

文章编号: 1674—8247(2021)02—0023—04
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2021.02.004

高速铁路发展现状及趋势研究

谢 毅 肖 杰

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:高速铁路自诞生以来,以其安全可靠、舒适便捷、绿色环保以及灵活高效的优势备受世界交通运输的青睐。近年来,随着时代发展和科技进步,以新能源、新材料、新设备为代表的新技术不断推动高速铁路取得突破性进展。本文从技术装备、线路建设、更高速度高速铁路技术的推广应用等方面,介绍了日本、德国、法国以及中国 4 个国家高速铁路的发展现状,分析了高速铁路的发展趋势。总体上来看,高速铁路在外部科技推动和自身需求驱动的双重作用下,呈现出向更高速度、应用场景多样化、更低成本、更加绿色高效以及多制式协同发展的新趋势。

关键词:高速铁路;发展现状;更高速度;货运动车组;低成本;多制式

中图分类号:U238

文献标志码:A

Research on High-speed Railway Development Status and Trend

XIE Yi XIAO Jie

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Since the birth of high-speed railway, it has been favored by the global transportation industry with the advantages of safety, reliability, comfort, convenience, environmental protection, flexibility and high efficiency. In recent years, with the development of the times and the progress of science and technology, the new technologies represented by new energy, new materials and new equipment have been continuously facilitating the breakthrough of high-speed railway. This paper introduces the current development status of high-speed railway in Japan, Germany, France and China from four aspects of technical equipment, track construction, and popularization and application of higher-speed high-speed railway technology, and analyzes the development trend of high-speed railway. In general, driven by the external development of science and technology and self-demands, high-speed railway presents a new trend of higher speed, diversified application scenarios, lower cost, greener and more efficient, and multi-system coordinated development.

Key words: high-speed railway; current development status; higher speed; freight EMU; low cost; multi-system

高速铁路自 1964 年面世以来,以高速、安全、便捷的优势受到了全世界的广泛关注,掀起了多次建设热潮,其蓬勃发展的势头,至今方兴未艾^[1]。当下全球各国间的高速铁路竞赛愈加激烈,共 20 多个国家和地区正在修建和规划修建高速铁路,总运营里程超过

6 万 km,最高商业运营速度达 350 km/h。其中,日、法、德、美、英纷纷投入到更高标准、更高质量以及智能化、数字化的高速铁路关键技术的研发之中,欧盟提出的以市场为导向的 shift2Rail 科技创新项目、德国铁路推出的铁路 4.0 发展规划、法国国家铁路公司提出的

收稿日期:2021-03-01

作者简介:谢毅(1975-),男,教授级高级工程师。

基金项目:中铁二院工程集团有限责任公司科技发展计划项目(KSNQ202051)

引文格式:谢毅,肖杰.高速铁路发展现状及趋势研究[J].高速铁路技术,2021,12(2):23-26.

XIE Yi, XIAO Jie. Research on High-speed Railway Development Status and Trend[J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(2):23-26.

数字化法铁项目以及英国提出的数字时代下铁路发展蓝图等^[2],都旨在提高和巩固本国高速铁路产品及服务在国际市场中的领导地位。面对竞争剧烈的国际市场,中国提出加快建设交通强国,将进一步推动400 km/h级高速铁路关键技术、600 km/h级高速磁悬浮系统技术储备等重大科技研发,为引领世界高速铁路发展奠定坚实的技术支撑。

1 世界高速铁路发展现状

高速铁路规划建设必须以高客流密度和高度发达的经济作为支撑,才能承受其昂贵的建设、运营及维护成本,这也使得世界上最先进的高速铁路技术诞生并得以大规模发展在人口、城市密集以及社会经济发达的日本、法国、德国以及中国。本文分别从技术装备、线路建设、更高速度高速铁路技术的推广应用等方面来介绍这4个国家高速铁路的发展现状。

1.1 日本

日本高速铁路走独立发展之路,以成熟、稳定的新干线技术著称,目前开通的线路总里程约3 443 km(运营中3 041 km,施工中402 km),全球排名第3(截至2020年2月),最高运营速度320 km/h。日本运营的高速列车种类多达11种,是世界上列车种类最多的国家,全部采用动力分散型,使得列车总功率不再受机车功率限制,同时缓解了列车高速运行对轨道的冲击破坏。在更高速度高速铁路发展方面,日本基于自身技术积累的优势,在不对既有线进行过多特殊处理的基础上开展了大量高速列车试验,从WIN350的350.4 km/h的Star21的425 km/h,再到300X的443 km/h^[3],均创造了当时世界高速列车最高试验速度的纪录。另一方面,日本早在1962年就开始推进超导磁悬浮高速铁路技术的研究工作,以MLX01、L0等为代表的多款磁悬浮列车,目前已达到了准商业运营标准。

1.2 法国

法国高速铁路以不断创造最高速度世界记录而领跑全球,从1955年的331 km/h到1990年的515.3 km/h,再到2007年的574.8 km/h,法国TGV列车多次刷新了当时世界轮轨的极限速度,并保持世界最高试验速度574.8 km/h至今^[4]。目前法国有6条高速铁路线路,总运营里程2 734 km,居全球第4(截至2020年2月),最高运营速度320 km/h。TGV列车技术别具一格,采用动力集中方式,相较于世界广泛应用的动力分散技术,该方式具有维护成本低、车厢内振动噪声较小等优势,已被韩国和西班牙引进,用于满足本国高速铁路建设初期的发展需求。

1.3 德国

德国的高速铁路技术以城际特快列车ICE闻名全球。目前,德国高速铁路运营总里程1 718 km(运营中1 571 km,施工中147 km)(截至2020年2月),位居世界第5,已初步建设成网,最高运营速度320 km/h。德国高速铁路发展从1988年研发成功的ICE-V试验列车起步,其创造了当时406 km/h的世界高速铁路最高速度记录,标志着德国新型铁路发展迈向新阶段。此后,在ICE-V的基础上,通过不断改进设计,逐步形成了以ICE1、ICE2、ICE3为代表的ICE家族。常导高速磁悬浮技术一直是德国高速铁路除轮轨系统外的另一个重要研究方向,以TR08磁悬浮列车为代表,其设计运营速度达到505 km/h,目前已有商业化应用经验。

1.4 中国

自2004年起,中国高速铁路风雨兼程近17年,通过引进、消化、吸收再创新到自主创新,取得了举世瞩目的成绩,中国高速铁路已成为闪亮的国家名片,总体水平处于世界领先行列。目前,中国“四纵四横”高速铁路网已经建成,“八纵八横”高速铁路网加密初步成型,50万人口以上的城市中有接近90%已开通高速铁路^[5-8],总运营里程达3.79万 km,最高运营速度350 km/h,均居世界第一。中国高速铁路不断在更高速度领域进行探索、研究,2010年CRH380AL高速动车组在京沪铁路上创造了486.1 km/h的最高试验速度,2014年超速试验车CIT500实现了605 km/h的轮轨试验台试验速度,2016年在郑徐铁路上实现了明线420 km/h的动车组交会和明洞380 km/h的动车组交会。此外,中国对超导磁浮、常导磁浮、电动磁浮等多种制式的高速磁悬浮均有深入研究,且已建成西南交大低真空管道(隧道)超高速磁浮试验线,积极在高速磁悬浮领域进行技术储备。

2 高速铁路发展趋势

当前,科学技术不断推动高速铁路技术实现突破性发展,世界政治、经济、科技、文化等方方面面也影响着高速铁路的演变,创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念深入人心,人类出行、货物运输需求迭代升级,使得高速铁路呈现出以下明显的发展趋势。

2.1 高速铁路运营速度将进一步提升

随着科学技术日新月异的发展,交通高速化的趋势愈加明显。为构建便捷顺畅、经济高效的交通网,实现国际国内互联互通、国内主要城市立体畅达,高速化已经成为全球现代交通发展的重要目标之一。各国对于速度的竞争已日趋白热化,中国更是率先提出了推

进“全国123出行交通圈”建设的整体构想。

(1) 轮轨高速铁路方面

俄罗斯莫斯科—喀山高速铁路于2015年正式启动设计工作,最高运营速度400 km/h;英国于2020年9月开工建设的高铁2号线时速达402.3 km,预计2033年全线投入运营;日本公开的新一代车辆“ALFA-X”最高时速为360 km,正在东北新干线进行2次/周的行驶试验,并于2020年12月完成了360 km/h速度等级的5G通信试验;中国全力推进实施CR450科技创新工程,启动了400 km/h高速列车的研制及相关线路建设工作。此外,中国正在逐步启动实施高速铁路达速、提速等工作。

(2) 高速磁悬浮方面

日本东京品川—名古屋低温超导磁悬浮高速铁路于2014年正式动工,为世界上首条最高速度超过500 km/h高速铁路,山梨磁悬浮试验线“L0系”列车实现了603 km/h的最高载人运行速度;美国制造的超级高铁开始测试,时速最高有望达1 200 km;中国广深、海南、昆楚大等多个项目均已开展预可行研究,最高运行速度可达600 km/h;西南交大真空管道磁悬浮环形试验线进一步验证了人类创造更高速度交通工具的可行性。

2.2 高速货运动车组为铁路货运注入新活力

进入新时代,面对日益增长的高价值、小批量、强时效的货物运输需求,在运输能力有富余的高速铁路线路,依托高速铁路动车组开展高速铁路快运业务,是解决日益增长的物流需求、促进高速铁路更好服务经济社会发展的重要举措。法国铁路公司和法国邮政于1984年联合推出了法国高速铁路快运业务,主要运输巴黎—里昂、巴黎—英国伦敦沿线的高附加值快捷货物^[9],实现了快捷货物朝发夕至的运输需求。2012年,中国广州铁路集团有限公司依托客运列车推出高速铁路快运业务,包括高速动检车和图定动车组两种方式。莫斯科—喀山高速铁路专门开展了高速动车运输轻快货物的专项设计工作。

实现高速铁路快运高效经济可靠的发展,一是要加强货运动车组快速装卸辅助装备、专用地板、大开度装载门系统、智能监管系统等研究,研发专用高速货运动车组,满足货物运输需要;二是要推进高速铁路车站相关快递专用处理场所、运输通道、装卸设施以及重大枢纽城市专用高速铁路货站的建设,实现邮件快件集中安检、集中上车,以提升运输效率;三是要利用信息手段实现快件运输过程透明化,实时更新跟踪数据,实现信息共享,确保快件安全送达。此外,还要借鉴国外快运业务发展经验,关注沿线货物运量、定价标准以

及运营模式等关键问题,避免出现类似法国快运业务初期遭遇的窘境(法国曾因沿线快捷货物运量不足,快运业务盈利创收无法弥补列车购买、维修和运营等成本,造成TGV快运列车一度停运)。

2.3 高速铁路将更加注重高质量、高效益发展

受高速铁路建设投资大、回收周期长等的限制,全球大多数高速铁路线路都处于亏损状态。我国作为世界上高速铁路成网规模最大、客流密度最高的国家之一,目前也仅有数条高速铁路线路盈利,且均分布在经济最具活力、人口最为密集的长三角经济带。近年来,节约、集约发展受到高度重视,低成本、高效益、可持续发展趋势日渐显著,全球在修建高速铁路时,均十分注重建设运营成本、沿线客流支撑、盈利预期、土地占用、能源消耗等综合效益,不再一味单方面追求速度的提升和规模的扩张。

中国提出高速铁路将告别早期大规模、粗放式的发展模式,通过融资模式、项目定位、规划设计、施工建设、运营维护等环节的精细化管理,进一步提高高速铁路的发展质量,逐步实现高速铁路建设由规模速度型向质量效益型转变。在铁路规划建设方面,中国后续将进一步明确项目实施需满足财务平衡的基本要求,同时规定不同铁路建设需满足的客流密度、城市规模、路网功能等条件,避免盲目、重复建设。在运营方面,中国基于高速铁路已有的优势,不断升级服务品牌和服务内容,通过为旅客提供高品质、多层次、个性化、联程服务,开行卧铺高速铁路列车,打造“江海小城之旅”和“熊猫专列”等一系列独特的“高铁+旅游”产品,进一步扩大高速铁路的市场竞争力。

2.4 高速铁路向更智能方向发展

高速铁路技术的进步越来越依赖科技发展,呈现出明显的智能化趋势。中国立足于智能铁路总体框架布局,利用BIM、大数据、5G通信等新兴技术,打造了智能京张、智能京雄等精品工程,实现了运行故障自诊断、自动驾驶、智能引导、生物特征自动识别等功能^[10]。在全球互联网、人工智能快速发展的新形势下,世界主要国家将利用新技术赋能高速铁路基础设施发展,实现信息化与建设管理、装备制造、运营监测的深度融合,加强既有铁路基础设施提质升级,提高设施利用效率和服务水平,持续推进高速铁路智能化向纵深发展。

2.5 高速铁路向更安全、更绿色方向发展

安全是高速铁路运输最基本的要求,高标准、全过程、稳定可控的安全运营是高速铁路永恒追求的目标之一。为确保高速铁路安全运行万无一失,中国将持续完善高速铁路系统安全保障体系,针对突发事件构

建精准应急体系,全方位提高高速铁路运输系统RAMS水平^[11]。在基础设施方面,推广使用新材料、新技术、新工艺,提高基础设施质量和使用寿命,注重预防性养护、维护,及时消除安全隐患,形成集安全技术、安全管理和安全预防于一体的保障体系。

绿色一直是高速铁路可持续发展的内在要求。近年来,中国将绿色发展理念贯穿到高速铁路发展的全过程,广泛采用先进高效的绿色节能技术,努力建设与自然资源承载力相匹配、与铁路沿线生态环境相协调的绿色高速铁路。在明确的“减碳”目标下,中国进一步提出了对不同线性基础设施的廊道进行整合,打造以铁路为主的国家综合立体交通网,进一步扩大绿色环保效应。

2.6 高速铁路迈向多制式发展新时代

磁悬浮高速铁路可解决轮轨铁路存在的黏着力不足、蛇形失稳、高速受流等问题,具有更高的提速潜力,近年来成为世界500 km/h以上高速铁路的研究热点。

高速磁悬浮以日本的超导磁悬浮和德国的常导磁悬浮制式为代表,其中常导磁悬浮制式在我国上海磁悬浮专线得到应用,最高运营速度430 km/h,具备良好的工程化和产业化应用前景。磁悬浮高速铁路在速度方面优于轮轨铁路,但具有车内噪音大、与既有路网不兼容、道岔结构复杂等缺陷,在轮轨运营速度可达到的范围内不具备竞争优势,其速度优势范围主要集中在最高轮轨速度与航空运输速度之间的空白区,即500~800 km/h之间。

在磁悬浮技术基础上,进一步构建真空运行环境用以减少空气阻力和噪声,形成低真空管道+磁悬浮技术,在1 000 km/h以上速度区间具有竞争优势,有望成为未来洲际陆地交通运输工具的发展方向,美国、中国等正在推动研究的“超级高铁”,设想最高运营速度可达4 000 km/h,届时北京与华盛顿将被纳入2 h交通圈,轻松实现数小时环游世界的梦想。

3 结束语

相比于其他交通方式,高速铁路在快速化、低碳化、集约化等方面具有突出的经济技术优势,有力地契合了现代经济社会的发展理念,经过50多年的发展,成效显著,建设项目遍布世界各地。当下,全球各国在激烈的竞争中砥砺前行,呈现出更高速度、更高标准、更高质量以及多制式协同发展的方向。铁路运输是各国国民经济的支柱性产业,支撑着一个密切关联的全球经济社会,面对深刻变化的内外部环境以及铁路所自带的复杂属性,其未来的发展任重道远!

参考文献:

- [1] 金三友. 中国高铁对我国及世界的深刻影响[J]. 理论学习与探索, 2011(2): 74-76.
JIN Sanyou. The Profound Influence of Chinese High-speed Railway to China and the World [J]. Theory Studying and Exploration, 2011(2): 74-76.
- [2] 王镠莹, 温宏宇. 铁路新技术发展趋势研究及对我国的建议[J]. 中国铁路, 2020(1): 59-64.
WANG Liuying, WEN Hongyu. Research on the Development Trend of New Railway Technology and Suggestions to China [J]. China Railway, 2020(1): 59-64.
- [3] 黄振晖, 王贵国, 蒋大旺, 等. 国内外高速试验列车综述[J]. 中国铁路, 2013(4): 100-105.
HUANG Zhenhui, WANG Guiguo, JIANG Dawang, et al. Overview of High-speed Test Trains at Home and Abroad [J]. Chinese Railways, 2013(4): 100-105.
- [4] Yoshihiro Akiyama, 宋文伟. 全球高速铁路50年发展回顾与展望[J]. 国外铁道车辆, 2015, 52(6): 1-7.
Yoshihiro Akiyama, Song Wenwei. Review of the 50-Year Development of High-speed Railway in the World and Corresponding Forecast [J]. Foreign Rolling Stock, 2015, 52(6): 1-7.
- [5] 黄玲. 轨道交通行业发展综述[J]. 中国基础科学, 2018, 20(6): 61-64.
HUANG Ling. Review of Rail Transit Industry Development [J]. China Basic Science, 2018, 20(6): 61-64.
- [6] 卢春房. 中国高速铁路的技术特点[J]. 科技导报, 2015, 33(18): 13-19.
LU Chunfang. Highlights of China High Speed Railway [J]. Science & Technology Review, 2015, 33(18): 13-19.
- [7] 谢毅, 寇峻瑜, 姜梅, 等. 中国铁路发展概况与技术展望[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(1): 11-16.
XIE Yi, KOU Junyu, JIANG Mei, et al. Development and Technical Prospect of China Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(1): 11-16.
- [8] 梁晓红, 刘倩, 谭克虎, 等. 法国高速铁路快运发展研究及启示[J]. 铁道货运, 2017, 35(4): 45-49.
LIANG Xiaohong, LIU Qian, TAN Kehu, et al. Research and Revelation of High-speed Railway Express Development in France [J]. Railway Freight Transport, 2017, 35(4): 45-49.
- [9] 乔珂, 杜会谦, 赵鹏, 等. 高速货运动车组关键技术研究[J]. 综合运输, 2018, 40(12): 88-92.
QIAO Ke, DU Huiqian, ZHAO Peng, et al. Key Technology of High-speed Freight EMU Train [J]. China Transportation Review, 2018, 40(12): 88-92.
- [10] 王同军. 智能铁路总体架构与发展展望[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27(7): 1-8.
WANG Tongjun. Overall Framework and Development Prospect of Intelligent Railway [J]. Railway Computer Application, 2018, 27(7): 1-8.
- [11] 卢春房, 王德. 中国高铁安全运营技术体系与保障措施[J]. 中国安全科学学报, 2019, 29(8): 1-9.
LU Chunfang, WANG De. Technology System and Guarantee Measures for Safety Operation of high-speed railway in China [J]. China Safety Science Journal, 2019, 29(8): 1-9.