

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2012.05.008

快慢线模式在北京地铁新线设计中的应用

潘学英¹ 魏庆朝² 邱丽丽¹ 程 雯¹

(1. 北京城建设计研究总院有限责任公司 北京 100037; 2. 北京交通大学土木建筑工程学院 北京 100044)

摘 要 通过分析借鉴国内外城市轨道交通长大线路的快线、市域快线的线路条件和运行模式,以北京地铁新线快慢线模式为例,研究基于北京地铁新线快慢线运营模式的长大线路在线位、站位、站间距等方面的设计内容,讨论快线运行模式选择的主要影响因素,总结基于快慢线模式的线站位规划设计要求。

关键词 线站位方案;快慢车;运行方案;北京地铁新线

中图分类号 U231 **文献标志码** A
文章编号 1672-6073(2012)05-0033-05

随着世界各大城市的不断发展变化,当前我国几大主要城市进入城市轨道交通快速发展期和网络化运营期。轨道交通线路由中心城向周边新城和郊区延伸发展,线路长度明显加长,形成了不少长大线路,给轨道交通建设和运营带来新的机遇和挑战。

对于城市轨道交通长大线路的前期研究、规划、设计、建设和运营模式等方面的研究工作,是目前国内各城市轨道交通发展的重要课题和热点问题。对城市轨道交通线网规划和建设中市域快线、市郊铁路、区域快线、城际铁路等相互结合、衔接的运营方式和建设模式研究是非常紧迫的。

在城市中心区与周边新城的连接、大城市与卫星城间市域快速轨道交通线路上,根据其客流潮汐化、向心性强的特点,线路站位、列车运营模式和运营管理

模式等的合理选择,对于提高轨道交通系统的服务水平、降低运营成本、实现高效衔接等方面具有非常重要的意义。

1 快慢线模式的概念

鉴于国内城市轨道交通和市域线的快速发展,对基于快慢线运营模式的线站位方案研究是非常必要的。快慢线是指城市轨道交通采用快慢车共轨运营模式的线路,快车和慢车在同一条轨道上运行。快车采用越站的运营模式,慢车采用站站停的运营模式;快线主要服务于新城(或卫星城)至市中心区的中长途通勤客流,慢线主要服务于短途乘客;在快慢车避让车站,采用快车优先出站,慢车后出站的方式;快线通过减少停站时间和提高过站速度来提高旅行速度。总之,快慢线模式是根据乘客出行的不同需求实现差别化服务的新运营模式。

笔者以北京地铁新线工程快慢线模式为例,重点研究基于快慢线运营模式的长大线路线站位方案及相关问题。

2 国外快线发展概况

采用快慢线越行运营模式是城市轨道交通快线的一种特殊的运营模式,是提高轨道交通水平的一项有力措施。采用快慢线运营模式,需要对线网规划中的线路从客流特征、实施条件进行研究分析,合理选择越行区段、越行点,并对运营效果进行分析论证,确保快慢线具备可行性、可操作性。

国外一些发达城市,如美国纽约、法国巴黎、日本东京等,部分线路已采用快慢线运营模式。

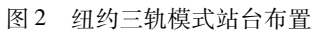
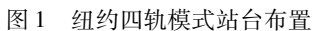
2.1 纽约地铁快线

纽约地铁快线模式有2种:四轨和三轨,如图1、图2所示。

收稿日期:2012-06-14 修回日期:2012-07-16

作者简介:潘学英,男,高级工程师,硕士研究生,主要从事城市轨道交通规划设计和研究,xueyingpan@sina.com
魏庆朝,男,教授,博士生导师,主要从事城市轨道交通和铁路线路规划研究,qcwei@center.njtu.edu.cn

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAG02)



三轨模式主要服务于潮汐性客流,在高峰期间为客流主方向同时提供快慢线的服务,均采用高架形式。纽约快线的旅行速度与国内地铁相差不多,其快速的概念主要体现在:慢线能够服务于更广范围情况下所产生的对比。

2.2 巴黎快线(RER)

巴黎快线特征:快速运行、共线运营、灵活的运营方式。

城市中心的地铁网主要服务于城市中心 15 km 的范围,城市快速铁路主要服务于城市 50 km 的范围,使中心城市与郊区之间的联络非常方便。快慢线越行运营模式主要以东京快线为代表,其主要特征是:同一轨道上实现跨站运营与站站停相结合的运营方式。

根据国外 3 个典型城市的经验和北京地铁 6 号线的线路特点,以及 6 号线一、二期工程的预测客流情

对纽约、巴黎和东京地铁快线模式的分析表明,各个城市的快线特征并不相同,没有一个绝对的指标来定义快线,但有如下共同特点:

- 1) 相对于普通地铁,快线的站间距大、速度快。
- 2) 为主要出行点之间提供快速的服务。
- 3) 快线主要是通过减少停靠站和提高运行速度实现。

采用快慢车共轨运行,是基于以人为本的设计原则,避免频繁上下车对中长途乘客的干扰,满足乘客不同需求,以提高旅客的舒适度和列车的直达性,提高整条线路的差别化服务水平。

通过设置不同的站间距和运营方案的调整,实现快慢线的差别化服务方式。快线为中长距离出行的乘客提供更好的服务,慢线主要为短距离出行的乘客提供更舒适的服务。

快慢车运营模式主要考虑客流特征:一是组团之间客流交换量较大,二是客流潮汐特征明显,三是客流平均运距长。

我国采用快慢线越行在铁路上较为普遍,主要是铁路多为地面线和高架线,工程投入相对较小。目前还没有一条实际运营快慢线的地铁线路,北京地铁6号线是我国第1条计划在北京市2015年城市轨道交通近期建设规划中实行快慢线越行的线路。

北京地铁6号线是北京市轨道交通网中贯穿于城市中心区、东西向布置、大运量等级的骨架线。为了将近郊新城(通州新城)到城市中心的轨道交通出行时间控制在45 min以内,该线采用快线模式。6号线全线总长约52 km,共设车站34座,分一、二期及西延3段建设(见图3)。

推荐6号线采用快慢车共轨的运营模式,即五路居至青年路采用站站停的运行方案,在青年路至终点东小营站采用大站越行的运行方案。快车在褡裢坡站以西站站停、在以东区段越行,停车站数量为22个,快车越过不停的车站5座。慢线停车站数量为27个,采用站站停的运营模式,主要服务于短途乘客。快线主要服务于通州新城至市中心区和CBD的中长途通勤客流,在褡裢坡站以东,选择几个上下车客流量较大的车站停车,通过减少停站时间和提高过站速度来提高旅行速度。

在快慢车避让车站,采用快车优先出站、慢车后出站的方式。经过运营组织研究表明:快慢车避让站的数量与系统通过能力有关。6号线设2座避让站,分别位于常营站和新华大街站。该种运营模式满足不同层面乘客的需求,将越站运营和站站停运营相结合,体现以人为本的设计理念(见图4)。

根据运行图铺画,6号线西延之后,快慢车共轨运营模式下和普通车运营模式下,列车旅行速度和旅行时间见表1。

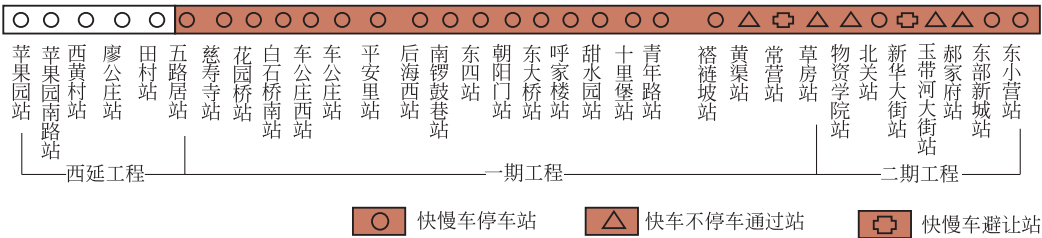


图4 6号线西延后快慢车共轨运营模式停车站

表1 2种运营模式运行图旅速

运营模式	范围	停车站数/座	平均站间距/m	平均旅行时间/min	平均计算旅行速度/(km/h)	旅行速度取值/(km/h)
快车	全线	27	1 973	63.7	48.3	47
慢车	全线	32	1 652.5	73.2	42.0	38
普通车	全线	32	1 652.5	67	46	40

4 基于快慢线运营模式的线站位方案

4.1 线位方案选择

快慢线模式线位选择与普通地铁线基本相同,快慢线选线时除满足普通线路一般选线原则外,还应根据长大线路穿越城市中心区、郊区、新城、卫星城镇以及城乡结合部的地域和客流特征等因素,重点研究以下几个方面:

- 1) 合理选择不同区域的线路路径,尽可能选择城市主干道和设站位置条件较好的主客流集散点。
- 2) 根据城市道路现状和规划情况,线路尽可能平顺,线路选择采用较大曲线半径、较长夹直线、较大竖曲线半径等来满足快线行车速度的要求,以免受限速而影响全线快速运营的要求和社会经济效益。
- 3) 充分考虑沿线相关的地面与地下建(构)筑物、市政管线、重要建筑和文物等控制因素的影响,合理选择线路平面及纵坡,以满足快线的线路技术条件,有利于适应各种运营条件,达到技术经济效益的最佳平衡点。

4) 车站位置的选择应与城市各区域现状及规划协调一致,结合线路长的特点和快线的要求,尽可能选择较大的站间距,并结合不同区域特点选择适合快慢线运营要求的站间距。

5) 设置普通车站和越行车站的线路条件时都应满足列车越行的速度要求。

6) 为了满足不同地域的环境要求,线路敷设位置与特殊敏感点和居住区等相距尽量远,减少对周边建(构)筑物等的振动和噪声影响。

4.2 站位方案研究

快慢线越行有2种方式:一是在客流小的站点慢车停站、快车越行通过;二是在客流大的站点快慢车都停站,快车先行。

快慢线站位设置时除满足普通线路一般设站原则外,还应结合不同区域、周边环境、客流特征、普通站越行站设置要求和条件等因素,重点研究以下几个方面。

4.2.1 越行站站位选择

- 1) 客流大:车站选择在既有规划的各类交通枢纽及重要客流集散点,周边开发强度较高,客流量大;充分考虑沿线情况以利于最大限度地吸引客流、方便乘客。
- 2) 设站条件好:道路宽或用地设站条件好。
- 3) 换乘便捷:站点选取除考虑快慢车越行外,还应满足快慢车的换乘需求。
- 4) 体量大:越行站通常采用三线或四线,车站体

量、规模大,规划设计时尽量考虑减小车站规模。

5) 一体化:越行站站位的选择应结合周边道路、管线、开发强度及性质综合考虑,按照一体化城市规划设计的理念,将车站富裕面积结合周边商业进行综合开发。

4.2.2 普通站站点选择

- 1) 客流小:车站选择在现状或规划客流小的站点。
- 2) 换乘少:站点与其他轨道交通线不换乘或换乘量小。
- 3) 体量小:车站周边开发强度较低,客流相对较小,快车可考虑通过不停车,只考虑慢车停靠。快车不停靠可有效缩减车站体量,降低工程的初期投入。
- 4) 开发少:车站位置在开发强度小的地区。

4.2.3 实际方案选择

对定福庄地区青年路—草房站段的站点布置方案进行比较。

1) 四站方案(见图5)。车站站址选择在定福庄路口、三间房东路路口、建材院路口东侧、草房西路路口,分别设褡裢坡站、黄渠站、常营站、草房站,四站方案除褡裢坡站与黄渠站有部分重叠外,其余各站基本覆盖周边用地。平均站间距为1.51 km。同时常营站位于商业开发中心地带,既利于吸引客流,也有利于提高车站周边商业开发的品质。

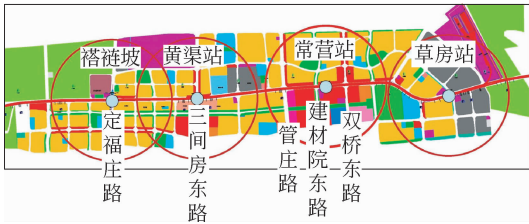


图5 四站方案

2) 五站方案(见图6)。

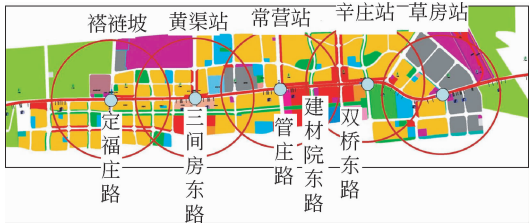


图6 五站方案

车站站址选择在定福庄路口、三间房东路路口、管庄路口、辛庄路口、草房西路路口,分别设褡裢坡

站、黄渠站、常营站、辛庄站、草房站,五站方案的平均站间距只有1.1 km,造成覆盖范围有较多重叠,同时站间距过小也影响了快线的运营效率。受常营站双岛四线影响,站间距过短无条件使区间线路并拢,造成辛庄站车站规模较大。由于常营站车站长,跨管庄路路口后对地下管线影响较大,基本无法安排管线敷设的路径。

通过以上分析,定福庄地区采用四站方案,既能保证本线的运营效率,又能照顾常营商业开发地块和常营站、草房站周边的经济适用房和两限房,降低了工程规模,故推荐采用四站设置方案。

4.3 不同区域车站站间距选择的要求

轨道交通站间距的确定受限于多种因素,单纯的某种因素无法确定站间距大小,不同区域、不同城市、不同的规划条件也直接影响到站间距的设置距离。

不同区域车站站间距选择的影响因素有:列车运行速度、乘客步行时间、出行费用。城市轨道交通站点规划设置必须与城市规划布局紧密配合,实现最佳效益。不同类型站间距设置的一般原则如下:

- 1) 城市中心区域站间距设置。城市轨道交通经过城市中心区域时,要求站间距设置距离较短,一般而言,0.8 ~ 1.4 km 比较合理。
- 2) 在城市边缘区域站间距设置在1.5 ~ 3.0 km 比较合理。
- 3) 城市郊区站间距设置。应该遵循客流集散情况和区域内部的规划情况,不能对其站间距设置长度进行硬性规定。

线路采取越行方式是为了提高快车的旅行速度,满足长途旅客舒适度和直达性要求,考虑平均站间距较大、有利于列车发挥速度优势。综合考虑最高运行速度、提高越行通过速度、大站间距选择等是实现快速的列车旅行速度的要求,因此,城市轨道交通快线的不同区域平均站间距需适当提高。

4.4 越行站线路敷设方式选择的要求

地铁线开行快慢车通常较适合于在客流断面相对适中的地段,一般可选择在城郊结合部和郊区线路。由于在越行车站增加到发线,从而造成车站规模较大。从工程实施的难易程度看,选择越行站也适合于城郊结合部和郊区。越行站在不同线路敷设方式条件下的选择要求如下:

- 1) 地下线。越行站选择在地下空间资源相对充

裕的地点,对工程的控制因素相对较少,如地下管线、周边控制性建筑等。车站需具备安全、易施工、易控制工程投资等有利因素。

2) 地面线。地面越行车站可实施性较强,有条件的地段应酌情采用大号道岔,以提高慢车侧线进站速度,减少慢车进站时间,提高列车旅行速度和乘客的舒适度。

3) 高架线。由于高架线越行车站体量大,车站建筑应尽可能结合周边开发综合考虑,车站应采用体量较小的配线形式,力求美观、实用,减少对道路、周边建筑物的遮挡。高架车站具有投资少、易实施等特点。

5 结论与建议

北京地铁 6 号线是我国第 1 条真正意义上的轨道交通快慢线,一、二期工程将于 2014 年底正式通车试运行,全线(含一、二期、西延工程)计划于 2015 年底正式通车试运行。实行快慢线运营的长度占一、二期线路长度的约一半,快车全线旅行速度将达到 47 km/h(其中快车一、二期工程旅行速度将达到 50 km/h),与目前普通旅行速度 33 km/h 的地铁线相比,其旅行速度将提高 42% 以上(其中快车一、二期工程旅行速度将提高 50% 左右)。

通过对国内外快慢线建设及运营实例的研究,得出如下结论:

1) 采用快慢车组合的越行快线运营模式在技术上是可行的,比较适合在连接中心城与新城的长大线路上运营。

2) 快慢车组合的快线模式采用较大站间距的线站位方案是合理的,有利于提高最高速度为 100 km/h 的快车运行速度,缩短旅行时间,节约乘客出行时间。

3) 北京地铁 6 号线是第 1 条快慢线实际运用线路,下一步应根据城市发展、线网调整、客流变化、运输能力的要求等,结合线路工程具体情况,对实际运营组织方案进行深化完善,铺画出更详细的运行图,并结合运营的实际情况进行灵活调整运用,以达到较高的行车密度和运营效率;在 6 号线的运营中深入研究、总结,在今后国内各城市轨道交通发展过程中,根据实际情况研究选择适合城市和区域发展的轨道交通制式、运营模式和线站位选择要求。

参考文献

[1] 施仲衡. 地下铁道的设计与施工[M]. 西安:陕西科学技

术出版社,1997.

[2] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 北京地铁 6 号线快线模式研究[R]. 北京,2006.

[3] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 线路敷设及车站规划设置研究[R]. 北京,2008.

[4] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 北京地铁六号线工程可行性研究报告[R]. 北京,2008.

[5] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 北京地铁六号线西延工程可行性研究报告:送审稿[R]. 北京,2011.

[6] 刘丽波,叶霞飞,顾保南. 东京私铁快慢车组合运营模式对上海市域轨道交通线的启示[J]. 城市轨道交通研究 2006,9(11):38-41.

[7] 王灏. 关于城市轨道交通快线发展的研究[J]. 都市快轨交通,2006,19(3):3-6.

[8] 邵伟中,刘瑶,陈光华,等. 巴黎市域轨道交通线路及车站布置特点分析[J]. 城市轨道交通研究 2006,9(1):62-64.

[9] 宋键,徐瑞华,缪和平. 市域快速轨道交通线开行快慢车问题的研究[J]. 城市轨道交通研究,2006,9(12):23-27.

(编辑:曹雪明)

Mode of Express and Slow Routes Applied in the Design of Beijing Subway New Lines

Pan Xueying¹ Wei Qingchao² Qiu Lili¹ Cheng Wen¹
(1. Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100037; 2. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

Abstract: By referring to and analyzing the route condition and operation modes of express route of long lines and urban express route in China and abroad, taking the mode of express and slow routes of Beijing subway new lines as an example, the paper studies the design contents of long lines in the respect of route position, station position, distance between stations etc. based on the mode of express and slow routes, discusses the main factors affecting the choice of operation mode of express lines, and summarizes the planning and design requirements for route and station positions based on the mode of express and slow routes.

Key words: route and station position scheme; express and slow routes; operation modes; Beijing subway new lines