

文章编号: 1674—8247(2021)01—0070—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2021.01.015

重庆铁路枢纽东环线 CTCS-2 信号列控系统贯通方案研究

周志辉

(中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司, 重庆 400023)

摘 要:本文基于重庆铁路枢纽的总体规划,研究了枢纽内与东环线相关的既有、在建及拟建铁路的技术标准,结合高速铁路运输需求,对重庆枢纽东环线列控系统配置进行了分析,提出了能充分利用东环线改善枢纽内运输组织方式和提高信号系统安全的可行方案,可为进一步规划实施重庆枢纽信号系统建设提供有益参考。

关键词:重庆枢纽;东环线;列控系统;信号;运输组织

中图分类号:U284.48 **文献标志码:**A

A Study on Scheme of CTCS-2 Train Control Level Penetration for East Circular Line of Chongqing Railway Junction

ZHOU Zhihui

(CREEC (Chong qing) Survey, Design and Research Co., Ltd., Chongqing 400023, China)

Abstract: Based on the overall planning of Chongqing Railway Hub, studied the technical standards of existing, under-construction and proposed railways related to the East Loop in the Railway Hub, and combined with the transport demands of high-speed railway, this paper analyzes the configuration of train control system on the East Loop of Chongqing Railway Hub, and puts forward a feasible scheme that can make full use of the East Loop to improve the transportation organization mode and enhance the safety of the signal system in the Hub, which provides a useful reference for the further planning and implementation of the signal system construction of Chongqing Railway Hub.

Key words: Chongqing Railway Junction; East Circular Line; train control system; signal; transport organization

1 工程概述

新建铁路重庆枢纽东环线(简称:东环线)位于重庆市主城区,国家电气化 I 级客货双线铁路,最高旅客列车设计速度为 160 km/h,是一条连接重庆枢纽内重庆北、重庆西、重庆东、沙坪坝等大型车站及干线铁路的重要环线,工程分为东环线正线、机场支线、黄茅坪支线 3 个部分^[1]。

(1) 东环线正线

线路南起于渝黔铁路珞璜南站,向北经珞璜、南彭、重庆东、东港、庙坝(与渝怀线交叉连接)、龙盛、统景、木耳、水土,止于磨心坡北场接入襄渝线,线路全长约 158.666 km。

(2) 黄茅坪支线

线路起于东环线水土车站,向南沿金山大道东侧前行至福特三工厂,设黄茅坪站(工业站),正线全长 20.378 km。

(3) 机场支线

收稿日期:2020-11-02

作者简介:周志辉(1964-),男,高级工程师。

引文格式:周志辉.重庆铁路枢纽东环线 CTCS-2 信号列控系统贯通方案研究[J].高速铁路技术,2021,12(1):70-74.

ZHOU Zhihui. A Study on Scheme of CTCS-2 Train Control Level Penetration for East Circular Line of Chongqing Railway Junction[J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(1):70-74.

线路起于重庆北站(通过区间重庆北线路所接入),向北经江北机场(地下车站),沿渝邻高速东侧前行至渝北区郭家镇,在郭家线路所和东环线统景方向联通,正线全长 28.502 km。

2 东环线主要相关动车组交路 [2-7]

根据现行铁路设计标准,东环线正线及黄茅坪支线采用 CTCS-0 级列控系统(简称 C0),机场支线考虑渝宜高速铁路接入,采用 CTCS-2 级列控系统(简称 C2)。装备 C0 车载设备的列车在东环线全线均可运行,但装备 CTCS-3 级列控系统(简称 C3)车载设备的列车不可在东环正线受控运行,因此,渝湘高速铁路列车若通过东环线直接到达重庆北站,其装备 C3 车载设备的动车组运行将会受到影响,故本文主要研究装备 C2、C3 车载设备动车组的交路。

按照规划设计,渝湘高速铁路列车到达重庆东站后,会继续向西北顺序到达重庆站和沙坪坝站,但没有去重庆北站的交路。从既有运行情况看,高速铁路进入大型枢纽后,实现各大型客站的到发,对提高旅客舒适性及便捷性具有重要意义。因此,笔者认为,渝湘高速铁路到达重庆北站和渝万高速铁路到达重庆西站的需求应充分考虑,需增加以下动车组交路。

(1) 渝湘高速铁路至重庆北站动车组交路

① 渝怀交路

经巴南、赵家湾线路所、重庆东站东环场、冯家湾线路所、东港、皂角树线路所、渝怀联络线、果园港线路所、鱼嘴、唐家沱、重庆北线路所、重庆北渝怀场,其中重庆北渝怀场将在其它工程中改造为 C2 级列控系统。因本交路经皂角树线路所侧向通过后借道渝怀线,简称“渝怀交路”。

② 东环—机场交路

经巴南、赵家湾线路所、重庆东站东环场、冯家湾线路所、东港、皂角树线路所、庙坝、龙盛、统景、郭家线路所、郭家、江北机场、重庆北线路所、重庆北渝怀场。因本交路经皂角树线路所直向通过后,先后借道东环正线、机场支线,简称“东环—机场交路”。

(2) 渝万高速铁路至重庆西站动车组交路

经重庆东站渝万场,连接东环线线路所(现未规划)、南彭、珞璜东、珞璜南、重庆西站。目前正在建设的渝昆高速铁路在进入重庆西前,通过九龙坡站到达重庆东站联络线,这条交路能满足渝昆高速铁路到达重庆东站的需求,但不能解决渝万高速铁路到达重庆西站的需求。若利用东环线联通重庆西站和重庆东

站,则不仅能使渝万高速铁路到达重庆东站和重庆西站,也能使渝昆高铁到达重庆西站后,再利用此通道到达和重庆东站,并可取消正在建设的重庆西至重庆东联络线,节省投资和占地。同时,东环线 160km/h 的建设标准也完全能够支撑高速铁路的运营需求。

(3) 东环线动车组交路

经渝贵铁路珞璜南、珞璜东、南彭、樵坪山线路所、重庆东站东环场、冯家湾线路所、东港、皂角树线路所、庙坝、龙盛、统景、郭家线路所、郭家、江北机场、重庆北线路所、重庆北渝怀场,简称“东环交路”交路示意图 1 所示。

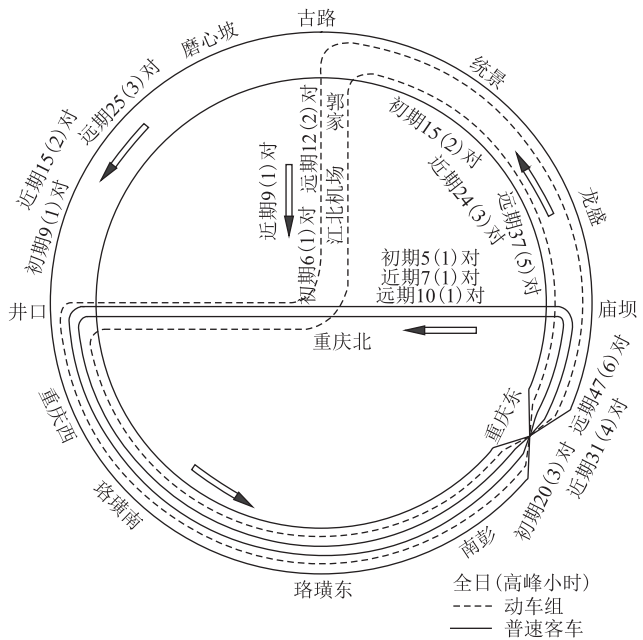


图1 东环交路示意图

3 东环线与相关线路列控系统配置及设计情况

(1) 在建渝湘高速铁路正线采用 C3 级列控系统,引入枢纽的巴南站(不含) - 赵家湾线路所 - 重庆东站(渝黔江场)段采用 C2 级列控系统。

(2) 既有渝贵铁路(已开通运营)采用 C2 级列控系统。

(3) 既有成渝高速铁路成都东至沙坪坝(含)段采用 C3 列控系统,沙坪坝(不含) - 重庆站 - 重庆东站(渝黔江场)段采用 C2 列控系统。

(4) 既有襄渝线、渝怀线为客货共线普速铁路,采用 C0 列控系统。

(5) 拟建渝万高速铁路 - 青山山线路所(不含)采用 C3 级列控系统,青山山线路所(含) - 重庆东站(渝

万场)段采用 C2 列控系统。

4 存在的主要问题

(1) 渝湘、渝万高速铁路列车不能在东环线运行,降低了高速铁路运行的灵活性

渝湘、渝万高速铁路以开行配置 C3 级列控车载设备的动车组为主,开行少量配置 C2 级列控车载设备的动车组。东环线采用 C0 级列控系统,装备 C2 车载设备的动车组经 C2/C0 级间转换后,可按 LKJ 控车运行。装备 C3 车载设备的动车组,正常情况下不能在东环线上运行,特殊情况下,经司机操作后,可按机车信号模式(CS)运行,但因采用人工控车,列车安全缺乏设备监控,且 CS 模式不可控因素较多,对枢纽内运输组织干扰较大^[8],故不予推荐使用。由此,渝湘、渝万高速铁路多数动车组不能经过东环线到达重庆北站或重庆西站,降低了高速铁路运行的灵活性。

(2) 枢纽内级间转换点增多,接口风险增加

渝贵铁路、渝万高速铁路、渝湘高速铁路开行的装备 C2 车载设备的动车组,经东环线去往重庆东站、重庆西站、重庆北站等主要大型车站时,均要进行列车控制系统等级 C2/C0、C0/C2 的多次转换,影响列车运行的安全性。同时,多种列车等级的存在,也不利于电务部门的维护。不满足铁总建设[2018]19号《高速铁路信号联锁和列控设备质量控制若干措施的通知》^[9]的要求。高速铁路信号系统设计应尽量实现列控等级贯通设计,减少列控等级差异,减少等级转换设计,降低接口风险。

5 CTCS-2 级列控系统贯通方案研究

“东环交路”本身存在两处级间转换点,若渝湘高速铁路跨线动车组经“渝怀交路”运行至重庆北站渝怀场,则须将该交路涉及的东环线、渝怀线部分线路和车站地面信号系统由 C0 等级改造为 C2 等级。两条交路叠加后,将产生 4 处 C2/C0 级间转换,分别位于珞璜南-珞璜东区间(“级转 1”)、樵坪山线路所-重庆东东环场区间(“级转 2”)、皂角树线路所-庙坝区间(“级转 3”)、郭家线路所-郭家区间(“级转 4”)。

根据运输组织安排,重庆北至重庆西之间有动车组运行,故本文建议将珞璜南(不含)-重庆东东环场(不含)约 40 km 线路地面信号系统由 C0 改造为 C2 等级后,这样不仅可实现 C3 车载的动车组在重庆枢纽内的环状运行,还可消除“级转 1”和“级转 2”两处转换点。但此时机场支线开行的 C2 车载动车组仍须

先后经“级转 4”C2/C0、“级转 3”C0/C2 才能运行至重庆东东环场。因此,建议将郭家线路所(含)-庙坝站(含)约 40 km 线路地面信号系统也由 C0 等级改造为 C2 等级,消除“级转 3”和“级转 4”。至此,枢纽内存在的 4 处级间转换点均全部消除。

目前,与东环正线接轨的拟建渝合铁路处于搁置状态,黄茅坪支线“单线改双线 I 类变更”也仅预留桥、隧、路基等土建工程,仍按单线铁路铺轨,增开动车组客运的计划尚未可知。因此,建议郭家线路所(不含)-老柏沟线路所(含)约 30 km 线路维持既有 C0 等级,暂不进行改造。将唐家沱-胡豆堡线路所的联络线(约 6 km)地面信号系统由 C0 等级改造为 C2 等级,则渝利线动车组可由此联络线经唐家沱站贯通运行至重庆北渝怀场。

综上所述,若要实现 CTCS-2 级列控系统贯通,需将东环线珞璜南(不含)-重庆东东环场(不含)-庙坝站(含)、郭家线路所(含)-庙坝站(含)信号系统及渝怀线唐家沱-胡豆堡线路所联络线的列控系统由 C0 等级改造为 C2 等级,并纳入在建东环线工程同步实施,提高线路运用的灵活性,也减少了将来既有线路实施改造的安全风险。涉及站点有珞璜东、南彭、樵坪山线路所、重庆东东环场、冯家湾线路所、东港、皂角树线路所、庙坝、龙盛、统景、郭家线路所;渝怀线果园港线路所、鱼嘴、唐家沱和胡豆堡线路所,共计 15 个站(所)。

6 列控系统主要设备修改方案

结合调度台划分方案,可在重庆东东环场新设重庆 4 台(管辖东环线)临时限速服务器(TSRs),对重庆 4 台管辖范围内的 C2 区段下达临时限速命令^[10]。各车站设置列控中心设备(TCC),并对既有渝利线胡豆堡线路所 TCC 设备进行适应性修改。

(1) 列控中心功能

在建东环线、既有渝怀线均为四显示自动闭塞制式,地面设通过信号机,区间采用 ZPW-2000 系列移频轨道电路,站内采用 25 Hz 轨道电路,均采用继电编码方式。东环线采用区间综合监控系统完成方向电路、站间信息透传以及区间逻辑检查三大功能;渝怀线采用电缆传输方向电路和站间信息,由区间综合监控系统完成逻辑检查功能。增设 TCC 只需实现应答器报文控制功能,逻辑检查等功能维持既有方式。

(2) 远程冗余 LEU 设置

皂角树线路所、果园港线路所 TCC 集中设置于庙

坝站信号楼内,冯家湾线路所 TCC 集中设置于重庆东东环场信号楼内,因其应答器控制电缆均超过 2.5 km,分别在室外合适位置设远程冗余型 LEU 机柜,TCC 至远程 LEU 柜设置不同物理径路的 8 芯光纤,用于数据通信。

(3) 应答器设置

珞璜东、重庆东东环场、统景应在进站信号机处设置 JZ 有源应答器组,各侧线股道应设置 CZ 有源应答器组。重庆东东环场站正线考虑动车组转线作业,需设置有源应答器组,其余办理动车组列车通过进路的车站,仅需在进站信号机处设置 JZ 有源应答器组。车载 ATP 应通过应答器信息锁定相关载频,完成枢纽内 2 处载频切换。区间每间隔 1 个闭塞分区设置区间无源应答器组,兼顾动车组列车自动过分相功能。

(4) 安全数据网

信号安全数据网应满足 TB/T 3547 - 2019《铁路信号安全数据网》^[11]的要求。改造范围内沿铁路左、右线分别敷设 8 芯光纤构成信号安全数据网,其中 4 芯光纤采用线路一侧光缆提供,另 4 芯光纤采用线路另一侧光缆提供。每侧光缆中另各预留 4 芯光纤作为信号安全数据网的备用光纤。

7 联锁及电码化主要方案

(1) 接近锁闭区段长度

枢纽东环线按最大常用制动距离进行统一设计,具体长度结合各站/区间情况,并考虑速度、坡度等因素分别确定,避免 ATP 出现提前起模。正/反向接近锁闭区段长度均以闭塞分区为单元,反向运行时,直向接近锁闭长度与发码范围保持一致。

(2) 1LQ 区段长度

根据工程经验,将东环线相关车站/线路所 1LQ 长度调整至 700 m 以上,以满足动车组由道岔侧向允许速度 80 km/h 制动到 0 km/h 的距离要求。当条件受限无法满足动车组制动距离要求时,可采用侧向发车进路补码的方式,使进路侧向区段与 1LQ 累计长度超过 700 m。

(3) 警冲标、信号机、应答器距离关系

东环线动车组运行进路范围内,信号机(车站、调车)与警冲标的距离按不小于 5 m 设置。考虑动车组通过进路,既有渝怀线鱼嘴、唐家沱站的警冲标与信号机距离调整至不小于 5m。应答器根据 Q/CR769 - 2020《列控系统应答器应用技术条件》^[12]要求进行配置,靠近站台,远离警冲标,并尽量对齐设置。

(4) 电码化设置方案

① 最高码序

根据 TB 10007 - 2017《铁路信号设计规范》^[13]第 9.0.7 条内容:CTCS-2 级区段追踪码序的最高信息码可根据线路实际情况选择。东环正线、渝怀线设计最高速度均为 120 km/h,但枢纽内部分地段限速值低于 120 km/h(如重庆北渝怀场至唐家沱区间),因此,在确保动车组列车安全舒适运行前提下,综合考虑工程造价,通过增加继电器的方式,并修改相关电路,调整最高编码至 L3 码。

② 反向码序

根据 TB 10007 - 2017《铁路信号设计规范》第 9.0.8 条内容,本次 C0 改 C2 范围内,动车组反向按自动站间闭塞运行时,车站/区间贯通发送 JC 码。车载 ATP 根据进、出站端应答器提供的 C3 信息包,默认前方进站信号机关闭,生成完全监控曲线,监控列车安全运行。当动车组运行至接近区段时,接收轨道电路信息,并生成新的监控曲线。

③ USU 码序

当发车进路有经 18 号道岔的侧向进路时,股道可发送 USU 码序,其编码用的 UUS 继电器由联锁直接驱动,但列控中心与联锁实时通信,当前方出现限速信息时,列控中心将向联锁下达降级命令。

8 结束语

经分析研究,东环线采用 C2 列控系统不仅有利于高速铁路列车利用东环线实现枢纽内主要大型车站的到发,还可减少枢纽内级间转换的次数,有利于提高列车运行的安全性和舒适度。鉴于东环线正在建设,建议其按 C2 标准进行设计,减少将来既有线改造带来的安全风险和投资增加。同时,建议枢纽内的线路均采用 C2 列控系统,将 C3 列控区布置于枢纽之外,既满足 C3、C0、C2 列车的运行需求,又可减少 C3 进入枢纽后,因线路改造而导致数据修改工作量增加。

参考文献:

- [1] 铁总发改函[2018]539 号. 中国铁路总公司、重庆市人民政府关于重庆铁路枢纽规划(2016 - 2030 年)的批复[S].
Tie Zong Fa Gai[2018] No. 539, Approval of Chongqing Railway Hub Plan (2016 - 2030) by China Railway Corporation and Chongqing Municipal People's Government[S].
- [2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路重庆铁路枢纽东环线信号施工图设计说明书[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2017.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Design Instructions of Railway Signal Construction design for East-Ring line of Chongqing Railway Hub [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2017.

[3] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路重庆至黔江线信号初步设计专篇(鉴修) [R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,2019.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Preliminary Design Instructions (Revision) of Railway Signal for Chongqing Qianjiang Railway [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2019.

[4] 中铁二院工程集团有限责任公司. 改建铁路成都至重庆线 重庆站至江津段改造工程可行性研究(鉴修) [R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,2019.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Feasibility Study Report (Revision) of Railway Signal for Chongqing Jiangjin Railway [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2019.

[5] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路重庆至万州高速铁路可行性研究(初稿) [R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,2019.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Feasibility Study Report(First Draft) of Railway Signal for Chongqing Wanzhou High Speed Railway [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2019.

[6] 中铁二院工程集团有限责任公司. 重庆枢纽调度区划分、列控系统及临时限速方案研究(初稿) [R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,2018.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Research on Dispatching area Division, Train Control System and Temporary Speed Restriction of Chongqing Railway Hub (First Draft) [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2018.

[7] 中铁二院工程集团有限责任公司. 重庆枢纽东环线部分线路 C2 贯通方案研究(初稿) [R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司,2018.

China Railway ERYUAN Engineering Group Co., Ltd. Research on Inter-Connection scheme of Partial CTCS-2 Line in East-Ring line of Chongqing Railway Hub (First Draft) [R]. Chengdu; China Railway ERYUAN Engineering Group Co.,Ltd.,2018.

[8] 铁总建设[2017]73 号. 关于实施高速铁路限速点考核评价的通知 [S].

Tie Zong Jian She [2017] No. 73. Notice on the Implementation of Assessment and Evaluation of Speed Limit Points in High Speed Railway [S].

[9] 铁总建设[2018]19 号. 高速铁路信号联锁和列控设备质量控制若干措施的通知 [S].

Tie Zong Jian She [2018] No. 19. Notice of Quality Control Measures for High Speed Railway Signal Interlocking and Train Control Equipment [S].

[10] 夏进波. 客运专线临时限速设置优化研究 [J]. 高速铁路技术, 2016, 7 (3) : 79 - 81.

XIA Jinbo. Research on Optimization of Temporary Speed Restriction Setting for Passenger Dedicated Line [J]. High Speed Railway Technology, 2016, 7 (3) : 79 - 81.

[11] TB/T 3439 - 2016 列控中心技术条件 [S].

TB/T 3439 - 2016 Technical Specification of Train Control Center [S].

[12] Q/CR 769 - 2020 列控系统应答器应用技术条件 [S].

Q/CR 769 - 2020 Balise Applicationg Technical Conditions for Train Control System [S].

[13] TB 10007 - 2017 铁路信号设计规范 [S].

TB 10007 - 2017 Code for Design of Railway Signaling [S].