

# 城市轨道交通跨线运营实施方案研究

赵 提

中国铁路设计集团有限公司 天津 300142

**摘要:** 为进一步提高线路间运输协作能力,使网络资源利用率最大化,需要不同线路之间能够实现跨线运营。本文分析了跨线运营的必要条件,需统筹考虑客流需求的充分性、行车组织的合理性、土建工程的可行性、设备系统的兼容性、工程投资的经济性五个方面,并以实际案例进行具体分析,研究成果可为轨道交通的建设提供借鉴和参考。

**关键词:** 轨道交通 跨线运营 系统兼容 联络线

## Research on The Implementation Plan of Cross-line Operation in Urban Rail Transit

ZHAO Ti

China Railway Design Corporation, Tianjin 300142, China

**Abstract:** Research Purposes: In order to further improve the coordination of transportation tasks between different lines and maximize the utilization of network resources, it is necessary to realize cross-line operation between different lines. This paper analyzes and studies the necessary conditions of cross-line operation, should be comprehensively considered the adequacy of passenger demand, the rationality of traffic organization, the feasibility of civil engineering, the compatibility of equipment system and the economy of project investment. Carried on the concrete analysis with the actual case, this article research results provide a reference for rail transit construction.

**Key words:** Urban Rail Transit; Cross-line Operation; System Compatibility; Connecting-Line

随着轨道交通的快速发展,轨道线路成网后每条线路不再是独立的个体,“互联互通”的概念被越来越多的人提及。另外外围城区与中心城区之间早、晚高峰通勤客流巨大,“快速、直达”的出行需求也显得十分迫切。目前国内对跨线运营的研究内容较多,但大多从某一专业角度论述,缺乏系统性。因此,有必要从系统全局出发对跨线运营的实施进行分析论述。

### 1 跨线运营需考虑的因素

#### 1.1 客流需求的充分性

只有当两条线路有较大的客流交互需求时实施跨线运营才有意义。一种是两线所经区域居民有较高的往来频率,传统的站内换乘方式无法满足高峰时段换乘需求;另一种是从城市发展看未来会有较大客流交互需求,提前实现两区域的快速联系有助于带动新城区的发展。

#### 1.2 行车组织的合理性

以市郊线路与城区干线跨线运营为例。从市郊线路乘客出行考虑,贯通交路应当保证一定的发车对数,当乘坐直通车等待时间比换乘时间有明显优势,跨线运营才显得有意义;从城区线路乘客出行考虑,贯通交路的车数不宜过多,因为在运输能力饱和的情况下,增加贯通交路发车对数意味着

需减少本线发车对数,进而影响非共线区段的运输能力。因此需统筹考虑两线客流条件,制定合理的行车组织方案。

#### 1.3 土建工程的可行性

##### 1.3.1 限界满足要求

车辆是运输乘客的载体,而土建结构是承载车辆的物理基础,两者必须具备相匹配的限界尺寸才能保证车辆通行无阻。因此需对车辆限界和结构尺寸进行全面核实,确保限界尺寸满足行车要求。

##### 1.3.2 线路条件适应

线路条件主要包括最小曲线半径、最大坡度、夹直线长度、停车线长度、折返线长度和有效站台长度等。一般取车辆类型、编组数量和速度目标值等技术标准,对于采用不同技术标准的线路,应核实车辆与线路条件的适应性。

##### 1.3.3 接轨方案合理

两线跨线运营一般选择在车站接轨,在满足车站服务功能和运营组织需求的前提下应尽可能控制车站规模,减少投资。另外还应当结合两线的建设时序,研究分期实施方案,预留工程节点。

##### 1.3.4 场段规模匹配

两线若跨线运营,本线的车辆需开行至其他线路,为维

持线路原有的服务频次，必然要增购车辆，车辆增加后日常停车和检修作业的需求随之增大，因此需进一步核算场、段规模是否满足要求。

### 1.3.5 承载能力足够

车辆的轴重、载客能力、运行速度影响桥梁的设计承载能力。因此需对运行线路的桥梁承载能力进行检算，确保桥梁结构强度满足运行需求。

## 1.4 设备系统的兼容性

### 1.4.1 车辆

主要包括车辆类型、车辆动拖比和车辆编组三个方面。车辆型号决定限界和供电方式；车辆动拖比决定车辆的动力性能；车辆编组决定列车的长度，对于跨线运营的线路，需要在以上三个方面尽可能保持一致或兼容。

### 1.4.2 供电

目前轨道交通较常见的供电型式有接触网和接触轨两种。其中接触网有DC1500V和AC25KV两种，接触轨为DC750V。通常的情况下是保持两条线路车辆的受流方式和受流电压一致，对于不同电压的情况可选择双流制式的车辆<sup>[1]</sup>。

### 1.4.3 通信

城市轨道交通通信系统主要由专用通信系统、公用通信系统和公安通信系统组成<sup>[2]</sup>。一般各线路独立运行，不同线路间技术标准不尽相同，若要实现两线间的跨线运营，需对通信系统进行升级改造，采用统一或兼容的通信系统，便于运营管理。

### 1.4.4 信号

跨线运营要求线路的信号系统能够相互兼容。目前实现信号系统兼容常见的做法主要有以下几种<sup>[3-4]</sup>：①列车上安装多套信号车载设备；②轨旁安装多套地面设备；③多线路网内采用同一家信号设备厂家的设备；④基于统一的规范和标准实现互联互通。

### 1.4.5 屏蔽门系统

目前国内轨道交通大多设置屏蔽门，但不同车型和编组的车门数量和车门中心距离均不相同，导致其他线路的车辆与既有站台门无法对齐。为保证站台门的兼容性，常见的手段主要为改造既有站台门、采用新型站台门和退台等方式。

## 1.5 工程投资的经济性

两条独立线路实现跨线运营工程投资将进一步增加。主要包括车辆增购费用、土建工程增加费用（场段规模扩大、

车站规模增加，线路长度增长等）和设备系统更新改造费用。因此需进一步核算投资费用，避免超出预算。

## 2 工程案例分析

### 2.1 项目背景

某市市郊铁路线路A与市区地铁线路B在M1站换乘。目前线路A已开工建设，线路B正在开展初步设计。由于线路A建设时序早于线路B，在线路A设计时仅考虑预留两线在M1站通道换乘的条件，线路B启动后，相关建设及规划管理部门要求进一步研究两线跨线运营的必要性及建设方案。



图1 A线与B线位置关系平面示意图

### 2.2 换乘客流分析

根据客流预测结果表1所示，M1站早、晚高峰客流具有明显潮汐性，换乘客流量相对较大，为进一步提高轨道交通服务水平，为通勤乘客提供更多便利，两线跨线运营是十分有必要的。

### 2.3 设备系统兼容性分析

通过表2可以看出，两线在车辆限界、票务系统均可兼容。但还需对供电系统、通信系统、信号系统、屏蔽门系统等兼容性进行改造：

**供电系统：**A线列车调整为双流制式车辆，在换乘站实现交流与直流供电系统的转换。

**屏蔽门系统：**两线列车需开启的屏蔽门不同，B线车站需对A线列车的停车控制和屏蔽门的开关进行程序上的调整。

**通信系统：**B线采用与A线相同品牌及型号的无线通信及PIS车地无线通信系统设备，并改造控制中心相关设备。

**信号系统：**通过对两线信号设备进行改造，使轨旁信号系统设备、车-地无线通信设备、和车载ATC设备兼容或一致，技术上可以实现两线在换乘站信号系统的相互转换。

表1 M1站换乘客流量

M1站 换乘流线	全日换乘客流量		早高峰换乘客流量		晚高峰换乘客流量	
	A线至B线	B线至A线	A线至B线	B线至A线	A线至B线	B线至A线
初期	47252	48698	6521	930	921	6567
近期	70132	701433	9937	1316	1287	9375
远期	123496	127654	16031	2578	2059	15451

表2 设备系统兼容性分析对比表

	车辆及编组	供电系统	通信系统	信号系统	屏蔽门	票务系统
A线	A型车; 4-4-6编组	AC25000V 接触网供电	供应商, 设备型号不同	点连式ATC信号系统	开启屏蔽门数目不同	采用城市一卡通
B线	A型车; 6-6-7编组	DC1500V 接触网供电		移动闭塞CBTC信号系统		

2.4 土建工程方案分析

为实现跨线运营, 将A线向东延伸至M2站, 与B线采用平行双岛车站型式接轨换乘, B线M2站实施时, 预留将来A线延伸线接入的工程条件, 待A线延伸方案具备建设条件后接入M2站与B线跨线运营。针对两线在M2站的接轨方案进行了如下比较研究:

方案1: A线在外侧, B线在内侧。

该方案在车站两侧预留A线实施条件, 后期建设对B线影响较小。但A线延伸至M2站后需继续向东延伸逐渐收缩线间距后才具备设置站后折返线的条件, 导致线路较长。

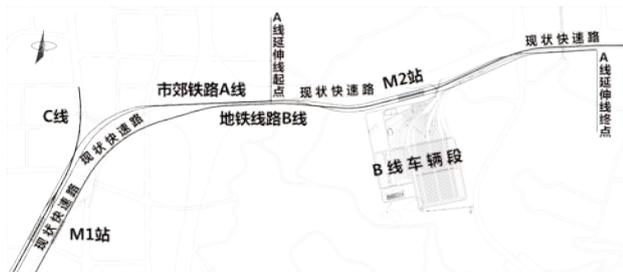


图2 方案一平面示意图

方案2: A线在内侧, B线在外侧。

A线折返线长度较短, 但B线部分区间由双线桥调整为单线桥投资增加。另外M2站对A线采用工程预留、分期后建的方式施工难度大, 车站宜同步建设。



图3 方案二平面示意图

经综合比较如表3所示, 方案一侧重于局部最优, 对B线影响较小, 但A线延伸线较长, 工程总投资较高。方案二侧重于整体最优, B线需做调整, 但有利于缩短总长度, 总投资较低。本着从全局出发, 节约工程投资角度推荐采用方案二。

表3 方案比较表

		方案一	方案二
线路长度	A线(延伸线)	1833m	1189m
	B线(3站2区间)	4504m	4490m
区间桥梁长度	A线	单线桥: 2800m 双线桥: 433m	双线桥: 1189m
	B线	双线桥: 4504m	单线桥: 2400m 双线桥: 3290m
方案影响	车站	有利于分期实施; 后期A线建设对B线影响小	车站一次建成, 不宜分期实施
	A线区间	线路较长, 且1400m长度范围为单线桥, 投资较大	线路长度减少约644m, 且均为双线桥, 投资较小
	B线区间	线站位方案和工程投资基本无变化	线位变化较大, 1200m双线桥变为两幅单线桥, 投资增加
工程投资变化	A线增加量	19330万元	10390万元
	B线增加量	1489万元	3973万元
	总增加量	20819万元	14363万元

3 结论及建议

(1) 跨线运营方案实施应以客流需求为前提, 从线网角度进行研究论证, 并在规划阶段给予明确。在实际建设中如不能同步实施还应做好工程预留, 以便减少后期改造的难度

和相互的不利影响。

(2) 跨线运营方案的实施应从系统全局出发, 不仅仅是土建工程的可行性, 还需对行车组织合理性、设备系统兼容性、工程投资的经济性和建设时序的差异性等多方面进行分

析论证,缺一不可。

(3) 土建工程是实现跨线运营的重要环节之一,应进行多方案比较论证,选择合理可行的接轨方案。从全局出发,尽可能以最小的工程代价实现互通的效果,从而达到整体上的最优。

**参考文献:**

[1]陶志祥.区域城际铁路与城市轨道交通跨线运行的兼容性分析[J].城市轨道交通研究,2018,11(1):6—10.

[2]龙卫民.城市轨道交通通信资源共享研究[J].铁道通信信号,2012,48(5):62—64.

[3]李中浩.城市轨道交通CBTC互联互通发展趋势及建议[J].城市轨道交通研究,2018,21(5):15—33.

[4]金世杰,郜春海.城轨交通信号系统资源共享与互联互通[J].都市轨道交通,2007,20(2):92—95.

中图分类号: U212.34 文献标识码: A