



“十二五”国家重点出版物出版规划项目

# 高速铁路建造技术 施工卷(上)

中铁二局股份有限公司 卿三惠 等 编著

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

0140 42656

U238  
26  
V1-1

“十二五”国家重点出版物出版规划项目  
铁路科技图书出版基金资助出版

# 高速铁路建造技术·施工卷(上)

中铁二局股份有限公司 卿三惠 等 编著



中国铁道出版社

2013年·北京



北航

C1729028

U238  
26  
V1-1

## 内 容 简 介

本书全面系统地总结我国高速铁路施工技术及建设实践经验,并广泛吸收国外先进技术,形成了具有中国特色的高速铁路施工技术体系。其内容包括路基、桥梁、隧道、轨道、通信、信号、电力、电气化工程施工、施工测量及试验与检测技术等,重点突出各工序关键环节的施工方法与工艺、质量过程控制、质量检测与评定标准、相关接口工程施工要点等。

全书分上、下册出版。上册为第1~4篇,内容包括绪论及路基、桥梁、隧道施工技术;下册为第5~8篇,内容包括轨道与“四电”施工、施工测量、试验与检测技术。

该书理论联系实际,论述深入浅出,内容系统完整,展现了当今高速铁路施工的最新技术及应用前景,已被列为“十二五”国家重点出版物出版规划项目,具有较高的理论和实用价值。可作为铁路施工企业员工的技术培训教材,也可供高速铁路施工、设计、科研人员及大专院校土木工程专业的师生学习和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

高速铁路建造技术·施工卷.上/卿三惠等编著. —北京:

中国铁道出版社,2013.10

ISBN 978-7-113-16921-3

I. ①高… II. ①卿… III. ①高速铁路—铁路施工—研究—中国 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 143441 号

书 名:高速铁路建造技术·施工卷(上)

作 者:中铁二局股份有限公司 卿三惠 等

策 划:江新锡 曹艳芳

责任编辑:江新锡 曹艳芳 冯海燕

编辑部电话:010-51873371

电子信箱:bjbfhy@126.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:马 丽

责任印制:郭向伟

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:北京盛通印刷股份有限公司

版 次:2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/16 印张:50.25 字数:1644千

书 号:ISBN 978-7-113-16921-3

定 价:300.00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)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187



## 主编简介



卿三惠,男,1956年生,贵州省息烽县人,工学博士,教授级高级工程师,国家注册土木工程师。1982年~2006年在中铁二院工程集团有限公司从事铁路工程勘察设计25年(其间任院副总工程师8年),2006年至今任中铁二局股份有限公司总工程师。历经南防、南昆、黎湛、株六、水柏、黔桂、渝怀、遂渝、达成、大丽、玉蒙、滇藏、京津、京沪、武广、广珠等新(改)建铁路的前期研究、勘察设计及施工实践,长期致力于工程勘察设计与结合工程的科学试验研究,多项成果获国家、省(部)级奖励,为铁路的事业技术进步作出了积极的贡献。

**勘察设计:**《水柏铁路北盘江大桥工程地质勘察》获铁道部工程勘察一等奖及国家银奖;《渝怀铁路圆梁山隧道工程地质勘察》、《黔桂铁路工程地质勘察》、《高烈度地震区铁路工程地质与环境地质综合选线》获省(部)工程勘察一等奖;《水柏铁路选线设计》、《时速200公里遂渝铁路路基工程设计》分获省(部)工程设计一、二等奖。

**科技研究:**《京津时速350公里铁路线路工程技术及应用》获铁道部科学技术特等奖;《时速350 km高速铁路CRTSⅡ型板式无砟轨道施工技术及相关设备研究》、《海底隧道钻爆法施工关键技术》、《富水砂卵石地层土压平衡盾构施工关键技术》、《大跨径曲线梁非对称外倾式钢箱拱桥施工关键技术》获省(部)科技进步一等奖;《客运专线独塔斜拉连续刚构组合桥施工关键技术》、《客运专线无砟轨道制造与施工成套设备及工艺研究》、《遂渝铁路一次铺设跨区间无缝线路轨道关键技术试验研究》、《超深埋大断面隧道群施工关键技术》、《特殊环境修建复杂洞室群地铁车站整体洞桩法施工关键技术》获省(部)科技进步二等奖;《红层软岩地区建造时速200公里客货共线铁路路基关键技术》、《超浅埋地铁大断面长距离水平冻结施工技术》、《高压富水地层超深埋特长隧道施工技术》、《城市地下互通立交隧道群施工技术》、《高瓦斯特长隧道建设关键技术》获省(部)科技进步三等奖。

**学术成就:**公开发表科技论文30余篇,对山区铁路选线设计、工程地质及水文地质勘察、岩溶和软弱地基处理、滑坡或边坡工程治理、复杂地质隧道灾害防治、高速铁路设计与施工、路基填料试验等技术问题进行了有益的研究和探索;主编出版《西南铁路工程地质研究与实践》、《土木工程施工工艺》(包括路基路面、桥梁、隧道及地铁、铺架与“四电”、房建五个分册)、《高速铁路隧道工程施工技术指南》、《铁路隧道施工安全技术规程》、《工程项目管理标准化手册》,参编出版《铁路路基填筑连续压实控制技术规程》、《铁路混凝土支架法现浇施工技术规范》、《CRTSⅡ型板式无砟轨道施工质量验收标准》、《高速铁路地基处理手册》、《铁路工程声屏障施工技术指南》等技术专著、规范、标准、手册;研发国家级工法5项、省(部)级工法10项;获国家授权发明专利12项、实用新型专利5项。

**社会荣誉:**2000年以来,先后荣获“全国铁路火车头奖章”、“四川省工程勘察大师”、“四川省学术和技术带头人”、中建协和中施协“全国技术创新先进个人”、中国中铁总公司“突出贡献中青年专家”和“十一五科技创新标兵”等社会荣誉。



## 《高速铁路建造技术·施工卷》编委会

主 任：唐志成

副主任：邓元发 卿三惠

委 员：方国建 张次民 林 原 刘剑斌 王云波 曾永林  
邓爱民 蔡 伟 熊志勇 崔江利 张文杰 李 政  
邓文华 陈道圆 湛明朗 卢 鹏 胡 建 郜小群  
刘世杰 陈 叔 韩兴旭 唐浩先 何拥军

主 编：卿三惠

各篇编著人员：

第 1 篇 卿三惠 谭均平 李雪梅 卿光辉

第 2 篇 胡 建 杨守泰 贺志荣 黄 能 张代富 伍帮勇

蒋浩然 黄国庆 蒋开春 魏二剑 钟维章

第 3 篇 郜小群 钱纪民 唐浩先 韩兴旭 李友明 吴 明

周祖清 蒲 伟 雷 宇 白晓红 彭亮英 王 强

陈 杰 韩 伟 肖 勇 姚道雄 李华月 向 锐

张顺勇 谭祥国 曹新恒

第 4 篇 刘世杰 马 辉 刘卫华 胡力绳 钟友江 李庆生

第 5 篇 陈 叔 陈 杰 陈孟强 陈希成 申 超 林国辉

陈建波 孙韵全 褚利民 彭 福 樊小冬 陈太权

来 琼 胡笑纹 李保尔 方 华

第 6 篇 何拥军 代伯寿 张 强 唐小川 鲁 健 汤国林

石 芸 何国华 彭明勇 李非凡 徐 旭 王正国

周聚杰 何锐庚 林安普

第 7 篇 葛庭栋 段太生 李学仕 杨维裕 郭 平 方 明

何 军

第 8 篇 刘学力 杨育红 陈 涛 彭清福 孙 凯 刘炎培

钟卫翔

统 审：卿三惠

编 辑：韦 慎



# 序

高速铁路是当今世界的一项重大技术成就,它集中反映了一个国家铁路线路结构、列车牵引动力、高速运行控制、高速运输组织和经营管理等方面的技术进步,也体现了一个国家的科技和工业水平。高速铁路是社会经济发展的必然产物,有利于促进国家或地区间城市一体化发展进程,在经济发达、人口密集的地区经济和社会效益非常显著。高速铁路以其速度快、安全性好、正点率高、全天候运行、舒适方便、输送能力大、能耗低、污染轻等一系列技术优势,已成为世界许多国家和地区旅客运输发展的共同趋势。

20 世纪 60 年代以来,高速铁路在日本、德国、法国、意大利、西班牙、韩国等发达国家蓬勃兴起。截止 2012 年底,全世界高速铁路运营里程总长 24 000 km,分布在 20 个国家和地区。列车的最高试验速度从 1964 年 10 月世界上第一条高速铁路日本东海道新干线达到 210 km/h 后也在不断被刷新。1981 年 2 月法国 TGV 达 380 km/h;1988 年 5 月德国 ICE 最高试验速度达 406.9 km/h;1990 年 5 月 18 日法国 TGV-A 型高速列车最高试验速度达 515.3 km/h;2007 年 4 月 3 日法国 TGV-V150 超高速列车最高试验速度达 574.8 km/h,创造了有轨列车瞬间最高试验速度的世界纪录。这些瞬间高速(最高试验速度)说明轮轨技术是可以高速的,但不能真正运行。我国高速铁路建设过程中,从安全、可靠、适用、经济四个指标进行研究的结果表明,决定高速铁路运营速度的路基、桥梁、隧道和线路结构应按 350 km/h 的标准建设和配置机车,验收速度应按额定速度的 110% 验收;从经济运营角度分析,根据空气动力学试验,250 km/h 是高速铁路的经济速度。因此,我国城际铁路一般按该速度进行建设。

20 世纪 90 年代以来,中国政府致力发展高速铁路,开展大规模的高速铁路试验研究。大体经历三个历史进程:

**1997~2007 年,实施既有线改造和六次大提速。**通过既有线改造和六次大提速,掌握了 200~250 km/h 高速铁路修建技术,使全国旅客列车最高运行速度从 120 km/h 以下提高到 200 km/h 以上的既有线路营业里程达到 6 003 km。

**1999~2007 年,新建 160~200 km/h 试验线。**1999 年 8 月开工建设秦沈客运专线,2002 年 11 月 27 日“中华之星”列车在该线上试验最高速度 321.5 km/h,2003 年 10 月 12 日按 200 km/h 开通运营;2002 年 11 月开工建设客货共线遂渝铁路,2005 年 5 月“长白山”列车在该线上试验最高速度 234 km/h,2006 年 4 月 1 日按 200 km/h 开通运营。2007 年 4 月 18 日,新建广深铁路三、四线采用“和谐号”动车组按 200 km/h 开通运营,成为我国第一条客货分线,实现完全公交化的城际客运专线。

**2004 年以来,全面新建 250~350 km/h 高速客运专线。**2004 年 1 月国务院发布《中长期铁路网规划》,并于 2008 年进行调整,确定了“到 2020 年建设高速客运专线 16 000 km 以上”的发展目标。从此,中国铁路拉开了以“四纵四横”客运专线和城际快速客运系统为重点的大规模高速铁路建设序幕。2005 年 6 月开工建设中国第一条 250 km/h 客货共线铁路合宁铁路,2008 年 4 月按 200~220 km/h 开通运营;2005 年 7 月 4 日开工建设中国第一条 350 km/h 的京津城际高速铁路,2008 年 6 月 24 日和谐号动车组在该线上最高试验速度 394.3 km/h,2008 年 8 月按 300 km/h 开通运营;2011 年 1 月中国 CRH<sub>380BL</sub> 型和谐号动车组在 350 km/h 的京沪高速铁路线上创造了中国铁路无砟轨道列车的最高试验速度 487.3 km/h,2011 年 6 月



按 300 km/h 开通运营,标志着中国高速铁路技术已步入国际先进水平。其中长距离、温差大、无缝轨道技术处于世界领先水平。

截止 2012 年底,中国已建成高速铁路运营里程 9 356 km,在建高速铁路长度达 12 700 km,居世界第一。

中国铁路按照“安全、可靠、适用、经济、先进”的技术方针,通过原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新,在工程建设、高速列车研制、列车运行控制、系统集成、运营维护、客运服务等技术领域实现了重大突破,形成具有自主知识产权的高速铁路技术标准体系,全面掌握了高速铁路设计、施工、运营、维修等关键技术,实现了具有世界先进水平的客运动车组、施工装备的国产化。目前,中国已成为世界上高速铁路发展最快、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大、系统技术最全、集成能力最强的国家。

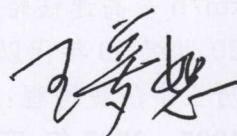
为总结高速铁路的建设经验,中铁二局股份有限公司组织国内铁路技术专家及工程技术人员,在全面系统地总结我国高速铁路试验研究及建设实践的基础上,广泛吸收世界高速铁路建设的先进技术,精心编著完成的“十二五”国家重点出版物出版规划项目《高速铁路建造技术·施工卷》一书,终于出版了。

该书理论联系实际,论述深入浅出,内容系统完整,图文并茂,展现了当今高速铁路施工的最新技术及应用前景,具有较高的理论和实用价值,可以引领我国的高速铁路建设实践。

借本书出版之际,谨以此序向多年来为我国高速铁路建设作出突出贡献的广大科技人员,以及为本书的出版付出辛勤劳动的各位编审人员表示感谢。

我将本书推荐给从事高速铁路设计、施工、科研、教学等工作的人员和广大非专业读者。相信本书的出版,将有助于推动我国高速铁路施工技术的不断进步,实现国富民强之本。

中国工程院院士



2013 年 5 月



# 前 言

2004年1月,国务院发布《中长期铁路网规划》,并于2008年进行调整,确定了“到2020年建设客运专线16 000 km以上”的发展目标。从此,中国铁路拉开了以“四纵四横”客运专线和城际快速客运系统为重点的大规模高速铁路建设序幕。截止2012年底,中国已建成高速铁路运营里程9 356 km,在建高速铁路12 700 km,成为世界上高速铁路发展最快、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大、系统技术最全、集成能力最强的国家。

为总结我国高速铁路的建设经验,中铁二局股份有限公司组织国内铁路技术专家及工程技术人员,在全面系统总结我国高速铁路试验研究及建设实践经验的基础上,广泛吸收国外先进技术,编著了《高速铁路建造技术·施工卷》一书,该书已被列为“十二五”国家重点出版物出版规划项目。

全书共8篇,分上、下两册。上册内容为第1~4篇,下册内容为第5~8篇。

第1篇 绪论。介绍高速铁路的概念、作用、技术经济优势、主要技术特征;高速铁路基础设施(线路、路基、桥梁、隧道、轨道)的特点;高速铁路的系统构成;国内外高速铁路的成就与发展趋势,重点突出我国高速铁路建设在土建工程、牵引供电、高速列车、列车运行控制、运营调度、客运服务六个方面的重大技术创新成果。

第2篇 高速铁路路基施工技术。介绍高速铁路路基的结构构造、技术标准及施工技术,重点突出地基处理、路堤填筑、路堑开挖、路基过渡段、路基支挡结构、路基边坡防护、路基防排水、路基堆载预压、路基沉降观测与评估等的施工工艺、质量检测及控制标准等内容。

第3篇 高速铁路桥梁施工技术。介绍高速铁路桥梁的结构构造、技术标准及施工技术。重点突出桥梁基础与墩台、预应力混凝土简支梁、连续梁、结合梁以及拱桥、斜拉桥、组合桥等桥式结构;钻孔灌注桩、钢围堰、预应力混凝土简支梁预制与架设、节段预制拼装、连续梁悬臂施工、原位支架法及移动模架施工、转体施工、无支架缆索吊装施工、大跨度桥梁施工监控、桥梁支座、桥面附属工程等的施工工艺、质量检测及控制标准等内容。

第4篇 高速铁路隧道施工技术。介绍高速铁路隧道的结构构造、技术标准及施工技术。重点突出隧道洞口工程、开挖与支护、二次衬砌、防排水、附属构筑物、辅助坑道,施工通风与防尘、超前地质预报、施工监控量测,不良地质与特殊岩土隧道、明挖隧道、TBM隧道、盾构隧道等的施工方法、施工工艺、质量检测及控制标准等内容。

第5篇 高速铁路轨道施工技术。介绍高速铁路轨道的结构构造及轨道的制造、运输、铺设、精调施工技术、质量检测与控制标准等内容。轨道结构的界面限定为路基基床表层以上、桥梁桥面混凝土保护层以上、隧道仰拱混凝土层以上的工程实体。重点突出CRTSⅠ型、CRTSⅡ型双块式无砟轨道,CRTSⅠ型、CRTSⅡ型、CRTSⅢ型板式无砟轨道,板式无砟道岔、长枕埋入式无砟道岔施工技术;有砟轨道及道岔施工技术;无缝线路施工技术;轨道施工组织方案等。

第6篇 高速铁路“四电”施工技术。介绍高速铁路“四电”系统集成的概念、程序、内容、模式、主要原则和措施、接口管理、RAMS管理、EMC技术管理、风险管理、系统兼容性和匹配性、集成试验和环境保护方案;重点突出高速铁路通信、信号、牵引供电系统施工技术及电力系统供电技术,包括系统构成、关键施工技术、质量控制要点与相关接口施工、试验与检测技术



等。

第7篇 高速铁路施工测量技术。介绍高速铁路施工测量体系;精密测量控制网施工复测与加密测量;路基、桥梁、隧道工程施工控制测量及竣工测量;施工期间建筑物变形监测;轨道控制网测量、各类轨道板铺设施工测量、工程竣工测量;测量仪器设备配置的基本要求等。重点突出各工序环节的测量内容、方法、技术要点及质量检验、控制标准等内容。

第8篇 高速铁路试验与检测技术。介绍高速铁路试验与检测的主要技术标准及施工中混凝土、路基、桥梁、隧道、无砟轨道、无缝线路的试验检测技术,重点突出高速铁路区别于普通铁路对原材料的特殊技术要求与相应的试验检测方法,以及混凝土、无缝钢轨等结构实体的试验检测等内容。

本书理论联系实际,内容系统完整,工程实例丰富,展现了当今高速铁路施工的最新技术及推广应用前景,可作为铁路施工企业员工的技术培训教材,也可供高速铁路设计、施工、科研人员及大专院校土木工程专业师生学习和参考。

本书编撰过程中,引用了大量的参考文献资料,特向原作者个人和单位表示感谢。由于编者水平所限,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请读者批评指正,以便不断完善。

中铁二局总经理

2013年5月于成都



# 目 录

## 第1篇 绪 论

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1 高速铁路的定义 .....         | 3  |
| 2 高速铁路的作用 .....         | 4  |
| 3 高速铁路的技术经济优势 .....     | 5  |
| 4 高速铁路的主要技术特征 .....     | 7  |
| 5 高速铁路基础设施的特点 .....     | 8  |
| 5.1 高速铁路线路 .....        | 8  |
| 5.2 高速铁路路基 .....        | 8  |
| 5.3 高速铁路桥梁 .....        | 9  |
| 5.4 高速铁路隧道 .....        | 10 |
| 5.5 高速铁路轨道 .....        | 11 |
| 6 高速铁路系统集成 .....        | 12 |
| 6.1 高速铁路系统集成目标 .....    | 12 |
| 6.2 高速铁路系统构成 .....      | 12 |
| 7 世界高速铁路发展状况 .....      | 14 |
| 7.1 世界高速铁路列车速度的演变 ..... | 14 |
| 7.2 世界高速铁路发展的三次浪潮 ..... | 15 |
| 7.3 世界高速铁路的成就与展望 .....  | 16 |
| 8 中国高速铁路发展状况 .....      | 18 |
| 8.1 既有铁路大面积提速 .....     | 18 |
| 8.2 高速铁路发展规划 .....      | 19 |
| 8.3 高速铁路建设成就 .....      | 20 |
| 9 中国高速铁路的创新 .....       | 26 |
| 9.1 建设体制创新 .....        | 26 |
| 9.2 建设管理创新 .....        | 26 |
| 9.3 建设技术创新 .....        | 26 |



## 第2篇 高速铁路路基施工技术

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 1 概 述                    | 35  |
| 2 高速铁路路基结构与构造            | 36  |
| 2.1 高速铁路路堤标准断面           | 36  |
| 2.2 高速铁路路堑标准断面           | 37  |
| 2.3 高速铁路路堤的分层结构          | 37  |
| 2.4 高速铁路路堑的基本结构          | 37  |
| 3 高速铁路路基技术标准             | 38  |
| 3.1 填料技术标准               | 38  |
| 3.2 填筑技术要求               | 40  |
| 3.3 路堑技术要求               | 44  |
| 4 高速铁路路基工程施工             | 46  |
| 4.1 地基处理                 | 46  |
| 4.2 路堤施工                 | 87  |
| 4.3 路堑施工                 | 120 |
| 4.4 过渡段施工                | 126 |
| 4.5 路基支挡工程施工             | 138 |
| 4.6 路基边坡防护               | 149 |
| 4.7 路基防排水                | 154 |
| 4.8 堆载预压填筑施工             | 159 |
| 5 高速铁路路基施工质量检测           | 163 |
| 5.1 地基承载力检测——动力触探法       | 163 |
| 5.2 地基系数检测               | 163 |
| 5.3 动态变形模量( $E_{vd}$ )检测 | 165 |
| 5.4 二次变形模量( $E_{v2}$ )检测 | 168 |
| 5.5 压实系数检测               | 170 |
| 6 高速铁路路基沉降观测与评估          | 175 |
| 6.1 路基沉降观测方案及观测技术要求      | 175 |
| 6.2 路基沉降观测主要设备及器具        | 176 |
| 6.3 路基沉降观测数据及其处理方法       | 180 |
| 6.4 路基沉降预测及变形评估          | 181 |

## 第3篇 高速铁路桥梁施工技术

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 1 概 述             | 193 |
| 1.1 世界高速铁路桥梁技术的发展 | 193 |
| 1.2 中国高速铁路桥梁技术的发展 | 193 |
| 1.3 高速铁路桥梁结构类型    | 193 |
| 1.4 高速铁路桥梁施工理念    | 194 |



|     |                            |     |
|-----|----------------------------|-----|
| 1.5 | 高速铁路桥梁设计标准 .....           | 194 |
| 1.6 | 高速铁路桥梁的特点 .....            | 194 |
| 1.7 | 高速铁路桥梁主要施工方法及关键施工技术 .....  | 195 |
| 2   | 基础施工技术 .....               | 197 |
| 2.1 | 概述 .....                   | 197 |
| 2.2 | 预应力混凝土管桩施工 .....           | 197 |
| 2.3 | 冲击反循环钻孔法施工 .....           | 209 |
| 2.4 | 旋转钻孔法施工 .....              | 216 |
| 2.5 | 旋挖钻孔法施工 .....              | 219 |
| 2.6 | 钢吊箱围堰施工 .....              | 222 |
| 2.7 | 双壁钢围堰施工 .....              | 229 |
| 3   | 墩台身施工技术 .....              | 241 |
| 3.1 | 概述 .....                   | 241 |
| 3.2 | 墩身翻模法施工 .....              | 241 |
| 3.3 | 墩身爬模法施工 .....              | 246 |
| 4   | 预应力混凝土简支梁预制施工技术 .....      | 254 |
| 4.1 | 预应力混凝土后张法简支箱梁预制施工 .....    | 254 |
| 4.2 | 预应力混凝土先张法简支箱梁预制施工 .....    | 269 |
| 4.3 | 预应力混凝土后张法简支 T 梁预制施工 .....  | 277 |
| 4.4 | 预应力混凝土后张法简支槽形梁预制施工 .....   | 288 |
| 5   | 预应力混凝土简支梁架设技术 .....        | 302 |
| 5.1 | 概述 .....                   | 302 |
| 5.2 | JQ900A 步履式架桥机施工 .....      | 302 |
| 5.3 | WE-SC900H 运架一体式架桥机施工 ..... | 313 |
| 5.4 | TLJ450 并置箱梁架桥机施工 .....     | 322 |
| 5.5 | JQ170 T 梁架桥机施工 .....       | 328 |
| 6   | 桥位制梁施工技术 .....             | 342 |
| 6.1 | 概述 .....                   | 342 |
| 6.2 | 支架法桥位制梁施工 .....            | 342 |
| 6.3 | 移动模架施工 .....               | 350 |
| 7   | 预制节段逐跨拼装制梁施工技术 .....       | 364 |
| 7.1 | 概述 .....                   | 364 |
| 7.2 | 技术特点 .....                 | 364 |
| 7.3 | 施工原理 .....                 | 364 |
| 7.4 | 移动模架造桥机 .....              | 364 |
| 7.5 | 预制梁场设计与建设 .....            | 366 |
| 7.6 | 干接缝节段预制拼装 .....            | 366 |
| 7.7 | 预制节段湿接缝拼装 .....            | 372 |
| 7.8 | 移动模架造桥机纵移过孔 .....          | 376 |
| 7.9 | 移动模架造桥机拆除 .....            | 376 |



|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 8 预应力混凝土连续梁(刚构)施工技术 .....           | 377 |
| 8.1 概述 .....                        | 377 |
| 8.2 连续梁(刚构)施工方法 .....               | 377 |
| 8.3 0号节段施工 .....                    | 377 |
| 8.4 悬臂浇筑节段施工 .....                  | 385 |
| 8.5 边跨现浇段施工 .....                   | 391 |
| 8.6 合龙段施工及体系转换 .....                | 394 |
| 9 拱桥施工技术 .....                      | 398 |
| 9.1 概述 .....                        | 398 |
| 9.2 系杆拱桥的类型与施工 .....                | 399 |
| 9.3 其他类型拱桥与施工 .....                 | 406 |
| 10 斜拉桥施工技术 .....                    | 411 |
| 10.1 概述 .....                       | 411 |
| 10.2 主塔施工 .....                     | 412 |
| 10.3 混凝土主梁悬臂施工 .....                | 414 |
| 10.4 钢桁梁主梁施工 .....                  | 427 |
| 10.5 斜拉索施工 .....                    | 432 |
| 11 结合梁施工技术 .....                    | 449 |
| 11.1 概述 .....                       | 449 |
| 11.2 结合梁总体施工方案及步骤 .....             | 454 |
| 11.3 结合梁施工 .....                    | 456 |
| 12 组合桥施工技术 .....                    | 466 |
| 12.1 预应力混凝土斜拉桥与连续刚构组合桥 .....        | 466 |
| 12.2 预应力混凝土连续梁(刚构)与钢管混凝土拱组合结构 ..... | 488 |
| 13 桥梁施工控制技术 .....                   | 492 |
| 13.1 桥梁施工监控概论 .....                 | 492 |
| 13.2 桥梁施工监控的内容和方法 .....             | 492 |
| 13.3 桥梁施工控制系统 .....                 | 495 |
| 13.4 桥梁施工控制结构分析方法 .....             | 497 |
| 13.5 桥梁施工监测系统 .....                 | 499 |
| 13.6 桥梁施工控制管理 .....                 | 501 |
| 14 支座及桥面附属施工技术 .....                | 505 |
| 14.1 支座 .....                       | 505 |
| 14.2 桥面附属设施施工 .....                 | 506 |

## 第4篇 高速铁路隧道施工技术

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1 概述 .....            | 513 |
| 1.1 高速铁路隧道的发展现状 ..... | 513 |



|      |                             |     |
|------|-----------------------------|-----|
| 1.2  | 高速铁路隧道的特点 .....             | 514 |
| 1.3  | 高速铁路隧道的分类 .....             | 515 |
| 1.4  | 我国高速铁路隧道施工需要应对的主要技术难题 ..... | 518 |
| 1.5  | 我国现行高速铁路隧道设计、施工主要规范规程 ..... | 521 |
| 2    | 施工准备 .....                  | 522 |
| 2.1  | 施工调查 .....                  | 522 |
| 2.2  | 设计文件核对 .....                | 523 |
| 2.3  | 施工方案选择及施工资源配置原则 .....       | 523 |
| 2.4  | 施工作业指导书编制 .....             | 523 |
| 2.5  | 施工场地及临时工程 .....             | 524 |
| 3    | 高速铁路隧道洞口工程施工技术 .....        | 527 |
| 3.1  | 洞口边仰坡开挖及支护 .....            | 527 |
| 3.2  | 截排水设施 .....                 | 529 |
| 3.3  | 洞门及缓冲结构 .....               | 529 |
| 3.4  | 明洞 .....                    | 530 |
| 4    | 高速铁路隧道施工超前地质预报技术 .....      | 534 |
| 4.1  | 概述 .....                    | 534 |
| 4.2  | 隧道超前地质预报工作方法 .....          | 537 |
| 4.3  | 超前地质预报方法选择 .....            | 540 |
| 4.4  | 地质分析法超前地质预报 .....           | 541 |
| 4.5  | 物探法超前地质预报 .....             | 547 |
| 4.6  | 超前水平钻探预报技术 .....            | 560 |
| 4.7  | 超前地质预报信息管理 .....            | 563 |
| 5    | 高速铁路隧道开挖施工技术 .....          | 564 |
| 5.1  | 隧道开挖施工的特点 .....             | 564 |
| 5.2  | 隧道开挖方法的分类 .....             | 564 |
| 5.3  | 隧道开挖一般规定 .....              | 564 |
| 5.4  | 超欠挖控制 .....                 | 566 |
| 5.5  | 钻爆作业技术要点 .....              | 566 |
| 5.6  | 装渣、运输及弃渣 .....              | 569 |
| 5.7  | 全断面法 .....                  | 571 |
| 5.8  | 台阶法 .....                   | 575 |
| 5.9  | 中隔壁法 .....                  | 580 |
| 5.10 | 双侧壁导坑法 .....                | 582 |
| 5.11 | 其他开挖方法 .....                | 584 |
| 6    | 高速铁路隧道支护施工技术 .....          | 585 |
| 6.1  | 大管棚施工 .....                 | 585 |
| 6.2  | 超前小导管施工 .....               | 589 |
| 6.3  | 锚杆施工 .....                  | 592 |
| 6.4  | 钢架、W型钢带施工 .....             | 596 |
| 6.5  | 喷混凝土施工 .....                | 599 |



|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 6.6  | 隧底处理 .....            | 602 |
| 6.7  | 隧道注浆施工 .....          | 606 |
| 7    | 高速铁路隧道二次衬砌施工技术 .....  | 614 |
| 7.1  | 概述 .....              | 614 |
| 7.2  | 衬砌结构的形式及构造 .....      | 614 |
| 7.3  | 模筑混凝土衬砌的施工 .....      | 617 |
| 7.4  | 仰拱及底板施工 .....         | 623 |
| 7.5  | 主要设备配置 .....          | 625 |
| 8    | 高速铁路隧道防排水施工技术 .....   | 627 |
| 8.1  | 概述 .....              | 627 |
| 8.2  | 防水系统设计与施工 .....       | 627 |
| 8.3  | 结构排水系统设计与施工 .....     | 643 |
| 8.4  | 施工排水系统 .....          | 646 |
| 8.5  | 隧道涌水量估算与涌水段防排水 .....  | 649 |
| 8.6  | 寒冷地区隧道防排水 .....       | 652 |
| 9    | 高速铁路隧道施工监控量测技术 .....  | 655 |
| 9.1  | 概述 .....              | 655 |
| 9.2  | 监测项目与监测方法 .....       | 655 |
| 9.3  | 监控量测数据分析 .....        | 658 |
| 9.4  | 监控量测信息反馈 .....        | 658 |
| 9.5  | 监控量测技术发展趋势 .....      | 659 |
| 10   | 高速铁路隧道附属构筑物施工技术 ..... | 662 |
| 10.1 | 联络通道 .....            | 662 |
| 10.2 | 水沟与电缆槽 .....          | 664 |
| 10.3 | 泄水洞 .....             | 667 |
| 10.4 | 附属洞室 .....            | 668 |
| 11   | 高速铁路隧道辅助坑道施工技术 .....  | 669 |
| 11.1 | 概述 .....              | 669 |
| 11.2 | 辅助坑道设置 .....          | 669 |
| 11.3 | 辅助坑道施工工艺流程 .....      | 673 |
| 11.4 | 辅助坑道施工技术要点 .....      | 674 |
| 12   | 高速铁路隧道施工通风与防尘 .....   | 687 |
| 12.1 | 压入式通风 .....           | 687 |
| 12.2 | 巷道式射流通风 .....         | 694 |
| 12.3 | 隧道施工通风管理及检测 .....     | 698 |
| 12.4 | 隧道施工防尘 .....          | 699 |
| 13   | 不良地质及特殊岩土隧道施工技术 ..... | 701 |
| 13.1 | 概述 .....              | 701 |
| 13.2 | 富水软弱破碎围岩隧道施工 .....    | 701 |



|      |              |     |
|------|--------------|-----|
| 13.3 | 岩溶隧道施工       | 705 |
| 13.4 | 高地应力(岩爆)隧道施工 | 714 |
| 13.5 | 瓦斯隧道施工       | 719 |
| 13.6 | 挤压和膨胀性围岩隧道施工 | 725 |
| 13.7 | 风积沙隧道施工      | 728 |
| 13.8 | 黄土隧道施工       | 732 |
| 13.9 | 高原冻土地区隧道施工   | 733 |
| 14   | 明挖隧道施工技术     | 736 |
| 14.1 | 概述           | 736 |
| 14.2 | 围护体系与地基加固施工  | 736 |
| 14.3 | 基坑降水施工       | 744 |
| 14.4 | 基坑开挖施工       | 746 |
| 14.5 | 钢支撑施工        | 748 |
| 14.6 | 主体结构施工       | 751 |
| 15   | TBM 隧道施工技术   | 753 |
| 15.1 | 概述           | 753 |
| 15.2 | 施工准备         | 756 |
| 15.3 | TBM 掘进施工     | 758 |
| 15.4 | TBM 运输系统     | 761 |
| 15.5 | 仰拱预制块的生产及铺设  | 762 |
| 16   | 盾构隧道施工技术     | 763 |
| 16.1 | 概述           | 763 |
| 16.2 | 施工准备         | 764 |
| 16.3 | 盾构机进出洞       | 766 |
| 16.4 | 盾构掘进施工       | 770 |
| 16.5 | 盾构管片制作       | 777 |
| 16.6 | 盾构隧道防水施工     | 781 |
|      | 参考文献         | 785 |



# 第 1 篇

## 绪 论