



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

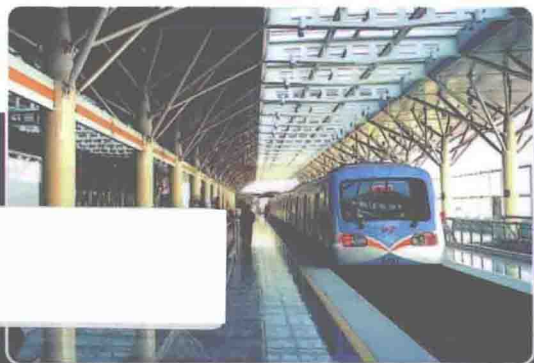
城市轨道交通 信号与通信系统

(第二版)

张利彪 主编

颜月霞 副主编

牛英明 [北京市轨道交通建设管理公司] 主审



免费下载

配课件

www.cczpress.com.cn



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

Chengshi Guidao Jiaotong Xinhao yu Tongxin Xitong 城市轨道交通信号与通信系统

(第二版)

张利彪 主 编

颜月霞 副主编

牛英明[北京市轨道交通建设管理公司] 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为“十二五”职业教育国家规划教材,经全国职业教育教材审定委员会审定。主要内容包括:绪论,信号机与转辙机,继电器、轨道电路、计轴器和应答器,联锁系统,列车自动控制系统,通信传输,电话和无线调度系统,闭路电视和广播系统,其他通信系统。

本书可作为高职、中职院校城市轨道交通专业教材,可供从事城市轨道交通行业工作的专业技术人员培训使用,也可供相关人员阅读参考。

* 为方便教学,本书配有电子课件,读者可于人民交通出版社股份有限公司网站免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通信号与通信系统 / 张利彪主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015. 2
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-114-11955-2

I. ①城… II. ①张… III. ①城市铁路—交通信号—信号系统—高等职业教育—教材 IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 003546 号

“十二五”职业教育国家规划教材

书 名:城市轨道交通信号与通信系统(第二版)

著 者:张利彪

责任编辑:袁 方

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:10

字 数:230千

版 次:2010年3月 第1版

2015年2月 第2版

印 次:2015年2月 第1次印刷 总第7次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11955-2

印 数:18001~21000册

定 价:29.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

本书第一版于2010年3月出版,系“全国职业院校城市轨道交通专业规划教材”。

根据2013年8月教育部《关于“十二五”职业教育国家规划教材选题立项的函》[教职成司函(2013)184号],本书获得“十二五”职业教育国家规划教材选题立项。

我们在认真学习领会《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》(教职成[2012]9号)、《高等职业学校专业教学标准(试行)》、《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》(教职成司[2012]237号)等有关文件的基础上,结合当前高等职业教育发展和城市轨道交通行业发展的实际情况,对第一版作了全面修订,形成了本书第二版。

本书第二版的主要特色有:

1. 在培训理念、技巧及课程开发等方面,我们曾接受香港铁路有限公司培训部的强化培训。在编写过程中,突破以往教科书的编写模式,在内容上注重理论与实际操作相结合。

2. 为了突出其实用性,我们在仔细分析信号员岗位在知识、技能方面的具体要求的前提下进行了单元设置。在遵循本书教学目标的前提下,强调以学生为中心,突出职业教育培训的特点。

3. 本书在某些知识的介绍上,是以全国目前最先进、最典型的通信信号系统来介绍的,配有大量的实物图片,以便于学生能更感性地认知。

4. 为方便教学,每个单元结束后,学生可通过实训练习及复习与思考进行自我考核,从而及时检查学习效果。

5. “工学结合、校企合作”是职业教育健康发展的基础,因此本书还选聘了行业专家参加编审。

本书编写分工如下:北京交通运输职业学院张利彪编写单元1、5,北京交通运输职业学院颜月霞编写单元3,北京交通运输职业学院李明军编写单元6,北京交通运输职业学院张荐编写单元8,四川交通职业技术学院闫晓茹编写单元2,北京交控科技有限公司智国盛和天津铁道职业技术学院轩宏伟编写单元4,兰州交通大学高职学院李海军编写单元7。全书由张利彪担任主编并负责全书的统稿工作,颜月霞担任副主编,北京市轨道交通建设管理公司设备管理中心总工程师牛英明担任主审。

由于编者水平有限,时间仓促,书中谬误及疏漏之处在所难免。敬请读者给予批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

绪论	1
单元1 信号机与转辙机	5
单元1.1 信号机	6
单元1.2 转辙机	10
实训1.1 手信号	15
实训1.2 手摇道岔	17
复习与思考	18
单元2 继电器、轨道电路、计轴器和应答器	19
单元2.1 继电器	19
单元2.2 轨道电路	27
单元2.3 计轴器和应答器	35
实训 轨道电路对信号灯的控制	37
复习与思考	38
单元3 联锁系统	39
单元3.1 联锁概述	39
单元3.2 6502 电气集中联锁	40
单元3.3 计算机联锁	47
单元3.4 联锁系统的控制	52
实训 控制台的操作	55
复习与思考	59
单元4 列车自动控制系统	60
单元4.1 列车自动控制系统概述	60
单元4.2 列车自动防护(ATP)系统	66
单元4.3 列车自动驾驶(ATO)系统	72
单元4.4 列车自动监控(ATS)系统	76
单元4.5 基于通信的列车控制	80
实训4.1 列车驾驶中 ATP 的作用	89
实训4.2 认识 ATS 人机交互界面元素	89
复习与思考	91
单元5 通信传输	92
单元5.1 通信基本知识	92

单元 5.2 通信传输系统	97
单元 5.3 传输介质	101
单元 5.4 传输技术	105
实训 5.1 网线的制作	108
实训 5.2 光纤的熔接	110
复习与思考	111
单元 6 电话和无线调度系统	112
单元 6.1 电话系统	112
单元 6.2 无线通信系统	120
实训 使用 TETRA 数字集群通信系统练习无线通话	128
复习与思考	129
单元 7 闭路电视和广播系统	130
单元 7.1 闭路电视	130
单元 7.2 广播系统	135
实训 广播系统的使用及广播词的播报	140
复习与思考	141
单元 8 其他通信系统	142
单元 8.1 时钟系统	142
单元 8.2 民用通信系统	145
单元 8.3 乘客信息系统	148
实训 二级母钟的认识和设置	152
复习与思考	152
附录 英文缩略对照表	153
参考文献	154

绪 论

城市轨道交通具有运量大、速度快、安全、准点、保护环境、节约能源和节约用地等特点。当今世界各国普遍认识到,解决城市的交通问题的根本出路在于优先发展以轨道交通为骨干的城市公共交通系统。城市轨道交通运营的核心是其信号和通信系统。

一、城市轨道交通信号系统

1. 城市轨道交通信号系统的作用

城市轨道交通信号系统是城市轨道交通最重要的设备之一,它不仅保证列车运行的安全,防止列车追尾和超速、防止列车正向和侧向撞车等安全事故的发生,同时能够在有限的交通建设规模下,通过“小编组、大密度”最大限度地发挥线路的运输能力,提高列车速度、运输效率和服务质量,还能够通过现代化的设备大大降低工作人员的劳动强度,降低运营成本等。

2. 城市轨道交通信号系统的组成

城市轨道交通信号系统已经不是传统意义上的简单的信号显示。随着经济的发展,特别是城市发展带来的人口的剧烈膨胀,对城市轨道交通的运载能力提出了更高的要求,即在保证安全的前提下要逐渐地缩短列车的行车间隔、提高列车速度。现在的城市轨道交通信号系统已经发展成一个包括列车自动防护、列车自动驾驶和列车自动监控等设备的一个综合的自动化的系统。

列车自动防护系统(简称 ATP 系统)、列车自动驾驶系统(简称 ATO 系统)和列车自动监控系统(简称 ATS 系统)3 个系统合称为列车自动控制系统(简称 ATC 系统),如图 0-1 所示。ATC 系统与行车直接相关,所以必须是安全、可靠和实时的。

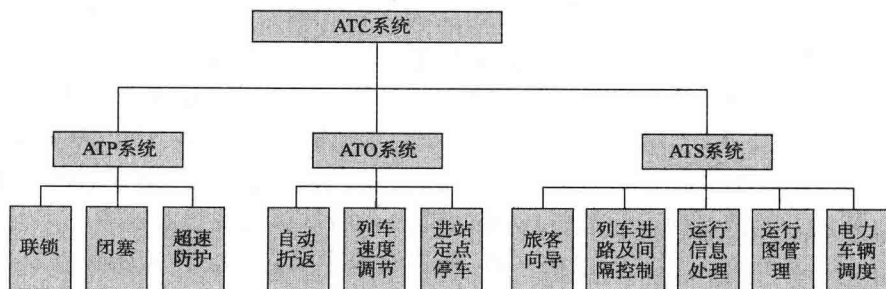


图 0-1 ATC 系统的组成



(1) ATP 系统的主要功能是:列车的速度监督和超速防护,通过实时的测速和测距,保证列车在安全的速度下行驶,必要时给出各种信号的提醒,甚至自动启动紧急制动,同时还能对列车进行安全性停车点防护和列车车门控制,在列车不能停稳时不允许列车运动等。

(2) ATO 系统的主要功能是:完成站间自动运行,进行列车速度调节和进站定点停车,对车门和屏蔽门的控制,接受控制中心(OCC)的运行调度命令实现站台扣车、站台跳停等。使用 ATO 系统,可以使列车处于一个最佳的运行状态,提高列车的正点率和乘客的舒适度。

(3) ATS 系统是整个城市轨道交通系统的运营核心,在 ATP、ATO 系统的支持下完成对列车状态的监督和控制。其主要功能有:进路的控制、运行图的管理、运行调整、仿真培训、旅客向导等。

3. 我国城市轨道交通信号系统的发展

我国信号技术的发展比较晚,特别应用于城市轨道交通的列车自动控制 ATC 技术明显落后于一些发达国家。我国城市轨道交通信号系统的发展大致可以分为 3 个阶段:

(1) 起步阶段

该阶段主要是我们自己研发的设备。伴随着北京地铁的建设,我国自己研制的具有完全知识产权的信号系统首先被应用在北京地铁 1 号线一期工程。当时的主要设备是自动闭塞、调度集中、列车自动驾驶和集电集中。在 20 世纪 70 年代,结合北京地铁 1 号线二期工程,我们又相继研发了 ATP 和 ATO 等列车自动控制系统,以实现列车行车指挥和运行的自动化。虽然系统的研制在当时接近国际先进水平,但由于当时我国的电子工业整体水平比较落后,系统的可靠性达不到运营的要求,有些设备很难使用,调度集中设备在 1984 年进行了大修又继续使用到 1996 年,而列车自动驾驶从 1969 年起在北京地铁 1 号线一期线路试用 4 年因性能不够稳定而未能得到全面使用和推广。

(2) 改造和自主研发阶段

该阶段主要是对早期设备的改造和 ATP 的研制。20 世纪 80 年代,北京地铁(1 号线一期工程)苹果园到复兴门段进行技术改造;1990 年对环线调度集中设备进行改造,研制微机调度集中系统。与此同时,1998 年对北京地铁环线的车载设备进行改造,自主研发了 ATP 车载系统,该设备极大地提高了列车运行的安全性,也在一定程度上减少了操作人员的工作强度。

(3) 快速发展阶段

进入 21 世纪以来,城市轨道交通蓬勃发展起来,信号系统也得到了快速发展,这时北京、上海、广州、重庆、南京等新建的城市轨道交通项目相继引入阿尔卡特公司、美国 US&S 公司、德国西门子、法国阿尔斯通等先进的信号系统设备。这些设备的引入,大大缩短了行车间隔,提高了运输的效率,提高了安全程度和功过能力,但也带来了诸多的问题,如造价昂贵、耗资巨大,还要花大量的资金用于设备的更新维护,不免受制于人;返修渠道不畅,备件不能保证,维修十分困难,成本太大;制式混杂,给路网的扩张带来麻烦。因此,从 1999 年起,我国开始推行国产化策略,但是短期内全面掌握这些技术还有一定的困难,信号系统的引进还要继续。但我们坚信一点,相信随着中国经济的持续快速发展以及轨道交通市场的成熟扩大,我们的技术一定能有较快的提高,依赖国外技术的局面也会得到改观。

二、城市轨道交通通信系统

1. 城市轨道交通通信系统的作用

城市轨道交通通信系统是指列车运行、公务联络、传递各种信息和提高运输效率的重要手段,是保证列车的安全、快速、高效运行必不可少的综合的通信设备。通信系统还要与信号系统共同完成行车调度,为信号系统等提供信息传输通道,在发生火灾等事故的情况下,通信系统也是进行应急处置、抢险救灾的主要手段。

2. 城市轨道交通通信系统的组成

城市轨道交通通信系统是保证列车安全运营的重要设备,主要由传输系统、电话系统、无线调度系统、录音系统、广播系统、闭路电视、时钟系统、乘客信息系统、民用通信系统等组成。如图 0-2 所示。

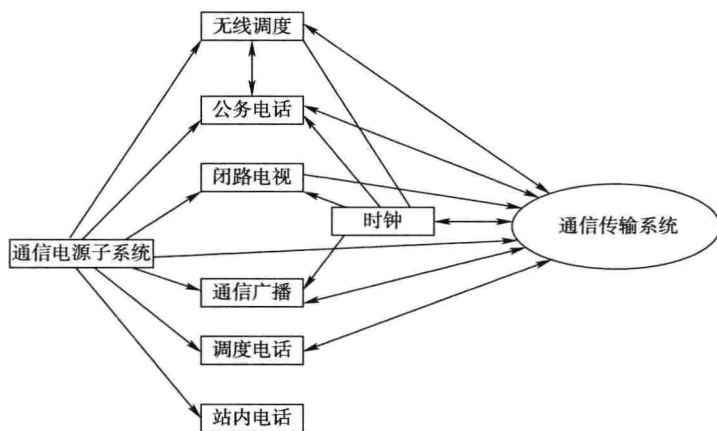


图 0-2 城市轨道交通通信系统

(1) 传输系统,是城市轨道交通通信系统的基础,是系统各站点与中心及站与站之间的信息传输,不同线路的信息交换的通道。

(2) 电话系统,是为城市轨道交通管理、运营和维修人员提供语音通信。由公务电话、调度电话和站内及轨旁电话三个子系统组成。

(3) 无线调度系统,是调度与司机通信的唯一手段,也是移动作业人员、抢险人员实现通信的重要手段。为了保证调度和司机通话的可行性,城市轨道交通并没有采用公众移动通信网络通信,而是建设了轨道交通专用的无线调度通信网络。

(4) 录音系统,是确保地铁控制中心调度员与车站运营人员之间调度指令和安全指令的正确保存,可对每个话路进行录音、监听、回放及识别来电号码,并运用信息化、网络化的技术,为地铁调度提供现代化的管理手段,提高管理部门信息的收集、处理能力,联动及反应能力,为各级管理人员提供准确、及时的分析数据,提高管理的工作效率。

(5) 广播系统,是城市轨道交通运营行车组织的必要手段,它对乘客广播,通知列车到站、离站、线路换乘、时间表变更、列车误点、安全状况,播放音乐改善站厅、站台、列车车厢的候车和乘车环境;进行防灾广播,遇突发或紧急情况,组织指挥事故抢险,提高应急响应能力;在办公区、站台、站厅、运用库、段内道岔群附近、人行道,对运营人员广播,发布有关通知



信息,要求协同配合工作。

(6) 闭路电视,是控制中心调度管理人员、车站值班员、站台管理人员和司机实时监控车站客流、列车出入站、旅客上下车,以提高运营组织管理效率,保证列车安全、正点,同时借助车站和中心录像进行安全及事故取证。

(7) 时钟系统,是为运营准时、服务乘客、统一全线设备标准时间而设置的。系统采用 GPS(Globe Position System) 全球卫星定位系统标准时间信息。

(8) 乘客信息系统,根据现行列车时刻表设定的信息和列车交通状况,通过乘客信息系统向乘客提供自动、实时、可视或广播告示。

(9) 民用通信系统,是为旅客提供在地铁内的无线通信、广播、无线上网等服务。主要有城市广播、中国移动 GSM 通信、GPRS 上网、中国联通 GSM、中国电信 CDMA 通信和 3G/4G 服务等。

3. 我国城市轨道交通通信系统的发展

我国城市轨道交通通信系统的建设始于北京地铁 1 号线的一期工程,当时是边研究、边设计、边投产、边安装的,70% 以上的设备属于试验性产品。在通信的业务上只考虑了单一模拟制,一律是话音实线传输,设备统一为机电式,设备组网上基本上是分散多址、封闭型状态,通信手段只有有线一种方式。虽然 1981 年建成 150MHz 调频、三话路、数话兼容、异频、双工电台,但是面对巨大沉重的运输任务,在联动上都显现出很多不协调不适应的局面。

20 世纪 90 年代初,为了满足地铁运营安全、大容量、快捷的要求,必须更换陈旧、损耗严重、质量低劣、故障频繁的设备,增加通信设备容量,扩大通信能力,提高通信的安全保障,建立光纤传输系统,光电复用,电视图像和文字、数据和传真兼容、有线和无线立体通信的多种业务的一体化网络。但是,这个阶段的设备仍然存在故障多、性能不稳定、设备功能不完善的状况。

进入 21 世纪,随着现代通信技术的快速发展和城市轨道交通的大规模兴建,通信系统已经成为由传输系统、电话系统、无线调度系统、录音系统、广播系统、闭路电视、时钟系统、乘客信息系统、民用通信系统等组成的一个功能强大的、一体化的集语音、文字、图像等多种媒体的综合系统。



教学目标

1. 了解信号机的种类。
2. 了解信号机点灯电路。
3. 掌握信号机的设置及其显示意义。
4. 掌握转辙机的作用和要求。
5. 掌握 ZD-6 和 ZD(J)9 型电动转辙机的结构和使用。
6. 明白手信号的意义,会手信号的基本打法。
7. 会进行手摇道岔操作。

建议学时:8 课时

诸如在公路上的行驶,城市轨道交通列车在各自轨道上的行驶也需要遵从一定的信号指挥,为了保证列车行驶的安全,提高运输的效率,设有多种的信号用来指挥列车的行车作业。城市轨道交通的信号主要有地面固定信号、车载信号、轨旁指示标志和手信号等。

1. 地面固定信号

地面固定信号是固定设置在规定位置的信号装置,城市轨道交通采用色灯信号机,通过地面信号机颜色的显示,来指示列车的运行。

2. 车载信号

城市轨道交通为满足大容量和小间隔的运输多采用列车自动控制(ATC)系统,自动化程度比较高,一般采用“地面信号显示与车载信号系统相结合、以车载信号系统为主”的运用方式,列车的运行速度不取决于地面信号机的显示,地面信号只起辅助作用,所以地面信号在一定程度上失去其主导地位,更多地以车载信号作为司机驾驶的命令信息。

3. 轨旁指示标志

轨旁指示标志是在线路上提醒司机注意或者是在施工时临时加入的部分需要注意的信息。

4. 手信号

手信号多在信号设备故障或者是特殊的运营时段等情况下使用,手信号员必须手持信号旗或手提信号灯发出手信号。司机看到任何错误展示的手信号、看不见或看不清楚控制

行车的手信号时必须停车;手信号员撤销停车信号后,允许列车运行时,必须给出相应的「前进」或「减速」手信号。手信号有红、绿、黄、白 4 种,其中红、绿、黄所表示的意思和地面信号基本一致,白色手信号是末班车的指示,表示所有进入付费区的乘客已上车,末班车司机可按信号指示行进。

城市轨道交通的信号如图 1-1 所示。



图 1-1 城市轨道交通的信号

单元 1.1 信号机

一、信号机的种类

城市轨道交通采用色灯信号机,以其显示灯光的颜色、数目和亮灯的状态来表示信号。色灯信号机有高柱和矮柱 2 种。高柱信号机安装在钢筋混凝土信号机柱上,主要使用在需要显示距离远、观察位置明显的地方,如车辆段的进段、出段信号机。矮柱信号机安装在信号机水泥地基上,一般使用在信号显示距离要求不远,如隧道等安装空间有限的地方。色灯信号机主要有透镜式色灯信号机和 LED 色灯信号机。

1. 透镜式色灯信号机

透镜式色灯信号机的种类有:高柱(安装在钢筋混凝土信号机柱上,由机柱、机构、托架、梯子组成)、矮柱(安装在信号机水泥地基上)、单机构(单显示、双显示、三显示)、双机构(四显示、五显示,还可以带引导信号、容许信号机构和进路表示器)。透镜式色灯信号机的机构:每个灯位由灯泡(采用直丝双丝铁路信号灯泡)、灯座(定焦盘式灯座,调好焦后换灯无须再调)、透镜组、遮檐(防止阳光等光线直射时产生错误的幻影显示)、背板(黑色,背景暗,衬托信号灯光亮度,改善瞭望条件)等组成。透镜式色灯信号机的光系统灯泡置于透镜组的焦点处,使灯泡发出的光呈平行射出,光线集中,照射远。如图 1-2 所示。



图 1-2 透镜式色灯信号机

2. LED 色灯信号机

LED 小型信号机采用高亮度发光二极管(LED)作为信号机构的发光器件,解决了 LED 散射光聚焦等关键问题,采用高强度聚碳酸酯材料用于多点 LED 聚焦的蜂房式透镜,大幅度提高了 LED 显示距离,采用铸铝外壳的密封拼装组合结构,信号机构的宽度由 260mm 降低到 150mm,机箱宽度由 200mm 减低到 170mm,实现了信号机构的小型化。如图 1-3 所示。

LED 色灯信号机构大小同透镜式色灯信号机,机构采用铝合金材料,信号点灯单元由 LED 发光二极管构成。LED 色灯控制系统,在与现有点灯控制电路兼容、LED 驱动电路与二极管供电方式的设计方面取得突破,从机械结构到电路的安全性以及现场安装、操作、更换等方面,经不断完善、改进已形成系列产品。用 LED 发光盘取代信号灯泡显示距离超过 1.5km,使用寿命可达 10^5 h,节能,聚焦稳定。显示颜色包括红、黄、绿、白等颜色,与透镜色灯信号机构颜色一致,满足灯光信号颜色标准要求。

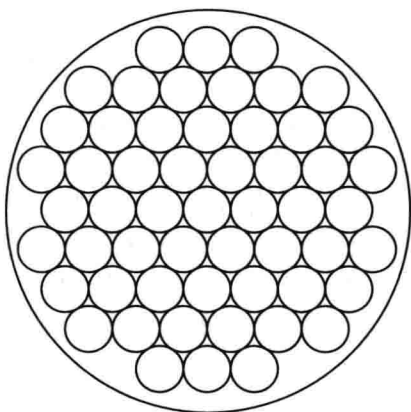


图 1-3 LED 色灯信号机

二、信号机点灯电路

控制信号机灯光显示的电路称为信号机点灯电路。城市轨道交通信号机点灯电路一般仍然采用了继电器电路,通过室内控制设备对有关继电器的驱动和采集,实现对地面信号机的控制和监督。以调车信号机点灯电路为例,如图 1-4 所示。

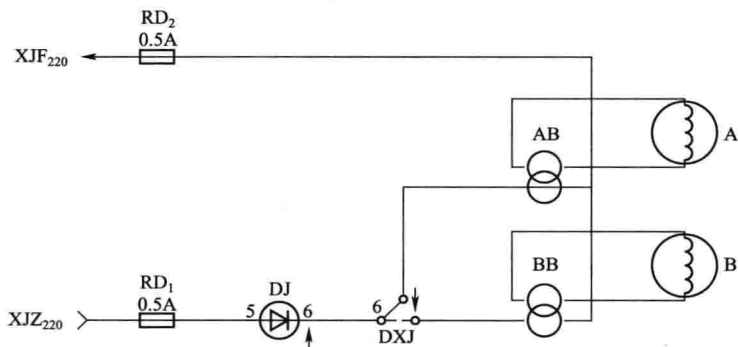


图 1-4 调车信号机点灯电路



一次侧点灯电源为 AC220V 50Hz,当主灯丝完好,DXJ(调车信号继电器)吸起时,变压器次级电压为 AC13 ~ 14V,B(白)灯亮起,表示允许调车。如果为 LED 发光片则一次侧点灯电源为 AC220V 50Hz,经过 R 型变压器隔离降压,变压器次级电压为 AC16.3V,经桥式整流,C1 电容滤波,7812 三端稳压器输入端电压约为 DC18V,经三端稳压器稳压和 C2 电容的再滤波,供应 LED 发光盘的点灯电压为稳定的纯直流 DC12V。

三、信号机的设置及显示

城市轨道交通采用右行车制,地面信号机设于列车运行方向的右侧,地下部分一般装在隧道壁上。特殊情况下,可设于列车运行方向的左侧或其他位置。

信号机柱的选择:为了提高通过能力,以及运输效率:进站、出站、通过、预告信号机采用高柱;调车等采用矮柱。

信号机的建筑限界:对于正线信号机和通行超限货物列车的站线信号机,限界所属轨道中心至信号机突出边缘距离为 2440mm,站线信号机为 2150mm,在曲线线路上,应按有关规定进行加宽。

色灯信号机基本上采用灯光颜色特征和灯光数目特征组合的显示方式,个别情况下采用闪光特征,并以信号机的外形来辅助区别一些特定的含义。视觉基本颜色是:红色,停车信号,禁止越过该信号机(信号熄灭或显示不明时,也应视为停车信号);绿色,允许信号,信号处于正常开放状态,可按规定速度通过该信号机;黄色,允许信号,信号处于有限开放状态,要求列车注意或减速运行。还有辅助色,月白色,用于指示调车作业时,表示允许越过该信号机调车,用于指示正线列车作业时,同时显示一个红灯信号,构成引导信号,表示准许列车越过显示红灯的信号机,并随时准备停车(我国城市轨道交通的信号系统没有对地面信号的显示方式和显示意义进行统一规定,因此信号显示存在一定差异,例如有的城市轨道交通运营公司采用一个红色灯光和一个黄色灯光构成引导信号);蓝色,用于调车信号机,表示禁止越过该信号机调车。信号机上同时点亮的基本灯光,原则上不能超过两个(附加灯光除外,如进路表示器)。

信号显示定位是指信号机经常显示的状态为信号机定位,其定位的选择一般考虑行车安全、行车效率等,除进出站信号机和通过信号机以绿色为定位,其他信号机以禁止信号为定位。

信号机关闭时机,调车信号机在调车车列全部通过该信号机自动关闭,其他信号机都在列车第一轮对越过该信号机后自动关闭。

停车信号,地面信号机点亮红色信号,地面信号机灭灯、显示不明或不正确,车载信号显示的目标速度为「0」,手信号员使用红色手信号来展示停车手信号,任何人高举双手或任何物件用力摇动都是停车信号。在非运营时间内所有地面信号,必须保持为停车信号,除非正在进行信号调试,工程车或特别列车需要通过进路区段,或已刊登在行车通告上。

四、各种用途信号机的灯光配列及命名

1. 进站信号机

进站信号机设置在车站入口外方适当距离,用于防护车站内作业安全,如图 1-5 中 F。

进站信号机显示一个红色灯光表示不准列车越过信号机进入站内,显示一个绿色灯光表示允许列车按规定速度越过信号机进入站内。进站信号机一般采用高柱双机构(两个显示机构),带引导信号机构,自上而下灯位为黄、绿、红、黄、白。其命名是按列车运行方向,如X(下行)、S(上行)加数字表示。

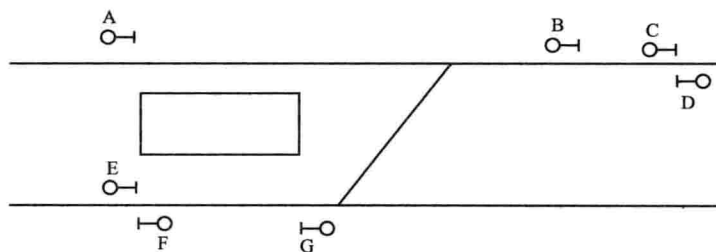


图 1-5 进站、出站信号机、预告信号机

2. 出站信号机

进站信号机出站信号机设置在车站出口,即列车由车站向区间发车处前方,指示列车能否由车站进入区间,如图 1-5 中 A。出站信号机显示一个红灯表示不准列车出站,显示一个绿灯表示允许列车出发进入区间。出站信号机是按列车运行方向,右下角加股道号命名的。如 X1, S5 等,多车场先加入车场号再加股道号。车站可根据需要设置进、出站信号机,或仅设置出站信号机。

3. 预告信号机

将主体信号机的信号显示状态提前告诉司机,如图 1-5 中 C,其灯光配列与主体信号机相同。预告信号机命名第一字母为 Y,后面缀主体信号机编号。

4. 防护信号机

在正线道岔前和岔后适当地点设置防护信号机,如图 1-6 中 X3、X7。一般采用黄绿红三显示机构。正线上防护信号机用“X”、“F”等命名,以数字序号作为下标,下行咽喉编为单号,上行咽喉编为双号,从站外向站内顺序编号。

5. 阻拦信号机

在线路尽头处设置阻拦信号机,表示列车停车位置,如图 1-7 中的 X9、X11。阻挡信号机采用单显示机构,只有一个红灯。当阻拦信号机显示红灯时,列车应在距信号机至少 10m 的安全距离前停下。当车站设置有阻拦信号机时,与防护信号机共同顺序编号。

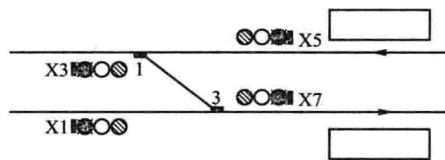
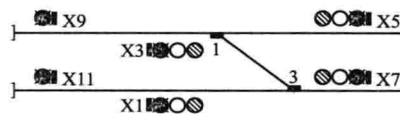


图 1-6 防护信号机



如 1-7 阻拦信号机

6. 调车信号机

安装在经常进行调车作业的线路上,用来指示机车进行调车作业,如图 1-8 所示,一般采用白蓝两显示机构。其编号从列车到达方向顺序编号,上行咽喉用双数,下行咽喉用单数。

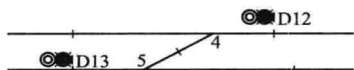


图 1-8 调车信号机

7. 通过信号机

采用 ATC 系统的城市轨道交通,自动闭塞通过信号机已经失去主体信号的作用,一般在区间不设置通过信号机。为便于司机在 ATP 设备发生故障时控制列车运行,可以根据需要设置通过信号机。如图 1-5 中通过信号机采用红绿两显示机构。以该信号机所在地点坐标公里数和百米数命名,上行为偶数,下行为奇数。



知识拓展

信号常用图形符号(表 1-1)。

信号常用图形符号

表 1-1

名称	图形符号	名称	图形符号
红色灯光	●	空灯位	⊗
黄色灯光	⊙	稳定绿灯	○
绿色灯光	○	稳定红灯	●
蓝色灯光	⊙	高柱信号	⊖ ○ ⊖
月白灯光	⊙	矮型信号	⊖ ○ ⊖

信号表示器

地面信号除了信号机,还有一些附加意义的铁路信号机具——信号表示器,用以表示某些与行车有关设备的位置和状态。它和信号机不同的是,它没有防护(进路和区间等)意义。常用的信号表示器有:

- (1) 进路表示器:设在出站以及发车进路兼出站信号机上,指示发车进路开通的方向。
- (2) 发车表示器:反映列车出发时,车站值班员是否向运转车长发出了发车信号,或运转车长是否向司机发出了发车信号。
- (3) 发车线路表示器:调车场的编发线上,补充说明哪条线路发车。
- (4) 调车表示器:指挥调车人员进行调车。

单元 1.2 转 辙 机

一、道岔

道岔是机车车辆从一股轨道转入或越过另一股轨道时必不可少的线路设备,是铁路轨道的一个重要组成部分。由于道岔具有数量多、构造复杂、使用寿命短、限制列车速度、行车安全性低、养护维修投入大等特点,与曲线、接头并称为轨道的三大薄弱环节。它的基本形式有 3 种,即线路的连接、交叉、连接与交叉的组合。常用的线路连接有各种类型的单式道岔和复式道岔;交叉有直交叉和菱形交叉;连接与交叉的组合有交分道岔和交叉渡线等。

城市轨道交通最常见的道岔类型是普通单开道岔,简称单开道岔。其主线为直线,侧线由主线向左侧(称左开道岔)或右侧(称右开道岔)岔出,其数量占各类道岔总数的 90% 以上。

单开道岔以它的钢轨每米质量及道岔号数区分类型。目前我国的钢轨有 75kg/m、

60kg/m、50kg/m、45kg/m 和 43kg/m 等类型,标准道岔号数(用辙叉号数来表示)有 6、7、9、12、18、24 号等;城市轨道交通正线和站线,9 号道岔最为常用。



知识拓展

道 岔 号

道岔号是代表道岔各部主要尺寸的。通常用辙叉角(由岔心所形成的角) α 的余切来表示。即

$$N = \cot\alpha$$

道岔号越大,辙叉角越小,列车通过速度越大;反之道岔号越小,辙叉角越大,列车通过速度受到的影响就变小。

二、转辙机的作用和要求

转辙机是道岔控制的执行机构,它对于保证行车安全、提高行车效率有着非常重要的作用。在集中联锁设备中,转辙机的作用是接收到命令后带动道岔转换,其主要功能为:转换道岔、锁闭道岔尖轨、表示道岔所在位置和监督道岔。其具体表现和要求为:

(1) 根据操作要求,将道岔转换至定位或者反位。应具有足够大的拉力,带动尖轨作直线往返运动;当尖轨受阻不能转换到底时,应随时通过操作使尖轨回复原位。

(2) 道岔转换至规定位置而且密贴后,自动实行机械锁闭,防止外力改变道岔位置。当尖轨和基本轨不密贴时,不应进行锁闭;一旦锁闭,不由于车辆通过道岔时的振动而错误解锁。

(3) 当道岔尖轨与基本轨密贴后,正确反映道岔位置,并给出相应表示。

(4) 发生挤岔以及道岔长时间处于“四开”位置(尖轨与基本轨不密贴)时,及时发出报警;道岔被挤后,在未修复前不应再使道岔转换。

通常一组道岔由一台转辙机牵引,如果正线采用 9 号道岔,尖轨部分需要两台转辙机牵引。

三、转辙机的分类

1. 按动作能源和传动方式分类

按动作能源和传动方式分,可分为电动转辙机、电动液压转辙机。电动转辙机由电动机提供动力,采用机械传动方式,ZD6 系列、S700K 型转辙机都属于电动转辙机。电动液压转辙机由电动机提供动力,采用液压传动方式,简称电液转辙机。

2. 按供电电源分类

按供电电源分,可分为直流转辙机和交流转辙机。直流转辙机采用直流电动机,目前使用较多的 ZD6 系列电动转辙机就是直流转辙机。交流转辙机采用三相交流电液,电动机为三相异步电动机。一些地铁公司采用的 S700K 型、ZD(J)9 等转辙机即为交流转辙机。交流电动机没有换向器和电刷,故障率低,单芯电缆控制距离远。

3. 按锁闭方式分类

按锁闭方式分,可分为内锁闭转辙机和外锁闭转辙机。内锁闭转辙机锁闭机构设置在转辙机内部,尖轨通过锁闭杆与锁闭装置连接。ZD6 等系列电动转辙机大多采用内锁闭方