



普通高等教育铁道部规划教材

车站信号自动控制

徐洪泽 主编 袁湘鄂 主审



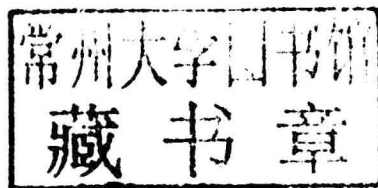
中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育铁道部规划教材

车站信号自动控制

徐洪泽 主 编

袁湘鄂 主 审



中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 简 介

本书是普通高等教育铁道部规划教材。全书共分三篇十二章,分别介绍了车站信号控制技术基础、计算机联锁控制系统和电气集中联锁系统。

本书可供铁道信号相关专业的本科生和研究生学习使用,也可供铁道信号工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

车站信号自动控制/徐洪泽主编. —北京:中国铁道出版社,2012.3

普通高等教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-13981-0

I. ①车… II. ①徐… III. ①铁路信号—自动控制—高等学校—教材 IV. ①U282

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 271759 号

书 名:车站信号自动控制

作 者:徐洪泽 主编

责任编辑:朱敏洁

编辑部电话:010-51873134

电子信箱:zhuminjie_0@163.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:胡明锋

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

开 本:787 mm×960 mm 1/16 印张:13 字数:324 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-13981-0

定 价:26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书是普通高等教育铁道部规划教材,是由铁道部教材开发领导小组组织编写,并经铁道部相关业务部门审定,适用于高等院校铁路特色专业教学以及铁路专业技术人员使用。本书为铁道信号系列教材之一。

车站信号控制系统是铁路信号系统的核心系统之一,实现列车在铁路车站内的“运行指挥,安全防护”功能。20世纪70年代以前,车站信号控制系统由专用的安全型继电器作为主要器件构成,简称电气集中联锁系统。经过二十多年的研究与实践,我国铁路信号专业的科研人员自行研制并投入应用了数千套多种型号的车站信号计算机联锁控制系统。目前,计算机联锁控制系统已经成为车站信号控制系统的主流及发展方向。

作者在总结多年科研、工程以及教学工作经验的基础上编写了本书。

本教材共有三篇,分成十二章。第一篇为车站信号控制技术基础,首先讲述了车站的基本概念等,重点讲述了联锁的基本内容、联锁表和进路的控制等内容,最后介绍了继电器的相关知识和相关接口电路。第二篇为计算机联锁控制系统技术,讲述了计算机联锁控制系统的层次结构、硬件构成原理和联锁软件的基本原理,同时也介绍了系统的硬件和软件可靠性和故障安全保障技术等内容。第三篇为电气集中联锁系统技术,讲述了继电联锁系统的构成及设计思路,重点讲述了进路控制时序逻辑,然后针对各种典型的电路分别进行详细的说明。

第一篇由杨光主编,张文静和徐洪泽等参加编写;第二篇由仲维锋主编,岳强和徐洪泽等参加编写;第三篇由岳强主编,仲维锋和徐洪泽等参加编写。全书由徐洪泽负责设计规划与统稿。

本书参考了大量的书籍和资料,在此向相关作者以及为本书的撰写提供技术



资料的单位和个人致以诚挚的谢意!

北京交通大学的赵志熙教授、高继祥教授以及其他老师在本书撰写过程中给予了无私的关注、指导和帮助,借此机会表示衷心地感谢!

由于作者水平有限,时间仓促,缺点和不足在所难免,恳请专家和同行指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

第一篇 车站信号控制技术基础

第一章 概 述	1
第二章 车 站	4
第一节 车站类型	4
第二节 车站作业	9
第三节 信号机	10
第四节 道 岔	17
第五节 轨道区段	20
第六节 进 路	22
复习思考题	23
第三章 车站联锁	25
第一节 联锁基本内容	25
第二节 联锁表的编制	28
第三节 进路控制过程	33
复习思考题	41
第四章 安全型继电器及其电路	42
第一节 安全型继电器	42
第二节 继电器电路	49
第三节 常用继电器安全电路	52
复习思考题	55
第五章 室外信号设备继电接口电路	56
第一节 信号机继电接口电路	56
第二节 道岔继电接口电路	59



第三节 站内轨道电路	67
复习思考题	73

第二篇 计算机联锁控制系统

第六章 计算机联锁控制系统体系结构	74
第一节 系统功能与层次结构	74
第二节 系统构建方法	76
第三节 系统接口	79
复习思考题	80
第七章 计算机联锁控制系统硬件	81
第一节 操作表示层硬件设备	81
第二节 联锁运算层硬件设备	82
第三节 室内外接口电路	84
第四节 联锁硬件可靠性安全性保障技术	85
复习思考题	95
第八章 计算机联锁控制系统软件	96
第一节 联锁软件体系结构	96
第二节 操作表示软件	96
第三节 联锁数据	99
第四节 基本联锁功能软件	107
第五节 其他联锁功能软件	115
第六节 联锁软件可靠性安全性保障技术	115
复习思考题	119

第三篇 电气集中联锁系统

第九章 电气集中联锁概述	121
第一节 电气集中设备组成	121
第二节 站场形网络电路	124
第三节 十五条网络线的设计	125
第四节 电气集中的继电器组合	127



复习思考题.....	130
第十章 进路控制时序逻辑.....	131
第一节 进路建立过程的控制时序逻辑.....	131
第二节 进路解锁过程的控制时序逻辑.....	134
复习思考题.....	136
第十一章 进路建立过程典型电路.....	137
第一节 按钮继电器电路.....	137
第二节 方向继电器电路.....	143
第三节 选岔电路.....	149
第四节 辅助开始继电器与终端继电器电路.....	159
第五节 开始继电器电路.....	163
第六节 信号检查继电器电路.....	167
第七节 区段检查继电器和股道检查继电器电路.....	173
第八节 照查继电器电路.....	178
第九节 信号继电器电路.....	179
复习思考题.....	188
第十二章 进路解锁过程典型电路.....	190
第一节 取消继电器电路.....	190
第二节 进路继电器电路与传递继电器电路.....	193
第三节 锁闭继电器电路.....	195
第四节 正常解锁网络分析.....	196
复习思考题.....	200
参考文献.....	200

第一篇 车站信号控制技术基础

第一章

概 述

铁路运输系统是由铁道线路、车站等基础设施和机车车辆、牵引供电、通信信号等设备组成的庞大系统。其中,铁道线路是列车运行的基础,铁路沿线的各种车站是办理客货运输的生产基地,车辆是运输旅客和货物的工具,机车提供牵引动力,通信信号系统保证行车安全 and 提高运输效率。

铁路运输系统中,安全是永恒的主题。在铁路发展初期,为了确保行车安全,人们就约定以物体的形状、位置、颜色以及数目等外部特征作为信号,向行车人员传达列车的运行条件和命令,这样,信号的显示意义就与行车安全联系在一起。当不存在危及行车安全的因素时,就可以给出允许行车的信号,反之则给出禁止行车的信号。

由于保证行车安全的主体是信号,所以把保证行车安全的系统一般称为铁路信号系统,简称铁路信号。

铁路信号分为车站信号和区间信号。车站信号保证列车在车站内的行车安全,区间信号保证列车在车站间的运行安全。

一、车站信号控制系统简介

车站信号控制系统应用于铁路车站,用以实现站内行车指挥,保证站内列车或调车车列运行时不发生追尾、迎面相撞、侧面冲突等事故。

通常,把列车和调车车列由站内某一指定地点运行至站内另一指定地点所经过的路段称作进路。

为了保证行车安全,在列车或车列驶入进路之前,应保证进路空闲、与进路相关的道岔位置正确并锁闭、其他列车或车列不会闯入该进路。只有上述三个条件同时满足时才允许开放该进路的防护信号机。

把信号机、道岔、轨道区段以及进路之间相互制约的关系称为联锁。因此,车站信号控制系统也称为车站联锁控制系统。



如图 1-1 所示,车站信号控制系统的设备由室内设备和室外设备组成。室内设备主要包括控制台和联锁机构,其中控制台是人机交互的接口,车站值班员可以通过控制台办理进路,了解现场设备的状态;联锁机构是车站信号控制系统的核心,完成联锁逻辑运算。室外设备包括信号机、道岔转辙机、轨道电路等,是联锁系统的控制对象。

车站值班员根据行车计划,通过控制台输入控制指令,为列车或车列分配进路;联锁机构根据控制指令,进行联锁运算,完成进路的排列。

在车站信号控制系统中主要包括进路空闲的检测技术、道岔控制技术、信号控制技术、联锁技术和故障—安全技术,其中联锁技术和故障—安全技术是车站信号控制技术的核心内容。

1. 联锁技术

为保证站内行车安全,信号机、道岔、轨道区段以及进路之间必须遵循一定的制约关系,我们称这种制约关系为联锁关系,实现联锁关系的技术为联锁技术。

2. 故障安全技术

故障—安全是指系统中任何部分发生故障及系统处于任何可能的外界环境中时系统的输出均处于安全状态。故障—安全技术就是当器件、部件和系统发生故障时不致产生危险侧输出的技术。为了保障行车安全,故障—安全技术在车站信号控制系统中得到广泛应用。电气集中联锁系统中,通过采用安全型继电器、继电器安全电路等技术来提高系统的可靠性和安全性。计算机联锁系统中,采用多机硬件冗余的故障—安全计算机平台,通过不对称编码、关键数据异地多份存储等数据安全保障技术以及模块化、结构冗余的软件设计方法来提高系统的可靠性和安全性。

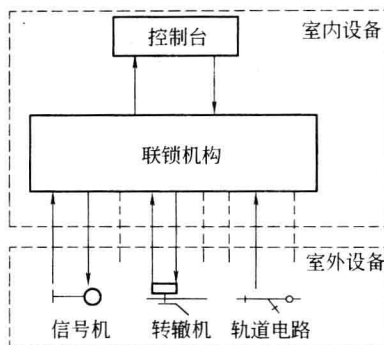


图 1-1 车站信号控制系统组成框图

二、车站信号控制系统发展历史

1825 年 9 月 27 日第一条铁路在英国诞生,1856 年第一套简单的机械式车站联锁控制设备诞生。在机械联锁中,信号机与道岔的控制杆相互锁闭,联锁关系遵循因果关联原则或者相关进路原则。

1927 年基于布线逻辑的继电联锁控制系统问世。与机械联锁不同的是,继电联锁的联锁逻辑由继电电路实现,道岔和信号机不再由控制杆控制。操作员按压进路的始端和终端按钮发出选路命令后,继电联锁控制系统将自动完成对道岔和信号机的安全控制。

继电联锁控制系统由不对称的重力式安全型继电器构成,该系统很好地实现了安全联锁功能,并且在故障状态下能够保证控制系统的安全性,同时提高了作业效率。经过不断完善,



继电联锁控制系统得到了广泛的应用。

20 世纪 60 年代人们开始尝试采用电子器件取代继电器来构成铁路信号电子联锁控制系统。1978 年,由瑞典研制的世界上第一套计算机联锁控制系统在瑞典哥德堡站的成功应用,掀开了车站联锁控制系统研究与应用的新篇章。随后,各国竞相开发研究计算机联锁控制系统,到了 20 世纪 90 年代不少国家已开始大面积推广计算机联锁控制系统。

20 世纪 80 年代中国铁道科学研究院、中国铁路通信信号总公司研究设计院、北京交通大学(原北方交通大学)等科学研究机构相继展开了计算机联锁控制系统的研制工作。1984 年中国铁路通信信号总公司研究设计院研制生产出了国内第一个车站计算机联锁控制系统,并成功地应用于地方铁路,填补了我国计算机联锁控制系统的空白。1989 年中国铁道科学研究院研制生产的计算机联锁控制系统在郑州北编组站开通使用,使计算机联锁控制系统首次应用于国有铁路。1994 年中国铁道科学研究院、中国铁路通信信号总公司研究设计院研制的计算机联锁控制系统分别在哈尔滨铁路局平房站和上海铁路局交通站开通使用,这是我国铁路首次将国产的计算机联锁设备用于铁路客货列车通过的车站。

三、现状及前景

计算机联锁系统功能正日趋完善,其功能便于扩展,信息量丰富,可与运输调度指挥、列车控制等子系统联网,有利于实现远程诊断和信号维修管理,已成为铁路车站信号联锁设备的首选,也为开发应用联锁、闭塞、列车运行控制综合控制技术奠定了基础。

铁路车站信号控制系统将向低成本、高效率、高安全、高可靠及信息化、智能化、网络化、室外设备驱动接口全电子化和综合自动化的方向发展。

第二章

车站

车站是铁路运输系统重要的基础设施,是办理铁路客货转运作业的基地,其主要功能是办理旅客乘降、货物转运以及进行机车车辆、通信信号等铁路基础设备的整备与维护等作业。同时,在铁路线路上每隔一定的距离设置一个车站,也可提高线路的通过能力。

车站信号控制系统必须严格按照车站的各类技术作业要求,与运营调度指挥系统、列车运行控制系统等相互配合,共同实现车站内的行车指挥与安全防护功能。信号机、道岔和轨道电路是车站信号控制系统的基本组成设备。信号机指挥列车或车列在车站内进行各种作业;道岔的开通方向决定了列车或车列的走向;车站内的线路根据站内作业的需要被划分成轨道区段。信号机、道岔和轨道电路之间相互制约、相互配合,共同实现各种车站作业。本章从技术作业要求的角度出发,说明上述车站基础设备的分类及布置。

全章分为六节,第一节根据技术作业的不同,把车站分为中间站、区段站和编组站,每种车站根据作业要求可设置各种用途的线路;第二节介绍车站的各种技术作业,主要包括列车作业、调车作业和转场作业;第三节介绍信号机的分类,显示和布置;第四节介绍道岔的构成、分类及定位位置的确定;第五节介绍轨道区段的划分和命名方法;第六节根据作业性质不同,把进路划分为列车进路和调车进路,并给出每种进路的具体范围。

第一节 车站类型

一、车站分类

铁路车站有多种分类方法,根据技术作业的不同,车站分为中间站、区段站和编组站;根据办理业务性质的不同,车站分为客运站、货运站和客货混合站;根据所承担的任务量和在国民经济发展中的地位不同,车站分为特等站、一、二、三、四、五等站共六个等级。

在几条铁路干线的交叉地点(如北京、郑州等)或接轨地点(如宝鸡等)需要设一个或几个车站,这些车站和设备统称为铁路枢纽。在一个港口或工矿区,也往往会形成铁路枢纽(如大连、青岛等)。

下面从技术作业的角度,介绍几种典型车站。

(一)中间站

中间站主要办理列车接发、通过、会让、越行作业以及客货营业,但不能办理更换机车作



业,也不能办理列车的解体和编组作业。中间站的站场通常要铺设装卸线和站台,以便办理客货营业。

在我国铁路上,用来提高线路通过能力而设置的车站,称为会让站和越行站。会让站和越行站是中间站的两种特殊形式。在单线区段上设置的此类车站称为会让站,在双线区段上设置的此类车站称为越行站。会让站和越行站主要办理列车的接发车、通过、会让和越行,附带承办少量客货业务,但不设装卸线。

会让是指两列反向运行的列车交会,即先到的列车在站内股道停车,待反向运行的列车到达或通过本站后,再继续运行。越行是指两列同向运行的列车,先行到达的列车在站内停车,后行列车通过本站或在本站停车后变为先行。

在单线区段上,列车的会让和越行只能在站内进行。如图 2-1 所示,中间站中如果没有装卸线和站台,则变成了会让站。而在双线区段上,由于每一条线路通常只运行一个方向的列车,列车的交会既可以在站内进行,也可以在区间实现,但列车的越行只能在站内完成。图 2-2 为越行站的站场图。

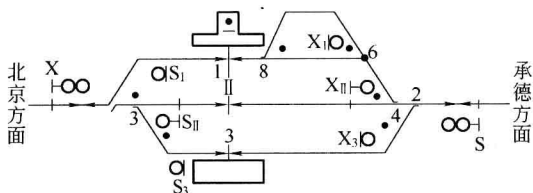


图 2-1 中间站站场

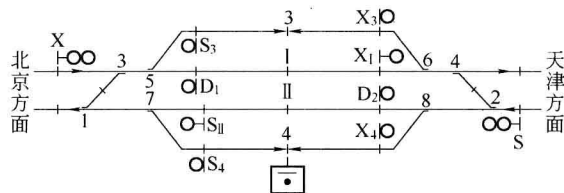


图 2-2 越行站站场

(二) 区 段 站

区段站除办理与中间站相同的作业外,还办理机车更换、整备、检修作业,车辆检修以及少量的列车编组和解体作业。

在区段站站场中,一般包括客货运设备、机务段、车辆段以及去往厂矿的专用线。客运设备主要有旅客站房、站台等,货运设备主要包括货场、装卸机械、仓库等。货场是装卸货物的场所,在货场一般设置有装卸线和留置线,待装卸的车辆停放在留置线上。机务段是整备、检修机车的场所,车辆段是检修破损车辆的地方,专用线一般是工厂、矿山等自己修建的铁路。图 2-3 是一个区段站的站场。

(三) 编 组 站

编组站是指在铁路网上办理大量货物列车解体、编组作业,并为此设有专用调车设备的车站。编组站主要办理列车的解体和编组作业,一般不承担客货营业。编组站和区段站统称技术站。把车列中不同去向的车辆分别送入调车场的指定线路,叫做解体。把停留在调车线上同一去向的车辆,按一定的长度、重量和顺序连挂在一起,编成一个新的车列,叫做编组。

编组站的到达场、调车场(也称编组场)、出发场是列车解编作业的主要场所。根据到达



场、调车场和出发场之间相互位置不同,分为纵列式编组站、横列式编组站和混合式编组站。如果同一调车系统内的到达场、调车场和出发场是纵向排列(沿着铁路线的方向叫纵向)的,叫纵列式编组站,如果是横向排列(垂直于铁路线的方向叫横向)的,叫横列式编组站。如果主要车场纵列,另一部分车场横列,叫混合式编组站。

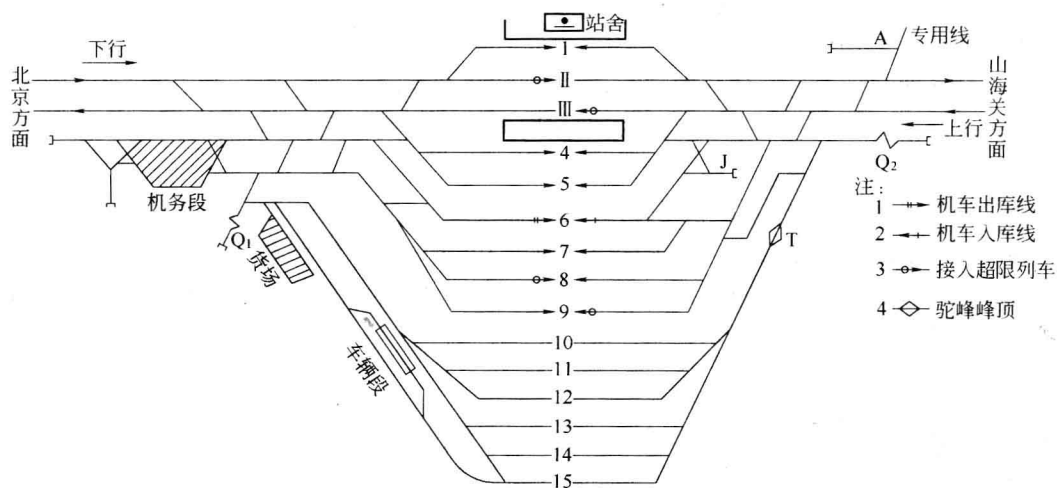


图 2-3 区段站站场

如图 2-4 所示是典型的混合式编组站的车场。

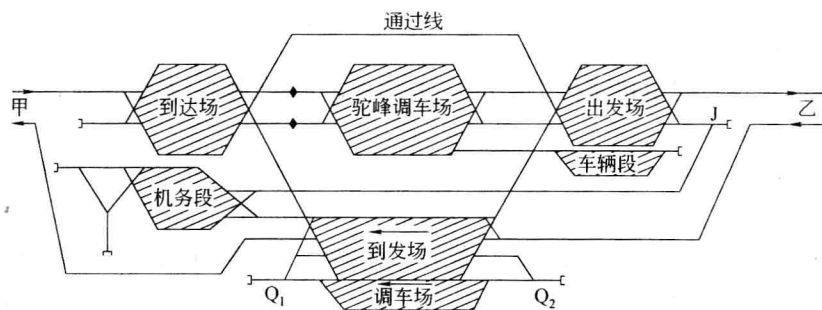


图 2-4 编组站站场

二、车站线路

在各种类型的车站站场中,需要根据业务性质、运量大小和技术作业的不同,设置各种用途的线路,以图 2-3 为例。

1. 正线,与区间相贯通或直股伸入车站的线路,列车通过车站时要经由正线。如图中的 II



道、Ⅲ道。

2. 到发线,接发旅客列车和货物列车的线路,正线也可用作到发线。如图中的1道、4道是旅客列车到发线,5道、7道是货物列车到发线。

3. 牵出线,调车作业时用于将车辆牵出的线路,如图2-3中的 Q_1 、 Q_2 。

4. 货物线,用于货物装卸作业时货车停留的线路,如图2-3中的5~9道(6道除外)。

5. 调车线,用作车列解体 and 编组并存放车辆的线路,如图2-3中的10~15道。

6. 机车走行线和机待线,设有机务段的车站,应设机车出入段专用的机车走行线和机待线,本务机车由机务段开出来经由机车走行线可到机待线上等待。所谓本务机车是指牵引列车运行在铁路区间的机车,而调车机车是指专门进行调车作业的机车。如图2-3中的6道是机车走行线,J是机待线。

7. 段管线,机务、车辆、工务、电务、供电段等专用并由其管理的线路。

8. 岔线,在区间或站内与铁路接轨,通向路内外单位(厂矿企业、港口、码头等)的专用线路。

9. 安全线,通常在有工矿企业专用线或岔线的车站,为防止专用线或岔线上的机车车辆,因故进入正线或到发线而发生冲突,在与站内正线或到发线接轨时要设置安全线,如图2-5所示。另外,在进站信号机外方制动距离内有6‰及以上连续下坡道时,在车站接车方向的末端要设置安全线。安全线向车挡方向不应采用下坡道,其有效长度一般不小于50 m。

10. 避难线,为了防止在又陡又长的下坡道上列车失去控制,或在陡长的上坡道上因车辆断钩,而溜入占用的区间或站内,在陡长坡道下方专设一条线路,这条线路叫避难线,如图2-6所示。所谓长大坡道是指坡度超过6‰,且长度为8 km及以上的线路,或坡度超过12‰,且长度为5 km及以上的线路,或坡度超过20‰,长度为2 km及以上的线路。

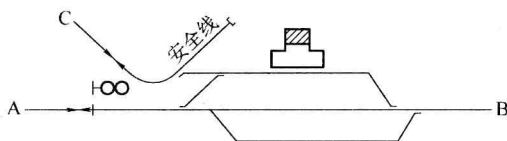


图 2-5 安全线

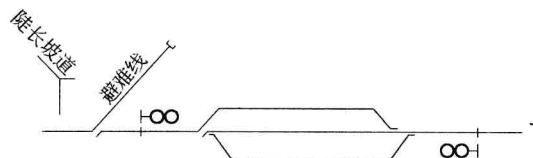


图 2-6 避难线

正线和到发线又称为股道。

到发线、调车线、牵出线、机待线、货物线等,统称为站线。

安全线和避难线又称特别用途线。

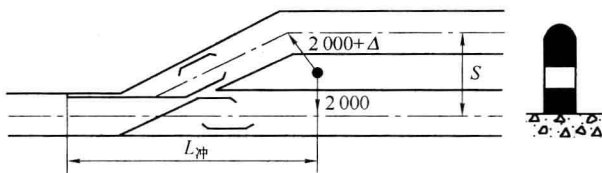
这些线路用道岔连接起来,使得列车或调车车列能够从一条线路转到另一条线路。车站股道两侧道岔比较集中的地方称为咽喉区,车站(尽头型车站除外)一般都包含上行和下行两个咽喉区。



三、警冲标和股道有效长

(一) 警 冲 标

两条轨道汇合在一起时,在与两汇合轨道中心各相距 2 m 的地方,设置警冲标,如图 2-7 所示。警冲标是一种铁路信号标志,列车进站在股道上停车时,其尾部(车钩)必须越过警冲标。由另一咽喉开来的停站列车,其头部不得越过警冲标,否则会妨碍其他机车车辆由另一股道进出,有造成两列车侧面冲突的危险。



S —— 线间距离;

Δ —— 当警冲设在弯股曲线部分时,警冲标至弯股中心线距离为 2000 mm, Δ 为建筑接近限界加宽量。

图 2-7 警冲标

(二) 股道有效长

股道有效长是指在股道全长范围内可以停留机车车辆而不影响邻线行车的一段长度,应大于或等于规定的列车长度再加上附加长度(30 m)。股道全长则是股道的实际长度,指股道一端的道岔基本轨接缝至另一端的道岔基本轨接缝处的长度(如为尽头线则为至车挡的距离)。决定股道有效长的因素主要有:警冲标、出站信号机、道岔尖轨尖端及车挡等。

在确定股道有效长时,应视股道的用途及连接形式而定,基本原则是要保证本股道及相邻股道的相关作业安全。对于双方向使用的线路,应分别确定其上下行股道有效长,如图 2-8 所示。

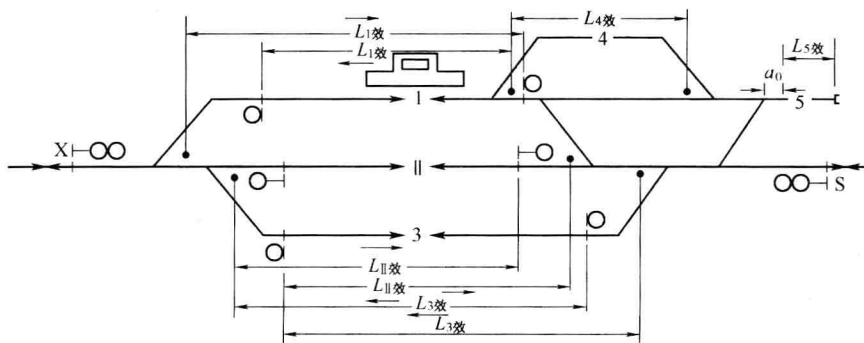


图 2-8 股道有效长

在计算股道能够容纳的机车车辆数时应以股道有效长为准。根据《铁路车站及枢纽设计规范》规定,货物列车到发线的有效长度,应根据运输能力的要求、机车类型及牵引列车的长度,结合地形条件,并与相邻各铁路到发线有效长度的配合等因素确定。I、II 级铁路应采用



1 050 m、850 m、750 m 和 650 m 的到发线有效长度,Ⅲ级铁路应采用 850 m、750 m、650 m 和 550 m 的到发线有效长度。在开行重载列车及组合列车的线路上,其股道有效长可采用 1 700 m 的标准。

第二节 车 站 作 业

根据作业范围及条件的不同,铁路车站内与信号控制系统相关的技术作业可分为列车作业、调车作业和转场作业三种。

一、列车作业

凡已编成并连挂在一起的车列,挂有机车或动力车,并具备应有的信号(边灯或尾灯)、机车乘务组及车长者叫做列车。发往区间的单机、动力车及重型轨道车,虽未完全具备列车条件,亦应按列车办理。

列车作业包括列车发车作业、列车接车作业和列车通过作业。

(一) 列车发车作业

办理列车由股道向区间发车。根据通往区间线路的作业繁忙程度,会规定一个方向为主要发车方向,其他方向为次要发车方向。例如,在图 2-9 中,甲方向为主要发车方向,乙和丙方向为次要发车方向。

(二) 列车接车作业

将列车由区间接入站内股道。接车作业又分为正线接车和侧线接车作业,如果接车作业所经过的道岔均开通直股方向,称为正线接车。如果接车作业所经过的道岔有开通弯股方向的,称为侧线接车。

因设备故障不能办理正常的接车作业或由非接车线路接车时,应办理引导接车作业。引导接车时,列车应以不超过 20 km/h 的速度进入站内,并准备随时停车。

(三) 列车通过作业

列车经由股道不停车通过车站。

二、调车作业

在车站站场内进行的机车出入库、转线、车列解体、列车编组、摘挂以及取送车等作业,统称为调车作业。调车机车根据调车信号机所指示的运行条件调车。

调车作业主要在站内进行,因此运行速度较低,最高不超过 40 km/h。

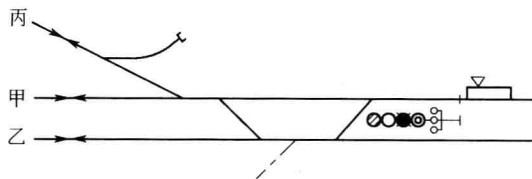


图 2-9 主要、次要发车方向