

文章编号: 1006—2106(2009)04—0086—05

虹桥综合交通枢纽轨道交通五线工程换乘方案浅析^{*}

沈月荣¹ 鲍德颖^{2**}

(1. 铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300251; 2 天津市建筑设计院, 天津 300074)

摘要: 研究目的: 根据虹桥综合交通枢纽工程地铁西站引入 5 条轨道交通线路, 且轨道交通运量较大的特点, 对 5 条线路的换乘方案进行分析和比选, 确定换乘方案, 为开展综合交通枢纽内多条轨道交通线路车站及其换乘设计提供条件。

研究结论: 通过对虹桥综合交通枢纽地铁西站工程及其换乘设计的研究, 得出大型综合交通枢纽设计应从换乘客流大、换乘需求强的交通方式着手, 掌握该交通方式所服务的客流来源及去向, 明确各股客流的换乘需求, 使设计更加合理, 实现“无缝衔接和零换乘”。

关键词: 综合交通枢纽; 高速铁路; 轨道交通; 换乘方案

中图分类号: U231⁺. 1 **文献标识码:** A

Analyses of the Transfer Plans for Five Rail Transit Lines Accessing to Hongqiao Integral Traffic Hub

SHEN Yue-rong, BAO De-ying

(1. The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300251; 2 Tianjin Architecture Design Institute, Tianjin 300074, China)

Abstract: Research purposes: The analyses and comparisons are made for the transfer plans for five rail transit lines accessing to Hongqiao Integral Traffic Hub with large amount of traffic for the purpose of determining the transfer plan and providing the reference to working out the transfer plan for multiple lines accessing to the large modern traffic hub. Research conclusions: It is concluded from researching the design of transfer plan for West Metro Station of Hongqiao Traffic Hub that for the large-sized integral traffic hub, the transfer plan should pay more attention to the transportation mode with the biggest passenger flow and the large amount of passengers demanding transfer, and it should be known where the transfer passengers come from and where to go for designing the transfer plan more reasonable to realize the "jointless connection and zero transfer".

Key words: integral traffic hub; high-speed railway; rail transit; transfer plan

随着国民经济和城市规模的发展, 大型综合性交通枢纽的建设进入了一个快速发展期, 国内相继建设了北京南站、新广州站、武汉站、上海虹桥综合交通枢纽站、天津站等一系列大型综合性交通枢纽, 铁路车站作为城市的窗口, 是城市与外界沟通的重要场所之一,

而轨道交通作为城市市民出行的主要交通工具, 由于其速度快、容量大、安全、准时等优点逐渐成为一系列大型交通枢纽的重要组成部分。如何将两者有机的结合在一起, 将城市内外的客流有效的进行疏散, 是建设综合性交通枢纽的主要目的和交通建设现代化的需

* 收稿日期: 2008—12—03

** 作者简介: 沈月荣, 1978 年出生, 男, 助理工程师; 鲍德颖, 1979 年出生, 女, 助理工程师。

要。本文通过对上海虹桥综合交通枢纽中城市轨道交通换乘工程的研究和分析, 总结出大型综合性交通枢纽内轨道交通及其换乘设计的经验和方法, 以期对相关类似工程设计提供借鉴。

1 概述

虹桥综合交通枢纽是集高速铁路、城际铁路和轨道交通、高速磁悬浮、长途汽车、出租车及航空运输多种交通运输方式于一体的大型综合性客运中心, 是上海市面向长江三角洲、长江流域、乃至全国的重大交通枢纽工程。该工程自西向东依次布置为铁路客站、城市快线(高速磁悬浮)、机场航站楼。

城市轨道交通系统作为最便捷的交通方式, 在虹桥交通枢纽中扮演着重要的角色, 5条轨道交通线的引入对枢纽功能的发挥及客流的集散起到了至关重要的作用。由于所含轨道交通线路较多, 轨道交通线间换乘方案的选择对工程规模以及旅客换乘的舒适性控制起着决定性作用。

根据《上海市城市轨道交通网络优化调整方案》和虹桥交通枢纽总体规划方案构想, 结合虹桥高速铁路客站的站位, 该交通枢纽引入 5条轨道交通线路: 2号线、5号线、10号线、17号线及青浦线(低速磁悬浮), 形成“3+2”的线站布局。并在虹桥地铁西站结合高速铁路站房的设计形成 5线换乘的建筑格局, 构成虹桥综合交通枢纽交通中心工程的一部分。

规划地铁 2号线、10号线自机场由东向西穿过枢纽, 分别在东广场、西广场地下二层设站; 青浦线(低速磁浮)自西向东在铁路车站正下方地下二层设站; 规划地铁 5号线、17号线成南北向垂直与 2号线、10号线、青浦线引入地铁西站, 并在地下三层设置站台层。

2 换乘方案分析

交通枢纽往往有多种交通方式, 而一个交通枢纽的设计条件是有限的, 影响枢纽线站布置及工程规模的最关键因素就是多种交通方式之间的换乘设计, 若设计的换乘方案存在缺陷, 将直接影响枢纽功能的发挥和旅客使用的舒适性, 而影响设计换乘方案的主要因素则是枢纽内客流较大的交通工具的换乘设计。

要达到换乘方案的合理性, 设计者需要对多种换乘方式分出主次, 要优先考虑客流大的交通工具的换乘空间设计, 即遵循“多数优先”的原则^[3]。虹桥地铁西站是虹桥枢纽的重要组成部分, 担负着枢纽内铁路

约 50%的客流的集散, 同时也是城市交通换乘的重要节点。优越的换乘设计, 合理的客流组织, 是迅速快捷的疏散和减少换乘客流在此处的聚集, 充分发挥枢纽功能的重要条件。因此, 对枢纽地铁西站轨道交通换乘方案进行研究, 有利于更好的把握交通枢纽的设计方法。

本枢纽工程受规划条件及诸多不稳定因素的影响, 换乘方案经多方案研究和优化设计才最终确定, 但由于条件所限, 目前工程设计中仍然存在一些不足。

2.1 线路走向及客流分析

虹桥交通枢纽规划引入 5条轨道交通线, 在虹桥地铁西站形成 5线换乘的建筑格局, 5条地铁线的引入为枢纽旅客的到站、离站及该区域内的居民出行创造了极为便利的条件, 同时也为该区域的开发和发展提供了有利条件。

2号线为既有地铁 2号线的西延伸线, 该区域接近终点站诸光路站。由于 2号线穿越中心城区内的繁华区段, 客流量较大(既有客流量就很大)。

10号线为新建线, 线路穿越中心城区, 客流量也很大, 且此处为该线的始发站。

青浦线为远期预留低速磁悬浮线路, 是青浦区及沿线郊区市民进出城区的主要换乘节点, 客流较少。

5号线和 17号线均为预留线路, 且为阜外线路, 服务于上海市郊区的一部分客流。

综上所述, 此处除了枢纽接纳外省市及出外归来的本省市客流外, 还要担当城市区域内旅客出行的换乘节点。

2.2 换乘需求分析

虹桥交通枢纽担当着对内对外交通转换的双重角色, 全面掌握其客流的来源和去向及旅客的换乘需求, 是准确定位换乘方案及线站方案设计的重要因素。

研究旅客换乘需求, 掌握旅客的来源和去向及客流量的大小, 进行线站方案设计和布置是设计的关键点。通过分析可将客流分为三部分来考虑: 一为阜外客流, 该部分客流通过枢纽对外交通, 突发性强, 客流量大; 二为阜内出外客流, 该部分客流虽相对分散, 但客流量较大; 三为阜内换乘客流, 该部分客流随季节及出行时间的不同而有所不同。

通过对线路走向的分析得出, 地铁 5号线、17号线及青浦线 3线间相互换乘的客流较小, 而与 2号线和 10号线间的换乘客流较大, 外阜客流的换乘需求也主要集中在与地铁 2号线和 10号线间。

因此, 线站设计过程中结合枢纽的边界条件, 将地

铁 2 号线、10 号线和青浦线站台层布置在地下二层,使其可以与枢纽的突发性客流实现最快捷的换乘,而将地铁 5 号线和 17 号线站台层垂直于该 3 线布置在地下三层,使其与 2 号线、10 号线、青浦线形成十字换乘,可以减少枢纽核心区的客流交叉。在这种设计思想的指导下,从设计之初就将线站的布置意向确定了下来。

2 3 换乘方案研究

2 3 1 线站方案研究

结合《上海关于虹桥枢纽地区轨道交通布置的新规划图》对虹桥地铁西站引入的 5 条轨道交通线,首先展开了线站方案的比选。

2 3 1.1 4 台加 1 台线站方案分析

规划引入 5 号线、17 号线两线对开贯通运行,根据枢纽整体方案,首先将 5 号线、17 号线设计为两线共台的岛式车站;地下二层设计为 4 个岛式站台,其中青浦线的上下行线分别与 2 号线的上行线和 10 号线的上行线共用站台,形成同台换乘;整个地铁西站形成 4 台加 1 台的十字换乘(图 1)。

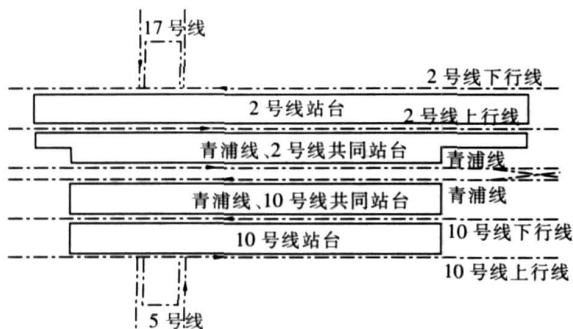


图 1 4 台加 1 台线站示意图

从客流和行车分析,10 号线在此为第 2 站,青浦线为终点站,两线间换乘量不大,因此这一同台换乘形同虚设。而且因为地下二层为 6 线 4 个岛式站台,造成车站南北宽度较宽,且延伸至虹桥东站,而东站只有 2 号线和 10 号线,再加上东西站之间的区间,工程浪费较大。

另外,从后期运营维护来看,4 个站台的设置增加了相关配套设施的投入,使运营成本增加;通过换乘方案分析,专家一致认为此方案需进一步优化。

2 3 1.2 3 台对 3 台线站方案分析

通过沟通与协调,最终对线站方案进行了优化设计,形成了 3 台对 3 台的线站形式,使其既能满足旅客的换乘需求又能在一定程度上减少投资。

3 台对 3 台线站方案,即地下三层 5 号线、17 号线调整为 1 岛两侧式车站型式,地下二层 2 号线、10 号

线、青浦线调整为 3 个岛式站台。结合换乘需求将青浦线分别与 2 号线的上下行线共用站台形成同台换乘。从工程规模及后期运营维护上起到了节省投资,节约能耗的作用,最重要的是能够为旅客提供比较优越的换乘条件(图 2)。

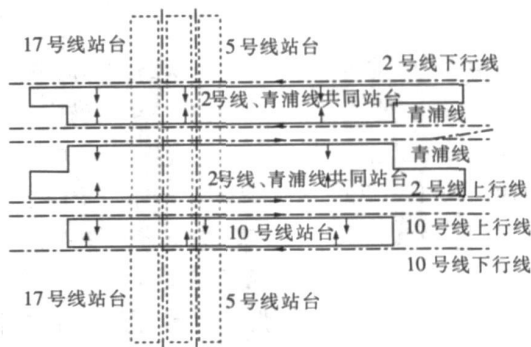


图 2 3 岛加 3 岛示意图

2 3 2 换乘方案研究

虹桥交通枢纽换乘的核心集中在地下一层大通道内,整个大通道东西绵延约 1 km 在地下与铁路、磁悬浮及机场航站楼串通,使整个枢纽形成一个有机的整体,各种交通换乘也主要集中在该通道内,以下阐述轨道交通线间的换乘方案。

在枢纽大通道地下一层设置了地铁站厅层,这是进入轨道交通车站的窗口,也是轨道交通与其它交通的转换窗口。

地铁车站的站台层主要集中在地下二层和地下三层,由于地铁担负了枢纽约 45% 的客流集散量,因此轨道交通 5 线换乘设计的合理性将直接影响枢纽客流的疏散。

2 3 2.1 地下二层 2 号线、10 号线、青浦线 3 线间的换乘

2 号线、10 号线均为穿越市中心城区的线路,而青浦线为郊区线路。2 号线在中心城区的换乘节点较多,按换乘需求,青浦线换乘 2 号线和 10 号线的旅客相对较多。3 线平行布置相互间的换乘主要为同台换乘和站厅转换换乘。

根据换乘需求量的大小,通过线路组合,将 2 号线的上下行线分别与青浦线的上下行线形成岛式站台,同台换乘。青浦线夹于 2 号线之间,将地铁西站设为终点站,站后设置存车折返线。

2 号线和 10 号线及 10 号线与青浦线之间由于换乘需求量较小,主要通过地下一层付费区完成换乘,相对流线较长(图 3)。

2 3 2.2 地下三层 5 号线、17 号线间的换乘

地下三层主要为地铁 5 号线、17 号线的站台层,

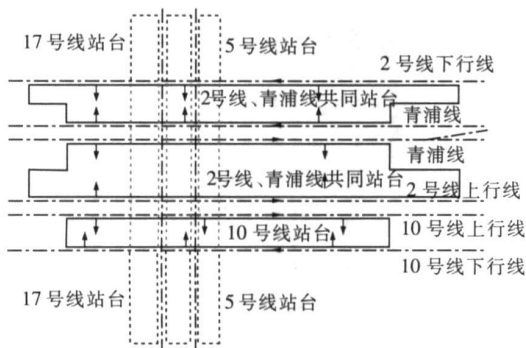


图 3 地下二层换乘示意图

线站设计为 1 岛两侧式车站型式, 且 5 号线和 17 号线为相向对开线路, 此处均为终点站, 均设站前折返线。

为减少客流混乱及交叉, 使换乘达到快捷流畅, 结合线站方案, 将 3 个站台分开使用, 中间岛式站台作为 5 号线、17 号线进站及换乘站台, 两侧站台作为 5 号线、17 号线出站及与 2 号线、10 号线、青浦线换乘的站台。这样 5 号线和 17 号线客流就形成了同台换乘, 且不与出站客流交叉, 在枢纽内为双侧开门 (图 4)。

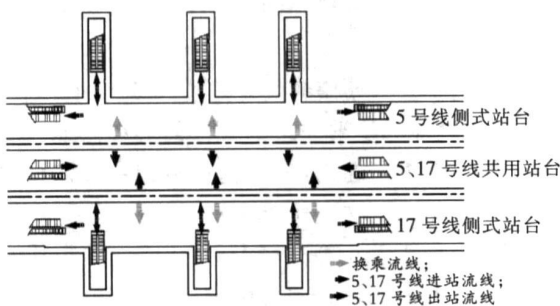


图 4 地下三层换乘示意图

2.3.2.3 地下二层 3 线与地下三层 2 线间的换乘
此部分为地铁西站的核心, 也是影响工程规模及换乘合理性的关键所在。

根据线站方案, 地下三层站台与地下二层站台垂直交叉形成十字换乘, 为使换乘快捷流畅, 对通道换乘、夹层换乘、台台直接换乘 3 种主要换乘方案进行了比选和优化。

(1) 台台直接换乘: 即在 4 台上分别设置直接到达地下三层站台的楼扶梯进行换乘。由于条件所限此楼扶梯只能采用 I 型, 最终形成 5 号线、17 号线站台上 4 处楼梯口、4 个楼梯梯段, 加上设于站台上的 4 部无障碍电梯, 最终 5 号线、17 号线站台层旅客可用空间所剩无几, 且这种布置影响站台后期管线的设计。另外, 由于换乘高度大于 6 m 仍然采用楼梯, 缺乏人性化的考虑 (图 5)。

(2) 夹层换乘: 即在地下二层与 5 号线、17 号线

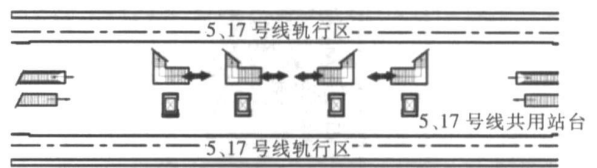


图 5 I 型楼梯换乘方案示意图

站台层之间增加换乘夹层, 换乘旅客先到达换乘夹层后, 再通过夹层内的楼扶梯到达换乘目的层, 该换乘看似比较便捷, 但增加了一层 (图 6)。使 5 号线、17 号线站台层南北长约 430 m, 整个埋深下压约 3 m, 加大了工程规模, 增加了投资和运营维护费用。

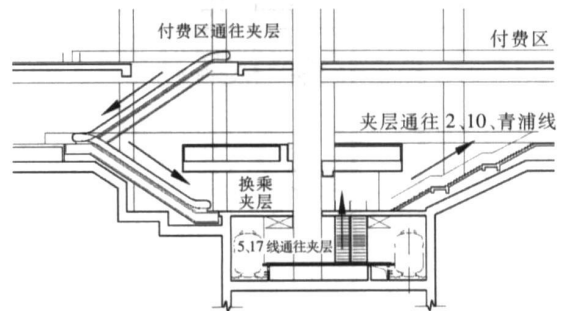


图 6 夹层换乘方案示意图

(3) 通道换乘: 即在 5 号线、17 号线站台层平行外侧增加换乘通道, 使换乘旅客首先到达换乘通道, 再通过 5 号线、17 号线站厅层进入 5 号线、17 号线站台, 实现换乘的目的。此换乘方案虽然没有增加工程规模, 但无法实现换乘的快捷性和舒适性 (图 7)。

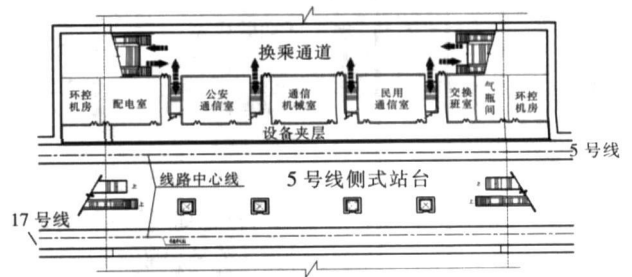


图 7 通道换乘方案示意图

根据线站方案, 通过优化和比选, 最终选择了台台直接换乘 (3 台对 3 台) 方案。该方案中 2 号线与青浦线同台换乘, 与 10 号线的换乘可通过地下一层站厅层实现。2 号线、10 号线、青浦线与 5 号线、17 号线的换乘则形成台对台的十字换乘。

为快捷的分流客流, 减少交叉, 将 5 号线、17 号线中间站台设为进站及相互换乘站台, 两侧站台设为出站及与 2 号线、10 号线、青浦线的换乘站台, 同时在两侧式站台上分别设置 3 组上下行自动扶梯, 与 2 号线、

10号线、青浦线的 3 个站台互通, 以供其相互换乘。同时 2 号线、青浦线也可以通过 5 号线、17 号线的两侧站台完成与 10 号线的换乘。此外, 选择的该方案还具有超强的冗错能力, 只要你进入付费区, 就可以到达任何一条你想到达的站台 (图 8)。

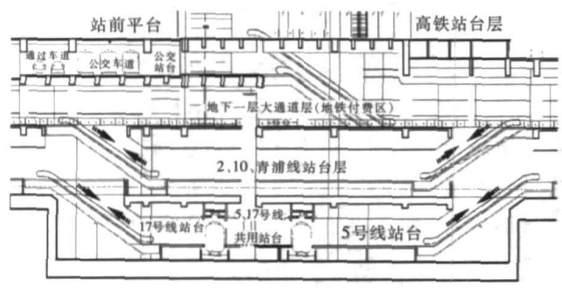


图 8 实施换乘方案示意图

另外, 枢纽的无障碍换乘设计更加简洁, 针对 3 台对 3 台的重叠交叉部分, 设置了 3 部无障碍电子扶梯直通地下一层付费区, 从上至下串联起了 5 条线路, 使残疾人换乘更加便捷舒适 (图 9)。



图 9 换乘剖切效果图

2 3 3 防灾设计

虹桥综合交通枢纽建筑功能复杂, 涵盖交通方式多, 所占面积大, 已超过一般地铁车站的规模, 受条件所限, 虹桥地铁西站的出入口均直通地下一层大通道, 没有直出地面的人员疏散口, 枢纽的消防设计采用性能化设计, 其它抗震、防淹等均按当地及国家有关规范进行设计。

由于车站东西较长, 车站底板按照平坡设计, 增加轨道层厚度进行找坡排水设计。

3 近远期结合分析

按照“一次施工, 留置切实可行的接口分期投入使用”的原则, 对预留的 5 号线、17 号线及青浦线, 设计中将先期开通的线路与远期线路设备配置最大程度的分开, 以减少先期线路的运营投入。

对于青浦线, 由于其夹与 2 号线上下行线之间, 与 2 号线上下行线共站台, 设计中最大程度的将其与 2 号线设备分开设置。这样在前期青浦线不开通的情况下, 可以先运营部分 2 号线设备, 同时在两侧站台间搭建临时连接通道, 使 2 号线上下行线站台连为一体, 2 号线的 2 个站台在开通运营之初可以根据需要只开通一半左右的站台, 降低运营成本。

4 结论

通过对虹桥综合交通枢纽地铁西站工程及其换乘设计过程的研究, 在大型综合交通枢纽设计中, 枢纽的换乘设计对枢纽规模、投资和功能空间的控制起决定性作用。而把握住枢纽内换乘客流最大、换乘需求最轻的交通工具的换乘设计即把握住了枢纽换乘设计的关键。

而只有通过对所服务的客流来源及去向进行充分分析, 明确客流的换乘需求则是任何一种交通工具的换乘设计的关键所在, 只有掌握这一因素才能使该交通方式与枢纽内其它交通工具衔接密切、换乘方便, 达到空间和时间上的衔接一体化, 实现“无缝衔接和零换乘”, 才能有利于发挥轨道交通的客运功能, 更重要的是在设计过程中少走弯路, 有效的控制工程规模, 节省投资。

参考文献:

[1] 铁道第三勘察设计院集团有限公司. 虹桥综合交通枢纽交通中心工程虹桥地铁西站初步设计文件[J]. 天津: 铁道第三勘察设计院集团有限公司, 2007.
[2] 李兴钢. 北京西直门交通枢纽设计研究[J]. 世界建筑, 2008(8): 50—61.
[3] 张庆贺. 地铁与轻轨[M]. 北京: 人民教育出版社, 2006
(编辑 曹淑荣)