

基于城市客运服务的既有铁路线路改造方案分析

王 利

(中铁第四勘察设计院集团有限公司,湖北 武昌 430063)

摘 要:在分析城市客运需求发展概况的基础上,探讨既有铁路主要技术特点,并提出基于城市客运服务的既有铁路技术改造的规划的前瞻性原则、系统的协调性原则、设备与技术的统一性原则和运营组织的灵活性原则,从线路走向、车站分布、运营组织、技术标准和主要设备设计原则等方面对金山支线上海城市客运服务的线路改造方案进行了案例分析。研究表明,本线全部投资经济内部收入率达 10.4%,经济净现值为 98 467 万元,经济效益较高。

关键词:既有铁路;城市客运;技术方案;轨道交通

中图分类号:U121.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7029(2009)04-0078-04

Urban passenger transport oriented upgrading of existing
national railway lines

WANG Li

(China Railway Siyuan Survey and Design Group Co Ltd, Wuchang 430063, China)

Abstract:By analyzing the urban passenger travel demand, the technical characteristics of the existing railway and urban rail transit were discussed. The principles of upgrading of the existing national railway lines was proposed, such as prospective planning, coordinative transportation system, unify devices and technology, and flexible operation and organization. Moreover, Jinshan branch railway line was adopted as an objective of the case study. Results indicate that the project is acquired sound financial benefit, the national economic benefit with the economic internal rate of return (EIRR) and economic net present value (ENPV) reach 10.4% and 98467 Yuan, respectively.

Key words: existing railway; urban passenger transport; technical plan; rail transit

随着经济的迅速发展,城市化和机动化水平的不断提高,城市规模不断扩大,城市地区居民日常出行需求也日益强烈。城市客运的需求不断增长带来了交通拥堵、交通安全、环境污染、交通能耗等一系列社会问题,严重影响着城市的经济建设和运转效率,已经成为制约城市可持续发展的主要瓶颈^[1]。鉴于地面交通容量的有限性,建立不受地面交通影响的城市轨道交通系统成为解决城市交通拥挤的首选方案。

由于我国城市地铁和轻轨线路的有限,同时受造价和运营成本限制,难以将地铁轻轨向远郊区延伸。而市郊铁路投资省、运行频次高、编组灵

活,与干线铁路接轨,不仅有利于大城市与卫星城镇之间的联系,而且随着城镇化的发展,它还有利于各中小城市间进行联运,进一步提高城市的通达性,促进城市发展。伦敦、巴黎、东京、莫斯科等城市都进行了国有铁路参与城市客运服务,将铁路枢纽内既有线路发展为市郊铁路,使其专为城市居民出行服务,取得了较好的经济效益;布鲁塞尔、苏黎世等城市也将市内国有铁路按照城市轨道交通的技术要求进行改造,运营效果良好^[2-3]。因此,我国也应在吸收国外成果的基础上,积极探讨基于城市客运服务的既有铁路线路改造方案和方法。

收稿日期:2009-02-05

作者简介:王 利(1966-),女,湖南娄底人,高级工程师,从事轨道交通规划与设计

1 既有铁路的技术特点

既有铁路与城市轨道交通的功能和定位有本质区别。铁路作为服务于城际之间甚至是省际之间的一种交通工具,线路基本上都远离人口密集的城市区域,站间距较大(一般达 5~10 km),客货列车混行,具有大编组、低密度、追踪间隔长的特点,而城市轨道交通作为城市内的公共交通工具,服务对象主要是城市居民,站间距短(1~1.5 km),运行的列车种类单一,列车运行具有小编组、高密度、追踪间隔短的特点;在运行速度方面,既有线路列车运行速度比较高,一般地区铁路列车最高运行速度达到 120~160 km/h,目前,开通的部分客运专线运行速度则高达 350 km/h,城市轨道交通一般为 70 km/h 左右;在供电制式方面,既有铁路一般采用 AC25000V 制式供电,而市区地铁一般采用 DC1500V 和 DC750V 或 DC600V 供电制式。除此之外,在车型、线路、车辆等方面既有铁路也和城市轨道交通有较大差异^[4],如表 1 所示(数据来源见文献[1])。

尽管既有铁路和城市轨道交通在技术装备上确实存在一定差异,在未经改造的情况下不太适合城市客运服务。但是,既有铁路与城市轨道交通具有不可分割的联系:首先,二者运输方式基本相同,均是利用钢轨运输旅客;其次,既有铁路在轨道交通系统设计与建设、列车运行组织、设备运营维护等领域具有丰富经验。因此,通过对既有铁路进行适当的技术改造,利用其优势来参与城市轨道交通系统建设与城市旅客运输,不仅可以降低城市轨道交通建设成本,促进轨道交通系统发展,还可以通过分担郊区居民采用道路交通进入城市中心区客运量,从而减轻市中心区的道路交通压力,缓解市中心区的交通拥堵状况。

2 基于城市客运服务的既有铁路技术改造原则

既有铁路与城市轨道交通在技术装备上的差异并不是既有铁路设施难以得到利用的技术关键^[6],只要在运用过程中,考虑城市公共交通的实际需求,通过一定的技术改造就可以实现兼容和共赢。因此,通过改造既有铁路服务城市客运时应遵循以下原则^[5-7]:

(1)规划的前瞻性原则;

(2)系统的协调性原则;

(3)设备与技术的统一性原则;

(4)运营组织的灵活性原则。

3 案例分析

金山至上海南线路全长为 58 km,是上海市中心城区连接金山区的 1 条快速铁路,主要承担货物运输,不承担客运服务。随着金山及沿线城镇与中心城区旅客出行需求量迅速增长,在既有公路运输无法满足人们出行需求的情况下,利用既有金山支线(闵西—金山卫西)富余能力,通过对线路、车站进行一定的改造,在金山与中心城区间开行高密度、高质量的快速客车对丰富沿线居民出行方式,减小公交压力,缓解城市交通拥堵,提高市郊客运质量具有重要作用。

3.1 线路走向及车站分布

由于目前金山支线为单线,根据客流预测结果,进行技术改造后单线能力不能满足要求,近期新桥—金山卫西段 6 个区间中有 5 个区间能力不足,新桥—金山间线路能力已不能满足研究年度运量要求,故近期新桥—金山间应增建二线。

表 1 既有地区铁路与城市轨道交通技术特征比较

Table 1 Comparisons on Technical characteristic between existing railway and urban railway transit								
项目	既有铁路				城市轨道交通			
车型特征	长度 /m	宽度 /m	高度 /m	最高速度 / (km · h ⁻¹)	长度 /m	宽度 /m	高度 /m	最高速度 / (km · h ⁻¹)
	—	—	—	160	18	2.89	3.745	70
线路特征	最小转弯半径 /m		最大坡度 /%		最小转弯半径 /m		最大坡度 /%	
	正线	支线	正线	支线	正线	支线	正线	支线
	>500	>300	—	—	120	55	3.5	4.5
车辆	车辆外侧最大宽度 /m				车辆外侧最大宽度 /m			
	车体外侧	车顶外侧	底架外侧		车体外侧	车顶外侧	底架外侧	
	3.4	2.7	3.2		2.8	2.65	2.8	

增建二线线路走向为:新闵铁路上行疏解线从新桥站既有4道引出后向西行,以大偏角折向南,上跨既有沪杭线后并行既有新闵铁路在新闵铁路K4+201.53与新闵增建二线相接,新闵铁路上行疏解线长度为4.166 km;从新闵支线K4+201.53右侧6 m上行疏解线终点引出后,在金山支线闵西站南端K2+200处换侧至既有线左侧前行,黄浦江桥位处绕行至既有金山支线左侧黄浦江特大桥下游25 m处跨黄浦江,至K7+200与既有线并行,在叶榭站前方K7+500处换至既有线右侧引入叶榭站;出叶榭站沿既有线右侧并行穿过南亭公路引入新设的亭林站,在阮巷站接入既有金山支线;从阮巷站既有金山支线引出,由K23+300处曲线换至右侧与既有线并行, K33+000处换至左侧引入金山客站预留左侧股道,在K35+500处换至右侧并行到增建二线终点K35+635.52。该段线路长度为37.663 km。

金山支线现有闵西、叶榭、阮巷、金卫东、金卫西等5个车站,其中阮巷站是金山支线与浦东铁路的联轨站,闵西站是会让站,金卫东是办理客运用作业的中间站,金卫西是工业站,既有叶榭站设有货场1处。改造后设车站6个,即闵行西、叶榭、亭林、阮巷、金山、金山卫西,平均站间距为8.06 km。其中,新增亭林站位于金山、奉贤、松江三区交界处,是重要的客货运集散地和城市预留的物流中心;新增金山站距既有金卫东站约1.5 km,位于居民区与石化工业区交汇处,是城市规划预留的客站站址;既有金卫东站位于石化工业区内,不利于城市居民的出行,于年内将予以封闭,其客运作业搬迁至新建的金山站办理。

3.2 运营组织

由于浦东铁路即将引入,开通后本线车流特点与既有铁道不尽相同,以通过车流为主,下行为重车方向,通过车流约占总车流的60%。因此,近期本线车流组织除芦潮港组织通过本线的集装箱班列外,其余均为小运转列车(货运量较大的车站与南翔、新桥间);远期本线车流均由小运转列车(货运量较大的车站与南翔、新桥间)担当。

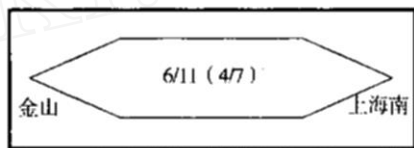
本线客流主要以上班、公务为主,旅游、购物客流也占有一定的比例,全日客流主要集中于早、晚时段,其中早高峰为7:00~9:00,主要流向为金山至上海中心城区方向;晚高峰为17:00~19:00,主要流向为上海中心城区至金山方向。根据铁四院对本线全日客流聚散和OD分配结果,本线客流以金山与中心城区间OD交流较大,占总OD流的25%以上,尤其在高峰时段金山与中心城区间客流主要以上下班和公务人员为主,该部分客流要求旅行时间短,为了满足这部分客流的需求上海南与金山间应开行一站直达列车;同时,为了兼顾沿线阮巷、亭林、叶榭、闵西、春申各站的客流,需要上海南与金山间开行站站停列车。

从客流组成看,高峰时段平均行车间隔时分不宜超过15 min,行车间隔近期为10 min,远期为

5 min。根据行车间隔和预测客流计算,市郊客车的近期按8辆编组,一站直达和站站停定员分别为800人和880人;远期动车组按8辆编组,一站直达、站站停列车定员分别为750人和1200人。

近期平峰时段列车间隔一般为20~30 min,为了兼顾沿线各中间车站的服务频率,平峰时段以开行站站停列车为主,个别时段开行一站直达列车;远期平峰时段列车间隔一般为15~20 min,部分时段开行站站停列车,个别时段开行一站直达、站站停2种列车。

为了满足乘客旅行方便,提高车辆运用效率和减少运营成本,考虑工程实施的可行性和经济性,根据线路全日客流量和各站OD量,推荐列车交路如图1所示,其中2015年和2025年,金山至上海中心城区交路高峰小时客车对数分别为6列和11列,其中为满足金山和上海南站客流需求,2015年和2025年开行一站直达客车分别为4列和7列,开行站站停客车分别为2列和4列。经测算,2015年需要运用车底套数6套,2025年为12套。



括号外数据表示2015年和2025年高峰小时客车列数,括号内数据表示2015年和2025年高峰小时站站直达客车列数

图1 金山支线列车交路

Fig 1 Train routing of Jinshan branch line

3.3 技术标准和主要设备设计原则

3.3.1 轨道、桥涵和路基

轨道、桥涵、路基均按照国铁设计规范I级线路标准设计,限制坡度为6‰,最小曲线半径为1600 m。改建和新建地段正线钢轨均采用60 kg/m焊接长钢轨,到发线、其他站线及岔线站线采用50 kg/m旧钢轨。新建黄浦江特大桥的通航桥孔采用与既有桥同样的孔跨形式,即采用4~112 m简支下承式钢桁梁,引桥采用32 m和24 m混凝土简支梁,桥墩采用圆端形桥墩,钻孔桩基础,桥台采用T形桥台,孔跨布置时新建桥墩与既有桥桥墩对齐,以利通航。

3.3.2 站场和车辆

车站的功能设计应当符合公交列车轻便快捷的特点,方便乘客上下车,进出站畅通、便捷。车站均采用横列式图型,到发线进路均按双进路设计,新建车站及货场布置尽量做到与城市规划、工矿企业的分布相配合;既有车站的改扩建应充分利用既有股道和设备,尽量减少废弃工程 and 施工过渡工程,以降低工程造价和减少施工对运营的干扰。

近期采用机车车辆牵引,远期采用动车组,近、远期均按8辆编组,列车最高运行速度为160 km/h。

3.3.3 供电

与本线相关联的铁路主要有既有沪杭线、浦东铁路及规划中的沪乍铁路,为了便于上海枢纽内普速铁路牵引供电设施共享、运营维护管理以及牵引供电技术标准统一,金山支线铁路牵引网采用 TRNF 供电方式。电力牵引负荷按一级供电负荷设计,牵引变电所采用两路独立 110 kV 电源供电,一主一热备用运行。接触网额定电压为 25 kV,持续最高电压为 27.5 kV,短时(5 min)最高电压为 29 kV,最低电压按正常供电不低于 20 kV 设计。

3.3.4 通信和信号

本支线铁路采用 SDH STM-4 光传输与接入合一的通信系统,在新桥新设 OLT 接入网局端设备,设计接入 ONU 设备由新桥延伸到金山西站,通过新建光缆构成不同物理径路的光环。本设计在铁路新建二线车站新设数字调度分系统设备,均纳入上海局既有枢纽调度电话主系统。根据电化铁路要求,至新建变电所、分区亭、开闭所设置 STM-1 同步传输接入设备,在各通信机械室设电化引入架等防护设备。本线铁路既有无线列调 C 制式通信系统,新建信号楼改造和新增车站的无线列调系统设备,设备制式均纳入原有铁路无线列调通信系统。

信号系统设备主要包括行车指挥、区间闭塞、车站联锁和微机监测系统等。因本线时速为 160 km/h,追踪间隔时间为 5 min,为高密度市郊列车,故本线采用调度集中行车指挥系统(CTC),以提高运输效率,实现运输指挥自动化,同时,相应完善上海分局调度所既有 CTC 总机系统。新桥至金山段及上海南到新桥增建的三、四线,比照沪杭线标准,采用四显示自动闭塞。上海南、莘庄、新桥站站场根据变化,拟在既有计算机联锁的基础上进行改造;春申、闵西、叶榭、亭林、阮巷、金山站站场变化较大,拟新建计算机联锁。

3.4 经济评价

经济评价结果表明,金山支线实施技术改造用于城市客运服务后,全部投资财务内部收益率为 1.09%,低于铁路投资项目的基准收益率 6.0%,全部投资税后回收期从建设期起算为 24.5 a,大于铁路基准回收期为 16.7 a,贷款偿还期为 26.7 a,大于银行贷款偿还期为 15 a 的贷款条件。全部投资经济内部收入率(EIRR)为 10.4%,大于社会折现率 10%,经济净现值(ENPV)为 98 467 万元,经济效益较高,抗风险能力较强。

4 结 论

(1)既有铁路定位于城际/省际旅客运输,具有站间距大、大编组、低密度、追踪间隔长、客货混跑等特点,在未经改造的情况下,不适合城市客运服务。但由于其与城市轨道交通的共通性,经过一定技术改造后,将其运用于城市客运交通,不仅

可以提高既有铁路利用率,还可降低城市轨道交通建设成本,促进轨道交通系统发展。

(2)为了实现既有铁路和城市轨道交通的兼容和共赢,在改造既有铁路服务城市客运时应遵循规划的前瞻性原则、系统的协调性原则、设备与技术的统一性原则和运营组织的灵活性原则。

(3)从线路走向及车站分布、运营组织、技术标准 and 主要设备设计原则等方面对金山支线上海城市客运服务的线路改造方案进行了案例分析,提出在新桥—金山间增建二线、增设亭林站,实行 8 辆编组一站直达和站站停车 2 种列车运行组织模式,并确定了轨道、桥涵、路基、站场、车辆、供电、通信与信号等的建设原则和标准。最终经济评价结果表明,本线全部投资经济内部收入率达 10.4%,经济净现值为 98 467 万元,经济效益较高。

参考文献:

- [1] 毛保华,等. 城市客运管理 [M]. 北京:人民交通出版社, 2009.
MAO Bao-hua, et al. Urban passenger transport management [M]. Beijing: China Communications Press, 2009.
- [2] 方琪根,王铁城,张鑫,等. 既有铁路参与城市轨道交通运营的研究 [J]. 铁道科学与工程学报, 2005, 2(1): 85 - 89.
FANG Qi-gen, WANG Tie-cheng, ZHANG Xin, et al. Study on application of existing railways in urban transport [J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2005, 2(1): 85 - 89.
- [3] Cascetta E, Pagliara F. Integrated railways - based policies: The Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania [J]. Transport Policy, 2008, 15(2): 81 - 93.
- [4] 李犁峰. 国有铁路参与城市轨道交通运营的研究与规划 [D]. 成都:西南交通大学, 2003.
LI Li-feng. The studying and planning on operation of national rail participating in urban mass traffic [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2003.
- [5] 罗秀清,叶玉玲. 市郊铁路在城市交通中的地位及其发展策略 [J]. 城市轨道交通研究, 2003(3): 22 - 25.
LUO Xiu-qing, YE Yu-ling. The position of suburban railways in urban transport and its development tactics [J]. Urban Mass Transit, 2003, 3: 22 - 25.
- [6] 王海潮. 单线铁路开通城市交通运营的理论问题研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2004, 4(4): 60 - 63.
WANG Hai-chao. A theoretical analysis to urban transport operations on single railway lines [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2004, 4(4): 60 - 63.
- [7] 铁四院. 金山至上海中心城区快速铁路工程修改预可行性研究 [R]. 武昌:铁四院, 2006.
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co, Ltd. Preliminary research on project in Jinshan to Shanghai Nan mass transit line [R]. Wuchang: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co Ltd, 2006.