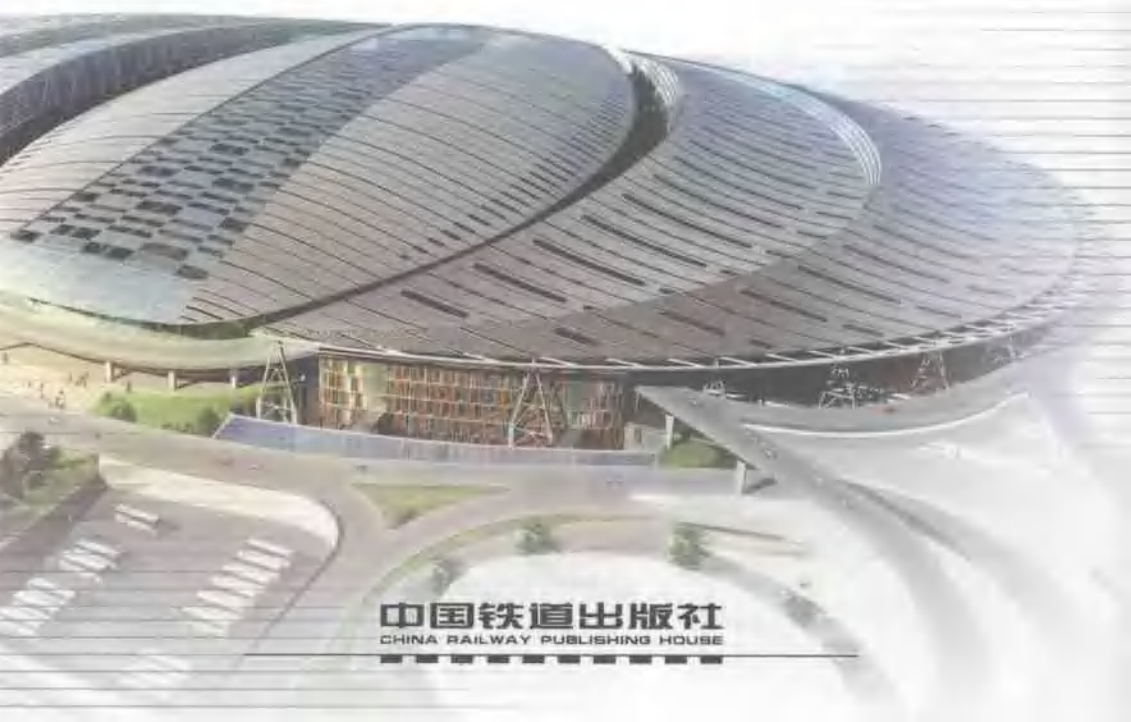


铁路工程技术

TIELUGONGCHENGJISHULUNJI

何华武

论集



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路工程技术论集

何 华 武

中 国 铁 道 出 版 社

2007 年 • 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

铁路工程技术论集/何华武著. —北京: 中国铁道出版社, 2007.9
ISBN 978-7-113-07615-3

I. 铁… II. 何… III. 铁路工程—文集 IV. U2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 030913 号

书 名: 铁路工程技术论集

作 者: 何华武

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)

责任编辑: 赵 静 全 伟 编辑部电话: (市电) 010-51873183 (路电) 021-73133

封面设计: 陈东山

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

开 本: 705mm×1000mm 1/16 印张: 31.25 插页: 5 字数: 457 千

版 本: 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1—5000 册

书 号: ISBN 978-7-113-07615-3/U·2028

定 价: 96.00 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, 请与本社发行部调换。

联系电话: (市电) 010-63545969 (路电) 021-73169

网址: <http://www.tdpress.com>

前 言

改革开放以来,国民经济持续快速健康发展,中国铁路也发生了翻天覆地的变化,取得了巨大成就。截至2006年底,中国铁路营业里程发展到7.7万km,列世界第三,居亚洲第一;2006年全年完成货物发送量28.8亿t,货物运输周转量21 954.46亿t·km,旅客发送量12.56亿人次,旅客运输周转量6 622.12亿人·km;用占世界铁路6%的营业里程,完成了占世界铁路约25%的换算周转量,运输效率为世界第一。这期间,铁路科技创新、工程技术进步取得了累累硕果,为中国铁路的改革发展提供了强有力的技术支持。

建设发达的铁路网,必然使铁路线路延展、密度加大。中国铁路建设广泛应用系统论原理、专家决策系统、计算机模拟技术,把建设项目放到路网中统筹研究,着力使线路在路网上定位准确、标准适宜、远近结合;枢纽在路网上分工明确、布局合理、规模适度;点线能力协调匹配,固定设施与移动设备配套完善,以实现路网整体运输能力的最大化,提高投资效益和运输质量。

在前五次大面积提速调图的基础上,学习借鉴发达国家铁路既有线提速的成功经验,立足自主创新,实施开行以200 km/h等级动车组为标志的第六次大面积提速调图。围绕关键技术难题,开展了50多项科研攻关,攻克了线路平纵断面关键参数、路基基床稳定性评价与加固措施、路桥过渡段处置、桥梁安全性评估与加固、隧道及站场改建方案、开行双层集装箱班列等技术难题;研究开发了新型提速道岔、60 kg/m百米长定尺钢轨、轨道状态控制及养修方法、CTCS-2列车运行自动控制系统,分散自律调度集中系统(CTC),双层集装箱接触网技术条件和自动过分相等一系列技术;拥有自主知识产权,并成功应用到胶济、浙赣等线路提速改造工程中。经四次重大综合试验及长达38 830 km的实车牵引试验,全面验证了技术的先进性和安全可靠。200 km/h等级线路延展里程达

6 003 km(含 800 余公里 250 km/h 路段),相当于欧洲九国同等级铁路的总规模;代表性路段济南至青岛旅行时间由 3.5 h 缩短到 2.5 h,上海至长沙旅行时间由 15 h 缩短至 7.5 h;主要干线列车最小追踪间隔 5 min,开行数量超过 140 对,经济与社会效益十分显著;具有中国特色的既有线 200 km/h 等级提速技术达到世界先进水平。

针对青藏铁路特殊环境,组织攻克多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱“三大难题”,取得重大成果,高原多年冻土建设施工技术已跻身国际先进行列。青藏铁路胜利通车并安全平稳运营,创造了世界铁路建设史上的一大奇迹。

客运专线(高速铁路)的建设取得阶段性成果,路基工后沉降、桥梁设计与施工、无砟轨道、高速钢轨、道岔、扣件等关键技术取得重大突破,站后系统集成取得重大进展,客运专线(高速铁路)建设正在快速、平稳推进。经过几年建设,由工程技术人员自主研发的时速 250~350 km 的京哈、京广、京沪、陇海等客运专线(高速铁路)将全线贯通,形成客运专线、城际铁路、既有线提速相配套的快速客运网,提供具有世界先进水平的安全、经济、快捷的客运服务。

大秦铁路是我国第一条单元电气化重载运煤专线,通过既有线路的适度改造,采用先进的 LOCOTROL、GSM-R 技术,解决了牵引机车同步操控;通过创新运输组织,开行了 1 万 t 及 2 万 t 重载列车,2006 年年输送量突破 2.5 亿 t,并向更高的目标奋进,创造了世界重载运输的奇迹。

跨海铁路轮渡是集铁路、港口、船舶、航运等多行业、多领域的庞大的系统工程。中国铁路继粤海轮渡之后,在烟大轮渡工程上取得重大突破。通过对成套综合技术的研究,采用了先进的电力推进系统、“1 对 5”船桥连接、“两跨一坡段”栈桥自动控制升降系统等关键技术,处于世界同行业先进水平。

通过引进、消化、吸收、再创新,使我国铁路的机车、车辆工业实现了质的飞跃,中国制造的 200 km/h 及以上动车组,将用于第六次大面积提速调图,并为开发 300 km/h 动车组搭建了技术平台。中国制造的大功率交流传动电力机车采用了交流传动、微机控制和轮盘制动等多项先进、成熟、可靠

的新技术,使中国铁路机车车辆装备制造水平与国外的差距大为缩小。

信息化建设快速推进,到 2006 年底,全路 5006 个车站,5 万余公里线路完成了列车调度指挥系统(TDCS)建设,在胶济、青藏等线建成新一代分散自律调度集中系统(CTC)。客票系统、货运计划系统、货运大客户管理信息系统等进一步完善,财务管理、车号自动识别、车站客运服务、统计、行包、特货等信息系统全面投入应用,提高了运输组织水平和客货服务质量;铁路建设项目管理信息系统的推广应用,促进了铁路建设管理水平的提高;全面推进 GSM-R 系统的建设,为运输调度指挥、列车控制、运营管理系统提供移动语音、数据和图像传输通道。

这一系列的重大突破,为许多国家的同行所钦羨。这一切成绩的取得,归功于铁道部党组贯彻落实科学发展观及自主创新的方针,归功于全体科技人员辛勤努力和无私奉献。作为参与者,乃至部分项目的策划和主持者,我感到十分自豪,深切地感受到创新是民族进步的灵魂,是国家发达的动力,是中国铁路发展的源泉。

从事铁路工程技术工作 20 多年来,有幸见证了我国铁路事业的发展,见证了我国铁路科技的进步。工作之中,潜心思考,积累了一些经验、心得。现将发表的部分论文、总结和研究报告汇编成书,按照内容分为两篇——系统技术篇和专项技术篇。此书付梓之时,已近 4 月,铁路第六次大面积提速即将开始。本人不揣固陋,特将思考所得呈献给读者,就教于方家,以冀有助于铁路建设事业。

回首 20 多年工作经历,感慨颇多。如果说,我在铁路工程科技中做了一些工作,取得了一点成绩,那么这些工作和成绩离不开铁路各级组织的帮助以及各位同志的支持,在此一并表示感谢!

谨以此书献给为创新中国铁路工程技术而奋斗的全体人员!

何华武
丁亥年初

目 录

系统技术篇

中国铁路既有线 200 km/h 等级提速技术体系	3
第六次大面积提速调图技术成功与挑战	36
中国铁路既有线提速固定设施技术创新	50
开拓创新 建设发达的中国铁路网	78
落实科学发展观 更新铁路建设理念	87
建设世界一流客运专线 谱写我国铁路发展新篇章	98
借鉴国外高速铁路经验 创新中国高速铁路技术	147
中国高速铁路系统设计	156
增强自主创新能力 促进铁路跨越式发展	205
精心做好客运专线勘察设计工作	211
中国铁路集装箱运输的发展	216
抓住机遇 奋勇拼搏 全面推进铁路信息化建设	227
加快铁路建设项目管理信息系统推进	234
加强铁路信息化建设和信息系统安全防范	244

专项技术篇

既有线提速 200 km/h 平纵断面技术标准研究与验证	253
论时速大于 200 km 铁路精密工程测量技术	267
我国客运专线应大力发展无砟轨道	273
路基地段双块式无砟轨道计算理论与实践	284
时速 250 km 级 18 号道岔设计理论与试验研究	295

客运专线路基工程建设	308
中国铁路隧道建设技术的发展	312
西班牙、意大利高速铁路隧道与列控系统技术	330
努力做好郑西铁路客运专线大断面黄土隧道设计、施工	342
ZPW-2000 谐振式轨道电路与无砟轨道的适应性研究	346
国外铁路动车组运用检修概况及我国铁路动车段 规划布局	359
国外铁路轮渡概况及我国铁路轮渡设计建议	397
京秦沈客运通道对相关线路的影响与对策	406
减速器-减速顶点连式调速系统驼峰调车场 主要设计条件的合理选择	412
全减速顶驼峰的减速顶临界速度误差允许范围探讨	431
编组场尾部调车区电气集中站场设计问题的探讨	439
应用运筹学技术系统优化土石方调配设计	448

附 录

China's High-speed Railway in Rapid Development	459
Development of ballastless Track Technology on China Railways	476

系统技术篇

中国铁路既有线 200 km/h 等级 提速技术体系*

(二〇〇六年九月二十九日)

1 既有线 200 km/h 等级提速是国情路情的迫切需要

速度是现代交通运输方式赖以生存和发展的基本条件之一,也是衡量交通运输质量的一项重要技术指标。我国铁路通过五次大提速,有力地推动了铁路技术装备和客货运产品的升级,提高了铁路运输能力和运输质量,增强了市场竞争力,取得了良好的经济和社会效益。

为落实科学发展观和满足构建和谐社会的时代要求,适应我国经济年均增长速度保持在 7% 以上、城市化率提高到 60% 的发展需要,进一步缓解铁路运输“瓶颈”制约,实施既有线提速到 200 km/h 等级,以开行动车组为标志的第六次大面积提速调图十分必要,非常迫切。

1.1 既有线 200 km/h 等级提速意义重大

1.1.1 是经济社会发展和人民群众的迫切需要

在跨过人均 GDP1000 美元台阶后,生产结构、产业结构、产品结构、消费结构将发生明显变化,商务活动和社会活动效率进一步提高,城际间、城乡间的物流、人流、信息流进一步加强,城乡差别、工农差别进一步缩小,这些都对交通运输业不断提出了新的要求。既有线 200 km/h 等级提速,铁路在安全、舒适、快捷、方便,大运力、轻污染方面的优势进一步发挥,更好地为经济和社会发展提供支持,为人民群众出行提供更好服务。

1.1.2 是构建铁路快速客运网的重大举措

根据《中长期铁路网规划》,已开工十多条铁路客运专线,并且正快

* 本文系作者在胶济线 200 km/h 等级提速改造现场大会的技术报告。

速、有序、高效地推进。但受客观因素限制,客运专线只能分线、分段建设,难以很快达到路网规模效益。因此,将一些客流量较大,线路条件较好并与客运专线相衔接的既有线提速至 200 km/h 等级,能够达到投资省、见效快的效果,可以尽快适应当前旅客运输的需要,同时又可与逐步建成的客运专线连网实施跨线运行,最大限度方便人民群众出行,发挥路网规模效应,实现效益最大化。

1.1.3 是跨入世界铁路既有线提速先进行列的需要

世界发达国家在新建高速铁路过程中,充分利用和发挥既有线潜力,减少投资,对既有线进行了必要的提速改造,将旅客列车速度提高到 200 km/h 等级,以延长高速列车的通达里程,实现旅客运输快速化和高速化,满足运输市场需要。

法国先后建成东南线、地中海线、北方线、大西洋线等高速铁路,长度 1 576 km,同时对衔接技术条件较好的既有线提速改造,TGV 高速列车通达里程已达到 5 900 余公里(参看图 1)。

德国铁路先后建成科隆至法兰克福线等高速铁路 917 km,最高运行速度 300 km/h。同时,对既有线进行了大量的提速改造。目前,高速列车通达里程达到 6 300 余公里,而且实现了既有线提速后客货共线,货车最高运行速度 160 km/h(参看图 2)。

欧洲各国都十分重视高速铁路发展过程中对既有线的提速改造。早在 1992 年,于布鲁塞尔召开的欧洲高速铁路会议即确定了欧洲高速铁路远期(2020 年)发展总体规划,明确了欧洲大陆将新建 10 000 km 高速铁路,同时既有线提速改造 15 000 km,构成泛欧铁路快速网。

我国既有线 200 km/h 等级提速,将跨入世界铁路既有线提速先进行列。

1.1.4 是提高铁路运输市场竞争力的重要手段

尽管我国铁路既有线列车最高速度达到 160 km/h,铁路运输效率世界最高(以占世界铁路 6% 的营业里程完成了世界铁路 1/4 的运输量,2006 年,创造了旅客周转量 6 622 亿人·km 世界第一,货物发送量 28.8 亿 t 世界第一,换算周转量 28 576 亿 t·km 世界第一,运输密度每公里



图1 法国铁路高速线和提速线路

3 677万 t·km 世界第一),但是,人均不到 5.9 cm 的中国铁路,运营里程 7.7 万 km,提供席位仅 242 万多个,仍远滞后于经济社会发展。

从上几个五年计划统计分析资料看,全社会客运量、旅客周转量均持续大幅增长,然而铁路的市场份额却因运力抑制下降,表明大运力、绿色交通铁路的发展速度落后了,迫切需要又好又快地进行既有线提速和新



图2 德国新建高速铁路和提速线路

线建设。国际经验和国内研究表明,铁路把停站时间和不能门到门运输可能造成的时间损失计算在内,旅客列车提速到 200 km/h 等级,将在市场竞争中占据主导地位。

可以预见,通过既有线提速和客运专线建设,构建覆盖我国主要城市的快速客运网络,形成以北京、上海、郑州、武汉、广州、西安、成都为中心,

这些中心城市与邻近省会城市一至两小时交通圈、与周边城市半小时至一小时的交通圈,辐射我国 70% 的 50 万以上人口城市,并进一步提高服务质量,满足人们快速便捷出行的要求,铁路的吸引力和竞争力更强,社会效益和经济效益将更加显著。

1.2 既有线 200 km/h 等级提速可行合理

既有线 200 km/h 等级提速定位很高,在客货列车共线运行、十分繁忙的干线上进一步提高速度、密度、重量,达到或超过世界同类铁路先进水平,在固定设施、移动装备、列控系统、信息技术、维修管理等方面面临许多新课题的严峻挑战,有的还是世界铁路难题。因此,必须充分研究,论证其可行性。

2004 年,铁道部主持完成了《中国铁路既有线 200 km/h 等级提速技术经济分析》、《中国铁路既有线 200 km/h 等级提速技术经济分析深化研究》。经反复论证得出:将符合条件的既有线经过一定技术改造或结合电化技改,增建二线等工程,有计划、有步骤地提速到 200 km/h 等级技术是可行的,经济是合理的,安全是有保障的。

1.2.1 技术上可行

经过五次大面积提速、长期试验研究和技术创新,以及京秦和广深线技术改造,我国铁路已初步具有 200 km/h 等级既有线提速改造的技术储备。通过全面系统试验研究,线桥设备的动力作用、轮轨关系、列车穿越隧道气动力作用、运输组织模式、列车运行控制系统、牵引供电系统、开行双层集装箱列车导高 6.33 m 铁路的弓网受流质量、养护维修技术,制定提速改造技术条件、标准,严格执行,能够解决 200 km/h 等级提速的关键技术,保证项目顺利实施。

国内首次批量生产的 200 km/h 等级动车组及运用整备、检修设施将按期投入运用。为与旅客列车速度相匹配,减小客、货列车速差,货物列车速度需提高到 100~120 km/h。新开发提速货车及既有货车更换提速转向架,将能满足既有线 200 km/h 等级提速需求。移动装备产品的升级换代快速、高效推进,对既有线 200 km/h 等级提速工程提供了可靠的技术支撑。

1.2.2 经济上合理

旅客列车和货物列车分别提速,可压缩列车追踪间隔时间;区间运行时分减少,高等级旅客列车增多,有利于组织列车群发。这些因素综合起来,明显提高了线路通过能力。

在对 GDP 贡献方面,货物在途时间节省、旅客旅行时间节省、外部环境成本节省以及推迟、缓建其他交通项目所产生的经济与社会效益是非常明显的。

无论是从铁路自身经营效益方面看,还是从国民经济效益方面看,既有线实施 200 km/h 等级提速在经济上都是合理的。

1.2.3 安全上可控

确保提速改造路基、桥涵、隧道、轨道、通号、电牵等工程质量,装备先进、成熟、可靠的移动设备,采用列车超速防护系统和行车安全综合监测系统,监测、整治与维修好设备,为提速提供安全保障手段;在此基础上完善《铁路技术管理规程》、《铁路行车管理规则》、《铁路线路维修规则》、《车站行车工作细则》等规章制度,则安全是可控的和有保障的。

2 既有线 200 km/h 等级提速技术体系

2.1 系统目标及主要子系统关系

既有线 200 km/h 等级提速系统目标:客货列车共线运行,旅客列车最高运行速度 200~250 km/h,货物列车最高运行速度 100~120 km/h,动车组列车最小追踪间隔 5 min,牵引质量 5 000 t 级或 25 t 轴重双层集装箱货物列车。

系统目标超越了前五次大提速的常速范围,是质的飞跃,在向世界铁路既有线提速领先水平冲刺。系统规模庞大,技术复杂。各子系统间既自成体系,又相互关联,既有硬件接口、又有软件联系,对整体性、系统性和集成度要求非常高。

中国铁路既有线 200 km/h 等级提速主要系统构成见图 3。

为确保铁路 200 km/h 等级提速技术的完整性和各子系统之间紧密衔接,必须按系统工程施作,加强系统设计、参数匹配、接口协调(例如

图 4 所示为动车组与其他各子系统主要技术接口)、联调联试、牵引试验,做好系统集成,坚持改造工程技术先进、成熟、经济、适用、可靠,坚持“以人为本”,贯彻“强本简末”,充分利用既有设备,保证列车运行安全和旅客乘坐舒适,同时减少维修和延长设备的使用寿命,实现系统最优目标。

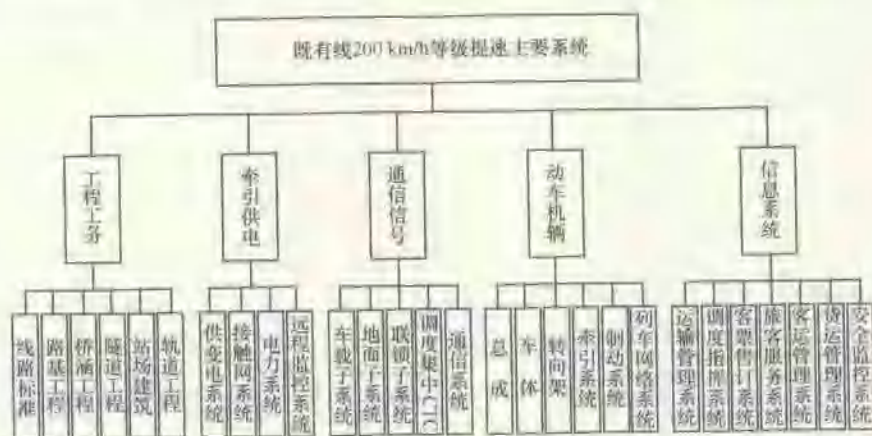


图 3 中国铁路既有线 200 km/h 等级提速主要系统构成

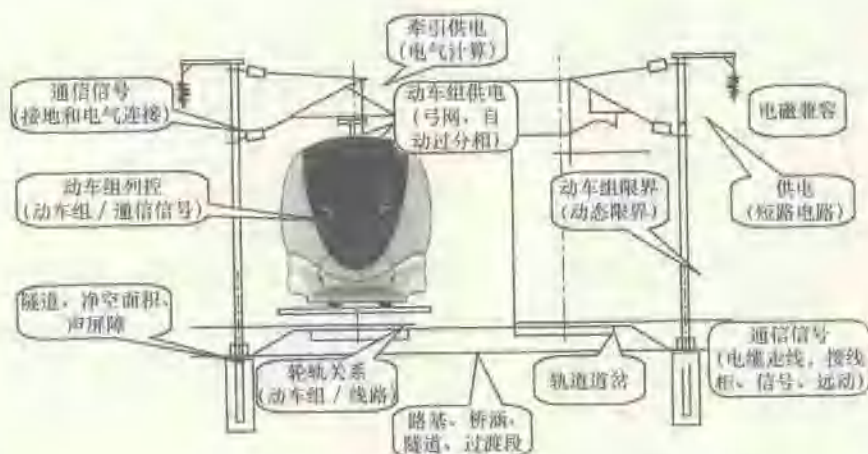


图 4 动车组与其他各子系统主要技术接口