

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材



专业关键技术教材

CTCS-2级列车运行控制系统

◎ 中国铁路总公司

CTCS-2JI

LIECHE YUNXING KONGZHI XITONG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材
专业关键技术教材

CTCS-2级 列车运行控制系统

中国铁路总公司

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一,是信号专业关键技术教材。全书共十一章,主要内容包括:CTCS-2 级列控系统原理与构成、运用场景、列控中心、临时限速服务器、应答器传输系统、安全数据网、车载设备及车载设备工作模式与转换、人机界面、工程运用。

本书适用于高速铁路信号专业技术人员培训,也可供列控系统运用管理人员学习,对各类职业院校相关师生学习也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

CTCS-2 级列车运行控制系统/中国铁路总公司编著.

—北京:中国铁道出版社,2013.11

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

ISBN 978-7-113-17536-8

I. ①C… II. ①中… III. ①列车—运行—控制系统
—技术培训—教材 IV. ①U284.48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 249762 号

书 名: 高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材
CTCS-2 级列车运行控制系统
作 者: 中国铁路总公司

责任编辑:崔忠文 李嘉懿 编辑部电话:(路)021-73146 电子信箱:dianwu@vip.sina.com
(市)010-51873146

封面设计:郑春鹏
责任校对:马 丽
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:三河市华业印装厂

版 次:2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:22.75 字数:529 千

书 号:ISBN 978-7-113-17536-8

定 价:92.00 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) 51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010) 51873659,路电(021) 73659,传真(010) 63549480



Preface 前言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运 8 个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

本书为信号专业关键技术教材《CTCS-2 级列车运行控制系统》。CTCS-2 级列车运行控制系统是中国列车控制系统(CTCS)的重要组成部分,是我国在既有技术和设备基础上、完全自主设计和开发的列控系统,可以兼容既有系统,可以实现与 CTCS-3 级列控系统的互联互通,同时可以作为 CTCS-3 级列控系统的后备系统。CTCS-2 级列控系统是基于轨道电路和应答器传输车地信息、采取目标距离控制模式的点连式列控系统,面向提速干线和高速线,适合我国国情,能够满足我国高速铁路高速度、高密度及不同速度等级动车组跨线运行的要求。

全书共十一章,主要内容包括:CTCS-2 级列控系统原理与构成、CTCS-2 级列

控系统运用场景、列控中心、临时限速服务器、应答器传输系统、信号安全数据网、CTCS-2级列控系统车载设备、车载设备工作模式与转换、人机界面、CTCS-2级列控系统工程运用。

本书由李凯主编,罗松主审。参加编写人员有:吴永(第一章至第十一章),邢毅、刘鸿飞(第二章、第十一章),岳朝鹏(第二章、第五章),叶峰(第四章、第七章),刘长波、郭军强(第四章、第十一章),袁栩(第六章、第十一章),杨光伦(第六章),李强(第七章),陈志强、牛道恒(第八章、第九章、第十章),张弛(第十一章)。参加审定人员有:李开成、卢佩玲、张敏慧、史增树。

由于近年来高速铁路技术发展较快,同时编者的水平及精力所限,本书内容不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免,热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见,以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编 者

二〇一三年六月

Contents 目 录

第一章 绪 论	1
第一节 列控系统描述	1
第二节 列控系统的基本概念	2
第三节 列控系统的分类	8
第四节 CTCS-2 级列控系统技术准备	9
第五节 CTCS-2 级列控系统概述	12
第二章 CTCS-2 级列控系统原理与构成	16
第一节 总体需求	16
第二节 主要技术原则	17
第三节 系统原理	18
第四节 系统构成	19
第五节 地面信号显示	22
第六节 轨道电路编码信息	24
第七节 应答器报文	26
第八节 临时限速	39
第九节 与其他信号系统适配	47
第十节 大号码道岔进路的行车控制	49
第三章 CTCS-2 级列控系统运用场景	54
第一节 列车运行	54
第二节 接 车	56
第三节 发 车	59
第四节 大号码(18 号以上)道岔侧向通过	62
第五节 临时限速	64
第六节 等级转换	64
第七节 灾害防护	65
第八节 降级处理	66

第四章 列控中心	68
第一节 概 述	68
第二节 技术要求	71
第三节 系统构成	72
第四节 主要功能	75
第五节 通信接口	94
第六节 继电器接口	104
第七节 应答器报文实时组帧技术	111
第五章 临时限速服务器	113
第一节 概 述	113
第二节 工作原理	117
第三节 系统构成	126
第四节 主要功能	127
第五节 系统接口	130
第六章 应答器传输系统	133
第一节 概 述	133
第二节 主要功能	137
第三节 应答器传输系统报文	142
第四节 应答器	148
第五节 地面电子单元(LEU)	167
第六节 应答器传输模块与天线单元	178
第七节 系统要求	186
第七章 信号安全数据网	198
第一节 概 述	198
第二节 系统结构	202
第三节 网络接口	210
第四节 IP 地址管理	212
第五节 组网设备	213
第六节 网络管理与安全	215
第八章 CTCS-2 级列控系统车载设备	218
第一节 概 述	218
第二节 系统构成	219
第三节 主要功能	224



第四节 系统接口	229
第九章 车载设备工作模式与转换	244
第一节 概 述	244
第二节 待机模式(SB)	245
第三节 部分监控模式(PS)	246
第四节 完全监控模式(FS)	247
第五节 引导模式(CO)	251
第六节 目视行车模式(OS)	253
第七节 调车模式(SH)	255
第八节 机车信号模式(CS)	256
第九节 休眠模式(SL)	257
第十节 隔离模式(IS)	258
第十一节 模式转换	258
第十章 人机界面	260
第一节 概 述	260
第二节 界面显示	261
第三节 操作按键及菜单	279
第四节 命令与输入	282
第五节 输出信息	283
第六节 DMI 基本操作	292
第十一章 CTCS-2 级列控系统工程运用	303
第一节 总体设计原则	303
第二节 应答器组设置原则	307
第三节 报文编制原则	316
第四节 列控设备编号原则	326
第五节 列控系统工程数据表编制	330
第六节 应答器安装与运用	342
附录 名词术语英(缩略语)中对照	353
参考文献	355

第一章 绪 论

现代铁路信号技术是保障列车运行安全、实现列车有效控制、提高通过能力、向铁路运输人员提供实时信息的必备手段,是列车提速与发展高速铁路的关键技术之一。列车运行控制系统(以下简称列控系统)是高速铁路信号系统的重要组成部分。

第一节 列控系统描述

列控系统是保证列车按照空间间隔制运行的技术方法,通过控制列车运行速度的方式来实现,是保障高速铁路运营安全、提高运营效率的核心技术装备。

列控系统对列车运行全过程或一部分作业实现自动控制,可以根据列车在线路上运行的客观条件和实际情况,对列车运行速度及制动方式等状态进行监督、控制和调整。其特征为:列车通过获取的地面信息和命令,控制列车运行,并调整与前行列车之间必须保持的距离。

列控系统一般包括地面设备、车载设备、数据传输网络和车地信息传输设备。地面设备提供线路信息、目标距离和进路状态等基本控制信息;车载设备生成目标距离-连续速度控制模式曲线并实现列车运行的监控;数据传输网络实现地面设备间的数据信息交互;车地信息传输设备完成地面设备和车载设备的信息交互。

一、列控系统的基本目标

列控系统的目标主要包括保障行车安全、保证运输效率及保证乘客舒适度等。

1. 保障行车安全

危及行车安全的因素是多方面的,列控系统通过技术手段来识别、消除或减弱这些因素。当发现危及行车安全的因素时,列控系统立即向列车发出停车或降速命令,保证列车不驶入危险区段或运行速度低于该区段的允许速度。

2. 保证运输效率

列控系统根据列车的运行速度、制动性能等条件确定列车最小安全制动距离,控制同一线路上运行的列车以最小追踪间隔安全运行,最大限度提高线路通过能力。

3. 保证乘客舒适度

列控系统采用一定的控制方式,控制列车以其最优状态安全、高速、舒适、正点运行,为乘客提供优质的服务。

二、列控系统的基本功能

为实现列控系统的基本目标,需要实现以下基本功能。

1. 线路空闲检测

当线路在空闲状态时,才能给出允许列车进入的信息。自 1872 年发明了检测铁路线路上是否有车辆存在的技术——轨道电路,信号控制与轨道电路相结合,才使信号显示能真实地反映线路空闲状态,也就是说按信号显示行车能够防止列车冲突事故。目前,轨道电路和计轴设备是检测列车占用的有效手段。随着车地通信传输技术的发展,列车自身进行位置的检测将脱离传统的轨道电路和计轴设备,轨道电路和计轴设备只是作为基于通信的列车运行控制系统的后备模式或过渡方案。

2. 危及行车安全因素的检测

危及行车安全的因素是多方面的,限于科学水平和经济条件,目前还不能用技术手段把所有危及行车安全的因素一一检测并和信号控制相结合。但应积极地逐步以技术手段来识别、消除或减弱这些因素,尽可能在发现危险因素时,列控系统立即给出使列车停止运行或降速的信息(使信号处于关闭状态),保证列车不会驶入危险线路区段,如各种安全门、隔断门、异物侵限等障碍物的状态检测。

3. 速度控制和间隔控制

轨道交通的发展趋势是“高速度、高密度”,列控系统就是针对这两个目标进行安全设计的速度控制和间隔控制系统。速度控制是保证列车无论在什么状态下都不能超过规定的限制速度。在实际运行中,列车的速度受到若干因素的限制,如受线路状态(线路结构、曲线和坡度)、道岔曲线、列车前方障碍物以及机车车辆的构造速度所限制,列控系统需要通过车地信息传输系统向车载控制设备传送列车应有的各种限制速度指令,如果实际运行速度超过限制速度,则会引起列车颠覆、冒进信号或撞车的危险。其次是间隔控制,列控系统必须保证列车间始终保持一个安全间距,保证后续列车不会与前行列车相撞,同时又必须尽量使该间距短,以便增加列车的密度,从而保证运输效率。

第二节 列控系统的基本概念

一、闭塞制式

在列车装备列控系统的情况下,由列控系统保证列车按照空间间隔制运行,信号显示演变为控制列车运行速度的模式曲线。运行列车间必须保持的空间间隔满足制动距离的需要,并考虑适当的安全余量和确认信号时间内的运行距离。

列控系统采取的不同控制模式曲线,导致列车间的追踪运行间隔存在差异,相应存在不同制式的系统自动闭塞。一般可分为三类:固定闭塞、准移动闭塞(含虚拟闭塞)和移动闭塞。伴随列车运行间隔的缩小,线路运输能力发挥到最大限度。

(一) 固定闭塞

列控系统采用分级速度控制模式时,采用固定闭塞方式。列车运行的空间间隔是固定



的若干个闭塞分区,闭塞分区的长度依划分的速度等级而定,每个闭塞分区的长度应满足一个速度等级距离的要求。

闭塞分区一般采用轨道电路或计轴设备来划分,具有列车定位和轨道占用检查功能。采用固定闭塞的列控系统中,列车追踪目标点为前行列车所在闭塞分区的始端,后行列车从最高速度开始制动的计算点为要求开始减速的闭塞分区的始端,这两个点不因列车特性等因素而变化,因此列车间的空间间隔长度是固定的,所以称为固定闭塞。

(二)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点是前行列车所占用闭塞分区的始端,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因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,闭塞分区也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。

(三)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。

虚拟闭塞方式非常有条件将闭塞分区划分得很短,当短到一定程度时,其效率就很接近于移动闭塞。

(四)移动闭塞

移动闭塞方式的列控系统也采取目标距离控制模式。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,采用一次制动方式。移动闭塞的追踪目标点是前行列车的尾部,当然会留有一定的安全距离,后行列车从最高速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。目标点是前行列车的尾部,与前行列车的走行和速度有关,是随时变化的,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,所以称为移动闭塞。其追踪运行间隔要比准移动闭塞更小一些。移动闭塞一般采用无线通信和无线定位技术来实现。高级的移动闭塞还要考虑前行列车的速度。

二、速度控制模式

(一) 分级速度控制

分级速度控制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能力是要受到较大的影响。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

阶梯式分级速度控制又分为超前式和滞后式。

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。

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,如图 1—1 所示。日本 ATC 采取超前式速度控制方式,采用设备控制优先的方法。阶梯式实线为超前式速度控制线,图 1—1 中粗虚线为列车实际减速运行线,从最高速至零速的列车实际减速运行线为分段曲线组成的一条不连贯曲线组合。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,所以超前式速度控制对出口速度进行了控制,不会冒出闭塞分区。

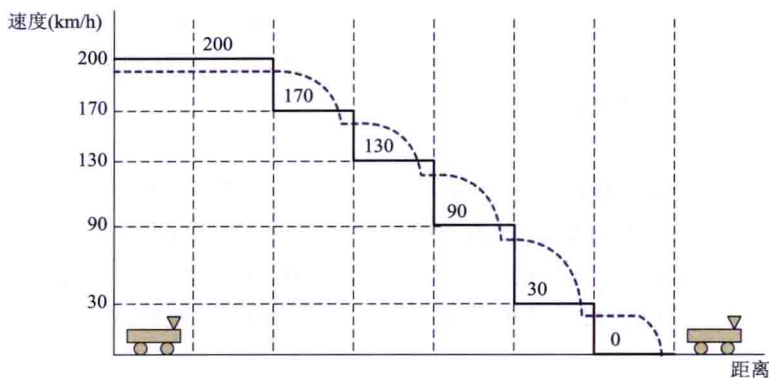


图 1—1 超前式阶梯分级速度控制

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,采取司机制动优先的方法,控制列车不超过下一闭塞分区入口速度值,如图 1—2 所示。法国 TVM300 列控系统采用司机制动优先的方法,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,就不会碰滞后式速度控制线,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,即所谓“撞墙”,此时触发设备自动引发紧急制动,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。图 1—2 中粗虚线为列车实际减速运行线,从最高速至零速的列车实际减速运行线为分段曲线组成的一条不连贯曲线组合;细虚线为“撞墙”后的紧急制动曲线。

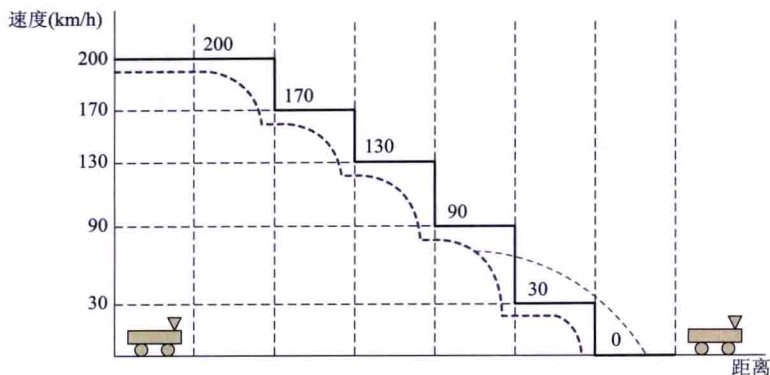


图 1—2 滞后式阶梯分级速度控制

从上述可知,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是较少的,如法国 TVM300 系统地对车实时传输 18 个信息,设备相应简单。

2. 曲线式分级速度控制

曲线式分级速度控制根据列车运行的速度分级,每一个闭塞分区给出一段速度控制曲线,对列车运行进行速度控制。法国 TVM430 系统采取曲线式分级速度控制方式。如图 1—3 所示,粗实线为曲线式分级速度控制线,从最高速至零的列车控制减速线为分段曲线组成的一条不连贯曲线组合,列车实际减速运行线只要在控制线以下就可以了。万一超速碰撞了速度控制线,设备自动引发常用制动或紧急制动。因为速度控制是连续的,所以不会超速太多,紧急制动的停车点不会冒出闭塞分区,可以不需增加一个闭塞分区作为安全防护区段,但设计时考虑留有适当的安全距离。

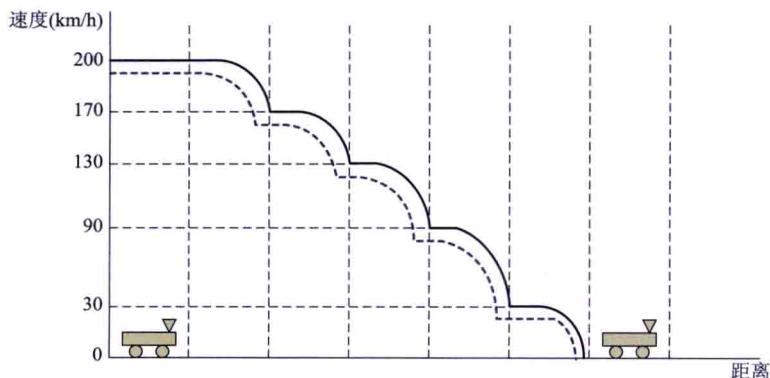


图 1—3 曲线式分级速度控制

列控系统给出的分段的制动速度控制曲线是根据每一个闭塞分区的线路参数和列车自身的性能计算而定的,闭塞分区的线路参数可以通过地对车信息实时传输,也可以事先在车载信号设备中存储通过核对取得。制动速度控制曲线是分段给出的,每次只需一个闭塞分区线路参数。TVM430 系统就是通过地对车信息实时传输的,其信息量为 27 bit。

分段曲线式分级速度控制一般制动速度控制曲线可以是不连贯和不光滑的,也可以是

利用计算机技术做成连贯和光滑的虚线,如图 1—4 所示。但图 1—4 中粗虚线所示的制动速度控制曲线实际上是各闭塞分区入口速度控制值的连接线,该制动速度控制曲线是不随列车性能和线路参数的变化而变动的,具有唯一性,与目标距离连续式一次速度控制模式曲线不同,所以其本质上还归属分级速度控制范围。

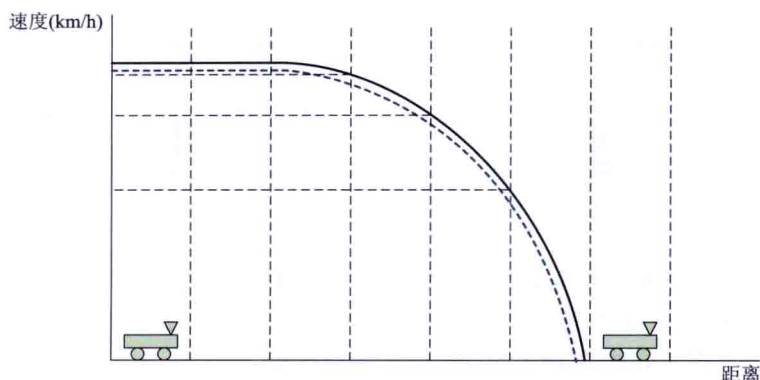


图 1—4 曲线式分级速度控制(光滑处理后)

(二) 目标距离-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,如图 1—5 所示。连续式一次速度控制模式若以前方列车占用的闭塞分区入口为追踪目标点,则为准移动闭塞;若以前方列车的尾部为追踪目标点,则为移动闭塞。

移动闭塞在城市轨道交通中有运用,铁路系统中尚无运用实例,以下所述的目标距离控制方式主要是指准移动闭塞,如欧洲 ETCS-1 ~ ETCS-2 级、日本 I-ATC 和中国 CTCS-1 ~ CTCS-3 级列控系统。图 1—5 中粗实线为目标距离速度控制线,从最高速至零速的列车控制减速线为一条连贯和光滑的曲线,列车实际减速运行线只要在控制线以下就可以保证安全,万一超速撞线,设备自动引发常用制动或紧急制动。速度控制是连续的,所以不会超速太多,紧急制动的停车点不会冒出闭塞分区,可以不需增加一个闭塞分区作为安全防护区段。但设计时考虑留有适当的安全距离。

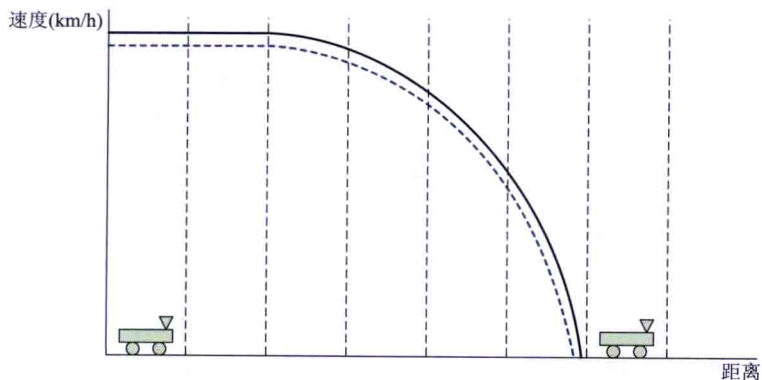


图 1—5 目标距离-速度控制

列控系统给出的一次连续的制动速度控制曲线是根据目标距离、线路参数和列车自身的性能计算而定的。线路参数可以通过地对车信息实时传输,也可以事先在车载信号设备中存储通过核对取得。制动速度控制曲线是一次连续的,需要一个制动距离内所有的线路参数,地对车信息传输的信息量相当大,可以通过无线通信、数字轨道电路、轨道电缆、应答器等地对车信息传输系统传输。目标距离-速度控制的列车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,比较适用于各种不同性能和速度列车的混合运行,其追踪运行间隔要比分级速度控制小,减速比较平稳,旅客的舒适度也要好些。

三、车地信息传输

车地信息传输媒介主要包括以下几种方式,不同列控系统处理方式不同,有的仅使用一种传输方式,有的以一种为主,辅以其他方式,还有的利用车载数据库来贮存线路数据。

不同的信息传输方式,能够传输的最大信息量、信息更新方式不同,因此构成了不同等级的列控系统。

1. 轨道电路

列控系统信息基于轨道电路传输是传统方式。U/T 系统、日本 ATC 系统、CTCS-2 级列控系统均采用轨道电路传输信息。

2. 轨道电缆

德国 LZB 系统采用轨道电缆实现双向信息传输。

3. 点式设备

包括点式应答器和点式环线两种。在 ETCS-2 级中主要提供列控系统的辅助信息,如里程标、线路数据、切换点等;在 ETCS-1 级中利用点式设备提供全部控车信息。CTCS-2 级列控系统和 CTCS-3 级列控系统均采用点式应答器传输信息。

4. 无线传输

欧洲 ETCS-2 及 ETCS-3 级技术标准明确利用 GSM-R 无线系统进行列控信息车地双向传输,欧盟通过立法的形式确定了 ETCS 技术标准。CTCS-3 级列控系统采用 GSM-R 实现车地信息双向传输。

四、司机制动优先与设备制动优先

司机制动优先是司机按照模式曲线控制列车速度,设备不干涉司机正常驾驶;只有当列车超速时,设备采取有效的减速措施,确保列车运行安全。设备制动的缓解需设备允许和司机操作确认。

设备制动优先是设备能够按照模式曲线自动控制列车减速并保证列车运行安全。设备常用制动后一旦满足缓解条件将及时自动缓解。

司机制动优先模式与设备制动优先模式的相同点是:在保证列车运行安全的最大常用制动(B7N)和紧急制动的计算上是一致的。在站内接车运行时,设备制动优先模式的车载设备也转为司机制动优先的模式。

两种模式的不同之处在于:设备制动优先模式增加了常用 1 级制动(B1N)和常用 4 级

制动(B4N),用于代替司机在区间运行的列车制动操作。

一般在区间运行时,优先采用设备制动模式,站内接车时转为司机制动优先模式。

第三节 列控系统的分类

根据不同的分类原则,列控系统可按照以下方式进行分类。

一、根据车地信息传输通道分类

根据车地信息传输通道不同,列控系统可分为点式列控系统、连续式列控系统和点连式列控系统。

1. 点式列控系统

点式列控系统采用点式设备(如地面应答器),在固定地点向列车传递控车信息,实现列车安全控制。

2. 连续式列控系统

连续式列控系统的地面控制中心可实时、连续地向车载设备传输控制信息。连续式列控系统地对车的信息传输手段包括轨道电路、轨道电缆(交叉环线)、波导管、漏泄电缆、无线通信等。

3. 点连式列控系统

点连式列控系统兼顾了点式和连续式列控系统的优点,是一种连续式和点式相结合的列控系统。车载设备从轨道电路提供实时的连续信息中得知前方轨道区段空闲数量、进出站信号开放状态等信息,再根据应答器信息提供的轨道区段长度、坡度和速度等线路数据,控制列车的运行。

二、根据控制模式分类

根据控制模式,可分为速度码阶梯控制方式和速度-距离模式曲线控制方式。

1. 速度码阶梯控制方式

速度码阶梯控制方式,在一个闭塞分区内只控制一个速度等级,即在一个闭塞分区中只按照一种速度判断列车是否超速。阶梯控制方式又可分为出口检查方式和入口检查方式。

2. 速度-距离模式曲线控制方式

速度-距离模式曲线是根据目标速度、线路参数、列车参数、制动性能等确定的反映列车允许速度与目标距离间关系的曲线。速度-距离模式曲线反映了列车在各点允许的速度值。列控系统根据速度-距离模式曲线实时给出列车当前的允许速度,当列车超过当前允许速度时,设备自动实施常用制动或紧急制动,保证列车能在停车地点前停车。

根据制动曲线的形状,速度-距离模式曲线控制方式可分为分段速度控制模式和连续速度控制模式。

(1)分段速度控制模式。分段速度控制模式是将闭塞分区按照制动性能最差的列车安全制动距离的要求,以一定的速度等级将其划分。一旦这种划分完成,每一列车无论其制动性能如何,其与前行列车的最小追踪距离只与其运行速度、区段划分有关。



(2)连续速度控制模式。连续速度控制模式采用根据目标距离、目标速度的方式确定目标距离-连续速度控制模式曲线,该方式不设定每个闭塞分区速度等级,采用一次制动。以前方列车用的闭塞分区或限速区段入口为目标点,向列车传送目标距离、目标速度等信息。

三、根据人机优先等级分类

根据人机关系,可分为设备制动优先方式和司机制动优先方式。

1. 设备制动优先方式

在设备制动优先方式下,车载设备通过自动触发不同等级的常用制动实现降速过程的自动速度控制;当列车速度低于缓解速度时,车载设备自动停止输出相应等级的常用制动命令,不必司机人工介入。

2. 司机制动优先方式

在司机制动优先方式下,司机负责操纵包括降速等环节在内的驾驶全过程;车载设备实施常用制动后,当列车速度低于缓解速度时,车载设备向司机提示允许缓解信息,司机按压缓解按键后,缓解常用制动。

第四节 CTCS-2 级列控系统技术准备

随着既有线提速、高速铁路的建设,列控系统在保证列车安全运行方面显得尤为重要。事实证明,在列车高速运行的条件下,地面信号难以辨认,没有装备列控车载设备的信号方式难以适应缩小的行车间隔。以地面自动闭塞为基础、列控车载信号为行车凭证的列车运行控制系统势在必行。适应既有线提速、高速线的建设需要,深入研究欧洲 ETCS 标准,结合中国铁路现状,建立适合中国国情的 CTCS 技术体系,已成为必然。既有线提速、客运专线和高速铁路建设,对信号技术的发展既提出了新的挑战,也提供了难得的发展机遇。

CTCS-2 级列控系统的技术体系是在中国铁路信号科研人员数年技术研究积累基础上确立的,具有良好的技术基础。

一、机车信号

(一)机车信号的前期发展

在列车运行中,由司机瞭望地面信号机显示,人工完成列车运行控制。地面信号机的显示,在线路上存在曲线、隧道等地形限制时,给司机瞭望带来一定的困难。特别是在雨雪、风沙、大雾迷茫等恶劣气候条件下,地面信号更是难以看清。另外,随着列车速度的不断提高,特别是高速列车的出现,显示距离约 1 km 的信号机很难使司机及时采取措施。如司机发现红色停车信号,即使立即紧急刹车,列车在巨大惯性的推动下,也会越过信号机。为了解决这个问题,研制了机车信号机,安装在机车司机室内,能显示和地面信号机同样的信号,从而保证行车安全,提高运行效率,改善司机的工作条件。

中国铁路采用的机车信号分为接近连续式和连续式两种。接近连续式多用于非自动闭塞区段。在进站信号机外方制动距离附近的固定地点设置发送设备,并从固定地点到进站