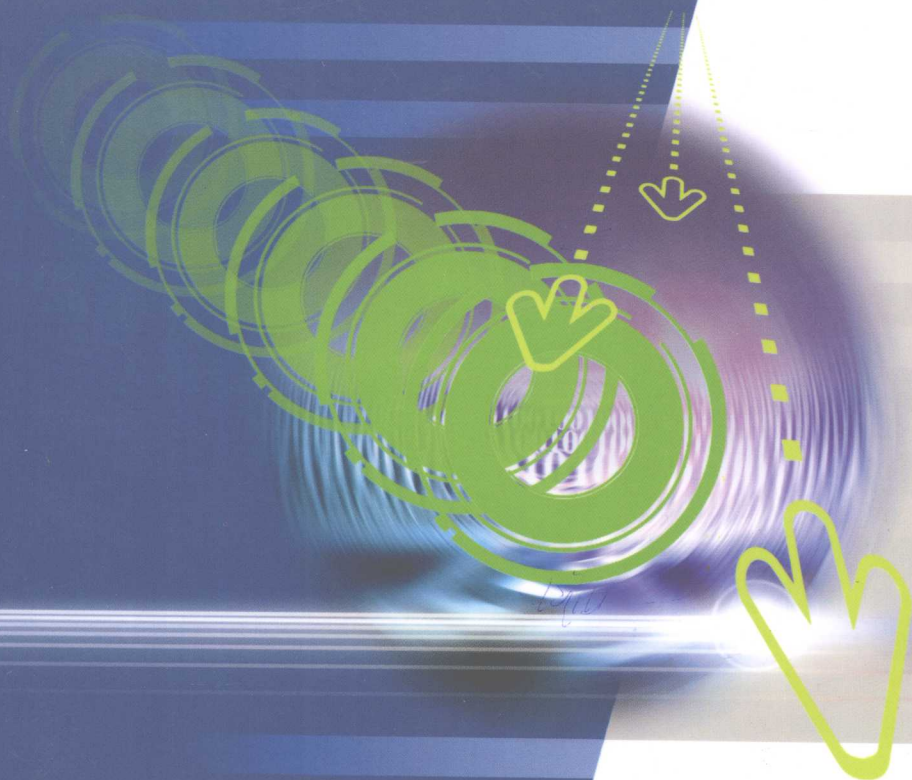


中国铁路车辆减速顶 调速系统设计优化

吴家豪 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国铁路车辆减速顶 调速系统设计优化

吴家豪 主编

中国铁道出版社

2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国铁路车辆减速顶调速系统设计优化/吴家豪主编.
北京:中国铁道出版社,2008.7
ISBN 978-7-113-08732-6

I. 中… II. 吴… III. ①铁路车辆-减速装置-最佳化-设计②铁路车辆-调速控制器-最佳化-设计 IV. U26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 094859 号

书 名:中国铁路车辆减速顶调速系统设计优化
作 者:吴家豪 主编

责任编辑:黄 燕
编辑助理:于 秀
封面设计:马 利
责任校对:孙 玫
责任印制:金洪泽 陆 宁

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)

网 址:www.tdpress.com

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

开 本:850mm×1168mm 1/32 印张:8.5 字数:220 千

书 号:ISBN 978-7-113-08732-6/U·2207

定 价:25.00 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,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)63549495 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187



前言

(一)

近 30 年来,在中国铁路编组站(含区段站、工业站、港湾站等铁路技术作业站)调车场,用于列车解、编调车作业调速的铁路车辆减速顶(含加速顶、停车顶)及其调速技术,已取得长足发展。它对中国铁路技术站调车作业实现现代化,以确保作业安全、增强改编能力、改善调车人员作业条件和提高经济效益,发挥了突出的作用,为中国铁路运输生产作出了重大贡献。目前,中国铁路车辆减速顶及其调速技术,不仅已在中国铁路技术站普遍采用,形成覆盖全国铁路调车站场的态势;而且已打入国际市场,在美国、俄罗斯、波兰、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦等国铁路站场应用,并受到英、德等国研制铁路车辆减速顶专家们的称道。据国内外权威人士评估,中国铁路车辆减速顶及其调速技术,不论设计理论(软件)和产品品种与质量(硬件),均已居国内外先进水平。

今时又欣逢中国铁路为适应国民经济和社会持续、高速、协调发展需求,已进入快速发展新阶段的难得机遇,通过全路运输生产力布局全面调整,将优化车流组织,集中路网调车作业,减少编组站数量,在此基础上依靠科技进步,提高全路改编能力、效率与效益,因而为中国铁路车辆减速顶及其调速技术进一步创新、推广应用,创造了有利的条件和广阔的市场。

面对令人鼓舞的形势,一方面,广大有关专业的科研、设计、施工、运营和维修人员,迫切需要有一本中国铁路车辆减速顶及其调速技术的书籍,以便学习、掌握、应用并进一步创新、拓展此项技术;另一方面,中国铁路车辆减速顶及其调速技术,已在中国铁路约 300 多处站场和外国铁路 10 多处站场,进行了科研、设计、施

工、运营和维修的实践,从而为编写此书提供了极其丰富的内容和奠定了非常厚实的基础。这说明编写此书不仅是形势发展的需要;而且编写条件已具备,编写时机已成熟。特别是2004年为中国铁路车辆减速顶诞生30周年,为隆重纪念和庆贺中国铁路车辆减速顶及其调速技术30年来取得的成就;为再接再厉迎接铁路快速发展赋予中国铁路车辆减速顶及其调速技术要为编组站扩能、提效、安全再立新功的历史使命,应尽心尽力写好此书。这就是我们撰写此书的目的和初衷。

(二)

关于本书的命名。

中国铁路车辆减速顶及其调速技术,始终是瞄准实现铁路车辆减速顶调速系统优化这一为铁路运输服务目标,不断开拓、创新而发展的。这30年来,由于铁道部、铁路局、站段领导的大力支持,参予研究、设计、施工、运营和维修科技人员的共同努力,为实现此一目标已取得很大成就。至今已获得科技专利、鉴定成果百余项,并得到国家和铁道部多次重奖。

由于中国铁路车辆减速顶调速系统要实现优化,关键性的第一步是实现系统“设计优化”,因而本书把实现铁路车辆减速顶调速系统设计优化作为命名的主体。

因为本书论述的中国铁路车辆减速顶调速系统设计优化具有中国的特色,大都由中国科技人员独创,中国已拥有此一技术领域丰富的知识产权。为宣传中国的此一科技成就,本书特冠上“中国”这一光辉的称号。

诚然,没有优质、先进、创新的中国铁路车辆减速顶及其调速技术,不可能有优化的减速顶调速系统。换言之,中国铁路车辆减速顶调速系统优化的决定性因素,是有优质、先进、创新和多品种、多功能的减速顶(含加速顶、停车顶),以及应用高新技术、理论联系实际、精益求精,适应各种运营需求的中国铁路车辆减速顶调速技术。因此,这本书应指明“中国铁路车辆减速顶”这一减速顶调

速系统设计优化的前提。同时,中国铁路车辆减速顶作为一种调速用的技术产品,经过 30 年不断改进和完善,不断开拓和创新,特别是通过中国改革开放近 30 年市场经济的锤炼,不仅已在中国国内市场;而且已在国际市场,均成为公认的“名牌产品”。所以,根据国内外市场竞争需要,也应该通过各种媒体、各种渠道,其中包括出版书籍,来广泛宣传、推销这一“名牌产品”。

为真诚感谢各级领导和国际友人对中国铁路车辆减速顶及其调速技术事业发展的大力支持,为深切怀念 30 年来参予研制中国铁路车辆减速顶及其调速技术广大科技人员同心同德、前赴后继、呕心沥血、奋发图强、战胜万难、勇于开拓、不断创新的坚强意志和宏伟的事业心,同时,为鼓励目前奋战在减速顶工程项目科研、设计、施工、运营和维修生产第一线的科技人员继往开来,以进一步开拓创新优化的中国铁路车辆减速顶及其调速技术,更好地为中国铁路快速发展作出新贡献,也应该写书为“中国铁路车辆减速顶调速系统设计优化呼唤、呐喊”和提供所需的信息和经验。故将此书命名为“中国铁路车辆减速顶调速系统设计优化”是我们的努力目标和众望所归。

(三)

本书共分六章十八节。第一章,主要阐述国内外铁路调车技术发展的历史和轨迹,并重点论述了中国铁路车辆减速顶及其调速技术发展 30 年(1974 年—2004 年)取得的主要业绩和成就;第二章,主要论述了中国铁路车辆减速顶(含普通减速顶、可控减速顶、加速顶、普通停车顶、可控停车顶等)的基本构造、动作原理、主要功能,以及各种制式的铁路车辆减速顶调速系统的构建、主要运营特征与适用范围;第三章,主要论述了驼峰解体作业全减速顶(含驼峰全顶和股道全顶)的调速原理,线路平面、纵断面、布顶设计优化方法和方案,并以艮山门编组站的驼峰全顶自动化调速系统和原广州北编组站的股道全顶自动化调速系统,作为设计优化的实例进行了诠释;第四章,主要论述了驼峰解体作业可控顶(含

可控减速顶、加速顶、停车顶)调速系统(含马鞍形驼峰、可控顶驼峰)创新设计意义和作业特征,以及系统的线路平面、纵断面、布顶设计优化的方法和方案,并以深圳北站马鞍形驼峰和沈阳站微机可控顶驼峰等全顶自动化调速系统作为设计优化实例示范;第五章,主要论述了驼峰解体作业车辆减速器与车辆减速顶结合的点连式调速系统(含驼峰点连式和股道点连式)的主要运营特征及其线路平面、纵断面、调速设备配置等设计优化的发展方向,并介绍了一些科技成果和提出了一些具体建议;第六章,主要论述了编尾编组作业全顶自动化调速系统(含箭翎线调车场和编尾平面调车)以及编尾全顶自动化停车系统的开拓创新意义,作业特征,以及线路平面、纵断面和布顶设计优化的方法和方案,并以石家庄编组站下行箭翎线调车场、兰州西编组站编尾平面调车全顶自动化调速系统,以及郑州北、三间房、兰州西、美国宾雪维尔等编组站编尾自动化停车系统,作为设计优化实例作了介绍。

(四)

本书第一、二章由吴家豪执笔,并担任本书主编,负责全书编纂;第三、五章主要由何华武编写;第四、六章主要由徐正利编写。在本书编写过程中,我们学习、应用、参考了仲崇本、曾祥荣、严良田、鞠家星以及哈尔滨铁路局减速顶调速系统研究中心,简称哈中心、铁路科学研究院运输及经济研究所(简称运经所)等单位很多专家和科技人员撰写的学术报告、论文等宝贵资料,特此表示衷心感谢!

由于受编者水平、时间的限制,本书存在的不当之处,谨请读者批评指正。

谢谢!

编 者

二〇〇八年五月

目 录

第一章 世界铁路调车技术发展概述.....	1
第一节 世界铁路调车设备发展回顾.....	1
第二节 世界铁路调车调速技术发展轨迹.....	6
第三节 中国铁路调车调速技术发展经历	21
第四节 中国 TDJ 铁路车辆减速顶及其调速技术发展 (1974 年—2004 年)的主要业绩和成就.....	31
第二章 中国铁路车辆减速顶、加速顶、停车顶及其调速 系统	51
第一节 减速顶、加速顶、停车顶的基本构造与性能	51
第二节 减速顶调速系统的构成与适用范围	63
第三节 减速顶调速系统综合技术经济评估	82
第三章 全减速顶自动化连续式调速系统设计优化	95
第一节 驼峰全减速顶自动化调速系统设计优化	95
第二节 股道全顶调速系统设计优化.....	152
第四章 可控顶(含可控减速顶、加速顶、停车顶) 自动化连续式调速系统设计优化.....	167
第一节 马鞍形驼峰可控顶调速系统设计优化.....	167
第二节 微机可控减速顶驼峰调速系统设计优化.....	183
第五章 减速器与减速顶(结合)点连式调速系统设计 优化.....	199
第一节 点连式调速系统设计概述.....	199
第二节 点连式调速系统减速器配置设计优化.....	203
第三节 点连式调速系统线路平面设计优化.....	208
第四节 点连式调速系统线路纵断面及布顶设计优化.....	216

第六章 编组和停车全顶自动化连续式调速系统设计

优化.....	225
第一节 箭翎线全顶自动化调速系统设计优化.....	225
第二节 编尾编组平面调车全顶自动化调速系统设计 优化.....	242
第三节 编尾全顶自动化停车系统设计优化.....	254

第一章

世界铁路调车技术发展概述

第一节 世界铁路调车设备发展回顾

一、铁路设置调车设备的必要性与重要性

铁路调车设备,是由调车线路(进行调车作业的场所)、调速设备(控制调车溜放车辆速度的工具)、调车机车(牵引和推送车辆调车的动力),和相配套的信号、通信(传递发布调车作业命令和信息的手段)等设施与设备组成的调车作业系统的简称。它的主要功能是:担当货物和旅客列车的编组、解体,以及货、客车辆的摘挂和取送等调车作业。

众所周知,自 1825 年英国建成世界第一条铁路投入运营后,为完成货物和旅客运输任务,就设置和使用调车设备,承担货物和旅客列车的编组和解体,以及货、客车辆的摘挂与取送等调车作业。因而,铁路的调车设备是完成货、客运输不可或缺的极其重要的铁路基础设施和设备。

铁路运输的实践证明,铁路调车设备的优劣(含现代化水平、先进性及其数量),不仅对调车作业的安全、效率、能力有决定性影响,而且对调车作业的设备投资、运营费用、劳动生产率等决定铁路运输经济效益有关的技术经济指标有重大的影响。特别是对铁路运输过程中频繁进行的货物列车解、编和货车摘挂、取送等调车作业的安全、效率、能力和经济效益的影响,更为突出和显著。根据铁路运营统计,在铁路货物运输的全过程中,几乎占 60%左右的时间,耗费在铁路编组站并或工业站、港湾站、区段站和货物站等待和进行调车作业。

所以,从宏观、广义、深层次地来观察和剖析,铁路运输企业设置编组站等技术作业场所,采用各种调速设备,使用调车机车,和利用配套的信号、通信等设施与设备,其主要目的是为了安全、高效进行和完成货物列车的解编和摘挂、取送调车作业。由此可见,铁路设置调车设备既是必须的,又是极其重要的。

二、世界铁路调车设备发展简史

回顾世界铁路调车设备的发展,大体经历了下列五个阶段:

1. 牵出线调车阶段(1825~1875年)

铁路自1825年在英国诞生后,直至1876年德国铁路建成世界第一个简易驼峰前这半个世纪期间,世界各国铁路主要采用平面牵出线和配套的:梯线形调车场、蒸汽调机、手扳道岔、手闸制动,和简陋的手信号及通信设施与设备组成的调车作业系统,完全利用调机的动力,和依靠人工操作的手扳道岔、手闸制动、手信号和手摇电话机,进行货物列车的解体和编组等调车作业。由于完成一列车的解体和编组调车作业,需要调机牵引和推送车辆、车组,在牵出线和调车场内往返多次进行调车作业;调车人员也需在牵出线和调车场来回奔跑办理扳道岔、拧手闸等各项技术作业。因而,不仅调车作业时间长、调车作业效率低、解体和编组能力小;而且调车人员劳动强度大、作业安全条件差,调车撞车和人身伤亡事故频频发生。所以不能适应和满足本发展阶段后期,由于客、货运量日益增长而引起的调车作业量随之增大的铁路运输需求。

2. 简易驼峰调车阶段(1876~1924年)

1876年,德国铁路为适应和满足货物列车改编调车作业增长的需要,在斯毕道夫(Spedof)编组站调车场的牵出线上,建成世界第一个简易驼峰,用于进行货物列车的调车作业。实践证明,在铁路牵出线与调车场结合部,修建一个形似骆驼峰背突起的“土堆”(后被命名为“调车驼峰”,简称“驼峰”),可将货车推上峰顶摘钩后,依赖和利用车辆自身的重力,自由溜往峰下调车场内的指定股道。实践证明,这种依赖利用车辆重力为主、调机推力为辅的调车

作业,只需调机将车列推上峰顶,边摘钩边溜放车辆,一次推峰解体车列,就可完成一车列解体调车作业,从而,既可大大提高解体车列的调车作业效率和能力;又可改善调车作业安全条件和减轻调车人员的劳动强度。这是世界铁路调车设备发展的第一次飞跃。于是,立即引起世界各国铁路的重视。首先是欧、美诸国铁路纷纷在各自编组站和区段站的调车场牵出线上修建简易驼峰。其中,英国铁路于 1881 年、美国铁路于 1883 年、法国铁路于 1888 年、俄国铁路于 1899 年,分别建成本国第一个简易驼峰。

在简易驼峰调车发展的半个世纪里,驼峰线路平、纵断面设计和建设逐步改进,驼峰峰前咽喉区的道岔也开始由就地操纵,改变为集中到信号楼中控制,信号和通信设备也相应改善。但车辆溜放的调速设备,仍以手闸为主,尚处于原始状态,十分落后。因而驼峰溜放车辆的速度较低,一般不高于 3 km/h ,故作业效率和能力不高,调车作业的安全条件得不到保障,调车人员的劳动强度较大。同时,货物列车的编组作业还处于比较落后的牵出线平面调车作业阶段。

3. 机械化驼峰调车阶段(1925~1947 年)

1924 年,美国铁路为进一步提高驼峰的解体作业效率和能力,在奇帕松(Gaparsong)编组站驼峰溜放部分,首次安装了用机械(钳夹式)控制车辆溜放速度的减速器(也称车辆缓行器),以替代人工拧手闸调速。从而较大地改善了峰前咽喉区车辆溜放间隔的控制,使峰顶溜放车辆的推送速度,由 3 km/h 提高到 5 km/h ,驼峰解体作业效率和作业能力就随之增加 $15\%\sim 20\%$ (注:据德国西门子公司声称,世界铁路第一台车辆减速器是德国在 1913 年首先研制成功的,比美国早 11 年)。接着,于 1925 年,德国铁路为改进驼峰峰前咽喉区车辆溜放进路控制,首次研制成峰前咽喉区道岔电气集中控制装置以替代手扳道岔,并与车辆减速器配套,在格姆堡(Gambog)编组站建成世界铁路第一个机械化驼峰。从而,使世界铁路的调车作业开始进入现代化驼峰发展阶段。在此后 20 多年中,全世界铁路先后建成的机械化驼峰有:美国铁路 55 处;前苏联铁路 39 处;原联邦德国铁路 34 处;法国铁路 17 处;英

国铁路 4 处;日本铁路 2 处等。

运营实践表明,机械化驼峰的作业效率与能力,虽较简易驼峰有较大地提高,但其车辆减速器和进路控制仍由人工操作,其可靠性与安全性缺乏应有保证;特别是调车场的“减速制动”和“目的制动”调速仍主要依靠手闸或试用铁鞋,不仅作业安全条件差和劳动强度大,而且溜放车辆安全连挂率低,调机下峰推车和编尾编组连挂推车作业时间长,因而,成为制约列车解、编能力提高和调车作业安全保障的主要问题。同时,此发展阶段调车场尾部列车编组设备仍停留在牵出线平面调车的落后状态,随着驼峰机械化解体能力的提高,调车场尾部的编组能力和现代化水平不能与之相协调,越来越成为制约编组站总改编能力和现代化水平提高的突出薄弱环节。

4. 自动化驼峰调车阶段(1948~1963 年)

20 世纪 40 年代以后,随着电子计算技术、现代数学和自动化控制理论的迅速发展,并广泛地在铁路运输领域内应用,为探索解决铁路机械化驼峰调车作业中存在的问题,以适应世界铁路货运量不断增长的货物列车改编作业需求,美国铁路于 1948 年在帕蒂北(Parte Northern)编组站,建成世界铁路第一个用模拟电子计算机控制车辆减速器,对溜放车辆调速的半自动化驼峰;接着,又于 1952 年在凯尔克(Kirk)编组站,建成世界铁路第一个用模拟电子计算机控制车辆减速器,对溜放车辆调速的自动化驼峰;不久,于 1956 年在奇脱威(Gateway)编组站建成世界铁路第一个完全摆脱人工操作,用数字电子计算机控制驼峰峰前咽喉区和调车场车辆减速器,对溜放车辆“间隔制动”、“减速制动”和“目的制动”实现自动化调速的现代自动化驼峰。从此,使世界铁路开始迈入自动化驼峰调车的新阶段,这是世界铁路调车设备发展的第二次飞跃。

由于采用自动化驼峰进行调车作业,不仅可使峰顶解体车列的推送速度由 5 km/h 提高到 7 km/h,从而使解体作业效率和能力随之进一步提高;而且,调车作业安全基本得到保障,现场无调车人员,调车作业的人员伤亡和撞车造成的调车重大、大事故可基本消除,既可使编组站的劳动生产率大大提高,又可使铁路运输企

业的运营费用大大减少,最终可获得明显的经济效益。因而受到世界各国铁路青睐,纷纷加速研究、设计、建设各自适用的自动化驼峰。仅 15 年左右的时间,至 20 世纪 60 年代中,世界各国铁路建成的自动化和半自动化驼峰,已达 150 余处,包括:自动化驼峰约 80 余处;半自动化驼峰约 70 余处。其中以美国铁路建设和发展自动化以及半自动化驼峰最快、最多,各有 53 处和 25 处;其次为法国铁路,各有 6 处和 16 处;英国、原联邦德国、前苏联等国铁路均约 10 处左右。同时,这些国家为使铁路自动化驼峰的头部(驼峰)的解体调车能力和尾部(编尾牵出线)编组调车能力相互匹配和协调,除增加编尾牵出线数量和逐步实现编尾咽喉区道岔电气集中操纵,并采用编尾调机无线调度外,还修建设有自动化驼峰的辅助调车场,以提高编尾的列车编组调车作业的效率和能力。特别是日本铁路于 20 世纪 60 年代中首先研制成的箭翎线编组调车设备在郡山编组站投入运营,不仅使编组作业效率和能力提高 2~4 倍以上;而且,使列车编组调车作业的安全条件得到基本保证,调车人员大大减少,编组调车作业的劳动生产率也随之成倍提高,基本上实现了自动化驼峰调车场的“头解”、“尾编”的能力和设设备现代化水平相互匹配和协调,从而使编组站总改编能力和设备现代化水平有较大幅度的增强和提高。

5. 编组站作业综合自动化阶段(自 1964 年开始,至今还在继续发展中)

在驼峰解体调车溜放车辆速度实现全过程(含驼峰溜放部分的间隔制动和驼峰调车场部分的目的制动)调速自动化后,美、欧、亚诸技术先进国家的铁路自动化驼峰,又逐步研制实现驼峰解体调车的溜放车辆进路(道岔)控制自动化和调机推送(车列解体)速度控制自动化的设施与设备(以上可简称为“三自”),并开始研制驼峰解体调车的提钩摘车自动化的设施与设备。随着铁路货物列车解体调车作业采用自动化驼峰实现“三自”自动化,以及列车编组调车作业采用自动化驼峰辅助调车场和箭翎线编组设备实现列车编组自动化,铁路编组站的货物列车改编调车作业的效率 and 能

力有较大幅度的提高。在此种铁路调车生产力大大提高的条件下,迫切要求为进行和完成列车解体和编组调车作业组织、调度指挥的编组站作业信息管理工作,其中包括:列车解体和编组调车作业必需的调车作业计划(简称“钩计划”)的货车信息采集、钩计划编制和传输(有关作业指挥、调度 and 操作部门与工作人员之间),以及全站编制实时列车解体和编组调车作业钩计划依据的车站日、班与阶段作业计划编制的信息采集、具体操作和自动传输,尽快提高信息处理的质量和功效与之相适应。为此,1964年,美国铁路在1956年建成的奇特威编组站自动化驼峰基础上,应用大型数字计算机和配套的软硬件,将其扩建成既能实现列车解体和编组调车作业控制自动化;又能实现全站调车作业信息管理自动化的世界铁路第一个综合自动化编组站,从而拉开了全世界各国铁路建设发展实现货物列车改编调车作业综合自动化编组站的帷幕。此后,随电子计算机的小型化、微机化和存储、操作功能的飞跃发展,美国铁路在短短的10多年时间内,至1976年又建成24处综合自动化编组站;加、德、英、法诸国铁路也加速研制和建设各自适用的综合自动化编组站;日本铁路在1964年建成东海道新干线高速客运专线后,充分利用和借鉴国内外铁路已研制和开发的新技术新设备成果,后来居上(较欧洲诸国铁路),至20世纪70年代末,已建成武藏野等6处综合自动化编组站。至20世纪终,全世界铁路已建成的综合自动化编组站约100余处(其中,不包括中国铁路已建成的综合自动化编组站,和日本铁路于20世纪80年代运输体制改革后已全部拆除的综合自动化编组站)。

第二节 世界铁路调车调速技术发展轨迹

一、铁路调车调速技术的内涵和主要研究内容

铁路调车作业的调速技术,由铁路调车作业的调速软件和硬件两部分技术和设备组成。前者主要包括铁路调车作业的调速原理、方式、方法、方案,和标准、规定、规范等属于软技术范畴的内

容;后者主要包括铁路调车作业的调速线路、设备、控制、动力等属于硬设备范畴的内容。两者紧密结合,相辅相成,构成铁路调车调速技术的整体。

铁路调车调速技术应研究、解决的主要问题是:

1. 调速设备的研制——根据调速的要求,世界各国已研制成的调速设备有:减速器、减速顶、加速顶、停车顶、钢索牵引小车、直线电机加减速小车、螺旋加减速器等。

2. 调速制式的选优——根据各自调车作业运营条件,世界各国铁路“各取所需”选用不同的调速制式,有点式调速、连续式调速、点连式调速等:

(1)点式调速——在驼峰峰前咽喉区车辆溜放线路上,并或在调车场股道上,相隔较长距离,设置一个或几个固定的调速设备调速点,对通过的车辆进行“点式”的调速。“点式调速”也被形象地称为“打靶式调速”,即通过一个点的调速,调控前方一定距离范围内的车辆溜放速度变化。

(2)连续式调速——在驼峰峰前咽喉区车辆溜放线路上和调车场股道上,连续布设调速设备,对通过的车辆进行接力的连续式调速。

(3)点连式调速——在驼峰峰前咽喉区车辆溜放线路上并或调车场股道入口地段,采用点式调速,以及在调车场股道的车辆连挂区与停车区,采用连续式调速,使点式调速和连续式调速两者紧密结合的调速方式。

3. 调速控制的现代化——世界各国铁路根据各自具体的技术经济条件和调车运营需要,在不同的发展阶段,对不同的调速设备,采用人工操作、半自动化控制、自动化控制的方法、方式、方案,和计算机实时控制系统的建立及其软硬件设备与设施的配套等。

4. 调速功能的确定与实施——世界各国铁路针对驼峰调车的不同地段,确定调速设备应实现的调速功能为:间隔制动、减速制动、目的制动等,以及为实施这些调速功能选用的调速设备和配套设施:

(1) 间隔制动——在驼峰峰前咽喉区车辆溜放线路上设置调速设备,调控前后续溜车辆通过各分路道岔和线路警冲标分路时的安全溜放间隔,称为间隔制动。

(2) 减速制动——在驼峰峰前咽喉区与调车场结合部的调车线入口地段设置调速设备,调控车辆溜放由高速(一般超过 4.0 m/s 及以上)降为低速(车辆安全连挂速度 1.4 m/s 及以下),称为减速制动。

(3) 目的制动——在调车场股道车辆连挂区和停车区设置调速设备,调控溜放车辆以低于 1.4 m/s 速度与股道内停留车安全连挂,或停妥在调车场尾部线路警冲标内方(或规定的停车点内方),称为目的制动。

5. 调速系统的构建、创新与设计优化——如根据列车解体和编组调车不同的调车运营要求,依据不同运营条件和设计参数,世界各国铁路因地制宜构建各种适用的调速系统,并不断创新和进行设计优化,在确保系统运营安全、效率、能力的基础上,力求节省工程投资、用地面积、员工数量、运营费用,以达到经济效益最大化的目标。

世界各国铁路调车作业的运营实践证明,调车调速技术最终决定列车改编作业的安全、效率、能力和效益,因而各国铁路运输企业和科研、设计部门极其重视本国铁路调车调速技术的发展。同时,各国铁路调车调速技术的发展史表明,由于各国铁路调车的运营条件和需求不尽相同,因而,各国铁路攻克调速技术的难关和进程有较大差异,不能“张冠李戴”任意套用。特别是“目的制动”的调速技术,这是各国铁路实现调车作业现代化和自动化的核心和关键,所以,各国铁路为探索、研究、设计、制造适用的“目的制动”调速技术和设备,付出的精力较大,花的时间较长,增加的投入也较多。但一旦获得成功,其对调车安全、效率、能力、效益的贡献最大。

二、世界铁路调车调速技术发展的历程

1. 当铁路调车作业还处于牵出线和简易驼峰调车发展阶段,世界各国铁路进行调车作业,基本上都利用车辆自身的手闸作为