

# 金华市利用既有铁路开行市域列车的关键问题研究

王柄达

(中铁上海设计院集团有限公司,200070,上海 // 高级工程师)

**摘要** 利用既有铁路开行市域列车实施易、见效快,但难点在于如何有效、合理地制定市域列车的开行方案。通过梳理国内相关案例,提出研究既有铁路与城市的关系、提升市域列车服务水平的措施、既有铁路的通道能力及市域列车开行方案、市域列车的运营管理模式、市域列车的经济效益等关键问题。并以金华市利用既有铁路开行市域列车为例,提出合理、有效、经济的解决方案。

**关键词** 金华市;既有铁路;市域列车;通道能力

**中图分类号** U292.3

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2021.06.002

## Research on Key Issues in Using Existing Railway for Operating Suburban Trains in Jinhua City

WANG Bingda

**Abstract** Using existing railway has the advantages of easy implementation and quick effect, but difficulty lies in how to effectively and reasonably formulate an operation scheme for suburban trains. Through sorting out relevant domestic cases, key issues are put forward for research, including relationship between railway and city, measures to improve suburban train service level, channel capacity of existing railway and operation scheme for suburban trains, operation management mode of suburban trains, benefit analysis of suburban trains. Taking Jinhua City using existing railway for operating suburban trains as an example, reasonable, effective and economic measures are put forward.

**Key words** Jinhua city; existing railway; suburban trains; channel capacity

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

市域铁路是中心城区连接周边城镇组团及城镇组团之间的快速度、大运量、公交化的轨道交通系统<sup>[1]</sup>。随着大量客运专线、城际铁路的成功运营,以及铁路枢纽结构的调整,许多联络线、支线、专用线等逐渐失去了原有的功能和作用,甚至被废

弃。对于处在市内或市域客流走廊上的废弃铁路,可以将其拆除后用于新建城市轨道交通线路;对于虽仍承担铁路运输业务但有富余能力的既有铁路,可以在不影响既有客货运输的基础上,对其进行技术改造后组织开行市域列车,服务市域出行。利用既有铁路开行市域列车,投资小、见效快,可缓解城市交通紧张的局面,同时可盘活既有铁路资源,使地方和铁路部门达到双赢,对促进社会经济可持续发展具有重要意义。

## 1 国内利用既有铁路开行市域列车的案例

目前,既有铁路参与城市轨道交通及市域客运的实例,归结起来有以下两种形式。

### 1.1 利用既有铁路通道新建城市轨道交通线路

城市和铁路的发展造成市内部分铁路废弃,如果废弃的铁路正好位于客运交通走廊上,可利用该通道新建城市轨道交通线路。如武汉轨道交通1号线是利用原京广铁路通道新建而成,上海轨道交通3号线是利用原沪杭铁路内环线通道新建而成。

### 1.2 改造既有铁路,开行市域列车

部分铁路虽然业务萎缩,但仍承担铁路运输业务,可以充分利用其富余能力,组织开行市域列车,为市域客运服务。这些铁路一般是枢纽内行车量不大的既有铁路或枢纽联络线、支线、专用线等。它们的技术标准较低,设备设施陈旧,需要进行适应性改造才能满足公交化运输的需要,如单线需增建第二线,增加车站,改造既有车站,配置售检票系统,增加旅客乘降设备,改造信号系统等。

国家发展和改革委员会《关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见》提出,应优先考虑利用既有资源开行市域列车。目前,国内已有多个相关案例,详见表1。

表 1 国内利用既有铁路开行市域列车案例

线路名称	长度/ km	列车开行 对数/(对/d)	车型	开通时间
津蓟线	113.0	5~6	25G 客车	2015 年 4 月
京蓟线	82.0	2	25G 客车	2015 年 7 月
京津城际延伸线	45.0	28	复兴号	2015 年 9 月
金山线	56.4	37	CRH2/CRH6	2012 年 9 月
坪山快线	45.0	12	CRH1A	2015 年 9 月
萧甬线	128.0	8.0~10.5	CRH6F	2017 年 7 月
海口市域列车	38.0	13	CRG6F-A	2019 年 7 月
成灌铁路	94.2	33	CRH1A/CRH6A	2010 年 5 月
连云港市域列车	35.1	10	CRH6S	2019 年 12 月

2 关键问题

目前,利用既有铁路开行市域列车,虽已取得了较好的社会经济效益,但也存在一些问题,如在综合交通体系中发挥功能不够,建设未能充分考虑用地综合开发和设施综合利用<sup>[3]</sup>等。因此,如何经济、合理、有效地利用既有铁路开行市域列车,还需对以下关键问题进行深入研究。

1) 研究既有铁路与城市的关系。首先,交通建设需坚持规划先行的原则来服务、支撑或引领城市空间布局。市域铁路发展与城市发展空间格局相匹配,可从两个方面着手:一是沿城市主要发展走廊布局,二是实现市域主要城镇的轨道交通覆盖。对于利用既有铁路开行市域列车,首先应考虑是否符合城市空间布局及城镇发展。另外,随着城市的发展,既有铁路周边大多已发展为城市的不适宜开发地带,制约了城市的发展。市域列车的开行,可有效盘活铁路低效资产,提升车站周边土地利用价值。结合城市规划、当地经济发展等因素,对车站周边进行适当的综合开发,以提升城市造血功能,进一步创造经济和社会效益。

2) 提出提升市域列车服务水平的措施。利用的既有铁路一般为已失去竞争力的线路,应考虑如何提升服务水平、吸引客流,使老铁路重新焕发活力。

3) 分析既有铁路的通道能力,以及制定市域列车的开行方案。利用既有铁路开行市域列车是在既有运营铁路的基础上增开市域列车。其开行方案应充分分析既有铁路通道的能力,解决现状能力和开行需求的矛盾。在此基础上,根据客流的特点与需求,研究适宜采用的开行方案。

4) 合理选择市域列车的运营管理模式。既有铁路上开行市域列车的运营管理模式有委托运

营模式、自管自营模式、网运分离模式等。委托运营模式有全部委托和部分委托两种。全部委托模式将客运组织、调度指挥、设备设施维护维修等业务委托给铁路局进行管理,地方政府以“购买运营服务的方式”提供资金支持;部分委托将线上调度指挥、铁路设施设备维护维修等委托给铁路局,将车站售检票、安检、站台管理等业务委托第三方运营公司。自管自营模式由合资公司设置完整的运输专业部门、设施设备,独立承担运输生产任务。网运分离模式严格将资产管理与生产经营相分离,成立合资公司负责资产及维护管理,运输企业向合资公司购买运营管理权并租用铁路运输设备,承担公交化运营管理及相应的财务收支管理<sup>[5]</sup>。

5) 分析市域列车的经济效益。市域客流对列车票价的敏感度较高。结合线路特点,研究适宜采用的票价,并对其运营成本进行测算,对票价收入和运营补贴进行分析。

3 金华市既有铁路开行市域列车方案分析

3.1 既有铁路与金华市的关系

从金华市的城市布局和相关规划出发,研究适宜开行的线路。目前金华市市域公共交通建设尚不完善,出行主要依靠铁路和汽车。金华市既有铁路主要在金华市—义乌市和兰溪市—金华市—武义县—永康市两条发展带上。轨道交通金义线的开通,将解决金义发展带沿线居民的便捷出行需求。但兰溪市—金华市—武义县—永康市发展带上的轨道交通金兰线、金武永东线的建成,需等待较长时间。故本文研究利用既有金千铁路(金华站—千岛湖南站)、金温货线(金温铁路货线)的富余能力开行兰溪市—金华市—武义县—永康市的市域列车的可行性。

两条既有铁路站点周边多为老旧房屋和未开发地。开行市域列车后,土地价值提升,建议地方政府与铁路部门联合,对站点附近的土地重新进行规划。市域轨道交通沿线旅游景点较多,建议与景区、旅游公司联合,重点考虑特色旅游开发。例如,千岛湖站以碧湖千岛为特色,开发观光游览、休闲度假等功能业态;永昌站以乡村旅游为特色,集农业生产、农业旅游、农产品消费为一体。同时站点周边配套一定规模的酒店、餐饮等。

3.2 提升市域列车服务水平的措施

提升市域列车服务水平的措施包括合理设置

车站、便捷乘车、改善站址环境等方面。

3.2.1 合理设置车站

具有开行市域列车需求的车站类型主要包括：

1) 既有铁路客运车站。金千铁路、金温货线的既有客运车站基本位于各县市的城区内,线路客流适应性较好。且既有客运车站已配套城市道路公交,通过适当调整、补强即可满足市域列车的开行需求。因此,既有铁路客运车站是办理市域作业的首选站点。

2) 其他交通出行不便的乡镇车站。对于沿线乡镇是否设置市域列车车站,应作对比分析:①客流出行需求;②相对其他交通方式,市域列车开行方案是否具备优势。

3) 旅游景点周边的车站。沿线旅游资源丰富,旅游功能亦是线路的重要客流吸引点。在旅游景点周边就近设置市域铁路车站,对提升实施效益意义重大。

结合对沿线乡镇的初步调查,建议开行市域列车的车站主要有 10 座,详见图 1。

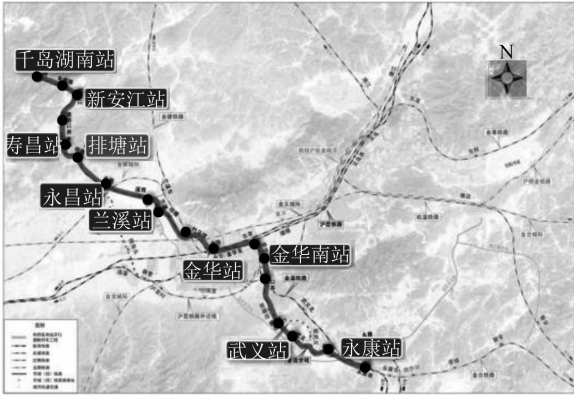


图 1 建议开行市域列车的车站设置示意图

3.2.2 采用公交化运营模式

开行市域列车的目的在于方便群众便捷出行,因而适宜采用公交化运营模式。采用公交一卡通票制<sup>[5]</sup>可以解决铁路系统需提前买票、候车带来的不便。公交化运营需配套相应的售检票系统。

3.2.3 交通一体化

与其他交通方式的衔接应重点考虑综合交通枢纽。铁路金华站、金华南站为包含高速铁路、普速铁路和道路交通(公交、小汽车)于一体的综合交通枢纽,市域列车在金华站、金华南站可实现与其他交通方式的便捷换乘。

对于一般车站,特别是新开客运作业的车站,

需具备便捷的通站道路。站内配套汽车停车场,并建议按列车开行时刻配套城市道路公交。

3.2.4 车辆选择及改造

建议采用内燃机车牵引的普速客车,并充分利用既有的检修资源。对车辆的外观和内部进行装饰性改造,其内部可增加特色餐饮等,以提升出行的舒适性和休闲性。

3.2.5 其他车站改造

根据市域列车公交化运营的特点,为提升服务水平,建议进行小规模、高效率的改造。

1) 站址环境改造。建议站址环境维持老铁路的年代特色,对景观绿化进行修复和完善,对站房、站台及雨棚等进行适当的功能性改造。

2) 四电系统配套改造。包括通信、信息、信号系统的升级改造,以及配套电力系统的扩容改造等,以满足运营需求。

3.3 既有铁路通道能力及市域列车开行方案

根据客运需求,分析既有铁路的通道能力和提升能力,结合预测客流适应性分析,研究经济、合理、高效的市域列车开行方案。

3.3.1 客流分析

通过分析金华市年度经济发展潜力,结合现状客流、居民出行需求强度、既有铁路的预测运量和富余能力,以及综合考虑通道内的各种交通方式,预计市域列车的全日客流量约 1.56 万人次/d,详见表 2。

表 2 市域列车客流预测总体指标

总体指标	取值
线路长度/km	138.100
平均站间距/km	17.300
全日客流量/(万人次/d)	1.560
全日最大断面客流量/(万人次/d)	0.410
早高峰客流量/(万人次/h)	0.260
高峰最大断面客流量/(万人次/h)	0.080
负荷强度/(万人次/km)	0.011
平均运距/km	48.790

3.3.2 既有铁路通道能力分析

根据铁路行车资料,对既有铁路千岛湖站—永康站各区段的通道能力进行了分析,详见表 3。

经分析,既有铁路的通道能力主要受金温货线控制,受限区间为江岭站—履坦站,其富余能力仅为 4 对。

3.3.3 市域列车开行方案

结合客流需求和计算能力,首先研究提升区段能力的必要性。考虑到金华站—东孝站区间的富

表 3 既有铁路通道能力表

区段	限制区间	N/(对/d)	T <sub>周</sub> /min	行车量/(对/d)			α/%	N <sub>富</sub> /对
				N <sub>客</sub>	N <sub>货</sub>	合计		
千岛湖站—兰溪站	永昌站—排塘站	33	41	0	12	12	36	+16
兰溪站—金华站	功塘站—竹马馆站	51	27	1	15	16	32	+26
金华站—东孝站	金华站—东孝站	188	7	58	69(N <sub>摘挂</sub> =5)	127	93	+8
东孝站—金华南站	东孝站—金华南站	188	7	19	23(N <sub>摘挂</sub> =4)	42	32	+74
金华南站—永康站	金华南站—江岭站	47	29	13	15	28	67	+12
金华南站—永康站	江岭站—履坦站	37	37	13	15	28	86	+4
金华南站—永康站	履坦站—武义站	60	23	13	15	28	53	+21
金华南站—永康站	武义站—枫山站	39	35	13	15	28	82	+5
金华南站—永康站	枫山站—永康站	44	31	13	15	28	72	+9

注：N 为平图能力， $N=(1\,440-t_{\text{天窗}})/T_{\text{周}}$ ；α 为能力利用率， $\alpha=(N_{\text{货}}+N_{\text{客}}\times\varepsilon_{\text{客}})/N$ ；N<sub>富</sub> 为富余客车能力， $N_{\text{富}}=(N-N_{\text{客}}\varepsilon_{\text{客}}-N_{\text{货}}-N_{\text{摘挂}}\varepsilon_{\text{摘挂}})/\varepsilon_{\text{客}}$ ；t<sub>天窗</sub> 为维修时间，非电气化取 60 min，电气化取 180 min；ε<sub>客</sub> 为客车扣除系数，单线取 1.3，双线取 1.7；ε<sub>摘挂</sub> 为摘挂车扣除系数，取 2.5；T<sub>周</sub> 为运行图周期；N<sub>货</sub> 为货车对数；N<sub>客</sub> 为客车对数；N<sub>摘挂</sub> 为摘挂货车对数；N<sub>货</sub> 含 N<sub>摘挂</sub>。

余能力为 8 对，如对其扩能则需对沪昆铁路进行改造，这样造成的影响较大，且代价较高，故对金温货线的扩能目标以 8 对为限。经研究，在江岭站—履坦站、武义站—枫山站区间各增加 1 座会让站，即可满足客流需求。但因区间条件较差，需对正线进行改造，该列车开行方案代价高、工期长。

经调研，当前条件下可增开 2 对市域列车。另外，建议对当前货物列车开行方案进行优化，通过提高列车满载率，减少货物列车开行对数，从而释放能力。综合考虑区域内在建金台线引入、金温货线电化扩能、金温货线武义段改线等工程，其通道分工有待调整明确，建议暂不增设站点，而采取优化货物列车编组计划的措施。列车开行具体方案见表 4~6。

表 4 市域列车的开行对数

起讫点	运输径路	列车数/(对/d)	车型	旅行时间/min
千岛湖站—永康站	金千线、金温货线	2	内燃普速客车	约 180
千岛湖站—金华站	金千线	6	内燃普速客车	约 105

表 5 千岛湖南站—永康站的开行方案

发车/到达站	发车/到达时刻	发车/到达站	发车/到达时刻
千岛湖南站—永康站	07:00—10:00	永康站—千岛湖南站	07:00—10:00
千岛湖南站—永康站	15:00—18:00	永康站—千岛湖南站	15:00—18:00

3.4 市域列车的运营管理模式

目前，金千铁路由上海铁路局管理，金温货线归属浙江金温铁道开发有限公司（以下简为“金温铁道公司”）管理。建议采取委托运营模式，由金温铁道公司与铁路局签订委托运输协议，负责生产任务指标考核、财务和资产管理等经营业务；地方政

府与金温铁道公司签订政府财政补贴或购买服务的框架协议。

表 6 金华站—千岛湖南站的开行方案

发车/到达站	发车/到达时刻	发车/到达站	发车/到达时刻
金华站—千岛湖南站	07:00—08:45	千岛湖南站—金华站	07:30—09:15
金华站—千岛湖南站	09:45—11:30	千岛湖南站—金华站	09:15—11:00
金华站—千岛湖南站	11:30—13:15	千岛湖南站—金华站	12:00—13:45
金华站—千岛湖南站	14:15—16:00	千岛湖南站—金华站	13:45—15:30
金华站—千岛湖南站	16:00—17:45	千岛湖南站—金华站	16:30—18:15
金华站—千岛湖南站	18:45—20:30	千岛湖南站—金华站	18:15—20:00

3.5 市域列车的经济效益

目前，国内类似线路的票价率约为 0.09~0.20 元/(人 km)，现状铁路票价率约为 0.23~0.20 元/(人 km)。为更好地服务公共出行并吸引客流，建议采取优惠票价率，如 0.13 元/(人 km) 左右，并据此测算收益。市域列车收益测算详见表 7。

表 7 市域列车收益测算

线路起终点	运价率/(元/(人 km))	票价/(元/人)	票款收入/(万元/年)
千岛湖站—金华站	0.13	10	1 432
金华南站—金华站	0.16	2	531
金华南站—永康站	0.13	6	951
总计		18	2 914

初步测算线路使用费、牵引能耗费、车站旅客服务费、人员工资、车辆租赁及维修等运营成本，详见表 8。

根据初步测算，在仅考虑票价收入的情况下，运营补贴约为 1 606 万元/年。另外，初步测算对既有铁路的改造工程投资约为 7 000 万元，通过计算得到每公里投资约 51 万元，远低于新建市域铁路

3~5 亿元/km 的造价。根据运能计算,预计可解决通道内 14%左右的出行客流,较新建市域铁路有较高的性价比。另外,可通过综合开发、广告等收益反哺一定的亏损,更重要的是可缓解市域出行的民生问题,从而带动沿线发展,具有较高的社会效益。

表 8 市域列车运营成本测算 单位:万元/年

线路名称	线路使用费	牵引能耗费	车站旅客服务费用	人员工资	车辆租赁及维修费用
千岛湖站—金华站	947	494	162		
金华站—金华南站	160	84	187		
金华南站—永康站	224	84	198		
总计	1 331	662	547	480	1 500

注:3 条线路的总运营成本测算为 4 520 万元/年。

4 结语

利用既有铁路开行市域列车难点在于如何在有限的条件下,因地制宜,使既有铁路更加合理、有效、经济地发挥作用。以金华市为例,金千线、金温货线不具备完全转化为市域铁路的条件,但通过适当改造,即可实现部分市域功能,又可作为公共交

通体系和市域、城市轨道交通体系的重要补充,对引导城镇一体化发展,满足多样化、层次化居民出行需求,建设新型都市圈等有重要意义。

参考文献

[1] 曲思源. 利用既有铁路开行宁波——余姚市域列车运营组织分析[J]. 铁道经济研究,2018(4): 23.

[2] 向蕾,谭月. 国内外市域(郊)铁路发展经验分析及对成都市发展市域铁路的启示[J]. 城市轨道交通研究,2019(11): 58.

[3] 郭竹学. 金山铁路市郊列车的开行及相关问题探讨[J]. 铁道经济研究,2015(2): 5.

[4] 刘建红,饶雪平. 对《上海市域铁路设计规范》编制中几个主要问题的思考[J]. 城市轨道交通研究,2019(12): 10.

[5] 胡晓丹,宋元胜,曹琳尉. 既有铁路开行公交化列车的运营管理模式研究[J]. 铁道工程学报,2018(8): 105.

[6] 薛新功,饶雪平. 城市群城际轨道交通功能定位及速度目标值分析[J]. 城市轨道交通研究,2013(9): 1.

[7] 左银龙. 利用既有张博铁路开行市域列车方案研究[J],铁道标准设计,2019(2): 32.

(收稿日期:2020-11-02)

(上接第 4 页)

157 km。由于全自动运行线路与传统有人驾驶线路的系统特点与委外模式均差异较大,本文不对其进行全口径人工成本研究。2019 年苏州市轨道交通运营采用委外模式,其与自主维保模式相比,人工成本节省 25%以上。4 条全自动运行线路开通运营后,相比传统有人驾驶线路,按照 2019 年度数据计算,DTO、UTO 阶段能够分别降低运营编制内人工成本 9.8%和 19.5%。

5 结语

城市轨道交通运营管理模式的研究是全自动运行线路运营筹备阶段的一项重要工作。全自动运行线路的功能定位决定了其运营管理需求,运营单位应结合国内外先进经验与做法,并结合本地城市轨道交通运营管理现状及线网规划实际情况进行定性分析,探索人员精简配置方案,进行岗位复合;同时,应确定一套适合自身的全自动运行线路

运营管理模式,以充分发挥全自动运行系统运作高效、快速保障的特点,为减轻地方财政压力、降低地方债务风险以及维持企业正常发展作出贡献。

参考文献

[1] 宁滨,郜春海,李开成,等. 中国城市轨道交通全自动运行系统技术及应用[J]. 北京交通大学学报,2019(1): 1.

[2] 汪小勇. 城市轨道交通全自动运行系统的现状及展望[J]. 城市轨道交通,2019(5): 20.

[3] 牛可. FAO 行车调度团队任务复杂性研究[D]. 北京:北京交通大学,2019.

[4] 尹聪聪. 城市轨道交通全自动运行线路运营管理模式分析[J]. 城市轨道交通研究,2019(增刊 2): 19.

[5] 陈旻瑜. 地铁运营成本特性分析[J]. 现代城市轨道交通,2006(4): 91.

[6] 李鹏凯,刘永平,张宁,等. 香港地铁运营成本分析及其启示[J]. 城市轨道交通研究,2017(1): 1.

(收稿日期:2020-11-02)