

轨道交通站点“最后一公里”

出行模式和保障机制研究

课题组¹

（上海市发展和改革委员会 200003）

【摘要】 在上海市轨道交通快速发展的背景下，本文对轨道交通站点“最后一公里”的概念内涵、客观需求和存在问题等进行研究，重点就轨道交通进、出站的各种接驳方式进行了适应性分析，提出分不同区域、采用不同方式的解决对策和保障机制。

【关键词】 轨道交通 最后一公里 出行模式 保障机制

一、引言

上海城市人口、用地规模、汽车保有和使用量的持续增长给城市交通带来了严峻挑战。近年来，城市轨道交通得到了快速发展，但是郊区线网密度低，站点服务半径大，站点地面公交等配套设施不完善，站点“最后一公里”出行难的问题日渐突出。现有出行模式缺乏整合，管理混乱，导致黑车猖獗，给市民出行安全、城市管理等带来较大隐患。

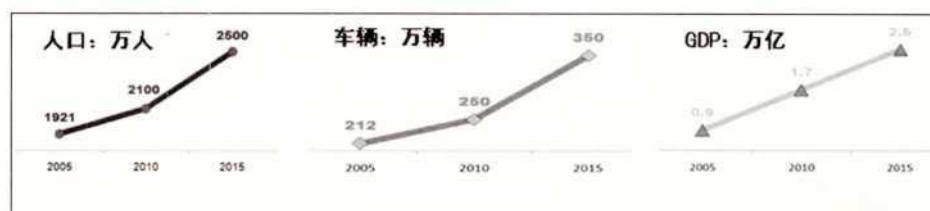


图1 上海市“十二五”期间人口、机动车、GDP增长趋势图

针对新一轮轨道交通线网规划建设的特点，按照“服务区域不同，出行特征不同，选择出行方式不同”的总体思路，本文对站点“最后一公里”概念、多种出行方式的适应性、对策措施和保障机制等进行研究，探讨上海郊区轨道交通站点“最后一公里”问题的解决思路。

二、“最后一公里”概念提出和特征分析

（一）“最后一公里”概念提出

¹本文为2013年上海市发展和改革委员会青年课题。

作者简介：课题组成员：庄诚炯、孔洁、孙森泉、王磊、吴卓立、蔡大勃、彭勇、聂磊。

最后一公里（Last kilometer），在英美也常被称为 Last Mile（最后一英里/最后一公里），原意指完成长途跋涉的最后一段里程，被引申为完成一件事情的时候最后的而且是关键性的步骤，通常还说明此步骤充满困难。

交通范畴的“最后一公里”一般指末端交通，特别是大运量的公共交通与其他交通方式的衔接。相比私人交通，公共交通最大的不足在于难以实现“门到门”的运输，在完成“站到站”运输服务后，需要通过其他方式实现“站到门”。如果处理不好“最后一公里”，即“站到门”的出行，公共交通将很难与私人交通形成竞争。



图 2 轨道交通站点“最后一公里”示意图

（二）“最后一公里”特征分析

1、出行方式多样，以步行和公交为主

根据《上海市轨道交通站点乘客出行特征抽样调查数据（2012 年）》（以下简称《乘客抽样调查》），步行和公交方式在“最后一公里”出行中占绝对的主体地位，其中步行占比最高。

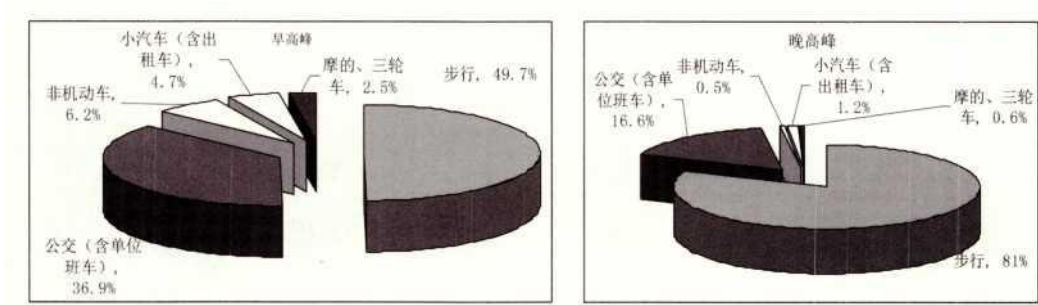


图 3 “最后一公里”早晚高峰出行结构示意图

不同区位的轨道交通站点，其交通方式结构和比例也有所不同。中心城轨道交通车站和公交站点密度较高，采用步行和地面公交换乘的比例较高；郊区轨道交通站点密度较低，采用地面公交、非机动车、出租车等换乘比例大大增加。以 2012 年 9 月某工作日交通卡换乘数据为例，郊区轨道交通重要站点换乘公交比例接近 50%，换乘出租车约占 2-5%。

表 1 2012 年郊区轨道交通重要站点某工作日交通卡换乘数据

样本车站	进站量		出站量	
	使用交通卡	其中	使用交通卡	其中

	(人次)	地面公交 换乘比例	出租车换乘比 例	(人次)	地面公交 换乘比例	出租车换乘比 例
1 号线莘庄站	62374	31.9%	1.4%	60789	29.7%	3.3%
9 号线九亭站	27357	37.3%	0.4%	26294	38.1%	1.0%
11 号线嘉定北站	11825	49.7%	2.1%	9998	44.4%	5.1%
9 号线松江大学城站	18179	50.5%	2.5%	17679	49.8%	3.7%

2、出行距离在 5 公里内

轨道交通站点吸引范围按不同方式大致可分为步行、自行车和机动车三层服务圈。其中,步行的吸引范围为 1 公里、自行车 1-3 公里、机动车 2-6 公里。

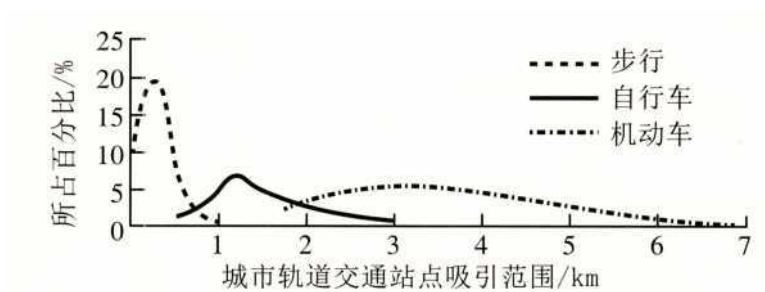


图 4 城市轨道交通站点吸引范围

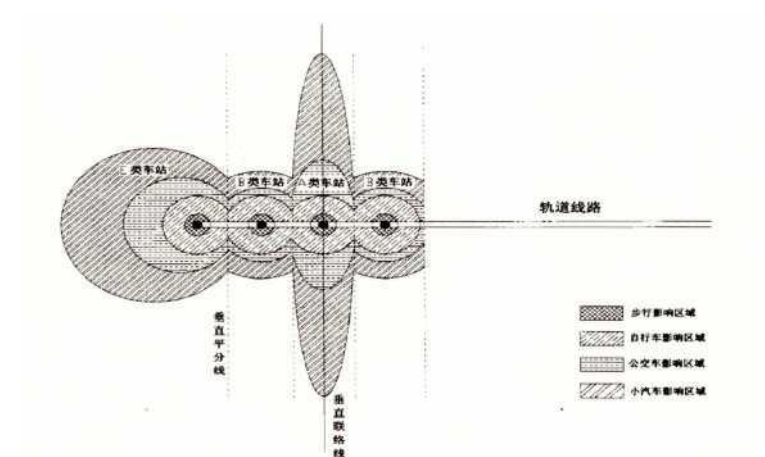


图 5 不同站点服务范围及交通方式结构示意图

“最后一公里”出行距离也与轨道交通车站所处区位关系密切。中心城轨道交通车站站距小、密度大、“最后一公里”的出行距离也相应较小；郊区轨道交通车站站距大、密度小、“最后一公里”的出行距离也较大。轨道交通起终点站和客流量大的枢纽站服务范围一般也较大。

3、出行时间在 20 分钟以内

根据《乘客抽样调查》，早高峰到达轨道交通站点平均时间为 15 分钟，晚高峰从轨道交通站点到目的地的平均时间为 12 分钟。以一次通勤出行时耗 60 分钟计，如果两端的“最后一公里”出行时耗设为 15 分钟，其占总出行时间比重达到 50%。因此，增强轨道交通或公共交通的吸引力，关键在于减少“最后一公里”的出行时耗。

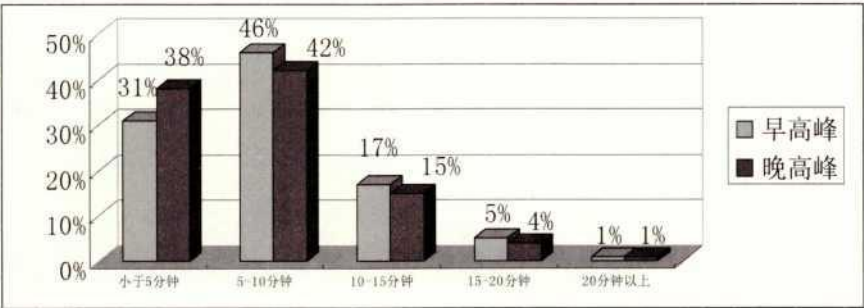


图 6 轨道交通“最后一公里”早晚高峰出行时耗分布图

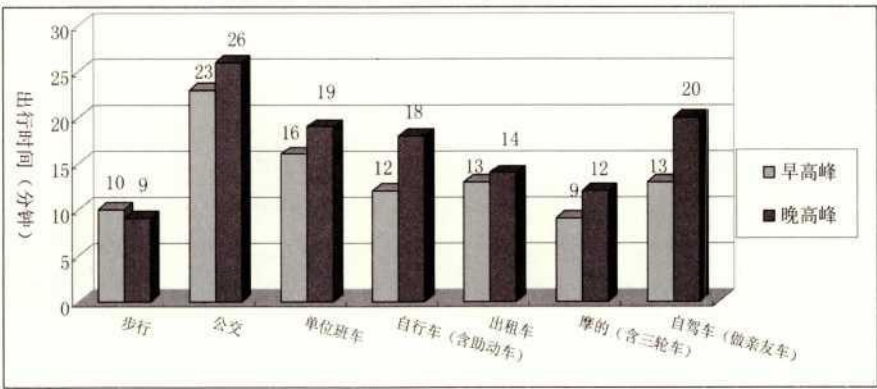


图 7 轨道交通“最后一公里”各交通方式早晚高峰出行时耗分布图

4、出行舒适度和机动化水平应得到重视

轨道交通站点“最后一公里”的出行结构中步行占 51%-81%,利用地面公交等机动化方式比例较低。在整个通勤交通中“最后一公里”往往是最为辛苦的一段路程，提高机动化水平，有助于减少出行时耗。而步行或自行车出行易受气候条件影响，需充分重视慢行交通环境的建设。

三、主要出行方式选择和保障机制研究

(一) 出行方式选择的影响因素

出行方式选择的影响因素是多方面的、复杂的，也是动态变化的，不但涉及出行者自身，而且还受社会、经济、城市规划建设的影响，与站点的区位、周边土地利用、轨道线网建设时序等因素关系密切。

一是区位因素。在从中心城区向郊区的逐步变化中，居民会随着出行距离的增加而对出行换乘时间的接受度相对增加。由中心城区逐渐向郊区的变化中，居民出行距离相对逐渐增加，其出行依靠交通工具的可能性也逐步增大，因此对常规公共交通和自行车等交通工具的需求也将逐渐增大。在中心城区范围内，地铁线网密度不断增加，地铁交通方式的吸引范围将逐渐由间接吸引变化到直接吸引，由此带来在此范围内的乘客将会主要采用步行来进行换乘，以常规公共交通和自行车为辅助换乘方式。在郊区，由于地铁线网的密度较低，地铁乘客采用常规公共交通和自行车或者其他交通工具进行二次换乘的比例将会大大增高。

二是站点周边土地利用方式。站点周边集约、密集、高强度的土地开发模式，将鼓励步行、自行车和公共交通方式的出行，限制小汽车的使用，有利于为轨道交通提供持续稳定的客源。公交导向发展模式（Transit Oriented Development, TOD）值得借鉴，并已在世界许多大城市如香港、新加坡等取得成功。

三是轨道交通建设时序。近期轨道交通线网密度较低，采用自行车、地面公交换乘的比例较高；远期线网密度提高后，直接吸引范围扩大，步行比例提高，对地面公交、自行车等方式的需求将下降。

此外，轨道交通与其他交通方式的衔接组织还受到如公共交通一体化水平；交通需求管理政策等多方面因素的影响。

（二）出行方式的适应性分析和对策建议

1、步行

步行交通是近距离出行最常用的方式，适用于距轨道交通站点在 1 公里左右。目前很多国外城市已经认识到了步行出行的重要性。要鼓励步行出行以及防止步行者因交通不便的原因而转向其他交通方式，改善步行环境，努力采取各种手段提高步行的出行比例。

2、自行车（含公共租赁自行车）

自行车出行灵活、准时性高，是解决中短距离出行和接驳换乘的理想交通方式。“B+R”是“Bike and Ride”的缩写，简称自行车停车换乘。B+R 方式具有运行经济，节能环保；辐射半径适中（3~5 千米），可达性好；占地少，停放效率高等特点。

根据《乘客抽样调查》，在“最后一公里”接驳交通中，非机动车出行比例不到 6%，远小于日本东京 19%；受停车容量限制和安全等因素，43%的轨道交通站点存在自行车等二轮车停车溢出现象，特别是中心城区自行车停车需求未能得到有效满足，站点非机动车停车设施缺失或规模不足，设施缺乏有效管理。

基于上述特点和存在的问题，应加快建设轨道交通站点自行车停车设施，分区域引导使用自行车换乘轨道交通出行。在城市外围区和郊区新城地区，自行车出行方便、灵活，出行比例较大，是地面公交的有效补充，应鼓励配建自行车停车场。设置方式主要有以下四种：一是在轨道交通站点出入口附近路侧旁设置；二是在高架线路下设置停车场；三是在地铁站厅同层设置停车场；四是在轨道交通站点广场设置停车场。

除了设施建设外，还应加强停车场的管理和服。停车场内应该设置指向明晰的指路标志；停车场地的形状要因地制宜；停车带或通道应有显著的标志，便于车辆存取或出入，车辆宜分区停放；配套设置书报点、自行车维修服务点等服务设施。

3、地面常规公交

总体来看，上海市轨道交通站点常规公交配套设施建设处于较好的水平，但分布不均衡，其中轨道交通 6 号线、7 号线、10

号线、11 号线配套公交线路较少，特别是浦西北部中环路以外和浦东内环路以外地区公交配套设施比较薄弱。

城市轨道交通速度快、车站站距较大，站点步行服务范围有限，适合中长距离客运交通。常规公交线路灵活、站距适中，能满足中短距离客运需求。因此，常规公交与轨道交通共同构成城市公共客运系统的整体，满足不同目的、不同距离的出行需求。轨道交通网与常规公交线网的关系应定位于骨干网和支网的关系，轨道交通网作为城市客运走廊，主要服务于中长距离出行，重点关注运行速度；常规公交运量较小，机动灵活，主要服务于中短距离出行，重点关注服务范围。公共交通线网层级示意图如下。

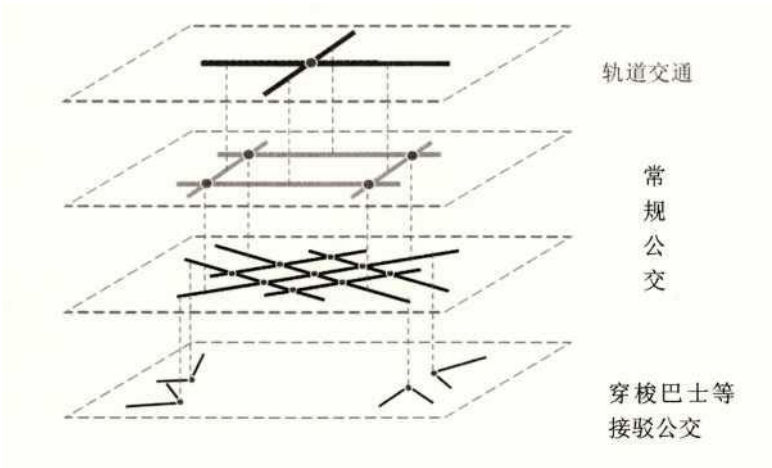


图 8 公共交通线网层级意图

常规公交与轨道交通应呈“鱼骨结构网络”，以轨道交通线路为主轴，结合用地布局，增加与其垂直的“鱼刺”形公交线路，消除公交空白区域，一方面适当增加垂直于轨道交通线路的常规公交运能；另一方面适当减少平行轨道交通线路的常规公交线路，优化地面公共交通网。轨道交通与常规公交接驳网结构示意图如下图：

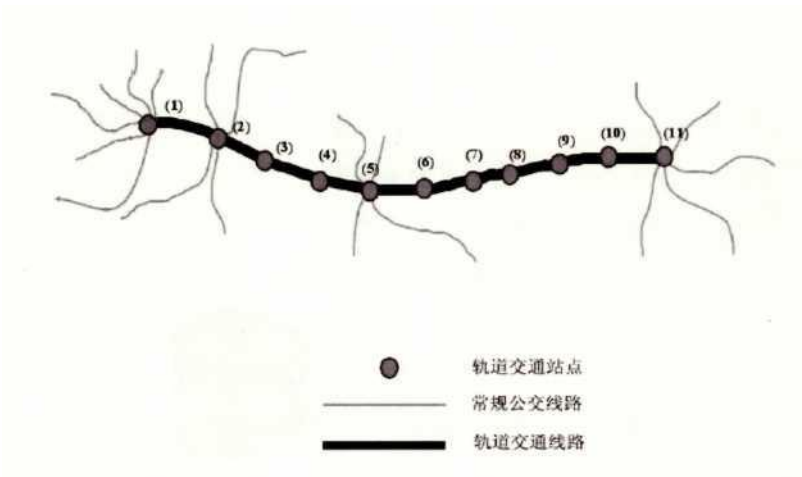


图 9 轨道交通与接驳公交线网结构示意图

4、穿梭巴士

穿梭巴士是区别于常规公交线路（线路长约 10 公里），以居民生活服务点、社区事务服务点、地铁站点或公交枢纽站点为中心，辐射周边社区，连通集贸市场、商城、学校、医院、中心街镇、市民中心等，以服务居民的社区出行为主的地面公交形式。其优势在于舒适度和安全性较高，相比常规公交综合成本低。但其也有一定的局限性，一是需一定通行条件的配套道路；二是需较稳定的客流支撑；三是增加政府财政负担。

因此，穿梭巴士可设置于中心城区和城市拓展区中发展程度较高的地区。设置前应做好规划并科学论证。一是要与轨道交通站点同步建设相应公交基础设施，减少乘客步行距离，提高舒适性；二是核定好运营成本，加强绩效考核，建立财政支持体系。

5、出租车

出租车是城市公共交通系统的组成部分，按行驶里程收费，收费标准高于其它交通工具。从服务功能上看，出租车提供的是一种快捷、方便、舒适的个性化服务，是常规公交服务一种重要的补充。

出租车方式的适应性与轨道交通站点分布情况、出行特征等密切相关。一是与站点所处区域有关。有研究表明，换乘距离 1 公里内采用小汽车（含出租车）的比例为 1.36%，1—2 公里时比例为 6.11%，2—10 公里时为 20.45%。根据《乘客抽样调查》，上海市早高峰进站前接驳方式采用出租车的乘客比重为 1.3%，晚高峰采用出租车的乘客比重为 0.8%；浦西外围区域及浦东地区轨道交通站点采用出租车的比重较高（嘉定北站和松江大学城比例分别为 3.6%和 3.1%）。因此，中环路以外的轨道交通站点需着重考虑出租车换乘轨道交通。二是与适用人群特征有关。上海市区出租车起步价为 14 元，为公交车票价的 7 倍。采用出租车换乘的人群主要是较高收入者或老人、病人。三是与公交运营时段有关。中环路以外特别是郊区，站点周边的公交线路少，且多为区域性公交线路，运营时段难以与轨道交通同步，乘客对出租车的依赖度较高。

研究认为当前存在的主要问题，一是轨道交通站点出入口出租车候车泊位少。仅有 35%的轨道交通站点在出入口设有出租车候车泊位，候车泊位在站点间的设置不均衡。二是轨道交通站点缺乏为出租车司机提供便利服务的设施，司机往往不愿在轨道交通站点附近蓄车；三是出租车定价高于非法营运车辆，影响了竞争力。部分乘客转而选择非法营运车辆，导致了区域出租车的空驶率（44.4%）高于市区出租车（38.7%）。

因此，需在多个方面做出调整完善，改善出租车换乘轨道交通环境，满足不同层次的出行需求。一是结合轨道交通站点周边实际情况，规划建设出租车候车泊位，设出租车专属停靠点，减少对道路资源的占用。二是视站点条件，出租车驾驶员提供基本服务设施，包括优质低价的餐饮、公共厕所、临时休息场所等，吸引出租车驾驶员自发前往候客。三是在轨道交通站点增设信息化调度系统，减少乘客等候出租车时间，减少出租车的空驶。四是合理调整区域出租车价格，缩小与非法营运车辆的差价，吸引客流。

6、私人小汽车

私人小汽车具有机动灵活，能实现门到门，内部空间舒适和亲切等优点。利用私人小汽车换乘轨道交通主要有小区拼车换乘和 P+R 两种方式。

（1）小区拼车换乘

小区拼车换乘是指居住在同一或临近小区的人乘坐同一辆车到达轨道交通站点进行换乘。主要分为两种情况：一是“合乘”，几位出行时间相近的人合乘一辆车去轨道交通站点；二是“搭车”，即由“P+R”车主驾车，其它人搭乘。

在距离偏远、交通不便的居民区，拼车现象较为普遍。总体来说，小区拼车有利于提高汽车的利用效率，减少交通拥堵和环境污染，有利于节约乘客时间和费用，提高出行舒适度。目前看来，主要存在发生交通事故时责任和赔偿难以明确、与非法营运的界限划分不清等问题。

研究认为，小区拼车适用条件较苛刻，难以作为解决轨道交通“最后一公里”出行问题的主要途径，可视为公交、P+R、出租车、自行车等方式的有益补充。小区拼车主要适用于外环路以外、距离轨道交通站点 3 千米以上的出行；适用于工作日早晚高峰上下班和上学、放学出行；适用于出行时间相对固定、并且具备环保理念的小区居民。建议：一是制定引导鼓励小区拼车的规范性文件，构建沟通便利的网络平台，选择合适的区域开展试点；二是在需求旺盛的区域附近设立拼车聚集点（可与出租车扬招点重合），明确时段、费用和责任义务；三是对于愿意搭车的车主实行登记管理，配发统一标识和编号，由政府补贴购买意外事故保险，引导小区拼车规范化。

（2）“P+R”方式

“P+R” “Park and Ride”，即停车换乘系统，通过在城市中心区以外地区的轨道交通站点、常规公交首末站等地区建设停车换乘设施，采取低价甚至免费的收费管理策略为私人汽车提供停放空间，并辅以优惠的公交收费政策，引导乘客换乘公共交通进入市中心，以达到缓解中心区交通压力的目的。

2009 年起，上海开始试点实施“P+R”停车换乘系统。目前建成的含有停车换乘功能的综合客运交通枢纽有 10 座，停车泊位近 3400 个，已投入试点运营的 P+R 停车库有 6 个（轨道交通 1 号线的汶水路站、锦江乐园站、2 号线的淞虹路站、7 号线的大场镇站、8 号线的航天博物馆站和 9 号线的松江大学城站），停车换乘泊位约 2200 个，持公共交通卡在这 6 个场库停车换乘轨道交通，一天的停车费根据场库所在区域的远近分别为 5-10 元。

目前，“P+R”发展仍存在一定的不平衡：淞虹路、锦江乐园和航天博物馆 3 个停车场由于地理位置较好，周边道路条件良好，停车场本身配套设施完善，因此利用率较为稳定，在 70%左右。而松江大学城、汶水路、大场镇 3 个停车场利用率并不高，日均停放车辆很少。现行 P+R 设施存在的问题主要是规划选址欠合理、配套设施不完善、收费政策不具竞争力等。

“P+R”方式有效地结合了私人机动交通和公共交通的各自优势，在总结经验积极推广的过程中，应重点关注以下工作：一是注重选址。“P+R”设施规划与轨交发展规划、地区规划紧密衔接，选址应兼顾现有需求和增长需求两方面，同时具备良好的车流集散系统和相对低廉的土地价格；二是通过采取补贴、设置换乘优惠系统等措施，将社会停车场纳入“P+R”体系，弥补公益性“P+R”设施不足，减少政府投入；三是完善停车配套政策。继续保持“P+R”设施价格洼地，适当提高中心区停车价格，控制中心城停车供应规模，促使机动车在外围地区停放。

表 2 各种交通方式的运输特性比较

交通方式	特征	优点	缺点	“最后一公里”的适应性
步行	速度：3-4 千米/小时；时耗：15-20 分钟；距离：1 千米；主要设施：人行道	节能环保、经济、灵活、方便、不需要交通工具	速度慢、费时耗力、受气候干扰较大、舒适性较低	1 千米范围短距离出行
自行车	速度：10-15 千米/小时；时耗：20-30 分钟；距离：6 千米；主要设施：非机动车道	方便、灵活、准时、经济、绿色环保、可达性高	不适应较大坡度、长距离出行，受气候干扰大，舒适性较低，需要停放场所和配套管理	1-3 千米距离出行

地面公交	速度：16-25 千米/小时；时耗：45-60 分钟； 载客：90-160 人； 主要设施：机动车道、公交专用道、公交枢纽及停靠站	大运量、成本低、投入小， 人均能源消耗和污染较小、机动性较高、受气候影响较小	服务时间固定、到站时间不确定、舒适性较差	2-5 千米距离出行
出租车	速度：30-40 千米/小时； 载客：1-4 人； 主要设施：出租车候车区或扬招点	机动性好、灵活、舒适性较好	收费、需求有限	近郊或郊区范围换乘
小汽车	速度：30-40 千米/小时； 载客：1-5 人； 主要设施：机动车道、停车场库	机动性好、灵活、舒适性好	成本高、投入大、停车和运行占地大、经济性较差、能耗大，污染大	近郊或郊区范围换乘

（三）主要对策和保障机制研究

1、城市规划层面

一是落实 TOD 发展模式。构建与轨道交通网规划相衔接的城市空间布局，推进以轨道交通为导向的 TOD(Transit-oriented Development)发展模式以轨道交通车站为中心、以 800 米步行距离为半径建立集工作、商业、文化、教育、居住等为一体的城市发展区域，并实施高强度开发。

二是鼓励公共交通设施用地综合开发。结合上海土地资源稀缺的实际情况，对轨道交通站点、自行车停车设施、P+R 设施等公交设施用地的地上、地下空间实施综合开发，并适当提高容积率。

三是加强轨道交通与站点配套设施规划衔接。在规划阶段将轨道交通建设和配套设施作为整体考虑，确保站点公交、非机动车停车、出租车候车等换乘设施用地，实现同步规划、同步设计、同步建设、同步运营。

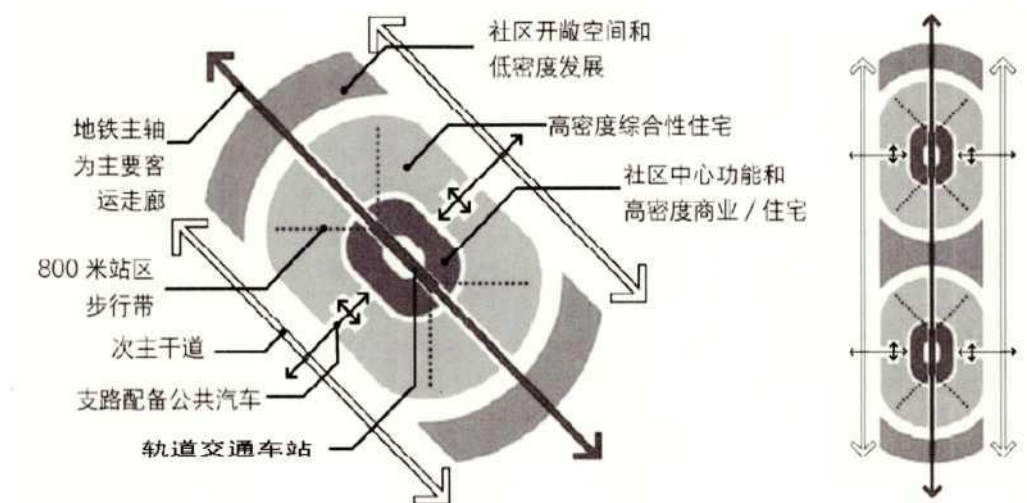


图 10 轨道交通站点 TOD 模式示意图

2、投资建设层面

一是聚焦配套建设。研究制定站点配套设施建设标准，推进换乘枢纽、公交车站、步行道、自行车道、公共停车场等配套设施建设，完善站点周边慢行系统。

二是鼓励综合开发。研究制定支持政策和投融资机制，按照市场化原则实施站点及周边配套设施综合开发，收益用于公交设施建设和弥补运营亏损。

三是拓宽投资渠道。研究扶持政策，通过特许经营等方式，吸引和鼓励社会资金参与站点及配套设施的建设和运营。

3、运行管理层面

一是完善配套公交线网。根据轨道交通运营客流的情况，开设并及时调整配套公交线路。将开通“最后一公里”公交穿梭巴士线路与调整撤并原公交线网相挂钩，研究撤并时机，逐步推进公交线路调整。

二是提高换乘优惠力度。研究提高地面公交、P+R、自行车等与轨道交通优惠换乘的力度，降低市民使用轨道交通出行成本。研究适当降低郊区出租车起步价(如 1 公里 7 元、2 公里 10 元，3 公里 12 元)，鼓励拼车，发挥郊区出租车在轨道交通站点“最后一公里”中的作用。

三是加强站点综合管理。实现轨道交通与地面公交信息、运行管理的联动，提升整体运行效率。加强交通组织管理，保障公交专用道、慢行交通的路权。正确引导电动自行车的发展，引导居民合理使用符合国家标准的电动自行车。

4、政策法规层面

一是研究完善补贴办法，推进实施试行公交成本规制，选取轨道交通站点“最后一公里”公交线路开展试点。

二是研究综合开发供地政策。研究按市场化原则实施分层供地，选取轨道交通站点综合开发项目进行试点。

三是实行税收优惠政策。对公交企业实行水价电价、所得税、营业税等方面的优惠政策，继续做好成品油价格补贴和公交购车补贴。

5、整治非法客运

一是继续推进集中整治。按照“目标清晰、措施具体、可操作、可考核”的要求，注重宣传与教育相结合，聚焦整治重点，创新监管手段，强化联勤联动、加强源头管控，进一步规范站点周边交通秩序。

二是进一步完善法律法规。研究取证方式，将黑车营运列入违法制度层面，提高非法客运行为的违法成本，提高整治效率。

三是优化完善交通换乘系统。以常规公交、穿梭巴士为骨干、以自行车和 P+R 为补充，进一步完善轨道交通站点综合交通服务体系，压缩黑车生存空间。

四、结语

城市交通研究涉及规划、经济学、社会学、心理学、行为理论等多个领域，是个“复杂的巨系统”。在大规模推进城市轨道交通建设的同时，不能忽视站点“最后一公里”问题。要发挥好步行和公交（含穿梭巴士）在“最后一公里”出行方式中的主体作用，同时将自行车（含公共租赁自行车）、P+R 等方式作为有益补充。要大力引导并推进 TOD 开发模式、完善轨道交通站点周边步行和自行车系统、围绕站点做好常规地面公交系统线网调整、加快开设穿梭巴士线路、完善建设管理的投融资机制，实现城市交通的可持续发展。