

免费提供

★★★ 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com



轨道交通联锁系统

GUIDAO JIAOTONG LIANSUO XITONG

轨道交通联锁系统

主编◎方振龙 李 巍

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

ISBN 978-7-5661-3928-3



9 787566 139283 >

定价: 53.00元



轨道交通联锁系统

GUIDAO JIAOTONG LIANSUO XITONG

主编◎方振龙 李 巍

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

选题策划: 金颖杰
责任编辑: 苏 莉
封面设计: 刘文东



轨道交通联锁系统

主 编◎方振龙 李 巍

副主编◎张桂源 王冬梅 齐新宇



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书从轨道交通信号检修工作的实际需求出发,以信号检修岗位典型工作任务为引领,分为3个部分进行编写,第1部分为轨道交通联锁系统基础,内容包括轨道交通联锁基础、联锁图表的识读与编制;第2部分为轨道交通继电集中联锁系统,内容包括6502电气集中联锁基础、6502电气集中联锁选择组电路的控制原理、6502电气集中联锁执行组电路的控制原理;第3部分为轨道交通计算机联锁系统,内容包括计算机联锁系统的基础知识、DS6-K5B型计算机联锁系统的认知与维护、iLOCK型计算机联锁系统的认知与维护、SICAS型计算机联锁系统的认知与维护。

本书既可作为职业院校城市轨道交通、铁道运输相关专业的教材,也可作为轨道交通信号技术员、信号检修员等岗位的培训教材,还可作为相关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

轨道交通联锁系统/方振龙,李巍主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2023.6
ISBN 978-7-5661-3928-3

I. ①轨… II. ①方… ②李… III. ①城市铁路-轨
道交通-铁路信号-联锁设备 IV. ①U239.5 ②U284.3

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 074054 号

轨道交通联锁系统
GUIDAO JIAOTONG LIANSUO XITONG

选题策划 金颖杰
责任编辑 苏 莉
封面设计 刘文东

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司
开 本 850 mm×1 168 mm 1/16
印 张 17.25
字 数 414 千字
版 次 2023 年 6 月第 1 版
印 次 2023 年 6 月第 1 次印刷
定 价 53.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn



PREFACE

前言

党的二十大报告指出：“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。”近年来，随着我国经济的发展，城市交通问题越来越成为制约城市发展的重要因素。城市轨道交通凭借其快捷、准时、大容量、形式多样、安全可靠的特点逐渐成为解决城市交通拥堵的有效手段，并成为实现城市可持续发展的治本之策。

联锁设备是轨道交通的关键信号设备，它通过实现道岔、进路和信号机三者之间相互制约的关系来为列车的安全运营、作业效率提升、工作强度降低提供核心保障。当前，广泛应用的联锁设备有继电集中联锁（或称电气集中联锁）和计算机联锁两类。本书紧密结合现场工作实际，分别选取 6502 电气集中联锁、DS6-K5B 型计算机联锁、iLOCK 型计算机联锁、SICAS 型计算机联锁进行全面介绍。

本书以党的二十大精神为指导，从轨道交通信号检修工作的实际需求出发，以信号检修岗位典型工作任务为引领，设计了轨道交通联锁系统基础、轨道交通继电集中联锁系统和轨道交通计算机联锁系统三大部分学习内容，又下设 9 个项目，每个项目布置了 2~6 个工作任务。全书按照任务导入—知识链接—任务实施的思路组织框架内容，全面介绍了轨道交通联锁系统的基础理论、工作原理及检修维护等知识，以实现对学生信号联锁设备的操作使用、检修维护与故障处理技能的培养。

本书具有以下特色。

(1) 本书对接信号检修员岗位用人标准、课程标准、轨道交通信号系统设计与应用国家技能大赛的内容以及轨道交通信号检修 1+X 证书的认证标准，将其所需的知识点和技能点进行整合，校企协作重构教材内容体系，力争保证教材的实用性、前沿性、系统性和科学性。

(2) 本书依据企业提供的真实工作任务，以技能培养为主线，按照“懂基础、知原理、会使用、能维护”的思路进行内容设计，在遵循学生认知规律的基础上实现信号检修员岗位必备的专业理论知识与职业岗位能力的逐层递进。

(3) 本书提供丰富的配套教学资源。教学资源以微课、动画为主，在书中植入二维码，供学生随扫随学。此外，本书还提供课程标准、电子教案、演示文稿、测试题库等配套资源。

(4) 本书设置了“知识拓展”板块，选取了与所学内容相匹配的案例，实现了育人元素的嵌入式设计，旨在培育学生遵章守纪、爱岗敬业的职业素养，助其树立规



范作业、安全作业的责任意识,强化对其劳动精神、工匠精神和劳模精神的培养。

本书由长春职业技术学院方振龙、李巍任主编,长春职业技术学院张桂源、王冬梅、齐新宇任副主编,长春职业技术学院南洋、李泽健、岳文蕾参与了编写工作。具体编写分工为:方振龙编写项目 1 和项目 2,李巍编写项目 3 和项目 4,王冬梅编写项目 5 的任务 5.1 至任务 5.3,齐新宇编写项目 5 的任务 5.4 至任务 5.6,南洋编写项目 6,张桂源编写项目 7 和项目 8,李泽健编写项目 9。李巍、岳文蕾负责数字化资源的总体设计,王冬梅和李泽健负责二维动画的设计与制作,南洋和张桂源负责视频的设计与录制。全书由李巍统稿。

编者在编写的过程中参考了大量相关资料,得到了长春市轨道交通集团有限公司、大连地铁有限公司、沈阳地铁集团有限公司、北京地铁集团有限责任公司、广州地铁集团有限公司等企业的大力支持,在此谨对相关资料的作者和给予帮助的企业表示衷心的感谢。由于城市轨道交通项目的建设周期较长,而且建成、开通的前后都会对软件进行修改和优化,因此书中关于设备操作的资料和标识可能与实际设备操作有所出入,仅供参考。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请各位读者批评指正,以便今后修订和完善。

编 者



CONTENTS

目 录

第 1 部分 轨道交通联锁系统基础

项目 1 轨道交通联锁基础 ————— 2

- 任务 1.1 联锁基础知识 3
- 任务 1.2 城市轨道交通进路控制 11
- 任务 1.3 联锁设备 16

项目 2 联锁图表的识读与编制 ————— 19

- 任务 2.1 车站信号设备平面布置图的识读 20
- 任务 2.2 联锁表的识读与编制 24

第 2 部分 轨道交通继电集中联锁系统

项目 3 6502 电气集中联锁基础 ————— 30

- 任务 3.1 6502 电气集中联锁的认知 31
- 任务 3.2 6502 电气集中联锁设备的操纵使用 36
- 任务 3.3 6502 电气集中联锁设备的检修与维护 44

项目 4 6502 电气集中联锁选择组电路的控制原理 ————— 49

- 任务 4.1 操作记录电路的控制原理 50
- 任务 4.2 进路选择电路的控制原理 59
- 任务 4.3 接续记录电路的控制原理 67
- 任务 4.4 开始继电器电路的控制原理 72
- 任务 4.5 选择组表示灯电路的控制原理 76
- 任务 4.6 6502 电气集中联锁选择组电路的维护与故障处理 79

项目 5 6502 电气集中联锁执行组电路的控制原理 ————— 86

- 任务 5.1 道岔操纵电路的控制原理 87
- 任务 5.2 进路锁闭电路的控制原理 98



任务 5.3	信号操纵电路的控制原理	112
任务 5.4	解锁操纵电路的控制原理	124
任务 5.5	执行组表示灯电路的控制原理	143
任务 5.6	6502 电气集中联锁执行组电路的维护与故障处理	151

第 3 部分 轨道交通计算机联锁系统

项目 6 计算机联锁系统的基础知识 ————— 164

任务 6.1	计算机联锁系统的发展与应用	165
任务 6.2	计算机联锁系统的基本认知	169

项目 7 DS6-K5B 型计算机联锁系统的认知与维护 ————— 197

任务 7.1	DS6-K5B 型计算机联锁系统概述	198
任务 7.2	DS6-K5B 型计算机联锁系统的组成及各部分功能	200
任务 7.3	DS6-K5B 型计算机联锁系统的操作、维护与故障处理	215

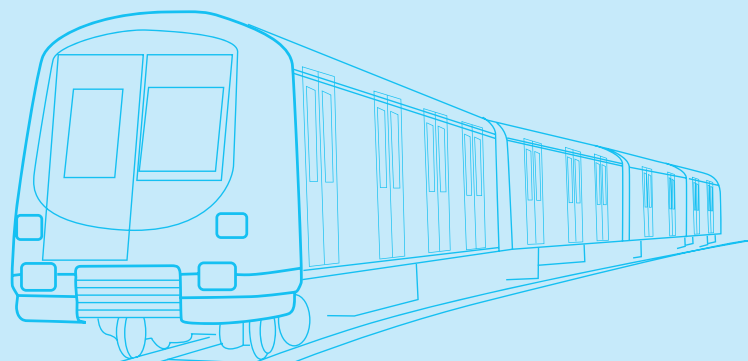
项目 8 iLOCK 型计算机联锁系统的认知与维护 ————— 222

任务 8.1	iLOCK 型计算机联锁系统概述	223
任务 8.2	iLOCK 型计算机联锁系统的组成及各部分功能	226
任务 8.3	iLOCK 型计算机联锁系统的维护与故障处理	235

项目 9 SICAS 型计算机联锁系统的认知与维护 ————— 243

任务 9.1	SICAS 型计算机联锁系统概述	244
任务 9.2	SICAS 型计算机联锁系统的组成及各部分功能	246
任务 9.3	SICAS 型计算机联锁系统的维护与故障处理	259

参考文献 ————— 269

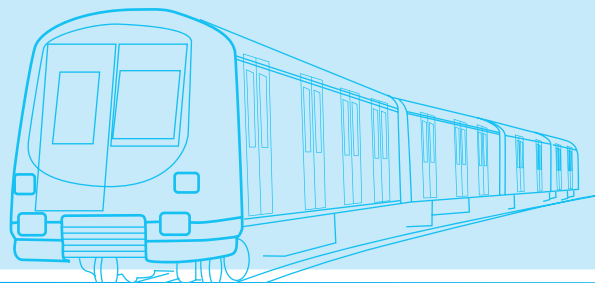


第1部分



轨道交通联锁系统基础

联锁设备是保障站内行车安全、提高作业效率、降低工作强度的关键设备，其控制对象是道岔、进路和信号。通过本部分的学习，学生能够掌握联锁的基本概念，熟悉道岔、进路和信号三者之间的联锁关系，能够正确识读并编制联锁图表，从而为后续课程的学习奠定基础。



项目 1

轨道交通联锁基础

轨道交通联锁基础项目任务书如表 1-1 所示。

表 1-1 轨道交通联锁基础项目任务书

项目名称		轨道交通联锁基础
学习目标	知识目标	(1)掌握道岔、进路和信号的基础知识,建立联锁的基本概念。 (2)熟悉道岔、进路和信号三者之间的联锁关系,掌握联锁设备的类型和应用情况。 (3)掌握城市轨道交通进路的基本内容,了解进路控制方式。 (4)掌握联锁设备的类型及功能,熟知联锁设备的应用情况
	技能目标	(1)能正确区分道岔的位置,分析进路的类型和锁闭方式。 (2)能正确分析联锁关系
	素质目标	(1)培养爱国主义精神、思想道德修养和文化素质修养,树立正确的世界观、人生观和价值观。 (2)培养团队意识、竞争意识、诚信意识和守法意识。 (3)培养严守规范、细致认真、勇于创新、与时俱进的职业素质。 (4)培养信息意识和信息素养,养成良好的线上线下学习习惯
项目内容		(1)道岔和进路的基础知识。 (2)联锁的基本概念及联锁关系。 (3)城市轨道交通进路的组成。 (4)列车运行进路控制的方式。 (5)联锁设备的分类和功能
项目要求		(1)人员安排:根据“组内优势互补、组间实力相当”的原则,按照每 4~6 人一组划分小组,同时实行组长轮换制度。 (2)任务安排:组长组织小组成员完成任务的分析及分配,并根据制定的任务分配表,结合本立体化教材及在线开放课程完成各项学习任务。 (3)场地安排:智慧教室或联锁实训室,配备多媒体等信息化学习设备
任务下发人		年 月 日
任务执行人		年 月 日



任务 1.1 联锁基础知识

任务导入

在轨道交通车站和车辆段/停车场,为保证行车作业安全、提高运行效率、改善工作人员的劳动条件,需要利用机械、电气的自动控制和远程控制,以及计算机技术和设备,使车站和车辆段/停车场范围内的信号设备保持一定的制约关系。

通过本任务的学习,学生能够掌握道岔和进路的基础知识,建立联锁的基本概念,会分析道岔、进路和信号三者之间的联锁关系,为后续内容的学习奠定理论基础。具体的工作任务如下。

- (1)结合车站信号设备平面布置图(举例站场),识读道岔的位置、对向道岔和顺向道岔。
- (2)结合车站信号设备平面布置图(举例站场),识读列车进路和调车进路、基本进路和变通进路。
- (3)结合车站信号设备平面布置图(举例站场),解析列车进路和调车进路的基本联锁关系。

知识链接

下面以图 1-1 所示的车站信号设备平面布置图(举例站场)为例介绍联锁的基本概念等知识。

1.1.1 道岔认知

道岔是改变列车运行方向的重要装置,是将一条线路分成两条线路的转辙部分。在轨道交通车站、车辆段/停车场联锁区范围内参与联锁的道岔称为联锁道岔。

1. 道岔的位置

正常情况下,联锁道岔有定位、反位两个位置。其中,道岔定位是指道岔经常开通的位置,反位则是指排列进路时临时改变的位置。非正常情况下,若尖轨与基本轨没有密贴或不满足密贴标准,此时道岔既不在定位也不在反位,则称道岔处于四开状态。

在轨道交通系统中,确定道岔定位的原则为:所有正线上的道岔(引向安全线的除外),均以向该正线开通的位置为定位;引向安全线的道岔,均以该安全线开通的位置为定位;在车辆段/停车场内,列车进路上的道岔(引向安全线的除外),均以向列车进路开通的位置为定位。其他道岔的位置依据具体情况而定。

2. 单动道岔与联动道岔

按照道岔动作时是否与其他道岔相关联,将道岔分为单动道岔和联动道岔。单动道岔的动作和位置与其他道岔无关,可以单独开通定位或反位,如图 1-1 中的 14、21、22、27 号道岔;而在实际站场中,有许多道岔的动作和位置与其他道岔有关,几组道岔要定位则同时在定位,要反位则同时在反位,这些道岔称为联动道岔。

联动道岔按包含的道岔数量可分为双动道岔、三动道岔和四动道岔。一般来讲,渡线两端的道岔为双动道岔,如图 1-1 中的 6 号道岔和 8 号道岔。当 6 号道岔在定位时,8 号道岔也必须在定位;当 6 号道岔在反位时,8 号道岔也必须在反位,即 6 号道岔和 8 号道岔为双动道岔,记为 6/8 号。需要指出的是,双动道岔只是要求两个道岔的位置必须一致,并不要求同时动作。

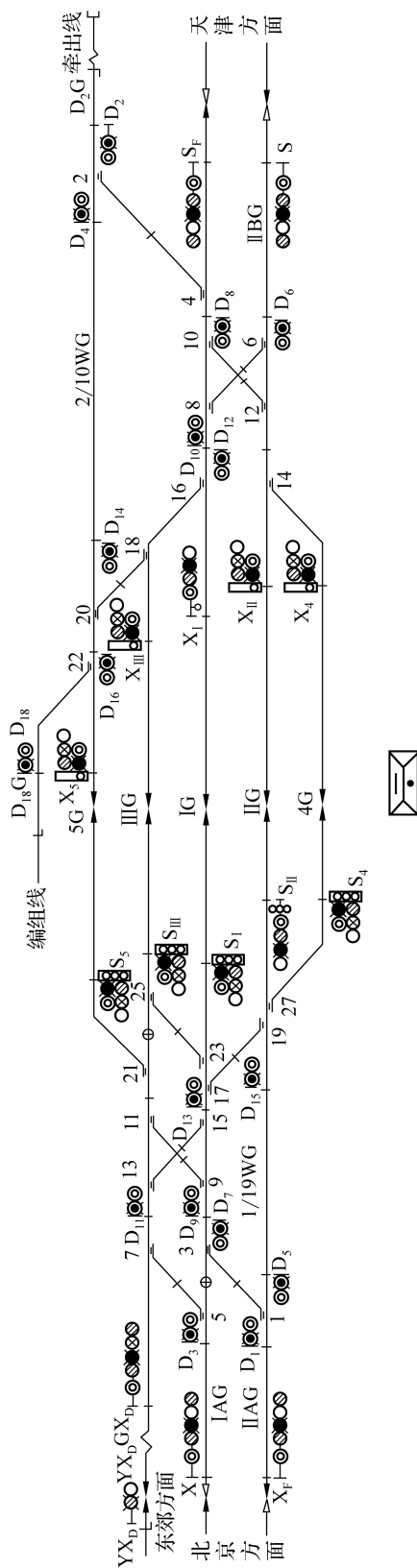


图 1-1 车站信号设备平面布置图(举例站场)



由于许多车站咽喉区的占地面积有限,道岔铺设非常困难,因此采用复式交分道岔,用一组道岔实现两组道岔的功能。复式交分道岔包括两组尖轨和两组可动心轨,需4台转辙机牵引。其中,前一组尖轨和前一组可动心轨联动,后一组尖轨和后一组可动心轨联动。不同的站场布置,可能有三动道岔、四动道岔和假双动道岔的情况。所谓的假双动道岔,是指室外由两台转辙机牵引,室内道岔控制电路按单动道岔处理的双动道岔。

3. 对向道岔与顺向道岔

列车迎着岔尖运行时,这组道岔叫对向道岔。对向道岔决定列车的去向,如果位置不对,将使列车进入异线,可能造成列车冲突,后果非常严重。列车顺着岔尖运行时,这组道岔叫顺向道岔。顺向道岔虽然不决定列车的去向,但如果位置不对,也将造成道岔挤岔,甚至有发生列车脱轨或颠覆的危险。需要注意的是,一组道岔是对向道岔还是顺向道岔并不是固定不变的,而要根据具体进路情况而定。

1.1.2 进路认知

进路即为列车或调车车列由一个地点运行至另一地点的全部径路。

1. 进路的分类

(1)列车进路和调车进路。按照作业性质的不同,进路可分为列车进路和调车进路。

列车进路分为接车进路、发车进路和通过进路。接车进路指列车进入车站所经过的径路,在车辆段/停车场称为进段/场进路,有的车辆段/停车场还设有进库进路;发车进路指列车由车站驶出所经过的径路,在车辆段/停车场称为出段/场进路,有的车辆段/停车场还设有出库进路;通过进路指列车经正线不停车通过车站的进路。

根据调车进路上开放调车信号机的数量的不同,调车进路可分为短调车进路和长调车进路。若一条调车进路上只开放一架同方向调车信号机,则称该进路为短调车进路(或称单元调车进路);若一条调车进路上需开放两架或两架以上同方向调车信号机,则称该进路为长调车进路。

需要注意的是,长调车进路和短调车进路的划分与进路的长度没有关系,只与调车进路上同方向调车信号机是一架还是多架有关。例如,图1-1中的 D_1 至 D_{15} 调车进路,因为在该进路上只开放了 D_1 一架调车信号机,所以该进路为短调车进路;而 D_3 至 D_{13} 的调车进路长度虽然相比 D_1 至 D_{15} 的调车进路长度较短,但因其开放了 D_3 、 D_9 两架调车信号机,所以该进路为长调车进路。

(2)基本进路和变通进路。当在进路的始端和终端之间有一条以上的进路时,通常规定其中路径最短、经过道岔数量最少、影响其他作业最小的那条进路为基本进路,其余进路统称变通进路(或迂回进路)。设计变通进路的目的是:当基本进路上发生轨道电路区段故障等特殊情况下,可以改选变通进路,使列车和调车作业得以正常运行,从而提升站场的利用率和作业效率。

例如,图1-1中北京方面下行至ⅢG的接车进路有3条,这3条进路的长度基本相同,那么到底哪一条为基本进路呢?显然,走23/25反位不影响东郊方面与5G之间的接车或发车作业,对平行作业影响也小,因此这条进路被确定为基本进路,其余两条即为变通进路。

2. 进路的锁闭

(1)道岔锁闭方式。正常情况下,道岔可以在定位和反位之间进行转换;当有特殊需求时,可以将道岔固定在所需位置,使其不能任意变换位置,即为道岔锁闭。道岔锁闭有4种方式,即单独锁闭、全咽喉总锁闭、区段锁闭和进路锁闭。

单独锁闭是一种通过锁闭按钮等操纵设备断开道岔控制电路或用转辙机安全接点断开启动电路的人工锁闭方式;全咽喉总锁闭是一种通过引导总锁闭按钮(YZSA)锁闭整个咽喉区的全部道岔的锁闭方式;当道岔区段有车占用时,道岔不能转换,即为区段锁闭;进路锁闭是指该进路上有关各区段



的道岔锁闭在规定位置的一种锁闭方式。

(2)进路锁闭状态。进路锁闭按时机分为预先锁闭和接近锁闭两种状态。预先锁闭应在进路开通、有关联锁条件具备时构成,此时列车或调车车列尚未占用该进路的接近区段;接近锁闭应在信号开放后、接近区段有车占用时构成。

对于列车进路,接近锁闭须持续到进路第一轨道区段自动解锁或人工解锁为止。当无接近区段时,信号开放后即构成接近锁闭。设接近锁闭是为了防止列车或调车车列接近后信号突然关闭而停不住冒进信号时,进路上的道岔有可能发生转换以致挤岔或进异线而危及行车安全。另外,若此时进路不经延时立即解锁,则其他与该进路相抵触的进路也可能建立,危及行车安全。

3. 进路的解锁

进路的解锁指解除对进路上有关各道岔区段的锁闭,使其恢复到自由状态。按不同情况,进路的解锁分为正常解锁、取消解锁、人工延时解锁、调车中途返回解锁和故障解锁。

(1)正常解锁。进路的正常解锁是指列车或调车车列驶入被锁闭的进路使防护该进路的信号机自动关闭,在顺序出清进路上各有关道岔区段后,各道岔区段自动解锁。

正常解锁一般采用逐段解锁的方式,即车列出清一段解锁一段。随着车列的运行,无须人工干预,各有关道岔区段就可以实现自动解锁,有利于提高咽喉区的通过能力和作业效率。

(2)取消解锁。当信号机开放后,进路处于预先锁闭状态时,若因运行计划调整、进路变更等特殊情况,需要取消已建立的进路,而此时车列未驶入接近区段,则可以采用取消进路的方法使信号立即关闭、进路立即解锁,此为取消解锁。

(3)人工延时解锁。当列车或调车车列驶入进路的接近区段时,进路处于接近锁闭状态,如欲关闭信号机以解锁进路,应保证不因进路上任一区段故障而导致进路错误解锁,必须办理人工延时解锁(简称人工解锁)。办理人工解锁手续后,信号立即关闭,但进路自动延时解锁。

考虑到车列运行速度和制动距离的要求,规定接车进路及有通过列车的正线发车进路的人工解锁延时 3 min,以防止信号因故障关闭或改变进路时,已运行在接近区段的列车看不见突然关闭的信号,或虽然看见了关闭的信号但不能保证在关闭的信号机外方停车,而闯入信号机内方造成危险。此处延时 3 min 是给司机留出制动时间,以保证停车后再解锁。

但是在城市轨道交通信号系统中,由于列车速度不快,在保证安全的情况下,延时解锁的时间可不按照 3 min 考虑,可适当缩短以提高运营效率。

(4)调车中途返回解锁。转线调车作业包括牵出和折返两个过程。为了提高作业效率,车列在牵出时常常不会走完牵出进路就按最近的反向调车信号机的显示折返。这时原牵出进路可能有部分区段或全部区段未解锁,需用调车中途返回解锁电路使未解锁的区段解锁。因此,调车中途返回解锁是指调车中途折返时,使原调车进路上不能正常解锁的区段在调车车列退回后自动解锁。

(5)故障解锁。使故障锁闭后的区段解锁即为故障解锁。对锁闭的区段应能实施区段故障解锁。列车或调车车列占用进路后,其运行前方区段不能实施区段故障解锁。信号因故关闭后,不应导致锁闭进路的自动解锁。已锁闭的进路不应因轨道电路瞬时分路不良或轨道电路停电恢复而错误解锁。轨道电路停电恢复后,已锁闭的区段应在车站值班员办理故障解锁后再解锁。这是因为轨道电路在停电恢复后,轨道继电器的参数不可能完全一致,吸起有先有后,当吸起顺序和列车或调车车列驶过的顺序一致时,有可能发生错误解锁。

1.1.3 联锁认知

1. 联锁概念

为了保障列车或调车车列的作业安全,只有在进路空闲、相关道岔位置正确且锁闭、敌对信号未



开放三个条件同时满足的情况下,防护进路的信号才能开放。而且信号一经开放,进路上的有关道岔不能转换、敌对进路不能建立、敌对信号也不能开放,直到信号机关闭、列车或机车车辆越过道岔为止,这种进路、道岔和信号三者之间相互制约的关系,称为联锁关系,简称联锁。

2. 联锁关系

列车或调车车列在站场内动车时必须严格按信号显示要求进行,即每条进路必须由相应的信号机来防护,信号机的显示与所建立的进路相符合;若进路上的轨道区段有车占用,或道岔位置不正确,则进路不能建立,有关信号机不许开放;信号机开放后,其所防护的进路不能变动,该进路上的道岔不得再转换,与此进路有关的其他信号机也不能再开放。

(1)道岔与进路间的联锁关系。道岔有定位和反位两个工作位置,进路有锁闭和解锁两种状态。只有当道岔处于进路所要求的规定位置时,进路才能锁闭;进路解锁后,道岔才能改变工作位置。这就是道岔与进路间的基本联锁关系,如图 1-2 和表 1-2 所示。

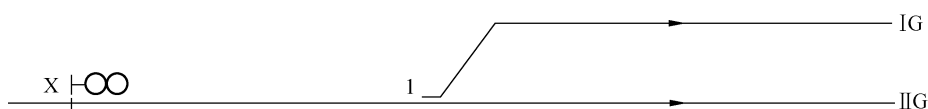


图 1-2 道岔与进路间的基本联锁关系

表 1-2 道岔与进路间的基本联锁关系

进路号	进路名称	道岔
1	I 道下行接车	(1)
2	II 道下行接车	1

下行接车进路共有两条。进路 1 为“I 道下行接车”,要求道岔 1 在反位,用“(1)”来标识,表明进路 1 与道岔 1 之间有反位联锁关系,即道岔 1 若不在反位,则进路 1 不能锁闭,反之一旦进路 1 锁闭,即将道岔 1 锁闭在反位,不允许道岔 1 再转换位置;进路 2 为“II 道下行接车”,要求道岔 1 在定位,可以用“1”来标识,表明进路 2 与道岔 1 之间有定位联锁关系,即道岔 1 若不在定位,则进路 2 不能锁闭,反之一旦进路 2 锁闭,即将道岔 1 锁闭在定位,同样不允许其再转换位置。

为了避免发生车辆冲撞事故,在建立进路时,不但需要对进路中的有关道岔进行锁闭,而且应将进路以外的有关道岔扳到规定的防护位置上并进行锁闭。这种道岔即为防护道岔,如图 1-3 和表 1-3 所示。

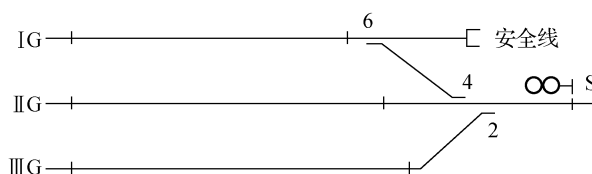


图 1-3 防护道岔的基本联锁关系

表 1-3 防护道岔的基本联锁关系

进路号	进路名称	道岔
1	I 道上行接车	2,(4/6)
2	II 道上行接车	2,4/6
3	III 道上行接车	2,[4/6]

道岔 4/6 虽然属于 III 道上行接车进路以外的道岔,但也要求道岔 4/6 与 III 道上行接车进路发生

联锁关系,即道岔 4/6 不在定位,禁止进路 3 锁闭(禁止防护进路 3 的信号机开放)。一旦进路 3 锁闭,就必须将道岔 4/6 锁闭在定位状态,从而使进路 1 和进路 3 有隔离,消除与 I 道下行列车相撞的危险。防护道岔与进路的联锁关系在联锁表中用中括号表示,如需将道岔防护到定位,用[4/6]表示;若需将道岔防护到反位,则用[(4/6)]表示。

(2)道岔与信号机间的联锁关系。由于进路是由信号机来防护的,所以道岔与进路之间的联锁关系也可表述为道岔与信号机间的联锁关系,如图 1-4 和表 1-4 所示。

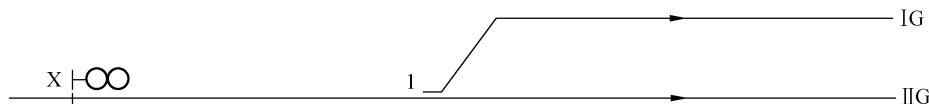


图 1-4 道岔与信号机间的基本联锁关系

表 1-4 道岔与信号机间的基本联锁关系

信 号 机	信号机名称	道 岔
X	下行进站信号机	1,(1)

信号机 X 同时防护两条进路。“I 道下行接车进路”要求 1 号道岔在反位;“II 道下行接车进路”要求 1 号道岔在定位。因此,信号机 X 与道岔 1 之间的联锁关系既有定位锁闭关系,又有反位锁闭关系,称为定、反位锁闭,记作“1,(1)”。

定、反位锁闭意味着不论 1 号道岔是处于定位还是处于反位,都允许信号机 X 开放。既然两个位置均允许信号机 X 开放,那么是否意味着可以不采取锁闭措施呢? 答案是不可以,因为道岔除了定位和反位,还有一个非正常位置,即四开。为了保证四开状态下信号机不开放,必须遵守道岔在非正常工作状态时不允许信号机开放的联锁规则。

(3)进路与进路间的联锁关系。进路与进路之间存在两种不同性质的关系——抵触进路和敌对进路。

①抵触进路。能够用道岔位置加以区分的两条进路即为抵触进路。如图 1-5 和表 1-5 所示,下行接车进路有 3 条,即进路 1、进路 2 和进路 3,此三条进路只能同时建立起一条进路;当其中之一的进路建立后,为了保证安全,需要对进路道岔进行锁闭,从而使其他进路(非敌对的进路)无法建立,即对其他进路构成抵触。然而,由于抵触进路不能同时建立,所以它们之间无须采取锁闭措施,即不需要列在联锁表内。

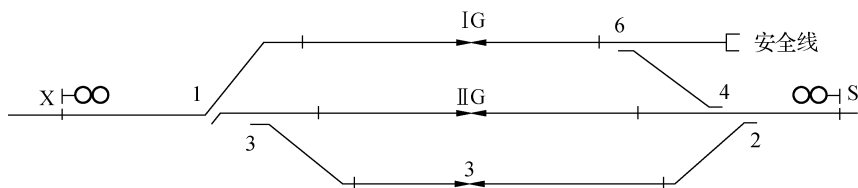


图 1-5 进路与进路间的基本联锁关系

表 1-5 进路与进路间的基本联锁关系

进 路 号	进路名称	敌对进路	抵触进路
1	I 道下行接车	6	2,3
2	II 道下行接车	4,5,6	1,3
3	3 道下行接车	4,5,6	1,2



续表

进路号	进路名称	敌对进路	抵触进路
4	3道上行接车	2,3	5,6
5	Ⅱ道上行接车	2,3	4,6
6	Ⅰ道上行接车	1,2,3	4,5

②敌对进路。用道岔位置不能间接控制且存在着抵触或敌对关系的两条进路,称为敌对进路。如图 1-5 所示,进路 5 和进路 2 是敌对进路,进路 5 和进路 3 也是敌对进路。进路 5 是Ⅱ道上行接车进路,进路 2 是Ⅱ道下行接车进路,它们是同一股道上不同方向的接车进路,不能用道岔位置间接控制,允许同时接车又有危险,所以这两条进路明显为敌对进路。

虽然进路 5 和进路 3 不属于同一股道上的接车进路,但从Ⅰ道的上行端设有安全线这一点来看,可知下行列车进站后,因为下坡道的坡度大,有可能到达股道后停不住车,所以在确定进路 5 和进路 3 是否为敌对进路时应考虑上述不安全因素。很明显,若下行进入 3 道的列车停不住车,则势必与进入Ⅱ道的上行列车相撞。因此,进路 5 和进路 3 是敌对进路。

对于有敌对关系的进路,必须采取技术措施防止它们同时建立,从而保证不发生正面和尾部撞车事故。因此,对于任意两条进路,必须确切地判明它们是否为敌对进路,这是非常重要的。

下列进路规定为敌对进路,必须相互照查,不得同时开通。

- A. 同一到发线上对向的列车进路与列车进路。
- B. 同一到发线上对向的列车进路与调车进路。
- C. 同一咽喉区内对向重叠的列车进路。
- D. 同一咽喉区内对向或顺向重叠的列车进路与调车进路。
- E. 同一咽喉区内对向重叠的调车进路。
- F. 防护进路的信号机设在超限绝缘^①处、禁止同时开通的进路。

由此可见,敌对进路的特点是:两条进路有重叠部分,而且不能以道岔的位置将它们区别开来。

(4)进路与信号机间的联锁关系。进路与进路之间的联锁关系,可用进路与信号机之间的联锁关系来描述。如图 1-6 和表 1-6 所示,进路 1 是从 D₂₁ 信号机至无岔区段 W 的调车进路,D₂₃ 信号机所防护的进路与进路 1 是对向重叠的敌对进路,所以把 D₂₃ 信号作为进路 1 的敌对信号,在联锁表中进路 1 的“敌对信号”栏内记作“D₂₃”。

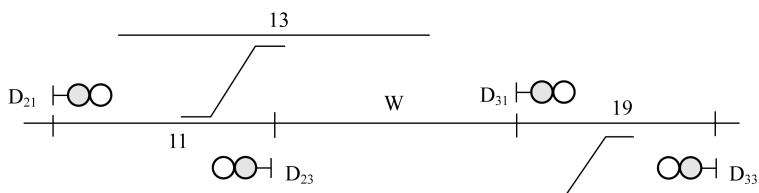


图 1-6 进路与信号机间的基本联锁关系

表 1-6 进路与信号机间的基本联锁关系

进路号	进路名称	敌对信号
1	D ₂₁ 至 W	D ₂₃ , <19>D ₃₃
2	D ₃₃ 至 W	D ₃₁ , <11/13>D ₂₁

① 轨道绝缘节距警冲标小于 3.5 m 时,称为超限绝缘,在图纸上用圆圈标明,以便设计电路时采取安全措施。



D_{33} 信号机防护两条进路:一条经由道岔 19 反位,另一条经由道岔 19 定位至无岔区段 W。由于无岔区段一般较短,因此禁止同时由两个方向向该无岔区段调车,即 D_{21} 至 W 的调车进路与 D_{33} 至 W 的调车进路是敌对进路。但这两条敌对进路只有在道岔 19 处于定位时才能构成,反之则构不成。这种有条件的敌对进路在进路 1 的“敌对信号”栏中记作“ $\langle 19 \rangle D_{33}$ ”。同理,进路 2 与调车信号机 D_{21} 也存在着条件敌对关系,故在进路 2 的“敌对信号”栏内记有“ $\langle 11/13 \rangle D_{21}$ ”。凡是两对象间存在一个或几个条件才构成锁闭关系的,就是条件锁闭,而这里的条件一般是指道岔的位置。

(5)信号机与信号机间的联锁关系。进路是由信号机防护的,进路与进路间的联锁关系也可以用信号机与信号机间的联锁关系来描述。如图 1-6 和表 1-7 所示,以四架调车信号机为例,这四架信号机之间的联锁关系可以这样描述: D_{21} 与 D_{33} 之间的关系是条件联锁,条件是道岔 11/13 定位和道岔 19 定位。

表 1-7 信号机与信号机间的基本联锁关系

信号机编号	信号机名称	敌对信号	
		条 件	锁 闭
D_{21}	调车信号机		D_{23}
		19	D_{33}
D_{23}	调车信号机		D_{21}
D_{31}	调车信号机		D_{33}
D_{33}	调车信号机		D_{31}
		11/13	D_{21}

任务实施

1. 任务目标

- (1)加深对于联锁基本概念的认识和理解,正确分析道岔、进路和信号三者之间的联锁关系。
- (2)培养团队意识、竞争意识、诚信意识和守法意识。

2. 任务器材

任务指导书、电路图纸、相关技术资料。

3. 任务内容

- (1)识读图 1-1 中道岔的位置、对向道岔和顺向道岔,将结果填入表 1-8 中。

表 1-8 道岔识读

序 号	进 路	相关道岔的位置、对向道岔/顺向道岔
1	北京方面下行 I G 接车	
2	II G 向东郊方面发车	

- (2)识读图 1-1 中的列车进路和调车进路、基本进路和变通进路,将结果填入表 1-9 中。

表 1-9 进路识读

序 号	进 路	类 型
1	II G 向北京方面发车(经 17/19 反位)	
2	北京方面下行 I G 接车(经 5/7 定位)	



续表

序 号	进 路	类 型
3	北京方面上行ⅡG通过进路	
4	D ₁ 至D ₁₅	
5	D ₃ 至D ₁₃	

(3)解析图 1-1 中下列列车进路和调车进路的基本联锁关系,将结果填入表 1-10 中。

表 1-10 基本联锁关系分析

序 号	进 路	防护信号/显示	道岔位置	敌对进路	轨道区段
1	北京方面下行至ⅠG接车进路				
2	ⅡG向东郊方面发车进路				
3	D ₀ 至ⅠG调车进路				

4. 任务要求

根据前面所学知识完成上述工作任务,完成过程中一定要严谨、认真;并按照要求填写表格,填写时一定要细致,避免遗漏。

任务 1.2 城市轨道交通进路控制

任务导入

城市轨道交通因运营的特殊性,其进路与普通铁路情况不同,这也对计算机联锁系统提出了更多需求,如多列车进路、追踪进路、折返进路、联锁监控区段等。

通过本任务的学习,学生能够掌握城市轨道交通进路的组成,理解多列车进路、折返进路的概念和特点,熟知城市轨道交通进路三级控制方式。具体的工作任务如下。

- (1)结合城市轨道交通进路构成图解析城市轨道交通进路各组成部分的概念及特点。
- (2)结合实例解析多列车进路、追踪进路、折返进路和连续通过进路的特点。
- (3)绘制城市轨道交通列车运行三级控制的思维导图。

知识链接

1.2.1 城市轨道交通进路

1. 进路的组成

城市轨道交通进路一般由三部分组成,即主进路、保护区段和侧面防护。需要说明的是,有时进路可以不包含侧面防护,这要视车站的具体情况而定。

(1)主进路。从始端信号机至终端信号机的路径即为主进路,其中包括监控区段(含道岔区段)和非监控区段。如图 1-7 所示,防护信号机 S1 至 S2 即为主进路,其中包含 TC2 和 TC3 两个监控区段、



TC4~TC6 三个非监控区段。

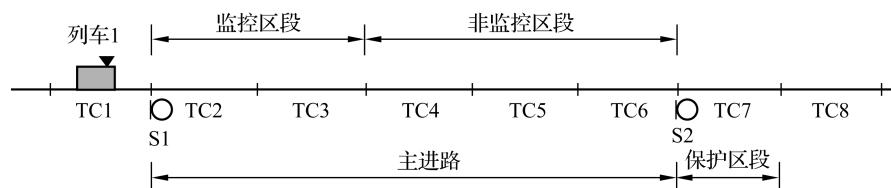


图 1-7 城市轨道交通进路构成

监控区段是指在信号系统建立进路的过程中,需要检查其空闲条件的区段。如图 1-7 中的主进路,在开放 S1 信号时,必须保证 TC2 和 TC3 处于空闲状态,否则进路不能建立,S1 信号也不能开放。监控区段一般为信号机内方两个区段,若监控区段内设有道岔,则需要在其后再增加一个区段,一并纳入监控区段,即最后一个监控区段必须为非道岔区段。

(2)保护区段。为了避免因列车冒进停车信号而发生安全事故,在充分考虑列车的制动距离及线路等因素的前提下,在停车点后需设置保护区段。如图 1-7 所示,列车终端停车点 S2 后方的 1~2 个区段就被定义为保护区段。

进路可以带保护区段排出也可以不带保护区段排出。对于单列车进路,保护区段与进路同时建立;为了不妨碍其他列车运行,对于允许多列车的进路,可以通过目的区段(根据线路情况定义)的占用来触发,使保护区段延时设置。也就是说,只要需要被检查的监控区段空闲,就可以先建立进路、开放信号。由此可见,城市轨道交通中列车进路的建立,与传统铁路在站内建立进路相比较,所检查的联锁条件是不同的。

(3)侧面防护。城市轨道交通的道岔控制全部为单动控制,所有的渡线道岔均按单动处理,也不设带动道岔。这样在排列进路时就要通过侧面防护把相关的道岔及信号机锁闭在联锁要求的位置,以避免其他列车从侧面进入进路,确保安全,这种信号联锁措施就称为侧面防护。侧面防护由防护道岔或者通过显示红色信号来实现。

侧面防护也需要进行超限绝缘的检查,具体包括主进路的侧面防护和保护区段的侧面防护,如图 1-8 所示。排列进路时除检查始端信号机外,还要检查终端信号机和侧防信号机的红灯灯丝,只有这两种信号机的红灯功能完好,进路防护信号机才能开放。当要求侧面防护的进路解锁时,其侧面防护区段也将同时解锁。

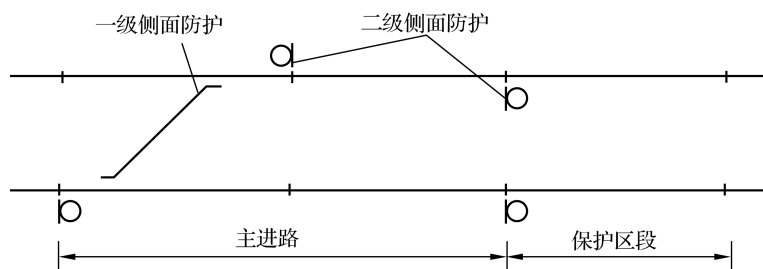


图 1-8 侧面防护

在联锁条件检查的软件设计中定义道岔为一级侧面防护,信号机为二级侧面防护。排列进路时先找一级侧面防护,再找二级侧面防护;若无一级侧面防护,则将信号机作为侧面防护。

2. 多列车进路

由于城市轨道交通运行间隔小、车流密度大,所以为提高运行效率,在列车自动控制(automatic train control,ATC)系统设计中允许一条进路内可以有多辆列车运行,这样的进路即为多列车进路,



如图 1-9 中的 S1 至 S2 的进路。只要在列车 1 出清监控区段 TC2 和 TC3 后就可排出以 S1 为始端信号机、S2 为终端信号机的进路, S1 信号可以开放。但多列车进路建立后, 列车 1 继续前行, 即便出清了 TC5 和 TC6 区段, S1 至 S2 区段也不能解锁, 只有在列车 2 经过后才能解锁。

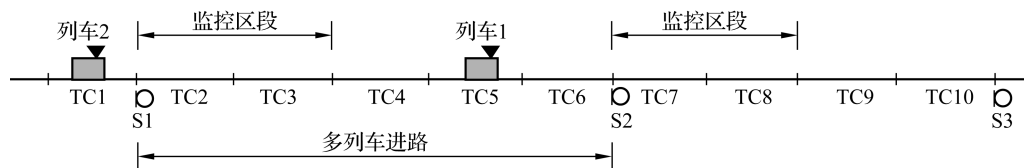


图 1-9 多列车进路

多列车进路排出后, 如果进路中有列车运行, 则人工取消进路时只能取消最后一次排列的进路至前行列车所在位置的部分, 其余部分将在前行列车通过后自动解锁。

3. 追踪进路

追踪进路是联锁系统本身所具有的一种自动排列进路功能。当列车接近信号机并占用其前方的触发区段(可能是第 1 个接近区段, 也可能是第 2 个接近区段, 需要根据线路布置和通过能力来设定)时, 列车运行所要通过的进路便会自动排出。

如图 1-10 所示, 假设 S3、S5 具备追踪功能, TC1、TC5 分别是以 S3、S5 为始端信号机的进路的触发区段。那么, 当列车占用 TC1 时, S3 至 S5 的进路自动排出, S3 信号开放; 当列车占用 TC5 时, S5 至 S7 的进路自动排出, S5 信号开放。

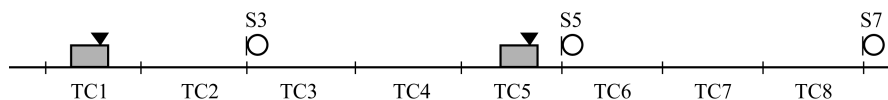


图 1-10 追踪进路

从严格意义上说, 追踪进路不属于进路的形式, 而只是依靠列车的运行来实现自动排列进路的一种技术手段。

4. 折返进路

在城市轨道交通终端站或折返站, 为使列车从一条线路转移到另一线路上换向运行, 而需要建立的列车进路叫折返进路。折返进路也被作为一般进路纳入进路表。折返进路可以人工办理, 也可以通过列车自动选路或追踪进路方式自动建立。折返进路的自动解锁形式或技术手段与调车中途返回解锁相同。最常见的列车的折返方式有两种: 站前折返和站后折返。

(1) 站前折返。站前折返是指把用于列车折返的渡线布置在接车方向的一侧, 如图 1-11 所示。这样, 列车就可以在接入车站的同时完成变线的工作[图 1-11(a)]; 或者在出发的时候才完成变线的工作[图 1-11(b)]。

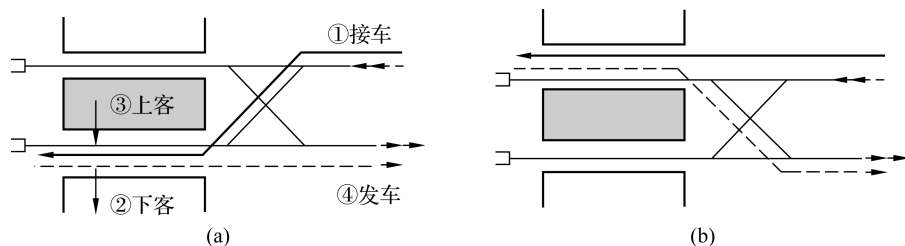


图 1-11 站前折返



动画: 站前折返作业



站前折返的优点是列车没有多余的走行,减少了专门用于折返的时间,上下客可以连续进行。但因为两侧门都要打开,乘客可能分不清上下车门,容易造成乘客的混乱;站台也要建成一岛两侧两线的样式,车站的规模较大;要切割正线,对于压缩间隔比较不利。

(2)站后折返。站后折返是指把用于折返的渡线设置在车站接车方向的另一侧,如图 1-12 所示。这样,列车在原来运行的一侧线路上完成下客之后,通过折返渡线转移到另一条线路上,再驶入站台,在另一侧完成上客,然后出发。

站后折返的缺点是走行距离长(站场长),时间长,且需要对下车的乘客清客。

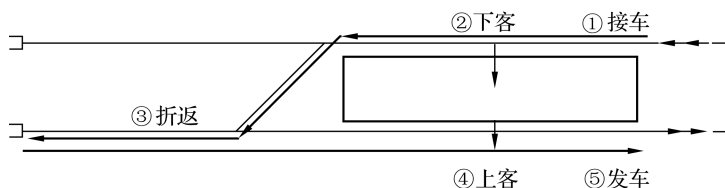


图 1-12 站后折返



动画:站后折返作业

5. 连续通过进路

为了提高列车的通过能力和运输效率,在城市轨道交通联锁系统中可以设计自动建立连续通过进路的功能(这不是进路的形式,是自动建立进路的一种技术手段)。当信号机被设计为连续通过信号时,其防护的进路平时处于锁闭状态,信号开放;当列车进入信号机内方时,信号自动关闭,一旦列车出清进路,进路将重新锁闭并开放信号。

1.2.2 列车运行进路控制

为了提高运营的安全性和可靠性,城市轨道交通列车运行进路控制通常采用三级控制,即运行控制中心(operating control center,OCC)控制、远程控制终端(remote control terminal,RCT)控制和现场操作员工作站(local operator workstation,LOW)控制,如图 1-13 所示。

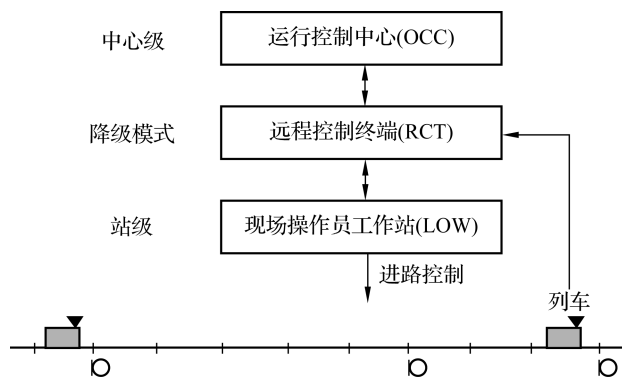


图 1-13 列车运行进路的三级控制

1. 运行控制中心控制

运行控制中心控制即指中心级控制,此为全自动的列车监控模式,其建立进路的选路命令是由中心自动发出的[列车自动监控(automatic train supervision,ATS)系统的功能之一],信号联锁设备接到命令后负责完成进路的建立(当然,需要联锁系统的操作单元具备自动操作功能)。联锁系统接收到ATS系统的选路指令后要先进行校核,如果校核结果正确,则建立进路;如果结果不正确,则向ATS系统发出反馈信息,ATS系统会重复发来相同的命令,直至命令被正确执行或达到规定的次数和时间。



2. 远程控制终端控制

在运行控制中心设备故障或通信故障的情况下,运行控制中心将无法对远程控制终端进行控制,此时系统将自动转入由远程控制终端控制的降级模式。这时,由司机在车上输入目的地码,远程控制终端依据由列车上的车次号发送系统发出的带有列车去向的车次号信息,自动产生进路控制命令,而联锁系统将根据来自远程控制终端的进路号排列进路。此时,系统虽不具备列车运行的自动调整功能,但对于高密度的列车运行而言,可以节省车站操作人员的精力。

3. 现场操作员工作站控制

当远程控制终端设备故障或其与车站通信故障,无法实现自动远程控制时,进路的控制将转为站级控制模式。在此模式下,列车进路的设定完全由车站值班员的操作意图决定(通常值班员会根据运行图选择预期的进路)。信号联锁系统接收到值班员的操作命令后,检查建立进路的联锁条件并排列、锁闭进路,开放地面信号机。

任务实施

1. 任务目标

- (1)掌握城市轨道交通进路的组成及特点,进一步理解列车运行进路的三级控制方式。
- (2)树立安全责任意识 and 规范作业意识,培育精益求精的职业态度。

2. 任务器材

任务指导书、图纸、相关技术资料。

3. 任务内容

- (1)解析城市轨道交通进路各组成部分的概念及特点,将结果填入表 1-11。

表 1-11 城市轨道交通进路各组成部分的概念及特点分析

序 号	进 路	概念及特点
1	主进路	
2	保护区段	
3	侧面防护	

- (2)解析多列车进路、追踪进路、折返进路和连续通过进路的特点,将结果填入表 1-12。

表 1-12 城市轨道交通进路的特点分析

序 号	进 路	特 点
1	多列车进路	
2	追踪进路	
3	折返进路	
4	连续通过进路	

- (3)使用 Xmind 软件绘制列车运行进路三级控制的思维导图。

4. 任务要求

根据前面所学知识完成上述工作任务,完成过程中一定要严谨、认真;并按照要求填写表格,填写时一定要细致,避免遗漏。



任务 1.3 联锁设备

任务导入

为了实现对车站和车辆段/停车场的道岔、进路和信号的集中控制与监督,必须设置一套安全可靠的联锁设备,从而实现联锁关系,保障行车安全,提高作业效率。

通过本任务的学习,学生能够掌握联锁设备的类型,理解联锁设备的功能,了解联锁设备的应用情况,为后续课程的学习奠定基础。具体的工作任务如下。

- (1)绘制联锁设备类型的思维导图。
- (2)解析联锁设备的功能。
- (3)解析联锁设备的应用情况。

知识链接

1.3.1 联锁设备的类型

1. 根据联锁控制方式分类

根据联锁控制方式的不同,联锁设备分为非集中联锁和集中联锁两类。非集中联锁就是在室内和室外对道岔、进路和信号进行分散控制与监督,道岔位置的变换必须由人工扳动道岔握柄实现;集中联锁就是对道岔、进路和信号在室内进行集中控制与监督。

2. 根据实现联锁关系的核心设备分类

根据实现联锁关系的核心设备的不同,联锁设备分为机械联锁、电锁器联锁(包括臂板电锁器联锁和色灯电锁器联锁)、继电集中联锁和计算机联锁。其中,机械联锁和电锁器联锁是早期的车站联锁设备,均属于非集中联锁,目前已基本被淘汰;继电集中联锁(或称电气集中联锁)和计算机联锁是当前广泛应用的联锁设备。继电集中联锁是以继电器为核心来实现联锁关系的设备。继电集中联锁曾有多种电路型号,最为典型的的就是 6502 电气集中联锁,简称 6502;而计算机联锁是以计算机为核心来实现联锁关系的设备,目前已经成为联锁系统的主流设备。

联锁设备的类型如图 1-14 所示。

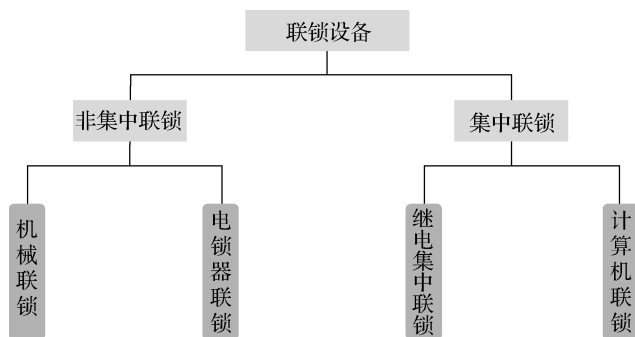


图 1-14 联锁设备的类型



1.3.2 联锁设备的功能

6502 电气集中联锁和计算机联锁根据车站行车安全的需要,在规定的联锁条件和规定的时序下对进路、信号和道岔进行控制,并显示现场信号设备的工作状态。

1. 联锁控制功能

6502 电气集中联锁通过继电电路实现联锁控制功能,而计算机联锁通过联锁软件实现联锁控制功能。联锁控制功能主要包括以下几方面。

- (1)列车进路和调车进路的选排、锁闭和解锁,引导进路的控制等。
- (2)信号的正常开放、关闭、人工重复开放及防止自动重复开放。
- (3)道岔的单独操纵、锁闭和解锁。

2. 显示功能

6502 电气集中联锁采用控制台,计算机联锁采用屏幕显示器,向操作人员提供丰富、直观的显示信息。显示功能主要包括以下两方面。

- (1)对站场基本图形的显示。
- (2)对现场信号设备的状态显示。状态主要包括道岔的定、反位和四开状态,道岔单独锁闭和封闭状态;信号机开放和关闭状态,灯丝断丝;轨道区段的空闲、占用、锁闭状态。用不同颜色表示状态的不同含义。

1.3.3 联锁设备的应用情况

6502 电气集中联锁是应用最早、最广泛的电气集中联锁设备,具有操作简便、办理迅速、表示完善、安全可靠等一系列优点,但是也存在着功能拓展不便的问题。随着计算机控制技术的发展和进步,计算机联锁应运而生,因其具有高安全性和高可靠性、操作简便、人机交互能力强、信息处理速度快、便于功能拓展等诸多优势,故必将逐渐替代继电集中联锁,成为联锁设备的主流发展方向。需要说明的是,过渡期间车站现有的 6502 电气集中联锁仍然会继续使用,与计算机联锁并存。

目前,我国轨道交通计算机联锁的型号较多,国产的有双机热备的 TYJL-II 型、JD-I A 型、VPI 型和二乘二取二的 TYJL-ADX 型、DS6-60 型、DS6-K5B 型、EI32-JD 型、iLOCK 型等;由国外引进的有西门子公司的 SICAS 型、US&S 公司的 Microlok II 型、泰雷兹公司的 PMI 型等。上述各种型号的计算机联锁都是以 6502 电气集中联锁为基础研发出来的,其操作方法、室外控制对象、联锁条件的要求、控制方式均与 6502 电气集中联锁大同小异,因此,信号相关工作人员必须掌握 6502 电气集中联锁的基础知识。

任务实施

1. 任务目标

- (1)掌握联锁设备的类型。
- (2)理解联锁设备的功能。
- (3)了解联锁设备的应用情况。

2. 任务器材

任务指导书、图纸、思维导图软件。



3. 任务内容

- (1) 绘制联锁设备类型的思维导图。
- (2) 解析联锁设备的功能, 将结果填入表 1-13。

表 1-13 联锁设备的功能分析

序 号	功能类型	具体功能
1	联锁控制功能	
2	显示功能	

- (3) 解析联锁设备的应用情况, 将分析结果填入表 1-14。

表 1-14 联锁设备的应用情况分析

序 号	联锁设备	应用情况分析
1	继电集中联锁	
2	计算机联锁	

4. 任务要求

根据前面所学知识完成上述工作任务, 完成过程中一定要严谨、认真; 并按照规定填写表格, 填写时一定要细致, 避免遗漏。



项目评价

项目 1 评价单如表 1-15 所示。

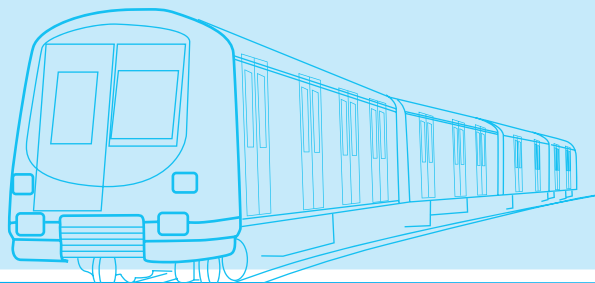
表 1-15 项目 1 评价单

任务名称	评价内容	所占比例	任务得分
任务 1.1	按任务评价内容及标准进行评价	40%	
任务 1.2	按任务评价内容及标准进行评价	40%	
任务 1.3	按任务评价内容及标准进行评价	20%	
项目总分			
任务评价内容及标准			
序 号	评价内容	评价标准	配 分
1	任务完成情况	按照任务要求, 高效完成任务	60 分
2	任务参与情况	能积极、认真参与各项工作任务	20 分
3	综合素养情况	团队协作能力强, 安全责任意识强, 严格遵守各项规章制度	20 分



思考与练习

1. 道岔有哪几种位置? 什么是联动道岔?
2. 什么是进路? 进路有哪些类型? 各种进路的范围如何划分?
3. 联锁的基本概念是什么? 开放信号时应检查的基本联锁条件是什么?
4. 什么是抵触进路? 什么是敌对进路? 对敌对进路是如何规定的?
5. 什么是联锁设备? 联锁设备的功能是什么? 联锁设备有哪些类型?



项目 2

联锁图表的识读与编制

联锁图表的识读与编制项目任务书如表 2-1 所示。

表 2-1 联锁图表的识读与编制项目任务书

项目名称		联锁图表的识读与编制
学习目标	知识目标	(1)掌握列车信号机和调车信号机的命名、设置原则及分类情况。 (2)掌握转辙机的设置方法,以及轨道电路的划分原则及命名规则。 (3)掌握联锁表的主要内容
	技能目标	(1)能正确进行信号机、转辙机和轨道电路的命名。 (2)能正确识读车站信号设备平面布置图。 (3)会识读并编制联锁表
	素质目标	(1)培养爱国主义精神、思想道德修养和文化素质修养,树立正确的世界观、人生观和价值观。 (2)培养团队意识、竞争意识、诚信意识和守法意识。 (3)培养严守规范、细致认真、勇于创新、与时俱进的职业素质
项目内容		(1)信号机的命名、设置和类型。 (2)转辙机和轨道电路的命名与设置。 (3)车站联锁表的主要内容。 (4)车站联锁表的识读和编制
项目要求		(1)人员安排:根据“组内优势互补、组间实力相当”的原则,按照每 4~6 人一组划分小组,同时实行组长轮换制度。 (2)任务安排:组长组织小组成员完成任务的分析及分配,并根据制定的任务分配表,结合本立体化教材及在线开放课程完成各项学习任务。 (3)场地安排:智慧教室或联锁实训室,配备多媒体等信息化学习设备
任务下发人		年 月 日
任务执行人		年 月 日



任务 2.1 车站信号设备平面布置图的识读

任务导入

联锁图表包括车站信号设备平面布置图和联锁表两部分。其中,车站信号设备平面布置图是根据站场线路图(图 1-1)绘制的,反映了站场线路的布置情况和接发车方向,确定了信号楼的位置和集中联锁区的范围,标明了信号机、道岔的名称编号和设置位置,划分了轨道电路区段。车站信号设备平面布置图是设计车站联锁电路的基础,是进行车站信号工程设计与施工的重要依据。

通过本任务的学习,学生能够掌握信号机、转辙机和轨道电路的设置及命名方法,会识读车站信号设备平面布置图,为后续内容的学习奠定理论基础。具体的工作任务如下。

- (1)运行线路和方向的识读。
- (2)列车信号机的识读。
- (3)调车信号机的识读。
- (4)道岔的识读。

知识链接

2.1.1 车站信号设备平面布置图的基础知识

1. 运行线路

运行线路包括正线、站线和特殊运行线。

(1)正线。正线即为直股伸入车站的线路,在车站信号设备平面布置图中用大写罗马数字编号,如图 1-1 中的 I G、II G、III G。

(2)站线。站线是为了提高车站通过能力而增设的线路,在车站信号设备平面布置图中用小写阿拉伯数字编号,如图 1-1 中的 4G、5G。

(3)特殊运行线。调车线、牵出线、机车走行线、编组线等都属于特殊运行线。

2. 运行方向

列车或调车车列的运行方向有上行和下行两个方向。下行为远离北京的方向,图 1-1 中从左往右的方向即为下行方向;上行为接近北京的方向,图 1-1 中从右往左的方向即为上行方向。

3. 接发车方向

如图 1-1 所示,在接、发车口和股道上均以箭头表示出接车和发车方向。其中,实心箭头表示正方向,空心箭头表示反方向。

4. 咽喉区

咽喉区即为道岔的聚集区。

(1)下行咽喉区。列车从下行方向进站先遇到的咽喉区为下行咽喉区,如图 1-1 中位于左侧的咽喉区。下行咽喉区中的道岔、调车信号等编奇数。

(2)上行咽喉区。列车从上行方向进站先遇到的咽喉区为上行咽喉区,如图 1-1 中位于右侧的咽喉区。上行咽喉区中的道岔、调车信号等编偶数。



5. 股道的编号原则

- (1) 对于单线区段车站,从靠近站舍的股道开始向远离站舍的方向顺序编号。
- (2) 对于双线区段车站,从正线起分别向外顺序编号,下行正线一侧编为奇数,上行正线一侧编为偶数。
- (3) 股道编号要求正线用罗马数字,站线用阿拉伯数字。

6. 道岔的编号原则

- (1) 下行咽喉区编为单号,上行咽喉区编为双号。
- (2) 每一咽喉区以信号楼为中心,从站外向站内按照由小到大的顺序编号。
- (3) 对于横坐标相同的道岔,纵向距信号楼近的道岔优先编号。
- (4) 对于双动道岔要连续编号。

图 1-1 所示的举例站场是一个双线双向自动闭塞区段的车站,并有单线区段在下行咽喉区与车站接轨。Ⅰ股道和Ⅱ股道分别为双线区段下行和上行的正线,Ⅲ股道为单线区段的正线,4 股道和 5 股道为站线。根据运输作业的需要,每条股道均可办理上、下行接车和发车作业。

2.1.2 信号机的类型

信号机是用来防护进路的,按照性质的不同分为列车信号机和调车信号机两类。

1. 列车信号机

列车信号机是用来防护列车进路的,按照位置的不同分为进站信号机和出站信号机。

(1) 进站信号机。进站信号机设置于每一接车线的入口处,用来防护接车进路。其命名是按列车运行方向进行的,上行用 S 表示,下行用 X 表示。若在车站一端有多个方向的线路接入,则在 S 或 X 的右下角加上该信号机所属线路名的汉语拼音首字母,主要方向的进站信号机不加。图 1-1 中下行咽喉区有三个接车口,在双线区段北京方面的正向接车口处设有进站信号机“X”,在反向接车口处设有进站信号机“X_F”。在单线区段东郊方面的接车口处设有进站信号机“X_D”;上行咽喉区有两个接车口,在正向接车口处设有进站信号机“S”,在反向接车口处设有进站信号机“S_F”。

需要注意的是,考虑到双向运行的需要,正向进站信号机设在列车运行方向线路的左侧,反向进站信号机可设在列车运行方向线路的右侧,且为矮型。

(2) 出站信号机。出站信号机设置在每条发车进路的股道头部,用来防护发车进路。其命名规则与进站信号机相同。图 1-1 中的每一股道均能办理发车作业,向上行方向(北京和东郊)发车设有 S_I、S_{II}、S_{III}、S_I 和 S₅,向下行方向(天津)发车设有 X_I、X_{II}、X_{III}、X_I 和 X₅。当有两个或两个以上发车方向时,为了区分发车方向,出站信号机应配置进路表示器,如图 2-1 所示。

2. 调车信号机

(1) 调车信号机的命名。调车信号机是为了满足车辆的摘挂、转线、编组等调车作业需要而设置的信号机。其命名以字母 D 标识,对于下行咽喉区的调车信号机,以信号楼为中心由远及近地分别以奇数做下标进行编号,如 D₁、D₃、D₅。对于上行咽喉区的调车信号机以偶数做下标进行编号,如 D₂、D₄、D₆。

(2) 调车信号机的设置。调车信号机按下述原则进行设置:出站信号机均兼做调车信号机,如图 1-1 中的 S_I、S_{II}、X_I、X_{II};为了由牵出线、专用线、编组线等向咽喉区调车,应在以上线路的起始地



图 2-1 进路表示器



点设置调车信号机来加以防护,如图 1-1 中的 D_2 、 D_{18} ;在咽喉区的适当地点设置起折返作用的调车信号机,以满足转线作业的需要,如图 1-1 中的 D_9 、 D_{13} ;为了增加平行作业、减少牵出车列的走行距离而设置的起阻拦作用的调车信号机,如图 1-1 中的 D_5 、 D_7 。

需要注意的是,有些调车信号机的作用并不是唯一的,根据具体进路的不同,其有时起折返作用,有时起阻拦作用,如图 1-1 中的 D_7 。

(3)调车信号机的类型。根据调车信号机的设置位置的不同,可将其分为以下几种类型。

①尽头式调车信号机:指设在牵出线、编组线、专用线等入口处的信号机,其特点是同一坐标处只有一架信号机,内方为道岔区段,外方是无岔区段或接近区段,如图 1-1 中的 D_2 。

②咽喉区调车信号机:指设置于咽喉区内部的信号机,包括单置、并置和差置三类。

单置调车信号机是指同一坐标处仅布置一架信号机,且其内方和外方均为道岔区段,如图 1-1 中的 D_{11} 、 D_8 ;并置调车信号机是指同一线路同一坐标处布置的两架背向的调车信号机,如图 1-1 中的 D_7 和 D_9 、 D_{10} 和 D_{12} ;差置调车信号机是指设在咽喉区中间且不在同一坐标处的两架背向的调车信号机,这两架信号机之间是一个无岔区段,而信号机内方是道岔区段,如图 1-1 中的 D_5 和 D_{15} 、 D_4 和 D_{14} 。

③进站内方带调车信号机:指设在进站信号机内方(与进站信号机不在同一坐标处)的信号机,其间有一段不小于 50 m 的无岔区段,如图 1-1 中的 D_3 和 D_6 。

④出站兼调车信号机:指设在股道头部,并且与出站信号机设在同一坐标处的调车信号机,如图 1-1 中的 S_I 、 X_{II} 。

2.1.3 转辙机的设置

在车站信号设备平面布置图中,规定其中所画的道岔均为定位状态,而且尖轨与基本轨间画有黑块的,表示它是集中操纵的电动道岔;若没有黑块,则表示它是非集中操纵的手动道岔。

对应每组道岔均设转辙机,侧线上的道岔为普通单开型道岔,一般选用 ZD6 型直流电动转辙机。单动道岔设一台转辙机,双动道岔设两台转辙机。

正线上的道岔为提速道岔,分为固定辙叉和可动心轨两种类型,在车站信号设备平面布置图中其符号画法有所不同,如图 1-1 中的 3 号道岔为可动心轨型,9 号道岔为固定辙叉型。

站场正线上的道岔均采用 12 号提速道岔,使用钩式外锁闭装置。12 号提速道岔的尖轨必须有两个牵引点,可动心轨型道岔也应该有两个牵引点。这样,一组 12 号固定辙叉型提速道岔有两个牵引点,而一组可动心轨型提速道岔共有四个牵引点。当提速道岔选用 S700K 型交流电动转辙机时,每个牵引点需设一台转辙机。当选用固定辙叉型提速道岔时,每组道岔应设两台转辙机;当选用可动心轨型提速道岔时,每组道岔应设四台转辙机。

2.1.4 轨道电路的划分及命名

为了监督列车运行、提高作业效率,在电气集中车站集中控制区域的每一区段都装设轨道电路,在车站信号设备平面布置图中是用钢轨绝缘将划分的轨道电路表示出来的。

1. 轨道电路的划分

轨道电路划分的一般原则如下。

(1)对应站场中的每一架列车信号机或每一架调车信号机处都应设置绝缘节,从而将信号机的前后划分成不同区段,以实现对信号自动关闭的控制。

(2)为了保证两条平行进路可以同时建立,在跨越两条线路的双动或多动道岔的渡线道岔中间应加绝缘节,在两组平行的道岔中间也应设置绝缘节,尽管有时可能是侵限的绝缘节。

(3)在同一轨道电路区段内,道岔数目最多不得超过三组,复式交分道岔不得超过两组。

(4)有时为了提高咽喉区的通过能力,要将轨道电路区段适当划短,使道岔能及时解锁以便立即



办理别的进路。

(5)根据进路锁闭与解锁的需要,需要在一些尽头式调车信号机前方的无岔区段内设置一小段轨道电路以作为调车进路的接近区段,如图 1-1 中的 D_2G 、 $D_{18}G$ 。

2. 轨道电路的命名

轨道电路命名的一般规则如下。

(1)道岔区段是根据所含道岔的编号来命名的,如 $1DG$ 、 $3DG$;包含两组道岔的,用两组道岔编号连缀来命名,如 $17-23DG$;包含三组道岔的,则以最小和最大的道岔编号连缀来命名。

(2)无岔区段的命名有不同的情况。对于股道,以股道号来命名,如 $I G$ 、 $4G$;进站信号机内方的无岔区段,用所衔接的股道编号加 A(下行咽喉区)或 B(上行咽喉区)来命名,如 $I AG$ 、 $II BG$;半自动闭塞区段进站信号机外方的接近区段,用进站信号机名称后加 JG 来命名,如 X_dJG ;差置调车信号机之间的无岔区段,以两端相邻的道岔写成真分数的形式来命名,如 $1/19WG$;尽头式调车信号机外方的接近区段,用调车信号机编号加 G 来命名,如 D_2G 。

需要注意的是,在车站信号设备平面布置图中,必须标出无岔区段轨道电路的名称,而道岔区段轨道电路的名称不必标出。

任务实施

1. 任务目标

- (1)培养对车站信号设备平面布置图的识读能力。
- (2)培育精益求精、严谨认真的职业素养。

2. 任务器材

任务指导书、电路图纸、相关技术材料。

3. 任务内容

分组协作完成车站信号设备平面布置图(图 1-1)的识读,具体任务内容如下。

- (1)完成对运行线路和方向的识读,将结果填入表 2-2。

表 2-2 运行线路和方向的识读

序 号	识读项目	运行线路/方向的名称
1	正线线路	
2	站线线路	
3	下行咽喉区发车方向	
4	上行咽喉区发车方向	

- (2)完成对列车信号机的识读,将结果填入表 2-3。

表 2-3 列车信号机的识读

序 号	识读项目	信号机的名称
1	下行咽喉区进站信号机	
2	下行咽喉区出站信号机	
3	上行咽喉区进站信号机	
4	上行咽喉区出站信号机	



(3)完成对调车信号机的识读,将结果填入表 2-4。

表 2-4 调车信号机的识读

序 号	识读项目	信号机的名称
1	尽头式调车信号机	
2	单置调车信号机	
3	并置调车信号机	
4	差置调车信号机	
5	进站内方带调车信号机	
6	出站兼调车信号机	

(4)完成对道岔的识读,将结果填入表 2-5。

表 2-5 道岔的识读

序 号	识读项目	道岔的名称
1	下行咽喉区单动道岔	
2	下行咽喉区双动道岔	
3	上行咽喉区单动道岔	
4	上行咽喉区双动道岔	

4. 任务要求

根据前面所学知识完成上述工作任务,完成过程中一定要严谨、认真;并按照要求填写表格,填写时一定要细致,避免遗漏。

任务 2.2 联锁表的识读与编制

任务导入

联锁表是根据车站信号设备平面布置图表达联锁区内道岔、进路和信号之间全部联锁关系的表格。它显示了进路、道岔、信号以及轨道区段之间的基本联锁内容。联锁表以进路为主体。相关工作人员应在表中逐条地把排列进路需顺序按压的按钮、防护该进路的信号机的名称和显示、进路要求检查并锁闭的道岔的编号和位置、进路应检查的轨道电路区段的名称,以及所排进路的敌对信号填写清楚。

通过本任务的学习,学生能够了解联锁表的主要内容,会正确识读并编制联锁表,为后续课程的学习奠定理论基础。具体的工作任务为:编制城市轨道交通某车辆段的联锁表。

知识链接

联锁表的主要内容包括进路方向、进路号码、列车及调车的基本进路、进路方式、进路按钮、确定运行方向道岔、信号机及进路表示器、道岔、敌对信号、轨道电路区段、迎面进路和其他联锁等。

1. “进路方向”栏

在“进路方向”栏中填写进路的运行方向和性质。



2. “进路号码”栏

在“进路号码”栏中按列车进路和调车进路(或按咽喉区、场)对每条进路按递增的顺序进行编号。需要注意的是,通过进路不另行编号,仅将正线接车、发车进路号码以分数形式进行填写。例如,正线接车进路号码为2,正线发车进路号码为8,则通过进路的号码就写作“2/8”。

3. “进路”栏

在“进路”栏中逐条列出列车及调车的基本进路。当车站规模较大,始、终端信号机之间有多条路径可选择时,需按基本进路、变通进路的顺序列出各种进路方式。其填写方法举例如下。

(1)对于列车进路(包括接车进路、发车进路和通过进路),如将列车接至某股道时填写“至×G”,由某股道发车时填写“由×G”,通过进路时填写“经×G向××方向通过”。

(2)对于调车进路,如由D_{xx}信号机调车时填写“由D_{xx}”。调车至另一顺向调车信号机,即咽喉区内有阻拦信号机时,填写“至D_{xx}”。当向尽头线、安全线、编组线、专用线、机务段等处调车,没有阻拦信号机时,分别填写由各连接线向集中区调车的调车信号机名称,记作“向D_{xx}”。当进站信号机内方仅能作为调车终端时,填写“至×进站信号机”。由某一调车信号机至股道调车时,填写“至×G”。

4. “进路方式”栏

在“进路方式”栏中,通常用1表示基本进路,用2表示第一条变通进路,用3表示第二条变通进路,以此类推。当整个联锁区内无变通进路时,该栏通常不列。

5. “进路按钮”栏

在“进路按钮”栏中按照先后顺序填写办理进路时需按下的按钮的名称。

6. “确定运行方向道岔”栏

当始、终端信号机之间有多条路径时,为区分开通的路径,在“确定运行方向道岔”栏中填写关键的对向道岔位置。

7. “信号机及进路表示器”栏

在“信号机及进路表示器”栏中填写排列该进路时开放信号机的名称及显示。色灯信号机按显示颜色表示。进路表示器一般以左、中、右或A、B、C来表示。如果进路超过三个方向,则以两组进路表示器组合后的灯位分别表示不同的进路。

8. “道岔”栏

在“道岔”栏中顺序填写进路有关的全部道岔(包括防护道岔和带动道岔)的编号和位置。

9. “敌对信号”栏

在“敌对信号”栏中填写排列该进路时本咽喉区的全部敌对信号的名称,其填写方法如下。

(1)对于列车兼调车信号机,如果X₁信号机的列车和调车信号均为所排进路的敌对信号,则填写“X₁”;如果X₁信号机的列车信号为所排进路的敌对信号,则填写“X₁L”;同理,如果X₁信号机的调车信号为所排进路的敌对信号,则填写“X₁D”。

(2)对于调车信号机,如果D₃信号机为所排进路的敌对信号,则填写“D₃”。

(3)有条件敌对信号时,如果经1/3号道岔定位的D₁信号机为所排进路的敌对信号,则填写“<1/3>D₁”;如果经23/25号道岔反位的S_{III}信号机的列车信号为所排进路的敌对信号,则填写“<(23/25)>S_{III}L”。



10. “轨道电路区段”栏

在“轨道电路区段”栏中顺序填写办理进路须检查空闲的轨道电路区段的名称。例如,需检查3DG区段的空闲,填写“3DG”;当5/7号道岔在定位时,排列进路须检查超限绝缘相邻5DG区段的空闲,填写“<5/7>5DG”;当21号道岔在反位时,排列进路须检查超限绝缘相邻区段21DG的空闲,填写“<(21)>21DG”。

11. “迎面进路”栏

在“迎面进路”栏中填写同一到发线或场间联络线上对向列车、调车进路的敌对关系,实际上是以线路区段的名称表示对另一咽喉区的对向敌对进路的检查。例如,办理下行IG接车进路时,对方咽喉区至IG的接车进路和调车进路均为敌对进路,因此,在“迎面进路”的“列车”和“调车”栏内均标明“IG”;而建立D₁₃至IG的调车进路时,对方咽喉区至IG的接车进路为敌对进路,而IG的调车进路不是敌对进路,因此,只在“迎面进路”的“列车”栏内标明“IG”,在“调车”栏内不标记。

12. “其他联锁”栏

在“其他联锁”栏中填写前面各栏没有包含联锁条件的检查结果。对于举例站场下行咽喉区,只有发车进路对应栏内标明了“BS”,表示所排发车进路应检查与邻站间的闭塞关系(含各种闭塞)。对于上行咽喉区,凡经过非进路调车推送线上道岔的进路,在“其他联锁”栏内应填写“F”,表明这些进路建立时应检查未办理非进路调车作业。除此之外,如果车站内有延续进路、场间联系等作业,则均应在该栏内标明。



图文: 举例站场下行咽喉区进路联锁表

任务实施

1. 任务目标

- (1) 进一步了解联锁表的主要内容和填写规则。
- (2) 通过编制联锁表检验学生对车站信号设备平面布置图和联锁表的识读能力。
- (3) 培养严谨细致、精益求精的理念,强化安全责任意识 and 规范作业意识。

2. 任务器材

实验指导书、A3图纸、绘图工具。

3. 任务内容

- (1) 分组协作编制图2-2所示某车辆段信号设备平面布置图的联锁表。
- (2) 参照联锁表的框架(见图文二维码:举例站场下行咽喉区进路联锁表),在A3图纸上画好表格,填上各栏名称。
- (3) 按照前面所学知识,逐条编写列车进路和调车进路的联锁表。
- (4) 联锁表编制完成后,由一个学生随机抽取某一条进路,阐述其联锁条件,其他同学认真听,并判断正确与否。

4. 任务要求

- (1) 联锁条件填写不能遗漏,措辞要准确,调车进路只填写短调车进路,不填长调车进路。
- (2) 填写“敌对信号”栏时要注意,只填写本咽喉区的敌对进路,且只有短调车进路才有有条件敌对信号,列车进路没有有条件敌对信号。
- (3) 填写“轨道区段”栏时要注意,列车进路上的所有区段均要填写,而调车进路不填写无岔区段,还要注意进路相邻区段有超限绝缘的情况。

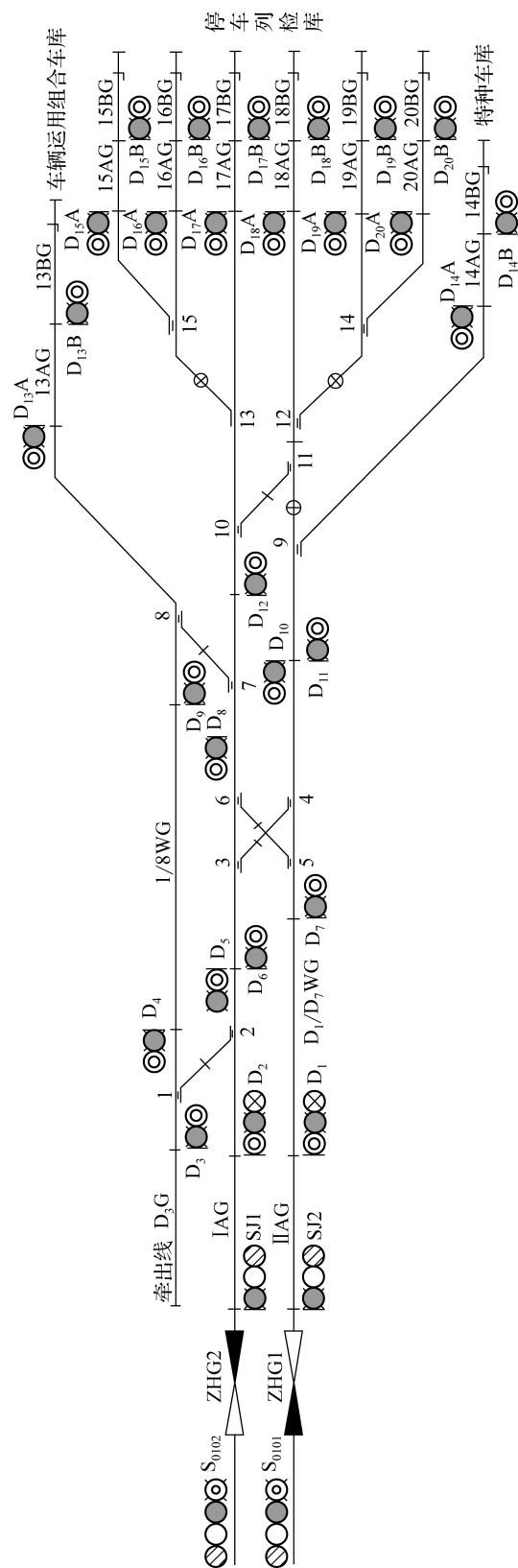


图 2-2 某车辆段信号设备平面布置图



项目评价

项目 2 评价单如表 2-6 所示。

表 2-6 项目 2 评价单

任务名称	评价内容	所占比例	任务得分
任务 2.1	按任务评价内容及标准进行评价	50%	
任务 2.2	按任务评价内容及标准进行评价	50%	
项目总分			
任务评价内容及标准			
序 号	评价内容	评价标准	配 分
1	任务完成情况	按照任务要求,高效完成任务	60 分
2	任务参与情况	能积极、认真参与各项工作任务	20 分
3	综合素养情况	团队协作能力强,安全责任意识强,严格遵守各项规章制度	20 分



思考与练习

1. 车站信号设备平面布置图的主要内容有哪些?
2. 调车信号机有哪些类型? 其特点是什么?
3. 转辙机的设置原则是什么?
4. 轨道电路区段划分的一般原则是什么? 轨道电路是如何命名的?
5. 联锁表的主要内容是什么?



知识拓展

某日,京广线×××车站在 461 次列车通过 X 信号机后,前方 X₁ 信号机显示两个绿灯,表示经道岔侧向位置开往次要线路,限速 45 km/h。但司机没有认真瞭望和确认信号,仅凭经 X 信号机时驾驶室内机车信号显示一个绿灯臆测行车,没有及时采取制动减速措施,以 110 km/h 的速度通过道岔的侧向位置,导致列车脱轨颠覆,造成 9 人死亡、15 人重伤、25 人轻伤的旅客列车重大事故。这起事故的主要原因,一是司机没有认真确认地面信号显示;二是信号设计人员联锁设计错误,造成机车信号错误显示为绿灯。

联锁表是车站联锁设备可靠工作和行车安全的重要保证,其中存在的任何细小的错误或漏洞,都可能造成车站联锁失效,引发车毁人亡的重大事故。所以,任何条件下都必须保证车站联锁关系的绝对正确,实现对各种联锁条件的完整、准确的检查。

因此,作为未来的信号检修人员,应该牢固树立“安全第一、乘客至上”的工作准则,秉持“严谨细致、精益求精”的职业态度,认真对待经手的每一项工作,为列车安全运营、乘客安全出行保驾护航。

第1部分小结

本部分主要介绍了联锁的基本概念和基本内容、城市轨道交通进路及列车运行进路的三级控制、联锁设备的类型及功能、车站信号设备平面布置图的识读、联锁表的基本内容及其识读与编制等,从而为后续继电集中联锁系统、计算机联锁系统的学习奠定坚实的理论和实践基础。