

市域轨道交通运营车站超大客流问题的应对与反思 ——以上海轨道交通 9 号线九亭站为例

刘大治¹ 严咏梅²

(1. 中国铁路设计集团有限公司上海分公司, 200063, 上海;

2. 中国铁路设计集团有限公司城交事业部, 300308, 天津//第一作者, 高级工程师)

摘 要 在城市化进程逐步深化、城市人口不断扩张的背景下, 大城市市域轨道交通部分运营车站出现了超大规模客流的现象, 需要相关部门积极应对, 提早防范安全风险。以上海轨道交通 9 号线九亭站出现的大客流问题为例, 通过对车站周边的发展研究及客流现状的分析, 提出了优化思路, 并对于后续可能出现类似情况的车站, 从客流组织、设计流线和规划适应等方面提出参考意见。并提出了超大客流车站的应对措施建议, 如优化客流组织、设计流线, 提高站内候车空间的冗余度, 以适应城市未来发展的需求。

关键词 市域轨道交通; 车站超大客流; 流线调整; 规划应对

中图分类号 U293.1+3

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.01.004

Response and Reflection on the Problem of Super-large Passenger Flow in Suburban Rail Transit Station—Taking Jiuting Station of Shanghai Rail Transit Line 9 as Example

LIU Dazhi, YAN Yongmei

Abstract With the gradual deepening of urbanization process and the continuous expansion of urban population, the phenomenon of super-large scale passenger flow has appeared in some urban rail transit stations, requiring proactive response from relevant departments to prevent safety risks in advance. Taking the large passenger flow problem of Jiuting station of Shanghai Rail Transit Line 9 as an example, through research on development around the station and analysis of current passenger flow, optimization ideas and opinions from the aspects of passenger flow organization, flow line design and planning adaptation are put forward, for the stations with similar situation in the future. Countermeasures for stations with super large passenger flow are proposed as well, such as optimizing the passenger flow organization, designing the flow line, and promoting the redundancy and traffic matching requirements for the waiting space in the station, so as to meet the needs of the fu-

ture development of the city.

Key words suburban rail transit; super-large passenger flow of station; flow line adjustment; planning response

First-author's address China Railway Design Corporation, Shanghai Branch, 200063, Shanghai, China

目前, 针对地铁车站超大客流应变措施的相关研究较多, 但针对市域轨道交通运营车站超大客流问题的形成及反思的相关研究并不多。文献[1]以深圳地铁 4 号线为例, 说明新城建设时要发挥以轨道交通优化城市空间结构的作用, 应认真考虑轨道交通自身特点、城市空间布局以及两者的配合; 介绍了轨道交通引导城市发展的规划处理经验。文献[2]分析了上海轨道交通早高峰客流拥挤与居民通勤关系, 从客流的时间和空间分布特征出发, 找出上海轨道交通早高峰客流拥挤的深层次原因。

本研究以上海轨道交通 9 号线九亭站为具体案例, 分析大客流产生的原因, 提出针对市域轨道交通大客流车站的应对措施, 以及如何从规划和设计层面解决客流集中问题; 也针对后续类似情况车站的客流组织、设计流线和合规适应的设计模式提出建议。

1 市域轨道交通车站超大客流产生原因分析

1.1 轨道交通客流预测与城市规划时序错位

轨道交通客流预测是指以城市、社会经济、人口、土地使用和交通等方面的现状和规划基础资料为依据, 利用交通模型等技术手段, 预测各目标年限城市轨道交通网络或线路相关客流指标的过程^[3]。城市轨道交通客流预测依据的基础资料包括城市社会经济与土地利用、综合交通与交通设施调查、城市交通运行状况调查等三大方面。

客流预测是在一定的假设前提下进行的。许多预测的前提会对具体一条轨道交通线路的客流量产生较为敏感的影响,如城市发展导向、公交出行量规模大小、轨道网线路布局形态和道路公交服务水平的竞争等。从城市规划当前的发展趋势与研究方向来看,由于城市轨道交通规划尚未完整、系统地融入到城市规划当中,因此在规划和实施过程中难免与城市发展产生差异与矛盾^[4],表现出客流预测的不确定性。

目前,我国城市总体规划的期限是 20 年,城市交通规划编制往往又滞后于城市规划。交通规划基本以城市规划的土地利用和开发模式为前提进行编制,缺乏对城市规划的反馈。目前,轨道交通客流预测工作主要针对轨道交通运营初、近、远期(轨道交通开通后 3 年、10 年、25 年)的时间点来编制,而目前城市的交通规划很少会研究 25 年后的交通规划方案,社会经济基础资料基于城市的不断发展也存在很大的不确定性。因此,产生了轨道交通客流预测与城市规划发生时序错位,也就表现出客流预测的不确定性。

1.2 市域轨道交通的建设引导城市沿轨道交通带状扩张

大城市市域轨道交通的建设往往是为了引导城市的扩张,所谓地铁规划“一线”,带活地产“一片”。轨道交通的建设大大改变了沿线土地的可达性,使城市的交通区位发生重构,通过刺激城市土地开发,改变城市人口空间分布模式,促进城市形态发展使城市地价由中心向外围呈带状排列^[2]。市域轨道交通的建设配合和引导沿线土地的开发,带动了城市外围组团、副中心和新城的发展,催生了新的生活圈和商圈。有研究表明,从城市轨道交通规划角度看,上海郊区规划建设用地 73% 都在轨道交通支撑范围内^[5]。

1.3 城镇化发展下产业建设与人口增长不平衡

随着城市化进程的加速发展,市郊大型社区的建设推进、中心城区人口的不断导入、郊区大型居住社区居民的社会属性与出行目的也与中心城呈现出不同的变化特征。郊区新城与中心城之间的轨道交通出行存在较明显的不均衡性,向心特征十分明显。如上海宝山新城、闵行新城、松江新城和嘉定新城等^[6]。中心区由于人口大幅度疏散,而就业岗位又相对集中在中心区,因此吸引力明显高于发生量;而城市外围区和郊区又是人口疏散的主要

导入区,岗位设置却不多,因此产生了发生量明显高于吸引力的现象。这种发生量与吸引力在城市区域内的不平衡,造成潮汐交通和长距离的交通出行。工作日明显的高峰客流潮汐现象反映了中心城区岗位的高密度和强吸引力,体现出职住通道上的客流不平衡与轨道交通早高峰客流拥挤有较强的相关性。

2 上海轨道交通 9 号线九亭站情况分析

2.1 九亭站概况

9 号线一期原为申松线(R4 线一期),是上海轨道交通早期规划中 1 条以市域快速线理念规划建设的轨道交通线路。它连接松江新城和徐家汇城市副中心,开辟了松江新城与城市中心区间的一条快速通道,支持引导了城市总体布局向多中心发展^[7]。

九亭站为 9 号线一期工程的第 6 座车站,于 2007 年 12 月份开通运营。车站位于松江区九亭镇,站址敷设于沪松公路以南的九久青年城地块内,为地下 2 层标准车站。车站共设置了 4 个出入口,其中 1 号出入口、3 号出入口平行于沪松公路以南设置;2 号出入口与久九广场结合建设,出地面部分垂直于沪松公路设置;4 号出入口平行于沪松公路向北设置,无障碍电梯设于 3 号出入口附近。

九亭站距泗泾站 6.5 km,距七宝站 2.3 km,服务范围较大,车站周边为成熟的社区和工业园区,以居住、商业为主。九亭也是上海市区人口疏散的重要导入区。沪松公路为城市主干道,道路红线宽 45 m,车流量大,早晚高峰拥堵明显。沪松公路以南为九亭镇,以北为九里亭街道。

2.2 九亭站客流现状

据上海申通地铁集团有限公司客运部门统计,九亭站工作日进出站客流量日均接近 10 万人次,其中早高峰进站客流量 2.5 万人次(见表 1)。九亭站远期设计客流量见表 2。

表 1 九亭站早高峰时段现状客流量

Tab. 1 Current passenger flow situation at morning peak hours in Jiuting station

人次

时段	2019-01-01 至 2019-12-31		2019-12-01 至 2019-12-31	
	进站客流	出站客流	进站客流	出站客流
07:00—08:00	8 454	1 834	8 517	1 805
08:00—09:00	11 829	3 680	12 357	3 801
09:00—10:00	5 663	1 855	6 086	2 087

表 2 九亭站远期设计客流量(2030 年)

Tab.2 Jiuting station long-term passenger flow design (2030)

高峰类别	客流方向	客流量类别	高峰小时客流量/(人次/h)	断面客流量/(人次/h)	超高峰系数
早高峰	松江—市区方向	上客量	7 652	26 086	1.2
		下客量	883		1.2
	市区—松江方向	上客量	898		1.2
		下客量	117	3 712	1.2
晚高峰	松江—市区方向	上客量	121	3 654	1.2
		下客量	904		1.2
	市区—松江方向	上客量	904		1.2
		下客量	7 672	26 726	1.2

九亭站实测进站客流:超高峰小时进站客流为 12 357 人次/h;九亭站设计采用的远期早高峰小时进站客流 $Q=(7\,652+898)$ 人次/h=8 550 人次/h,如按超高峰系数 1.2 考虑,进站客流为 10 260 人次/h。

车站运营实际情况是车站实测客流已超过了本线远期计算客流水平。据上海交通指挥中心统计,2013—2019 年早高峰工作日日均进站客流量排行表,9 号线九亭站一直位居上海轨道交通站点进站客流量前 4 名。2013—2019 年九亭站的早高峰进站客流量见图 1。

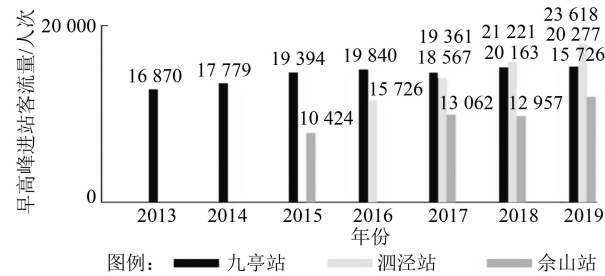


图 1 2013—2019 年九亭站早高峰进站客流量

Fig.1 Jiuting station entry passenger flow at morning peak hours in 2013—2019

根据运营反馈,九亭站早高峰列车间隔已达到 1 min 55 s,为目前上海轨道交通线路中最小间隔,同时段往市区方向的运能利用率已达到 100%,如进一步增加客流量,将在站内形成客流滞留和拥挤,会增加安全隐患。

2.3 九亭站超大客流情况分析

2.3.1 九亭地区人口的增长速度快

作为板块内唯一的轨道交通线路,自 9 号线通车以来,为九亭带来大量的人口及房产开发,九亭板块也成为了上海几大热点房地产板块之一,成为上海主城拓展和人口外迁的一个重要区域。

随着房地产的蓬勃发展,九亭地区的人口也急速扩张,根据《松江区九亭新市镇国土空间总体规划(2017—2035 年)》,九亭新市镇(含九里亭街道)建设用地规模为 21.8 km²,规划常住人口达 22.9 万人,其中九里亭街道 9.2 万人,九亭镇 13.7 万人,人口密度较大,大部分是市区导入人口和在市区工作的年轻白领,交通出行方式也以轨道交通为主。

2.3.2 九亭地区规划滞后于发展

九亭镇整体规划最早在 1996 年,2000 年进行过第 2 次规划调整,直至最近的《上海市松江区总体规划暨土地利用总体规划(2017—2035 年)》。九亭通过近 20 年的快速发展,实现了由农村乡镇向现代化城郊新镇的转变,工业和房地产业得到较大发展。9 号线的通车带动了九亭周边迅速的发展(见图 2)。

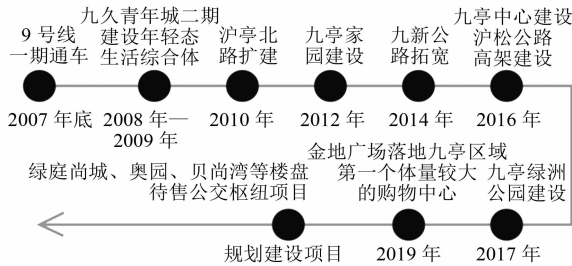


图 2 九亭站址周边重大项目发展轴

Fig.2 Major project development shaft around Jiuting station

从九亭区域土地使用规划(2017—2035 年)来分析,九亭站周边 1 km 半径范围内主要以商务、行政办公和教育科研用地为主,少量住宅用地,距离站址 2~3 km 有成片的住宅用地,居民往市区方向通勤主要依靠轨道交通。以九亭站点为核心的大型购物中心九久广场,整合了站点周边生活资源,组团式开发地面与地下空间,形成了集交通、商务办公、酒店餐饮、购物餐饮、娱乐休闲于一体的区域性轨道交通商业、商务中心。九亭站点北侧交通枢纽、金地广场、九亭中心的建成,后续九里亭街道区域还有绿庭尚城、奥园、贝尚湾和动迁安置房楼盘待售,人流量已经并将持续急剧增加。

3 针对九亭站超大客流问题的应对措施

3.1 站内布局优化

3.1.1 存在问题

九亭站站厅公共区设置 2 组楼梯扶梯,由 1 部上行扶梯及 1 部 2.4 m 宽楼梯组成;中间 1 部垂直电梯连接站厅和站台,采用两边进中间出的进出站模式。从站内流线分析图(见图 3)可见,付费区内存

在多处进出站人流交叉点,出入口口部也存在明显交叉点。该站早高峰进站客流较集中,非付费区进站检票处蓄客能力有限,加上3、4号出入口同时承担着道路公交换乘客流,使得车站左端进站偏集中。

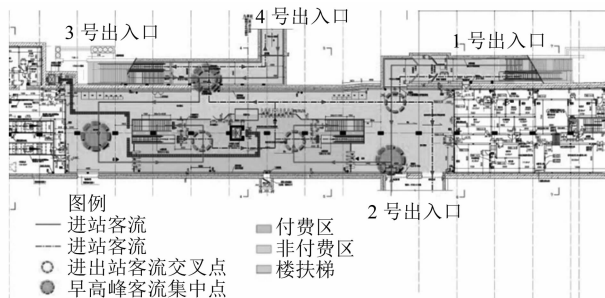


图3 九亭站站内现状流线分析图

Fig. 3 Analysis diagram of Jiuting station current flow line inside the station

3.1.2 优化方案

1) 调整站厅公共区楼扶梯布置,根据运营时段,调整自动扶梯的通行方向;

2) 适时控制进站闸机开放数量,在站厅非付费区设置限位导向栏杆,可使瞬时客流在站厅存在一定滞留,起到站厅蓄客作用,避免对站台的客流冲击,确保乘车安全;

3) 凿除4号口与车站主体间地墙,加大站内候车空间;

4) 从客流分布情况看,4号口客流量为4个出入口最高,高峰进站客流占全站60%左右,根据客流情况对3、4号出入口采取限时只进不出、只出不进措施。

3.2 站外流线优化

3.2.1 存在问题

车站4个出入口分布不均,1、2、3号出入口均布置于沪松公路南侧,仅4号口布置于沪松公路北侧。由于沪松公路上有高架,上下行车道采用护栏隔离,行人穿过“6快2慢”8个车道的沪松公路到南侧去进站非常不便,九里亭街道居民出行搭乘轨道交通主要依靠4号出入口。现状4号出入口与道路公交站点及道路公交首末站车行入口都很近,无人流集散空间。早高峰客流进站拥挤明显,存在较多安全隐患(见图4)。

3.2.2 优化方案

结合沪松公路北侧规划公交枢纽项目的建设,在北侧增设5号出入口,并将原4号出入口反向。其措施为:①出入口前预留足够的集散空间,高峰



图4 九亭站站外现状

Fig. 4 Status outside Jiuting station

客流时段组织站外临时疏导限流措施;②高峰客流时段,沪松公路北侧2个出入口可采用进出站客流分流,单进单出,减少人流交叉;③建设P+R(停车换乘)停车场,并预留适量的自行车停车场地,以强化多种交通方式协调运转。

4 针对九亭站超大客流问题的规划应对措施

至2021年6月,上海轨道交通运营线路共19条(含磁浮线),共设车站460座(含磁浮线2座),运营里程共772 km(含磁浮线29 km),实现了所有的郊区通轨道交通线。为支持郊区新城建设,促进城乡一体化发展,上海形成了以中心城为圆心的放射性线网。可以看出,在郊区轨道交通的覆盖范围还是有限的,所以骨干线可以补充轨道交通线路在郊区的一些没有服务到的客运走廊。另外,还有建立区域接驳线,构筑新城内和新城间的公交需求。

从九亭片区现有的轨道交通线网来看(见图5),可从下面几点考虑分流:①在10号线、12号线选取相应的站点设置道路公交接驳点,将九里亭镇及九亭镇居民通勤客流引入到10号线及12号线接入线网;②考虑将12号线延伸线接入九亭镇南侧,以分担部分客流压力;③九亭站与泗泾站间距达6.5 km,断面客流较大,导致早高峰九亭站进站速度慢,可研究从泗泾站开始分流,减少断面客流。

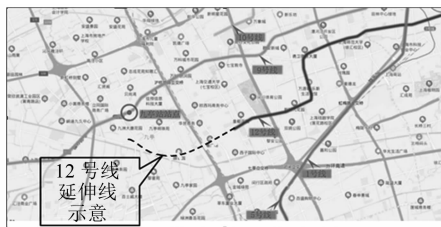


图5 九亭片区现有轨道交通线网

Fig. 5 Current rail transit line network in Jiuting area

针对九亭站客流量大的现状,轨道交通从根本上

上不能解决交通压力问题和增加区域化产业、解决就业的问题,只有达到产业区和生活区的平衡才能有效的解决轨道交通通勤的潮汐客流拥挤问题。

5 结语

1) 强化运营站客流组织。针对已运营的常态化早晚高峰大客流车站,属于可预见性大客流,应根据本站大客流特点、发生时间、客流量等因素制定合理的大客流组织预案。通过视频自动监控客流情况,提早应对;车站管理人员应对该站出入口及通道的通过能力、自动售检票系统服务能力、楼扶梯的通过能力、站台乘候车秩序和列车运能等有充分的认知;加强车站现场指挥,合理安排各岗位工作人员维持现场秩序,确保大客流安全迅速的疏散^[8]。

2) 对车站流线的设计要求。地铁车站作为地铁客流的集散点,需要通过完善的流线组织来提高乘客集散效率、缓解站内客流拥挤问题,车站合理的客流流线设计能有效提高车站的集散能力。针对市域轨道交通站点可能出现的潮汐客流明显的车站,设计中应充分考虑公共区的设计余量,进站检票前与出站检票机前应留有足够的集散空间,站内楼扶梯功能应区分明确,减少客流进、出站流线的交叉。

3) 对车站内候车空间的冗余性分析。地铁车站是供乘客换乘和候车的场所,应保证乘客使用方便、安全、迅速地进出车站。考虑客流预测的不确定性、超高峰小时客流集中、运力不匹配导致乘客滞留等不利因素,应适当提高车站设施规模和车站内候车空间的设计冗余度。适当的冗余性可以扩大原有空间的功能属性,使空间具备可变性和灵活性。强化建筑空间的冗余性研究在地铁车站设计中的应用,对提高空间的使用功能、空间的灵活性和适应性均能起到积极的作用。

4) 运量与规划的匹配要求。城市轨道交通客流在空间上存在明显的不均衡性和高峰潮汐现象,客流强度内强外弱,与线网密度及中心城的强吸引力有关,为更好地发挥城市轨道交通的客流效益,在新一轮的城市总体规划和轨道交通网络规划中,应着重提升新城及近郊地区的岗位数量及吸引力,加强外围区轨道交通线网的规划建设,扩大轨道交通网络的服务范围,提高轨道交通与城市发展的结合度^[9]。

参考文献

- [1] 赵鹏林. 关于轨道交通规划与城市空间结构发展的若干问题探讨[C]//中国城市规划学会. 第一届轨道交通综合开发国际研讨会论文集. 北京:中国城市规划学会,2011:143.
ZHAO Penglin. Discussion on Several Problems of the development of rail transit planning and urban structure[C]//China Association of City Planning. Collection of the First Rail Transit Comprehensive Development International Seminar. Beijing: China Association of City Planning,2011:143.
- [2] 王波. 上海轨道交通早高峰客流拥挤与居民通勤关系分析[J]. 城市轨道交通研究,2016(7):75.
WANG Bo. Relationship between the rush hour passenger flow congestion and residents commuting in Shanghai rail transit system[J]. Urban Mass Transit,2016(7):75.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 城市轨道交通客流预测规范:GB/T51150—2016[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China,General Administration of Quality Supervision,Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for prediction of urban rail transit ridership: GB/T 51150—2016[S]. Beijing: China Architecture & Building Press,2016.
- [4] 王获,张冠增. 城市轨道交通规划与城市规划的互动关系[J]. 城市轨道交通研究,2007(2):1.
WANG Di,ZHANG Guanzeng. Mutual relationship between URT planning and urban planning[J]. Urban Mass Transit, 2007(2):1.
- [5] 牟瑞芳. 地铁对城市土地利用的影响分析[C]//四川省科学技术协会,西南交通大学. 第四届四川省博士专家论坛论文集. 成都:四川省科学技术协会,西南交通大学,2008:95.
MOU Ruifang. Analysis of the influence of subway on urban land use[C]//Sichuan Association for Science and Technology,Southwest Jiaotong University. Collection of the 4th Sichuan provincial Ph. D. expert forum. Chengdu: Sichuan Association for Science and Technology,Southwest Jiaotong University,2008:95.
- [6] 王德,干迪,朱查松,等. 上海市郊区空间规划与轨道交通的协调性研究[J]. 城市规划学刊,2012(1):17.
WANG De,GAN Di,ZHU Chasong,et al. A research on the relationships between suburban spatial planning and railway traffic planning in Shanghai[J]. Urban Planning Forum,2012(1):17.
- [7] 上海申通地铁集团有限公司,铁道第三勘察设计集团有限公司. 上海市轨道交通9号线一期工程设计[M]. 上海:上海科学技术出版社,2012.
Shanghai Shentong Metro Group Co.,Ltd.,Railway No. 3 Survey and Design Institute Group Co.,Ltd. Shanghai Rail Transit Line 9 phase I project design[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press,2012.

(下转第26页)