

# 上海轨道交通世纪大道站换乘客流 分析及车站改进设想

仝祎楠

(上海申通地铁集团有限公司规划技术部, 201103, 上海//工程师)

**摘 要** 世纪大道站是上海城市轨道交通网中唯一一座四线换乘枢纽车站,其客流量不断攀升,换乘客流量位居全网网络首位。基于客流统计数据,详细分析了上海轨道交通 9 号线 3 期东延伸段开通前后的世纪大道站早高峰时段换乘客流变化,总结了世纪大道站高峰时段的换乘客流特征。为满足大客流使用需求,结合世纪大道站的建筑构造和制约条件,提出了具体的整改建议,解决了世纪大道站现存的大客流安全风险问题。

**关键词** 城市轨道交通; 换乘枢纽站; 客流流线组织; 车站改造

**中图分类号** U293.13

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2020.01.019

## Analysis of the Century Avenue Transfer Hub Station and Improvement Assumption

TONG Yinan

**Abstract** Being the only 4-line transfer hub station in Shanghai urban rail transit network, the ridership of Century Avenue Station is increasing quickly and its transfer ridership ranks the top of the whole network. Based on the ridership statistics, changes of transfer passenger flow in early peak hours at Century Avenue Station are studied in detail before and after the opening of the East extension section of Shanghai rail transit Line 9 phase 3, the characters of transfer passenger flow in peak hours at the station are summarized. To relieve the impact from huge amount of transfer passengers, specific rectification suggestions are proposed considering the architectural structure and constraints of Century Avenue Station, in order to support

more passengers and reduce the current high risks of passengers congestion.

**Key words** urban rail transit; transfer hub; passenger flow organization; station renovation

**Author's address** Planning Technology Department of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

世纪大道站是上海城市轨道交通网中唯一的四线换乘车站,上海轨道交通 2、4、6 及 9 号线皆在此换乘。其中,9 号线 2 期(宜山路站—世纪大道站)于 2009 年 12 月 31 日通车。2017 年 12 月 30 日,上海轨道交通 9 号线 3 期东延伸段(杨高中路站—曹路站,以下简为“9 号线东延伸段”)开通试运营,并直接接入世纪大道站,对世纪大道站的换乘客流产生了直接影响。目前,世纪大道站日均换乘客流量是路网中最高的,其早高峰时段的换乘客流已临近承载能力。故有必要具体分析其客流特征的影响,根据最新的路网客流动态特征设置合理的换乘客流引导方案,以疏导世纪大道站早高峰时段的超大客流。

### 1 世纪大道站基本情况

9 号线东延伸段开通前后,世纪大道站工作日客流早高峰时段(8:00—9:00)的客流组成如表 1 所示。由表 1 可见,换乘客流量很高,而进出站客流

表 1 世纪大道站工作日早高峰客流量峰值时段客流情况

日期	进站客流量/ 人次	出站客流量/ 人次	换乘客流量/ 人次	总客流量/ 人次	进出站客流量 占比/%
2017-12-27	6 300	13 376	67 703	87 379	22.5
2017-12-28	6 268	13 509	70 509	90 286	21.9
2017-12-29	5 911	12 959	67 650	86 520	21.8
2018-01-04	6 408	13 725	72 636	92 769	21.7
2018-01-05	6 402	13 797	73 306	93 505	21.6
2018-01-08	6 562	14 376	78 081	99 019	21.1

量仅占全部客流量的 21%,且 9 号线东延伸段开通前后的进出站客流量变化不大,故本文仅重点分析 9 号线东延伸段开通对世纪大道站换乘客流的影响。

### 1.1 世纪大道站的平面布局

在世纪大道站,2、4、9 号线站台平行布置,6 号线垂直上跨,整体呈“丰”字形。上跨的 6 号线将整个站厅隔为 A、B 两个区域(如图 1 所示)。2、4、9 号线的岛式站台均连通 A 区和 B 区,三线之间通过 A 区或 B 区两两互通。6 号线往东方体育中心方向的站台位于 A 区,往港城路方向的站台位于 B 区。

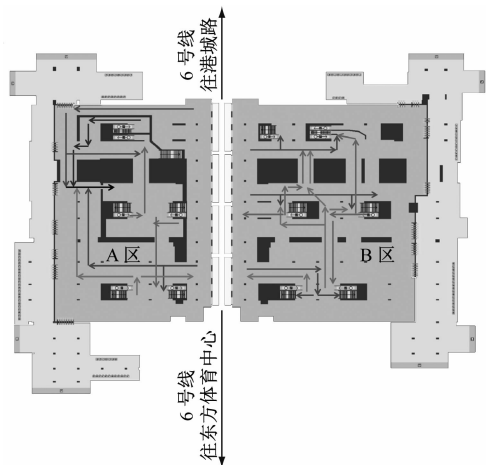


图1 世纪大道站站厅平面图

由图1可见,A区面积比B区小。目前,早高峰时段客流主要来自A区,是6号线往东方体育中心方向下车的换乘客流。因此,需重点分析A区的换乘客流流线。

### 1.2 9号线与2、4、6号线关系

9号线与2、4、6号线关系如图2所示。9号线东延伸段为杨高中路站—曹路站,共有8站,其线路大体走向为东偏北—西偏南方向。9号线杨高中路

站—台儿庄路站区间与6号线源深体育中心站—博兴路站区间几乎平行,两线间隔1 km左右。此后,9号线由金桥站往东至曹路站,6号线也转向北至外高桥区域,两线不再平行。9号线在世纪大道站东侧同2号线、4号线以小角度相交。

## 2 客流分析

### 2.1 客流变化趋势

9号线东延伸段主要服务于浦东地区东北部,其沿线居民较多,其开通增加了世纪大道站的换乘客流。其中,9号线杨高中路—台儿庄路区间,可与6号线共同分担该区域客流,不仅能缓解6号线的客运压力,也能减少6号线给世纪大道站A区带来的换乘客流量。

为比较9号线东延伸开通前后的世纪大道站换乘客流变化,本文从运营管理平台的票务清分数据库中,选取2017年11月至2018年9月(2月有春节假期,故不予分析)间月中周四(工作日)7:00—10:00时段的世纪大道站换乘客流数据作为分析对象。

### 2.2 换乘客流总量

世纪大道站换乘客流数据按照A区和B区,以h为单位进行统计。清分系统中2、4、9号线三线间的换乘数据未区分A、B区,故假设三线间换乘乘客中一半使用A区,另一半使用B区。

9号线东延伸段开通前,世纪大道站早高峰换乘客流量A区高于B区。主要是由于6号线站台北段只连接了A区,而站台南段同时连接A区和B区,而且其他线路间换乘则可均通过A区或B区进行。

世纪大道站各时段换乘客流量统计结果如图3所示。由图3可知,世纪大道站换乘客流量峰值在A区的8:00—9:00段,远高于同时间段的B区的换乘客流量。7:00—8:00段与9:00—10:00段的换乘客流量明显低于8:00—9:00段。因此,世纪大道站早高峰客流分析重点关注8:00—9:00段A区的换乘客流特征。

由图3可见:A区及B区8:00—9:00时段换乘客流,在虚线右侧即9号线东延伸段开通后均有明显上升,2018年5月后上升趋势基本稳定,8月小幅回落并分别稳定在约45 000人次(A区)及约35 000人次(B区);7:00—8:00时段的换乘客流量在2018年1~8月总体呈小幅上升趋势;9:00—



图2 9号线与2、4、6号线关系示意图

10:00 时段换乘客流量在 2018 年 1 月和 3 月小幅上升后开始回落,总体客流变化不明显。

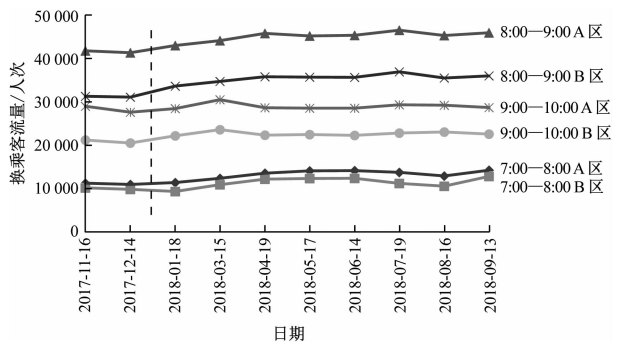


图 3 世纪大道站各时段换乘客流量统计图

2.3 A 区换乘客流变化

由表 2 可见:在世纪大道站 A 区,由 6 号线换乘 2 号线的客流量最多,比排名第二的 6 号线换乘 9 号线客流量两倍还多;由 2 号线、4 号线及 9 号线换乘 6 号线的客流较少;4 号线和 9 号线之间的换乘客流也较少。

表 2 世纪大道站 A 区 8:00—9:00 时段各线换乘客流数据

换乘流向	各统计日的客流量/人次									
	2017-11-16	2017-12-14	2018-01-18	2018-03-15	2018-04-19	2018-05-17	2018-06-14	2018-07-19	2018-08-16	2018-09-13
2→4	4 203	4 295	4 076	4 014	4 324	4 183	4 203	4 393	4 210	4 251
2→6A	3 346	3 434	3 364	3 362	3 579	3 288	3 446	3 483	3 321	3 470
2→9	3 358	3 487	3 987	4 211	4 391	4 395	4 467	4 602	4 483	4 538
4→2	3 999	3 723	3 810	4 010	3 902	3 850	3 787	3 826	3 739	3 792
4→6A	829	821	816	833	889	819	853	860	829	793
4→9	1 385	1 337	1 943	2 005	2 089	2 082	2 141	2 194	2 133	2 194
6A→2	11 211	11 014	10 176	10 310	10 487	10 372	10 319	10 384	10 256	10 362
6A→4	3 318	3 241	2 927	2 861	3 084	2 979	2 935	3 056	2 903	2 935
6A→9	5 736	5 634	4 978	4 955	5 085	5 206	5 055	5 241	4 987	5 157
9→2	2 747	2 668	3 943	4 358	4 498	4 581	4 459	4 694	4 693	4 679
9→4	1 018	1 030	1 662	1 747	1 814	1 867	1 914	1 969	1 965	1 921
9→6A	819	846	1 464	1 600	1 740	1 689	1 872	1 906	1 890	1 928

注:换乘流向中的数字表示线路,2 表示 2 号线,其他类同;6A 表示 6 号线东方体育中心方向

2.4 B 区换乘客流变化

在 9 号线东延伸段开通前后,B 区换乘客流变化情况如表 3 所示。B 区占客流比例最高的换乘流向是 6 号线换乘 2 号线,其客流量约为 5 300 人次,仅为 A 区 6 号线换乘 2 号线客流量的一半。

B 区 6 号线换出客流:6 号线换乘 2 号线客流量基本稳定,有小幅下降;6 号线换乘 9 号线客流量上涨约 1 000 人次,且仍有继续上涨趋势;6 号线换乘 4 号线客流量基本不变;6 号线换出客流总量增加约 1 000 人次。B 区换入 6 号线客流:换入 6 号线的客流量有较大幅度下降,完全符合 9 号线东延伸

在 9 号线东延伸段开通后,从 6 号线换出的客流量均有不同程度的减少:由 6 号线换乘 2 号线的客流量减少约 1 000 人次,由 6 号线换乘 9 号线的客流量也减少近 1 000 人次,由 6 号线换乘 4 号线的客流量仅减少约 400 人次。减少后的换乘客流量均较稳定。换入 6 号线的客流中,由 9 号线换乘 6 号线的客流量增加了约 1 000 人次,由 2 号线和 4 号线换乘 6 号线的客流量基本不变。可见,6 号线相关换乘客流总量比 9 号线东延伸开通前净下降了约 1 400 人次。

在 9 号线东延伸段开通后,与 9 号线相关的换乘客流的大幅增加。9 号线换乘 2 号线的客流量大幅增加了约 2 000 人次,由 2 号线换乘 9 号线的客流量增加了约 1 000 人次,由 9 号线换乘 4 号线与由 4 号线换乘 9 号线的客流量均增加了约 800 人次,且已基本稳定。

在 9 号线东延伸段开通前后,2 号线与 4 号线间换乘的客流量有一定波动,但总体变化不大。

段曹路方向与 6 号线港城路方向线路平行、共同分担区域客流的预期;2 号线换乘 6 号线的客流量下降约 500 人次,9 号线换乘 6 号线客流量下降约 300 人次,4 号线换乘 6 号线客流量下降约 400 人次;换入 6 号线的客流量下降约 1 200 人次。因此,B 区与 6 号线相关的换乘客流量净下降约 200 人次。

2.5 与 6 号线相关的换乘客流同其他换乘客流的比较

按照站厅的平面布局,世纪大道站的换乘客流可以分为与 6 号线相关的换乘客流,以及 2、4、9 号线间的换乘客流。经统计,在 9 号线东延伸段开通

表 3 世纪大道站 B 区 8:00—9:00 时段各线换乘客流数据

换乘流向	各统计日的客流量/人次									
	2017-11-16	2017-12-14	2018-01-18	2018-03-15	2018-04-19	2018-05-17	2018-06-14	2018-07-19	2018-08-16	2018-09-13
2→4	4 203	4 295	4 076	4 014	4 324	4 183	4 203	4 393	4 210	4 251
2→6B	3 483	3 454	2 979	2 934	3 128	2 991	3 050	3 152	2 908	2 867
2→9	3 358	3 487	3 987	4 211	4 391	4 395	4 467	4 602	4 483	4 538
4→2	3 999	3 723	3 810	4 010	3 902	3 850	3 787	3 826	3 739	3 792
4→6B	1 607	1 593	1 403	1 375	1 419	1 350	1 383	1 451	1 310	1 253
4→9	1 385	1 337	1 943	2 005	2 089	2 082	2 141	2 194	2 133	2 194
6B→2	5 314	5 311	5 203	5 335	5 267	5 296	5 144	5 261	5 072	5 294
6B→4	1 274	1 316	1 332	1 306	1 338	1 358	1 374	1 391	1 324	1 362
6B→9	1 423	1 377	2 073	2 210	2 259	2 415	2 353	2 531	2 364	2 521
9→2	2 747	2 668	3 943	4 358	4 498	4 581	4 459	4 694	4 693	4 679
9→4	1 018	1 030	1 662	1 747	1 814	1 867	1 914	1 969	1 965	1 921
9→6B	1 894	1 924	1 588	1 562	1 661	1 660	1 693	1 731	1 631	1 618

注:换乘流向中的数字表示线路,2 表示 2 号线,其他类同;6B 表示 6 号线港城路方向

后,2、4、9 号线之间的换乘量有较大的上升,增加了约 5 000 人次。相关客流量统计见图 4。

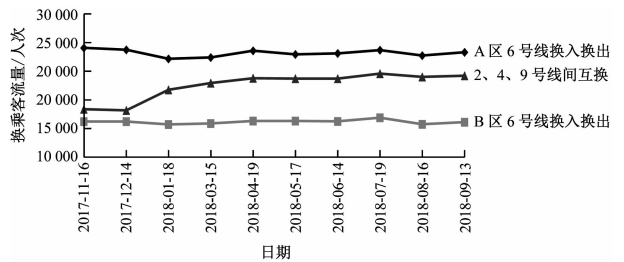


图 4 世纪大道站换乘 6 号线同 2、4、9 号线间换乘客流的对比

3 结论与建议

经过客流量统计分析可知,世纪大道站的进站客流总量增幅不大,9 号线东延伸段为世纪大道站带来了大量的换乘客流。在 8:00—9:00 的早高峰

时段,A 区换乘客流总量约为 45 000 人次,比原来增加约 4 000 人次,B 区总换乘量约 36 000 人次,比原来增加了约 5 000 人次,客流量增长基本趋于稳定。详细分析不同换乘流线的客流变化情况发现,在 A、B 两区,2、4、9 号线之间换乘的客流量有较大幅度上升(约 5 000 人次),而与 6 号线相关的换乘客流量则在 9 号线东延伸的分流作用下而有所下降,其中 A 区下降约 1 000 人次,B 区下降约 200 人次。

由于 9 号线东延伸段的开通加剧了 2、4 号线客流换乘压力,并适当缓解了 6 号线客流换乘压力,建议增设 2、4、9 号线的楼扶梯,加强垂直运输能力,优化站厅单向绕行路线,维持由 6 号线站台两侧绕行换乘其他线路的既有措施。世纪大道站具体改造方案如图 5 所示。

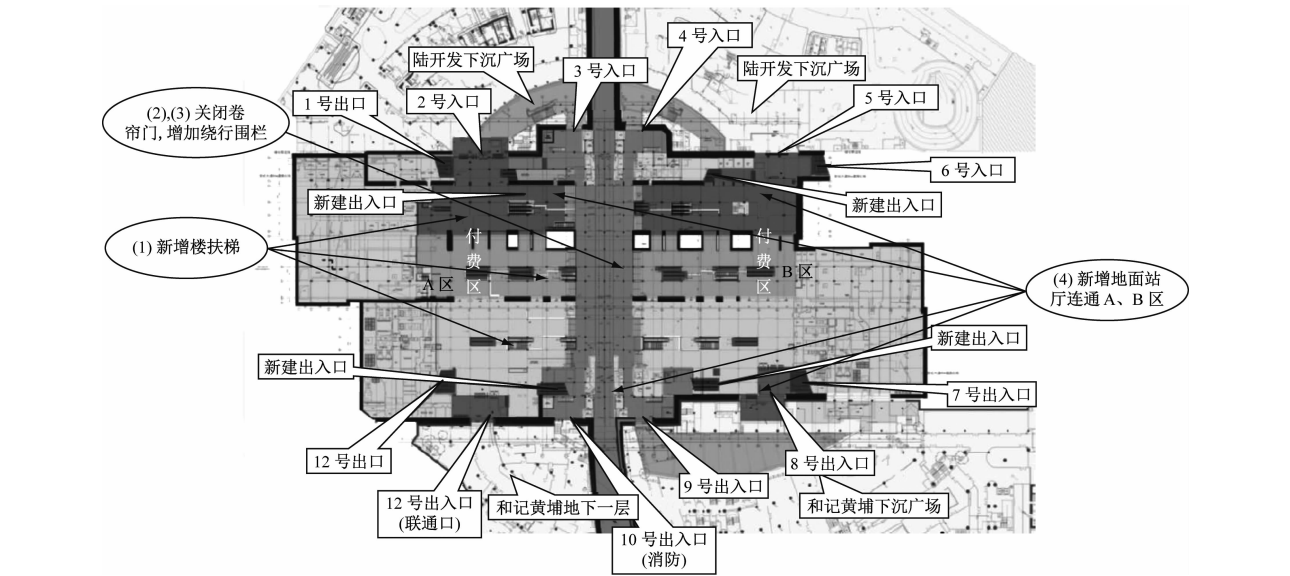


图 5 世纪大道站改造方案图

(下转第 86 页)

$a_0$ ——基准加速度,一般取  $10^{-6} \text{ m/s}^2$ ;  
 $a_{f,\text{rms}}$ ——中心频率  $f$  的加速度有效值;  
 $c_f$ ——Z 计权因子,具体取值见图 10。  
采用 10 组数据分别计算隧道壁  $L_{Vz}$ ,并取其均值用来评价各测试断面的振动响应。GB 10070—1988《城市区域环境振动标准》规定,居民及文教区的夜间噪声限制值为 67 dB。

2 个浮置板轨道的测试断面相对于普通轨道的测试断面隧道壁 Z 振级的插入损失值(普通轨道隧道壁的振级与浮置板轨道的隧道壁振级的差值),可以直接反应出浮置板轨道的减振效果。表 1 中所示为各个测试断面隧道壁的振动情况。

表 1 各测试断面隧道壁振动情况		
测试断面	隧道壁 $L_{Vz}$ /dB	$L_{Vz}$ 的插入损失值/dB
普通道床	71.5	
重量级浮置板	50.7	20.8
中量级浮置板	56.0	15.5

由表 1 可以看出,减振道床断面隧道壁的振动响应均满足规范要求。重量级与中量级浮置板的插入损失相差 5.3 dB,符合二者的参数差异设计。

## 4 结论

本文通过对我国某地铁线路普通道床轨道、现浇式重量级钢弹簧浮置板轨道和现浇式中量级钢弹簧浮置板轨道等 3 个断面进行测试,对比分析了轨道板的加速度振级与隧道壁的 Z 振级,得出以下结论:

(上接第 82 页)

- 1) 增设 2、4、9 号线站台至站厅的楼扶梯设施,以增加楼扶梯口等瓶颈处的客流通行量、加强垂直运输能力,快速疏散客流。
- 2) 优化 2、4、9 号线间客流换乘的单向绕行通道,通过围栏等装置引导形成 2、4、9 号线间两两换乘的单向客流通道,以减少客流对冲。
- 3) 高峰时段关闭 6 号线站台至 2 号线的卷帘门,改造现有 6 号线站台两端的管理用房空间,使之形成更为开阔的两端绕行通道,以供由 6 号线至其他线路的换乘客流绕行,缓解高峰时段的客流拥挤。
- 4) 在 6 号线两端上方设置地面站厅出入口,以

- 1) 轨道板和隧道壁的主要响应频段在 80 Hz 附近。
- 2) 重量级和中量级钢弹簧浮置板道床的振动响应之间有 5.3 dB 的差异。
- 3) 重量级和中量级钢弹簧浮置板轨道测试断面隧道壁的振动响应均满足相关规范的要求。

## 参考文献

[1] 刘维宁,马蒙,刘卫丰,等.我国城市轨道交通环境振动影响的研究现状[J].中国科学:科学技术,2016,46(6):547.  
[2] 张斌,王建立,王建,等.钢弹簧浮置板浸水时的减振效果实测分析[J].城市轨道交通研究,2016,19(9):75.  
[3] 焦金红,黄俊飞,周宇.减振降噪型轨下基础——浮置板轨道结构[J].地铁与轻轨,2002(4):29-31.  
[4] 刘维宁,丁德云,李克飞,等.钢弹簧浮置板轨道低频特征实验研究[J].土木工程学报,2011,44(8):118.  
[5] LOMBAERT G, DEGRANDE G, VANHAUWERE B, et al. The control of ground-borne vibrations from railway traffic by means of continuous floating slabs[J]. Journal of Sound & Vibration, 2006, 297(3):946.  
[6] 王澜,宣言,万家,等.浮置板式轨道结构隔振效果仿真研究[J].中国铁道科学,2005,26(6):48.  
[7] 丁德云,刘维宁,张宝才,等.浮置板轨道的模态分析[J].铁道学报,2008,30(3):61.  
[8] KUO C M, HUANG C H, CHEN Y Y. Vibration characteristics of floating slab track[J]. Journal of Sound & Vibration, 2008, 317(3):1017.  
[9] 丁德云,刘维宁,张宝才,等.特殊浮置板轨道隔振效果的三维数值研究[J].铁道学报,2009,31(6):58.  
[10] 李林峰,马蒙,刘维宁,等.不同激励作用下钢弹簧浮置板轨道减振效果研究[J].工程力学,2018,35(增刊1):253.

(收稿日期:2018-12-17)

连通 A、B 两个站厅,并在高峰时段通过引导进站客流直接进入客流压力较小的 B 厅乘坐 2、4、9 号线。

## 参考文献

[1] 上海申通地铁集团有限公司.上海申地铁集团运营管理平台票务清分数据库[DB].上海:上海申通地铁集团有限公司,2018.  
[2] 刘纯洁,于宁.世纪大道换乘枢纽的建设和管理[J].中国市政工程,2009(5):48.  
[3] 李斌,陈晔,秦丹尼.上海轨道交通枢纽站路径探索研究[J].建筑学报,2010(增刊2):129.

(收稿日期:2018-07-30)