



高速铁路隧道

铁道部工程设计鉴定中心 编著

**High Speed Railway
Tunnels**

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路科技图书出版基金资助出版

高速铁路隧道

铁道部工程设计鉴定中心 编著

中国铁道出版社

2006·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

高速铁路隧道/铁道部工程设计鉴定中心编著. —北京: 中国铁道出版社, 2006. 11
ISBN 7-113-07417-0

I. 高… II. 铁… III. 高速铁路—铁路隧道 IV. U459.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 124008 号

书 名: 高速铁路隧道

著作责任者: 铁道部工程设计鉴定中心

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)

策划编辑: 傅希刚

责任编辑: 傅希刚 编辑部电话: (010) 51873142

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 北京佳信达艺术印刷有限公司

开 本: 880 mm×1230 mm 1/16 印张: 29.75 字数: 850 千

版 本: 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-113-07417-0/TU·853

定 价: 160.00 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: (010) 51873169

编撰委员会

主任委员：何华武

副主任委员：郑 健

顾问：王梦恕 梁文灏 梁羽腾 史玉新

委员：周孝文 苏金利 张 梅 吴克俭 赵 勇

王建宇 仇文革 张顶立 李国良 高 扬

索晓明 肖明清 倪光斌

主 编：赵 勇

编撰人员：(按姓氏笔画排序)

王立暖 王建宇 仇文革 叶守杰 严金秀

李国良 杨松林 肖广智 肖明清 张顶立

周书明 赵 勇 骆建军 唐国荣 景德炎

喻 渝

主 审：关宝树 王效良

序

高速铁路是现代化铁路的重要标志，集中体现了当代高新技术的发展成果，具有占地少、能耗低、污染小、速度快、运量大和安全可靠的特点，代表着当今世界铁路的发展方向。在我国大力发展时速 200 公里及以上的客运专线，是铁路部门贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会的重大实践，对于建设发达完善的铁路网，推动我国综合交通运输体系走上科学发展轨道、促进经济社会全面协调可持续发展具有重要意义。根据国务院批准的《中长期铁路网规划》，“十一五”期间，我国将新建铁路 17 000 公里，其中客运专线 7 000 公里，并对 13 000 公里既有干线实施提速改造。到 2010 年，全国铁路营业里程将达到 9.5 万公里，形成客运专线、城际客运铁路和既有线提速线路相配套的 32 000 公里快速客运网络，覆盖我国大部分地区，不仅铁路网规模实现大幅度扩展，而且技术标准和装备水平实现质的飞跃。

我国幅员辽阔，地形、地质、地貌复杂多样，高速铁路技术标准高，要求线路曲线半径大，在选线设计中必然提出大量的隧道工程方案。目前，我国在建和拟建的客运专线项目中，设计隧道总长度超过 1 000 公里，今后几年还将修建超过 3 000 公里的铁路隧道。隧道工程具有节约土地、对环境影响相对较小、拆迁量和对城市干扰小、结构安全可靠等优点，尤其是特长和长大隧道能够提高线路质量，大大缩短线路长度和运行时间。但同时隧道工程存在着技术难度大、施工风险大、隐蔽工程多、施工环境艰苦和管理复杂等诸多难题，特别是对于大断面高速铁路隧道建设的空气动力学问题，以及防灾抢险和救援疏散、安全快速施工和日常养护维修等一系列新课题，迫切需要广大工程技术人员深入进行研究探索。

《高速铁路隧道》一书，介绍了世界各国及地区高速铁路隧道修建的概况、主要技术标准和工程实例，总结了我国近年来高速铁路隧道

设计理论的研究成果，以及客运专线隧道施工及运营维护管理的经验做法，对于我国客运专线和高速铁路隧道的设计修建、运营维护管理具有较高的参考价值。

我们要以客运专线建设为龙头，认真学习借鉴国外先进的高速铁路隧道设计和修建技术，建立以政府为主导、企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系，把原始创新、集成创新与引进消化吸收再创新结合起来，加大对重点和关键技术的攻关力度，尽快建立完善我国高速铁路隧道设计修建技术体系，全面提高我国客运专线建设及运营维护管理的自主创新能力。

高速铁路建设市场广阔，高速铁路技术方兴未艾。希望有志于中国铁路现代化事业的广大专家和工程技术人员，锐意进取，攻坚克难，不断提高我国客运专线设计建设水平，为全面深入推进铁路跨越式发展、早日实现我国铁路现代化作出新的更大贡献。

刘志军

前 言

根据 2004 年国家批复的《中长期铁路网规划》和中国铁路“十一五”规划，今后几年我国将要修建超过 3 000 km 的铁路隧道，其中高速铁路隧道有 1 000 km 以上。目前我国正在积累修建高速铁路隧道的经验，深化对高速铁路隧道设计理论和施工技术系统的研究。为借鉴其他国家和地区高速铁路隧道修建的经验，总结我国高速铁路隧道的部分科研成果，特组织国内铁路隧道专家，认真研讨分析，编著出这册《高速铁路隧道》，以期指导我国大规模高速铁路隧道的建设。

本书主要由五部分组成。第一部分介绍世界各国及地区高速铁路隧道概况及其主要技术标准，资料来源于各国关于高速铁路隧道修建技术的书籍、期刊和相关报道，以及国外咨询机构或驻华办事处提供的资料。第二部分介绍高速铁路隧道的设计，主要总结我国近几年来关于高速铁路隧道设计理论的专题研究成果，同时吸取了国外高速铁路隧道部分设计理念和国外咨询公司（特别是德国 OPB 公司）对我国高速铁路隧道设计的咨询意见。第三部分介绍高速铁路隧道的施工，资料来源于我国大断面隧道的施工及施工管理的成熟经验，同时借鉴其他国家及地区类似工程的先进技术。第四部分介绍高速铁路隧道的运营，主要根据其他国家高速铁路隧道的养护维修和健康诊断的经验，结合我国铁路隧道运营管理与病害整治的实践进行编写。第五部分列举出各国及地区高速铁路重点隧道工程实例，包括我国正在修建的几座有代表性的隧道工程实例。

本书由铁道部工程设计鉴定中心组织编写，全书共分五篇二十六章，由铁道部工程设计鉴定中心赵勇主编。参加编写的人员有：铁道部工程设计鉴定中心赵勇（绪论、第一篇、第二篇第十五章第一节、第三篇第十六~十八章（与张顶立、骆建军、周书明、杨松林合作）、第五篇、后记），中铁西南科学研究院王建宇（第二篇第八章），铁道部工程设计鉴定中心唐国荣（第二篇第九章第一~三节），铁道第一勘察设计院李国良（第二篇第九章第四节、第十一章），铁道第四勘察设计院肖明清（第二篇第十章第一~五节），西南交通大学仇文革（第二篇第十章第六节，第十三章，第四篇第二十章第一、二、五节），铁道第二勘察设计院喻渝（第二篇第十章第七节），中铁西南科学研究院严金秀、叶守杰（第二篇第十二章、第四篇第二十一章），铁道第三勘察设计院王立暖（第二篇第十四章），铁道部工程设计鉴定中心景德炎、李国斌、张锐、刘丽华（第二篇第十五章第二、三节），北京交通大学张顶立（第三篇第十六章（与赵勇、张顶立合作），第四篇第二十章第三、四节），北京交通大学骆建军（第三篇第十六章（与赵勇、张顶立合作）），中铁隧道设计院周书明（第三篇第十七章（与赵勇合作），第十八章第一、四、五节（与赵勇合作）），北京交通大学杨松林（第三篇第十八章第二、三节（与赵勇合作）），铁道部工程管理中心肖广智（第三篇第十九章），西南交通

大学余南洋和中铁隧道设计院张洪威也参加了编写。

铁道部何华武总工程师、郑健副总工程师对本书的编写给予了大力支持，并对本书章节结构、编写内容提出了具体要求，对主要技术接口、关键章节进行了统校定稿。中国工程院王梦恕、梁文灏两位院士对本书的编写非常关心，提出了很多中肯的建议。西南交通大学关宝树教授、铁道部工程设计鉴定中心梁羽腾高工、铁道第三勘察设计院史玉新设计大师、中国建设标协铁道分会王效良高工、中铁工程总公司秦淞君教授级高工等专家多次参加本书的审查工作。关宝树教授为本书的编写提供了很多参考资料，王效良高工对本书各章节内容进行了认真审校，并共同负责本书的主审工作。在本书编写期间，贝利（北京）咨询有限公司提供了很多瑞士隧道的有关资料；韩国铁道施設公团及其北京办事处为本书提供了韩国高速铁路隧道的全部资料；德中经贸合作中心为本书提供了很多德国高速铁路隧道的翻译资料，并对本书中德国高速铁路隧道的内容进行了核实；中铁西南科学研究院为本书查询信息并提供了很多国外资料；中铁瑞威公司为专家审稿提供了方便条件。另外，铁道第四勘察设计院龚彦峰、王春梅，北京交通大学李鹏飞、王婷为本书提供了部分译稿和插图，铁道部经济规划研究院武赞组织绘制了本书插图。在此，谨向以上单位和个人一并表示感谢！

本书的出版得到了铁路科技图书出版基金的资助。

本书共有插图 600 余幅，数据表格 200 多个，内容丰富，信息量大，资料全面，可供从事高速铁路隧道设计、施工、建设管理、教育和技术研究的人员参考。

由于本书篇幅较大、编著时间仓促、资料来源和编者水平所限，不足之处在所难免，敬请读者不吝赐教，多提批评指导意见，以利改正。

作 者
2006 年 10 月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 世界各国及地区高速铁路隧道

第一章 中国大陆高速铁路隧道	7
第一节 部分高速铁路隧道概况	7
第二节 主要技术标准	13
第二章 日本新干线铁路隧道	17
第一节 隧道概况	17
第二节 主要技术标准	26
第三章 德国高速铁路隧道	32
第一节 隧道概况	32
第二节 主要技术标准	33
第四章 法国高速铁路隧道	38
第一节 隧道概况	38
第二节 主要技术标准	43
第五章 韩国高速铁路隧道	45
第一节 隧道概况	45
第二节 主要技术标准	45
第六章 其他国家高速铁路隧道	52
第一节 西班牙高速铁路隧道	52
第二节 意大利高速铁路隧道	54
第三节 英国高速铁路隧道	58
第四节 荷兰高速铁路隧道	63
第五节 瑞士高速铁路隧道	64
第七章 中国台湾地区高速铁路隧道	67
第一节 隧道概况	67
第二节 主要技术标准	68

第二篇 高速铁路隧道设计

第八章 隧道空气动力学问题及工程措施	73
第一节 列车进入隧道诱发的空气动力学效应	73
第二节 瞬变压力及相关问题	78
第三节 压力波动程度的评估和相关舒适度准则	87
第四节 辅助坑道对缓解瞬变压力的作用	90
第五节 隧道口的微气压波问题	91
第六节 缓冲结构物的设计	97

第七节 列车空气阻力	100
第九章 隧道净空断面形式	106
第一节 概 述	106
第二节 建筑限界	106
第三节 断面内各空间的配置及衬砌内轮廓	107
第四节 单洞双线和双洞单线方案选择	112
第十章 隧道衬砌结构设计	115
第一节 概 述	115
第二节 复合式衬砌结构设计	117
第三节 单层衬砌结构设计	124
第四节 管片衬砌结构设计	127
第五节 明洞结构设计	131
第六节 隧道衬砌结构耐久性设计	134
第七节 黄土隧道衬砌结构设计	137
第十一章 辅助坑道	142
第一节 辅助坑道的类型和设置原则	142
第二节 辅助坑道断面形状和支护参数	149
第十二章 防排水技术	155
第一节 防水标准	155
第二节 防水工程措施	157
第三节 排水工程措施	163
第四节 隧道防排水材料	165
第十三章 隧道洞口形式及景观设计	176
第一节 概 述	176
第二节 洞口形式和设计方法	177
第三节 洞口景观设计	186
第十四章 高速铁路隧道防灾救援	193
第一节 概 述	193
第二节 防灾救援技术现状	196
第三节 防灾救援设计	202
第十五章 无碴轨道及隧道内相关设施	207
第一节 无碴轨道	207
第二节 接 触 网	215
第三节 通信信号、供电和照明	217

第三篇 高速铁路隧道施工

第十六章 施工方法	225
第一节 概 述	225
第二节 钻 爆 法	225
第三节 机械开挖法	234
第四节 TBM 导坑超前扩挖法	244
第五节 辅助施工方法	250

第六节 施工机械化配套	261
第十七章 关键施工工艺	266
第一节 洞口施工工艺	266
第二节 初期支护施工工艺	267
第三节 防排水施工工艺	271
第四节 仰拱施工工艺	278
第五节 衬砌施工工艺	280
第十八章 施工监控量测与超前地质预报技术	283
第一节 概 述	283
第二节 大断面隧道监控量测重点与方法	284
第三节 量测信息分析与反馈	288
第四节 大断面隧道围岩与衬砌变形控制基准	290
第五节 施工地质超前预报	292
第十九章 高速铁路隧道施工管理	296
第一节 风险管理	296
第二节 安全管理	299
第三节 质量管理	305
第四节 成本管理	311
第五节 工期管理	313
第六节 环境管理	316

第四篇 高速铁路隧道运营

第二十章 高速铁路隧道衬砌结构养护维修	323
第一节 隧道衬砌结构养护维修现状	323
第二节 隧道衬砌结构物的劣化现象和原因	324
第三节 高速铁路隧道状态检测	329
第四节 隧道衬砌结构状态评估	332
第五节 隧道衬砌结构养护维修对策设计	334
第二十一章 运营隧道渗漏水整治	342
第一节 铁路隧道渗漏水及其整治	342
第二节 隧道防排水系统维护措施	346

第五篇 高速铁路隧道工程实例

第二十二章 日本新干线隧道工程实例	351
第一节 八甲田隧道	351
第二节 岩手一户隧道	353
第三节 饭山隧道	357
第四节 青函海底隧道	361
第二十三章 欧洲高速铁路隧道工程实例	370
第一节 瑞士圣哥达隧道	370
第二节 英法海峡隧道	377

第三节	科隆—法兰克福高速铁路隧道·····	391
第四节	西班牙瓜达腊马隧道·····	406
第五节	荷兰绿色心脏隧道·····	411
第二十四章	韩国高速铁路隧道工程实例·····	416
第一节	黄鹤隧道·····	416
第二节	日直隧道·····	419
第三节	金井隧道·····	421
第二十五章	中国台湾地区高速铁路隧道工程实例·····	428
第一节	回龙隧道·····	428
第二节	林口隧道·····	431
第三节	湖口隧道·····	435
第四节	八卦山隧道·····	438
第二十六章	中国大陆高速铁路隧道工程设计实例·····	441
第一节	太行山隧道·····	441
第二节	大瑶山隧道群·····	445
第三节	狮子洋隧道·····	450
第四节	函谷关隧道·····	455
第五节	浏阳河隧道·····	458
后 记	·····	464

绪 论

高速行车是铁路现代化的重要标志，高速铁路是一个具有国际性和时代性的概念。1970年5月，日本政府在第71号法律《全国新干线铁路整备法》中规定：“列车在主要区间能以200 km/h以上速度运行的干线铁路称为高速铁路”。这是世界上第一个以国家法律条文的形式给高速铁路下的定义。1985年5月，联合国欧洲经济委员会将高速铁路的列车最高运行速度规定为：客运专线300 km/h，客货共线250 km/h。1986年1月，国际铁路联盟秘书长勃莱认为，高速列车最高运行速度应不小于200 km/h。因此，国际上目前将列车最高运行速度大于等于200 km/h的铁路称为高速铁路，我国把新建最高运行速度不小于250 km/h和改建既有线最高运行速度不小于200 km/h的铁路称为高速铁路。

一、高速铁路的发展

高速铁路具有运输能力大、环境污染少、行车速度快、安全性能好、占用土地少、准点率高、能源消耗低、运输成本低等优点。自1964年世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线开通以来，世界高速铁路的发展可谓方兴未艾。据不完全统计，到2005年底，全世界已开通运营的时速250 km以上高速铁路里程已接近6 400 km。

我国一直密切跟踪世界高速铁路技术的发展，开展了大量的研究试验、勘察设计、施工准备工作。2004年初，国务院批复了《中长期铁路网规划》。按此规划，到2020年全国铁路营业里程将不少于10万 km。其中需要建设“四纵四横”铁路快速客运通道、3个区域城际快速客运系统以及数条客运专线，修建客运专线1.2万 km以上，客车运行速度目标值达到200 km/h及以上。可见，今后十几年内，我国铁路网的规模和质量都将有一个跨越式的发展。

二、高速铁路隧道现状和特点

1. 各国高速铁路隧道现状

高速铁路行车速度快，对基础设施的建设的标准要求高，线路最小曲线半径较大，所以高速铁路的选线设计，必然会出现大量的隧道工程。据不完全统计，截至2005年底，全世界已建成的高速铁路隧道总长度已经超过1 300 km，其中日本784 km、法国50 km、德国201 km、西班牙15.8 km、意大利71 km、英国26 km、韩国116 km、中国台湾地区44 km。另外，正在建设和规划中的高速铁路工程中，隧道也占有较大的比例。我国在建和拟建的高速铁路项目中，隧道总长度将超过1 000 km，其中2006年已经开工建设的项目中，隧道座数超过500座，总长度超过700 km。

2. 高速铁路隧道的特点

高速铁路隧道与一般铁路隧道相比有较多的不同。高速铁路隧道的特点主要是与列车空气动力学相关。当列车进入隧道时，原来占据着空间的空气被排开，空气的黏性以及隧道壁面和列车表面的摩阻作用使得被排开的空气不能像在隧道外那样及时、顺畅地沿列车两侧和上部形成绕流。于是，列车前方的空气受到压缩，列车后方则形成一定的负压，因而产生一个压力波动过程。这种压力波动又以声速传播至隧道口，形成反射波，回传、叠加，产生一系列复杂的空气动力学效应。高速铁路隧道工程的研究，涉及隧道的洞口形式、隧道及列车的横断面积、列车头部形状、车辆密封性、隧道结构的耐久性、洞内设施及轨道类型等一系列问题。

三、世界各国及地区高速铁路隧道技术要点

世界各国及地区已经运营的高速铁路和在建的高速铁路项目，根据各自的自然特征和运营特征，有各自不同的特点。

1. 日本新干线隧道

日本建设高速铁路隧道历史最久，数量最多；日本新干线铁路隧道多采用单洞双线断面，其净空有效面积只有 $62\sim 64\text{ m}^2$ ，是目前世界各国双线高速铁路隧道中断面最小者；为解决乘车舒适度和降低洞口微气压波，日本新干线铁路隧道采用了提高列车密封性能和在洞口设置缓冲结构的措施；早期的新干线隧道内一般采用碎石道床，后来修建的隧道内一般采用无碴轨道结构，并且以板式无碴轨道居多；隧道主要采用复合式衬砌，初期支护为主要受力结构，多采用型钢钢架支护，二次衬砌的主要作用是安全储备，厚度一般采用 30 cm 。

2. 韩国高速铁路隧道

韩国首尔至釜山高速铁路列车运行速度设计目标值为 350 km/h ，隧道净空有效面积采用 107 m^2 ，是世界各国高速铁路隧道中断面最大者；衬砌内轮廓采用半径为 7.1 m 的单心圆形状；隧道底部不设置仰拱，而采用钢筋混凝土底板，底板厚度随不同围岩地质情况而异；隧道一般按排水型设计，在底板两侧设置排水沟；一般隧道内采用有碴轨道，特长隧道和第二期修建的隧道多采用无碴轨道；洞口采用喇叭口状的斜切式结构。

3. 德国高速铁路隧道

德国早期修建的曼海姆—斯图加特和汉诺威—维尔茨堡高速铁路，隧道净空有效面积采用 82 m^2 ，而 2002 年建成通车的科隆—法兰克福高速铁路隧道净空有效面积采用 92 m^2 ；洞口形式大多采用帽檐式的斜切式结构，有利于提高乘车舒适度和减缓高速铁路隧道的空气动力学效应。德国近期修建的高速铁路隧道防水全部采用“全封闭”结构，不允许地下水流入隧道，衬砌结构除考虑围岩和其他荷载外，还承受部分水压力。所以，德国新修建的隧道全部采用钢筋混凝土衬砌，且其内轮廓均采用圆顺连接，仰拱厚度一般比拱墙衬砌厚度大，不良地层中仰拱填充厚度通常大于 2.0 m 。德国高速铁路隧道设置有完善的防灾救援系统，隧道内两侧设有贯通的救援通道，洞口一般设有救助车辆停放场，并且通过便道与公路网连通，救援交通较为便利。

4. 法国高速铁路隧道

法国高速铁路隧道相对较少，其净空有效面积与各线路列车的运行速度密切相关。大西洋线的双线隧道净空有效面积为 $55\sim 71\text{ m}^2$ ，巴黎地区联络线双线隧道净空有效面积仅有 58 m^2 ，而北方线、东南延伸线和地中海线的双线隧道净空有效面积均为 100 m^2 ，单线隧道净空有效面积为 70 m^2 。法国大部分高速铁路隧道采用碎石道床结构，隧道内设置避车洞，侧壁上设人行扶手杆。接触网固定件预埋在模筑混凝土衬砌内。

5. 其他国家高速铁路隧道

西班牙第一条高速铁路设计行车速度目标值为 300 km/h ，双线隧道净空有效面积采用 75 m^2 ；第二条高速铁路设计行车速度目标值为 350 km/h ，双线隧道净空有效面积采用 100 m^2 ；隧道内均采用中心排水沟。意大利高速铁路隧道衬砌内轮廓均采用双心圆形状，轨面以上与轨面以下均为单心圆，在修建的各条高速铁路隧道中圆的半径有逐渐增大的趋势。荷兰高速铁路隧道由于埋深较浅，地下水位较高，一般采用盾构法、沉管法或明挖法施工。瑞士岩质长隧道居多，一般采用掘进机法开挖。

6. 我国台湾地区高速铁路隧道

我国台湾台北至高雄高速铁路设计行车速度目标值为 350 km/h ，考虑隧道内空气动力学效应，净空有效面积采用 90 m^2 。对于长度大于 3 km 的隧道，为防止列车出洞时引起突爆噪声，隧道洞口采用挑檐式、斜度为 45° 的斜切式结构，另设置缓冲结构扩大段，其净空有效面积是正常隧道段的

1.5 倍,顶部设 2 处开孔,将微气压波逐渐释放。台湾高速铁路隧道为避免影响区域水文变化,对长度大于 3 km 的隧道,大部分设计为不排水型,并全部采用钢筋混凝土衬砌。

四、我国大陆高速铁路隧道的特点

我国大陆高速铁路隧道除具有各国高速铁路隧道的共性外,还具有如下特点:

1. 隧道座数多,长度长

已经开工和拟开工建设的高速铁路隧道座数达 660 余座,总延长超过 890 km,包括规划的高速铁路隧道,总延长将超过 1 000 km。正在建设中的石太线太行山特长隧道是现今亚洲最长的山岭隧道,也是世界行车速度目标值最高的特长隧道之一;规划即将建设的青藏线西宁至格尔木段增建第二线的新关角隧道,设计客车速度目标值为 200 km/h,长度超过太行山隧道。

2. 隧道内行车速度目标值高,相关工程技术标准要求高

我国高速客运专线隧道设计行车速度目标值为 350 km/h,如京沪、郑武、武广、广深港、郑西、哈大线,为世界上行车速度目标值最高的铁路。运营初期客货共线隧道设计行车速度目标值不小于 250 km/h,并且大部分隧道采用无碴轨道,技术标准要求高。

3. 隧道分布区域广,所处环境和地质情况复杂

我国高速铁路隧道分布在东北、华北、华东、中南、东南沿海及中西部地区,所通过的地形及地质情况异常复杂,尤其是武广客运专线隧道通过岩溶地区,郑西、石太客运专线部分隧道在黄土地区,有下穿高速公路和既有建筑物的隧道,有位于自然保护区的隧道,有穿越珠江狮子洋水域的水下隧道,有穿越浏阳河和长沙市区的浏阳河隧道,有下穿天津市的海河隧道,还有通过采空区的山岭隧道等。总之,建设环境和地质情况复杂。

五、需要在建设实践中进一步研究和验证的问题

1. 高速铁路隧道空气动力学问题

由于我国高速铁路隧道空气动力学研究的工程实践经验不足,空气动力学效应对衬砌结构、洞外环境、机车车辆、轨道类型等方面的影响到底有多大,隧道洞口是否需要设置缓冲结构,根据我国实际情况各条客运专线需要配备多大密封指数的车辆,对客货共线铁路上的运输组织如何编排等,都与空气动力学效应密切相关,亟待结合工程实际和建成后的多项现场测试成果研究定夺。

2. 隧道的防排水问题

高速铁路隧道对防水提出了很高的要求,但根据目前的技术和施工现场环境条件,要实现这一目标还有一定的困难,下一步应加强工程地质和水文地质的勘察工作,系统研究和制定切实可行的防排水措施,并尽可能地做到可维护,优化各项防水措施的施工工艺,并应由防水专业队伍精心施工,把防水当作一个包含设计、施工、选材、管理的系统工程来研究。

3. 隧道消防和防灾救援问题

高速铁路隧道的消防和防灾救援是一个系统工程,应尽快研究制定我国高速铁路的消防和防灾救援条例,对不同的结构物制定相应的消防和防灾救援标准,以指导各相关工程的消防和防灾救援设计,完善消防和防灾救援工程措施。

4. 大断面和超大断面隧道施工设计、施工技术的研究

高速铁路双线隧道开挖面积达 140~170 m²,属超大断面隧道,与一般隧道比较,施工难度急剧增加。如果施工方法选择不当,将直接影响到隧道施工进度、施工安全、工程投资、运营养护等。对隧道的施工方法,特别是浅埋与超浅埋段、软弱破碎围岩段的施工方法,应进行深入研究。

5. 黄土隧道的关键技术

超大断面黄土隧道的大规模建设在我国还是首次,现时对超大断面黄土隧道的力学行为的认识还不明晰,应在黄土隧道施工现场结合科研测试对支护参数和施工方法进行深入的研究。

六、我国高速铁路隧道技术发展展望

我国大规模高速铁路的建设为高速铁路隧道技术进步和创新提供了很好的发展机遇。随着国家、社会与广大民众环境保护意识的提高,以及“以人为本”、“创建和谐社会”等建设理念的逐步深入,我国高速铁路隧道数量会越来越高,技术含量会越来越高,工程质量会越来越好。

1. 高速铁路特长隧道修建技术将不断完善

我国高速铁路已经开工和规划了很多特长隧道,对于特长隧道的辅助坑道设置、消减列车空气动力学效应的缓冲措施、防灾救援、运营通风和维护管理、施工工法和建设工期等问题,将结合工程实际认真研究,不断完善和优化,逐步形成一套适合我国国情的高速铁路特长隧道修建技术。

2. 跨越江河、海峡的水下隧道将会有重大进展

在以往修建行车速度目标值较低的铁路中,一般采用桥梁方案跨越江河。随着高速铁路行车速度目标值的提高,较大跨度的桥梁较难解决振动和舒适度的问题,同时部分通航标准要求较高的大江、大河,对于水中设墩特别敏感,防洪也提出比较高的要求,水下隧道的优势逐渐增大,所以我国已经开工和规划的许多高速铁路项目中,大量采用了隧道方式穿越江河,这将对我国水底隧道修建技术的发展起到促进作用。

3. 下穿城市的隧道会越来越多

高速铁路穿过城市,城市景观、建筑物的拆迁和噪声控制是最关键的问题,解决这些问题最好的方式是以隧道方式下穿城市人口较密集地区。我国随着武广客运专线长沙市浏阳河隧道方案的实施,天津站至天津西站连接线穿过天津市、京郑客运专线通过石家庄市也采用了以隧道方式通过的方案,今后下穿城市的隧道会越来越多。

4. 掘进机技术将会得到广泛应用

掘进机以其掘进速度快、施工质量高、沉降控制好、劳动强度低等优越性,在长及特长铁路隧道中的应用越来越广泛,随着大规模高速铁路隧道的修建,对于地质和作业条件适宜的特长山岭隧道、下穿城市建筑物的隧道、水下隧道等,会更多地采用掘进机(盾构)施工,掘进机技术将会得到广泛应用。

5. 非钻爆法开挖施工工法会逐步完善

传统的铁路隧道施工一般采用钻爆法,随着大断面高速铁路隧道的修建,为减少开挖对围岩的扰动,充分“保护围岩”,同时减小震动,保护隧道附近对震动有较高要求的结构物,选择部分地质条件适宜的隧道采用铣挖机、单臂掘进机、液压破碎锤、大功率挖掘机等装备开挖,将是一个发展趋势,这种采用非钻爆法施工的工法会逐步完善。

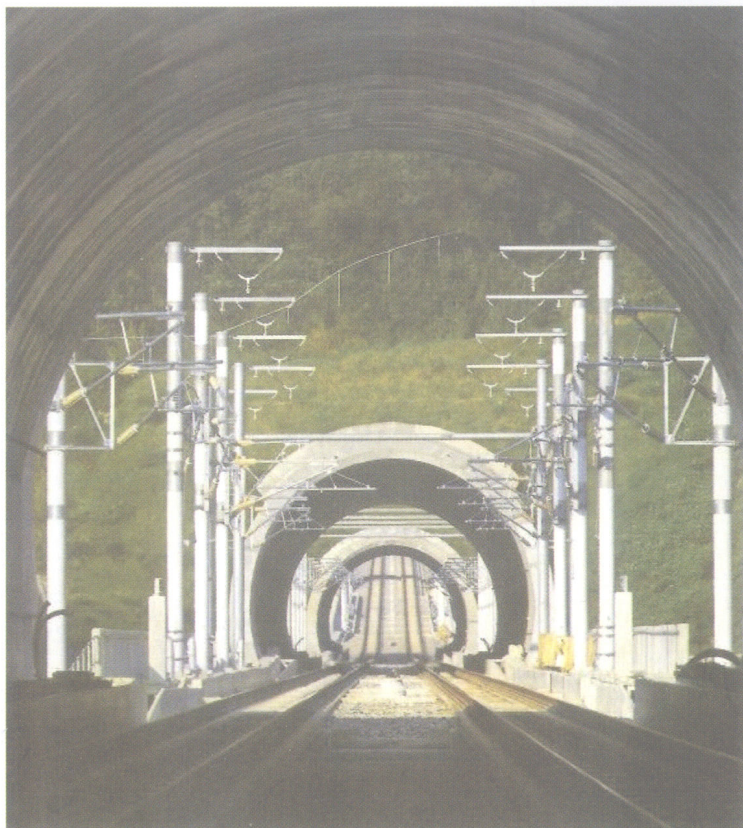
6. 大断面和超大断面隧道快速施工技术将会有所发展

要实现大断面和超大断面隧道的快速施工,减少施工工序最为关键。应尽量多采用机械化施工,加大一次施工的断面面积和作业循环长度。在能够保证有效控制变形和沉降的情况下,尽早实现初期支护的封闭。为了充分发挥掘进机和钻爆法施工的各自优势,采用小断面掘进机开挖超前导坑,然后再用钻爆法扩挖的工法,也是解决大断面和超大断面隧道快速施工的有效措施。

7. 新型隧道洞口设计将取代传统的挡墙式隧道洞门

高速铁路隧道的洞口设计不仅要考虑地形和与附近景观的结合,有利于环境和生态保护,还应考虑隧道的空气动力学效应。传统的挡墙式洞门已不能满足要求,要采用更多新型的洞口结构,在有条件的地段尽量采用能够适当减缓微气压波影响的切削式洞口。

第
一
篇



世界各国及地区高速铁路隧道