



闭塞与列控概论

傅世善 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

闭塞与列控概论

傅世善 编著

中国铁道出版社

2006年·北京

内 容 简 介

中国铁路正在进行设计和建设 200 km/h 的提速线路和 350 km/h 的客运专线,正在全力发展和装备列车运行控制系统(CTCS)。CTCS 目标距离控制模式的运用,改变了铁路信号显示和自动闭塞的设计理念及方法。本书介绍了这些理念和方法,主要包括:装备列控设备的自动闭塞,列控系统的速度控制模式、构成与功能,CTCS2 列控系统、CTCS2 的自动闭塞设计、城轨交通的列控系统等。

本书是铁路信号新技术讲座用书之一,可供铁路信号技术人员与相关专业技术人员以及各级管理干部阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

闭塞与列控概论/傅世善编著. —北京:中国铁道出版社,2006.3

ISBN 7 - 113 - 06946 - 0

I. 闭… II. 傅… III. ①铁路信号—自动闭塞—研究②铁路信号—控制系统—研究 IV. U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 012365 号

书 名:闭塞与列控概论

作 者:傅世善 编著

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:魏京燕

责任编辑:魏京燕

封面设计:马 利

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本:850×1168 1/32 印张:4 字数:99 千

版 本:2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

印 数:1~5 000 册

书 号:ISBN 7-113-06946-0/TP·1749

定 价:13.60 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话:路电(021)731115,市电(010)63545969



傅世善 教授级高级工程师。
原任中国铁路通信信号集团公司
研究设计院总工程师，享受政府
特殊津贴，被评为“铁路电务专
业学术带头人”，1999年获
铁道部詹天佑成就奖。

通信地址：北京市丰台区太
平桥289号 邮编：100073

电话：51865229 E-mail：
223fss@crscd.com.cn

前 言

当前中国铁路实施跨越式发展,多次成功提速,正在进行设计并建设 200 km/h 的提速线路和 350 km/h 的客运专线。列车运行速度提高了,列车运行控制系统必将成为铁路信号系统的核心设备,铁道部组织编制中国列车运行控制系统(CTCS)的技术规范,着手全力发展和装备列车运行控制系统。CTCS 目标距离控制模式的运用,改变了铁路信号显示和自动闭塞的设计的理念及方法。

随着列车运行控制系统和列车运行调度系统的推广运用,中国铁路信号进入了一个重要的里程碑,经历着一些重大变化:

——铁路信号从以车站联锁为中心向以列车运行控制系统为中心转化;

——列车运行调度指挥从调度员—车站值班员—司机三级管理向实现由调度员直接控制移动体(列车)转化;

——列车运行由以人为主确认信号和操作向实现车载设备的智能化转化;

——区间闭塞由固定闭塞方式向准移动闭塞方式转化;

——信号显示制式由速差式向速度式(目标距离)转

化;

——计算机技术、数字化技术普遍应用,基于通信技术的信号系统应运而生;

等等。

《闭塞与列控概论》在《铁路通信信号工程技术》期刊上以“系列知识讲座”方式刊登后,深受读者欢迎。现经汇集、调整和充实后出版,但仍保留了知识讲座的特点。

《闭塞与列控概论》偏重于介绍各类型列车运行控制系统的概念、分类、原理及主要构成,力求通俗易懂,特别适合于要作一般了解的读者。

编 著 者

2006年1月

目 录

第一章 闭塞制式	1
第一节 站间闭塞	1
第二节 自动闭塞	2
一、传统的自动闭塞	2
二、装备列车运行控制设备的自动闭塞	5
第三节 与闭塞制式对应的信号显示制式	9
第二章 列控系统的速度控制模式	11
第一节 分级速度控制	12
一、阶梯式分级速度控制	12
二、曲线式分级速度控制	14
第二节 目标距离 - 速度控制	15
第三节 控制模式的比较	17
第三章 列控系统的构成与功能	18
第一节 列控系统的构成	18
第二节 列控系统的应用等级	20
一、ETCS 应用等级	20
二、CTCS 应用等级	24
三、CTCS 应用等级划分的特点	28
第三节 典型的列控系统	30
一、法国 U/T 系统	30
二、日本 ATC 系统	32

三、德国 LZB 系统	33
四、欧洲 ETCS 系统	33
五、信息传输媒介	34
第四节 列控系统的主要功能	35
一、基本功能	35
二、其他安全功能	36
三、其他功能	37
第五节 ETCS2 级的构成与功能	37
一、系统描述	37
二、地面控制系统的构成	38
三、地面设备的主要功能	40
四、车载子系统	41
五、车地信息传输系统 GSM - R	44
第六节 采用虚拟闭塞方式的列控系统	46
一、虚拟闭塞方式	47
二、ITCS 的系统构成与功能	48
三、主要设备构成及功能	49
第四章 CTCS2 列控系统	52
第一节 CTCS2 列控系统简介	52
一、概 述	52
二、系统总体构成	53
三、控制模式	56
四、轨道电路连续式信息传输	58
五、地面应答器配置原则	59
第二节 CTCS2 列控系统的主要设备	62
一、主体机车信号的地面设备	62

二、欧标应答器	70
三、列控中心	72
第五章 CTCS2 的自动闭塞设计	74
第一节 安全距离的分析	74
一、影响安全距离长度的因素	74
二、国外经验	76
三、我国铁路拟采取的方式	79
四、接车安全防护的分析	81
第二节 关于安全线	83
第三节 准移动自动闭塞的设计	84
一、固定闭塞	84
二、准移动闭塞	90
第四节 信号机设置与显示	93
第六章 中国城轨交通的列控系统	95
第一节 城轨交通的列控系统概述	95
第二节 城轨交通 ATC 系统分类	96
一、固定闭塞方式	96
二、准移动闭塞方式	98
三、移动闭塞方式	100
第三节 城轨交通 ATC 系统国内外应用状况	101
第四节 移动闭塞概述	103
一、移动闭塞的概念	103
二、移动闭塞系统的特点	105
三、移动闭塞 ATC 系统的构成	106
四、移动闭塞的车地信息传输方式	107
五、移动闭塞的列车定位技术	108

第五节 国内第一个开通的移动闭塞系统	112
一、系统原理及组成	112
二、子系统的组成	114
后 记	118

第一章 闭塞制式

闭塞就是用信号或凭证,保证列车按照空间间隔制运行的技术方法。空间间隔制就是前行列车和追踪列车之间必须保持一定距离的行车方法。从各种不同的角度看闭塞可以有各种不同的分类,总的说来可分为站间闭塞和自动闭塞两大类。

第一节 站间闭塞

站间闭塞就是两站间只能运行一列列车,其列车的空间间隔为一个站间。按技术手段和闭塞方法又可分为:电话闭塞、路签闭塞、路牌闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞。

《铁路技术管理规程》把电话闭塞作为一种最终的备用闭塞。路签和路牌闭塞在我国已经淘汰。

半自动闭塞是人工办理闭塞手续,列车凭信号显示发车后,出站信号机自动关闭的闭塞方法。其特征为:

- (1)站间或所间只准走行一列列车;
- (2)人工办理闭塞手续;
- (3)人工确认列车完整到达和人工恢复闭塞。

自动站间闭塞是在有区间占用检查的条件下,自动办理闭塞手续,列车凭信号显示发车后,出站信号机自动关闭的闭塞方法。其特征为:

- (1)有区间占用检查设备;
- (2)站间或所间区间只准走行一列列车;
- (3)办理发车进路时自动办理闭塞手续;
- (4)自动确认列车到达和自动恢复闭塞。

第二节 自动闭塞

自动闭塞就是根据列车运行及有关闭塞分区状态自动变换信号显示,而司机凭信号行车的闭塞方法。其特征为:

(1)把站间划分为若干闭塞分区,有分区占用检查设备,可以凭通过信号机的显示行车,也可凭机车信号或列车运行控制的车载信号行车;

(2)站间能实现列车追踪;

(3)办理发车进路时自动办理闭塞手续,自动变换信号显示。

从保证列车安全运行而采取的技术手段的角度来看,自动闭塞可分为三类:固定闭塞、准移动闭塞和移动闭塞。从我国铁路信号发展历程来看,又可分成两个阶段:传统的自动闭塞和装备列车运行控制系统的自动闭塞。

一、传统的自动闭塞

传统的自动闭塞属于固定闭塞范畴,传统的自动闭塞一般设地面通过信号机,装备有机车信号,保证列车按照空间间隔控制运行的技术方法是用信号或凭证来实现的。传统的自动闭塞通常就称自动闭塞。我国传统的自

动闭塞一般以地面信号为主,适用于列车最高运行速度在 160 km/h 及以下的区段,可分为:三显示自动闭塞、四显示自动闭塞、多信息自动闭塞。

三显示自动闭塞就是通过信号机具有三种显示,能预告列车前方两个闭塞分区状态的自动闭塞。其特征为:通过信号机具有三种显示;能预告列车前方两个闭塞分区状态;分两个速度等级,一个闭塞分区的长度满足从规定速度到零的制动距离。

四显示自动闭塞就是通过信号机具有四种显示,能预告列车前方三个闭塞分区状态的自动闭塞。其特征为:通过信号机具有四种显示;能预告列车前方三个闭塞分区状态;分三个速度等级,两个闭塞分区的长度满足从规定速度到零的制动距离。

多信息自动闭塞也称多显示自动闭塞,是对四显示及以上自动闭塞的统称。多于四显示时,往往地面通过信号机不具备多显示的条件,而以机车信号显示为主,但客货混运的低速列车仍以地面信号为主。

《铁路信号名词术语》中,三显示自动闭塞就是通过信号机具有三种显示,能预告列车前方两个闭塞分区状态的自动闭塞;四显示自动闭塞就是通过信号机具有四种显示,能预告列车前方三个闭塞分区状态的自动闭塞。把通过信号机具有的显示数目作为自动闭塞制式的特征,在以地面信号机作为主体信号,且机车信号显示与地面信号机显示相符的情况下,这样的表述是比较简单和容易理解的。但实际上作为自动闭塞的制式,地面通过信号机具有的显示数目,只是其表征之一,并非唯一特征

和标识。往往由于地面通过信号机显示数目不足或增加显示数目有困难、造价高等原因,而以机车信号显示(甚至用速度显示方式)来代替或补充,这样地面通过信号机具有的显示数目就不能作为识别自动闭塞制式的主要标识了。

三显示自动闭塞中,黄灯是注意信号,表示运行前方有一个闭塞分区空闲,一个闭塞分区的长度能满足列车从规定速度到零的制动距离,可以越过黄灯后再开始制动。四显示自动闭塞中,绿黄灯是警惕信号,表示运行前方有两个闭塞分区空闲,两个闭塞分区的长度满足列车从规定速度到零的制动距离,可以越过绿黄灯后再开始减速;黄灯是限速信号,列车越过黄灯时必须减速至规定的限速值,不然就难以保证在下一个红灯前可靠停车。

实际中往往有简化的情况,例如有这样的设计方案:基本速度等级分为三级:160 ~ 115 ~ 0 km/h;两个闭塞分区的长度满足列车从规定速度到零的制动距离;为了少改动设备,地面通过信号机保留三显示,没有绿黄灯作为警惕信号,但机车信号的绿灯分 L 与 L_1 ,在见黄灯前第一架显示绿灯的信号机接近区段机车信号显示 L_1 。机车信号 L_1 实际上就是警惕信号,只是地面信号省了一个警惕信号。这种自动闭塞制式究竟是三显示还是四显示,假若把符合三大特征的称为典型的标准型四显示自动闭塞,那么这种自动闭塞制式可称为简化的非标准型四显示自动闭塞,因为它除了地面信号省了一个警惕信号外,其他四显示自动闭塞的基本特征它都有。

二、装备列车运行控制设备的自动闭塞

列车运行自动控制系统(简称列控系统)保证列车按照空间间隔制运行的技术方法是靠控制列车运行速度的方式来实现的。

运行列车间必须保持的空间间隔首先是满足制动距离的需要,当然还要考虑适当的安全余量和确认信号时间内的运行距离。所以根据列控系统采取的不同控制模式会产生不同的闭塞制式。列车间的追踪运行间隔越小,运输能力就越大。

从闭塞制式的角度来看,装备列车运行控制系统的自动闭塞可分为三类:固定闭塞、准移动闭塞(含虚拟闭塞)和移动闭塞。之所以称为准移动闭塞,说明它还不是移动闭塞,所以有人仍把它归入固定闭塞,准移动闭塞的名称在铁路上较少提,在城轨交通中常用,本书分三类讲述。

1. 固定闭塞

列控系统采取分级速度控制模式时,采用固定闭塞方式。运行列车间的空间间隔是若干个闭塞分区,闭塞分区数依划分的速度级别而定。一般情况下,闭塞分区是用轨道电路或计轴装置来划分的,它具有列车定位和占用轨道的检查功能。固定闭塞的追踪目标点为前行列车所占用闭塞分区的始端,后行列车从最高速开始制动的计算点为要求开始减速的闭塞分区的始端,这两个点都是固定的,空间间隔的长度也是固定的,所以称为固定闭塞。

固定闭塞时列控系统采取分级速度控制模式,是要把速度分级的,每两个速度等级间存在一个速差,其对应的信号显示就表达了这个速差意义,所以可以称为速差式信号显示。

当采用滞后型阶梯式控制模式时,需要增加一个闭塞分区作保护区段,所以运行列车间的空间间隔就大一点;采用其他分级速度控制模式时就不必增加一个闭塞分区作保护区段。如图 1—1 所示。

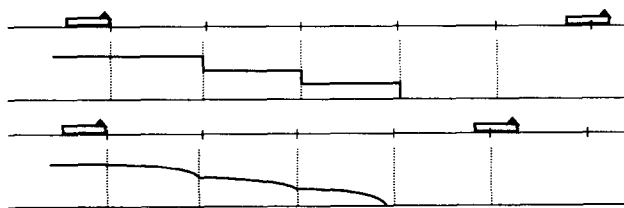


图 1—1 固定闭塞示意图

2. 准移动闭塞

准移动闭塞方式的列控系统采取目标距离控制模式(又称连续式一次速度控制)。目标距离控制模式根据目标距离、目标速度及列车本身的性能确定列车制动曲线,不必设定每个闭塞分区速度等级,采用一次制动方式。准移动闭塞的追踪目标是前行列车所占用闭塞分区的始端,当然会留有一定的安全距离,而后行列车从最高速度开始制动的计算点是根据目标距离、目标速度及列车本身的性能计算决定的。目标点相对固定,在同一闭塞分区内不依前行列车的走行而变化,而制动的起始点是随线路参数和列车本身性能不同而变化的。空间间隔的

长度是不固定的,由于要与移动闭塞相区别,所以称为准移动闭塞。显然其追踪运行间隔要比固定闭塞小一些。一般情况下,闭塞分区是用轨道电路或计轴装置来划分的,它具有列车定位和占用轨道的检查功能。由于目标点是相对固定的,所以,当前行列车在同一闭塞分区内走行时,连续式一次速度控制曲线是相对稳定的;当前行列车出清闭塞分区时,目标点突然前移,目标距离突然改变,连续式一次速度控制曲线会发生跳变。

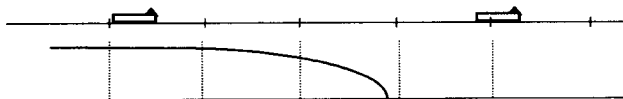


图 1—2 准移动闭塞示意图

如图 1—2 所示,准移动闭塞时,列控系统采取目标距离控制模式,速度是不分级的,给出的是连续式一次速度控制曲线式的信号显示,所以其对应的信号显示制式可以称为速度式信号显示。

3. 虚拟闭塞

虚拟闭塞是准移动闭塞的一种特殊方式,它不设轨道占用检查设备和轨旁信号机,采取无线定位方式来实现列车定位和占用轨道的检查功能,闭塞分区和轨旁信号机是以计算机技术虚拟设定的,仅在系统逻辑上存在有闭塞分区和信号机的概念。虚拟闭塞除闭塞分区和轨旁信号机是虚拟的以外,从操作到运输管理等,都等效于准移动闭塞方式。如图 1—3 所示。

虚拟闭塞方式非常有条件将闭塞分区划分得很短,