

动车组

DONGCHEZU

运行控制系统

张欣欣 主 编
霍 凯 孙艳华 副主编



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

动车组系列培训教材·机械师

动车组运行控制系统

张欣欣 主 编
霍 凯 孙艳华 副主编

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书直接面向铁路运输专业人员对列车运行控制系统的了解、管理及使用方面的需求,主要介绍动车组运行控制系统的主要内容。全书共5章,第1章综合分析了国内外高速铁路信号与控制系统的状况,阐述了列车运行控制系统的组成、分类及几种典型的列控系统。第2章主要介绍了列车运行控制系统所涉及的基础知识。第3章和第4章主要介绍了CTCS-2列控系统的地面设备和车载设备。第5章主要介绍了LKJ2000型列车运行监控记录装置的主要内容。

本书可作为铁路动车组运用人员的培训教材,也可供相关专业技术人员参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

动车组运行控制系统/张欣欣主编. —北京:北京交通大学出版社,2012.5

(动车组系列培训教材·机械师)

ISBN 978-7-5121-0978-0

I. ①动… II. ①张… III. ①动车-控制系统-技术培训-教材 IV. ①U266

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第088263号

策划编辑:贾慧娟 陈跃琴 吴桂林

责任编辑:陈跃琴 特邀编辑:范跃琼

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-62776969

北京市海淀区高粱桥斜街44号

电话:010-51686414

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:14.5 字数:362千字

版 次:2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0978-0/U·96

印 数:1~2 000册 定价:29.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

《动车组系列培训教材·机械师》

编 委 会

顾 问 王梦恕 施仲衡

主 任 孙守光

副主任 刘志明 章梓茂

委 员 宋永增 史红梅 陈淑玲 贾慧娟

本书主编：张欣欣

出版说明

2005年，在铁道部的安排下，北京交通大学根据国外动车组设计资料、国内外技术交流文件，编写了动车组培训讲义，并对从事动车组运用的在职技术人员进行培训；随着中国高速动车组事业的飞速发展，到2010年，该讲义已经修订4版，先后培训了设计制造企业和运用部门各类人员4 000多人。

为适应动车组机械师专业人才培养的需要，北京交通大学机械与电子控制工程学院、北京交通大学出版社，在铁道部有关部门的指导下，组织北京交通大学铁道部动车组理论培训基地的教师，在南车青岛四方机车车辆股份有限公司、北车长春轨道客车股份有限公司、北车唐山轨道客车有限责任公司和青岛四方庞巴迪铁路运输设备有限公司等单位领导和专家的大力支持下，编写了本套“动车组系列培训教材·机械师”。

教材编写突出理论与实用相结合的原则。本着“理论通俗易懂，实操图文并茂”的原则，系统介绍了4种高速动车组的基本原理和结构组成。

本系列教材的出版，得到中国工程院王梦恕院士的关注和首肯，以及北京交通大学校领导、专家、教授的指导和支持，在此一并致谢。

北京交通大学机械与电子控制工程学院为该系列教材的出版，投入了大量的人力、物力和财力支持。

本系列教材从2012年1月起陆续出版，包括《动车组概论》、《动车组车体结构与车内设备》、《动车组转向架》、《动车组制动系统》、《动车组电力电子技术基础》、《动车组供电牵引系统与设备》、《动车组辅助电气系统与设备》、《动车组运行控制系统》、《动车组车内环境控制系统》、《动车组控制与管理系统》、《动车组司机室》、《动车组运用与维修》。

希望本套教材的出版对高速动车组的发展，对提高动车组的安全运行和维修、维护水平有所帮助。

动车组系列培训教材编写委员会

2012年5月

院士推荐

中国高速铁路近年来发展迅速,按照铁路中长期发展规划,到2020年,全国铁路运营里程将由目前的9.1万km增加到12万km,其中时速200~350km的客运专线和城际铁路将达到1.8万km,投入运营的高速动车组将达到1000组。

高速铁路涉及诸多高新技术领域,其中作为铁路运输主要装备的高速动车组是这些高新技术应用的综合体现,它涉及系统集成技术、新型车体技术、高速转向架技术、快速制动技术、牵引传动技术、自动控制技术、网络与信息技术等。大量新技术装备的创新和应用,极大地提高了铁路客货运输的能力和快速便捷的出行,但在实际使用中对于现有参与运营、维修、管理等各类人员提出了更高、更新的要求,以确保高速铁路运营过程的安全与可靠性。目前相对于我国高速铁路里程建设速度,对于在实际运营、管理中迫切需求的大量技术人才培养明显滞后,因此会在高速铁路的长期运营中存在严重的安全隐患,温州“7·23”事故已经给了我们一个沉痛的教训。另外,相对于高速铁路建设发展的需求,目前能够满足高速铁路运营、维修人才培养需求的优质教材也存在严重不足,尚不能满足我国高速铁路发展对各类人才培养的需要。

北京交通大学机械与电子控制工程学院作为“铁道部高速动车组理论培训基地”和北京市动车组优秀教学团队所在单位,已长期从事有关铁道车辆专业的教学与科研工作,不但学术水平高,而且教学经验丰富。从2005年开始结合我国高速动车组技术的引进、消化、吸收和创新项目及高速列车国家科技支撑项目,进行研究和实践,取得了许多成果。在参考了国内外动车组设计资料、与国内外有关设计、制造、管理局等方面进行了相关技术和学术交流,在广泛听取来自企业和运用部门提出应加快对运营单位各专业人员进行岗位培训要求的基础上,组织相关专家、教授、高级技师等进行高速动车组运营工程师、技师培训讲义的编写,在内容的适用性、安全性、可靠性与全面性方面保持与国际高速动车组技术同步,并承担由铁道部下达的各项培训任务,至今已为各单位培训高速动车组运营、维修、管理人才4000余人,为保证我国快速发展的高速铁路事业做出了相应的贡献。

今天,这套倾注了众多专家、教授、技师及铁路部门有关领导和工程技术人员大量心血的“动车组系列培训教材·机械师”即将由北京交通大学出版社付梓面世。这套教材的出版,恰逢其时,我们有理由相信它能够为促进我国高速铁路动车组的安全可靠运营和维护提供一个良好的支撑!

祝我国的高速铁路事业进一步健康、蓬勃、快速发展。

中国工程院院士

2012年5月

前 言

随着我国经济、科技的高速发展，高速铁路应运而生。为了满足铁路“安全、高速、高效、舒适”的要求，高速列车运行控制系统的装备标准及工作人员技术水平的提高已经刻不容缓。

列车运行控制系统是我国高速铁路保证列车行车安全的重要技术装备，在保证安全的前提下使列车高速运行，减小列车运行间隔，进而提高铁路运输效率；对列车运行进行实时监控和超速防护；能够提高乘员的舒适度；并能协助司机操纵列车，改善工作条件。

根据铁路的线路条件、列车特性及运行速度的要求，CTCS 共分为 5 个等级。本书主要对我国具有自主知识产权，现在应用较为广泛的 CTCS-2 级列控进行介绍。

为了满足铁路运输工作人员对列车运行控制系统应用与管理的需求，北京交通大学组织编写了时速 200 km 及以上动车组运用检修培训系列教材，本书作为系列教材之一，主要介绍有关列车运行控制系统的主要内容，共分为 5 章。第 1 章综合分析了国内外高速铁路信号与控制系统的状况，阐述了列车运行控制系统的组成、分类及几种典型的列控系统，介绍了行车调度指挥系统及联锁系统，并说明了我国高速铁路列车控制系统的几个问题。第 2 章主要介绍了列车运行控制系统所涉及的基础知识，列车速度监控模式，动车组自动过分相控制系统及在 CRH₁、CRH₂、CRH₅ 型车中涉及的与列车运行控制系统相关的内容。第 3 章主要介绍了 CTCS-2 级列控系统的地面设备，包括列控中心及应答器的相关内容。第 4 章主要介绍了 CTCS-2 级列控系统的车载设备，CTCS₂-200H 主机的结构、功能及主要的工作模式，DMI 的显示内容。第 5 章主要介绍了 LKJ2000 的结构、功能、显示及应用等内容。

本书由北京交通大学机电学院测控系编写。其中第 1 章由张欣欣编写；第 2 章由张欣欣、霍凯、孙艳华编写；第 3 章和第 4 章由张欣欣、霍凯、孙艳华编写；第 5 章由霍凯编写。

衷心感谢在本书编写过程中提供资料的铁道部运输局，以及动车组联合办公室、北京交通大学机电学院等相关人员的帮助与支持，再次表示诚挚的感谢！

因作者水平有限，加之资料不全、时间仓促，书中错误与疏漏之处在所难免。恳请读者批评指正，以使本书不断完善。

编 者

2012 年 5 月

第1章 概论	1
1.1 高速铁路信号与控制系统	1
1.1.1 系统组成	2
1.1.2 系统特点	2
1.2 列车运行控制系统	3
1.2.1 系统组成	3
1.2.2 系统分类	3
1.2.3 系统的速度控制模式	4
1.2.4 典型列车运行控制系统	7
1.3 行车调度指挥系统	12
1.3.1 铁路列车调度指挥系统	12
1.3.2 分散自律调度集中	13
1.4 计算机联锁系统	14
1.4.1 计算机联锁系统的优点	14
1.4.2 计算机联锁系统的结构	15
1.5 我国高速铁路列车控制系统的几个问题	20
1.5.1 系统目标	20
1.5.2 系统功能	21
第2章 列控基础	24
2.1 基础知识	24
2.1.1 列控系统车—地信息传输媒介	24

2.1.2	列控系统车—地信息传输方式	25
2.1.3	轨道电路	26
2.1.4	列车闭塞	30
2.1.5	机车信号	32
2.1.6	GSM—R 传输技术	33
2.1.7	定位技术	34
2.1.8	铁路信号“故障—安全”	35
2.1.9	影响列车运行的因素	36
2.1.10	术语及概念	37
2.2	LKJ 列车速度监控模式	38
2.2.1	速度监控基本原理	38
2.2.2	速度监控模式设计	39
2.3	自动过分相控制系统	42
2.3.1	系统组成	42
2.3.2	系统功能	42
2.3.3	过分相系统技术性能	44
2.3.4	GFX—3A 型自动过分相信号处理器	44
2.3.5	JC—4A 感应接收器	45
2.3.6	转换插座	46
2.4	动车组控制与管理	46
2.4.1	CRH ₁	46
2.4.2	CRH ₂	54
2.4.3	CRH ₅	68
第3章	CTCS—2 级列控系统地面设备	71
3.1	CTCS 概述	71
3.1.1	CTCS 描述	71
3.1.2	CTCS 系统等级划分	73
3.1.3	CTCS—2 级列控系统结构	76
3.1.4	CTCS—2 级列控系统基本工作原理	77
3.2	列控中心	79
3.2.1	列控中心描述	79
3.2.2	列控中心技术要求	79
3.2.3	列控中心系统结构	82
3.2.4	列控中心系统原理	83
3.2.5	列控中心通信原理	88
3.3	应答器	92
3.3.1	应答器系统组成	92

3.3.2	接口描述	95
3.3.3	LEU	96
3.3.4	应答器结构与工作原理	101
3.3.5	应答器报文定义及应用原则	102
3.3.6	应答器报文编码原则	104
3.3.7	应答器编号规则	108
3.3.8	应答器设置原则	110
3.3.9	应答器技术参数	112
第4章	CTCS-2 级列控系统车载设备	113
4.1	CTCS ₂ —200H 型列控系统车载设备的组成和功能	113
4.1.1	设备组成	113
4.1.2	设备主要功能	114
4.1.3	设备各部分介绍	117
4.2	CTCS ₂ —200H 工作模式	119
4.2.1	待机模式	119
4.2.2	完全监控模式	119
4.2.3	部分监控模式	125
4.2.4	反向运行模式	127
4.2.5	引导模式	128
4.2.6	应答器故障模式	130
4.2.7	目视行车模式	130
4.2.8	调车监控模式	130
4.2.9	隔离模式	130
4.2.10	机车信号模式	130
4.3	司机上电基本操作	131
4.3.1	接通电源	131
4.3.2	电源切断	131
4.4	DMI 显示单元	132
4.4.1	设备组成	132
4.4.2	术语及定义	133
4.4.3	界面显示	134
4.4.4	显示内容	144
4.4.5	司机命令	145
4.4.6	输入数据	145
4.4.7	查询数据	145
4.4.8	键盘接口	146
4.4.9	文本信息	148

4.4.10	语音及声音定义	150
4.4.11	工作状态	155
4.4.12	故障表示	163
4.5	CTCS ₂ —200H 型列控系统车载设备非正常情况下操作	164
4.5.1	BTM 故障时	165
4.5.2	STM 故障时	165
4.5.3	DMI 故障时	165
4.5.4	测速故障	165
4.5.5	ATP 整机故障	165
4.6	CTCS ₂ —200C 型列控系统车载设备	165
4.6.1	系统组成	165
4.6.2	系统工作原理	169
4.6.3	系统功能	170
第 5 章	LKJ2000 型列车运行监控记录装置	172
5.1	监控装置的功能及组成	172
5.1.1	监控装置主要功能	172
5.1.2	系统组成	173
5.1.3	各插件的主要功能	174
5.2	屏幕显示器	175
5.2.1	显示器主界面	175
5.2.2	屏幕显示内容	175
5.2.3	操作按键	177
5.3	控制模式	178
5.3.1	正常监控模式	178
5.3.2	降级控制模式	179
5.3.3	调车控制模式	180
5.3.4	非正常行车模式	180
5.3.5	其他控制模式	181
5.4	乘务员基本操作	182
5.4.1	开机和参数设定操作	182
5.4.2	运行中的操作	184
5.5	非正常行车操作	195
5.5.1	自动闭塞区间行车	195
5.5.2	路票模式行车	195
5.5.3	绿色许可证模式行车	198
5.5.4	引导信号行车	201
5.5.5	进出站运行	202

5.5.6 监控数据误差控制 203

5.5.7 机车信号故障行车 204

5.5.8 发码特殊信号机 205

5.6 TAX2 型机车安全信息综合监测装置 205

5.6.1 主要功能 205

5.6.2 主要特点 206

附录 A 世界各国主要高速铁路列车控制系统分析表 207

附录 B 应答器用户信息包 209

附录 C 动车组运行控制系统模拟题 218

第 1 章 概 论

1.1 高速铁路信号与控制系统

高速铁路的信号与控制系统，是高速列车安全、高速、高效及平稳运行的基本保证。因此，世界各国发展高速铁路，都十分重视行车安全及其相关支持系统的研制开发与利用。

高速铁路信号与控制系统是集计算机技术、通信技术和控制技术为一体的行车指挥、列车运行控制和管理自动化系统。它是保障行车安全、提高铁路运输效率的核心，是标志一个国家轨道交通技术装备现代化水平的重要组成部分。高速铁路信号与控制系统通常被称为基于通信的列车控制系统（Communication Based Train Control System, CBTC）或先进列车控制系统（Advanced Train Control Systems, ATCS），简称列控系统。

在高速铁路的信号与控制系统的发展过程中，各国都设计并采用了适合本国当时状况的一些系统，如北美的先进铁路电子系统（Advanced Rail Electric System, ARES）和先进列车控制系统（Advanced Train Control System, ATCS），欧洲列车控制系统（European Rail Traffic Management System, ETCS），法国的实时追踪自动化系统（Automatisation du Suivi en Temps Reel, ASTREE），日本的计算机和无线列车控制系统（Computer and Radio Aided Train Control System, CARAT）等。列车自动控制系统是铁路行业在技术上一次新的突破，它将使铁路和整个国民经济取得巨大的经济效益。

20 世纪 80 年代初，很多国家开始研究列车自动控制系统，现仍处于深入研究、试验与完善阶段。近年来，列车自动控制系统已经研制了多种基础技术设备，如列车自动防护系统、卫星定位系统、车载智能控制系统、列车调度决策支持系统、分散式微机联锁系统、列车微机自动监测与诊断系统等。世界上许多国家如美国、加拿大、日本和西欧各国都在 20 世纪末到 21 世纪初，逐步推广应用这些新技术。目前一些国家已经分层实施。

ARES 是为了提高铁路运输的安全和效率而研制的两种基本控制系统之一。它采用全球定位卫星接收器和车载计算机，通过无线通信与地面控制中心连接起来，实现对列车的智能控制。中心计算机根据线路状态信息和机车计算机报告的本身位置和其他列车状态信息等，随时计算出应采取的措施，使列车有序地行驶，并能控制列车实现最佳的制动效果。ARES 利用全球定位卫星来绘制实时地图，使司机能在驾驶室的监视器上清楚地了解列车前方的具体情况，从而解决了夜间和雨雾天气时的瞭望困难。

ATCS 则采用设在地面上的查询应答器（Transponder）来进行地面与运行中的列车之

间的数据通信。

ARES 和 ATCS 的功能不限于列车自动驾驶, 其还有许多其他的功能。系统中的计算机可以在 30 s 以内, 计算出一条铁路线的最佳运行实时计划, 以便随时调整列车运行, 达到安全高效和节能的最佳综合指标。

除美国研制的 ATCS 与 ARES 系统外, 其他发展高速铁路的各国也都十分重视列车自动控制系统的发展与研究。作为世界高速铁路发展较快的“三强”国家, 即日本、法国和德国, 在地面信号设备中, 区间设备都采用了符合其本国国情的可靠性高、信息量大、抗干扰能力强的微电子化或微机化的不同形式的自动闭塞制式; 车站联锁正向微机集中控制方向发展; 为了实现高速铁路道岔转换的安全, 转辙装置也向大功率多牵引点方向发展, 同时开发研究了道岔装置的安全监测系统。在列车上, 世界各国的高速铁路部门都安装了列车自动控制系统和列车超速防护系统。

1.1.1 系统组成

高速铁路信号与控制系统主要由行车调度指挥系统、计算机联锁系统、列车运行控制系统及代用信号设备和专用通信设备等组成。其中行车调度指挥系统主要用于行车指挥, 计算机联锁系统主要用于控制列车进路。

高速铁路信号与控制系统的设备主要布置在调度中心、车站、区间信号室、线路旁和动车组内。

1.1.2 系统特点

① 高速铁路信号与控制系统采用列车运行自动控制 (ATC) 系统。随着列车速度的提高, 列车的安全运行除了保证进路外, 还必须采用专用的安全设备进行监督, 甚至强迫列车或司机执行。这些安全设备从初级的列车自动停车装置、自动警告装置、列车超速防护系统到列车运行自动控制系统。一般情况下, 对于最高运营速度在 160 km/h 以下的铁路, 采用列车自动停车装置或具有简单速度检查功能的列车自动停车装置; 对于提速线路, 如最高运营速度达到 200 km/h 的铁路, 就必须安装列车超速防护系统, 对于运营速度更高的高速铁路则必须安装列车运行自动控制系统。列车自动控制系统一般指系统设备, 包括地面设备和车载设备, 同时也是一种闭塞方式, 这个系统是列车超速防护系统和机车信号系统的一体化系统。

② 为了提高行车效率及降低运营成本, 高速铁路都建有调度中心。由调度中心统一指挥全线列车运行。行车调度指挥系统 (CTC) 远距离控制全线信号、转辙机和列车进路, 正常行车不需要本站本地控制。

③ 在各车站及区间信号室附近设置车次号核查等列车—地面信息传输设备 (TIPB), 对列车实际位置进行确认。这是由调度中心指挥列车运行所需的基础设备。

④ 车站采用计算机联锁 (CI) 和大号码道岔, 道岔转换采用多台转辙机多点牵引。

⑤ 重视安全防护。配备了热轴探测、界限检查及自然灾害报警灯监测点, 并与调度中心联网, 防患于未然。

⑥ 通信信号一体化在高速铁路得到充分体现。专用通信系统承载业务以数据为主,

辅以话音和图像。信息传递的实时性、安全性及可靠性要求更高。

⑦ 保证安全。为保证安全，高速列车运行中不允许线路上进行施工和维修作业，因此高速铁路大量采用冗余技术、故障监测记录及远程诊断等手段以保证信号系统的可靠性及可用性。

1.2 列车运行控制系统

列车运行控制系统（简称列控系统）作为保证列车运行安全和提高运输效率的信号设备，集先进的计算机技术、控制技术、通信技术与铁路信号技术于一体，完成行车指挥、列车运行速度自动监控的功能，防止由于司机失去警惕或错误操作可能造成的超速运行、列车颠覆、冒进信号或列车追尾等事故，是一种行车安全控制设备。

1.2.1 系统组成

列车运行控制系统一般由地面设备、车载设备和地车信息传输设备三部分组成。

地面设备包括轨旁设备、列控中心及地面通信网络模块；车载设备包括列车运行监控模块、测速/定位模块、显示器模块、接口模块及运行记录模块等；地车信息传输设备包括地面信息传输设备、车载信息传输设备、地面信息传输网络及车载信息传输网络。

1.2.2 系统分类

列车运行控制系统按照自动化程度、人机关系、列车速度控制模式及信息传输通道可分为多种不同类型。

1. 按照自动化程度

列车运行控制系统按照自动化程度可分为：

- ① 列车超速防护系统（ATP）；
- ② 列车运行自动控制系统（ATC）。

ATP 和 ATC 都可以对列车运行速度进行实时监督，当列车超速时能够自动降低列车速度，保证行车安全。但 ATC 是比 ATP 高一级的列车自动控制系统，它可以替代司机的部分操作。

2. 按照人机关系

列车运行控制系统按照人机关系可分为：

- ① 机控优先；
- ② 人控优先。

机控优先是设备按照模式曲线控制列车减速以保证行车安全，设备常用制动后一旦满足缓解条件能够及时自动缓解。该方式以日本的 ATC 为代表。

人控优先是司机按照模式曲线控制列车减速以保证行车安全，只有当司机没有按照要求操作或进行了错误操作引起了列车超速时，设备才采取有效的减速措施确保列车运行安

全,此时设备制动的缓解须设备允许和司机进行操作确认。该方式以德国的 LZB 或法国的 TVM300 或 TVM430 系统为代表。

3. 按照列车速度控制模式

列车运行控制系统按照列车速度控制模式可分为:

- ① 分级速度控制方式;
- ② 目标距离速度控制方式。

分级速度控制是以一个闭塞分区为单位,根据列车运行的速度分级,对列车运行进行速度控制。目标距离速度控制采取的制动模式为连续式一次制动速度控制的方式,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,不设定每个闭塞分区速度等级。

4. 按照信息传输通道

列车运行控制系统按照信息传输通道可分为:

- ① 点式列车自动控制系统;
- ② 连续式列车自动控制系统;
- ③ 点连式列车自动控制系统。

点式列车自动控制系统在欧洲的干线铁路及城市交通中广泛应用。主要优点是采用高信息容量的地面应答器,结构简单、安装灵活,可靠性高,价格明显低于连续式列车自动控制系统。该系统的主要功能是实现超速防护,所以又称为点式超速防护系统。该系统主要有地面应答器、轨旁电子单元及车载设备组成。ETCS—1 级是典型的点式列车自动控制系统。

连续式列车自动控制系统采用了有线和无线通信的方式完成地—车信息传输,有线信息传输方式又有利用轨间交叉环线和数字编码音频轨道电路。传输信息的内容包括列车最大允许速度,或是目标距离等一系列基本数据,由车载计算机进行实时计算获取列车最大允许速度。德国 LZB 系统和法国 TVM 系统都是连续式列车自动控制系统。

点连式列车自动控制系统是在连续式列车自动控制系统中增加点式应答器作为线路数据的输入、进路信息和临时限速信息的输入,把连续轨道电路信息作为列车前方空闲闭塞分区数量的信息传输媒介。在该种系统中行车许可由轨道电路或无线方式进行传输。日本数字 ATC 系统和我国的 CTCS—2 级列控系统都是点连式列车自动控制系统。

1.2.3 系统的速度控制模式

列车运行控制系统通过获取地面的信息和命令,控制列车运行,并调整与前行列车之间必须保持的距离。该系统是保证列车按照空间间隔法运行的技术方法,是靠控制列车运行速度来实现。运行列车之间必须保持的空间间隔首先是满足制动距离的需要,其次考虑一定的安全余量和确认信号时间内的列车运行距离,所以根据列控系统的不同控制模式产生不同的闭塞制式。列车的追踪运行间隔越小,运输能力就越大,运行效率就越高。从速度控制方面来看,列车运行自动控制可分为以下几种模式。

1. 分级速度控制

分级速度控制是以一个闭塞分区为单位, 根据列车运行的速度分级, 对列车运行进行速度控制。分级速度控制系统的列车追踪间隔主要与闭塞分区的划分、列车性能和速度有关, 而闭塞分区的长度是以最坏性能的列车为依据并结合线路参数来确定的, 所以不同速度列车混合运行的线路采用这种模式, 其运输能力要受到不同的影响。

分级速度控制又分为阶梯式和分段曲线式。

1) 阶梯式分级速度控制

一个闭塞分区的进入速度称为入口速度, 驶离速度称为出口速度。根据控制的速度对象不同, 阶梯式分级速度控制又分为超前速度控制方式和滞后速度控制方式。

超前速度控制方式又称为出口速度控制方式, 给出列车的出口速度值, 控制列车不超过出口速度。日本 ATC 采取超前式速度控制方式, 采用机控优先的方法。因为列车驶出每一个闭塞分区前必须把速度降至超前式速度控制线以下, 否则设备自动引发紧急制动, 所以超前对出口速度进行了控制, 不会冒出闭塞分区。超前速度控制方式如图 1-1 所示。

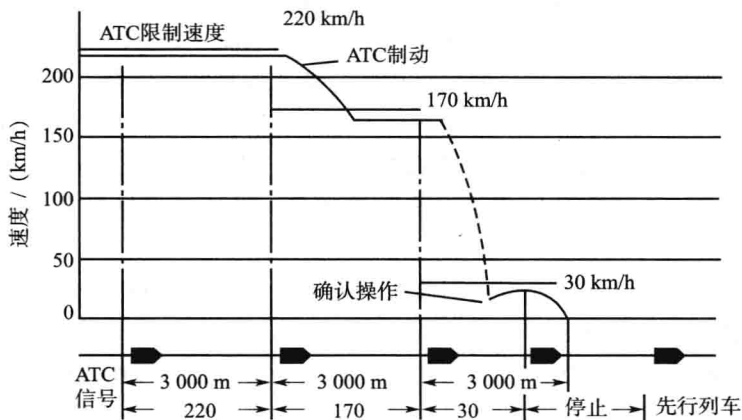


图 1-1 超前速度控制方式

滞后速度控制方式又称为入口速度控制方式, 给出列车的入口速度值, 监控列车在本闭塞分区不超过给定的入口速度值, 采取人控优先的方法, 控制列车不超过下一闭塞分区入口速度值。法国 TVM300 列控系统采用人控优先的方法, 进行滞后速度控制。因为在每一个闭塞分区列车速度只要不超过给定的入口速度值, 就不会达到滞后式速度控制线, 考虑万一列车失控, 在本闭塞分区的出口即下一闭塞分区的入口处的速度超过了给定的入口速度值, 碰撞了滞后式速度控制线, 触发设备自动引发紧急制动, 此时列车必然会越过第一红灯进入下一闭塞分区, 如此必须要增加一个闭塞分区作为安全防护区段, 俗称双红灯防护。滞后速度控制方式如图 1-2 所示。

阶梯式分级速度控制, 只是对每一个闭塞分区的入口速度或出口速度进行控制, 对列车速度的控制不是连续的, 因此地对车所需要的信息量较少, 如法国 TVM300 系统地对车实时传输 18 个信息, 设备相应简单些。