

城市轨道交通场段联锁表中基本进路和变更进路的确定以及敌对信号的验证方法

付淳川

(北京城建设计发展集团股份有限公司, 100032, 北京)

摘要 [目的] 联锁表作为计算机联锁设备的调试、开通、验收及后续使用的标准, 对于提高城市轨道交通停车场和车辆段行车组织效率、延长设备使用寿命及保证行车安全具有重要意义。[方法] 以杭州某非 ATC(列车自动控制)的城市轨道交通停车场和车辆段为研究对象, 介绍了基本进路和变更进路的确定原则和方法。选取了 5 条进路, 利用上述方法查找该进路中的敌对信号, 通过优化敌对信号条件对联锁表进行了简化, 总结了联锁表中的敌对信号规律。[结果及结论] 联锁表中将 1 条进路中的敌对信号归纳成 5 种敌对信号: 第一种敌对信号为进路中始端按钮与终端按钮之间的敌对信号, 第二种敌对信号为进路中位于始端按钮前方且与始端信号机方向相同的敌对信号, 第三种敌对信号为进路中位于终端按钮后方且与始端信号机方向相反的敌对信号, 第四种敌对信号为出入段线并置的进段信号机与总出发信号机作始端信号机时的敌对信号, 第五种敌对信号为进路中相邻轨道区段上的敌对信号。通过所述方法可快速准确地找出进路中的敌对信号, 避免遗漏敌对信号或敌对信号条件; 通过寻找关键道岔优化敌对信号条件, 简化了联锁表的编制, 提高了城市轨道交通停车场和车辆段联锁表的设计质量。

关键词 城市轨道交通; 场段; 联锁表; 基本进路; 变更进路; 敌对信号

中图分类号 U231.7: U279.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.03.050

Basic and Alternative Route Determination in Interlocking Table and Conflicting Signal Verification for Urban Rail Transit Depot

FU Chunchuan

(Beijing Urban Construction Design & Development Group Co., Ltd., 100032, Beijing, China)

Abstract [Objective] As the standard for debugging, opening, acceptance, and subsequent use of computer interlocking devices, the interlocking table plays a crucial role in improving operation efficiency, extending equipment lifespan, and ensuring driving safety in urban rail transit depot. [Method] With a non-ATC (automatic train control) urban rail transit depot in Hangzhou as the research object, the principle and

method of determining basic and alternative routes are introduced. The above method is used to seek the conflicting signals in five selected routes. By optimizing the conflicting signal conditions, the interlocking table is simplified, and the patterns of conflicting signals within the interlocking table are summarized. [Result & Conclusion] In the interlocking table, conflicting signals within one route are categorized into five types: the first type is the conflicting signal between the starting and ending buttons in the route; the second is that located in front of the starting button and in the same direction as the starting signal; the third is that located behind the ending button and in the opposite direction of the starting signal; the fourth is that when the entrance section signal and the main departure signal are juxtaposed and function as the starting signal in the entrance/exit section; the fifth is that on adjacent track sections in the route. Through the proposed method, the conflicting signals in route can be identified rapidly and accurately, avoiding the miss of conflicting signals or conflicting signal conditions. Through optimizing conflicting signal conditions by finding critical switches, the compilation of the interlocking table is simplified and the design quality of the interlocking table for the depot in urban rail transit is improved.

Key words urban rail transit; depot; interlocking table; basic route; alternative route; conflicting signal

作为计算机联锁设备的调试、开通、验收, 以及后续使用的标准, 联锁表在城市轨道交通信号工程设计中尤为重要。在编制联锁表的过程中, 优选基本进路和变更进路是关键。正确选择基本进路和变更进路, 对于提高行车组织效率, 延长设备使用寿命, 保证行车安全都具有重要的意义^[1]。

敌对信号的设计是联锁表设计中的重难点。当停车场和车辆段(以下简称“场段”)平面图较为复杂时, 经常容易遗漏敌对信号及其条件, 影响联锁表质量, 并留下安全隐患。本文以杭州某非 ATC(列车自动控制)地铁车辆段为例, 详细说明基本进

路和变更进路的确定原则与方法,通过设计该车辆段联锁表,归纳寻找敌对信号的方法,优化敌对信号条件,以提高城市轨道交通场段联锁表的设计质量。

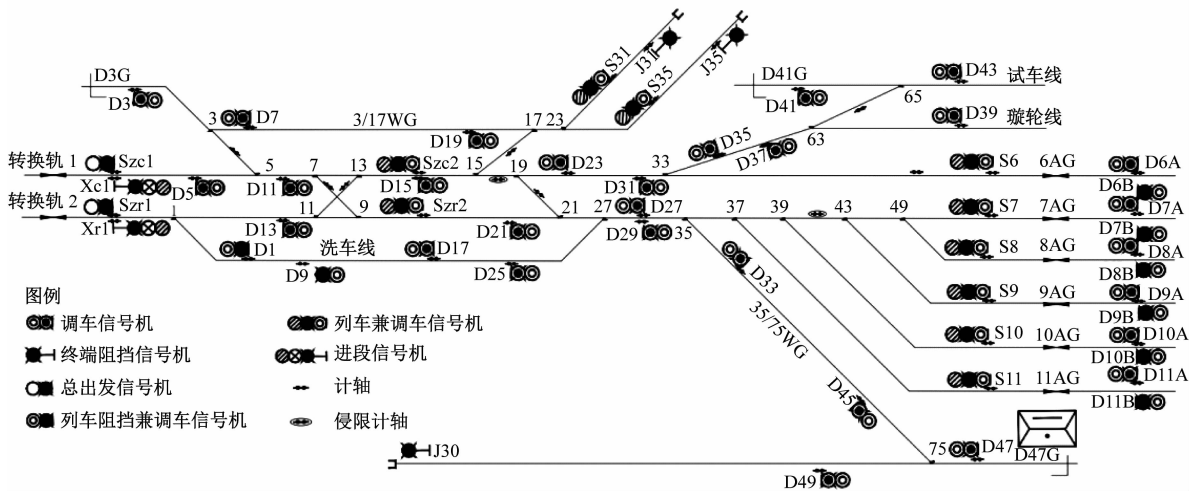
1 基本进路和变更进路的确定原则及方法

在同一个始终端之间,若存在两条以上的进路时,将对平行作业影响较小、经过道岔组数较少且走行更便捷的进路规定为基本进路,其他进路则为变更进路^[2]。如何确定基本进路和变更进路,在城

市轨道交通现行规范或标准中并无统一的规定,设计者一般针对线路具体情况凭借经验确定。

1.1 八字进路

由道岔直向构成的进路为八字进路的基本进路,由道岔侧向构成的进路为八字进路的变更进路。八字变更进路增强了联锁设备使用的灵活性,同时也提高了联锁表的复杂度。图 1 为杭州某非 ATC 地铁车辆段局部平面布置示意图。由图 1 可见:由 Xr1 接车至 7AG 时,基本进路为 11/13、7/9、19/21,变更进路为(11/13)、[7/9]、(19/21)。



例,详细阐述搜索敌对信号的方法。

2.1 第一种敌对信号

第一种敌对信号为夹在始端按钮和终端按钮之间的信号。办理 Xc1 至 7AG 的接车进路时,以 Xc1 为始端、S7 为终端的进路有 1 条基本进路和 1 条变更进路。若走基本进路,则第一种敌对信号为 D5、D11、D15、Szc2、D27、D29 及 S7;若走变更进路,则第一种敌对信号为 D5、D11、Szc2、D21、D27、D29 及 S7。办理 D27 至 Szc2 的调车进路时,第一种敌对信号为 D21;办理 D11—D15 的调车进路时,无第一种敌对信号;办理 6AG 至 Szc2 的发车进路时,第一种敌对信号为 S6D、D31、D23。

2.2 第二种敌对信号

第二种敌对信号为位于始端信号机前方且与始端信号机方向相同的敌对信号。办理 Xc1 至 7AG 的接车进路时,无第二种敌对信号;办理 D27 至 Szc2 的调车作业时,第二种敌对信号为 S7L、S8L、S9L、S10L 及 S11L;办理 D11 至 D15 的调车进路时,第二种敌对信号为 Xc1。办理 6AG 至 Szc2 的发车进路时,无第二种敌对信号。

对于第二种敌对信号,位于始端信号机前方且与始端信号机方向相同的调车信号机一定不能构成敌对。位于始端信号机前方且与始端信号机方向相同的列车信号机是否构成敌对,还应视情况而定,如:当办理 D31 至 D37 的调车进路时,由于 D37 后方未设置列车信号机(从接发车作业角度考虑,列车进段时不直接到镗轮库),Xc1 至 D37 方向不能构成进路,因此,Xc1 不是 D31 至 D37 的调车进路的第二种敌对信号。

2.3 第三种敌对信号

第三种敌对信号为位于进路终端信号机后方且与始端信号机方向相反的敌对信号。办理 Xc1 至 7AG 的接车进路时,第三种敌对信号为 D7A;办理 D27 至 Szc2 的调车作业时,第三种敌对信号为 $\langle 11/13、7/9 \rangle D13$, $\langle 1、11/13、7/9 \rangle Xr1$; $\langle (7/9) \rangle D11$ 、Xc1。其中: $\langle 11/13、7/9 \rangle D13$ 表示当 11/13、7/9 号道岔在定位时,D13 为敌对信号; $\langle 1、11/13、7/9 \rangle Xr1$ 表示当 1、11/13、7/9 号道岔在定位时,Xr1 为敌对信号; $\langle (7/9) \rangle D11$ 、Xc1 表示当 11/13 号道岔在反位时,D11、Xc1 为敌对信号。办理 D11 至 D15 的调车进路时,第三种敌对信号为 Szc2;办理 6AG 至 Szc2 的发车进路时,第三种敌对信号为 D15、 $\langle 7/9、11/13 \rangle Xc1$ 、 $\langle 1、(11/13) \rangle Xr1$ 。

与第二种敌对信号类似,位于终端信号机后方且与始端信号机方向相反的列车信号机是否构成敌对,也应视情况而定,如:办理 D9 至 D25 的调车进路时,由于 D9 后方未设置列车信号机,S7、S8、S9、S10、S11 往 D9 方向都不能构成进路(从接发车作业角度考虑,列车发车时不直接到洗车库)。因此,S7、S8、S9、S10、S11 都不是敌对信号。

2.4 第四种敌对信号

第四种敌对信号为在出入段线并置的进段信号机与总出发信号机做始端信号机时的敌对信号。由于列车向正线发车与列车由正线接车的两条进路互为敌对进路,若已办理向正线发车作业,则不能再办理向正线接车作业。第四种敌对信号只出现在进段信号机与总出发信号机并置且均做始端信号机的情况:办理 Xc1 至 7AG 的接车进路时,Szc1 为敌对信号;办理 D27 至 Szc2 的调车进路时,无第四种敌对信号;办理 D11 至 D15 的调车进路时,无第四种敌对信号;办理 6AG 至 Szc2 的发车进路时,无第四种敌对信号;办理 Szc1 至正线的发车作业时,Xc1 为其第四种敌对信号。

2.5 第五种敌对信号

第五种敌对信号为进路中相邻轨道区段上的敌对信号机。以上进路都无第五种敌对信号。D23 调整位置后的非 ATC 车辆段局部平面布置示意图如图 2 所示。若将图 1 中 D23 设置在 15/17 号道岔与 19/21 号道岔之间,办理 S31 至 Szc2 的发车进路时,由于 D23 处计轴侵限,以 D23 为终端的进路上的列车都可能与 S31 至 Szc2 进路上的列车发生侧面冲突。为避免侧面冲突,禁止办理以 D23 为终端的调车进路,由于 D35、S6D、D27 均能以 D23 为终端办理列车进路。因此,S31 至 Szc2 的发车进路的第五种敌对信号为 D35、S6D、 $\langle 27、(19/21) \rangle D27$ 。

合理布置信号机是编制联锁表的前提。一般情况下,侵限处不应设置信号机。

2.6 敌对信号汇总

汇总上述 5 条进路,相应的敌对信号信息如表 1 所示。

2.7 敌对信号条件优化

在编制联锁表的过程中,设计者表达的敌对信号条件往往不相同。在上述第三种敌对信号中, $\langle 11/13、7/9 \rangle D13$ 表示 D13 条件敌对,其中 $\langle 11/13、7/9 \rangle$ 为 D13 的敌对信号条件。TB/T 1123—1992《铁路信号联锁图表编制原则》中举例解释: $\langle 5 \rangle D3$

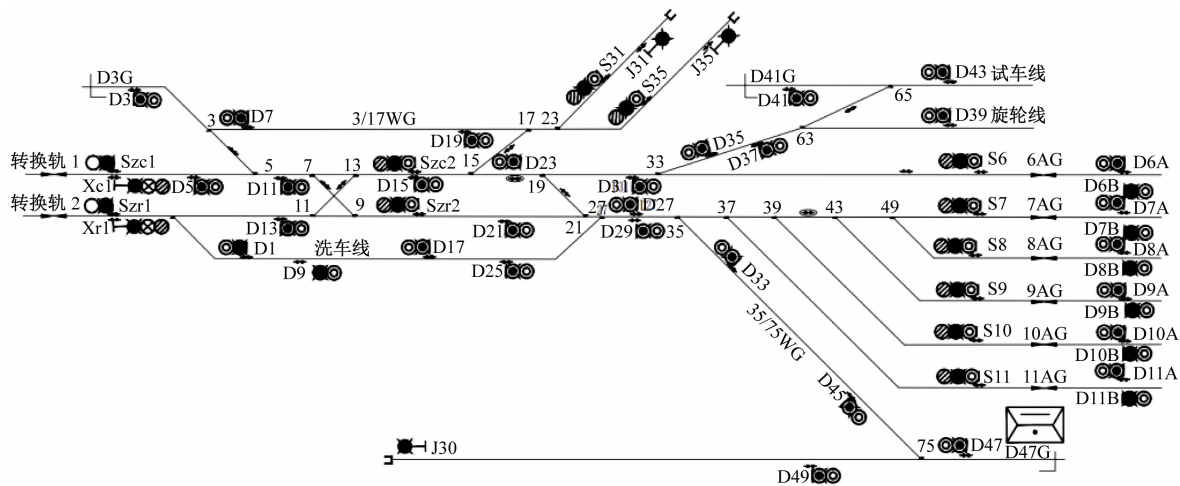


图 2 D23 调整位置后的非 ATC 车辆段局部平面布置示意图

Fig. 2 Partial layout diagram of a non-ATC metro depot after the adjustment of signal D23 position

表 1 敌对信号信息表

Tab. 1 Conflicting signal information table

进路	第一种敌对信号	第二种敌对信号	第三种敌对信号	第四种敌对信号
Xc1 至 7AG	D5、D11、D15、 Szc2、D27、D29、S7		D7A	Szc1
Xc1 至 7AG	D5、D11、Szc2、D21、 D27、D29、S7		D7A	
D27 至 Szc2	D21	S7L、S8L、S9L、 S10L、S11L	〈11/13、7/9〉D13、〈1、11/13、 7/9〉Xr1、〈〈7/9〉〉D11、Xc1	
D11 至 D15		Xc1	Szc2	
6AG 至 Szc2	S6D、D31、D23		D15、〈7/9、11/13〉Xc1、 〈1、(11/13)〉Xr1	

为经过 5 号道岔定位的 D3 为所排进路的敌对信号,即排列的进路需经过 5 号道岔定位才构成敌对,而非当 5 号道岔定位时才发生敌对。因此,在寻找信号条件敌对时,为了使联锁表简洁并保持一致性,可以对敌对信号条件进行化简,以找到关键道岔。

如 D27 至 S2r2 进路的第三种敌对信号:〈1、11/13、7/9〉Xr1,其中 1 号道岔不是关键道岔,因为即

使 Xr1 经过 1 号道岔的定位,其后也可以沿着 11/13 号道岔反位排进路,如排列 Xr1 至 6AG 的进路与 D27 至 Ssr2 的进路不构成敌对;而 11/13、7/9 为该进路的关键道岔,Xr1 若要经过 11/13、7/9 号道岔的定位,必然已经经过了 1 号道岔的定位。因此,〈1、11/13、7/9〉Xr1 可以简化为〈11/13、7/9〉Xr1。

综上,优化后的敌对信号表如表2所示。

表 2 优化后的敌对信号信息表

Tab.2 Optimized conflicting signal information table

进路	第一种敌对信号	第二种敌对信号	第三种敌对信号	第四种敌对信号
Xc1 至 7AG	D5、D11、D15、Szc2、 D27、D29、S7		D7A	Szc1
Xc1 至 7AG	D5、D11、Szc2、D21、 D27、D29、S7		D7A	
D27 至 Szc2	D21	S7L、S8L、S9L、 S10L、S11L	〈11/13、7/9〉D13、Xr1、 〈(7/9)〉D11、Xc1	
D11 至 D15		Xc1	Szc2	
6AG 至 Szc2	S6D、D31、D23		D15、〈7/9、11/13〉Xc1、 〈(11/13)〉Xr1	

3 结语

本文以杭州某非 ATC 地铁车辆段局部平面布置示意图为例,详细地介绍了如何优选基本进路及变更进路的方法,将进路中的敌对信号归纳为 5 种,有效避免了在查找敌对信号时有所遗漏。选取了 5 条进路,并利用上述方法查找该进路中的敌对信号,通过优化敌对信号条件对联锁表进行了简化。本文所述方法能有效解决联锁表编制过程中敌对信号遗漏的问题,对简化联锁表提供了较大的帮助,可将其作为验证敌对信号的一种方法。

参考文献

[1] 郭进. 铁路信号基础[M]. 北京:中国铁道出版社, 2010.
GUO Jin. Basics of railway signal [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2010.

[2] 杨扬. 车站信号控制系统[M]. 成都:西南交通大学出版

(上接第 258 页)

[6] 吴英杰,朱俊. 上海城市轨道交通无线局域网干扰测试分析[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(11): 131.
WU Yingjie, ZHU Jun. Interference test analysis of Shanghai urban rail transit wireless LAN[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(11): 131.

[7] 鲍淑红. 广州地铁 800 MHz 数字集群共网系统方案研究[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(7): 96.
BAO Shuhong. On construction scheme of the 800 MHz digital cluster network in Guangzhou metro [J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(7): 96.

[8] 万勇兵,王大庆. 城市轨道交通 CBTC 系统互联互通测试平

(上接第 262 页)

参考文献

[1] 李芾,许文超,安琪,等. 悬挂式单轨车的发展及其现状[J]. 机车电传动, 2014(2): 16.
LI Fu, XU Wenchao, AN Qi, et al. Development and current status of suspended monorail vehicle[J]. Electric Drive for Locomotives, 2014(2): 16.

[2] 鄢红英,姜梅,李艳. 悬挂式单轨于中等城市轨道交通制式适应性研究[J]. 交通世界(上旬刊), 2017(10):160.
YAN Hongying, JIANG Mei, LI Yan. Study on adaptability of suspended monorail to rail transit system in medium-sized cities [J]. Transpo World, 2017(10):160.

[3] 李定南. 国内外悬挂式单轨列车的发展与展望[J]. 国外铁道车辆, 2017, 54(3): 1.
LI Dingnan. Development and prospects of the suspended monorail train in China and abroad[J]. Foreign Rolling Stock, 2017, 54(3): 1.

[4] 杨昕映. 悬挂式单轨交通车辆基地工艺设计建议[J]. 铁道标

社, 2012.
YANG Yang. Station signal control system[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2012.

[3] 林炳龙. 确定基本进路和变更进路的方法[J]. 铁路通信信号工程技术, 2011, 8(1): 57.
LIN Binglong. Methods to confirm basic route and alternative route [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2011, 8(1): 57.

[4] 林炳龙. 联锁表之敌对信号的设计方法[J]. 铁路通信信号工程技术, 2014, 11(4): 75.
LIN Binglong. Design methods of conflicting signal in interlocking table [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2014, 11(4): 75.

· 收稿日期:2021-10-09 修回日期:2022-01-10 出版日期:2024-03-10
Received:2021-10-09 Revised:2022-01-10 Published:2024-03-10

· 作者:付淳川,工程师,1429956463@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

台的设计与实现[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(1): 149.
WAN Yongbing, WANG Daqing. Design and realization of test platform for interoperable CBTC system of urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(1): 149.

· 收稿日期:2022-07-29 修回日期:2022-08-15 出版日期:2024-03-10
Received:2022-07-29 Revised:2022-08-15 Published:2024-03-10

· 作者:李庆刚,高级工程师,13884402@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

准设计, 2022, 66(8):175.
YANG Xinying. Suggestions on technological design of suspended monorail transit depot [J]. Railway Standard Design, 2022, 66(8):175.

[5] 沈文敏. 悬挂式空中列车系统的特点和优势[J]. 中国工程咨询, 2013(6): 65.
SHEN Wenmin. Characteristics and advantages of suspended aerial train system[J]. Chinese Consulting Engineers, 2013(6): 65.

[6] 陈伟方. 悬挂式单轨车辆基地的检修工艺研究[J]. 内燃机与配件, 2018(9): 37.
CHEN Weifang. The maintenance-study on monorail skytrain [J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2018(9): 37.

· 收稿日期:2023-08-03 修回日期:2023-12-27 出版日期:2024-03-10
Received:2023-08-03 Revised:2023-12-27 Published:2024-03-10

· 作者:臧向,高级工程师,4581685@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license