

全国职业院校城市轨道交通专业教学用书

# 城市轨道交通 信号与通信系统

张利彪 主编  
李建国 主审



Urban rail transit



人民交通出版社  
China Communications Press

全国职业院校城市轨道交通专业教学用书

# 城市轨道交通 信号与通信系统

Chengshi Guidao Jiaotong Xinhao Yu Tongxin Xitong

张利彪 主 编  
李建国 主 审



人民交通出版社  
China Communications Press

## 内 容 提 要

本书介绍了城市轨道交通信号与通信系统的主要系统,包括基础信号设备、联锁系统、列车自动控制系统、通信传输系统、电话系统、无线调度系统、闭路电视、广播系统、时钟系统、商用通信系统和旅客信息系统,每个系统都从系统组成、系统功能及其控制方面进行了介绍。

本书以目标为导向,每章开始都设有“知识点”和“技能目标”,可作为全国职业院校城市轨道交通相关专业教材,也可作为城市轨道交通相关技术人员培训教材。

### 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,2010. 1  
ISBN 978-7-114-07942-9

I. 城... II. 张... III. 城市铁路—交通信号—信号系统  
IV. U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第005064号

书 名:城市轨道交通信号与通信系统

著 作 者:张利彪

责任编辑:袁 方

出版发行:人民交通出版社

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) 59757969, 59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:6.75

字 数:155千

版 次:2010年3月第1版第1次印刷

印 次:2010年3月第1版第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07942-9

印 数:0001~3000册

定 价:16.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前 言

近年来,随着经济社会的发展,全国城市轨道交通运营行业呈井喷式发展。行业的发展,使相关人员的需求大增,因此,全国职业院校面临着大量的城市轨道交通专业人员的培养和培训。而目前对于各院校,此类有针对性的教材较少,现有教材大多都偏于理论,深度和广度都与相关岗位的培训需求不甚相符。《城市轨道交通交通信号与通信系统》一书就是在这种背景之下编写而成的。

在培训理念、技巧及课程开发等方面,本书编写人员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,我们突破以往教科书的编写模式,内容上注重理论与实操相结合。此书以初、中级读者为对象,注重实用,每个系统都是从最基本的设备组成、系统功能和系统控制几个方面讲述,没有过多涉及比较难懂的系统运行的工作原理等方面内容。在本书总的知识点和技能目标的前提下,每一章又设置明确的知识点和技能目标,强调以学生为中心,突出职业教学培训的特点。每章结束后,学生可通过复习思考题进行自我考核,从而及时检查学习效果。

参加本书编写工作的有:北京交通学校张利彪、高蓉。全书由张利彪主编并负责全书统稿,北京交通学校李建国担任主审。

由于编写时间较紧和编者业务水平所限,难免存在诸多不当和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者  
2010年1月

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	1
第一节 城市轨道交通信号系统 .....	1
第二节 城市轨道交通通信系统 .....	3
复习思考题 .....	4
<b>第二章 基础信号设备</b> .....	5
第一节 信号 .....	5
第二节 转辙机 .....	7
第三节 轨道电路 .....	8
第四节 计轴器 .....	13
第五节 UPS 电源设备 .....	14
复习思考题 .....	14
<b>第三章 联锁系统</b> .....	15
第一节 联锁概述 .....	15
第二节 6502 电气集中联锁 .....	16
第三节 计算机联锁 .....	19
第四节 联锁系统的控制 .....	21
复习思考题 .....	22
<b>第四章 列车自动控制 (ATC)</b> .....	23
第一节 ATC 的分类 .....	23
第二节 列车驾驶模式 .....	28
第三节 系统的维修模式 .....	29
复习思考题 .....	29
<b>第五章 列车自动防护 (ATP)</b> .....	30
第一节 ATP 的基本概念 .....	30
第二节 ATP 的设备 .....	30
第三节 ATP 的功能及其工作原理 .....	31
复习思考题 .....	33
<b>第六章 列车自动驾驶 (ATO)</b> .....	34
第一节 ATO 的基本概念 .....	34
第二节 ATO 系统的组成 .....	34
第三节 ATO 系统的功能及其工作原理 .....	35
第四节 ATO 和 ATP 的比较 .....	36
复习思考题 .....	37



<b>第七章 列车自动监控(ATS)</b> .....	38
第一节 ATS 系统的概念 .....	38
第二节 ATS 系统的组成 .....	38
第三节 ATS 系统的功能及其工作原理 .....	40
第四节 ATS 系统的控制 .....	41
复习思考题 .....	42
<b>第八章 通信传输系统</b> .....	43
第一节 通信传输系统的结构 .....	43
第二节 传输介质 .....	47
第三节 传输技术 .....	51
复习思考题 .....	53
<b>第九章 电话系统</b> .....	54
第一节 公务电话 .....	54
第二节 专用电话 .....	57
第三节 录音系统 .....	60
复习思考题 .....	61
<b>第十章 无线调度系统</b> .....	62
第一节 无线通信概述 .....	62
第二节 无线集群调度系统 .....	64
复习思考题 .....	68
<b>第十一章 闭路电视</b> .....	69
第一节 闭路电视的系统构成 .....	69
第二节 闭路电视系统的功能 .....	71
第三节 闭路电视的控制 .....	72
复习思考题 .....	73
<b>第十二章 广播系统</b> .....	74
第一节 广播系统的构成 .....	74
第二节 广播系统的功能 .....	75
第三节 广播系统的控制 .....	77
第四节 广播词 .....	78
复习思考题 .....	79
<b>第十三章 时钟系统</b> .....	80
第一节 时钟系统的构成 .....	80
第二节 时钟系统的设备及运行 .....	83
第三节 时钟系统的控制模式 .....	83
复习思考题 .....	84
<b>第十四章 商用通信系统</b> .....	85
第一节 商用通信系统的需求 .....	85



第二节 城市轨道交通商用通信系统的构成 .....	86
复习思考题 .....	87
<b>第十五章 旅客信息系统</b> .....	<b>88</b>
第一节 旅客信息系统的构成 .....	88
第二节 旅客信息系统的功能 .....	90
第三节 旅客信息系统显示优先级 .....	90
复习思考题 .....	91
<b>附表 英文缩略对照表</b> .....	<b>92</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>93</b>

# 第一章 概 述



## 知识点

1. 城市轨道交通信号与通信系统的作用;
2. 城市轨道交通信号与通信系统的组成;
3. 城市轨道交通信号与通信系统的发展。



## 技能目标

1. 掌握城市轨道交通信号系统对列车的指挥作用;
2. 掌握城市轨道交通信号系统各组成部分之间的联系;
3. 掌握城市轨道交通通信系统对地铁运营安全和效率的作用。

## 第一节 城市轨道交通信号系统

### 一 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、正向和侧向撞车和超速等安全事故的发生,同时能够在有限的建设规模下,通过小编组、大密度,最大限度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。

### 二 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,城市轨道交通的运载能力被提到了一个更高的水平,在保证安全的前提下要逐渐缩短列车的行车间隔、提高列车速度。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系统(ATP)、列车自动驾驶系统(ATO)和列车自动监控系统(ATS)等设备的综合的自动化系统(ATC),如图 1-1。ATC 系统必须是安全、可靠和实时的。

(1) ATP 系统的主要功能是列车的速度监控和超速防护,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,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。

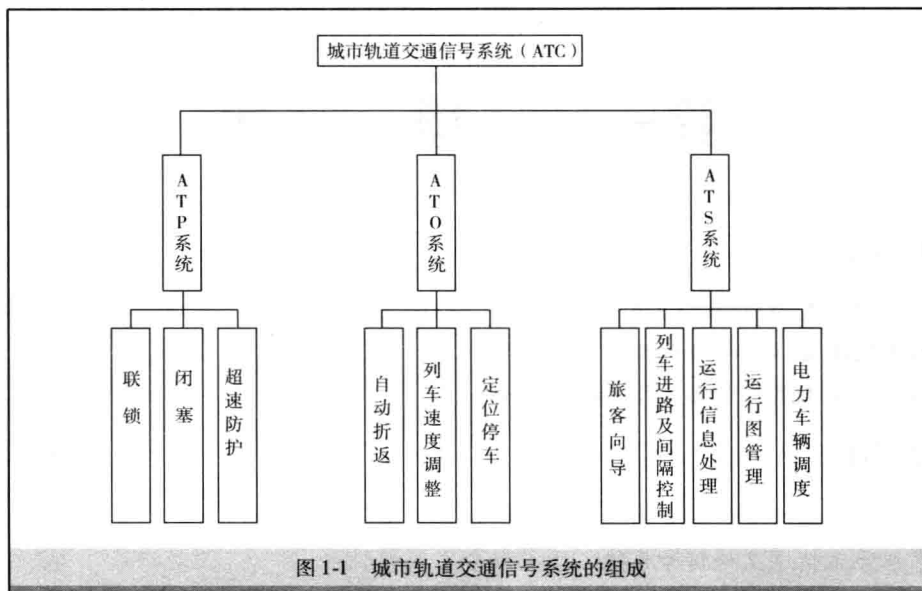


图 1-1 城市轨道交通信号系统的组成

### 三 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以下三个阶段:

(1) 第一阶段,我国自主研发设备阶段。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的一期工程(北京地铁一号线)。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,结合北京地铁二期(北京地铁一号线),我国又相继研发了 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 年进行了大修后使用到 1996 年。列车自动驾驶设备从 1969 年起在北京地铁一期线路试用 4 年,因性能不够完全和稳定,未能得到全面使用和推广。

(2) 第二阶段,对早期设备的改造和 ATP 的研制阶段。20 世纪 80 年代,对北京地铁一期(北京地铁一号线)苹果园到复兴门段进行了技术改造。1990 年对环线调度集中设备进行了改造,研制微机调度集中系统。1998 年对北京地铁环线的车载设备进行了改造,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,也在一定程度上减小了操作人员的工作强度。

(3) 第三阶段,引进国外设备阶段。进入 21 世纪以来,城市轨道交通蓬勃发展起来,信号系统也开始快速发展,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,提高了安全程度和通过能力。但也带来了诸多的问题,如造价昂贵,设备更新维护费用高,返修渠道不畅,备件不能保证,

维修十分困难;制式混杂,给路网的扩张带来不便。

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,还要继续引进信号系统,相信随着中国经济的持续快速发展以及轨道交通市场的扩大,国产化技术一定能较快的发展。

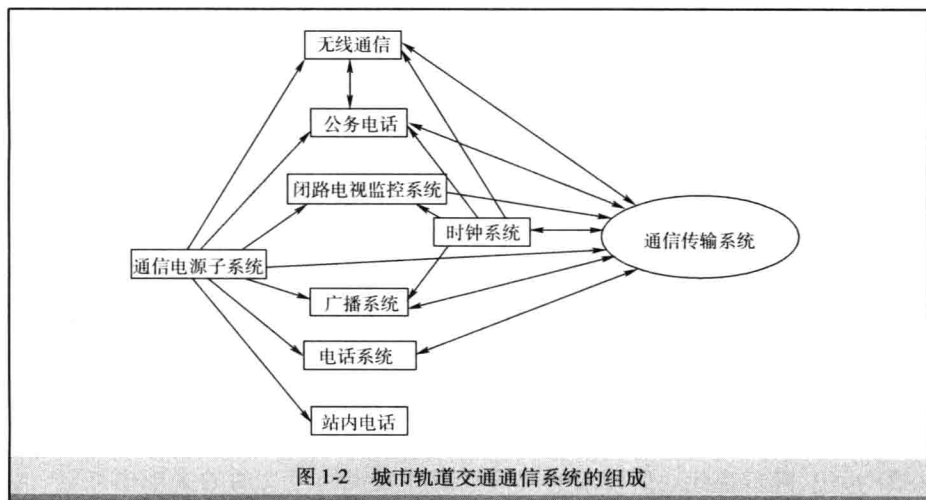
## 第二节 城市轨道交通通信系统

### 一 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挥列车运行、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系统。通信系统还要和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、事故等情况下,通信系统也是进行应急处理、抢险救灾的主要手段。

### 二 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,主要由通信传输系统、电话系统、无线集群调度系统、录音系统、广播系统、闭路电视监控系统、时钟系统、旅客向导系统、商用通信系统等组成,如图1-2。



(1) 通信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) 无线集群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安全、畅通,城市轨道交通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、及时的数据,提高管理工作效率。

(5)广播系统是城市轨道交通运营行车组织的必要手段,包括: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,播放音乐改善候车室、站厅、站台、列车车厢环境;防灾广播,突发或紧急情况,组织指挥事故抢险,提高应急响应能力;对运营人员广播,发布有关通知信息,协同配合工作,告知办公区、站台、站厅、运用库、段内道岔群附近、人行道等信息。

(6)闭路电视监控系统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,借助车站和中心录像进行安全及事故取证的系统。

(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)旅客向导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)商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 服务等。

### 三 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,已不适应联动、协调的要求。

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,必须要更换陈旧、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、设备功能不完善的情况。

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、无线集群调度系统、录音系统、广播系统、闭路电视监控系统、时钟系统、旅客向导系统、商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。

## 复习思考题

1. 城市轨道交通信号系统的作用是什么?
2. 我国城市轨道交通信号系统发展第一阶段的特点是什么?
3. 城市轨道交通通信系统由哪些组成?

## 第二章 基础信号设备



### 知识点

1. 城市轨道交通信号的种类;
2. 转辙机的作用和要求;
3. 轨道电路的作用;
4. 计轴器的作用;
5. UPS 电源的作用和组成。



### 技能目标

1. 掌握城市轨道交通信号的使用和显示意义;
2. 了解转辙机的作用;
3. 掌握轨道电路的工作原理;
4. 掌握计轴器的工作原理。

## 第一节 信号

城市轨道交通列车在各自轨道上的行驶必须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,设有多种信号来指挥列车的行车作业。城市轨道交通的信号主要有:固定信号、车载信号、轨旁指示标志和手信号等。

### 1. 固定信号

固定信号是将信号机固定在一个位置上,用颜色的变化显示信号指示列车运行。城市轨道交通固定信号采用色灯信号机,如图 2-1。

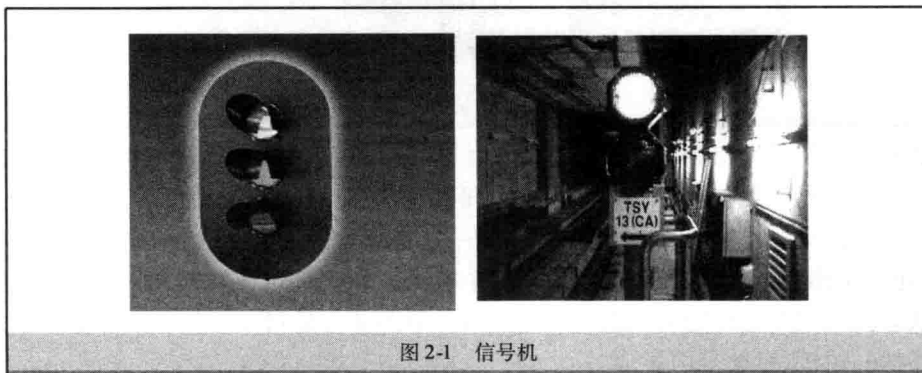


图 2-1 信号机

色灯信号机以灯光的颜色、数目和亮灯的状态来表示信号。色灯信号机有高柱和矮柱两种。高柱信号机安装在钢筋混凝土信号机柱上,主要用于显示距离远、观察位置明显的地方,如车辆段的进段、出段。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近及隧道等安装空间有限的地方。

固定信号设置原则: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。

固定信号的基本颜色为红、黄、绿三种。因为人眼对红光最敏感,更能引起人的注意,所以以红色灯光作为停车信号。红色信号表示危险,列车须在信号的来车方向前停下。除非是遵照规则所定,否则列车不得驶过红色信号。绿色表示前方进路空闲并锁闭,列车在 TOD 显示了目标速度驶过信号或获得行车调度员、值班站长或手执信号员授权时可以驶过该信号机。黄色表示前方进路空闲并锁闭及道岔开通侧向方向或可入场/段内的转换轨,列车需注意或减低速度。列车在 TOD 显示了目标速度驶过信号或获得行车调度员、值班站长或手信号员授权时可以驶过该信号机。白色表示在车辆段、停车场内,前方进路空闲并锁闭,在车辆段、停车场内列车按规定速度可安全行至下一个信号机或指示标志;红色 + 黄色为开放引导信号,列车在获得特别批准后,按规定速度前进。

## 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,所以更多地以车载信号作为司机驾驶的命令信息,如图 2-2。

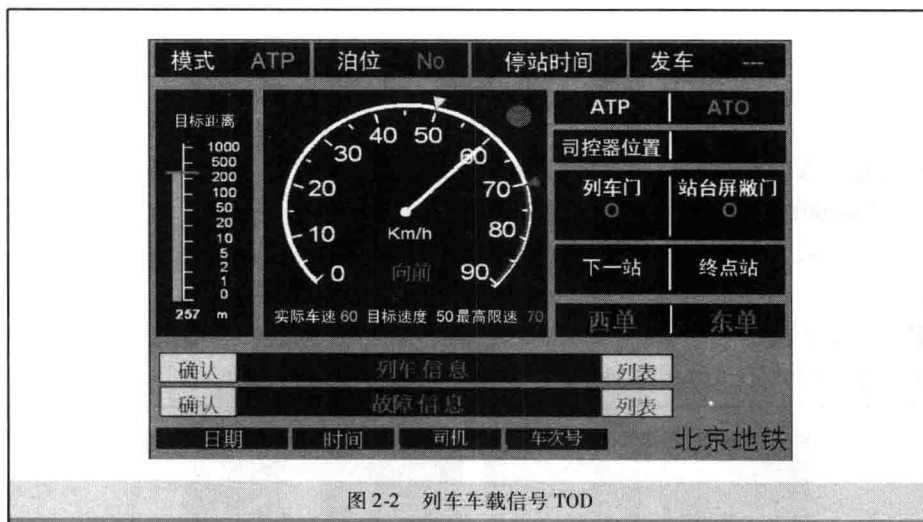


图 2-2 列车车载信号 TOD

车载信号安装于司机驾驶控制台。车载信号的列车状态显示器(TOD)主要有四个部分。第一部分是列车驾驶模式、泊位、停站时间和发车等驾驶状态的显示。第二部分是对列车位置和速度的监控,左边显示的是列车与下一站停车点的距离,右边是列车实时速度的监控,同时还显示出列车的目标速度和最大允许速度。第三部分是列车 ATP/ATO 位置、车门屏蔽门状态以及列车运行的下站及终点站显示。第四部分是列车信息和故障信息的显示及其日期、时间、司机、车次号的显示。

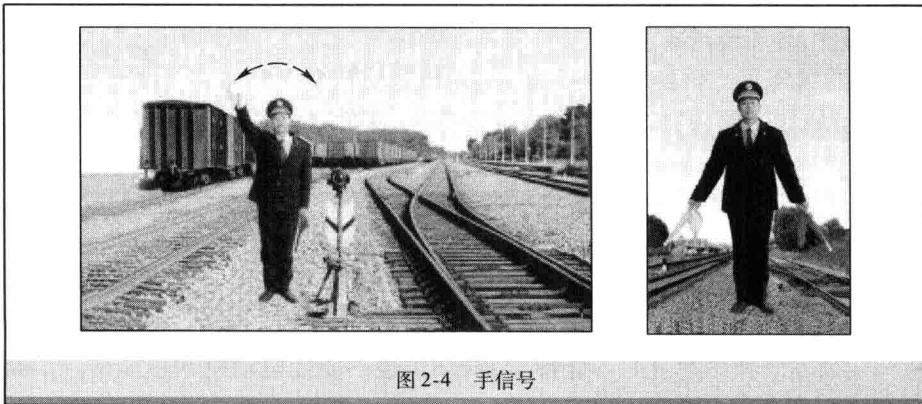


### 3. 轨旁指示标志

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,如图 2-3。

### 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。手信号不得固定在地面或其他地方。驾驶员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,并可以让列车安全行进时,必须展示前进或减速手信号,如图 2-4。



手信号有红、绿、黄、白四种,其中红、绿、黄所表示的意思和固定信号基本一致,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,末班车驾驶员可按信号指示行进。

### 5. 信号显示制度

信号显示定位: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:固定信号机点亮红色信号,固定信号机灭灯、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固定信号必须保持为停车信号,除正在进行信号调试和工程车或特别列车需要通过进路区段,不可开放信号机(除非已在《行车通告》或其他刊物上刊登相关信息)。

## 第二节 转 辙 机

### 一 转辙机的组成

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。

(1) 电动机(图 2-5)。电动机的励磁绕组(定子)和电枢绕组(转子)是相串联的。当电枢绕组和励磁绕组通过电流时,励磁绕组在所产生的磁场中将受到力的作用,产生转矩,驱动电枢旋转。转矩的大小决定于电枢绕组中电流和励磁绕组中所产生磁场的感应强度,电枢电流越大,励磁磁场越强,则产生的转矩越大,反之就越小。此种电动机采用电枢电流转向法,使励磁电流方向不变,用改变励磁绕组的电流方向来改变电机的旋转方向,使它既能正转又能反转,带动道岔到定位或反位。

(2) 减速器。转动着的物体,它所需要的功率  $N$  等于转矩  $M$  和转速  $W$  的乘积。这说明:在功率一定的情况下,物体的转速越高其转矩越小,转速越低其转矩越大。转辙机用的电动机,其功率选定后总是不变的,其转速一般在  $2000\text{r}/\text{min}$  以上。为了获得较大的转矩来带动道岔,必须经过减速。

(3) 转换器锁闭器。转换器将电动机的旋转运动转变为尖轨的往复直线运动;锁闭器在尖轨动作完成前先解锁,尖轨动作后对其进行锁闭。

(4) 自动开闭器。随着尖轨的解锁、转换和锁闭过程,转辙机内部有一个自动开闭电动机电路和自动开闭道岔表示电路的接点系统,这个接点系统叫自动开闭器。

(5) 摩擦连接器。当电动机的动作电路被切断后,由于电动机的转动惯性,不能立即停转;另外,当尖轨在转换中途受阻不能继续转换时,也不能使电动机因不能转动而烧毁。摩擦连接器起消耗剩余动力的作用。

(6) 挤岔装置。在挤岔时,为保护转辙机内部主要部件不受损,在转辙机内部和外部都装有挤岔装置。

## 二 转辙机的作用和要求

转辙机的作用是转换道岔的位置,根据需要切换到定位或反位。转辙机要有足够大的拉力带动尖轨作往返运动。如尖轨受阻不能运动到底,应随时操纵使尖轨回复原位。

道岔转至所需位置而且贴紧后,应锁闭。当尖轨和基本轨不密贴时,不应锁闭;一旦锁闭,应保证不致因车通过振动而解锁。

道岔的尖轨贴于基本轨后,正确地给出相应的表示。道岔被挤或因故处于“四开”(两侧尖轨均不密贴)位置时,应及时给出报警或表示。在未修复前不应再使道岔转动。

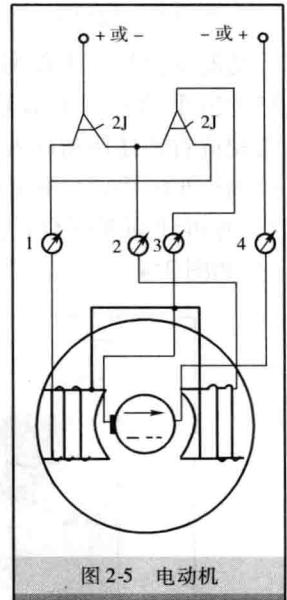


图 2-5 电动机

## 第三节 轨道电路

轨道电路是由钢轨线路和钢轨绝缘构成的电路。轨道电路的作用是监督列车的占用状态,反映线路的空闲状况,为开放信号、建立进路或构成闭塞提供依据;传递行车信息(如移频自动闭塞利用轨道电路传递不同的频率信息来反映列车的位置),决定通过信号机的显示或决定列车运行的目标速度,从而控制列车运行。



## 一 轨道电路的基本原理

(1) 轨道电路是以铁路线路轨道作为导体, 两端加以机械绝缘, 接上送电和受电设备构成的电路, 如图 2-6。

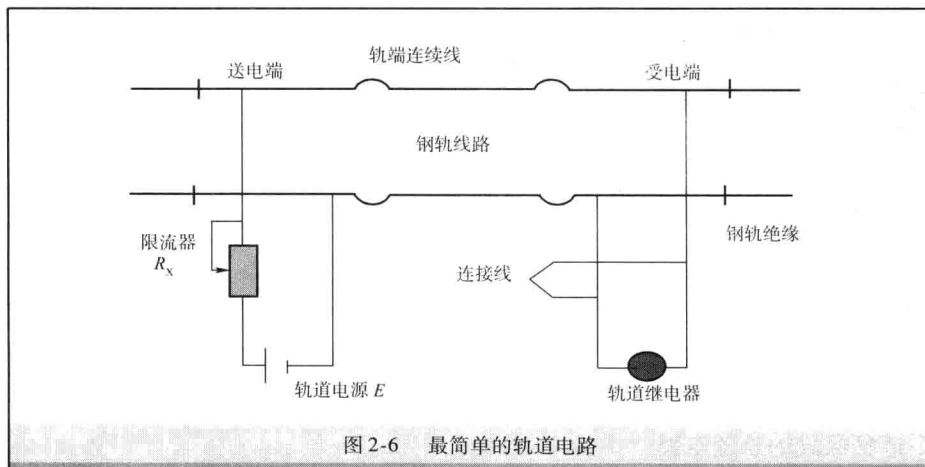


图 2-6 最简单的轨道电路

(2) 轨道电路的两端分别设有送电端和轨道继电器(图 2-7), 当轨道继电器中有电流时, 轨道继电器吸起, 继电器前接点和中接点闭合; 当轨道继电器没有电流时, 轨道继电器落下, 后接点和中接点闭合。

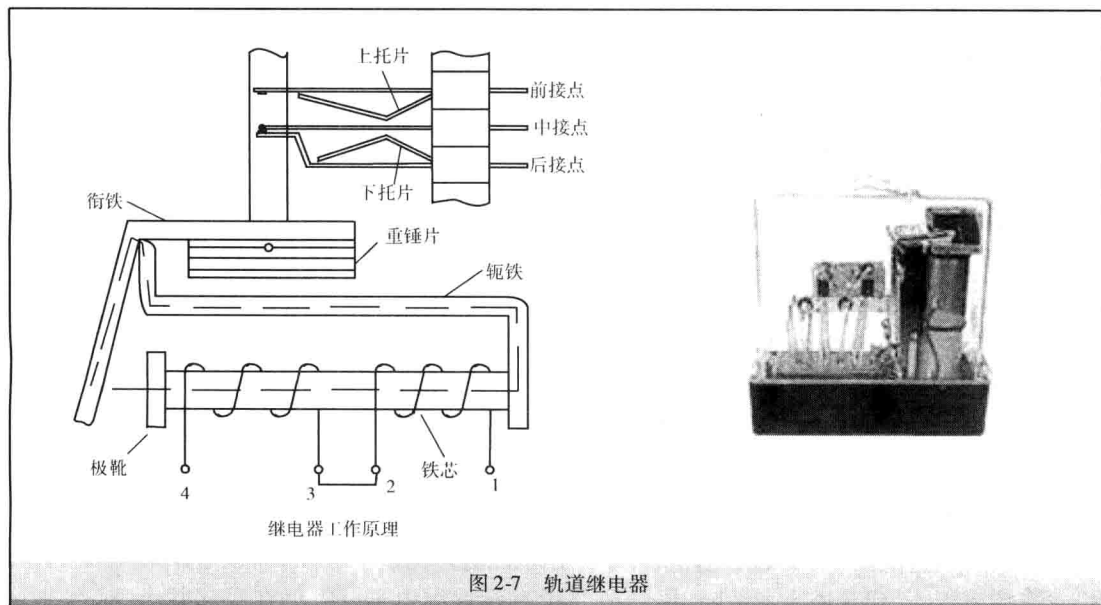
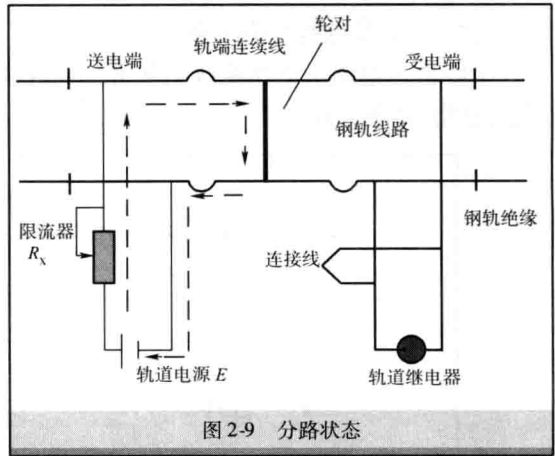
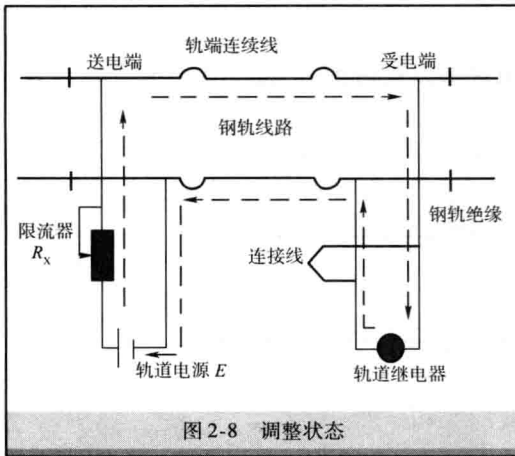


图 2-7 轨道继电器

(3) 当轨道电路内钢轨完整, 没有列车占用轨道时, 继电器吸起, 表示轨道电路空闲。这时轨道电路处于调整状态, 如图 2-8。

(4) 当轨道电路被列车占用时, 轨道电路被轮对分路, 轮对电阻远小于轨道继电器线圈的电阻, 流经轨道继电器的电流大大减小, 轨道继电器落下, 表示轨道电路被占用, 这时轨道电路处于分路状态, 如图 2-9。



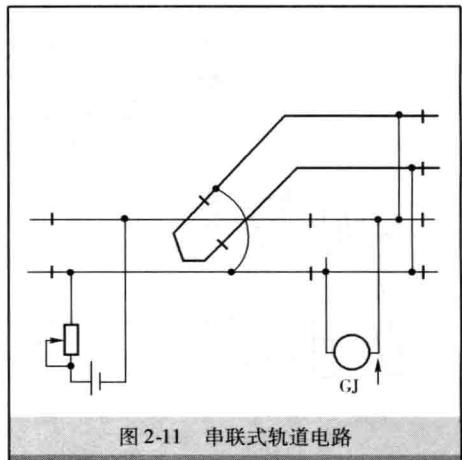
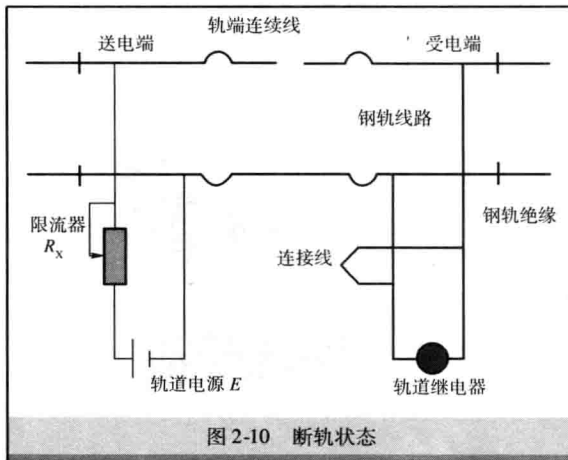


(5) 当轨道电路的钢轨被折断, 轨道电路受电端轨道继电器中无电流通过, 反映钢轨断轨, 如图 2-10。

## 二 道岔区段的轨道电路

道岔区段的轨道电路主要有串联式和并联式。

串联式轨道电路(图 2-11)电流要流经整个区段的所有钢轨, 可以检查所有跳线和钢轨的完整, 比较安全。但结构复杂, 增加了一组道岔绝缘和两根用电缆构成的连接线, 给施工维修带来不便。



并联式轨道电路(图 2-12)电路简单, 但是因侧线只检查了电压, 而没有检查电流, 当跳线或连接线折断, 列车进入弯股时, 因弯股并没有设置继电器, GJ 仍在吸起状态, 这是非常危险的, 可以用双跳线来防护。但是, 当弯股钢轨折断, 列车占用时, 轨道继电器也不会落下, 不符合故障安全原则。

一送多受轨道电路(图 2-13), 设有一个送电端, 在每个分支轨道电路的另一端各设一个受电端, 当任一分支分路时, 分支轨道继电器落下, 主轨道继电器也落下, 实现对轨道电路空闲与否的检查。