 2015.
- [16] 安健, 郭继孚, 张栋, 等. 公交优先发展评价刍议: 打造非小汽车导向的城市出行环境[J]. 城市交通, 2018, 16(4): 1-8+33.
An Jian, Guo Jifu, Zhang Dong, et al. Evaluation of Public Transportation Priority Development in China: Approaching a Non-Automobile-Oriented Urban Transportation Environment[J]. Urban Transport of China, 2018, 16(4): 1-8+33.
- [17] 孔令斌, 李紫颜. 存量发展阶段的交通拥堵治理与公共交通优先[J]. 城市交通, 2019, 17(1): 1-6.
Kong Lingbin, Li Ziyang. Traffic Congestion Management and Public Transportation Priority in Infill Development Stage[J]. Urban Transport of China, 2019, 17(1): 1-6.
- [18] 郑健, 邵源, 安健, 等. 超大城市交通治理关键问题及策略: 以广东省为例[J]. 城市交通, 2019, 17(1): 36-44.
Zheng Jian, Shao Yuan, An Jian, et al. Key Issues and Strategies of Transportation Improvement in Megacities: A Case Study of Guangdong Province[J]. Urban Transport of China, 2019, 17(1): 36-44.
- [19] 马清. 城市交通治理模式变革[J]. 城市交通, 2019, 17(1): 45-50.
Ma Qing. Reform of Urban Transportation Governance Mode[J]. Urban Transport of China, 2019, 17(1): 45-50.
- [20] 杨卫敏. 人民政协在社会治理中的地位和作用探析: 从实践探索看政协章程修订的必要性和重要性[J]. 江苏省社会主义学院学报, 2018(3): 14-25.
- [21] 杨东援. 城市公共交通的智能网联[EB/OL]. 2019[2019-05-29]. <https://mp.weixin.qq.com/s/rRItBH3Tff8w7ZrJQ6x8UA>.
- [22] 高强飞. 公交线路太长好不好? 你想知道的都在这儿! [EB/OL]. 2019[2019-05-16]. <https://mp.weixin.qq.com/s/YUJy6kfyNBFqqD9yZdwjJA>.