

上海市域(郊)铁路嘉闵线的大站快车停站方案*

许琳琪

(中铁上海设计院集团有限公司, 200070, 上海//高级工程师)

摘要 基于组团间客流分布、站间客流分布及站点乘降量等因素的梳理分析,提出了上海市域(郊)铁路嘉闵线的大站快车停站方案,从旅行时间、旅行速度、线路通过能力及服务水平等角度评价了不同大站快车停站方案的开行效果。阐述了不同线路的敷设方式和客流特点同线路越行车站布置形式的关系,并根据嘉闵线特点建议采用单岛四线(正线外包)方案作为越行站的站型方案。

关键词 市域(郊)铁路; 大站快车; 停站方案

中图分类号 U292.4: U239.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.08.016

Stop Scheme of Express Train of Shanghai Suburban Railway Jiamin Line

XU Linqi

Abstract By sorting and analyzing factors including passenger flow distribution between groups, passenger flow distribution between stations and amount of boarding and alighting at stations, stop scheme for Shanghai Suburban Railway Jiamin Line is proposed. Operation results of different express train stop schemes are evaluated from aspects including travel time, travel speed, line passing capacity and service level. The relationship of overtaking station layout with different track laying methods and passenger flow characteristics is expounded. From the characteristics of Jiamin Line, single-island-four-line (main line enveloping) scheme is selected for overtaking station type.

Key words suburban railway; express train; stop scheme

Author's address China Railway Shanghai Design Institute Group Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

随着发改基础[2017]1173号《关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见》、国办函[2020]116号《关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展的意见》^[1]及发改基础[2020]529号《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》的通知^[2]等文件的出台,各地规划建设市域(郊)铁路的节奏正在

加快。市域(郊)铁路是指为都市圈中心城市城区连接周边城镇组团之间提供公交化、大运量、快速便捷的轨道交通系统。

市域(郊)铁路的列车开行需兼顾郊区的中长距离快速开行需求及城区的短距离公交化开行需求。文献[1]明确提出:“新建市域(郊)铁路的,应根据客流需求等设置越行条件,尽可能满足快慢线运输组织要求,推行‘站站停’与‘大站停’相结合的灵活运输组织模式,提供多样化、便捷化出行服务。”基于此,上海市域铁路嘉闵线(以下称为“嘉闵线”)采用了大站停快车与站站停慢车结合的组合运行模式(以下称为“快慢车模式”)。嘉闵线是上海市域铁路的南北向主骨架线路,一期工程全长44.0 km,共设15站,于2021年6月开工建设。本文基于文献[3],梳理嘉闵线快慢车运行模式下的大站快车停站方案,评价停站方案的运行效果,阐述越行车站站型的选择。

1 大站快车停站方案

大站快车停站方案的主要内容是大站快车停站数量及站点设置,其考虑的关键因素是客流。

1.1 大站快车停站数量

大站快车停靠站点越多,虽其所能服务的站间客流也越多,但大站快车的旅行时间也会越长,其快速客运功能就越弱。故每条线路的大站快车的停站数量应在合理范围内选择。分析上海金山支线等既有市域(郊)铁路的大站车客流调研数据发现,只有大站快车服务客流占全线客流的比例达到约30%时,大站快车才具备一定经济性。由此即可确定大站快车停靠站点数量的下限。此外,按实际运营经验,大站快车的停站数量不宜超过全线站点数的60%。由此即可确定大站快车停站数量的上限。

* 国家重点研发计划项目(2017YFC0821304)

1.2 大站快车停靠站点的选取范围

大站快车停靠站点的选取主要考虑站点的规划和客流等因素,具体包括站点区位^[4]、全线全日站间客流量及全线全日站点乘降量等。

1.2.1 组团及组团间的客流分布

根据行政区划分,嘉闵线沿线可相应划分为嘉定新城组团、南翔组团、江桥组团、虹桥组团、七宝组团及莘庄+颛桥组团。根据远期规划,组团间的

全日客流分布如图 1 所示。

由图 1 可知:组团间客流占比超过 6% 的有:嘉定新城组团—南翔组团,嘉定新城组团—江桥组团,嘉定新城组团—虹桥组团,南翔组团—江桥组团,南翔组团—虹桥组团,江桥组团—虹桥组团,虹桥组团—七宝组团,虹桥组团—莘庄+颛桥组团,七宝组团—莘庄+颛桥组团。可见,所有组团均有涉及,故 6 个组团内均应设有大站快车停靠站点。

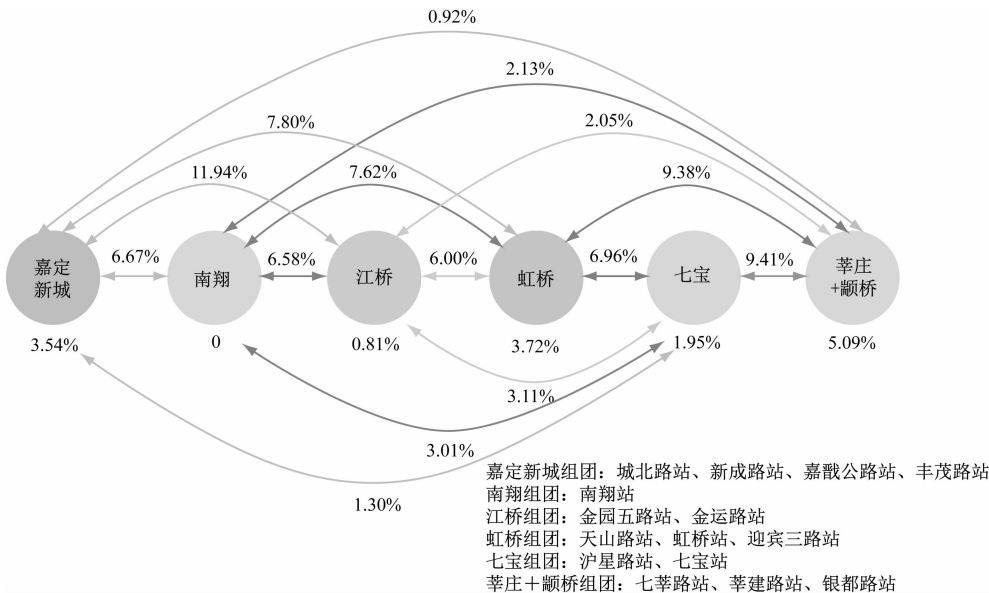


图 1 远期规划中的嘉闵线组团间全日客流分布示意图

1.2.2 站间全日客流量分析

根据远期规划,嘉闵线站间全日客流分布如表 1 所示^[5]。

由表 1 可见,丰茂路站、南翔站、金园五路站、金运路站、虹桥站、七宝站、七莘路站及银都路站的站间客流占比较多。根据客流需求,大站快车停靠车站宜从上述 8 座车站中选取。

1.2.3 站点全日乘降量

远期规划的站点全日乘降量如图 2 所示^[8]。站点乘降量同站点区位条件、交通功能及与其他交通方式的衔接程度紧密相关。由图 2 可以看出,沿线全日客流乘降量较大的站点主要有虹桥站、南翔站、七宝站及金运路站等。这些车站同时也是站间全日客流量大的车站。

1.3 最终停站方案

根据上述分析,嘉闵线的大站快车停靠站点应在丰茂路站、南翔站、金园五路站、金运路站、虹桥站、七宝站、七莘路站及银都路站中选择。考虑到始发站城北路站,则嘉闵线大站快车停靠车站最多

有 9 站。

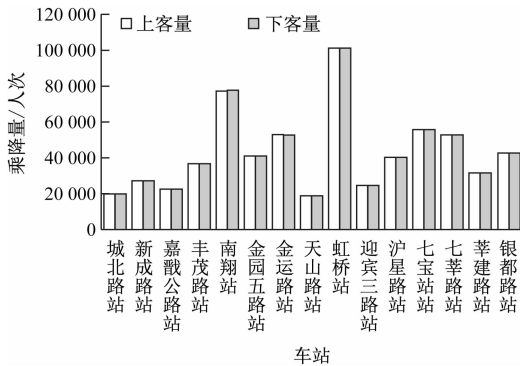


图 2 远期嘉闵线站点全日乘降量

根据相关经验,只有大站快车服务客流占比约达总客流的 30% 时,大站快车才具备经济性,故嘉闵线大站快车停站方案最少建议车站为 6 站,最多为 9 站。由于本线远期规划站间客流量大的车站和全日乘降量大的车站基本一致,且分布于不同的组团。故按序选取全线远期规划站间客流量最大的几个车站和首末站作为大站快车停靠站点。具体

表 1 嘉闵线站间全日客流量远期分布

单位:人次

目标站	起始站														
	城北 路站	新成 路站	嘉戥公 路站	丰茂 路站	南翔站	金园五 路站	金运 路站	天山 路站	虹桥站	迎宾三 路站	沪星 路站	七宝站	七莘 路站	莘建 路站	银都 路站
城北路站	0	1 438	1 851	2 093	3 348	2 304	3 062	289	3 534	200	443	334	299	112	220
新成路站	1 445	0	833	1 883	6 185	5 616	4 512	334	4 799	165	322	253	241	78	91
嘉戥公路站	1 827	830	0	2 286	5 735	3 528	3 446	236	3 451	170	332	256	286	97	142
丰茂路站	2 092	1 883	2 279	0	4 319	5 301	7 251	1 431	7 506	716	1 112	753	663	166	300
南翔站	3 395	6 079	5 749	4 318	0	9 232	10 008	5 130	13 524	3 686	4 044	4 778	3 764	1 022	1 472
金园五路站	2 312	5 686	3 505	5 245	9 210	0	2 383	693	6 052	566	1 428	1 614	1 070	261	428
金运路站	3 060	4 502	3 415	7 272	10 109	2 368	0	1 759	7 622	922	1 855	4 191	2 425	668	1 138
天山路站	288	333	232	1 420	5 107	684	1 758	0	4 989	103	647	1 066	906	262	431
虹桥站	3 525	4 791	3 493	7 566	13 558	6 056	7 570	4 986	0	5 816	4 199	10 204	9 183	4 454	6 531
迎宾三路站	200	167	170	720	3 674	568	919	104	5 831	0	777	3 445	3 293	826	1 654
沪星路站	441	324	330	1 111	4 078	1 431	1 862	644	4 145	779	0	5 710	5 264	3 274	4 903
七宝站	334	249	255	761	4 774	1 631	4 221	1 064	10 319	3 483	5 707	0	2 215	3 804	8 095
七莘路站	297	241	289	657	3 719	1 085	2 422	903	9 124	3 250	5 311	2 218	0	2 733	10 122
莘建路站	111	78	96	168	1 037	260	670	259	4 388	820	3 279	3 821	2 725	0	2 108
银都路站	219	91	141	300	1 478	432	1 145	430	6 604	1 682	4 913	8 075	10 049	2 102	0

方案见表 2。

表 2 嘉闵线大站快车停靠站点方案

停站方案	大站快车停靠站点
9 站方案	城北路站、丰茂路站、南翔站、金园五路站、金运路站、虹桥站、七宝站、七莘路站、银都路站
8 站方案	城北路站、南翔站、金园五路站、金运路站、虹桥站、七宝站、七莘路站、银都路站
7 站方案	城北路站、南翔站、金运路站、虹桥站、七宝站、七莘路站、银都路站
6 站方案	城北路站、南翔站、金运路站、虹桥站、七宝站、银都路站

2 大站快车停站方案的开行效果

2.1 开行效果的评价内容

大站快车停站方案的总体目标就是在开行时间目标、线路通过能力目标、乘客候车服务水平目标三者之间寻求平衡。在满足规范要求的线路通过能力,且尽量缩短站站停列车在越行车站等候时间的前提下,开行大站快车。

根据总体目标,开行效果可从以下几方面进行评价:① 开行大站快车后,大站车所要达到的全线旅行时间;② 开行大站快车后,不同列车旅行速度对线路通过能力的影响;③ 开行大站快车后,乘客在不同车站的候车时间,尤其是站站停列车在大站车越行车站的候车时间。其中,列车旅行时间和履

行速度为开行时间效果评价指标,线路通过能力和越行候车情况为服务水平效果评价指标。《市域(郊)铁路设计规范》指出,“系统设计能力应满足设计年度客流需求,快慢车组合运行时不宜大于 24 对/h。”“列车运行间隔应符合下列规定:远期高峰时段不宜大于 4 min,平峰时段不宜大于 10 min。”

2.2 运行图分析

根据大站快车停站方案,市域(郊)铁路站点可以分为站站停列车停靠站点,站站停列车停靠大站车通过站点,站站停列车和大站车同时停靠站点。

当开行多种旅行速度的列车时,由于多种列车之间旅行速度、停靠站点数量及停站时间等不同,运行图中的列车运行间隔不等。这不仅会减小线路通过能力,还会延长站站停列车的停车等待时间,降低服务效率。所以大站快车方案需根据运行图来计算线路通过能力和服务水平。

2.3 开行效果评价

大站快车停站方案的开行效果可结合运行图从开行时间效果和服务水平效果两方面分析。

2.3.1 开行时间效果

根据站间客流情况分析,综合考虑客流需求及旅行时间,按照站间客流量递减的原则,可得到基于远期规划的各大站快车停站方案开行时间效果如表 3 所示。

表 3 嘉闵线大站快车方案开行时间效果			
大站快车 停站方案	客流 占比/%	旅行时间/ min	旅行速度/ (km/h)
9 站方案	53.7	34.7	75.0
8 站方案	44.1	33.7	77.4
7 站方案	36.2	32.5	80.0
6 站方案	26.7	31.2	83.5

在同样的背景条件下,全线采用站站停方案时的旅行时间为 44 min,列车旅行速度为 60 km/h。由表 3 可见:大站快车停站方案均能有效缩短平均旅行时间,提高列车旅行速度;而且,停站数量越多,列车旅行时间就越长,列车旅行速度也就越慢。嘉闵线开通后,运营单位可结合实际客流情况,灵活采用大站快车停站方案。

2.3.2 服务水平效果

在 6 站方案中,嘉闵线越行站拟为嘉戩公路站、天山路站及沪星路站,按照最小追踪间隔为 3 min 来铺画列车运行图。根据列车运行图,每开行 1 对大站快车,线路通过能力减少约 1.3 对,高峰时段最大列车开行对数约为 18.7 对/h。此外,每 1 对大站快车需越行 3 对站站停列车,故在越行站旅客等待站站停列车的候车时间为 4.0~4.7 min/列。

类似地,计算可得不同大站快车停站方案的列车通过能力及越行候车情况如表 4 所示。

表 4 嘉闵线不同大站快车方案线路通过能力及服务水平比较		
大站快车 停站方案	线路通过能力	服务水平
6 站方案	开行 1 对大站快车能力扣除 1.3 对,线路通过能力 18.7 对/h	1 对大站快车越行 3 对站站停列车,站站停列车等待时间 4.0~4.7 min
7 站方案	开行 1 对大站快车能力扣除 1.0 对,线路通过能力 19.0 对/h	1 对大站快车越行 3 对站站停列车,站站停列车等待时间 4.0~4.7 min
8 站方案	开行 1 对大站快车能力扣除 0.8 对,线路通过能力 19.2 对/h	1 对大站快车越行 3 对站站停列车,站站停列车等待时间 4.0~4.7 min
9 站方案	开行 1 对大站快车能力扣除 0.6 对,线路通过能力 19.4 对/h	1 对大站快车越行 3 对站站停列车,站站停列车等待时间 4.3~4.7 min

注:嘉闵线的设计列车通行能力为 20 对/h。

越行站拟为嘉戩公路站、天山路站、沪星路站时,可适应大站快车停站 6 站方案、7 站方案、8 站方案、9 站方案。各方案的线路通过能力和服务水平

不一,大站快车停站数量越多,旅行时间越长、旅行速度越低、线路通过能力越大。

由服务水平效果分析可知,嘉闵线的大站快车停站方案既能满足规范要求的列车通行能力,也能满足乘客在越行车站等候站站停列车的时间要求。

3 越行线车站的站型方案

市域(郊)铁路车站越行线的合理设置是对大站快车运行组织的保障。市域(郊)铁路车站到发线的设置应根据运营需求、运输能力和工程条件等因素确定,可根据运行图铺画得出需要设置越行线的车站。

越行站的配线形式及站型选择需考虑线路敷设方式和投资情况,能满足大站快车越行站站停列车的功能需求。市域铁路的敷设方式主要有高架、地面和地下。越行站常见的配线布置方案^[6-8]有 4 种。

方案一:双岛四线站型方案。如图 3 所示,正线居中,较适用于高架、地面敷设方式。车站有 4 个站台面,运输组织便利,故障列车待避时乘客疏散便利。但正线临靠站台,大站快车越行过站速度受站台限界限制。适用于车站乘降客流大,线路区段设计速度不高的市域铁路。

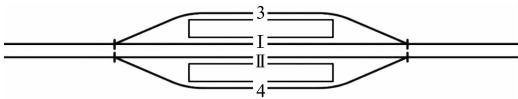


图 3 方案一

方案二:两台夹四线站型方案。如图 4 所示,正线到发线居中,较适用于高架、地面敷设方式。车站有 2 个站台面,仅到发线能办理旅客上下作业。正线部临靠站台,大站快车越行过站速度不受站台限界限制。适用于车站乘降客流不大,线路区段设计速度较高的市域铁路。

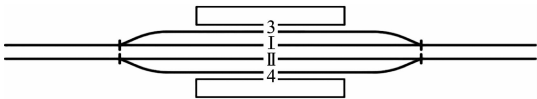


图 4 方案二

方案三:单岛四线(正线外包)方案。如图 5 所示,正线线间距拉开,较适用于地下敷设方式。车站有 2 个站台面。到发线办理旅客乘降,正线办理大站快车越行过站。日常办理到发线作业时,列车侧向过岔,旅客舒适度略差。适用于对大站快车过

站速度有要求的车站。

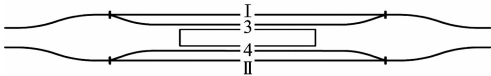


图5 方案三

方案四:单岛四线(正线在内)方案。如图6所示,正线线间距拉开,较适用于地下敷设方式。车站有2个站台面。正线办理旅客乘降,到发线办理

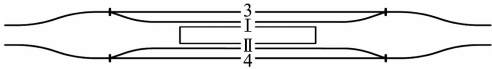


图6 方案四

各越行站配线方案的比较如表5所示。

表5 越行站配线方案对比表

比较内容	方案一	方案二	方案三	方案四
适宜的敷设方式	较适宜高架及地面	较适宜高架及地面	较适宜地下	较适宜地下
站台面数量/个	4	2	2	2
大站快车越站股道	正线	正线	正线	到发线
站站停列车停靠股道	到发线	到发线	到发线	正线
正线是否限速	受旅客站台影响,正线需限速 80 km/h。	正线不限速	正线不限速	受旅客站台影响,正线需限速 80 km/h。
运输组织	各股道均临靠站台,运输组织灵活,故障列车待避时乘客疏散便利	仅两股道临靠站台,运输组织不如方案一灵活	同方案二	同方案二

由于嘉闵线拟设置越行线的3座车站均为地下车站,故方案三和方案四更合适。考虑到嘉闵线在路网中的骨干快线作用,对大站快车尽量保证不限速通过无需停靠的车站,故嘉闵线越行车站站型建议选用方案三来布置。

4 结语

本文基于嘉闵线的实际情况,综合考虑了组团间客流、站间客流及站点乘降量等因素,并考虑了沿线换乘节点情况最终提出了嘉闵线大站快车停站方案。通过运行图铺画,从旅行时间及旅行速度、线路通过能力及服务水平等角度,评价了不同大站快车停站方案的开行效果。在运营期,嘉闵线应结合实际客流情况和开行效果评价结论选择适当的大站快车停站方案。最后,本文还阐述了不同线路的敷设方式和客流特点同线路越行车站布置形式的关系,并根据嘉闵线特点,建议采用单岛四线(正线外包)方案作为越行站的站型方案。

参考文献

[1] 中华人民共和国国务院办公厅. 转发国家发展改革委等单位关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展意见的通知(国办函

[2020]116号)[EB/OL]. (2020-12-07)[2021-02-16]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-12/17/content_5570364.htm

[2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会,中华人民共和国交通运输部. 关于印发《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》的通知(发改基础[2020]529号)[EB/OL]. (2020-04-02)[2021-02-16]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztlz/cjsjyth1/ghzc/202007/t20200728_1234712.html

[3] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于上海市城市轨道交通第三期建设规划(2018—2023年)的批复(发改基础[2018]1831号)[EB/OL]. (2018-12-11)[2021-02-16]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/zcssfz/zcgh/201812/t20181219_1145778.html

[4] 闵国水. 温州市域铁路S1线运输组织模式研究[J]. 现代城市轨道交通,2012(6):91.

[5] 中铁上海设计院集团有限公司. 上海轨道交通市域线嘉闵线工程可行性研究[R]. 上海:中铁上海设计院集团有限公司,2020.

[6] 国家铁路局. 城际铁路设计规范:TB 10623—2014[S]. 北京:中国铁道出版社,2014:90.

[7] 国家铁路局. 市域(郊)铁路设计规范:TB 10624—2020[S]. 北京:中国铁道出版社有限公司,2020.

[8] 上海市交通运输行业协会. 上海市域铁路设计规范(试行):T/SHJX 002—2018[S]. 上海:同济大学出版社,2018.

(收稿日期:2021-04-15)