

城市轨道交通换乘方式对比分析

Comparison and Analysis of Transfer Manners among Urban Rail Transit Systems

沙滨 袁振洲 缪江华 曹守华

(北京交通大学交通运输学院, 北京 100044)

SHA Bin, YUAN Zhenzhou, MIAO Jianghua, CAO Shouhua

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

摘要: 叙述轨道交通换乘的概念, 提出轨道交通之间换乘应遵循的原则, 进而分析轨道交通的换乘方式分类, 并对各种换乘方式, 总结各种换乘方式的功能特点及优缺点, 以及国内外各种换乘方式应用的代表车站, 并讨论了不同换乘方式的适应性。在对比分析的基础上提出影响换乘方式选择的因素, 这些因素主要包括: 换乘客流, 线网与车站的规划, 线路的修建顺序, 车站的位置, 与周围地面交通的协调, 与附近商场、商业区的联系, 以及与环保的协调等, 并对影响换乘方式选择的因素进行分析。最后建议在线网规划、预可行性研究及设计的全过程中都应该把各线交叉衔接、站位的选择确定、换乘站的研究设置和换乘方式的选择, 放在重要的位置上, 妥善加以解决。

Abstract: Based on the basic concepts of rail transit transfer manners, this paper analyzes the principles governing transfer activities from one system to another. A comparison was made of various transfer manners, so as to summarize the functional characteristics and the pros-and-cons of these manners, and to discuss their applications through a review of the different manners used in representative transfer centers both in China and abroad. Then the paper identifies some impact factors that need to be considered in choosing transfer manners. These factors include transfer volumes of passengers, the layout of the rail transit systems and their stops, the order to build rail transit systems, the location of their stops, and their compatibility with the surrounding surface transportation systems, their connectivity with nearby shopping malls and centers, as well as other concerns regarding the environment. Finally, the paper suggests that issues such as connecting rail transit systems, positioning their stations and transfer centers, and choosing transfer manners, should be addressed with a high priority and in an appropriate fashion, during the entire process of the planning, pre-feasibility analysis, and design of rail transit systems.

关键词: 轨道交通; 换乘站; 换乘方式; 分类; 影响因素

Keywords: rail transit; transfer station; transfer manner; classification; impact factor

中图分类号: U491

文献标识码: A

收稿日期: 2005-06-08

作者简介: 沙滨, 北京交通大学交通运输学院硕士研究生。

E-mail: shazhixiang@163.com

随着我国城市交通快速发展, 轨道交通作为城市交通中的重要组成部分, 其运营网络也正逐渐形成。在线路建设的过程中, 轨道交通的换乘方式与换乘效率对轨道交通系统运营的影响愈加明显。一些新建轨道交通线路的运营效果之所以不尽如人意, 究其原因, 除票价等因素外, 换乘问题没有解决好是其中的一个重要因素。对城市轨道交通换乘问题进行研究, 借鉴国外轨道交通系统成功经验, 结合我国实际情况, 选择适当的换乘方式, 合理地设计轨道交通的换乘系统, 使得轨道交通能发挥其最大的作用, 对我国轨道交通快速健康的发展具有重要意义。

1 城市轨道交通换乘的概念及原则

1.1 换乘的概念

城市轨道交通换乘是指出行者为到达目的地, 进行轨道交通间的换乘或轨道交通与其他交通方式换乘的一种行为活动。轨道交通换乘主要包括: 轨道交通线路之间的换乘、轨道交通与地面公交的换乘、轨道交通与私人小汽车、自行车等交通方式的换乘。本文中的轨道交通换乘特指城市轨道交通之间的换乘。

1.2 换乘遵循的原则

轨道交通换乘方式应根据各城市换乘枢纽的具体情况, 在预测远期换乘客流流量、流向的基础上, 按照“以人为本”的原则, 因地制宜, 不拘一格,

选择能充分满足换乘需求而又经济合理的方式。在实际工作中，确定轨道交通的换乘形式应遵循以下原则：

- ①满足换乘客流量的需要；
- ②调整相交线路方向，创造良好的换乘条件；
- ③尽量缩短乘客的换乘步行距离、换乘时间；
- ④努力提高服务水平，吸引乘客；
- ⑤结合地形确定车站布置形式，保证工程实施的可行性。

另外，在换乘的实际应用中，若单独采用某种换乘方式不能奏效时，可采用两种或多种换乘方式的组合，以达到比较好的效果。例如，同站台换乘方式辅以站厅或通道换乘方式，使所有的换乘方向都能换乘；结点换乘方式在岛式站台中，必须辅以站厅或通道换乘方式，才能满足换乘能力；站厅换乘辅以通道换乘方式，可减少预留工程量，等等。这些换乘方式组合的目的，是力求车站换乘功能更强大，既保证具有足够的换乘能力，又方便工程实施及乘客使用。

2 轨道交通换乘方式的分类及其比较

换乘站是轨道交通线网构架中各条线路的交织点，是提供乘客转线换乘的车站；乘客通过换乘站及其专用(或兼用)通道设施，实现两座车站之间的人流沟通，达到换乘的目的。换乘点的分布和换乘方式的灵活性，对轨道交通线网的整体功能是十分重要的，同时，换乘站的形式对轨道交通线网构架的稳定性也有着较大的影响。

2.1 轨道交通换乘的衔接方式分类

换乘方式首先取决于两条线路的走向和相互交织形式，一般有垂直交叉、斜交、平行交织等多种形式，可分为同站台换乘、结点换乘、站厅换乘、通道换乘、站外换乘、混合换乘^[1]等基本形式。

1) 同站台换乘

一般适用于两条线路平行交织且采用岛式站台的車站形式。乘客换乘时，由岛式站台的一侧下车，横过站台到另一侧上车，完成转线换乘，极为方便。同站台换乘的基本布局是双岛站台的結構形式，可以在同一平面上布置，也可以双层立体布置，具体见图1。

采用同站台换乘方式要求两条线要有足够长的重合段，近期需要把预留线车站及区间交叉预留处理好；同站台换乘的工程量、线路交叉复杂、施工难度大，所以尽量选用在两条线建设期相近或同步建成的换乘点上。

2) 结点换乘

在两线交叉处，将两线隧道重叠部分的结构做成整体的结点，并采用楼梯将两座车站站台直接连通，如图2所示。乘客通过该楼梯进行换乘，换乘高差一般为5~6m，乘客换乘十分方便。但要注意上下楼的客流组织，更应避免进出站客流与换乘客流的交叉紊乱。

一般适宜用于侧式站台间换乘，与其他换乘方式组合应用可以达到较佳效果。另外，换乘结点要求一

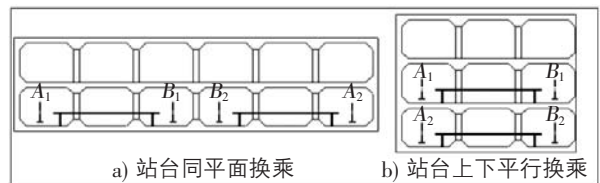


图1 同站台换乘示意图

Fig.1 Platform transfer

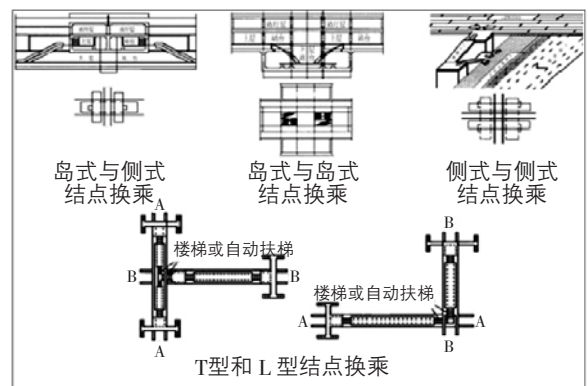


图2 结点换乘示意图

Fig.2 Node transfer

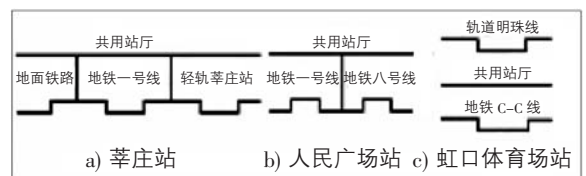


图3 站厅换乘示意图

Fig.3 Hall transfer

次做成，预留线路的限界净空及线路位置受到制约，这就要求预留线要有必要的研究设计深度，避免预留工程做得不尽合理。

3) 站厅换乘

设置两线或多线的共用站厅，或相互连通形成统一的换乘大厅，乘客下车后，无论是出站还是换乘，都必须经过站厅，再根据导向标志出站或进入另一个站台继续乘车，如图3所示。由于下车客流只朝一个方向流动，减少站台上人流交织，乘客行进速度快，在站台上的滞留时间减少，可避免站台拥挤，同时又可减少楼梯等升降设备的总数量，增加站台有效使用面积，有利于控制站台宽度规模。

与前两种方式比，乘客换乘路线必须先上(或下)再下(或上)，换乘总高度大。若是站台与站厅之间是自动扶梯连接，可改善换乘条件。这种换乘方式有利于各条线路分期修建。

4) 通道换乘

在两线交叉处，车站结构完全脱开，用通道和楼梯将两车站连接起来，供乘客换乘。连接通道一般设于两站站厅之间，也可以直接设置在站台上。如图4所示。

不相邻的两座车站，通道换乘^[2]为最佳选择，但换乘通道长度一般不宜超过100 m，宽度可以根据换乘客流量的需要设计。这种换乘方式最有利于两条线工程分期实施，预留工程最少，后期线路位置调节的灵活性大。

5) 站外换乘

站外换乘方式是乘客在车站付费以外进行换乘，实际上是没有专用换乘设施的换乘方式，往往是无线网规划而造成的后遗症。由于乘客增加一次进、出站手续，再加上在站外与其他人流交织

和步行距离长而显得极不方便。对轨道交通自身而言，是一种系统性缺陷的反映。因此，站外换乘方式在线网规划中应注意尽量避免。

6) 混合换乘

在换乘方式的实际应用中，往往采用两种或几种换乘方式组合，以达到完善换乘条件、方便乘客使用、降低工程造价的目的。例如：同站台换乘方式辅以站厅或通道换乘方式，使所有的换乘方向都能

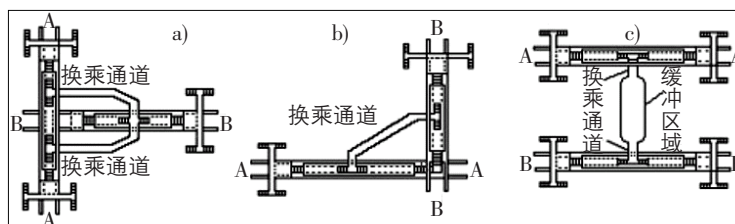


图4 通道换乘示意图

Fig.4 Channel transfer

表1 换乘方式对比表

Tab.1 Compare of transfer manners

换乘形式	功能特点	线路数	优缺点	代表	
站台换乘	同平面站台 上下平行站台	某些方向在同一站台平面内换乘，其他方向需通过联结系统换乘	两线换乘	换乘直接、换乘量大，部分客流换乘距离较大	东京地铁表参道站 香港太子和旺角站
站厅换乘	通过各线共用站厅换乘，或将各站厅相互连通进行换乘，乘客需上下楼梯	两线或多线换乘	客流组织简单，换乘速度快，但引导标志设置重要	上海人民广场	
结点换乘	岛式与岛式 岛式与侧式 侧式与侧式	通过一次上下楼梯或自动扶梯，在站台与站台之间直接换乘	两线换乘	一点换乘，客流方便但交叉 两点换乘，换乘量中等 四点换乘，换乘量大	上海河南中路站
通道换乘	T型、L型、H型 T型、L型 H型	通过专用的通道进行换乘	两线或多线换乘	相对十字换乘，步行距离长	北京复兴门站
混合换乘	T、L、H型 T、L、H型	通过专用的通道进行换乘	两线或多线换乘	换乘间接，步行距离长，换乘能力有限，但布置灵活	北京东直门站
混合换乘	同站台换乘、结点换乘、站厅换乘以及通道换乘中两种或两种以上方式的组合	两线或多线换乘	保证所有方向的换乘得以实现	上海火车站	
站外换乘	没有设置专用设施，在付费区以外进行的换乘，乘客需增加一次进出站手续	两线或多线换乘	步行距离长，客流混合，由线网规划的系统缺陷造成	上海火车站	

换乘；楼梯换乘方式在岛式站台中，必须辅以站厅或通道换乘方式，才能满足换乘能力；站厅换乘方式辅以通道换乘方式，可以减少预留工程量等等。

2.2 不同换乘方式的比较

以上介绍了不同类别的轨道交通换乘方式，不同的换乘方式各有其优缺点，具体见表1。

2.3 各种换乘方式的适应性

①同站台换乘，一般适用于两条线路平行交织且采用岛式站台的車站形式；②结点换乘，一般适用于侧式站台间换乘或与其他换乘方式组合应用；③站厅换乘，在各条线路分期施工的情况下，可以考虑使用站厅换乘，这种换乘方式适用于站台上人流交织多，换乘客流较大，站台拥挤的情况；④通道换乘，这种换乘方式适用于两线或多线换乘的情况，当线路的位置不利于布置其他换乘方式时，可利用该换乘方式布置灵活的特点，但是该换乘方式步行距离长；⑤混合换乘，是同站台换乘、结点换乘、站厅换乘以及通道换乘中两种或两种以上方式的组合，适用于两线或多线换乘，能保证所有方向的换乘得以实现。

通过以上对比，不同的换乘方式具有不同的功能特点，具有各自的优缺点，其使用的条件也不一样，针对具体情况采用合适的换乘方式能够极大地提高轨道交通的运输效率和服务水平。因此，在设计和建设中，必须真正地做到“以人为本”。在换乘方式选择中，充分考虑乘客在乘坐轨道交通过程中的各种复杂因素，把乘客的利益放在第一位。在车站设计中，采用科学的理论，对每个车站客流分布特征、流动规律和换乘特点进行分析研究。要从空间和时间两方面准确地模拟乘客在换乘和进出站时的等候、通过、上下楼梯等一系列情况，再在此基础上进行预测，作为车站换乘方式和换乘通道确定的主要依据。

3 影响换乘方式选择因素分析

通过以上各种换乘方式的分析，可以看出：任何换乘站的换乘方式都是以满足换乘客流功能需要为第一位的^[3]，同时还要考虑以下的相关因素：

1) 换乘客流的特点

换乘方式应满足换乘客流功能需要，因此换乘客流的特点对于换乘方式的选择十分重要。轨道交通的不同换乘客流需要合适的换乘方式与之相适应，这样便于客流的疏散，缓解交通压力，提高换乘站的换乘效率与换乘功能。

2) 轨道交通线网与车站的规划

随着轨道交通线路间交叉点不断地增加，一些复杂的枢纽也逐步形成。纵观国外的轨道交通车站枢纽设计，一个非常重要的原则是：车站和线路应作为一个整体来考虑，在一定程度上，与车站设计相关联的线路走向应该服从车站布置要求。实践证明，这一设计原则是科学合理的。

例如，巴黎市原规划提出建设一条东西向的长约40多公里的市域快线，在该线与普通地铁线路Sceaux线延伸的交叉处建一个两线换乘站(Chatelet站)，同时还规划两条南北向的轨道交通线路。而在线网优化调整与选择换乘站的换乘方式时，取消了原规划中的两条平行的南北普通轨道交通线，新规划一条南北向的市域快线；把Sceaux线延长至机场，并提升为市域快线；提升原来的两线枢纽Chatelet站为三线换乘站；最后，取消Auber站的轨道换乘，增加两线换乘枢纽Gare站。由此可以看出，车站换乘方式选择和线网规划之间的紧密联系。

在我国目前城市轨道交通车站和线路设计中，由于考虑工程造价等诸多因素，往往是在线路完全确定以后，再考虑车站枢纽设计，这样留给车站设计的空间就比较小了。造成的后果是既影响了轨道交通大容量、快速等特性的发挥，又不利于整个城市公交效率的提高。

3) 换乘站上两条线路的修建顺序

轨道交通是随着经济、人口的增长带来交通需求的增长，而逐步规划建设。轨道交通的建设过程是整个线网的丰富完善过程，随着线路的增加，线路间交叉点也不断增加，由于不同的线路修建的顺序不同，为将来换乘方式选择、车站设计预留的条件不同，从而导致进行具体的换乘方式选择时受到一定的影响。因此，线路的建设顺序以及线网的稳定性是影响换乘方式选择的相关因素之一。

4) 换乘站上线路的交织形式和车站位置

线路的交织形式和车站位置的选择就是换乘站换乘方式的选择, 要保证线路换乘主导客流在车站内的平均步行距离最短。

例如, 人民广场是上海市的中心, 也是最大的客流集散地, 轨道交通在此构成了1号线、2号线和8号线的交织, 三线通过站厅和换乘通道实现付费区直接换乘, 并在南京路、西藏路交叉口设置了大型下沉式集散广场, 以方便客流的集散及与地面公交的衔接。8号线和1号线之间选择同向同站台换乘, 其出发点就是基于整合线网结构和满足轨道交通线间的客流换乘需求这两点。一方面, 可提升8号线与地铁1号线的同向换乘效率, 真正“锚固”上海市“申”字形轨道交通基本路网; 另一方面, 之所以要实现两条线路之间高效快捷的换乘, 原因也在于存在大量的南北向和西南向东北方向的客流换乘需求^[4]。

5) 换乘站的换乘客流量和组织形式

换乘客流量以及客流的组织形式是换乘方式选择的重要影响因素。采用不适当的换乘方式会导致换乘站的压力过大, 客流无法及时疏散, 造成乘客拥挤堵塞, 客流混乱, 影响乘客的出行。对于这一类的换乘站宜采用站台换乘与站厅换乘的形式, 典型代表有: 香港的太子站、旺角站和上海人民广场站。

6) 与周围商业区、公交站的联系

随着社会的进步与经济的发展, 人们对交通出行的要求越来越高, 希望能方便、快捷、舒适地到达目的地, 因此在进行地铁站换乘形式的选择设置时, 考虑与周围商业区、公交站点的联系是必要而且重要的。

例如, 上海的徐家汇换乘站, 徐家汇是上海的副中心之一, 是大型的客流集散地, 有1号线、规划4号线和3号线在此相交换乘, 三线分别设于漕溪路、华山路和虹桥路上。该地区周围高层建筑林立, 商业发达, 地下管线复杂, 多条公交线路通过, 因此要以该地的客流量与客流组织形式为依据选择合适的换乘方式, 与周边商业通过联络通道和出入口建立良好的联系, 为乘客出行提供方便^[5]。

7) 换乘站的周围地形条件以及城市规划和地下空间开发的要求等

随着城市化进程的加快与现代化建设的开展, 城

市的建设是立体的、全面的, 换乘站的建设需要与城市规划、地下空间开发以及周围的地形条件相协调^[6]。

8) 与环境保护相协调

交通的发展需要与环境的可持续发展相协调, 轨道交通系统的建设是大系统、大范围的工程, 影响的范围与程度较大, 在进行线网规划与换乘站设置、换乘方式选择的时候, 要考虑与环境的协调性, 要把工程对环境的影响降低到最小。

4 结语

随着我国轨道交通的发展, 换乘问题已经成为影响轨道交通建设、运营的一个重要因素。轨道交通换乘站的换乘形式多样, 但无论采用何种形式均要满足城市交通对轨道交通的要求, 要满足乘客出行的要求, 要保证有足够的运输能力把设计的最大客流量在规定的时间内便捷地运送到各目的地。在线网规划、预可行性研究及设计的全过程中, 都应该把各线交叉衔接、站位的选择确定、换乘站的研究设置和换乘方式的选择放在重要的位置上, 妥善加以解决。车站换乘的方案设计应在轨道交通车站设计前期首先进行。在换乘方案基本确定的基础上, 再进行车站的结构设计, 进一步完善换乘问题的一些细节。要把高效率 and 方便换乘作为换乘站设计的重要环节。对一些大型的城市轨道交通换乘枢纽车站, 要有一个长远的规划和系统的设计。

参考文献

- 1 何斌.北京地铁换乘方式调研及思考 [J].地下工程与隧道, 2002, (3): 25~27
- 2 周立新, 李瑛, 缪和平.城市轨道交通系统的换乘研究 [J].城市轨道交通研究, 2001, (4): 35~37
- 3 罗雁云, 董国鹏, 陈薇萍.关于城市轨道交通换乘的几点思考 [J].城市轨道交通研究, 2004, (6): 14~16
- 4 姜晓明, 荆新轩.上海市轨道交通换乘现状的分析与对策 [J].城市轨道交通研究, 2003, (4): 37~40
- 5 朱沪生.轨道交通网络化建设中大型换乘枢纽的探讨 [J].都市快轨交通, 2004, (5): 17~19
- 6 钱七虎.俄罗斯地铁建设考察 [J].地下空间, 2001, (4): 21~23