

城市轨道交通联络线长度较短时的计轴点设置方法

黄柒光

(卡斯柯信号有限公司, 200072, 上海//高级工程师)

摘要 当土建原因造成线路之间的联络线长度较短时,联络线边界计轴受扰情况下,易影响正线运营。提出了一种优化设计方案:在联络线上增加 1 个计轴点,并划分 1 个无岔区段,两条线路的信号系统共享该无岔区段占用和空闲信息。该设计方法可避免侵限,也避免了出现联络线边界计轴点受扰影响正线运营的情况;可减少故障抢修时间,降低对运营的影响;可提高信号系统可用性,提高运营效率。该设计方法已应用于郑州地铁 4 号线的联络线设计。

关键词 城市轨道交通;信号系统;联络线;区段设计;计轴点设置

中图分类号 U284.47

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.01.036

Setting Method of Axle Counter Points for Urban Rail Transit Link Line with Shorter Length

HUANG Qiguang

Abstract When the link line between lines is shorter due to civil engineering, in condition of axle counter disturbed at link line boundary, operation of the main line can be affected. An optimized design scheme is proposed: an additional axle counter point is arranged on the link line, and a section without switch is separated, the occupied and idle information of which is shared by the signaling systems of two lines. The design scheme has avoided limit invasion, as well as the situation of disturbance of axle counter point at link line boundary affecting operation of the main line. Time of fault emergency repair can be reduced, lowering influence on operation. Availability of the signaling system and operation efficiency are improved. The proposed design method has been applied to the link line of Zhengzhou Metro Line 4.

Key words urban rail transit; signaling system; link line; section design; setting of axle counter points

Author's address CASCO Signal Ltd., 200072, Shanghai, China

岔、分界点等都已确定,此时进行线路的信号系统设计。区段设计是信号系统设计重要组成部分,联络线区段设计的好坏直接影响运行安全和运营效率。

在实际工程中,因为土建原因可能存在联络线距离较短的情况,例如郑州地铁 4 号线与预留的郑州地铁 16 号线之间的联络线的距离就较短,仅长 125 m(岔尖到岔尖)。若按信号系统常规的区段设计方法,将区段分界点设置在联络线中间,如联络线边界计轴受扰则会影响正线正常运营。比如,当有金属物划过安装在轨旁的计轴设备时,将会影响正线正常运营,导致正线列车晚点等情况发生。本文探讨长度较短联络线的计轴点设置方法。

1 长度较短联络线计轴点设置方法研究

1.1 列车检测及计轴旁路规则

CBTC(基于通信的列车控制)信号系统主要包含 ATC(列车自动控制)、CI(联锁)、ATS(列车自动监控),以及 MSS(维护支持系统)、DCS(数据通信系统)等子系统。ATC 子系统由车载 ATC 设备与轨旁 ATC 设备组成。CI 所需轨道占用信息,由车载 ATC 设备通过车地无线网络传递给轨旁 ATC 区域控制器,再传递给 CI;辅助轨道占用信息则由 CI 通过安全型继电器采集计轴系统检测的区段占用出清信息;CI 系统根据上述两种方式获取到的占用出清状态计算区段的占用出清信息。

轨旁 ATC 区域控制器,一方面通过车载 ATC 设备获取车地无线网络传递的位置信息,一方面接收 CI 从安全继电器采集的计轴检测系统获取的列车占用信息,通过比较两边信息,判断计轴是否有效。如轨旁 ATC 区域控制器接收到 CI 从计轴系统获取的是区段占用信息,但通过车地无线网络获取的位置信息是区段没有占用,此时轨旁 ATC 区域控制器会旁路(切除)该区段计轴,不采纳该区段计轴信息,认为该区段计轴可能受扰。

城市轨道交通联络线指将线路与线路衔接起来的线路。线路的土建工程完成后,联络线处的道

对于一般情况下的计轴受扰情况,轨旁 ATC 区域控制器会旁路该区段计轴,但对于联络线边界区段,由于其是线路入口,因此不允许旁路边界区段计轴。主要原因是:对于非通信列车(未安装车载 ATC 设备或车地无线通信无法正常工作的列车),轨旁 ATC 区域控制器无法通过车地无线网络获知列车位置报告,只能通过 CI 从计轴系统获取占用信息,因此不允许旁路边界区段计轴。

1.2 典型联络线计轴点布置方案

1.2.1 典型联络线计轴点设计

一般情况下,联络线边界点与正线通过道岔连接,线路分界点在联络线中间点,由 3 个计轴点组成的道岔区段设计为边界区段,如图 1 所示的道岔区段的 3 个计轴点(JZ01、JZ02、JZ03)中任意一个受扰,将会导致计轴系统输出道岔区段占用。该区段为联络线边界,轨旁 ATC 区域控制器无法旁路该计轴,因此 CI 从计轴系统获取信息是区段占用。道岔区段占用将导致道岔无法转动。计轴受扰故障后,须在运营期间进行计轴复位的相关操作,这将严重影响线路正常运营,影响列车运行间隔,导致列车晚点。

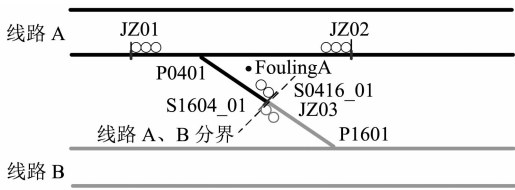


图 1 典型联络线区段计轴点布置方案
Fig. 1 Layout scheme of axle counter points in typical link line section

1.2.2 典型联络线增加无岔区段计轴点设计

一般情况下,通过在联络线增加 1 个计轴点而划分出 1 个无岔区段进行优化。该无岔区段为联络线边界,与道岔区段相连。该无岔区段由 2 个计轴点组成,道岔区段由 3 个计轴点组成。如图 2 所示,在联络线增加计轴点 JZ04,边界区段由计轴点 JZ03 和 JZ04 组成,分界点在联络线渡线中间。列车车轮经过计轴传感器时,计轴传感器将采集到的信息传送到计轴系统处理器,计轴系统计算完后将信息传送到安全型继电器,安全型继电器将信息传送到 CI,CI 通过车地无线网络将信息传送到轨旁 ATC 区域控制器。由此可见,列车实际占用出清状态传递到 CI 和轨旁 ATC 区域控制器存在一定的延时。计轴检测列车占用到联锁计算占用情况需一定时

间,再结合车辆和信号系统一些参数可知,两个计轴点布置必须满足一定距离要求。根据郑州地铁 4 号线车辆和信号系统相关参数,结合列车经过联络线最高允许速度,经计算得到的最小区段长度必须大于 30 m。由于有该限制要求,计轴点 JZ04 设在警冲标外方,造成侵限。计轴点 JZ03 和 JZ04 受扰后,计轴系统输出边界区段占用,而该区段为线路边界区段,不可被轨旁 ATC 区域控制器旁路,因此 CI 计算结果为该区段占用;因计轴点 JZ04 在警冲标外方,无岔区段为侵限区段,因此边界计轴受扰,导致无岔区段占用,影响经过该道岔的正线进路办理。

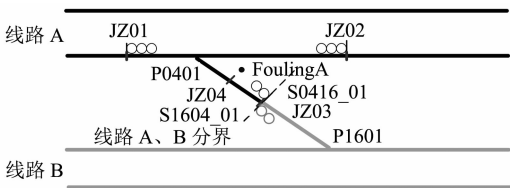


图 2 典型联络线增加无岔区段后的联络线区段计轴点布置方案
Fig. 2 Layout scheme of axle counter points after adding no switch section to typical link line

1.3 长度较短联络线计轴点优化布置方案

将联络线处无岔区段划分为共用区段,即该区段占用信息同时输出给相关的两条线路。如图 3 所示,将计轴点 JZ03 和 JZ04 组成的无岔区段设置为共用区段,线路 A 的分界计轴点为 JZ03,线路 B 的分界计轴点为 JZ04。

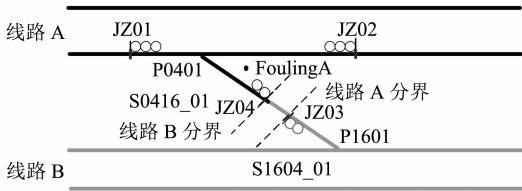


图 3 长度较短联络线计轴点优化布置方案
Fig. 3 Optimized layout scheme of axle counter points of link line with shorter length

为避免共线区段重复安装计轴点,在联络线共用区段计轴点归属线路 A,但计轴点 JZ03 和 JZ04 组成的区段信息输出给线路 A 的同时也输出给线路 B。根据车辆、信号系统相关参数,在列车最高允许速度下计算出最小区段长度,计轴点 JZ03 和 JZ04 的布置大于最小区段长度。计轴点 JZ04 不在警冲标 FoulingA 外方,并且计轴点 JZ04 到警冲标 FoulingA 距离大于死锁距离。死锁距离是指:考虑

到线路存在坡度,列车可能后溜并与正线运营列车发生侧撞,因此计轴点设置位置须与警冲标隔开一段距离(长度为列车后溜距离和车轮到车头距离,如考虑计轴系统允许丢失一副轮对,那么为第二车轮到车头距离),该距离即为死锁距离。死锁距离根据车辆参数、ATC 参数及项目要求后溜触发紧急制动距离等计算所得。列车在死锁距离范围内,不允许道岔转动。即使计轴点 JZ03 和 JZ04 受扰,CI 计算结果为该区段为占用,但优于计轴点 JZ04 不在警冲标外方,也不在道岔死锁距离范围内,因此无岔区段占用不影响经过道岔的正线进路办理和信号开放。

采用优化后的计轴点设置方案,避免了侵限,同时联络线边界计轴受扰不会影响到道岔区段。而由于道岔区段不是联络线边界,如果其计轴受扰后被旁路,可在运营结束后进行计轴复位的相关操作,不会影响正线的正常运营。

2 结语

当联络线的长度较短时,将一部分无岔区段设置为共用区段,可避免侵限,避免联络线计轴点受扰影响正线运营;可减少故障抢修时间,降低对运营的影响;可提高信号系统可用性,提高运营效率。本文介绍的方法已应用于郑州地铁 4 号线的联络线设计中,可推广到联络长度较短的其他线路中。

参考文献

- [1] 董寅杰. 城市轨道交通联络线联锁条件的设置及其对运营效率的影响分析[J]. 城市轨道交通研究,2018(1): 66.
DONG Yinjie. Impact of connecting line in interlocking condition on the mainline operation efficiency[J]. Urban Mass Transit,2018(1): 66.
- [2] 邹海平. 地铁联络线信号系统接口设计[J]. 铁道通信信号,2014(6): 27.
ZOU Haiping. Interface design of signaling system for subway connection line[J]. Railway Signalling & Communication,2014(6): 27.
- [3] 杜时勇,郭骥. 地铁不同联络线信号系统站间联系分析[J]. 都市轨道交通,2015(2): 112.
DU Shiyong, GUO Jian. Analysis of metro signal system interfaces between mainline and other lines[J]. Urban Rapid Rail Transit,2015(2): 112.
- [4] 中国交通运输协会轨道交通专业委员会. 城市轨道交通 CBTC 信号系统行业技术规范—需求规范: 中交协[2013]10 号[S]. 北京: 中国交通运输协会轨道交通专业委员会,2013.
Rail Transit Professional Committee of China Transportation Association. Industrial technical specification for CBTC signal system of urban rail transit-requirements specification: China Communications and Transportation of Association[2013] No. 10 [S]. Beijing: Rail Transit Professional Committee of China Transportation Association,2013.
- [5] 黄崇光,梁宇. 城市轨道交通联络线计轴点的设置研究[J]. 铁道通信信号,2020(10): 92.
HUANG Qiguang, LIANG Yu. Study on arrangement of axle counter equipment in connection line in urban rail transit[J]. Railway Signalling & Communication,2020(10): 92.
- [6] 王冠文. 地铁联络线的信号系统接口设计方案探讨[J]. 通讯世界,2019(6): 5.
WANG Guanwen. Discussion on signaling system interface design scheme of metro link line[J]. Telecom World,2019(6): 5.
- [7] 马斌军. 城市中心区地铁联络线规划设计方案优化研究[J]. 铁道标准设计,2018(5): 40.
MA Binjun. Optimization research on planning and designing of metro's tie line in urban center[J]. Railway Standard Design,2018(5): 40.
- [8] 徐志华,王辉,兰健. 重庆单轨交通联络线信号系统方案浅析[J]. 电气化铁道,2012(6): 49.
XU Zhihua, WANG Hui, LAN Jian. Discussion on Chongqing single rail transit link line signaling system scheme[J]. Electric Railway,2012(6): 49.

(收稿日期:2020-01-14)

(上接第 189 页)

- LI Jishan, LI Heping, HAN Xiaohui. Development of powder metallurgy brake pads for sever winter resistant EMU[J]. Railway Technical Innovation,2015(2): 95.
- [3] 韩德伟. 金属硬度检测技术手册[M]. 长沙:中南大学出版社,2003.

- HAN Dewei. Technical manual for metal hardness test[M]. Changsha: Central South University,2003.

(收稿日期:2020-02-19)