

# 既有国铁线路增设市域铁路改造工程重难点分析与应对

陈 安

中铁电气化局集团有限公司 北京 100071

**摘 要:**在轨道交通快速发展与“四网融合”战略推进背景下,利用既有国铁线路富余能力增设市域铁路,开行市域列车,成为投资省、见效快、适用性强的重要建设模式。但国铁线路与市域铁路在功能定位、技术标准、运营组织、管理体制上存在显著差异,改造工程面临技术兼容难度大、营业线施工风险高、系统接口复杂、路地协同不畅、工期与投资管控压力大等突出问题。本文以既有国铁市域化改造全过程为研究对象,系统梳理工程实施中的技术、施工、系统、管理、安全五大类重难点,从技术方案、施工组织、系统融合、路地协同、风险防控、投资控制等方面提出针对性应对措施,形成一套可落地、可复制的实施体系,为市域铁路改造工程提供参考与技术支持。

**关键词:**既有国铁;市域铁路;改造工程;营业线施工;四网融合;重难点;应对措施

## 引言

### 1 研究背景与意义

当前我国城镇化进程已迈入都市圈与城市群协同发展的关键阶段,中心城区与周边卫星城、产业园区、郊区新城的通勤客流呈爆发式增长,构建高效便捷的1小时通勤圈,成为提升都市圈综合承载力、推动区域一体化发展的核心任务。市域(郊)铁路作为连接中心城区与外围组团的骨干交通方式,兼具大运量、快速度、低成本的优势,是完善都市圈轨道交通网络、缓解城市交通拥堵的关键载体。相较于新建市域铁路线路,利用既有国铁线路富余运输能力开展市域化改造,无需大规模征地拆迁和新建路基、桥隧等主体工程,能够大幅缩短建设周期、节约建设投资与土地资源,快速形成通勤运营能力,因此成为全国各省市推进市域铁路建设的优先选择路径。

既有国铁干线铁路最初按照跨区域中长途客货运输标准规划建设,服务对象以长途旅客和大宗货物为主,而市域铁路核心服务于短途通勤客流,二者在功能定位、技术参数、运营模式上存在本质区别。国铁线路采用CTCS-2/3级列车运行控制系统、GSM-R数字移动通信系统,牵引供电制式为AC25kV,运营组织上追求长距离、大编组、低发车频次的运输效率;市域铁路则需采用适配公交化运营的CBTC列车控制系统、LTE-R宽带移动通信系统,发车密度需达到2~5分钟一班,对车站乘降设施、折返效率、换乘衔接提出了更高要求<sup>[1]</sup>。

### 2 研究内容与方法

本文以既有国铁线路增设市域铁路改造全流程为研究载体,围绕工程前期策划、施工实施、系统联调、运营接管等关键阶段,重点从技术系统、施工组织、站场

土建、多系统接口、管理协同、投资工期六大维度,全面梳理改造工程面临的重难点问题,深入分析问题产生的核心根源。在研究方法上,采用问题导向法与工程实践总结法相结合,依托上海金山铁路、北京市域副中心线、成都成灌铁路等国内典型既有国铁市域化改造项目实践经验,结合《市域(郊)铁路设计规范》(TB10631-2021)、《关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展的意见》等国家政策与行业规范要求,针对性制定技术优化、施工管控、协同管理、风险防控等应对策略,最终形成一套覆盖全流程、可落地、可复制的改造工程实施体系,为后续同类项目提供技术参考与实践借鉴。

### 3 国铁与市域铁路主要差异及改造特点

#### 3.1 功能定位与运营差异

国铁干线铁路的核心功能定位是承担全国范围内跨区域、长距离的旅客与货物运输,服务于国家综合交通运输网络的干线联通,客流以长途出行、商务出行、旅游出行为主,客流分布相对分散。在运营组织层面,国铁车站站间距普遍较大,通常达到十几公里甚至数十公里,发车频次较低,高峰时段发车间隔多在15分钟以上,列车编组较长,注重长途旅行速度与干线运输效率,车站客运组织以检票进站、候车乘车的传统模式为主,换乘衔接多以国铁线路内部联通为主,与城市轨道交通、公交等接驳效率较低<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 技术标准差异

既有国铁与市域铁路在核心技术标准上存在系统性差异,这是改造工程面临的核心技术壁垒,具体体现在信号、通信、供电、车辆、车站设施五大方面。在信号系统方面,国铁干线采用CTCS-2/3级列车运行控制系统,主要适配长距离、低密度列车追踪运行,无法满足市域铁

路高密度、短间隔的行车追踪要求；市域铁路多采用CBTC列车控制系统，具备列车自主运行、高密度追踪、快速折返的功能，二者信号控制逻辑、数据传输协议完全不同（赵有明，2022）。在通信系统方面，国铁采用GSM-R数字移动通信系统，仅能满足语音通信和低速数据传输需求，带宽较窄；市域铁路需采用LTE-R宽带移动通信系统，支持高清视频传输、大数据通信、乘客信息联网等多功能业务，通信容量与技术标准差距显著。

### 3.3 改造工程核心特点

既有国铁增设市域铁路改造工程，区别于新建轨道交通工程与普通铁路改造工程，呈现出营业线施工、不停运改造、双模兼容、路地共建、多系统协同五大核心特征，工程实施难度与管控压力呈几何级增长。一是营业线施工贯穿全程，所有改造作业必须在国铁正常运营的前提下开展，严禁因施工影响既有国铁行车安全，施工时间严格受限；二是需实现不停运改造，改造期间既要保障国铁干线正常开行，又要同步推进市域设施建设，过渡方案设计要求极高；三是双模兼容运行，改造完成后需实现国铁列车与市域列车共线运行，信号、通信、供电等系统必须同时适配两种运营模式，技术兼容难度大；四是路地共建共管，项目涉及国铁集团、地方政府、轨道交通运营公司等多个主体，资产归属、管理权责、投资分担复杂；

## 4 改造工程重难点分析

### 4.1 技术系统兼容与升级难点

技术系统兼容与升级是既有国铁市域化改造的核心难点，也是决定工程成败的关键，其中信号、通信、供电三大系统的适配改造问题最为突出。信号系统不兼容是首要技术瓶颈，国铁CTCS列控系统的行车追踪间隔、折返控制逻辑无法满足市域铁路2~5分钟高密度运营要求，若全面更换信号系统，需对联锁、闭塞、车载设备、地面设备进行整体改造，新旧系统切换过程中安全逻辑校验复杂，极易出现信号冲突、行车指令错误等安全隐患。

### 4.2 营业线施工安全与组织难点

营业线施工是改造工程安全管控的重中之重，施工安全与组织管理面临多重挑战。其一，施工时间严格受限，国铁干线仅能利用夜间天窗点开展施工，天窗点时长通常为120~180分钟，扣除施工准备、人员机具进场、安全防护、现场清理等时间，有效作业时间不足100分钟，多专业交叉作业时工序衔接极为紧凑，任何一个工序延误都会影响整体施工进度。其二，施工安全风险点多面广，施工区域紧邻运营线，人员、机具、材料极易侵入铁路限界，接触网、信号电缆等带电设备多，误碰、误操作

风险极高，施工产生的振动、杂物还可能影响轨道平顺性与行车安全，电磁干扰还可能导致既有信号系统失灵。其三，多专业协同组织难度大，工程涉及土建、轨道、信号、通信、供电、机电等多个专业，各专业施工队伍、设备厂家、监理单位众多，施工工序相互制约，若协同管理不到位，极易出现工序冲突、重复施工等问题<sup>[3]</sup>。

### 4.3 站场与土建改造实施难点

站场与土建改造是实现市域铁路乘降功能的基础工程，实施过程中面临拆迁、施工精度、运营干扰等多重难点。增设市域车站时，既有国铁线路两侧土地资源紧张，新增车站需征地建设，涉及居民拆迁、企业搬迁、管线迁改等工作，地方征地拆迁政策不一，协调难度大、周期长，直接制约车站建设进度。既有国铁车站站台高度多为750mm，而市域铁路车辆站台匹配高度为1250mm，站台宽度、雨棚结构、进出站通道、候车设施均无法满足大客流通勤需求，站台加高、加宽改造需在运营间隙分段实施，施工时需做好安全防护，避免影响列车正常停靠。

### 4.4 多系统接口与联调联试难点

多系统接口衔接与联调联试是改造工程实现顺利开通运营的关键环节，当前面临接口标准不统一、数据不共享、联调效率低等突出问题。国铁与市域铁路分属不同管理体系，调度指挥、信号控制、通信传输、票务清分、安防监控等系统均为独立建设，接口协议、数据格式、通信标准完全不同，无统一的行业接口规范，各系统之间无法实现互联互通，例如国铁调度系统与地方市域调度中心数据无法共享，应急指挥、客流监测信息无法实时传递，票务系统独立运行，无法实现“一票通行、安检互信”。

### 4.5 路地管理协同与审批难点

路地管理协同不畅与审批流程繁琐，是制约改造工程推进效率的核心管理难题。既有国铁资产、运营调度、安全管理归口国铁集团及下属铁路局管理，项目建设投资、征地拆迁、运营补贴由地方政府承担，市域铁路后期运营又涉及地方轨道交通企业，多方主体权责边界模糊，投资分担、运维管理、安全责任划分缺乏明确依据，易产生利益分歧。改造工程施工方案、天窗点计划、安全协议、运营接管方案等需经过国铁集团、铁路局、地方发改委、住建局等多层级审批，审批流程长、环节多、资料要求严苛。

### 4.6 投资控制与工期保障难点

投资控制与工期保障是改造工程实施的核心管控目标，但受既有线路现状、施工条件、外部协调等因素影

响,面临极大管控压力。前期勘察阶段,既有国铁线路运行年限较长,大量隐蔽工程、地下管线、老旧设备资料缺失不全,现场勘察难以全面掌握实际情况,导致工程量核算、造价编制偏差较大,施工过程中易出现工程量增加、设计变更等问题,直接造成投资上浮。营业线施工效率低,天窗点作业时间短、工序紧凑,返工风险高,且需投入大量安全防护、过渡施工措施费用,双模信号设备、定制化通信设备等国产化率较低,采购成本高昂,进一步加剧投资超概风险。

## 5 典型实践启示

### 5.1 上海金山铁路

上海金山铁路是国内既有国铁市域化改造的标杆项目,线路利用既有沪杭铁路金山支线改造而成,是国内首条公交化运营的市域铁路。项目改造过程中,重点采用双模信号系统、LTE-R通信系统、牵引供电扩容三大核心技术,解决了国铁与市域铁路技术兼容问题,信号系统实现国铁列车与市域列车共线运行,通信带宽满足公交化运营需求。在管理模式上,由地方政府承担全部改造资金,购买国铁运输服务,国铁负责行车组织与设备维护,地方负责客流运营与补贴,构建了清晰的路地权责体系。该项目开通后实现高峰时段10分钟一班的公交化运营,日均客流突破3万人次,

### 5.2 北京市域副中心线

北京市域副中心线利用既有京汉铁路、西长铁路富余能力改造,属于繁忙干线市域化改造项目,线路途经核心区,施工管控要求极高。项目秉持微创改造、分步升级的理念,最小化信号、通信、供电等“四电”系统改造范围,优先对既有设备进行补强优化,避免大规模设备更换,减少营业线施工工作量。施工过程中严格管控天窗点作业,采用分段、分时施工模式,最大限度降低对国铁繁忙干线运营的影响,实现了快速开工、快速开通。

### 5.3 成都成灌铁路

成都成灌铁路由既有国铁线路改造而来,聚焦都市

圈通勤需求,项目由地方政府采购专属市域列车,对既有供电、信号系统进行针对性优化改造,提升系统适配性。在运营管理方面,实行运维成本封顶机制,明确路地双方运维费用分担比例,建立成本管控与绩效考核机制,避免运维成本超支。项目开通后实现高密度、公交化运营,有效衔接中心城区与郫都区、都江堰市,通勤效率大幅提升。

结合笔者参与多个市域铁路建设与管理工作的实践经验,既有国铁市域化改造必须坚持因地制宜的原则,杜绝一刀切的改造模式,重点加强五大融合:一是设施互联,打通国铁与市域铁路硬件设施壁垒,实现线路、车站、设备互联互通;二是票制互通,统一票务系统,实现一票到底、无缝换乘;三是安检互信,推行一次安检、全线通行,减少乘客换乘流程;四是信息共享,打通路地数据壁垒,实现调度、客流、应急信息实时互通;五是管理协同,建立统一的管理机制与运营标准,实现路地一体化管理。

## 结束语

既有国铁线路增设市域铁路改造工程,是推进轨道交通“四网融合”、构建都市圈1小时通勤圈的重要路径,但其因国铁与市域铁路在功能、技术、运营、管理上的差异,面临技术兼容、施工安全、系统接口、路地协同、投资工期等多重重难点问题。本文通过系统分析改造工程全流程核心难点,结合国内典型项目实践,从技术体系、施工组织、站场改造、接口联调、路地协同、投资工期六大方面提出针对性应对措施,形成了一套完整的工程实施体系。

## 参考文献

- [1] 国家铁路局.TB10631-2021市域(郊)铁路设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2021.
- [2] 赵有明.轨道交通“四网融合”发展路径与关键技术[J].中国铁路,2022(05):1-7.
- [3] 李向国.既有铁路市域化改造技术适应性分析[J].铁道工程学报,2021(08):45-50.