



21世纪职业教育创新型教材

城市轨道交通

信号基础设备
维护与应用

主 编 金永亮 张 璠
副主编 刘怀昆 鞠兴刚



北京工业大学出版社

内 容 提 要

全书共七个项目,项目一为城市轨道交通信号系统概述,项目二为信号继电器维护与应用,项目三为信号机维护与应用,项目四为道岔转辙设备维护与应用,项目五为列车检测设备维护与应用,项目六为城市轨道交通信号设备雷电防护应用,项目七为轨旁设备维护与应用。

本书可作为职业院校城市轨道交通信号基础设施维护与其他相近专业学生的教材,也可作为城市轨道交通企业新职工的培训教材,同时可供从事相关方面工作的广大科技工作者阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通信号基础设施维护与应用/金永亮,
张璠主编. —北京:北京工业大学出版社,2020.5
ISBN 978-7-5639-7260-9

I. ①城… II. ①金… ②张… III. ①城市铁路—铁路信号—信号设备—职业教育—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 297307 号

城 市 轨 道 交 通 信 号 基 础 设 备 维 护 与 应 用

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG XINHAO JICHU SHEBEI WEIHU YU YINGYONG

主 编:金永亮 张 璠

责任编辑:李周辉

封面设计:易 帅

出版发行:北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 邮编:100124)

010-67391722(传真) bgdcbs@sina.com

经销单位:全国各地新华书店

承印单位:天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张:17.5

字 数:378 千字

版 次:2020 年 5 月第 1 版

印 次:2020 年 5 月第 1 次印刷

标准书号:ISBN 978-7-5639-7260-9

定 价:52.50 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题,请寄本社发行部调换 010-67391106)

前

言

城市轨道交通是城市公共交通的骨干,具有节能、省地、运量大、全天候、无污染(或少污染)又安全等特点,属绿色环保交通体系,特别适用于大中城市。中国城市轨道交通发展迅猛,目前已有 30 多座城市建成了或正在新建城市轨道交通系统,或拟定了建设规划。

城市轨道交通是集线路、车辆、供电、通信、信号、自动售检票、运营管理等专业于一体的综合系统。城市轨道交通信号系统是保证列车运行安全、提高运营效率的重要设备,具有不可替代的作用。系统中基础设备的运用状态,直接影响列车运行的安全。相关方面的人才培养,除了要使更多的信号工作人员掌握信号基础设备的理论知识外,更主要的是培养他们的职业能力,提高广大信号工作人员的技术水准,以适应城市轨道交通专业人才的需求。目前,各职业院校中,此类有针对性的教材较少,现有教材大多偏重于理论,深度和广度都与相关岗位的培训需求不相符。

本书在编写过程中,根据职业教育的特点,结合职业教育城市轨道交通信号专业教学大纲组织编写,内容上注重理论与实际操作相结合,力求重点突出,深入浅出,通俗易懂。本书比较全面地介绍了当今城市轨道交通信号基础设备的结构、原理以及维护标准。

全书共七个项目,项目一为城市轨道交通信号系统概述,简要介绍了城市轨道交通车辆段信号系统和正线信号系统的组成及功能;项目二为信号继电器维护与应用,主要介绍了安全型继电器的结构、工作原理及电气特性,特别介绍了美国 PN-150B 型继电器的结构和使用,着重介绍了继电电路的分析和应用;项目三为信号机维护与应用,主要介绍了当今城市轨道交通常用的透镜式色灯信号机、组合式色灯信号机和 LED 色灯信号机;项目四为道岔转辙设备维护与应用,主要介绍了 ZD6 型、ZD(J)9 型、S700K 型电动转辙机维护和 ZYJ7 型电液转辙机维护以及与提速道岔配套使用的外锁闭装置维护;项目五为列车检测设备维护与应用,介绍了 50 Hz 微电子相敏轨道电路、音频无绝缘轨道电路和微机计轴设备;项目六为城市轨道交通信号设备雷电防护应用,共包括三个内容,分别为城市轨道交通信号设备防雷技术基础、城市轨道交通信号综合防雷实施方案、城市轨道交通信号设备雷电

综合防护系统的维护与管理;项目七为轨旁设备维护与应用,主要介绍了应答器系统和感应环线系统。

本书由辽宁铁道职业技术学院金永亮、辽宁省交通高等专科学校张璠担任主编,辽宁铁道职业技术学院刘怀昆、鞠兴刚担任副主编。其中项目二、项目三的任务一由金永亮编写,项目一由张璠编写,项目四由刘怀昆编写,项目三的任务二、项目五、项目六、项目七由鞠兴刚编写,插图由辽宁铁道职业技术学院王换绘制。本书在编写过程中,还得到了辽宁铁道职业技术学院张胜平、吴广荣老师的大力支持,在此表示衷心的感谢。

通过本书的学习,学生能够对城市轨道交通信号基础设施有比较全面的了解,为从事城市轨道交通信号基础设施维护等工作提供知识保障。本书可作为职业院校城市轨道交通信号基础设施维护与其他相近专业的教材,也可作为城市轨道交通企业新职工的培训教材,同时可供从事相关方面工作的广大科技工作者阅读和参考。

本书在编写过程中参考了大量相关资料,在此,本书所有编者对参考文献中所列专著、教材、文献等的作者表示最诚挚的谢意。同时,由于编者水平有限,加之时间紧迫,书中难免存在不足之处,敬请各位读者批评指正。

编者



项目一	城市轨道交通信号系统概述	1
任务一	城市轨道交通车辆段信号设备认知	1
任务二	城市轨道交通正线信号设备认知	6
项目二	信号继电器维护与应用	21
任务一	信号继电器概述	21
任务二	常用信号继电器	30
任务三	PN-150B 型继电器	53
任务四	信号继电器的特性	58
任务五	继电器电路分析及应用	66
任务六	信号继电器检修	80
项目三	信号机维护与应用	103
任务一	信号机概述	103
任务二	色灯信号机维护与应用	110
项目四	道岔转辙设备维护与应用	121
任务一	道岔转辙设备概述	121
任务二	ZD6 型电动转辙机维护与应用	125
任务三	ZD(J)9 型电动转辙机维护与应用	146
任务四	S700K 型电动转辙机维护与应用	155
任务五	ZYJ7 型电液转辙机维护与应用	165
任务六	钩式外锁闭装置维护与应用	179
项目五	列车检测设备维护与应用	203
任务一	轨道电路概述	203
任务二	50 Hz 微电子相敏轨道电路维护与应用	209
任务三	音频无绝缘轨道电路维护与应用	213

任务四	微机计轴设备维护与应用	219
-----	-------------------	-----

项目六	城市轨道交通信号设备雷电防护应用	225
------------	-------------------------------	-----

任务一	城市轨道交通信号设备防雷技术基础	225
-----	------------------------	-----

任务二	城市轨道交通信号综合防雷实施方案	235
-----	------------------------	-----

任务三	城市轨道交通信号设备雷电综合防护系统的维护与管理	249
-----	--------------------------------	-----

项目七	轨旁设备维护与应用	255
------------	------------------------	-----

任务一	应答器系统维护与应用	255
-----	------------------	-----

任务二	感应环线的检测与维护	266
-----	------------------	-----

参考文献	273
-------------	-------	-----

项目一 城市轨道交通信号系统概述

项目导读

城市轨道交通是现代化都市的重要交通基础设施,它安全、舒适、快捷、便利地在城市范围内运送乘客,能最大限度地满足乘客出行的需要,具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点,是现代化都市所必需的交通工具。截至2016年年底,我国大陆地区共30个城市开通运营城市轨道交通,共计133条线路,运营线路总长度达到4152.8千米,发展前景十分广阔。

城市轨道交通信号系统是指挥列车运行,保证行车安全,提高运输效率,改善行车组织方式,提升运营管理水平的重要设备。系统通常由列车自动监控子系统(Automatic Train Supervision System,ATS)、列车自动防护子系统(Automatic Train Protection System,ATP)、列车自动运行子系统(Automatic Train Operation,ATO)、通信子系统DCS、连锁子系统CBI组成,用于实现进路控制、列车间隔防护、调度指挥、自动驾驶、信息管理、设备监测及维护管理等功能,由此构成一个高效的综合自动化系统。

任务一 城市轨道交通车辆段信号设备认知

任务描述

通过本任务的学习,使学生熟悉城市轨道交通车辆段信号系统的工作原理,了解车辆段信号系统的特点,掌握城市轨道交通信号系统的作用。

任务目标

- 1.掌握城市轨道交通信号系统的设备组成和作用;
- 2.掌握车辆段信号系统的特点;
- 3.能够按照标准化作业程序进行信号系统维护;
- 4.树立“安全第一、预防为主”的责任意识,培养遵章守纪的工作作风。

知识准备

一、车辆段信号设备组成

列车在车辆段的运行条件与正线不同,根据对列车实现控制技术的不同,城市轨道交通信号控制系统分为车辆段信号控制系统和正线列车自动控制系统。车辆段是列车存放、检查、整备、运用和修理的管理中心所在地,设有检修库线、试车线、洗车线、停车列检库线等。车辆段占地面积大,道岔数量多,作业繁忙。在车辆段内,列车或车列运行时所经过的路径称为进路。每一条进路都有一组或多组道岔,道岔的位置不同,进路也不同。每一条进路必须有信号机防护。为保证列车运行作业的安全,站内相关道岔、进路、信号之间建立了相互联系、相互制约的关系,这种关系称为联锁关系,简称联锁。实现联锁关系的控制设备称为信号联锁系统。

车辆段信号联锁系统用来实现对车辆段的信号控制,同时通过车辆段 ATS 分机与行车指挥中心进行信息交换。此外,为了便于维护和故障处理,车辆段还增设一套信号集中监测系统。车辆段联锁设备主要有 6502 电气集中联锁和计算机联锁系统。随着计算机技术的飞速发展,近年来,城市轨道交通车辆段信号联锁设备大多采用与国铁相同的计算机联锁系统。试车线多采用与正线相同的进口列车自动控制 ATC 设备。为了实现信号一体化,车辆段信号系统通过数据通信系统与中心相连,实现对车辆出入的监控。

车辆段设备主要包括 ATS 车辆段分机、计算机联锁系统、信号集中监测系统、道岔转辙设备、信号机、轨道电路和电源设备等,如图 1-1 所示。

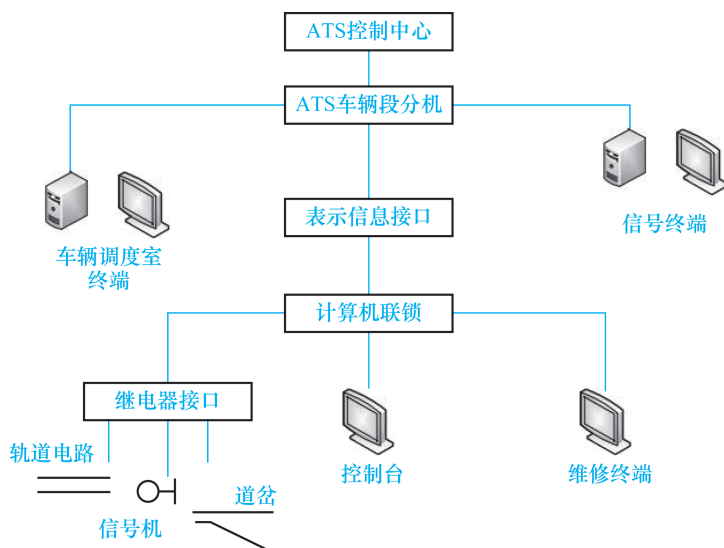


图 1-1 车辆段信号系统构成

1. ATS 车辆段分机

车辆段设置一台 ATS 分机,用于采集列车占用车辆段内各个线路的状态信息、信号机

的显示状态及道岔的位置情况信息,并且将相关信息传输至ATS控制中心的显示屏上。

2. 计算机联锁设备

车辆段独立设置一套联锁系统,用以实现车辆段内的进路控制,并通过ATS分机与控制中心进行信息交换。联锁系统只受车辆段值班员控制。

联锁系统还设有电务维修机,可以储存信息,具有记忆功能,不但能够及时提供当前的信息显示,而且能提供维修和检测相关的信息。维修机还具有集中监测报警功能,可通过通信网络与控制中心进行信息交换。

3. 信号集中监测系统

集中监测系统主要对车辆段内信号设备进行实时的状态监控,是保证行车安全、加强信号设备接合部管理、监测信号设备运用质量的重要行车设备。

4. 道岔转辙设备

道岔转辙设备是保证列车或车列在车辆段内安全运行的重要基础设备,能够实现对道岔的解锁、转换和锁闭。电动转辙机的采用降低了作业人员的劳动强度,提高了运营企业的运输效率。常见的转辙机有ZD6型电动转辙机、S700K型电动转辙机、ZD(J)9型电动转辙机、ZYJ7型电液转辙机,车辆段内大多采用ZD6型电动转辙机。

5. 信号机

信号机是信号系统中不可缺少的组成部分,用来指示运行条件。为指示列车运行及调车作业,城市轨道交通线路根据具体需求设置各种信号机。信号显示及其使用,必须严格按照《铁路技术管理规程》的规定执行。与国铁不同的是,城市轨道交通车辆段信号机通常设置于列车运行方向的右侧。

小贴士

要注意城市轨道交通车辆段信号机与国铁信号机的设置区别。

6. 轨道电路

轨道电路是城市轨道交通信号系统的基本设备,利用轨道电路可以自动检测车辆的位置,控制信号机的显示;通过轨道电路可以传递行车信息,控制列车运行,提高运输效率。车辆段大多采用50 Hz相敏轨道电路来检查区段的占用和空闲状态,但不能传递车辆运行信息。

7. 电源设备

信号系统供电负荷等级为一级负荷,由两路独立电源供电,互为主备电源,具有自动切换功能。主备电源切换时,电源中断时间不大于0.15 s。

车辆段信号设备设有专用电源屏供电。电源屏采用模块化结构。对有不间断供电和抗干扰要求的设备,设有不间断(UPS)电源设备,UPS采用免维护电池组,一般续航时间按30 min设计。

8. 试车线设备

试车线一般设置在车辆段内。车辆段联锁设备对其所辖的试车线上的道岔、信号机进行集中控制。试车线一般设非进路调车按钮。试车线区段的空闲/占用、信号机的开放/关闭能反映在信号运转室操作显示器上。

试车线按照信号系统试车要求装设与正线相同的ATP和ATO轨旁设备,为列车提供与正线相同的工作环境,在列车完成维修或长期存放后,对列车车载ATC设备进行动态试

验及评估车辆的动态性能,检查列车是否可以安全投入运营。

二、车辆段信号设备布局

城市轨道交通车辆段停车线有尽端式和贯通式两种。尽端式通常只有一组进出段线路;贯通式有两组进出段线路。沈阳地铁1号线十三号街车辆段部分线路,如图1-2所示。

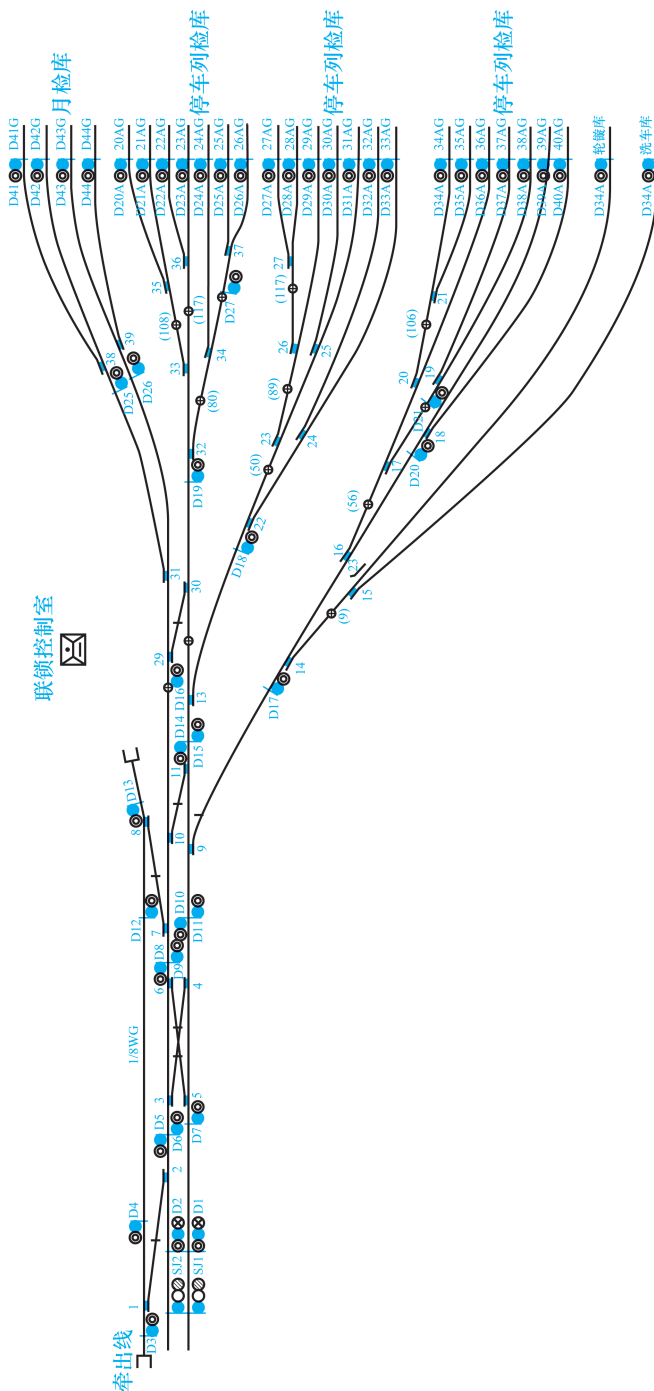


图1-2 沈阳地铁1号线十三号街车辆段信号设备平面图

1. 车辆段设置

共设有 25 条停车线(包含 3 个停车列检库、1 个月检库)、1 个轮镟库、1 个洗车库。

1) 信号机设置: 停车线设置 48 组调车信号(D20A~D40A, D41~D46)。其余均为普通调车信号机, 如 D4, D5, D6, D7…。SJ1、SJ2 为上行方向进段信号机。

2) 道岔设置: 4 组渡线道岔(1/2, 7/8, 10/11, 29/30), 1 组交叉渡线道岔(3/4, 5/6), 25 组单开道岔(9, 13, 14, …, 37, 38, 39), 均采用 ZD6-D 型电动转辙机作为道岔转辙牵引设备。

3) 轨道电路设置: 十三号街车辆段采用 50 Hz 单轨条相敏轨道电路。

2. ATC 转换区域设置

车辆段正线及试车线连接处, 设置有 ATC 转换区域。

3. 出入库线设置

车辆段与正线之间设有 2 条出段线和 2 条入段线, 方便列车从不同方向出入车辆段。

任务实施

工作单	城市轨道交通车辆段信号设备认知		
工作任务	1. 了解车辆段内线路基本组成 2. 认识车辆段内的信号系统(ATS 车辆段分机、计算机联锁系统、信号集中监测系统、道岔转辙设备、信号机、轨道电路和电源设备等), 并初步了解各个设备的功能及操作使用 3. 认识信号设备平面布置图中各设备的图形符号		
班级		姓名	
学习小组		工作时间	
交流讨论	1. 了解车辆段内线路基本组成 (1) 观察车辆段内线路特点, 了解各线路的名称和作用 (2) 认识车辆段内各种信号机, 观察其设置的位置、灯光配列 (3) 认识车辆段内道岔转辙设备, 观察转辙机设置的位置, 能够区分单开道岔和联动道岔 (4) 观察比较轨道电路的设备, 观察道岔区段轨道电路的布局 2. 认识车辆段内的信号系统(ATS 车辆段分机、计算机联锁系统、信号集中监测系统、道岔转辙设备、信号机、轨道电路和电源设备等), 并初步了解各个设备的功能及操作使用 3. 认识信号设备平面布置图中各设备的图形符号		
能力训练	1. 学会与小组成员分享课程资源, 培养良好的团队合作能力和协作能力 2. 谈论过程中多与教师沟通, 动手实践, 培养语言沟通能力和实践能力 3. 熟悉城市轨道交通车辆段信号系统的特点, 树立“安全第一、预防为主”的责任意识, 培养遵章守纪的工作作风		
实训小结			

任务评价

评价项目	表达能力 15%	沟通能力 15%	团队合作能力 15%	实际操作能力 25%	知识掌握能力 30%
评价结果					

指导老师评语：

任务完成人签字：

日期： 年 月 日

指导老师签字：

日期： 年 月 日



任务二 城市轨道交通正线信号设备认知



任务描述

通过本任务的学习,使学生熟悉城市轨道交通车辆段正线信号设备的工作原理,掌握正线信号系统的特点。

任务目标

- 1.掌握车站和轨旁设备的组成,熟悉正线信号设备的基本布局;
- 2.能够按照标准化作业程序进行信号系统维护;
- 3.树立“安全第一、预防为主”的责任意识,培养遵章守纪的工作作风。

知识准备

一、控制中心设备

控制中心设备属于列车自动监控系统(ATS),ATS利用可靠的网络结构,与列车自动防护系统(ATP)和列车自动驾驶系统(ATO)一起完成对全线列车运营的管理和监控功能。ATS系统主要配置ATS中央计算机系统、主任/调度员工作站、运行图工作站、维护工作站、DCS(Data Communication System,DCS)数据通信设备,运行综合显示屏接口服务器、与

其他系统接口的通信服务器、培训工作站、UPS 电源设备等,以及 ATC 输出与系统运行状态信息打印设备和运行综合显示屏,如图 1-3 所示。

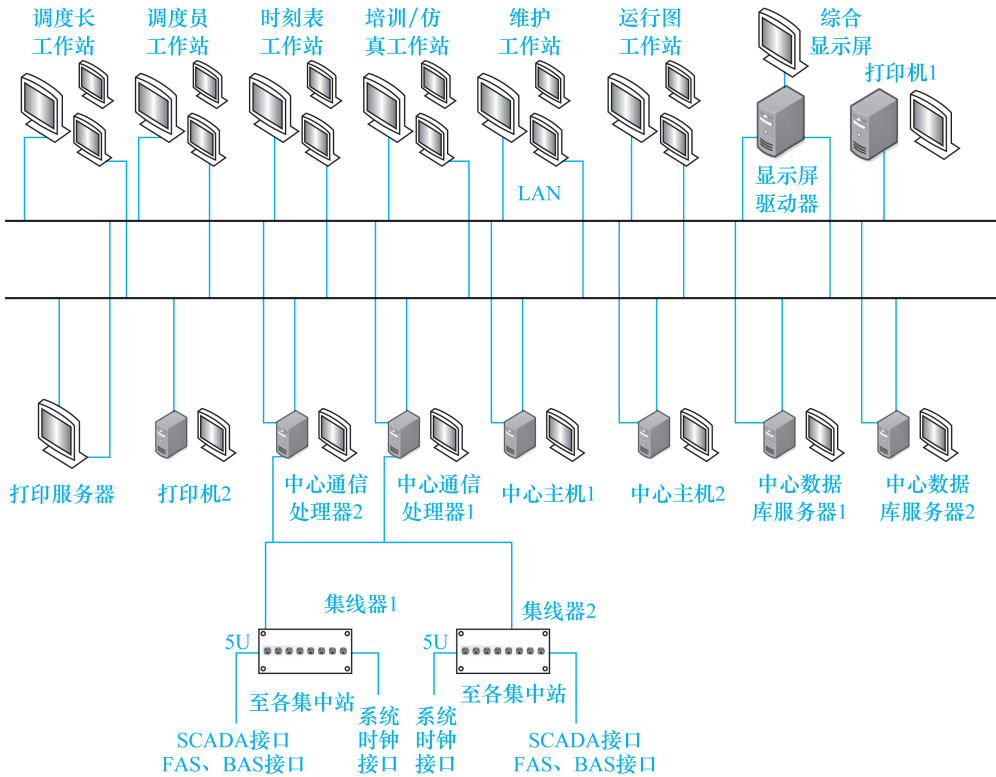


图 1-3 控制中心设备

ATS 系统的功能主要包括监督和控制两部分。

监督功能:ATS 系统将列车运营的状态和信息,通过控制中心或车站的调度终端实时显示出来,调度员可以通过终端屏幕,实时了解和掌握列车的实际运行情况,以便及时对行车作业进行分析和调整,保证全线安全、高效有序地进行。

控制功能:ATS 向轨旁联锁系统发出指令办理进路,指挥列车按照列车运行图来运行。ATS 还可以绘制列车实迹运行图,并对偏离运行图的列车进行自动调整。

1.控制中心 ATS 系统主机

控制中心 ATS 系统主机采用双机热备的工作方式。两套系统配备相同的硬件、软件,互为主、备机关系。在正常工作状态下,主机负责完成系统所有功能,备机处于热备状态。当主机出现故障时,系统自动转换成备用状态并发出报警,原备机转换为主机在线。

2.ATS 支持工作站

(1)调度工作站

调度工作站配备大屏幕显示器用于指挥行车调度,是实际操作的平台,使调度员能够在控制中心监视列车的运行情况和控制联锁设备,可显示列车运行计划图和运行实迹图。

(2)时刻表编辑工作站

时刻表编辑工作站是用于创建和修改基本时间表/计划的单个工作站,这些时刻表将被载入ATS系统,控制列车自动运行。

(3)培训/仿真工作站

培训/仿真工作站配有各种系统的编辑、装配、连接和系统构成工具及列车运行仿真软件,可以与调度员工作站显示相同的内容,有相同的控制功能,能仿真列车在线运行及各种异常情况,但不参与实际的列车控制。培训工作站配备多显示器的计算机设备,可为调度所的各级行车指挥人员提供系统岗位技术培训。

(4)维护工作站

系统维护工作站一般配置1台大屏幕显示器,主要完成网络管理、设备运行状态监视、数据更新等维护功能,通过打印机可将相应信息打印出来并存档。

(5)显示屏工作站

为了方便运营人员更加直观地观察列车的运行状态以及信号设备的状态,控制中心会将ATS系统信号显示到综合显示屏上。综合显示屏具有显示界面齐全、信息量大的特点。

二、车站及轨旁基础设施

车站分为设备集中站和非设备集中站两种,本项目以设备集中站为例。

设备集中站设有车站ATS分机、计算机联锁系统、ATP/ATO系统地面设备、电源屏、维修终端、信号机、列车检测设备、转辙机、发车指示器、自动折返按钮、紧急停车(关闭)按钮等。

设备集中站是ATS与ATP/ATO地面设备的接口,用于联锁系统与其他系统进行信息交换,传递控制命令,从而控制车站联锁设备,以实现车站进路的自动控制,如图1-4所示。

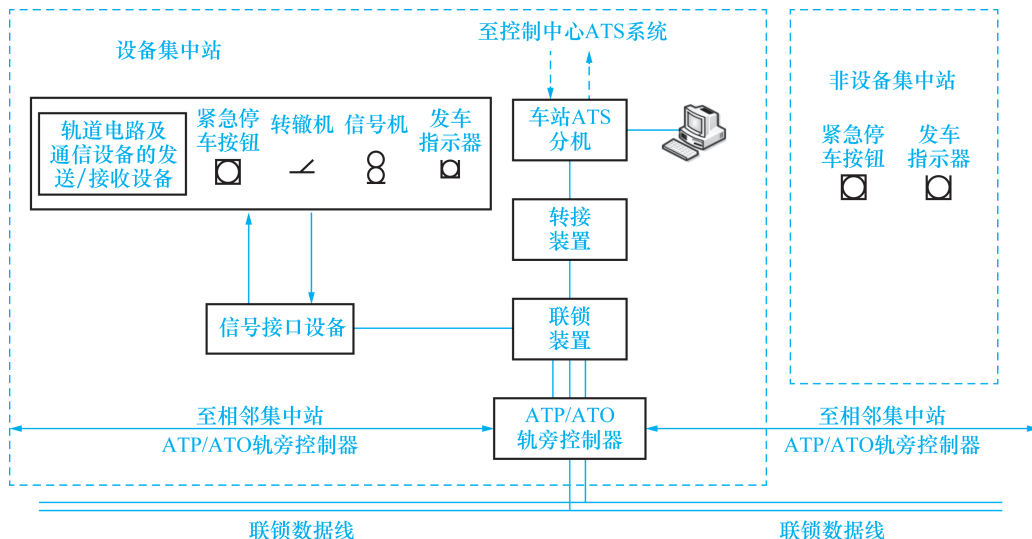


图 1-4 车站及轨旁设备示意图

设备集中站各设备分设于车站运转室、车站信号设备室、轨旁线路层及车站站台层。

1. 车站运转室

设备集中站车站运转室设置一台远程 ATS 工作站,用于采集车站设备的状态信息、传送中心的控制命令及存储由中心下载的时刻表,并实现车站进路自动控制的功能;在中央 ATS 授权后,设备集中站的 ATS 分机可实现对本地联锁区域的控制功能。

设备集中站车站控制室内还设置正线联锁系统的控制台,可显示列车运行的基本信息。当 ATS 发生故障时,可以通过联锁系统控制台进行进路选排、操纵道岔等基本操作。

2. 车站信号设备室

设备集中站室内设备同国铁室内基本一致,主要设有计算机联锁设备、ATP/ATO 室内设备、轨旁控制设备、车-地通信室内设备、接口设备、列车检测室内设备、信号电源屏、防雷分线柜以及计算机联锁组合柜等,如图 1-5 所示。

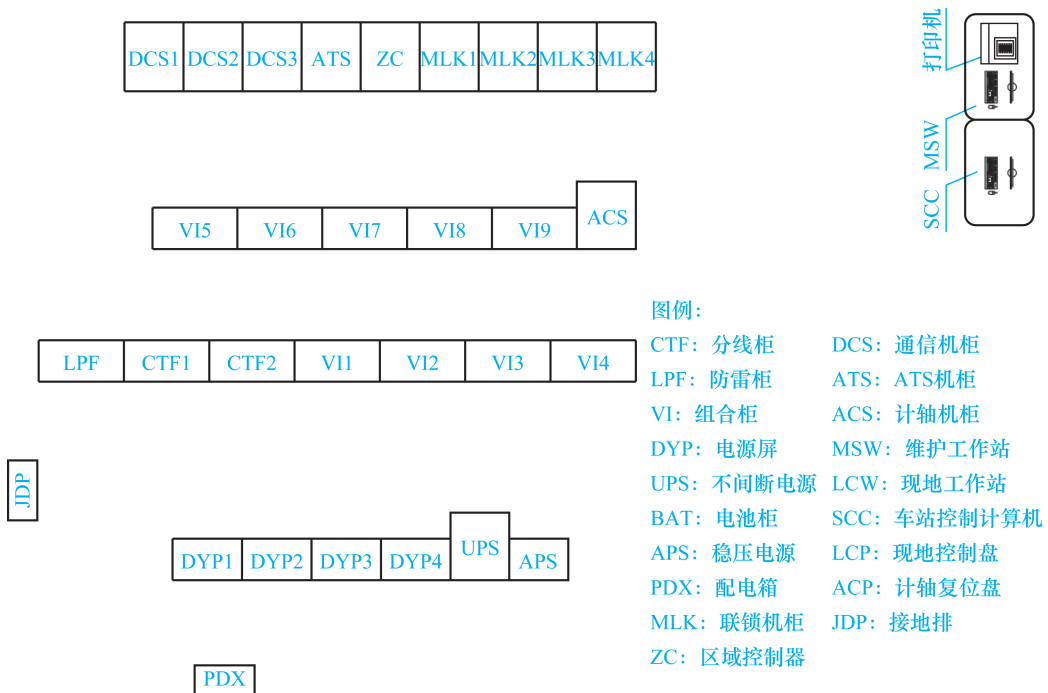


图 1-5 信号设备布置图

3. 轨旁设备层

轨旁设备层上主要设有转辙机、信号机、列车检测设备及车-地通信设备等。

转辙机是保证列车或车列在站内安全运行的重要设备,能够实现对道岔的解锁、转换和锁闭,是轨道交通信号系统中最关键的基础设备。常见的转辙机有 ZD6 型电动转辙机、S700K 型电动转辙机、ZD(J)9 型电动转辙机、ZYJ7 型电液转辙机。

信号机为指示列车运行条件,城市轨道交通线路根据具体需求设置各种信号机,保证列车在车站内运行安全。

列车检测设备用来检测线路占用情况,向列车传递行车控制信息,控制信号机的显示,是信号系统的重要基础设备,直接影响行车安全和运输效率。列车检测设备主要包括轨道电路和计轴设备。

轨旁车-地通信设备包括点式通信设备和连续式通信设备。

点式通信设备用于系统初始化、轮径校核、列车定位、精确停车等功能的通信,可通过应答器来通信。连续式通信设备包括漏泄电缆、感应环线、裂缝波导管及无线电等。

三、正线信号设备布局

1. 信号机设置

地铁和国铁上的信号机设置基本一致,但也有些不同。第一,国铁采用的是左侧行车制,即信号机设置在列车运行方向的左侧。而地铁列车都是采用右侧行车制,即信号机设置在列车运行方向的右侧。第二,信号显示的含义不同。地铁的正线只有列车信号机,绿灯表示进路锁闭,可以进入,如果进路中有道岔,还表示这组道岔开通定位;黄灯表示进路锁闭,可以进入,但是表示道岔开通反位;红灯表示禁止进入。为减少维修工作量,提高设备的可靠性和安全性,正线信号机一般采用发光二极管 LED 信号机。在 CBTC 模式下,信号机点蓝灯,机车信号为主体信号,地面信号忽略。

2. 道岔设置

为了满足各种作业要求,在正线上需铺设大量的道岔。一般城市轨道交通的正线上采用 7 号道岔或 9 号道岔,通常为单机牵引。其锁闭方式可采用内锁闭或分动外锁闭形式。常用的内锁闭方式的道岔,转辙机通常使用 ZD6 型电动转辙机;分动外锁闭方式的道岔,通常采用 S700K、ZD(J)9 型电动转辙机或 ZYJ7 电液转辙机牵引。

思考探究

城市轨道交通正线采用小辙叉号道岔的理由是什么?

3. 轨道电路设置

正线轨道电路不仅用来监督列车占用状态,还用来传递行车信息。正线通常使用音频轨道电路。音频轨道电路一般采用数码调制方式,称为数字无绝缘轨道电路。调制信号为数字基带信号。国内城市轨道交通常用的数字轨道电路有美国联合道岔与信号国际公司(USSI)生产的 AF-904 型数字轨道电路、德国西门子公司的 FTGS 数字轨道电路、法国阿尔斯通的 DTC921 数字轨道电路及通号公司生产的 FZL 数字无绝缘轨道电路。

交流讨论

说一说城市轨道交通车辆段信号系统与正线信号系统的区别与联系。

任务实施

工作单	城市轨道交通车辆段信号设备认知		
工作任务	1.了解正线线路基本组成及布局特点 2.认识控制中心的信号系统(ATS中央计算机系统、主任/调度员工作站、运行图工作站、维护工作站、培训工作站、UPS电源设备等),并初步了解各个设备的功能及操作使用		
班级		姓名	
学习小组		工作时间	
交流讨论	1.了解正线线路基本组成及布局特点 (1)认识控制中心的信号设备,观察综合显示屏的显示内容 (2)认识车站的信号设备,了解设备的基本工作原理 (3)观察列车的停靠位置、车门与屏蔽门的对应情况 (4)认识正线道岔转换设备、信号机灯光配列结构 (5)认识列车检测设备及车-地通信设备 2.认识控制中心的信号系统(ATS中央计算机系统、主任/调度员工作站、运行图工作站、维护工作站、培训工作站、UPS电源设备等),并初步了解各个设备的功能及操作使用 3.说一说城市轨道交通车辆段信号系统与正线信号系统的区别与联系		
能力训练	1.学会与小组成员分享课程资源,培养良好的团队合作能力和协作能力 2.谈论过程中多与教师沟通,动手实践,培养语言沟通能力和实践能力 3.熟悉城市轨道交通正线信号系统的特点,树立“安全第一、预防为主”的责任意识,培养遵章守纪的工作作风		
实训小结			

任务评价

评价项目	表达能力 15%	沟通能力 15%	团队合作能力 15%	实际操作能力 25%	知识掌握能力 30%
评价结果					

指导老师评语:

续表

任务完成人签字：

日期： 年 月 日

指导老师签字：

日期： 年 月 日



知识链接

城市轨道交通信号设备修程

作为城市轨道交通运营维修部门,保证列车的安全运行是日常工作的重中之重,而列车的安全关键在于城市轨道交通系统所有设备的运行安全。信号设备作为城市轨道交通系统的一个组成部分,必须对其进行维护维修,保证其安全稳定运行。设备维护维修是一个系统工程,良好的维护维修模式才能产生更好的维护维修效果。

(一)信号设备维修模式

信号设备维修可分为在设备失效前进行检查、维护的预防性检修和失效后进行替换、修理的故障纠正性检修两种。

1.预防性检修

预防性检修体制是目前国内外城市轨道交通信号系统普遍采用的一种按信号设备运行周期进行计划检修的检修体制。

预防性检修包括计划修和状态修。

(1)计划修

计划修是根据设备的可靠性预先制定设备的检修周期、检修内容及技术标准,并按照相应的年度检修计划及月度检修计划来进行的维修作业。

(2)状态修

状态修是指对设备采取连续监视或定期监测,当设备状态量或其变化量超过规定范围时,及时进行更换或在线维修的维修方法。它是一种以设备实际技术状态为基础的预防性维修制度。状态修的基本条件是该设备具备有效的自检、监测、报警、冗余等功能和手段,能够随时掌握该设备的工作状态及变化趋势,预防可能出现的故障。

预防性检修是提高系统可靠性和可用性的重要手段。预防性检修的定期检修不能影响列车的正常运营。中央及正线地面设备的维修在非运营时段内进行。

2.故障纠正性检修

故障纠正性检修是根据信号设备的实际技术状况来确定检修时机的检修体制,不对设备规定固定的拆卸分解范围和检修期限,是在信号设备有故障时,对故障的设备、器材进行维修或更换的维修办法,其最重要的要求是尽快恢复系统的正常运行。根据维修监

测终端及远程服务与诊断系统提高故障纠正修的准确性,缩短故障修复时间,提高维修效率。

故障检修体制是建立在先进实时的状态监控、完善的故障分析、配件的寿命管理规律以及信号设备运转性能稳定的基础上的一种体制。

在信号设备维修模式中,上述模式可以根据具体情况配合选用。计划检修和状态检修属于预防性的,故障检修则是非预防性的。对故障发生与工作时间有密切关系且无法监控的设备板块,宜采用定期检修方式;对故障发生能以参数或者标准进行状态检查的零部件,宜采用状态检修方式;对故障发生不危及安全,且通过连续监控可以在故障发生后进行检修的零部件,或者发生事故后的修理,宜采用故障检修方式。

(二)设备维修方式选择原则

1) 确保恢复设备规定的功能和精度,消除设备修前存在的缺陷,提高设备的可靠性。

2) 力求维修费用为最小。

3) 力求设备维修对运营的影响为最小。

4) 在轨道交通的设备维修系统中,预防性维修和修复性维修并非绝对对立,对整个系统而言是实施预防性维修,对于系统具体设备、部件可选择进行预防性维修或修复性维修。

(三)信号设备修程

信号设备的修程主要以预防性检修为主,故障纠正性维修为辅,根据设备的可靠性来确定维修周期和维修内容。

信号中修是为保证信号设备达到规定的工况,在大修周期中间对系统中部分薄弱环节进行统一的整治维修。

信号大修是指设备到了规定年限,对全套设备进行的大规模检修。一般大修伴随着比较多的器件、部件和设备的更换。

我国几个主要城市轨道交通信号设备的修程如下:

(1)北京地铁

北京地铁信号系统设备的修程分为日巡视、月检、季检、半年检、年检、故障维修。

(2)上海地铁

上海地铁信号系统设备的修程分为日检、周检、月检、季检、年检、故障维修。

(3)广州地铁

广州地铁信号系统设备的修程分为日常保养、二级保养、小修、中修、大修、故障维修。

(4)沈阳地铁

沈阳地铁信号系统设备的修程分为日巡视、月检、季检、半年检、年检、故障维修。

(四)信号设备维修方式

1.自主维护

从降低维护成本、掌握核心技术及培养专业技术人员角度出发,城市轨道交通信号

设备的维修方式宜采用自主维护方式。

2. 委外维护

地铁公司可以根据运营需要,在维护技术条件或维护能力不能满足运营对维护任务要求的前提下,将维护任务委托给具有维护能力的单位(主要指设备专业维护单位、专业设备制造单位等)进行维护。

目前,全国轨道交通的建设势头迅猛,大量的轨道交通线路将在近几年集中投入运营。同时,以信号 CBTC、计算机与网络为代表的新科技、新技术在城市轨道交通中大量应用,其特征是技术含量高、集成化程度高、对资源配置要求高,尤其对人才技术要求更高。自主维护所需的信号维护人员的缺乏成为近几年各地铁公司面临的一个突出问题。推行自主维护为主、委外维护为辅的维护模式,是探索精简高效的地铁维护模式的路径之一。

(五) 维修工班设置

城市轨道交通信号设备维修管理机构一般设置在车辆段/停车场和控制中心,完成信号设备的日常养护和维修及管理。信号工班是负责信号设备维修工作的基本生产组织,根据线路长度、设备数量及维修值班点的设置进行工班的设置和工班人员的配置。

1. 工班设置

不同的城市地铁公司,信号系统设备维修组织机构及维修内容不同。沈阳地铁工班的设置如下。

(1) 正线工班

除 ATS 及车载设备外,正线上其他信号设备的维修(包括试车线),根据线路的实际状况可设置多个正线工班,分管各自的里程。一般正线工班在折返车站设 24 h 人员覆盖的值班点,并配备工具和备品备件,随时做好抢修准备,以确保地铁正常运营。正线工班根据维修计划或当日运营情况,在运营结束后,进行日常养护、检修与故障(运营期间处理难度大,可维持运营的故障)处理工作。

(2) 控制中心 ATS 工班

控制中心 ATS 工班负责全线 ATS 设备的检测、养护与维修。对应不同的线路可设置各自分管的 ATS 工班。

(3) 车载设备测试工班

车载设备测试工班负责全线 ATP、ATO 等进口设备的检测、车载设备的维修和日常测试以及车辆大修、架修时车载设备的装卸及动态测试。车载工班一般设置在停车库内,运营结束后,进行日常养护、检修与故障(运营期间处理难度大,可维持运营的故障)处理工作。车载工班也可根据需要在正线设置日检点,运营期间列车发生故障后,可跟车随检。

(4) 车辆段/停车场信号工班

车辆段/停车场信号工班负责车辆段/停车场内(包括试车线)信号设备的养护与维修。

(5)综合检修工班

综合检修工班对能够更换下来的设备进行轮检和维修,如转辙机(包括安装装置)、信号机、电源设备、继电器等国产设备的轮检和维修。

(6)DCS 工班

DCS 工班负责全线 DCS 设备的养护检修工作。

2.工班性质

工班按照各维护检修的设备、器材对运营的影响,又可分为信号现场工班和设备集中检修工班。

(1)信号现场工班

信号现场工班负责在线运营设备的日常养护、检修与故障处理工作。地铁由于运行间隔短、行车密度大,因此室外设备的巡检与维修以及故障的处理,都会安排在夜间的非运营时间进行(室内故障需及时处理)。信号现场工班按轮班制实行昼夜值班。一般是将设备包保到人,检修和巡视均由包保者完成,并在一个检修周期内对该设备的安全和故障负责。由于线路上各专业的设备较多,信号设备的巡检与检修就会与其他专业设备发生联系。例如,信号设备检修完后要进行试验,需要运营部门的配合;又如,更换钢轨绝缘作业时,需要工务部门配合。因此,室外设备的巡检与检修工作的组织必须按照标准化流程进行,以确保检修工作的顺利完成和检修人员的人身安全。

(2)集中检修工班

集中检修工班主要负责室内外设备(如继电器、转辙机及各种电子板件等)的集中检修工作,将按计划轮修的设备、器材更换下来后送往专门检修场所进行检修。集中检修工班对运营没有影响,不实行昼夜值班制度,而是实行设备检修质量包保责任制。

各信号工班均需设置工班长,全面负责本工班所辖设备的维护与检修任务、工班的各项日常事务管理工作及落实本工班人员的培训、考核等相关工作。

(六)设备故障统计通报制度

1.设备故障登记

严格执行设备故障登记制度,无论是何种故障,只要反映到设备上的都要登记,并将故障发生时间、修复时间、故障现象、处理经过、处理结果在《设备故障登记簿》上进行登记。

维修班长负责设备故障登记和初步分析工作。

2.设备故障统计分析

按月对故障进行统计;每季度进行一次统计并与上年同期进行对比;每年进行全年统计,并与上年对比。统计时主要统计故障件数、故障延时及故障率。

技术人员负责设备故障统计和故障详细分析工作。

3.设备故障通报

每月初对上月的设备故障情况、性质、原因、经过、存在的问题及处理结果进行通报,并对有关故障的责任者进行通报,让大家吸取教训。同时对在安全生产中工作积极,解决设备隐患、处理故障的有功人员进行通报表扬。

(七)设备检修计划表

见表 1-1 至表 1-4。

表 1-2 2016 年 1 号线十三号街工班××月份设备检修计划

制表时间:2016 年××月××日

填报部门:××××××××××

序号	检修设备或内容	设备数量	单位	检修周期	计划时间(周)				施工类别 (A1\A2\A3\B1\ B2\B3\CI\C2)	工作地点	检修记录表名称	备注
					1	2	3	4				
1	ZD(J)9 电动转辙机	10	台/组	双周检	③	③	③	③	A2	十三号街站至转换轨	转辙机检修测试表	
		5		月检			④	A2	七号街站至四号街站	转辙机检修测试表		
		6		月检		④		A2	重工街站至迎宾路站	转辙机检修测试表		
		2		月检	④			A2	于洪广场站至开发大道站	转辙机检修测试表		
2	信号设备室(正线)	3	站	日检	①	①	①	①	C2	重工街站至迎宾路站	信号设备室检修记录表	
		2		日检	①	①	①	C2	十三号街联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		2		日检	①	①	①	C2	七号街联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		3		日检	①	①	①	C2	于洪广场联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		3		半年检	⑦			A3	重工街联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		3		半年检		⑦		A3	于洪广场联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		2		半年检			⑦	A3	七号街联锁区各站	信号设备室检修记录表		
		2		半年检				A3	十三号街联锁区各站	信号设备室检修记录表		
3	正线联锁机	3	套	季检	⑥			A3	重工街设备集中站	计轴室外设备测试表		
		3		季检		⑥		A3	于洪广场联锁区各站	计轴室外设备测试表		
		3		季检			⑥	A3	七号街联锁区各站	计轴室外设备测试表		
4	ZC(区域控制器)	1	套	日检	①	①	①	A3	重工街站	联锁测试记录表		

编制人:

审核人:

审批人:

审批时间:

填表说明:计划时间栏内填写“①”表示日检,“②”表示周检,“③”表示双周检,“④”表示月检,“⑤”表示双月检,“⑥”表示季检,“⑦”表示半年检,“⑧”表示年检。

表 1-3 2016 年 1 号线车辆段工班 × × 月份设备检修计划

序号	检修设备或内容	设备数量	单位	检修周期	计划时间(周)				施工类别 (A1\A2\A3\B1\B2\B3\C1\C2)	工作地点	检修记录表名称	备注
					1	2	3	4				
1	ZD6-D 型转辙机	11 40	台	双周检 月检	③ ④	④ ④	③ ④	④ ④	B2	1 号线车辆段 1 号线车辆段	ZD6 转辙机检修测试记录表 信号电源室巡检记录表	1 号—11 号道岔双周检, 12 号—51 号道岔月检
2	信号电源室设备 (车辆段)	1	套	日检	①	①	①	①		1 号线车辆段	信号电源室巡检记录表	
3	信号设备室设备 (车辆段)	1	套	日检	①	①	①	①		1 号线车辆段	信号设备室巡检记录表	
4	50Hz 相敏轨道电路	90	区段	季检	⑥	⑥	⑥	⑥	B2	1 号线车辆段	50Hz 相敏轨道电路检修测试记录表	
5	微机监测系统	1	套	季检	⑥				B2	1 号线车辆段	微机监测季检表	
6	联锁控制台、应急盘	1	套	季检			⑥		B2	1 号线车辆段	控制台、应急盘季检表	
7	TYJL-II 型联锁机	1	套	季检			⑥		B2	1 号线车辆段	TYJL-II 计算机联锁设备检修记录表	

编制人:

审核人:

审批人:

审批时间:

填表说明:计划时间栏内填写“①”表示日检,“②”表示双周检,“③”表示周检,“④”表示双周检,“⑤”表示月检,“⑥”表示季检,“⑦”表示半年检,“⑧”表示年检。

表 1-4 2016 年 1 号线车载工班××××月份设备检修计划

填报部门:××××××××××

制表时间:2016 年××月××日

序号	检修设备或内容	设备数量	单位	检修周期	计划时间(周)				施工类别 (A1\A2\A3\B1\ B2\B3\C1\C2)	工作地点	检修记录表名称	备注
					1	2	3	4				
1	CC 机柜	66	套	两日	①	①	①	①		一号线运用组合库	车载系统设备日检表	
				季	⑥	⑥	⑥	⑥		一号线运用组合库	车载系统设备季检表	
2	司机显示器(TOD)	66	套	两日	①	①	①	①		一号线运用组合库	车载系统设备日检表	
				季	⑥	⑥	⑥	⑥		一号线运用组合库	车载系统设备季检表	
3	模式开关(1/2)检查	66	套	两日	①	①	①	①		一号线运用组合库	车载系统设备日检表	
				季	⑥	⑥	⑥	⑥		一号线运用组合库	车载系统设备季检表	
4	车载 MR 天线检查	66	套	季	⑥	⑥	⑥	⑥		一号线运用组合库	车载系统设备季检表	
	车载外围设备(速度 传感器、信标读取 天线)检查	66	套	季	⑥	⑥	⑥	⑥		一号线运用组合库	车载系统设备季检表	

编制人: 审核人: 审批时间:

填表说明:计划时间栏内填写“①”表示日检,“②”表示周检,“③”表示双周检,“④”表示双月检,“⑤”表示双月检,“⑥”表示季检,“⑦”表示半年检,“⑧”表示年检。

项目小结

通过本项目的学习,学生基本了解城市轨道交通信号系统的工作原理;掌握车站和轨旁设备、控制中心设备组成和正线线路布置情况;掌握车辆段信号系统与正线信号系统的区别和联系,了解信号设备的维修模式及维修方式。

知识检测

- 1.简述城市轨道交通信号系统的组成。
- 2.车辆段有哪些信号设备?试述其功能。
- 3.控制中心有哪些信号设备?试述其功能。
- 4.简述车站及轨旁有哪些信号设备。