

高等学校交通信息及控制专业系列教材

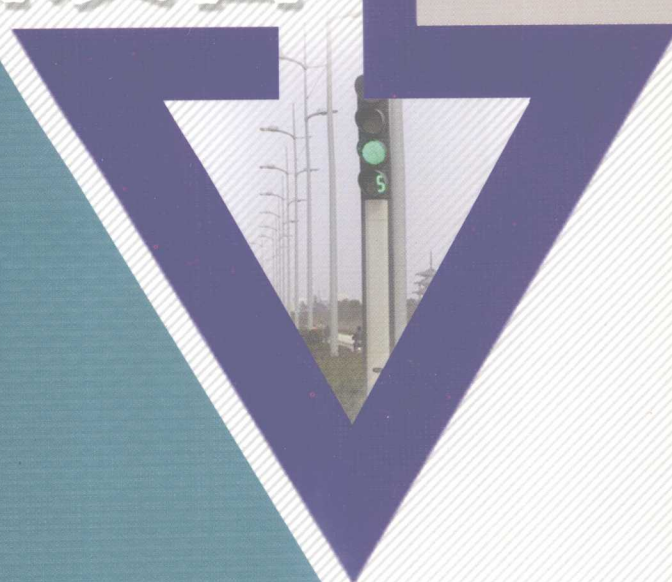
# 铁路 信号



RAILWAY SIGNAL  
FOUNDATION  
EQUIPMENT

# 基础设备

郭进 魏艳 刘利芳 主编  
高建强 赵阳 主审



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

责任编辑 张华敏

特邀编辑 陈旭文 翟 瑾

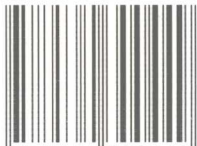
Design 书装  
Book 翼



# 铁路信号基础设备



ISBN 978-7-5643-0044-9



9 787564 300449 >

定价: 24.80元

高等学校交通信息及控制专业系列教材  
西南交通大学出版基金资助

# 铁路信号基础设备

郭 进 魏 艳 刘利芳 主编  
高建强 赵 阳 主审

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本书根据铁路信号发展情况,系统介绍当前我国铁路信号现场主要基础设备的基本原理与应用情况,全书共分七章,分别介绍铁路信号、道岔转换设备、信号继电器、轨道电路、计轴设备、点式应答器与信号电源屏。本书每章后附有思考与习题,可供读者复习巩固。本书内容丰富、简明易懂、注重实际,具有一定的理论与应用价值。

本书可作为高等院校信号专业教材,也可作为铁路现场技术人员的参考用书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路信号基础设备/郭进,魏艳,刘利芳主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2008.8  
(高等学校交通信息及控制专业系列教材)  
ISBN 978-7-5643-0044-9

I. 铁… II. ①郭…②魏…③刘… III. 铁路信号—信号  
设备—高等学校—教材 IV. U284.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第132372号

---

高等学校交通信息及控制专业系列教材

### 铁路信号基础设备

郭进 魏艳 刘利芳 主编

\*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 陈旭文 翟瑾

封面设计 翼虎书装

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:15.25

字数:378千字 印数:1—3 000册

2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-0044-9

定价:24.80元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

# 前 言

铁路信号 (railway signaling) 技术经历了一百多年的发展历史, 逐步成为今天的以保证行车安全、提高运输效率和改善劳动条件为目标的现代铁路信号系统。在铁路运输系统中, 铁路信号肩负着指挥列车运行和调车作业, 向行车有关人员指示运行条件, 对行车运行方向、运行间隔、运行进路以及运行速度进行控制的重要基础设施。铁路信号是以电子技术、通信技术、计算机技术、控制技术等为手段, 根据铁路的特点而形成的一门应用性极强的综合性信息应用学科。它研究的理论和技术是围绕着保证铁路列车运行安全, 提高铁路运输效率, 及时和准确地提供铁路列车运行信息等方面展开的。

随着铁路运输产业的不断发展和无数次的经验总结, 铁路信号设备的研发与生产逐步发展成为有别于其他控制设备的特殊行业, 具有特殊的设计原则, 例如“故障—安全”原则, 为了贯彻这一原则, 在铁路信号系统中采用了各式各样的信号专用器械。

为了适应铁路信号技术的发展, 满足高等学校铁路信号相关专业学生及铁路信号专业人员对信号基础设备的学习, 我们编写本书作为培训与参考教材。

本书根据现代铁路发展需求, 主要介绍铁路信号相关基础设备, 内容包括信号机、轨道电路、道岔转换与锁闭设备、安全型继电器、计轴设备、查询应答器、信号电源设备等, 它们是构成铁路信号系统的重要基础, 也是铁路信号系统能否实现保证行车安全、提高运输效率的关键部分。

本书共分七章, 第一章介绍了铁路信号基础设备的发展概况、基本用途与了解学习这些基础知识的重要性; 第二章介绍了地面信号机的显示制度、显示方法与各种信号机的用途; 第三章介绍了道岔转换设备的基本知识、几种广泛应用转辙机的基本原理与系统构成及道岔锁闭的基本方法; 第四章介绍了安全型继电器的基本知识与继电器电路的设计方法; 第五章介绍了轨道电路基本知识、几种典型轨道电路的原理与应用; 第六章介绍了计轴设备的基本概念、系统组成与应用; 第七章介绍了查询应答器及感应环线的基本原理与应用方法; 第八章介绍了信号电源的基本需求、信号供电的基本概况与几种典型智能电源屏。

本书由高建强、赵阳同志审核, 具体编写分工如下; 第二章及第四章由刘利芳老师编写; 第三章、第五章及第八章由魏艳老师编写; 第一章、第六章、第七章由郭进、李强老师编写。

本书编写过程中参考了陈广存同志编写的《铁路信号概论》等许多教材与著作内容, 编者对这些著作的作者表示感谢。

由于时间仓促、作者水平有限, 书中难免疏漏与错误, 恳请读者批评指正。

编者

2008年5月

## 目 录

第一章 绪 论	1
第二章 各种用途的信号机	4
第一节 铁路信号的分类	4
一、按接收信号的感官分类	4
二、按发出信号的机具能否移动分类	4
三、按发出固定信号的机具分类	5
四、按信号机的用途分类	5
五、按信号的显示数目分类	5
六、按禁止信号的显示意义分类	5
七、按信号机的动作方式分类	5
第二节 信号显示制度、显示方式与方法	6
一、对信号显示的基本技术要求	6
二、信号显示制度	6
三、信号的显示方式与方法	7
四、机车信号机显示	8
五、信号显示距离	10
六、各种用途的信号机	10
七、信号显示常用图形符号	17
八、信号机的命名	19
九、信号机的关闭时机	20
十、信号显示的有关原则	21
习 题	22
第三章 道岔转换与锁闭设备	24
第一节 道 岔	24
一、道岔的组成	24
二、道岔的辙叉号	24
三、道岔的位置和状态	25
四、对向道岔和顺向道岔	25
五、单动道岔和双动道岔	26
第二节 转辙机概述	27
一、转辙机的作用	27
二、对转辙机的基本要求	27

三、转辙机的分类 .....	28
第三节 ZD6 型电动转辙机 .....	29
一、ZD6-A 型电动转辙机的结构 .....	29
二、ZD6-A 型电动转辙机的主要部件及其作用 .....	29
三、ZD6-A 型电动转辙机的整体动作过程 .....	39
第四节 外锁闭装置 .....	39
一、道岔的锁闭方式 .....	39
二、分动外锁闭道岔的技术特征 .....	41
三、钩式外锁闭装置 .....	43
第五节 S700K 型电动转辙机 .....	46
一、S700K 型电动转辙机的特点 .....	46
二、S700K 型电动转辙机的分类 .....	46
三、S700K 型电动转辙机的结构 .....	47
四、S700K 型电动转辙机的动作原理 .....	52
第六节 ZD (J) 9 系列电动转辙机 .....	54
一、ZD (J) 9 系列电动转辙机的特点 .....	54
二、ZD (J) 9 系列电动转辙机的结构 .....	54
三、ZD (J) 9 系列电动转辙机的动作原理 .....	55
第七节 ZY 系列电液转辙机 .....	56
一、ZY 系列电动液压转辙机 .....	56
二、ZYJ7 型电动液压转辙机 .....	59
第八节 ZK 系列电空转辙机 .....	62
一、ZK4-170 型电空转辙机的主要技术特点 .....	63
二、ZK4-170 型电空转辙机的结构 .....	63
三、ZK4-170 型电空转辙机的主要部件 .....	64
四、ZK4-170 型电空转辙机的工作原理 .....	64
习 题 .....	65
第四章 继电器 .....	66
第一节 继电器概述 .....	66
一、继电器的基本原理 .....	66
二、继电器的分类 .....	67
第二节 安全型继电器的主要结构及工作原理 .....	68
一、JWX 型直流无极电磁继电器 .....	68
二、JPX-1000 型偏极继电器 .....	71
三、JYX 型有极继电器 .....	72
四、JZX 型整流式继电器 .....	76
第三节 安全型继电器的特性 .....	77
一、安全型继电器的机械特性与牵引特性 .....	77
二、安全型继电器的电气特性 .....	80

三、安全型继电器时间特性	80
第四节 其他类型的继电器	86
一、时间继电器	86
二、动态继电器	89
三、交流二元二位继电器	91
第五节 继电器的接点	93
一、继电器接点的工作状态分析	93
二、熄灭接点电弧和消灭接点火花的方法	97
第六节 继电器电路的设计及应用	100
一、继电器的图形符号	100
二、继电器的基本电路	104
三、继电电路的分析法	108
四、继电器电路的安全措施	109
习 题	111
第五章 轨道电路	113
第一节 轨道电路概述	113
一、轨道电路的基本原理	113
二、轨道电路的作用	113
三、轨道电路的分类	114
四、轨道电路的应用	117
五、站内轨道电路的划分和命名	117
第二节 工频交流连续式轨道电路	118
一、轨道电路的组成和工作原理	118
二、道岔区段轨道电路	119
三、轨道电路的极性交叉	122
第三节 25 Hz 相敏轨道电路	123
一、电气化牵引区段对轨道电路的特殊要求	123
二、电气化区段站内轨道电路制式	124
三、扼流变压器	125
四、25 Hz 相敏轨道电路概述	126
第四节 移频轨道电路	132
一、国产移频轨道电路	132
二、无绝缘轨道电路	134
三、电气隔离式无绝缘轨道电路	135
四、UM71 无绝缘轨道电路	138
五、UM2000 轨道电路	141
六、ZPW-2000 型无绝缘轨道电路	142
第五节 驼峰轨道电路	143
一、对驼峰轨道电路的特殊要求和特点	143



二、驼峰交、直流轨道电路.....	144
三、双区段轨道电路.....	144
四、驼峰高灵敏轨道电路.....	145
第六节 轨道电路的基本工作状态和基本参数.....	147
一、轨道电路的基本工作状态.....	147
二、轨道电路分路的几个术语.....	147
三、轨道电路的基本参数.....	148
四、轨道电路的计算举例.....	151
第七节 轨道电路的调整.....	153
一、调整表和调整曲线.....	154
二、调整表的使用.....	155
三、轨道电路的调整举例.....	155
习    题.....	157
第六章 计轴设备.....	159
第一节 计轴设备的原理及组成.....	159
一、计轴设备的基本工作原理.....	159
二、计轴设备的组成.....	159
三、计轴设备的主要技术条件.....	162
第二节 计轴设备的应用.....	162
一、半自动闭塞区间检查.....	163
二、计轴自动站间闭塞.....	163
三、站内多点计轴技术.....	165
习    题.....	167
第七章 点式应答器与感应环线.....	168
第一节 应答器简介.....	168
一、应答器的基本概念.....	168
二、应答器的分类.....	169
第二节 应答器系统的组成及工作原理.....	169
一、应答器系统的组成.....	169
二、应答器的工作原理.....	170
三、车载设备 BTM.....	172
四、应答器系统的数据传输接口.....	173
第三节 应答器的用户报文结构及数据包分析.....	174
一、应答器的用户报文结构.....	174
二、应答器数据包分析.....	175
三、应答器的链接关系及数据覆盖范围.....	178
第四节 应答器的设计和应用.....	179
一、我国 CTCS 列控系统应答器的设置原则.....	180

二、既有线 CTCS-2 提速区段应答器的设置	180
三、客运专线应答器的布置	183
四、应答器的安装	183
第五节 轨道感应环线	185
一、基本概念	185
二、基本工作原理	185
三、轨道环线的应用	186
习 题	191
第八章 信号电源屏	192
第一节 概 述	192
一、铁路信号设备的供电概况	192
二、信号电源屏的技术条件	194
三、信号电源屏的技术标准	196
四、信号电源屏的发展概况	199
第二节 智能电源屏	199
一、智能型铁路信号电源屏的技术特征	200
二、智能型铁路信号电源屏的分类	201
第三节 PNX 系列智能型信号电源屏	204
一、PNX 系列智能型信号电源屏的类型	204
二、PXN <sub>2</sub> 型信号智能电源屏	205
第四节 PDZ 系列智能型信号电源屏	213
一、系统组成	213
二、系统特点	213
三、系统的基本原理	213
第五节 DSXD-DZ 系列智能型信号电源屏	216
一、系统组成	217
二、系统特点	217
三、电源模块	218
四、系统功能	218
第六节 UPS 供电系统	219
一、概 述	219
二、在线式 UPS	220
三、后备式 UPS	224
四、UPS 的应用	226
习 题	227
附 录	229

## 第一章 绪 论

铁路信号技术已经历了一百多年的发展,形成了今天的现代铁路信号系统,它是铁路运输的基础设施,也是保证行车安全、提高运输效率和改善劳动条件的重要设备。现代铁路信号技术已成为向运输组织人员提供实时信息、实现列车有效控制、提高铁路区间通过能力、提高编组能力的重要手段,也是铁路列车提速与发展高速铁路的关键技术之一。铁路信号技术在进入信息时代的今天,已逐步与通信、计算机技术走向一体化,随着信息技术和网络技术的发展,铁路信号的传统理念正在改变,信号的功能逐步扩大,铁路信号已由过去的铁路运输的“眼睛”变成了铁路的“中枢神经”,发挥着越来越重要的作用。铁路信号作为铁路运输信息化运营管理的一种不可缺少的手段,在铁路运输中占有非常重要的地位,它的发展水平已成为铁路现代化的重要标志之一。

在当今铁路运输系统中,铁路信号肩负着指挥列车运行和调车作业,向行车有关人员指示运行条件;对行车运行方向、运行间隔、运行进路以及运行速度进行控制的重要基础设施。铁路信号是以电子技术、通信技术、计算机技术、控制技术等为手段,根据铁路的特点而形成的一门应用性极强的综合性信息应用学科。它研究的理论和技术是围绕保证铁路列车运行安全、提高铁路运输效率、及时和准确地提供铁路列车运行信息等方面展开的。铁路信号大致包括信号显示、信号基础设施和信号系统三大方面的内容。

随着铁路运输产业的不断发展和从无数次的经验总结,铁路信号设备的研发与生产逐步发展成为有别于其他控制设备的特殊行业,具有特殊的设计原则,例如“故障—安全”原则。为了贯彻这一原则,在铁路信号系统中采用了信号专用器械,铁路信号专用器械是各式各样的,但就其主要功能而言,大致分成信号机、道岔转换和锁闭设备、线路占用监测或车辆定位设备、具有故障-安全特性的控制器件(如继电器)、信号电源设备等几大类。

像交通信号灯一样,铁路信号机是用于向司乘人员发出信号显示,以保证所防护区段内列车的运行安全,防止列车间相互冲突或列车颠覆的设备,为了保证在一个区段(或分区)或一条进路内只有一列车安全运行,在区间、分区或进路的入口处设置信号机对它们进行防护。在铁路发展的初期,是以手信号指挥行车的,后来才出现了信号机。早期信号机是臂板信号机,以臂板的水平位置作为停车信号,以垂直位置作为允许进行信号。但垂直位置与机柱形成一条线,其显示不易辨认,后来改成与机柱构成 $45^\circ$ 角作为进行信号。臂板信号只能作为昼间使用,在夜晚还需用灯光信号,因此,臂板信号存在显示不一致的缺点。另外,臂板信号机需由人力通过钢丝线(导线)操纵,在导线传动系统的设计中应保证导线热胀冷缩时不会使臂板出现错误显示,而且当导线断线时,应保证臂板处于水平位置显示“禁止运行”信号。例如,1906年出现的电动臂板信号机,它克服了导线传动的一些缺点。

1912年出现了色灯信号机。它不仅使昼夜间的信号显示一致,而且可利用色光和灯位的不同组合增加信号显示,提供较多的信息。直到现在,色灯信号机仍然得到广泛使用。

随着铁路运输的发展,特别是行车速度的提高,要求信号便于瞭望并能提供更丰富的信息,而地面固定的色灯信号机受到色光数量和显示距离等因素的限制,不能提供满足列车高

速运行的更多信息。因此，产生了以显示速度信息为主的多信息机车信号及列车运行控制的数字化显示设备（DMI）。

道岔是铁路线路上的可动部分，它的位置与状态是否正确，直接关系列车是否走错路径，影响行车的安全。因此，道岔的转换和锁闭设备是铁路信号系统中的重要组成部分。

道岔转换设备是将道岔的尖轨从一个位置改变到另一位置的设备。以前的道岔转换设备是人力转换设备，有现地操纵和集中操纵 2 种方式。现地操纵方式是操纵道岔的握柄设在道岔近旁，它的特点是节省扳道员的体力，而且扳道员能直接观察道岔上是否有车辆存在，不至于在有车辆的情况下扳动道岔。现地操纵的缺点是一个扳道员操纵多个道岔时，需奔走于各道岔之间，延长了办理进路的时间。集中操纵方式是将操纵各组道岔的握柄集中设在信号楼内，道岔与握柄之间用导管或导线实现传动。集中操纵的优点是减少了扳道员，也减少了扳道员与车站值班员的联系，提高了办理进路的效率，而且便于在握柄之间实现机械联锁。不足之处是不能直接观察道岔环境，机械传动系统笨拙，不便维护。现在的道岔转换设备是动力转换设备，一般以电动机作为动力，通过机械传动、压缩空气传动或液压传动等方式转换道岔。道岔转换的动力化，较之人力操纵是一大进步。采用动力转换道岔，取消了扳道人员，从而避免了由于扳道员与车站值班员之间的联系错误而造成的行车事故，而且较大地节省了办理进路的时间，在动力转换设备的基础上能实现更完善的联锁。

道岔锁闭设备是在道岔转换完毕后，用机械方法将密贴于基本轨的道岔尖轨牢靠地锁住的设备，用来防止车辆经过道岔时，道岔尖轨发生位移而造成行车事故。在人力现地操纵道岔时，一般是将转换与锁闭组合成转换锁闭器，由握柄操纵；在人力集中操纵道岔时，锁闭设备与转换设备分别由 2 个握柄操纵，在扳动道岔时，先扳动锁闭握柄将道岔解锁，然后扳动转换握柄使道岔转换，最后再扳动锁闭握柄将道岔锁闭；采用动力操纵道岔时，转换机构与锁闭机构一般设在同一个机箱内，构成道岔转辙机，当锁闭机构独立装在转换设备机箱之外时，称为道岔外锁闭装置。外锁闭装置在结构原理上能更可靠地锁住尖轨，因此多用在高速铁路中。动力转辙机利用机械和电气接点的精密配合，能够正确反映道岔位置和尖轨的密贴程度，为进一步保证行车安全，实现进路控制自动化创造了条件。

在铁路信号系统中如何检测指定的线路上是否有车辆占用是极其重要的。在铁路信号发展的初期，主要依靠工作人员的观察和判断来确定线路的占用情况，因此有时会因观察和判断失误而造成车辆冲突事故。由于不能实时自动实现列车位置检测，也不可能实现信号控制的自动化，直到 1870 年美国鲁宾逊发明了开路式轨道电路，1872 年又研制成功了闭路式轨道电路，从此，自动、实时检查线路占用的课题才得到解决，用轨道电路将列车运行与信号显示联系起来，诞生了铁路自动信号，开创了自动信号的新时代。

经历了一百多年的发展，轨道电路有了多种制式、多种变化，现在不仅用它来检查线路空闲，而且还可以用它来向列车传输信息，成为机车信号和列控车载设备工作的基础。

除了轨道电路，近年来诞生的计轴设备利用记录进入、出清指定线路的轮对数量，也能实现自动检查线路空闲的功能。另外，查询应答器、轨道感应环线也都由于具有列车定位与向列车传输信息的能力，在现代铁路信号系统中得到广泛应用。

电磁式继电器是许多自动控制系统中不可缺少的器件。电磁式继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成的。只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回阻力吸向铁芯，从而带动衔铁

的动触点与静触点（常开触点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会返回原来的位置，使动触点与原来的静触点（常闭触点）吸合。这样吸合、释放，从而达到了在电路中的导通、切断的目的。利用电磁继电器的这种特性，可以实现低电压弱电流控制高电压强电流，还可以实现远距离控制及自动控制等。

继电器可以有许多应用，如自动调节、安全保护、转换电路等，继电器的品种也是千变万化，有电磁继电器、干簧管继电器、固态继电器（半导体继电器）等，它们在各种自动、远程控制系统中发挥着良好的作用。由于铁路信号对继电器有许多严格的要求，例如：安全可靠、动作准确、使用寿命长、有足够的断开与闭合电路能力、稳定的电气与时间特性、良好的电气绝缘特性、具有故障导向安全性能等。因此，国内外普遍将铁路信号用继电器列为专用类型继电器进行研究、生产与管理。

铁路信号继电器有一类被称为安全型继电器，又称为重力式继电器，它是由铁芯、线圈、重力式衔铁、接点结构等组成，在线圈两端加上一定的电压（24 V），线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服重力吸向铁芯，从而带动衔铁的动接点与前接点（常开接点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力随之消失，衔铁就会由于重力吸引，返回原来的位置，使动接点与原来的后接点吸合。利用这个特性，在信号设计中，一般把前接点（常开接点）对应为危险侧，如信号开放，把后接点对应安全侧，如信号关闭，当继电器输入回路或者继电器本身发生故障时，继电器由于重力效应，会导向后接点吸合，指示列车停止前进，满足故障导向安全原则。一般电路故障后，动接点与前接点（常开接点）吸合的概率远远小于后接点吸合的概率，也就是说，导致危险侧故障的概率远远小于导致安全侧故障的概率。这种元器件的故障-安全特性是信号控制电路与系统保障行车安全的基础。

虽然近年来微电子技术得到迅猛发展，电子器件在铁路信号领域的应用越来越广，但是在许多关键部位仍然依靠安全型继电器来保证系统的故障—安全特性，如计算机联锁的接口部分仍然使用信号继电器。因此，在今后相当长的时期内，信号继电器依旧是铁路信号主要的基础控制器件。

电源是现代铁路信号系统工作的基础，色灯信号需要电来点亮，电动转辙机靠电能转动道岔，轨道电路靠电来检测区段占用与空闲，还有许多信号系统，如联锁系统、闭塞系统靠电来支撑。虽然信号设备多种多样，使用条件各有所异，但总的来说，信号设备对供电有可靠、稳定和安全三大基本要求。为了满足上述要求，铁路信号部门一般将电源系统作为专用信号设备进行设计、生产、管理。信号电源屏根据用途，可分为联锁电源屏、驼峰电源屏、区间电源屏等。最初的信号电源屏采用的控制电路是铁磁三倍频率器，后改用晶体管分立元件组成的差动放大电路，进而又改用由集成运算放大器组成的比较放大电路。由 CJ10 型交流接触器改为交流电源转换接触器，中间继电器改为电源屏用信号继电器。20 世纪 90 年代还用断路器代替熔断器，用隔离开关代替闸刀开关，近年来，电源屏在结构、工艺方面也不断有所改进。

从 2000 年开始，智能型电源屏逐步推广使用，它采用微型计算机技术完成对电源系统的自动监测，并可远程监控；引入高频电力技术，对各种输入、输出单元和交、直流电源进行模块化，提高了供电质量和可靠性，实现了无维修化，使信号电源技术有了突破性的发展，以满足不断发展的信号设备的供电需要。

## 第二章 各种用途的信号机

铁路信号 (railway signaling) 是用特定物体 (包括信号灯、仪表、音响设备) 的颜色、形状、位置和声音等向铁路司机传达有关前方路况、机车车辆运行条件、行车设备状态以及行车命令等信息的装置或设备。

### 第一节 铁路信号的分类

列车在铁路线路上行驶, 需要及时了解前方信息, 需要根据铁路信号控制行驶速度。向铁路司机传达驾驶信息的方法有许多种, 因此, 铁路信号可从各种角度进行分类。

#### 一、按接收信号的感官分类

按接收信号的感官可分为: 视觉信号和听觉信号两大类。

视觉信号是以物体或灯光的颜色、形状、位置、闪光、数目或数码显示等特征表示的信号。例如, 用信号机、机车信号、信号旗、信号牌、各种表示器、各种标志及火炬等显示的信号, 都是视觉信号。

视觉信号的基本颜色及其基本意义是;

- (1) 红色——停车。
- (2) 黄色——注意或减低速度。
- (3) 绿色——按规定速度运行。

另外还有:

- (1) 月白色——引导信号或准许调车信号。
- (2) 蓝色——容许信号或禁止调车信号。

听觉信号是以不同器具发出的音响的强度、频率和音响的长短等特征表示的信号。例如, 用号角、口笛、响墩发出的音响以及机车、轨道车的鸣笛等发出的信号, 都是听觉信号。

#### 二、按发出信号的机具能否移动分类

按发出信号的机具能否移动可分为: 固定信号、机车信号、移动信号和手信号。

固定信号是铁路信号设备的重要组成部分, 在我国铁路上, 根据运营要求, 固定信号采用下列基本的信号:

- (1) 要求停车的信号。
- (2) 要求注意或减速运行的信号。
- (3) 准许按规定速度运行的信号。

上述要求停车的信号, 一般叫做“禁止信号”或“停车信号”; 要求注意或减速运行的信

号和准许按规定速度运行的信号，则称为“进行信号”或“允许信号”。如表 2.1 所示。

表 2.1 基本灯光显示

	停车	注意或减速	按规定速度运行	信号机
颜色特征	●	◐	○	色灯信号机

注：●—红色；◐—黄色；○—绿色

### 三、按发出固定信号的机具分类

按发出固定信号的机具可分为：色灯信号机、臂板信号机、表示器和标志等。

### 四、按信号机的用途分类

按信号机的用途可分为：进站、出站、进路、调车、通过、遮断、防护、预告、驼峰、复示及引导信号机等。

进站、出站、进路、通过、遮断、防护等信号机，都能独立地显示信号，指示列车运行的条件，叫做主体信号机；预告信号机和复示信号机等，本身不能独立存在，而是从属于某种信号机的，所以这些信号机叫做从属信号机。例如，进站预告信号机便是从属信号机，进站信号机是它的主体信号机。

### 五、按信号的显示数目分类

按信号显示的数目可分为：单显示、二显示、三显示和多显示。

出站信号机和进路信号机的复示信号机以及遮断信号机均为单显示的信号机。单显示信号机平时不着灯，没有显示。二显示、三显示和多显示可以根据信号机的用途和需要指示的运行条件来设置。

### 六、按禁止信号的显示意义分类

按禁止信号的显示意义可分为：绝对信号和容许信号。

**绝对信号**——当显示禁止信号时，在没有引导信号的情况下，绝对禁止列车越过它，所有手动的或半自动的主体信号机，都属于这一类。

**容许信号**——自动动作的主体信号机，如自动闭塞区间的通过信号机即属这一类。当容许信号的信号机显示一个红色灯光时，列车停车两分钟后，仍可按限制速度越过它，但要求随时准备停车。（注：在通过信号机上加设的一个蓝色灯光，也称为“容许信号”，但它是容许不停车的一种标志，以后另有说明）

### 七、按信号机的动作方式分类

按信号机的动作方式可分为：手动信号机、半自动信号机和自动信号机。

手动信号机——开放信号和关闭信号都由人工操作，称为手动信号机。

半自动信号机——开放信号由人工操作，关闭信号除由人工操作外，还受列车本身的自动控制，称为半自动信号机。

自动信号机——开放信号和关闭信号都受列车本身自动控制，称为自动信号机。

## 第二节 信号显示制度、显示方式与方法

### 一、对信号显示的基本技术要求

信号是指示行车和调车运行条件的命令。因此，从运营方面来说，对固定信号的显示有如下一些基本技术要求：

(1) 信号显示应力求简单明了，使行车人员易于辨认。

(2) 信号应有足够的显示数目和显示距离，以便于司机能准确及时地辨认信号，平稳地驾驶列车运行。

(3) 信号设备应符合“故障-安全”原则，当信号设备发生故障时，信号机应能自动地给出最大限制的信号显示。

(4) 信号显示应具有较高的抗干扰能力，尽量减少受风沙、雨雪、迷雾和背景以及其他灯光的影响。

### 二、信号显示制度

信号显示制度是指表达信号显示意义的基本体系。铁路信号显示制度通常可分为进路式和速差式两大类。进路式信号显示制度表达的是进路意义；速差式信号显示制度表达的是速度意义。铁路上所采用的信号显示制度，各个国家虽不相同，但从总的来看，是由进路制向速差制发展。

#### (一) 进路制

进路制是以指示列车进入不同进路为原则的信号显示制度。传统的铁路信号系统一般采用进路制显示。

在进路制信号显示制度中，信号机所指示的进路方向明确，这是它的突出优点。但进路制的信号没有明确的速度限制的含义，因此，它只适用于低速运行的列车；对于高速运行的列车来说，在没有明确的限速含义指示的情况下，列车势必要按照进站线的限制速度通过或进入车站，显然，这样会降低运输效率。另一方面，在同一地点或同一架信号机上，会同时出现多个红灯或一个红灯和一个绿灯，这对信号显示来说也是不标准的。由于进路式存在显示复杂、适应性能差、显示意义不确切等缺点，其发展受到很大限制。

#### (二) 速差制

速差制是不根据进路的数目，而是根据需要限制的速度级来规定显示数目和显示方法的制度。速差制的信号显示均含有一定的限制速度的含义。



速差式信号显示能采用较简单统一的显示方式指示列车通过本信号机的运行速度，或能指示列车通过下一架信号机的运行速度，或者既能指示列车通过本信号机的运行速度，又能指示列车通过下一架信号机的运行速度，成为是地面信号显示的发展方向。速差制的速度级可概括为三级：一级是禁止通行；二级是减速运行；三级是准许按规定速度运行。这是常用的三个速度级，可用  $v_{ST}$ （禁止通行）、 $v_R$ （减速）和  $v_N$ （规定速度）表示。上述的  $v_{ST}$ 、 $v_R$  和  $v_N$  都是指列车通过该信号机的速度，亦即进入所防护的进路或区间始端的速度，因此叫做始端速度。








当列车速度较高时，信号机只反映始端速度而不反映终端速度是不行的。例如，通过列车按  $v_N$  进站（即进站信号机指示  $v_N$ ），在司机没有思想准备的情况下，当越过进站信号机后才发现前方的出站信号机指示  $v_{ST}$ ，这时就有可能停不住车，冒进出站信号机。因此，当信号机显示始端速度为  $v_N$  时，还需要把进路的终端速度（对接车进路来说即是发车进路的始端速度）显示出来。终端速度级也是三个，即  $v'_{ST}$ 、 $v'_R$  和  $v'_N$ 。将始端、终端两种速度和三个速度级组合起来，用信号机表示，特别是在三显示制度下是困难的，所以，信号显示制度从进路式向速差式发展往往是逐步演变的，因此就有了简易速差式、半速差式等显示方法。中国现行的信号显示制度就称为简易速差式。如果要明确表达速差意义，应在机车内部附加机车信号或速度表。

### 三、信号的显示方式与方法

#### （一）色灯信号机的显示方式与方法

我国铁路的色灯信号机主要利用颜色特征和数目特征（部分采用闪光特征，如驼峰信号机）来显示。将始端、终端两种速度和三个速度级组合起来形成的色灯信号机的显示方式与方法如表 2.2 所示。表中的速度级是三个，速度种类是两个，而形成的显示数目却是五个（即显示意义五个）。显示数目之所以不是  $3^2=9$ ，是因为仅仅在始端速度为  $v_N$  的情况下

表 2.2 速差制信号用色灯信号机的显示方式与方法

显示数目		1	2	3	4	5
显示意义	始速 终端	$\frac{v_N}{v_N}$	$\frac{v_N}{v_R}$	$\frac{v_N}{v_{ST}}$	$\frac{v_R}{x}$	$\frac{v_{ST}}{x}$
显示方式与方法			 		 	

注：○—绿灯灭灯；—黄灯点灯；—红灯点灯

反映终端速度，在  $v_R$  和  $v_{ST}$  时没有反映也没有必要反映终端速度的缘故。表中的两个黄灯为减速信号（根据道岔曲线的大小决定）；至于绿灯和黄灯以及一个黄灯可以规定为注意运行（ $v_N/v_R$ 、 $v_N/v_{ST}$ ），也可以规定为减速运行（根据最高允许速度和防护区段的长度决定）。前者在最高允许速度较低条件下，可以让司机根据列车和线路的具体情况作出判断，从什么地方开始制动合适，而不一定必须在通过黄色灯光时把速度降下来。而后者是在最高允许速度较高的条件下，能让列车平稳地停在红灯的前面所必需的。但在这里必须指出：