

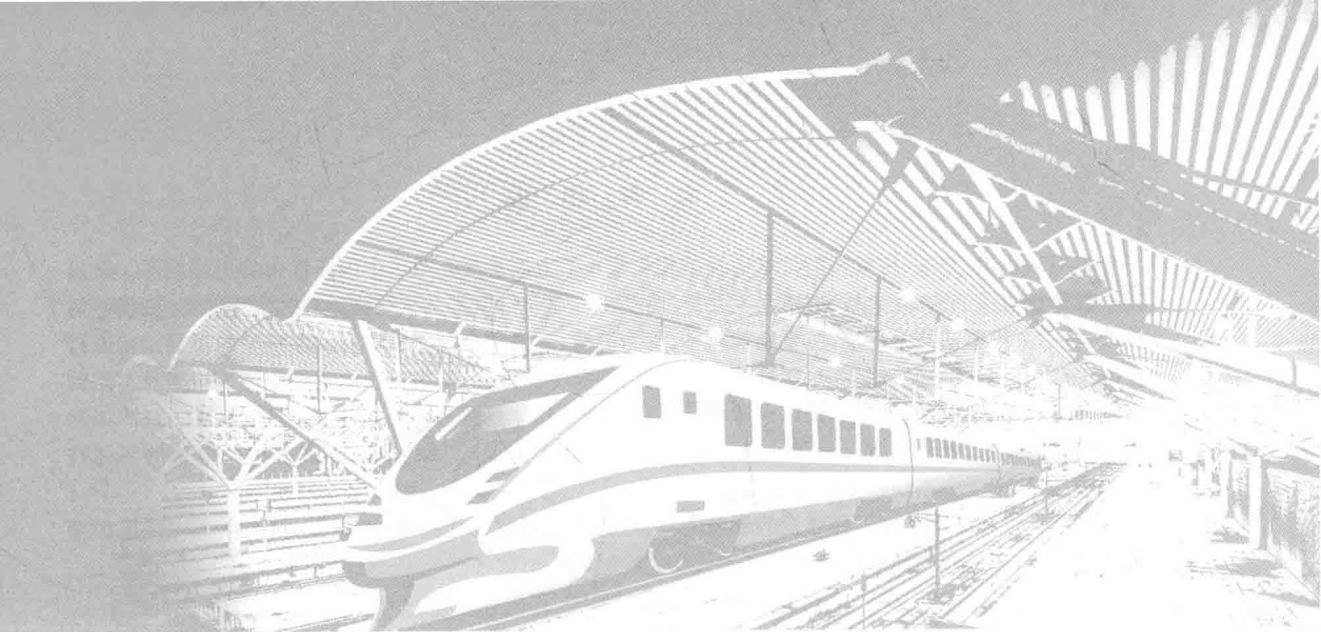
范建国 王东元 主编

CIVIL ENGINEERING
IN CHINA'S HIGH-SPEED RAILWAY

中国高铁土建技术



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



**CIVIL ENGINEERING
IN CHINA'S HIGH-SPEED RAILWAY**

中国高铁土建技术

主编: 范建国 王东元
参编: 陈 嵘 徐井芒 苏 谦 黄俊杰
 蔺鹏臻 申玉生 刘延滨



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书从轨道、路基、桥梁、隧道、站房及工程实践6个方面系统介绍了中国高铁中的土建技术。轨道技术篇涵盖轨道结构、无缝线路、道岔及扣件;路基工程篇包括路基基床结构、填料、沉降控制、检测评估技术;桥梁工程篇从技术标准、主要结构体系、动力分析、养护维修等方面对高铁系统中的桥梁结构进行介绍;隧道工程篇论述气动效应、缓冲结构、衬砌结构及养护维修;站房工程篇重点叙述了站房及车站的规划、设计与施工技术;最后一篇以京津城际铁路为例介绍中国高铁的工程实践,着重论述了京津城际运用的关键技术、做法及有关成果。从适合当初时速几十公里的“绿皮车”到现在风驰电掣的高速铁路,全方位体现了中国高铁土建技术的进步。

本书可作为高速铁路工程建设的参考资料,为从事该领域工作的设计、施工、科研技术人员提供专业性的参考,亦可作为高校铁道工程及相关专业师生的实用教材。

图书在版编目(CIP)数据

中国高铁土建技术 / 范建国, 王东元主编. — 北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2019. 4

ISBN 978-7-114-15118-7

I. ①中… II. ①范… ②王… III. ①高速铁路—土
木工程 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 253275 号

书 名: 中国高铁土建技术

著 作 者: 范建国 王东元

责任编辑: 杜 琛 张 晓

责任校对: 刘 芹

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京印匠彩色印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 33

字 数: 747 千

版 次: 2019年4月 第1版

印 次: 2019年4月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15118-7

定 价: 99.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

编委介绍



陈嵘 工学博士,教授,西南交通大学博士生导师,主要从事高速、重载及城市轨道交通工程与动力学的教学和研究工作。主持国家或省(部)级课题近20项,出版学术专著2部,译著2部,发表论文100余篇,获得各种专利18项、软件著作权3项。获教育部科技进步一等奖、四川省优秀博士学位论文、中国铁道学会科学技术奖特等奖项,并获詹天佑铁道科学技术奖青年奖等省部级以上科技成果奖励7项。

徐井芒 工学博士,讲师,西南交通大学硕士生导师,近年来致力于高速、重载、城市轨道交通轨道结构与轨道动力学,以及轮轨滚动接触行为及损伤机理研究,主持、参与国家自然科学基金青年基金、中国博士后科学基金、中央高校科技创新项目等科研项目。获得中国铁道学会科技进步奖一等奖、二等奖等,获国家发明和实用新型专利10余项,发表论文30余篇。



苏谦 工学博士,教授,西南交通大学博士生导师,主要从事高速铁路、公路路基工程方面的研究和教学。主持国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金项目、中国铁路总公司科技研究开发计划课题等课题。曾荣获国家科技进步特等奖、国家技术发明奖二等奖、教育部科技进步奖二等奖等国家级、省部级科技奖10余项。获批专利20余项,发表论文100余篇,出版专著1部,教改论文近10篇,出版教材3本。

黄俊杰 工学博士,讲师,西南交通大学硕士生导师,主要从事铁路、公路路基工程方面的科研与教学工作。中国土工合成材料工程协会和国际土工合成材料学会中国委员会会员,主持和参与了国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金等10余项科研项目,获得教育部科学技术进步奖二等奖、中国铁道学会铁道科技奖特等奖等奖项。在国际和国内期刊上发表论文20余篇,获批专利5项。





蔺鹏臻 工学博士,兰州交通大学博士生导师,甘肃省首批“飞天学者”特聘教授,主要从事桥梁结构设计理论与施工技术领域的教学和科研工作。主持、参与国家基金重大专项、国家自然科学基金、中国博士后科学基金面上项目等项目。获詹天佑铁道科学技术奖(青年奖)、茅以升科学技术奖(铁道科学技术奖)、甘肃省高校青年教师成才奖、甘肃省杰出青年基金、甘肃省科技进步二等奖等10余项。发表学术论文100余篇,主编和参编专著各两部。

申玉生 工学博士,副教授,西南交通大学博士生导师,主要从事隧道与地下工程方面的教学与科研工作。中国土木工程学会隧道及地下工程分会建设管理与青年工作委员会学术委员、地下铁道专业委员会学术委员。主持、参与国家级、省部级和重大工程技术科研课题30余项。获中国铁道学会科学技术一等奖、二等奖,中国铁道建筑总公司科学技术一等奖等奖项。在国内外期刊发表学术论文60余篇,授权专利10项,教材与著作6部,任多家中外学术期刊审稿人。



刘廷滨 工学博士,副教授,兰州交通大学硕士生导师,主要从事工程结构病害诊治、混凝土结构耐久性、砌体结构加固改造等教学与科研工作。主持参与国家自然科学基金项目1项、甘肃省科技厅自然科学基金2项、甘肃省建设厅科技计划项目3项,发表论文20余篇。

前 言

2016 年国家发展和改革委员会、交通运输部、中国铁路总公司联合印发了《中长期铁路网规划》，规划到 2020 年，铁路网规模达到 15 万 km，其中高速铁路网 3 万 km，覆盖 80% 以上的大城市；到 2025 年，铁路网规模达到 17.5 万 km 左右，其中高速铁路 3.8 万 km 左右；展望到 2030 年，基本实现内外互联互通、区际多路畅通、省会高铁连通、地市快速通达、县城基本覆盖。

截至 2017 年年底，中国铁路运营里程已达 12.7 万 km，其中高速铁路通车里程 2.5 万 km，全国铁路复线率和电气化率分别超过 50% 和 60%， “八纵八横” 高速铁路网正在加快建设。从时速几十公里的“绿皮车”到时速 300km、350km 的和谐号、复兴号动车组列车，从普铁、快铁到高铁，现在中国高铁已经成为中国走出去的一张靓丽名片。

2018 年是中国首条时速 350km 高速铁路——京津城际铁路建成通车 10 周年的日子，从 2005 年开始建设以来，中国高铁从无到有，从弱到强，走出了一条原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新的道路。作为中国高速铁路的代表——京沪高速铁路的试验线，通过京津城际铁路的建设运营，初步形成了中国高速铁路技术标准体系，为大规模高速铁路建设运营起到了非常重要的示范和引领作用，中国高速铁路标准体系日益完善。

本书作者多年来从事高速铁路的设计研究工作，完成了多项中国高铁土建技术的科研攻关，对中国高速铁路建设特别是土建部分有较为深入的理解。先后直接负责、参与设计、咨询、建设的高速铁路工程项目中既有京津城际铁路，又有首条高寒铁路哈大铁路客运专线；既有山区高铁京沈铁路客运专线，又有平原地区高铁石郑客运专线（武广客运专线组成部分）。本书从轨道、桥梁、路基、隧道、站房以及工程实践 6 个部分，总结中国高铁体系中的土建技术并能够用以工程借鉴。轨道技术，介绍了轨道结构（包括无砟轨道和有砟轨道结构）、区间和岔区无缝线路、道岔、扣件。路基工程，介绍了路基基床结构、填料、沉降控制、检测评估技术。桥梁工程，从技术标准、主要结构体系、动力分析、养护维修方面进行了介绍。隧道工程，论述了气动效应、缓冲结构、衬砌结构及养护维修。以上 4 个部分基本涵盖了中国高铁体系中的土木工程技术，从当初时速几十千米的“绿皮车”到现在风驰电掣的高速铁路，反映了中国土木工程技术的进步。站房工程，最能体现人文精神、美学和实用价值，是旅客或个人体验最直接相关的设施，该部分重点论述了站房及

车站的规划、设计以及施工技术。最后一部分京津城际铁路工程实践,以京津城际铁路为例,着重介绍了其关键技术、做法及有关成果。

本书的读者对象为交通系统的土木工程技术人员、高等院校土木类专业高年级学生和研究生。通过本书的学习,读者能够了解中国高铁土建工程的基本内容和基本知识。本书也可作为工程技术人员进行工程实践的参考书目。

本书由范建国教授级高级工程师和王东元教授主编,系统统筹、编写并完善、审核全部内容。西南交通大学陈嵘教授、苏谦教授、徐井芒博士、黄俊杰博士、兰州交通大学蔺鹏臻教授、西南交通大学申玉生副教授、兰州交通大学刘廷滨副教授编写了相关章节。

在本书的编写过程中,借鉴了京津城际铁路的设计、研究及建造成果,感谢京津城际铁路有限责任公司、铁道第三勘察设计院集团有限公司(现名中国铁路设计集团有限公司)等建设、设计、施工、运营单位领导及同仁的支持与帮助;西南交通大学王迅老师、邵康博士、硕士生韩莹,兰州交通大学的部分教师以及人民交通出版社股份有限公司编辑们在编著过程中也给予了重要的帮助,本书编著者在此一并致谢。

范建国 王东元

2018年8月30日于天津空港

目 录

第一篇 轨道技术

第一章 无砟轨道结构	3
第一节 高速铁路无砟轨道技术发展及应用	3
第二节 无砟轨道设计理论和方法	5
第三节 高速铁路无砟轨道结构及技术要求	10
第四节 高速铁路无砟轨道建造技术	32
第二章 有砟轨道结构	40
第一节 有砟轨道技术发展与应用	40
第二节 高速铁路有砟轨道主要技术要求	42
第三节 高速铁路有砟—无砟轨道过渡段	45
第四节 高速铁路有砟轨道施工技术	48
第三章 跨区间无缝线路	50
第一节 高速铁路无缝线路技术发展及应用	50
第二节 我国高速铁路无缝线路技术特点	53
第三节 桥上无缝线路	54
第四节 岔区无缝线路	60
第五节 跨区间无缝线路施工技术	66
第四章 钢轨	71
第一节 高速铁路对钢轨的要求	71
第二节 高速铁路钢轨断面	72
第三节 钢轨定尺长度	72
第四节 高速铁路钢轨材质	73
第五节 高速铁路钢轨的主要技术指标	76
第六节 高速道岔尖轨和翼轨用轨	77
第七节 钢轨焊接	78

第五章 高速道岔	83
第一节 高速道岔技术要求与特点	83
第二节 高速道岔概况及平面线形	87
第三节 高速道岔设计理论	92
第四节 高速道岔结构和技术特点	93
第五节 高速道岔制造技术	104
第六节 高速道岔运输和铺设技术	107
第六章 扣件系统	114
第一节 主要性能	114
第二节 技术发展与应用	115
第三节 结构特征及设计参数	118
本篇参考文献	121

第二篇 路基工程

第一章 高速铁路路基技术特点和面临的问题	127
第一节 高速铁路路基技术特点	127
第二节 高速铁路路基面临主要问题	129
第二章 路基设计荷载与基床结构	132
第一节 路基静动荷载特征	132
第二节 路基基床结构	135
第三节 路基本体结构	141
第三章 高速铁路路基填料及压实质量检测技术	144
第一节 概述	144
第二节 填料基本要求	144
第三节 填料分类与路基结构各部位填料要求	146
第四节 填料适应性与改良	152
第五节 改良土填料设计	156
第六节 路基压实质量检测技术	160
第四章 高速铁路路基沉降控制技术	163
第一节 概述	163
第二节 路基工后沉降控制标准	163
第三节 路基沉降计算方法与预测	167

第四节 地基处理·····	183
第五章 高速铁路路基状态监测与评估技术·····	188
第一节 概述·····	188
第二节 现场原位监测·····	189
第三节 路基监测系统·····	191
第四节 地基沉降评估·····	200
本篇参考文献·····	202

第三篇 桥梁工程

第一章 中国高速铁路桥梁的技术概况·····	205
第一节 高速铁路桥梁特点·····	205
第二节 中国高速铁路桥梁的建设理念·····	207
第三节 中国高速铁路桥梁关键技术·····	209
第二章 高速铁路桥梁技术标准·····	214
第一节 设计荷载·····	214
第二节 限值标准·····	218
第三节 桥面布置·····	221
第三章 高速铁路桥梁的主要结构体系·····	224
第一节 高速铁路简支梁桥·····	224
第二节 高速铁路连续梁桥·····	231
第三节 高速铁路拱桥·····	246
第四节 高速铁路斜拉桥·····	260
第四章 高速铁路桥梁的动力分析·····	267
第一节 高速铁路桥梁的车-桥耦合振动分析·····	267
第二节 多动力作用下高速铁路轨道-桥梁结构体系动力学·····	273
第三节 基于线桥一体化模型的高速铁路桥梁地震反应分析·····	276
第五章 高速铁路桥梁的养护维修·····	281
第一节 高速铁路桥梁的运管体制·····	281
第二节 高速铁路桥梁的养护技术标准·····	287
第三节 高速铁路桥梁的保养与维修制度·····	292
本篇参考文献·····	296

第四篇 隧道工程

第一章 高速铁路隧道气动效应	301
第一节 压缩波和微压波的产生	301
第二节 车隧气动效应研究方法	304
第三节 气动效应对乘客的影响——列车舒适度标准	307
第四节 高速铁路限界	311
第五节 高速铁路隧道净空有效面积	320
第二章 高速铁路隧道缓冲结构设计	329
第一节 缓解空气动力效应的工程措施	329
第二节 缓冲结构物设计的影响因素	333
第三节 缓冲结构的设计应用	340
第三章 高速铁路隧道衬砌结构养护维修	346
第一节 隧道衬砌结构养护维修现状	346
第二节 隧道衬砌结构物的劣化现象和原因	347
第三节 高速铁路隧道状态检测	352
第四节 隧道衬砌结构状态评估	356
第五节 隧道衬砌结构养护维修对策设计	358
本篇参考文献	365

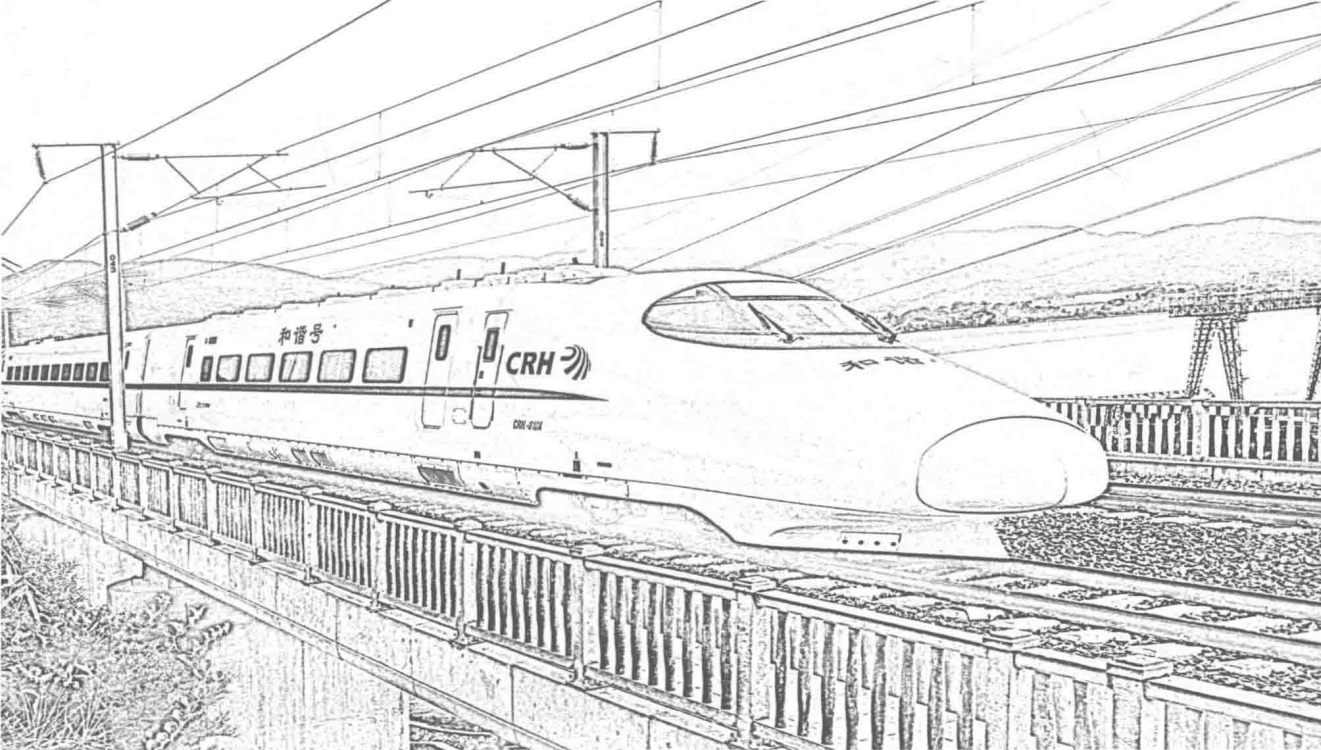
第五篇 站房工程

第一章 铁路客站发展概况	369
第一节 欧美铁路客站的发展历程	369
第二节 日本铁路客站的发展历程	373
第三节 中国铁路客站的发展历程	376
第四节 铁路客站建设新趋势	381
第二章 铁路客站的规划与设计	386
第一节 铁路客站的规划	386
第二节 铁路客站的总平面设计	395
第三节 铁路客站的建筑设计	400
第四节 铁路客站的结构设计	407
第五节 铁路客站的绿色环保	420

第三章 高铁客站施工关键技术	429
第一节 深基坑施工处理技术	430
第二节 站房主体结构施工	444
第三节 大跨度和大空间钢结构施工技术	451
第四节 绿色施工技术	465
本篇参考文献	471

第六篇 京津城际铁路工程实践

第一章 项目概况	477
第一节 自然特征	477
第二节 铁路主要技术标准	477
第三节 主要工程内容	478
第二章 站前工程关键技术研究及试验成果	481
第一节 路基设计和施工技术	481
第二节 桥梁设计与施工技术	488
第三节 无砟轨道设计和施工技术	498
第四节 跨区间无缝线路设计施工技术	500
第五节 精密测量控制技术及应用	501
第六节 环境保护及减振降噪技术	504
第七节 综合接地技术	506
第八节 区域地面沉降预测与分析研究	507
主题词索引	512



第一篇 轨道技术

高速铁路对轨道高平顺性、高稳定性、耐久性和少维修的技术要求促进了我国铁路轨道整体技术的飞跃。我国在总结分析多年科研成果和消化吸收世界高速铁路先进技术的基础上,博采众长、自主创新,形成了具有中国特色的高速铁路轨道技术体系。我国高速铁路轨道系统具有以下主要技术特点:

(1) 设计速度 300km/h 以上高速铁路主要采用无砟轨道,设计速度为 200 ~ 250km/h 的高速铁路主要采用有砟轨道,其中长大隧道采用无砟轨道。根据我国高速铁路不同的工程条件和环境条件,采用了 CRTS I 型板式、CRTS II 型板式、CRTS III 型板式、双块式和岔区轨枕埋入式、板式等 6 种形式无砟轨道结构。无砟轨道扣件系统采用 WJ-7 型、WJ-8 型、300-1 型、SFC 型及岔区弹性扣件,有砟轨道扣件系统采用弹条 IV 型、弹条 V 型及 FC 型扣件。

(2) 采用跨区间无缝线路技术。长轨条贯通高速线路整个区间,并与无缝道岔焊连,消灭了钢轨接头,取消了缓冲区,实现了钢轨无缝化,提高了轨道平顺性。为适应长大桥梁无缝线路梁-轨相互作用,自主研发了设计速度 350km/h 客运专线无砟轨道 60kg/m 钢轨伸缩调节器。

(3) 高速客运线路采用 U71MnG 60kg/m 百米定尺长钢轨。自主研发的长钢轨制造、焊接、运输和铺设成套技术为轨道高平顺性、稳定性和安全性提供了可靠保证。

(4)采用大号码可动心轨高速道岔,并应用于路基和高架桥等不同结构物上。高速道岔分客专线、CN和CZ三大系列。其中我国自主研发了侧向通过速度分别为80km/h、160km/h、220km/h的18号、42号和62号客运专线高速道岔。

(5)沿线建立高精度的工程测量平面控制网和高程控制网,为轨道铺设和运营维护提供了可靠的测量控制基准,为高速铁路轨道空间几何形位的建立和长期保持提供了技术保障。

第一章 无砟轨道结构

第一节 高速铁路无砟轨道技术发展及应用

一、高速铁路无砟轨道技术发展

随着列车运行速度的不断提高,有砟轨道道砟粉化及道床累积变形的速率随之加快,必须通过轨道结构强化及频繁的养护维修工作来满足高速铁路对线路的高平顺性和稳定性要求。与有砟轨道相比,无砟轨道具有高平顺性、高稳定性、刚度均匀性和耐久性好、维修工作量显著减少等突出优点。自20世纪60年代,世界各国铁路相继开展了以整体式或固化道床替代散粒体道砟的无砟轨道结构的技术研究,一些国家把无砟轨道作为高速铁路的主要轨道结构形式进行全面推广应用。

1. 国外高速铁路无砟轨道技术发展

国外高速铁路推广应用无砟轨道以日本、德国最为广泛,韩国、法国等国家高速铁路也有无砟轨道应用实践。

日本从20世纪50年代中期开始进行无砟轨道技术的研究,基于日本国情和地形地质条件,把施工费用低、工效高和轨道结构可修复性强作为无砟轨道结构研发的主要原则,确定其新干线采用单元板式无砟轨道结构总体设计方案,通过室内实尺模型试验、20多处现场试验段的建立、动力性能试验和状态观测,不断改进完善无砟轨道结构中的各组成部分和工程材料,技术经济性不断提高,其累计铺设里程约3000km。日本无砟轨道技术最初应用于基础坚固的隧道、高架结构和桥梁地段,逐渐扩大到土质路基上,其在路基地段的推广应用始于20世纪90年代。

德国高速铁路无砟轨道从理论分析、室内试验、运营线上短区段试铺到目前推广应用经过近40年的发展历程,尽管由于初期技术不成熟,造价相对较高而引起了较多的质疑,但随着无砟轨道技术的逐渐成熟、区段试铺无砟轨道的良好效果,20世纪90年代,德国高速铁路根据其咨询公司对有砟轨道和无砟轨道的综合技术经济比较得出的建议,决定在隧道、道岔区以及设计速度300km/h的新线区段采用无砟轨道结构。德国高速铁路无砟轨道结构基于统一的基本设计要求,立足于企业自主研发,因而其无砟轨道结构形式很多,在既有线、城铁及高速铁路等70多处试铺过约几十种结构形式的无砟轨道。德国高速铁路无砟轨道单线延长里程约800km,区间及道岔区主要采用现浇混凝土式无砟轨道结构,部分线路采用了纵向连续的预制板式无砟轨道结构。德国高速铁路无砟轨道的研究与推广应用最开始主要是针对路基和隧道区段,自20世纪90年代开始推广应用到桥

梁区段,针对不同线下工程结构物上无砟轨道结构,德国高速铁路在路基、桥梁和隧道等技术规范中均增加了与无砟轨道相关的工程结构物技术要求。

在无砟轨道经济性方面,据德国高速铁路统计结果,其无砟轨道的造价基本为有砟轨道的 1.3~1.7 倍,但无砟轨道的维修费用比有砟轨道大大减少,在新线建设中采用无砟轨道,可使线路设计的轨道建筑高度和宽度减小,节省了桥隧结构物的造价。另外,由于无砟轨道的稳定性好,轨道几何状态的保持能力强,线路平、纵断面设计参数的选择余地更大,因此对于高速新线建设中采用无砟轨道的综合造价将趋于合理。

2. 我国高速铁路无砟轨道技术发展

我国铁路无砟轨道技术的研究始于 20 世纪 50 年代末,从普速铁路无砟轨道的研究与实践、高速铁路无砟轨道的理论研究、室内模型试验、现场试验段建立、性能试验和状态观测到目前高速线路上的规模推广应用,经历了以下几个发展历程。与世界各国无砟轨道技术的发展路线基本相同,我国铁路无砟轨道结构的应用是从基础相对坚实的隧道地段开始,逐步推广到桥梁和路基地段。

(1) 普速铁路无砟轨道研究与应用

隧道地段的基础相对坚实,温度变化小,为无砟轨道的应用提供了有利条件。1957—1984 年间,在成昆线、京原线、京通线、南疆线等单隧长度超过 1000m 的 142 座隧道内先后铺设了总长度约 300km 的无砟轨道,主要采用钢筋混凝土支承块式无砟轨道结构。

(2) 高速铁路无砟轨道技术的前期研究

在国家“九五”攻关项目和原铁道部无砟轨道相关科研课题的支持下,1998—2003 年以秦沈客运专线沙河、狗河和双河三座特大桥,渝怀线鱼嘴 2 号隧道,赣龙线枫树排隧道等为试验工点,开展高速铁路无砟轨道设计理论、方法、参数和结构形式及基础变形对无砟轨道的影响等理论研究,研究确定了单元板式和轨枕埋入式两种无砟轨道结构形式,并建立室内实尺无砟轨道模型,进行了静载、疲劳和落轴冲击试验,验证其结构强度、稳定性和轨道整体刚度。在线路开通运营前,对无砟轨道试验段进行了动力性能试验,并进行了轨道状态长期观测,初步验证了无砟轨道结构的设计方法和参数,为高速铁路无砟轨道技术的理论和试验研究奠定了基础。

(3) 遂渝线无砟轨道综合试验段的建立

为研究解决高速铁路无砟轨道关键技术难题,2004—2006 年我国在遂渝线建立了第一条无砟轨道综合试验段,总长 13.157km。通过遂渝线无砟轨道试验段关键技术系统研究,自主研发单元板式、纵连板式、双块式和岔区轨枕埋入式无砟轨道结构及配套 WJ-7 型和 WJ-8 型扣件系统,并首次在路基地段、道岔区、大跨连续刚架桥及不同工程结构物间过渡段上应用无砟轨道。针对我国高速铁路 ZPW-2000 高频谐振式无绝缘轨道电路,试验研究了多种无砟轨道设计方案,通过无砟轨道、扣件与轨道电路的系统设计和大量试验,掌握了无砟轨道结构对轨道电路传输特性的影响规律,系统地解决了无砟轨道与无绝缘轨道电路的兼容性难题。

(4) 国外高速铁路无砟轨道技术的系统引进

为满足我国高速铁路工程建设需要,2005 年原铁道部全面引进了德国、日本等国外高速铁路无砟轨道先进技术,针对京津城际轨道交通工程、武广和郑西高速铁路的工程试验段建设,分别引进了德国博格型板式、霄达 2000 型和旭普林型双块式以及日本新干线

单元板式无砟轨道的设计、制造、施工、检测和养护维修等成套技术,推动了我国高速铁路无砟轨道的技术发展。

(5) 高速铁路无砟轨道系统技术再创新

2006年原铁道部组织无砟轨道系统技术研发团队,在总结分析我国前期研究成果和消化吸收国外高速铁路无砟轨道引进技术的基础上,以位于温暖地区的武广高速铁路武汉综合试验段和位于严寒地区的滨绥线成离子无砟轨道试验段为载体,针对我国国情路情,开展了客运专线无砟轨道再创新技术攻关。系统地研究了无砟轨道的设计理论和方法,适应我国高速铁路线下基础工程条件和复杂环境条件的多种无砟轨道结构形式,水泥乳化沥青砂浆、树脂及混凝土等工程材料,无砟轨道制造、施工工艺及成套装备,并将系统研究成果在试验段工程中全面实施和综合试验验证。在研究成果和工程实践的基础上,研究制订了高速铁路无砟轨道相关技术条件和设计通用参考图,形成了高速铁路无砟轨道结构设计、工程材料、制造、施工和质量检测等成套技术。

二、我国高速铁路无砟轨道应用

基于我国高速铁路运输组织模式、桥隧比例较高的线下基础工程条件以及高速行车对轨道结构稳定性、平顺性和耐久性要求,我国前期通过综合技术经济论证,确定设计速度300km/h及以上高速铁路主要采用无砟轨道结构的总体原则,对于设计速度200~250km/h铁路主要采用有砟轨道,其中维修作业较困难的长大隧道采用无砟轨道。

我国高速铁路无砟轨道总体上分两大类6种结构形式,无砟轨道结构类型及应用见表1-1-1。截至目前,开通运营的无砟轨道线路累计铺设里程超过5500km,位居世界第一。

无砟轨道结构类型及应用

表 1-1-1

无砟轨道结构类型		应用线路
预制板式无砟轨道	CRTS I 型板式	哈大、广深、哈齐、成绵乐、沪宁城际、广珠城际、宁安城际等
	CRTS II 型板式	京津城际、京沪、沪杭、宁杭、杭长、京石武、合蚌、津秦等
	CRTS III 型板式	成灌、盘营、武汉城市圈城际铁路、沈丹、成绵乐等
	岔区板式	武广、京沪、京石、石武等
现浇混凝土式无砟轨道	双块式	武广、郑西、成渝、兰新等
	岔区轨枕埋入式	武广、郑西、哈大等

第二节 无砟轨道设计理论和方法

无砟轨道结构是一种长期反复承受列车荷载、环境变化并铺设于弹性地基上的带状结构物,由不同功能的多个部件组成,设计要求在列车荷载和环境因素作用下,轨道结构应具有足够的承载能力、抗变形能力和耐久性能。