

高等学校“十二五”规划教材——轨道交通信息控制与技术

主编 ● 杨扬

主审 ● 郭进

车站信号 控制系统

CHEZHAN XINHAO KONGZHI XITONG



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高等学校“十二五”规划教材——轨道交通信息控制与技术

车站信号控制系统

主编 杨 扬

主审 郭 进

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书系统介绍了铁路车站信号系统的工作原理。全书共六章。第一章为车站信号控制系统概述,对车站信号控制系统中涉及的车站站场、进路及其控制过程、联锁表等重要概念和原理进行介绍,为学习后续章节作铺垫。第二章至第五章为继电集中联锁控制系统,对继电集中联锁系统组成、选择组电路和执行组电路结构和原理进行介绍。第六章为计算机联锁系统,对通用计算机联锁系统结构、原理、软件、可靠性和故障-安全性进行了介绍,并对国内广泛应用的几种计算机联锁系统进行了简要说明。

本书可作为铁路高校交通信号与控制专业本科教材,也可供从事铁路信号工作的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

车站信号控制系统 / 杨扬主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2012.5

高等学校“十二五”规划教材. 轨道交通信息控制与技术

ISBN 978-7-5643-1717-1

I. ①车… II. ①杨… III. ①铁路信号—控制系统—高等学校—教材 IV. ①U284.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 053816 号

高等学校“十二五”规划教材——轨道交通信息控制与技术

车站信号控制系统

主编 杨 扬

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 罗在伟

封面设计 何东琳设计工作室

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: 17.625 插页: 1

字数: 440 千字

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1717-1

定价: 36.80 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

铁路车站信号控制系统，也称为车站联锁系统，是实现对车站内信号机、道岔、轨道电路实时逻辑控制的、具有较高故障-安全性要求的系统设备，用来保证车站内行车作业安全，并提高运输效率。目前，我国铁路使用的车站信号控制系统，主要是继电集中联锁系统和计算机联锁系统。继电集中联锁系统通过继电器电路来实现对车站内信号机、道岔、轨道电路的联锁逻辑控制，而在计算机联锁系统则通过计算机软硬件来完成控制功能。

全书共六章。第一章为车站信号控制系统概述，对车站信号控制系统中涉及的车站站场、进路及其控制过程、联锁表等重要概念和原理进行介绍，为学习后续章节作铺垫。第二章至第五章为继电集中联锁控制系统，对继电集中联锁系统组成、选择组电路和执行组电路结构和原理进行介绍。第六章为计算机联锁系统，对通用计算机联锁系统结构、原理、软件、可靠性和故障-安全性进行了介绍，并对国内广泛应用的几种计算机联锁系统进行了简要说明。为加强学生对基本概念、基本原理的理解和掌握，提升学生分析和解决应用问题的能力，书中各章后面都配置了大量思考题，实际使用时可灵活取舍。

本教材是编者在西南交通大学车站信号自动控制课程教学讲义基础上，结合国内同类教材、著作和相关资料，按 70 学时教学要求，编写而成。学习本书内容，要求读者具有继电器、信号机、转辙机、轨道电路等铁路信号基础设施方面的前期基础知识。

本教材由西南交通大学杨扬主编。参加编写的有：刘利芳，编写第二章；陈林秀，编写第三章；杨扬编写其余章节。本教材由郭进教授主审，审阅中提出了许多宝贵意见和建议，深表谢意。在教材编写、整理和出版过程中，得到同行、西南交大出版社和研究生的大力支持，在此一并表示感谢。

因编者水平有限，资料搜集不全，内容难免有不妥和错误之处，希望读者予以指正。

编者

2012年2月

目 录

第一章 车站信号控制系统概述	1
第一节 概 述	1
第二节 车站信号设备平面布置图	3
第三节 进 路	9
第四节 联锁表	14
第五节 进路控制过程	21
思考题	28
第二章 继电联锁系统概述	35
第一节 电气集中联锁系统组成	35
第二节 控制台	37
第三节 继电器组合及组合架	45
第四节 电气集中联锁系统原理	51
思考题	52
第三章 选择组电路	55
第一节 选择组电路概述	55
第二节 进路选出前的记录电路	59
第三节 选岔电路和选信号点电路	71
第四节 列车开始、辅助开始和终端继电器电路	80
第五节 选择组表示灯电路	85
第六节 选择组电路动作时序	88
思考题	94
第四章 执行组电路——进路锁闭与开放信号	97
第一节 进路锁闭与开放信号电路概述	97
第二节 道岔控制电路	101
第三节 开始继电器电路	116
第四节 进路锁闭和取消继电器电路	122
第五节 信号检查继电器电路	124
第六节 区段检查和股道检查继电器电路	130
第七节 接近预告和照查继电器电路	133
第八节 信号继电器电路	137
第九节 信号辅助继电器电路	145

第十节 信号点灯电路	149
第十一节 进路锁闭与开放信号电路动作时序	156
思考题	161
第五章 执行组电路——进路解锁与引导接车	165
第一节 进路解锁用的继电器及故障解锁电路	165
第二节 正常解锁电路	174
第三节 取消进路和人工解锁	182
第四节 调车中途返回解锁	188
第五节 引导信号电路	192
第六节 执行组表示灯电路	196
第七节 进路解锁电路动作时序	201
思考题	206
第六章 计算机联锁系统	211
第一节 计算机联锁系统概述	211
第二节 计算机联锁系统结构和功能	215
第三节 计算机联锁系统软件	226
第四节 计算机联锁系统可靠性和故障-安全性	231
第五节 计算机联锁系统举例	237
思考题	262
专用名词汉英对照	264
模拟试题	273
参考文献	276

第一章 车站信号控制系统概述

第一节 概 述

一、铁路信号

自有铁路以来，人们就约定以物体的外表特征，如形状、位置、颜色、灯光以及状态的显示数目等作为向乘务人员和行车有关人员传达运行条件和命令的信号。在铁路发展初期，信号的显示意义就与行车安全密切联系在一起：只有当安全条件确已满足，或者说在危及行车安全的风险因素不存在的条件下，才给出允许列车或车列前进的信号；反之则给出停车信号。关于安全条件的检查，最初是靠运营管理措施来保证的，但随着铁路运输的发展和科学技术的进步，保证行车安全的措施便逐步从管理措施向技术措施过渡，直到发展成今天的自动控制系统。由于保证行车安全的技术大部分是和信号相联系的，所以我们把通过技术手段保证行车安全的系统称做铁路信号系统，或简称铁路信号。

铁路信号的主要功能是保证行车安全，但随着铁路信号技术的发展和运用，铁路信号已成为提高运输效率、实现运输管理自动化和信息化以及改善铁路员工劳动条件的重要手段。

铁路信号系统按其应用场所，大致可以分为车站信号控制系统、区间信号控制系统、编组站自动化系统、铁路行车指挥系统以及列车运行控制系统等。本书以车站信号控制系统为讲述内容，着重讨论车站信号自动控制系统的的功能、构成原理及实现的方法。

二、车站信号控制系统

车站信号控制系统的主要功能是保证行车安全，具体而言，是指通过技术手段来使车站内信号机、道岔、轨道电路等基本信号设备按照规定的要求工作，以保证列车或调车车列在站内运输作业的安全。

（一）主要技术

车站信号控制系统涉及的技术主要有：

1. 故障-安全技术

我们知道，任何技术设备不管它多么可靠，总有发生故障的可能，铁路信号系统也不例外

外。对铁路信号系统来说,其主要功能是保证站内行车安全,所以必须考虑在其发生故障后,故障的后果不应危及行车安全。例如,信号机及其控制系统发生故障时,它应自动地给出限速或停车的显示;道岔的控制系统发生故障时,道岔不应错误地转换而必须锁在原来的位置上。总的来说,故障的后果必须导致行车安全,这已经成为不可动摇的原则,在铁路信号领域里称这一原则为故障-安全原则,用于实现故障-安全的一些技术措施为故障-安全技术。凡是涉及行车安全的器械、部件和系统都必须具有故障-安全性能。

顺便指出,在技术迅速发展的今天,一些新技术不能尽快地应用到铁路信号领域里,其中原因之一,就是受到了故障-安全原则的限制。

2. 联锁技术

前面已经指出,车站信号控制系统的主要功能是实现对车站内信号机、道岔、轨道电路等基本信号设备进行实时控制。但为了保证行车安全,车站内信号、道岔、轨道电路等基本信号设备必须遵循一定的条件,按照一定的程序来严格执行,我们称这些条件和程序为联锁,而实现联锁的技术称为联锁技术。由于车站信号控制系统的主要功能是实现联锁功能,所以有时也称车站信号控制系统为车站联锁系统。

应当明确,根据安全要求制定出详细的安全规程和周密的措施,由行车有关人员严格执行这些安全规程和措施来保证行车安全是必要的,然而人难免有操作和判断失误的时候,因此仅靠行车有关人员的遵章守纪来保证行车安全是不完全可靠的。从这个意义上讲,联锁技术是防止失误,且在失误的情况下仍能保证行车安全的技术,是故障-安全技术的具体体现。

3. 可信性技术

故障-安全技术 and 联锁技术虽然能保证在信号设备故障情况下系统的安全运行,但提高信号设备和系统的可靠性以降低故障出现的频率,依然是非常必要的,对车站信号控制系统中的一些关键控制设备更是如此。在设备使用过程中对设备进行必要的维护,当设备出现故障后,以最短的时间对设备进行修复来保证设备快速投入正常运行,也是非常必要的,因而也就要求信号设备可维护性要好。对一些信号设备,如以计算机软件来执行控制功能的信号设备,即使在硬件设备不出现故障的情况下,也可能会出现不能正确执行功能的情况(如软件中存在错误),因而通过一些技术手段来保证系统正确执行其功能,以保证系统的可用性也是非常重要的。

可靠性、可用性、可维护性和安全性都属于可信性技术范畴,都是车站信号控制系统设计、研制和使用过程中必须考虑的问题。

4. 计算机技术

20世纪80年代以来,计算机技术在世界范围内飞速发展,基于计算机硬件和软件的车站信号控制系统——计算机联锁系统因具有自动化程度高、经济效益好、便于与铁路信号其他控制和信息系统实现互联共享等优点,使其在车站信号系统和整个铁路信号控制领域中都得到了广泛应用。

（二）车站联锁系统基本结构

以上扼要地叙述了车站信号控制系统的基本技术内容，这些技术的有机组合就构成了系统的整体，车站信号控制系统基本结构如图 1-1 所示。图中没有直观地反映出故障-安全技术、可信性技术和计算机技术，并非意味着它们不存在，而是因为它们在系统的各个环节之中。

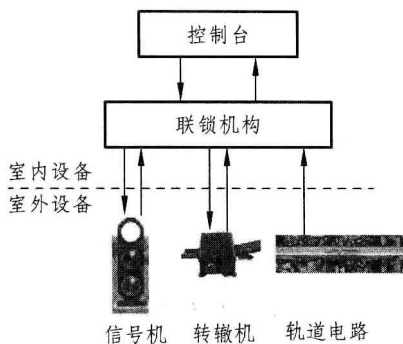


图 1-1 车站信号控制系统框图

构成车站信号系统的具体器械的集合称做车站信号设备，也称做车站联锁设备。我国铁路上使用着多种联锁设备，这些设备之间在器械结构、操纵方式、动力来源以及联锁的完善程度等方面存在着很大差别。本书主要阐述联锁功能比较完善和自动化程度较高的联锁系统的构成和工作原理，对目前还在使用的 6502 型电气集中联锁系统作较详细的剖析，以便读者能够通过对 6502 继电器电路的学习来掌握好车站联锁技术的基本原理。在此基础上，本书还将对目前正在大力发展和使用的计算机联锁系统作些必要的介绍。

第二节 车站信号设备平面布置图

一、车站信号平面布置图

车站信号设备平面布置图是根据站场线路图绘制的，它是设计车站联锁系统的基础，是进行车站信号工程设计与施工的重要依据。车站信号平面布置图上一般应有以下主要内容：

（1）联锁区范围内的线路及非联锁区中与联锁区有密切联系的线路布置及编号，正线应以粗线标出。

（2）正线和到发线的接车方向，区间线路及机车走行线的运行方向。车站线路应以箭头表示其接车方向，双线双向运行时，实心箭头指示正方向，空心箭头指示反方向。

（3）联锁区范围内所有道岔的定位状态。

（4）信号机、信号表示器、轨道电路区段（含股道和无岔区段）等有关设备及其编号、名称和符号。

（5）信号机的灯光配列。

(6) 轨道区段的划分, 对不与信号机并置和不是渡线上的绝缘节, 应标出其坐标, 侵限绝缘节应用圆圈标出。

(7) 与信号机位置有关的以及侵入限界绝缘节处的警冲标坐标。

(8) 信号楼(或车站值班员室)的设置位置, 并标出其中心公里标(距该线路起点的公里标), 联锁道岔的信号机距离信号楼(或车站值班员室)中心的距离。

(9) 进站信号机外方制动距离内接车方向平均换算坡度超过 0.6% 的线路下坡道示意图。

(10) 站台的位置、宽度及线路间距, 信号楼外墙至线路中心的距离。

(11) 桥梁、涵洞的坐标和宽度。

(12) 机务段闸楼的坐标。

图 1-2(见书末插页)是一个典型的车站信号设备平面布置图。图中站场是一个双线双向自动闭塞区段的车站, 并有单线区段(东郊方面)在下行咽喉与车站接轨。I 股道和 II 股道分别为双线区段上行和下行的正线, III 股道为单线区段的正线, 其余股道为站线。根据运输作业的需要, 每股道均可办理上、下行接车和发车。下面以图 1-2 车站信号设备平面布置图为例, 分别介绍信号机、转辙机和轨道电路的基本设备情况。

二、信号机

(一) 功能

信号机是指引列车或调车车列在车站内运行的主要信号设备, 机车上的司机根据信号机的不同显示来决定列车或调车车列是否可以前行、前行的速度级别。信号机的显示与信号机的类型有着密切关系, 不同类型信号机, 其信号显示差异很大。

(二) 类型和方向

根据车站内信号机的性质, 可以将信号机分为列车信号机和调车信号机。

由于列车信号机与列车的进、出站作业密切相关, 所以列车信号机又可以进一步分为进站信号机、出站信号机和进路信号机。

在每个车站的接车口处均设置有进站信号机。例如, 在图 1-2 中, 车站的下行咽喉有 3 个接车口, 双线区段北京方面的正向接车口设置有进站信号机 X, 反向接车口设置有进站信号机 X_F, 单线区段东郊方面的接车口设置有进站信号机 X_D。车站的上行咽喉有两个接车口, 正向接车口设置有进站信号机 S, 反向接车口设置有进站信号机 S_F。正向进站信号机采用高柱信号机, 设置在列车运行方向线路左侧; 反向进站信号机一般采用矮柱信号机, 设置在列车运行方向线路右侧。

凡是具有发车作业的股道均应在股道发车口处设置一架出站信号机。例如, 在图 1-2 中, 站场每个股道均能分别向北京方面、东郊方面和天津方面发车, 向北京方面和东郊方面发车分别设置有出站信号机 S_I、S_{II}、S_{III}、S₄ 和 S₅, 向天津方面发车分别设置有 X_I、X_{II}、X_{III}、X₄ 和 X₅。有 2 个或 2 个以上发车方向时, 出站信号机应配置进路表示器, 用于区分发车方向。例如, 在图 1-2 中, 向北京方面和东郊方面发车的上行出站信号机用进路表示器的 3 个

白灯区分 3 个发车方向，出站信号机开放时，对应方向的白灯亮灯。向天津方向的下行出站信号机用进路表示器的 1 个白灯区分 2 个发车方向，正向发车时出站信号机开放，白灯不亮灯；反向发车时出站信号机开放，同时白灯亮灯。

调车信号机根据车站内调车作业的需要来进行设置。按照设置位置的不同，调车信号机可以分为单置调车信号机、并置调车信号机、差置调车信号机、尽头式调车信号机、出站兼调车信号机和进站方带调车信号机。

尽头式调车信号机指设置在牵出线、专用线、编组线、机务线等咽喉区入口处的信号机，其特点是信号机内方为道岔区段，外方为无岔区段，且同一坐标位置只有一架信号机。例如，图 1-2 中的 D_2 、 D_{18} 均为尽头式调车信号机。

咽喉区调车信号机，其相邻内方或外方为道岔区段。其中，单置调车信号机同一坐标处仅布置一架信号机，且其相邻内方和外方均为道岔区段，如 D_{11} 、 D_{13} 、 D_8 、 D_{16} 等。并置调车信号机同一坐标处布置两架背向的调车信号机，如 D_7 、 D_9 、 D_{10} 和 D_{12} 。差置调车信号机是设置在咽喉区中间不在同一坐标处的两架背向调车信号机，这两架调车信号机之间有一个无岔区段，而信号机内方则为道岔区段，如 D_5 、 D_{15} 、 D_4 和 D_{14} 。

出站兼调车信号机设置在股道头部，并且是与出站信号机设置在同一坐标处的调车信号机，如 $X_1 \sim X_5$ 、 $S_1 \sim S_5$ 等。

进站方带调车信号机指设置在进站信号机内方的调车信号机。此调车信号机与进站信号机不在同一坐标处，其间有一不小于 50 m 的无岔区段，如 D_1 、 D_3 和 D_6 等。

每架信号机都有一个防护方向，即接车方向或发车方向。例如，在图 1-2 中，进站信号机 X_D 、 X 和 X_F 均为接车方向列车信号机，其中， X_F 为反向接车信号机；出站信号机 S_1 、 S_{II} 、 S_{III} 、 S_4 和 S_5 为发车方向列车信号机；调车信号机 D_1 、 D_3 、 D_9 、 D_{11} 、 D_{13} 和 D_{15} 为接车方向调车信号机；调车信号机 D_5 和 D_7 为发车方向调车信号机。

（三）状态及其表示

信号机的状态有 3 种，即关闭状态、开放状态和灭灯状态。

1. 关闭状态

关闭状态指信号机点亮禁止灯光时所处的状态。信号机的禁止灯光指禁止该信号机外方列车或调车车列进入信号机内方区段的灯光。调车信号机的禁止灯光为一个蓝灯（A），调车信号机处于关闭状态，意味着该调车信号机点亮一个蓝灯。列车信号机和出站兼调车信号机的禁止灯光为一个红灯（H），列车信号机处于关闭状态，意味着该列车信号机点亮一个红灯。关闭状态是信号机的默认工作状态。

2. 开放状态

开放状态指信号机点亮允许灯光时所处的状态。信号机的允许灯光指允许该信号机外方的列车或调车车列进入信号机内方区段的灯光。调车信号机的允许灯光为一个白灯（B）。列车信号机允许灯光的显示颜色和显示数目与列车信号机的类型、是进出站内正线还是站线等因素有关，所以其允许灯光有多种。例如，下行进站信号机 X ，正线往 I 股道接车时，要求

其显示的允许灯光为一个黄灯 (U); 侧线往 I 股道以外的其他股道接车时, 要求其显示的允许灯光为两个黄灯 (UU); 如果是经 I 股道正线通过本车站, 则要求显示的允许灯光为一个绿灯 (L) 或绿黄灯 (LU)。对列车信号机而言, 不管其处于何种状态, 能同时显示的灯位最多不超过两个; 对调车信号机, 能同时显示的灯位只有一个——蓝灯或者白灯。

3. 灭灯状态

灭灯状态指信号机所有灯位均处于不点灯时的状态。车站联锁系统的室外信号机主要采用透镜式色灯信号机, 当色灯信号机正在点灯的灯泡, 其内部灯丝断丝时, 该信号机将处于灭灯状态。例如, 调车信号机点亮允许灯光——白灯时, 如果该白灯的灯丝断丝, 则该调车信号机也将处于灭灯状态。列车信号机和出站兼调车信号机平时处于关闭状态, 点红灯, 当红灯的灯丝断丝时, 该列车信号机将处于灭灯状态。信号机处于灭灯状态时, 为了安全起见, 一般不允许其前方的列车或调车车列前进。

信号机的状态可以用安全型继电器来反映。以灯丝继电器 DJ 来监督信号机中当前正在点灯的一个灯位是否出现灯丝断丝。根据故障-安全原则, 以灯丝继电器 DJ 处于吸起状态反映灯丝完好, 以灯丝继电器 DJ 处于落下状态反映灯丝断丝。以信号继电器 XJ 来反映一架信号机是处于开放状态还是关闭状态, 在灯丝完好的情况下, 以信号继电器 XJ 处于吸起状态反映对应的信号机开放, 以信号继电器 XJ 落下状态反映对应的信号机关闭。

对调车信号机而言, 由于只有两种显示——白灯和蓝灯, 所以可以用一个信号继电器——调车信号继电器 DXJ——来反映其所对应的一架调车信号机处于开放还是关闭状态。在调车信号机灯丝完好, 灯丝继电器 DJ 处于吸起状态时, 以调车信号继电器 DXJ 处于吸起状态反映允许灯光——白灯点灯, 以调车信号继电器 DXJ 处于落下状态来反映禁止灯光——蓝灯点灯。

对列车信号机而言, 由于其允许灯光有多种显示, 所以除了列车信号继电器 LXJ 外, 还需外增加一些信号辅助继电器, 通过列车信号继电器 LXJ 和信号辅助继电器的不同状态组合来反映列车信号的不同允许灯光显示。由于列车信号机同时进行显示的灯位数目不超过两个, 所以对列车信号机设置两个灯丝继电器, 即灯丝继电器 DJ 和二灯丝继电器 2DJ, 用这两个灯丝继电器来监督当前正在点灯的两个灯位是否断丝。

(四) 防护作用及防护范围

前面介绍过, 信号机用于指引列车或调车车列在站内运行。信号关闭时, 该信号机外方的列车或调车车列不能进入信号机内方; 只有信号机开放时, 该信号机外方的列车或调车车列才能进入信号机内方。例如, 在图 1-2 中, 假定 II AG 上停留有机车, 当 D_1 关闭——点亮蓝灯时, 机车不能越过 D_1 信号机而进入其内方的轨道电路区段 1DG; 当只有 D_1 开放——点亮白灯时, 机车才能越过 D_1 信号机进入其后方的 1DG。由此可以看出, 站场中的信号机实际上是用于防护其后面轨道电路区段的, 那么一架信号机究竟防护其后面几个轨道电路区段呢? 这就涉及信号机的防护范围。

信号机的防护范围是从本信号机开始到车列运行路径上的本咽喉区下一个同向、同性质的 (此处同性指列车信号机和调车信号机) 的信号机为止。例如, 图 1-2 中, 对于调车信号机

D_1 ，如果机车向Ⅱ股道直线路径运行时，由于其内方的同向调车信号机为 D_{15} ，所以 D_1 只防护其后方 1DG 和 1/19WG 两个轨道电路区段，即 D_1 点亮白灯后机车可以从ⅡAG 进入到 1/19WG，能否进入到 19-27DG 则取决于 D_{15} 是否开放允许灯光。同理，如果机车从ⅡAG 向Ⅱ股道方向运行，则 D_1 防护 1DG 和 3DG。对进站信号机 X_D ，如果列车向 5 股道方向运行，则 X_D 防护 7DG、11-13DG、21DG 和 5G，能否进入 X_5 内方的 22DG，取决于 X_5 是否开放允许灯光。理解信号机的防护范围将对后面进路概念的理解非常重要。

三、道岔和转辙机

(一) 功能

道岔用于确定列车或调车车列在站内的运行路径。就像电路中的开关有两个位置一样，每组道岔也有两个位置——定位和反位。道岔经常放置的位置叫定位，根据需要临时改变的位置叫反位。当道岔开向不同的位置时，列车或调车车列在站内的运行路径就完全不一样了。

(二) 类型

根据道岔作用的不同，可以将道岔分为单动道岔、双动道岔和交叉渡线道岔。

单动道岔指扳动一根道岔握柄或按压一个道岔按钮，仅能使一组道岔转换。例如，图 1-2 中的 21、22 和 27 均为单动道岔。如果能使两组道岔同时转换，则称该道岔为双动道岔。例如，图 1-2 中的 1/3、5/7、17/19、23/25 等均为双动道岔。对双动道岔的基本要求是：定位时都必须转换到定位，反位时又都必须转换到反位。由相互交叉的两组双动道岔就构成了交叉渡线道岔。例如，图 1-2 中的双动道岔 9/11 和 13/15 构成交叉渡线道岔。

(三) 状态及状态表示

每组道岔有两个位置，即定位和反位，道岔的定位和反位称为道岔的正常工作状态。除了正常工作状态外，道岔还有非正常工作状态，即四开状态。道岔四开状态是指道岔既不在定位也不在反位的中间位置。例如，道岔由定位向反位转换时，在转换过程中道岔即处于四开状态。

道岔的工作状态可以用安全型继电器——定位表示继电器 DBJ 和反位表示继电器 FBJ——来表示。当一组道岔所属的定位表示继电器 DBJ 处于吸起状态且其反位表示继电器 FBJ 处于落下状态时，反映该道岔处于定位；当定位表示继电器 DBJ 处于落下状态而反位表示继电器 FBJ 处于吸起状态时，反映该道岔处于反位；当定位表示继电器 DBJ 和反位表示继电器 FBJ 均处于落下状态时，道岔处于四开状态。

(四) 道岔转换

道岔由定位向反位或由反位到定位的动作过程，称为道岔转换。道岔转换通过转辙机的动作来完成。道岔不是任何时候都能转换的。例如，当机车车辆停留在道岔上或者车列正在道岔上运行时，道岔就不能转换，否则非常危险。在实际应用中，为了确定道岔是否能转换，

通常要对每组道岔设置两个逻辑状态，即解锁状态和锁闭状态。只有道岔处于解锁状态时才能转换，如果道岔处于锁闭状态，则禁止道岔转换。一组道岔是否锁闭，可以通过安全型继电器——道岔锁闭继电器 SJ——来反映。遵循“故障-安全”原则，以道岔锁闭继电器 SJ 吸起状态对应道岔已经解锁，此时该道岔可以转换；以道岔锁闭继电器 SJ 落下状态对应道岔锁闭，这时则禁止道岔转换。

对道岔转换在时间上有一定的限制，当道岔转换超过正常转换时间（一般以不超过 13 s 计）还没有转换到规定位置时，则视为道岔转换出现故障，应在控制台上给出语音报警，以便及时进行维修。

（五）转辙机

道岔的转换是通过转辙机的动作来完成的，因而对每组道岔都应设置转辙机。一组道岔设置的转辙机数目通常与道岔的型号和转辙机的类型有关。

在图 1-2 所示的站场中，侧线道岔为普通单开型道岔，一般选用 ZD6 型直流转辙机，一组单动道岔设一台转辙机，一组双动道岔设两台转辙机。正线道岔为提速道岔，提速道岔分固定辙叉和可动心轨两种类型。例如，图 1-2 中道岔 3 为可动心轨型，道岔 9 为固定辙叉型。图中正线道岔均为 12# 道岔，采用钩型外锁闭装置，尖轨必须有两个牵引点，可动心轨也应有两个牵引点。这样，一组 12# 固定辙叉的单动提速道岔有两个牵引点，而可动心轨的单动提速道岔应有四个牵引点；双动提速道岔可视为两组单动道岔来确定牵引点。提速道岔主要采用 S700K 型交流电动转辙机或 ZYJ7 型电液转辙机。当采用 S700K 型交流电动转辙机时，每个牵引点需设置一台转辙机。因而，一组 12# 固定辙叉的单动提速道岔应设置两台转辙机，一组 12# 可动心轨的单动提速道岔应设置四台转辙机。当采用 ZYJ7 型电液转辙机时，因为 ZYJ7 型（主机）带有锁闭转换器 SH6 型（副机），一套主机和一套副机可牵引两点，所以一组 12# 固定辙叉的单动提速道岔应设置一台转辙机，一组 12# 可动心轨的单动提速道岔应设置两台转辙机。ZYJ7 型不带副机时，所设转辙机数量和 S700K 型一样。例如，对双动道岔 5/7，其道岔 5 为正线道岔，需采用可动心轨提速道岔，应选用四台 S700K 型转辙机（或两台 ZYJ7 型主机带 SH6 型副机），道岔 7 为非正线道岔，可选普通固定辙叉的单开道岔，选用一台 ZD6 型电动转辙机。

四、轨道电路区段

（一）功能

车站操作人员进行站内列车或调车作业时，必须要知道列车和调车车列在站内的具体位置。车站内设置轨道电路区段，其目的就是反映列车和调车车列在站内的具体位置。此外，轨道电路还有一些其他作用，例如，实现断轨检查等。

（二）类型

依据轨道电路区段在站场中的作用不同，可以将轨道电路区段分为道岔区段、无岔区段、

股道、牵出线 and 尽头线等类型。内部含有道岔的轨道电路区段为道岔区段，站场内的道岔区段一般用于站内转线作业。例如，图 1-2 中的 1DG、3DG、5DG、9-15DG 等均为道岔区段。在站场的咽喉区，内部不含有道岔的轨道电路区段为无岔区段，无岔区段一般用于暂时存放调车车列。例如，图 1-2 中的 1/19WG 和 I AG 均属于无岔区段。在站场的咽喉边缘，内部不含有道岔的轨道电路区段有三种：第一种用于与其他站场之间的转线作业，这种不含有道岔的轨道电路区段称为牵出线，例如，图 1-2 中的 D₁₈G 属于牵出线；第二种是暂时存放列车或调车车列的股道，例如，图 1-2 中的 I G ~ 5G 均为股道；第三种是在咽喉边缘不含有道岔且不存在与其他站场之间的转线作业，而仅用于临时存放车辆或起防护作用的轨道电路区段为尽头线。

(三) 状态及其表示

轨道电路用于确定车列在站场中具体位置，即某段轨道电路区域是处于空闲状态，还是处于有车占用状态。此外，轨道电路还可能由于电路断线等原因出现故障而处于故障状态。

一段轨道电路的状态可以用安全型轨道继电器 DGJ 来反映。遵循故障-安全原则，以轨道继电器 DGJ 吸起反映该段轨道电路区段空闲，以 DGJ 落下反映列车或调车车列占用该段轨道电路或者该段轨道电路故障占用。

总之，就整个铁路线路而言，车站是列车交会的地点。为了保证列车或调车车列能够在站内各条路径上灵活运行，需要设置道岔和对应的转辙机；为了保证多列列车和调车车列在站内安全运行，必须知道各列列车或调车车列在站内的具体位置，因而需要设置轨道电路。当列车或调车车列在站内某一条路径上运行之前，必须将该条路径是否能够安全运行的信息反馈给司机，因而需要设置相应的信号机。需要说明的是，随着信息技术的高速发展，各种用于保证列车站内安全运行的新型技术设备逐渐应用于车站。例如，对一些轨道电路故障情况频繁出现的车站，可能会采用计轴设备代替轨道电路来实现对列车或调车车列的定位；在一些高速铁路车站，列车进入站内所经由的站内路径是否安全的信息可通过无线方式提前发送到列车上，此时，站内进出站信号机仅仅作为无线网络故障情况下实现站内行车的备用设备来使用。无论车站内采用何种技术设备，保证站内列车或调车车列运行路径的安全，并将该路径是否安全的信息发送到列车上，才是最重要的。

第三节 进路

一、进路概念

进路是指列车或调车车列在车站内运行时所经由的路径。首先，只有列车或调车车列在站内运行时经由的路径才能称为进路，而列车在两站之间的区间上运行时所经由的路径不能称为进路。因此，当我们提及列车或调车车列所在进路时，就意味着列车或调车车列在站内运行。其次，由于列车或调车车列在站内运行时必须在进路上运行，因而要保证列车或调车

列车在站内安全运行，就必须保障列车或调车车列所要行驶的进路的安全性，即只有进路处于安全状态时，列车或调车车列才能进入该进路，如果该进路处于不安全状态则列车或调车车列就不能进入该进路。所谓进路安全，是指进路内的信号机、道岔和轨道电路处于安全状态，例如，进路内的道岔必须已经锁闭而不能进行转换，进路内轨道电路区段上面不能有车占用。最后，一条进路是否安全，必须给出明确的指示信号，以便列车或调车机车的司机能确定是否能进入该进路。为此，在每条进路的始端都要设置一架信号机来对该进路进行防护。当进路处于安全状态时，防护该进路的始端信号机开放，信号机外方的列车或调车车列可以进入进路。当进路处于不安全状态时，防护该进路的始端信号机关闭，信号机外方的列车或调车车列不能进入进路。

例如，在图 1-2 所示的站场中，信号机 D_3 至 D_9 之间是一条进路，由进路始端信号机 D_3 来防护，当该进路处于安全状态时，信号机 D_3 信号开放，停留在 I AG 上的机车就可以根据信号机 D_3 开放的允许灯光进入该进路。当机车进入 3DG 之后就必须停下来，不能进入到 9-15DG，因为 9-15DG 由信号机 D_9 来防护，在信号机 D_9 没有开放时将阻止机车进入。同样，信号机 D_9 至 D_{13} 之间也是一条进路，由始端信号机 D_9 进行防护；信号机 D_{13} 至 I 股道之间也是一条进路，由信号机 D_{13} 进行防护。信号机 D_3 至 I 股道之间的进路有三条，只有这三条进路的始端防护信号机 D_3 、 D_9 和 D_{13} 都开放后，停留在 I AG 上的机车才能经过这三条进路进入 I 股道。

通过上面的分析可以知道，每条进路始端都有一架信号机防护，只有该信号机开放时，其外方的列车或调车车列才能进入进路。此外，一条进路的终端处往往是另一条进路的始点。例如， D_3 至 D_9 的调车进路终端处又是调车进路 D_9 至 D_{13} 的起点位置。此外，还有一些特殊的地方。例如， D_7 至 X 之间也存在一条进路，该进路的终端处虽然没有同方向的调车信号机进行防护，但由于进站信号机 X 外面就是区间，而机车在以调车信号机为始端的进路上运行时一般不能出站，所以当信号机 D_7 开放，9-15DG 上的机车进入进路后，最远只能进入到 I AG 而不能越过 I AG 进入区间。同理， D_5 至 II AG、 D_7 至 II AG 之间也分别是一条进路，进路始端信号开放后，机车在进路上运行时也不能越过 II AG。

以上分析都是以调车信号机为始端的进路，所以列车在进路上运行时不能越过车站进入区间。要将站外区间上列车接到站内或将车站列车发往区间，就必须建立以列车信号机为始端的进路。例如，要想将 X 外方区间上由北京方面过来的列车通过正线接入到 I 股道上，就必须建立 X 至 I 股道的正线接车进路，待 X 开放黄灯后，列车就可以根据 X 的允许灯光进站了。注意，该进路内方调车信号机 D_3 、 D_7 、 D_9 和 D_{13} 不能开放允许灯光，因为它们都属于调车信号机，而进路始端信号机 X 为列车信号机，二者属于不同性质的信号机，不同性质的信号机在一条进路上不能同时开放。再如，要将 II 股道上的列车发往 II AG 外的区间，只需建立以出站兼调车信号机 S_{II} 为始端的正线发车进路，在 S_{II} 开放信号后，停留在 II 股道上的列车就可以根据 S_{II} 的允许灯光出站进入区间了。同样，该进路内方所有调车信号机 D_1 、 D_5 和 D_{15} 都不能开放允许灯光。

通过上面的分析可以看出，当进路内方包含多架信号机时，哪些信号机能开放，与进路始端信号机的类型有关，进路始端信号机的类型决定了进路类型。

二、进路类型和状态

(一) 列车进路和调车进路

按照站内作业的性质, 可以将进路分为列车进路和调车进路。

对列车进路而言, 其作业都要进出车站。例如, 进出车站的旅客列车和货物列车, 其在站内运行的进路为列车进路。列车进路由列车信号机来防护。列车进路依据其在站内的作业性质不同, 又可进一步分为接车进路、发车进路、通过进路和转场进路。

接车进路指列车进入车站内的股道时所经过的路径。接车进路都由进站信号机进行防护。例如, 在图 1-2 中, X_D 至 5G 的列车进路和 S 至 5G 的列车进路都是接车进路, 分别由进站信号机 X_D 和 S 来防护。

发车进路指列车离开车站、向区间发车时所经过的路径。发车进路由出站信号机来防护。例如, 在图 1-2 中, X_I 至 S 之间的列车进路、 S_{II} 至 X 之间的列车进路都是将列车发往区间, 因而都是发车进路, 分别由 X_I 和 S_{II} 来防护。

列车经由某些车站时, 可能不在车站停留, 直接穿越车站进入区间, 此时, 该列车在站内所经过的路径称为通过进路。通过进路一般为正线通过, 即车站的列车通过进路应由经道岔直向的接车进路及其延续的经道岔直向的发车进路组成。例如, 在图 1-2 中, S 至 X_F 为上行通过进路, 它由 S 至 II 股道的上行正线接车进路和 S_{II} 至 X_F 的上行正线发车进路构成; X 至 S_F 为下行通过进路, 由 X 至 I 股道的下行正线接车进路和 X_I 至 S 的下行正线发车进路构成。

调车进路的主要作用是进行站内调车作业。例如, 对进入车站的旅客列车更换机车时, 必须将正在使用的机车牵出到站内其他线路上, 之后, 将准备使用的机车牵引到旅客列车所在位置并与旅客列车组合在一起。其中, 将正在使用的机车的牵出和将准备使用的机车牵引到旅客列车所在位置, 都是在站内作业, 其所行驶的进路都是调车进路, 即调车进路作业一般只能在站内运行而不出车站。调车进路由调车信号机来防护。

调车进路的分类方式很多, 依据其作用不同可以分为牵出进路和折返进路。例如, 在图 1-2 中, 若要将 I 股道上机车调到 II 股道上, 可以先建立 S_I 至 D_7 的调车进路, 当进路始端信号机 S_I 开放白灯后, 将机车牵出到 D_{13} 外方, 然后建立 D_{13} 至 II 股道的调车进路, 待信号机 D_{13} 开放后, 将机车折返到 II 股道上。其中, S_I 至 D_7 的调车进路为牵出进路, 而 D_{13} 至 II 股道的进路为折返进路。再如, 要将 9-15DG 上机车调入 1/19WG, 可以先建立 D_{13} 至 II AG 的调车牵出进路, 待机车牵出到 D_1 外方后, 再建立 D_1 至 1/19WG 的调车折返进路, 将机车折返到 1/19WG。

(二) 基本进路和变通进路

依据进路的重要性, 可将进路分为基本进路和变通进路。在图 1-2 中, 经进站信号机 X 下行往 5G 的接车进路有两条: 一条是经由道岔 5/7 反位到 5G 的接车进路, 另一条是经由 5/7 定位到 5G 的接车进路。如果我们将经由 5/7 反位到 5G 的进路规定为基本进路, 则经由 5/7 定位到 5G 的进路就为变通进路。再如, S_{II} 至 X_D 之间的调车进路有两条: 一条是经由道岔