

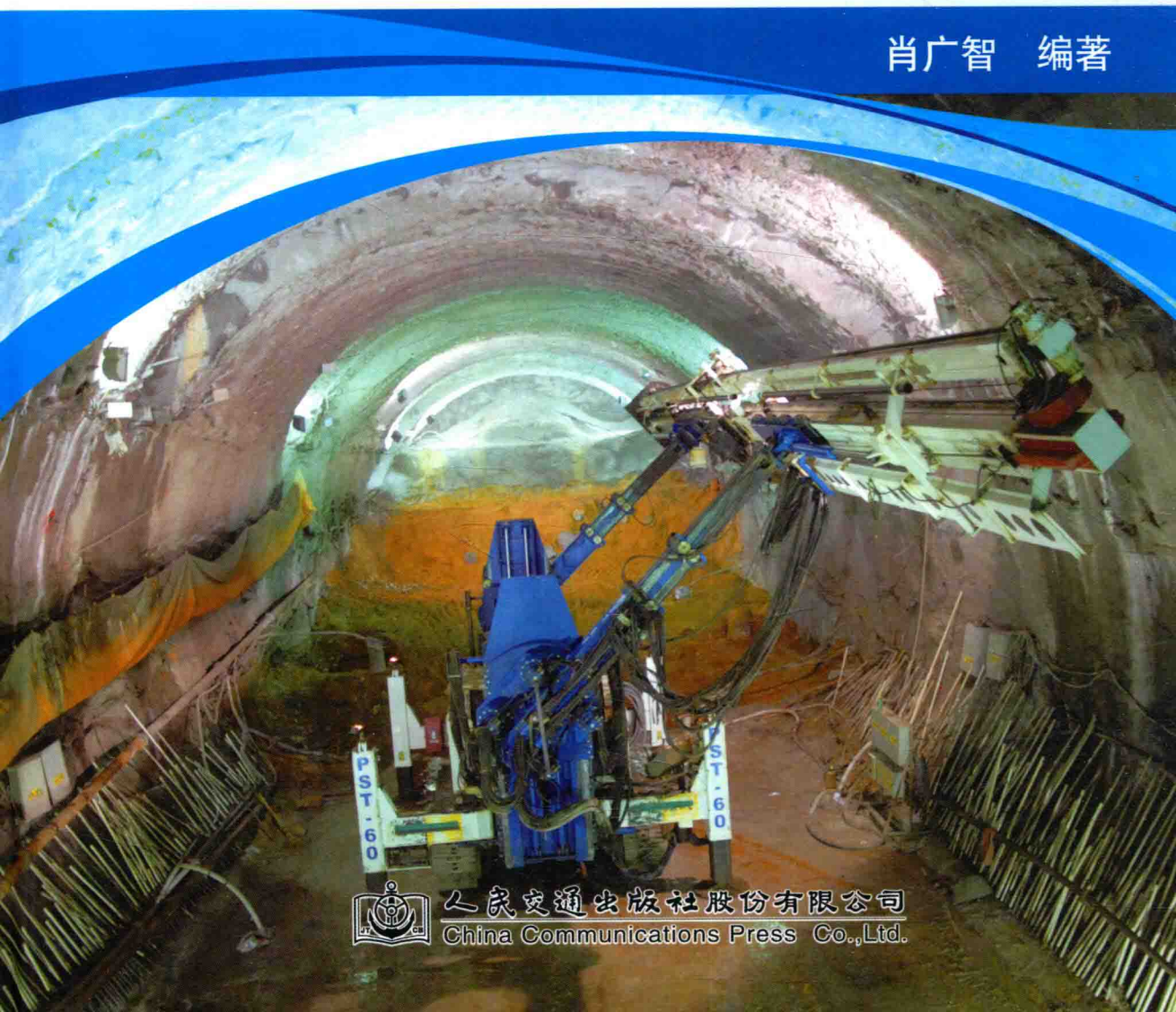


隧道工程修建关键技术丛书

不良、特殊地质条件隧道 施工技术及实例（一）

BULIANG TESHU DIZHI TIAOJIAN SUIDAO
SHIGONG JISHU JI SHILI

肖广智 编著



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



隧道工程修建关键技术丛书

不良、特殊地质条件隧道 施工技术及实例 (一)

BULIANG TESHU DIZHI TIAOJIAN SUIDAO
SHIGONG JISHU JI SHILI

肖广智 编著



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

内 容 摘 要

本书为不良、特殊地质条件隧道施工技术及实例。全书共分为八章,主要内容包括:绪论,高压富水断层,第三系未成岩含水砂层,高地应力软岩,高压富水宽张裂隙,高地应力硬质破碎岩,隧道坍方、岩溶突水、突泥事故预防及处治,地铁车站暗挖施工方法与结构形式选择等。

本书可供从事隧道与地下工程建设管理、设计、施工的工程技术人员学习参考,同时也可作为相关院校师生的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

不良、特殊地质条件隧道施工技术及实例.1 / 肖广智编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015.6

ISBN 978-7-114-12051-0

I. ①不… II. ①肖… III. ①隧道施工 IV. ①U455.49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 027161 号

隧道工程修建关键技术丛书

书 名:不良、特殊地质条件隧道施工技术及实例(一)

著 者:肖广智

责任编辑:温鹏飞

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:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:29.75

字 数:720千

版 次:2015年6月 第1版

印 次:2015年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12051-0

定 价:80.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

作者简介



肖广智,现任中国铁路总公司工程管理中心副总工程师,教授级高工。毕业于西南交通大学铁道工程系隧道与地下铁道专业,1984年7月至2005年9月,在中铁隧道勘测设计院工作,历任设计副部长、副总工程师、总工程师等职,2005年9月至今,在中国铁路总公司(原铁道部)工程管理中心工作,历任桥隧部副部长、副总工程师等职。

长期从事隧道与地下工程的设计施工技术研究和管理工作,在城市浅埋暗挖工程设计施工技术、特殊地质条件隧道设计施工技术等方面积累了丰富的经验。撰写二十余篇论文,获国家科技进步奖一项,省部级科技进步奖六项,国家优秀设计奖两项。曾获火车头奖章、詹天佑人才奖、茅以升铁道工程师奖等。

序

随着铁路建设的快速发展,铁路隧道数量大量增加,目前投入运营的隧道约 9000km,在建隧道约 1 万 km,近期计划建设的隧道约 3000km。在建铁路隧道主要特点:一是控制全线工期,从近几年铁路建设实践来看,控制全线工期的往往是一座或两座复杂的重难点隧道,主要原因是遇到特殊的复杂地质条件,技术储备不足,设计施工经验不足;二是安全事故多,铁路建设的安全事故主要集中在隧道,主要安全事故为塌方、突泥突水、瓦斯等,群死群伤事故时有发生;三是特殊地质条件施工难度大,我国幅员辽阔,地质复杂,如高压富水断层、宽张裂隙、高地应力软岩、硬质破碎岩、第三系未成岩砂层等特殊地质条件施工难度极大,安全风险大,给设计施工带来极大挑战。

作者是长期从事隧道与地下工程设计、施工技术研究和管理工作技术专家,主持过许多复杂的重难点工程设计,也是技术的总工。他深入施工现场,和施工单位共同结合工程地质和水文地质特点开展科技攻关,组织研究解决了几十座特殊及复杂地质条件隧道施工技术难题,推动了隧道工程的技术进步,同时积累了大量复杂地质条件的工程案例经验,把这些工程案例经验进行系统归纳、总结、提炼,上升到理论,是本书的特点。目前国内还没有一本不良及特殊地质条件隧道施工技术的专著,本书的出版非常及时,相信本书对在建隧道遇到高压富水断层、宽张裂隙、第三系未成岩含水砂层、高地应力软岩、硬质破碎岩等特殊地质条件处理具有很大的指导意义和参考价值。另外,隧道塌方、岩溶突泥突水事故预防及处治,对目前隧道安全施工具有很大的应用价值。

作者也参与过城市地铁车站、区间的设计和施工,对大量暗挖车站不同形式的修建技术进行了探索,取得很大成绩,形成了许多不扰民、不拆迁、不破坏环境、不影响交通的车站施工范例。地铁车站暗挖施工方法及结构形式选择,内容丰富,对目前的地铁设计和施工具有很大的引领作用。通过该书的出版,应大力推广应用暗挖法车站施工技术,多考虑市民的利益,给城市带来福音。

不良及特殊地质类型约有十八种之多,希望作者对其他类型继续总结、分析、提炼,作为另册出版。

中国工程院院士



2014 年 8 月 3 日

前 言

本人自调入中国铁路总公司(原铁道部)以来,主要负责铁路隧道技术管理工作,其中最主要的工作就是组织研究解决复杂、重难点、高风险隧道的施工技术难题及现场施工推进。多年来深入施工现场,开展科技攻关,组织研究解决了几十座特殊及复杂地质条件隧道施工技术难题,确保了施工正常推进,推动了隧道工程的技术进步,同时积累了大量复杂地质条件的工程案例经验。把这些工程案例经验进行系统归纳、总结、提炼,以期对类似工程提供借鉴,是我多年的心愿,也是广大工程技术人员的期盼。

全书共分为八章,第一章介绍了全国铁路隧道建设概况;第二章介绍了断层的分类及工程特性,高压富水断层安全施工风险及施工难点、主要设计原则、关键施工技术,厦深铁路梁山、兰新铁路大梁、大瑞铁路大柱山、张集铁路旧堡隧道等实例;第三章介绍了第三系砂层工程地质及水文地质特点、施工难点及存在问题、主要设计原则探讨、关键施工技术,兰渝铁路桃树坪、胡麻岭隧道、马家坡隧道、大西客专干庆隧道、上白隧道等实例;第四章介绍了高地应力、软岩大变形概念,挤压性大变形机理,控制软岩隧道大变形技术措施,乌鞘岭隧道、兰渝铁路隧道等实例;第五章介绍了高压富水宽张裂隙的概念、工程特性、设计原则、施工技术,土库二线中天山、中南部铁路通道太行山隧道等实例;第六章介绍了高地应力硬质破碎岩变形、塌方机理,设计原则及关键施工技术,兰渝铁路部分隧道及天平铁路关山隧道等实例;第七章介绍了坍方及岩溶突水突泥事故类型、原因、预防、处治及工程案例;第八章结合国内外工程实例论述了地铁车站暗挖施工方法、结构形式选择。

感谢东南沿海铁路福建有限责任公司、兰渝铁路有限责任公司、大西客专公司、晋鲁豫铁路通道股份有限公司、兰新铁路甘青有限公司、天平铁路有限公司,中国铁道科学研究院,铁一、二、三、四、五院,中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁隧道院、中铁西南科学研究院有限公司,中铁隧道集团、一、十一、十二、十八、十九、二十、二十一局等单位提供了工程案例资料。

感谢中国铁路总公司工管中心原主任张梅、主任李志义、副主任何志军、原副总工程师黄鸿健等同志在技术工作中给予的指导和帮助。感谢同事张民庆、任诚敏、游旭、刘俊成、王昂生等参加了本书的部分章编写和资料整理工作。

感谢中国工程院王梦恕院士长期以来在隧道工程技术上对我的指导和帮助,并为本书写序。

由于时间紧迫,水平有限,书中难免有错误之处,敬请读者批评指正!

作 者
2014年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 全国铁路隧道建设概况	1
第二节 铁路隧道工程修建技术新进展	8
第三节 在建隧道特点及存在的突出问题	12
第二章 高压富水断层	14
第一节 断层的分类及工程特性	14
第二节 高压富水断层安全施工风险及难点	18
第三节 隧道穿越高压富水断层主要设计原则	19
第四节 隧道穿越高压富水断层关键施工技术	20
第五节 厦深铁路梁山隧道深埋富水软弱带施工技术	30
第六节 兰新铁路甘青段大梁隧道深埋富水软弱带施工技术	53
第七节 大瑞铁路大柱山隧道燕子窝断层施工技术	66
第八节 张集铁路旧堡隧道 F3 断层带突水突泥处治技术	75
第三章 第三系未成岩含水砂层	82
第一节 工程地质及水文地质特点	82
第二节 施工难点及存在问题	82
第三节 主要设计原则探讨	83
第四节 关键施工技术	83
第五节 兰渝铁路桃树坪、胡麻岭隧道第三系含水砂层施工技术	91
第六节 兰渝铁路马家坡隧道第三系未成岩含水砂层施工技术	148
第七节 大西客专干庆隧道第三系含水砂层施工技术	160
第八节 大西客专上白隧道第三系干砂地层施工技术	169
第四章 高地应力软岩	187
第一节 高地应力	187
第二节 软岩大变形	197
第三节 高地应力软岩挤压性大变形机理	200
第四节 软岩隧道施工产生大变形的原因分析	203

第五节	控制软岩隧道大变形技术措施	204
第六节	软岩大变形隧道国内外研究现状	206
第七节	南昆铁路家竹箐隧道大变形及其整治	209
第八节	乌鞘岭隧道软岩大变形及其防治	214
第九节	兰渝铁路隧道高地应力软岩大变形及控制	244
第十节	四川西攀高速公路徐家梁子隧道变形防治	339
第十一节	软岩大变形处治国外工程实例	342
第五章	高压富水宽张裂隙	346
第一节	宽张裂隙的概念与工程特性	346
第二节	隧道穿越高压富水宽张裂隙设计原则	346
第三节	土库二线中天山隧道富水宽张裂隙施工技术	346
第四节	中南部铁路通道太行山隧道富水宽张裂隙施工技术	361
第六章	高地应力硬质破碎岩	372
第一节	高地应力硬质破碎岩变形、塌方机理	372
第二节	高地应力硬质破碎岩设计原则及关键施工技术	372
第三节	兰渝铁路高地应力硬质破碎岩施工技术	373
第四节	天平铁路关山隧道高地应力硬质破碎岩施工技术	379
第七章	隧道坍方及岩溶突水、突泥事故的预防与处治	388
第一节	隧道坍方事故预防及处理	388
第二节	隧道岩溶突水、突泥事故预防及处治	406
第八章	地铁车站暗挖施工方法与结构形式选择	419
第一节	全暗挖地铁车站	419
第二节	明、暗挖结合地铁车站	455
参考文献		462

第一章 绪 论

第一节 全国铁路隧道建设概况

截至 2013 年底,全国累计投入运营的铁路隧道 11074 座,全长约 8938.74km;目前在建铁路共有 123 个项目涉及隧道工程,共计 4206 座,全长约 7795.05km。具体见表 1-1-1。

全国铁路隧道统计表

表 1-1-1

序号	年 度	线路	隧道座数(座)	隧道长度(km)	备 注
1	1888—1912		237	42.0	
2	1912—1949		427	114.0	
3	1950—1959		1005	306.0	
4	1960—1969		1113	660.0	
5	1970—1979		1954	1035.0	
6	1980—1989		325	202.0	
7	1990—1999		1826	1312.0	
8	2000	7	10	16.2	
9	2001	6	24	32.8	
10	2002	11	274	261.8	
11	2003	8	99	98.4	
12	2004	3	4	2.7	
13	2005	7	359	334.1	
14	2006	12	87	111.9	
15	2007	8	23	22.5	
16	2008	18	344	334.3	
17	2009	22	305	497.2	
18	2010	24	544	686.1	
19	2011	13	662	879.6	
20	2012	20	894	885.9	
21	2013	22	558	1104.28	
22	在建项目	123	4206	7795.053	
	合计		15280	16733.8	

2013 年投入运营的隧道长度超过 1000km(达到 1104km)。按照铁路开通计划,2014 年预

计投入运营的隧道长度约为 2178km,2015 年预计投入运营的隧道长度约为 1792km,2016 年预计投入运营的隧道长度约为 2000km。具体见表 1-1-2。

在建项目隧道统计表

表 1-1-2

年度	项目	隧道座数(座)	隧道长度(km)	未贯通重点风险隧道(座)
2014	43	1291	2178.21	
2015	29	1064	1792.82	13(双丰、兴源、桃树坪、胡麻岭、宝峰、泽雅、松山湖、双碑、深港、坪子上、关山、如意、新考塘)
2016	35	1065	2085.037	51
2017 年及以后	16	786	1738.99	

截至 2013 年底,在建项目隧道 4206 座,全长约 7795.05km,按 I 级风险管理的隧道 67 座,风险源主要为瓦斯突出、岩溶、高地应力和环境风险。部分长大铁路干线风险隧道多,宝兰、渝黔、西成、成兰、成贵 5 条铁路,共有 34 座 I 级风险隧道;新开工城市隧道增多,城市隧道环境风险日益突出,主要集中在城际铁路(如广深港、珠三角、长株潭、武汉城市圈等)、引入枢纽下穿城区构筑物等隧道。

另外,据不完全统计,已批复可研陆续开工的项目隧道长度超过 2500km。

特长隧道统计如下:

(1)全国 10km 以上铁路隧道:共 175 座(含 2015 年计划开工);已投入运营的 44 座;在建的 113 座,其中 40 座已经贯通,73 座尚未贯通;2014 年计划开工的 18 座。具体见表 1-1-3。

(2)全国 20km 以上铁路隧道:共 17 座;已投入运营的 5 座;在建的 8 座,其中 3 座已经贯通,5 座尚未贯通;2014 年计划开工的 4 座。

10km 以上隧道统计表

表 1-1-3

序号	名称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线名	运营/在建/未开工
1	高黎贡山	单线	34.538			大理至瑞丽铁路	计划 2015 年开工
2	关角左线	单线	32.645	2007-11		西宁至格尔木二线	在建
3	关角右线	单线	32.645	2007-11		西宁至格尔木二线	在建
4	克什克腾右线	单线	28.945			集宁至通辽铁路扩能	计划 2015 年开工
	克什克腾左线	单线	28.915			集宁至通辽铁路扩能	计划 2015 年开工
5	平安左线	单线	28.426	2013-1		成都至兰州客专	在建
	平安右线	单线	28.400	2013-1		成都至兰州客专	在建
6	西秦岭左线	单线	28.236	2010-5	2013-10	兰州至重庆铁路	在建
	西秦岭右线	单线	28.220	2010-5	2013-10	兰州至重庆铁路	在建
7	太行山上行	单线	27.848	2005-6	2007-12	石家庄至太原客专	运营
	太行山下行	单线	27.839	2005-6	2007-12	石家庄至太原客专	运营
8	南吕梁山左线	单线	23.443	2010-4	2013-6	中南部铁路通道	在建
	南吕梁山右线	单线	23.443	2010-4	2013-6	中南部铁路通道	在建
9	云屯堡	双线	22.923			成都至兰州客专	2014 年已开工

续上表

序号	名 称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线 名	运营/在建/未开工
10	崂山(右线)	单线	22.771			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
	崂山(左线)	单线	22.751			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
11	中天山右线	单线	22.467	2007-5	2013-9	吐鲁番至库尔勒二线	在建
	中天山左线	单线	22.449	2007-5		吐鲁番至库尔勒二线	在建
12	青山山左线	单线	22.175	2008-8	2011-9	向塘至莆田客专	运营
	青山山右线	单线	21.843	2008-8	2011-9	向塘至莆田客专	运营
13	燕山左线	单线	21.191	2010-11		张家口至唐山铁路	在建
	燕山右线	单线	21.178	2010-11		张家口至唐山铁路	在建
14	吕梁山左线	单线	20.785	2006-3	2009-9	太原至中卫、银川铁路	运营
	吕梁山右线	单线	20.772	2006-3	2009-9	太原至中卫、银川铁路	运营
15	当金山	单线	20.140	2013-1		敦煌至格尔木铁路	在建
16	乌鞘岭右线	单线	20.050	2003-3	2007-6	兰州至武威二线	运营
	乌鞘岭左线	单线	20.050	2003-3	2007-6	兰州至武威二线	运营
17	跃龙门右线	单线	20.042	2013-1		成都至兰州客专	在建
	跃龙门左线	单线	19.981	2013-1		成都至兰州客专	在建
18	木寨岭左线	单线	19.095	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
	木寨岭右线	单线	19.080	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
19	秦岭Ⅱ	单线	18.456	1995-1	1999-9	西安至安康铁路	运营
	秦岭Ⅰ	单线	18.456	1995-1	1999-9	西安至安康铁路	运营
20	中条山左线	单线	18.440			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
	中条山右线	单线	18.425			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
21	石林	双线	18.208	2010-8	2013-12	昆明至南宁客专	在建
22	太行山左线	单线	18.125	2010-4		中南部铁路通道	在建
	太行山右线	单线	18.125	2010-4		中南部铁路通道	在建
23	西安岭右线	单线	18.069			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
	西安岭左线	单线	18.059			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
24	营盘山右线	单线	17.934	2013-12		成都至昆明铁路	在建
	营盘山左线	单线	17.891	2013-12		成都至昆明铁路	在建
25	雪峰山右线	单线	17.892	2008-12	2011-2	向塘至莆田客专	运营
	雪峰山左线	单线	17.842	2008-12	2011-2	向塘至莆田客专	运营
26	高盖山右线	单线	17.892	2008-11	2012-5	向塘至莆田客专	运营
	高盖山左线	单线	17.594	2008-11	2012-5	向塘至莆田客专	运营

序号	名称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线名	运营/在建/未开工
27	秀岭	单线	17.623	2008-12		大理至瑞丽铁路	在建
28	永寿梁左线	单线	17.158	2009-2	2012-5	西安至平凉铁路	在建
	永寿梁右线	单线	17.152	2009-2	2012-5	西安至平凉铁路	在建
29	六盘山	单线	16.719	2009-5		天水至平凉铁路	在建
30	哈达铺右线	单线	16.600	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
	哈达铺左线	单线	16.590	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
31	榴桐寨左线	单线	16.262	2013-1		成都至兰州客专	在建
	榴桐寨右线	单线	16.257	2013-1		成都至兰州客专	在建
32	太岳山	双线	16.194	2010-4	2013-12	中南部铁路通道	在建
33	秦岭天华山	双线	15.989	2013-1		西安至成都客专	在建
34	大坂山右线	单线	15.918	2010-2		兰州至新疆客专	在建
	大坂山左线	单线	15.897	2010-2		兰州至新疆客专	在建
35	象山左线	单线	15.898	2006-12	2010-11	龙岩至厦门铁路	运营
	象山右线	单线	15.898	2006-12	2010-11	龙岩至厦门铁路	运营
36	二青山	单线	15.851	2010-10		太原至兴县铁路	在建
37	黑山	双线	15.748	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
38	关山	单线	15.634	2009-9		天水至平凉铁路	在建
39	戴云山	双线	15.617	2009-2	2012-3	向塘至莆田客专	运营
40	集义	双线	15.417			蒙西至华中铁路	计划2015年开工
41	九岭山	双线	15.365			蒙西至华中铁路	计划2015年开工
42	六狼山	单线	15.175	2008-4	2011-12	朔州至准格尔	在建
43	老安山	双线	15.161	2013-1		西安至成都客专	在建
44	赤城	双线	15.047	2010-11		张家口至唐山铁路	在建
45	朱家山	双线	14.950	2013-1		宝鸡至兰州客专	在建
46	冒天山	单线	14.915	2007-11	2010-4	包头至西安铁路	运营
47	大秦岭	双线	14.846	2013-1		西安至成都客专	在建
48	雁门关	单线	14.840	2007-12	2013-4	北同蒲取直铁路	在建
49	璧板坡左线	单线	14.756	2010-10		上海至昆明客专	在建
	璧板坡右线	单线	14.685	2010-10		上海至昆明客专	在建
50	笔架山	双线	14.751	2013-1		宝鸡至兰州客专	在建
51	岩山	双线	14.693	2009-2	2012-8	贵阳至广州客专	在建
52	大坡岭	单线	14.665	2008-11		大理至瑞丽铁路	在建
53	武夷山	双线	14.659	2008-12	2011-5	向塘至莆田客专	运营
54	三都	双线	14.637	2009-2	2012-8	贵阳至广州客专	在建
55	红石岩	双线	14.580	2010-10		昆明至南宁客专	在建

续上表

序号	名 称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线 名	运营/在建/未开工
56	发鸠山	双线	14.573	2010-11	2013-9	中南部铁路通道	在建
57	大中山	双线	14.540			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
58	天池坪	双线	14.528	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
59	大柱山	单线	14.484	2008-7		大理至瑞丽铁路	在建
60	北武夷山	双线	14.456	2010-10	2013-4	合肥至福州客专	在建
61	大瑶山	单线	14.295	1981-11	1989-12	北京至广州客专	运营
62	得利	双线	14.167	2013-1		西安至成都客专	在建
63	尤溪	双线	14.097	2008-12	2011-5	向塘至莆田客专	运营
64	六郎	双线	14.090	2009		昆明至南宁客专	在建
65	柿子园	双线	14.069	2013-1		成都至兰州客专	在建
66	敖包梁	双线	14.028	2013-7		呼和浩特至准格尔、额济纳铁路	在建
67	天平山	双线	14.005	2010-12	2013-1	贵阳至广州客专	在建
68	天坪	双线	13.978	2013-1		重庆至贵阳客专	在建
69	麦积山隧道	双线	13.932	2013-4		宝鸡至兰州客专	在建
70	同马山	双线	13.931	2010-12	2012-11	贵阳至广州客专	在建
71	野三关上行	单线	13.834	2004-4	2008-10	宜昌至万州铁路	运营
	野三关下行	单线	13.796	2004-4	2008-10	宜昌至万州铁路	运营
72	普棚 1 号	双线	13.795	2012-12		广通至大理铁路	在建
73	梅花山	双线	13.778	2010-10	2013-11	赣州至龙岩铁路	在建
74	富宁	双线	13.625	2010-10		昆明至南宁客专	在建
75	北天山	单线	13.610	2004-11	2008-12	精河至伊宁、霍尔果斯铁路	运营
76	胡麻岭	双线	13.608	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
77	万寿山	双线	13.468	2009-1	2011-8	重庆至利川铁路	运营
78	骄子山	双线	13.406	2013-12		成都至昆明铁路永广段	在建
79	妥安	双线	13.371	2013-12		成都至昆明铁路永广段	在建
80	保安营 1 号	单线	13.326	2013-12		成都至昆明铁路米攀段	在建
81	长洪岭	双线	13.294	2009-1	2011-4	重庆至利川铁路	运营
82	大别山	双线	13.256	2005-8	2010-6	合肥至武汉铁路	运营
83	岗乌	双线	13.187	2010-10		上海至昆明客专	在建
84	秀宁	双线	13.187	2007-10	2013-3	广通至昆明铁路	在建
85	福仁山隧道	双线	13.102	2013-1		西安至成都客专	在建
86	霞浦	双线	13.099	2005-8	2008-1	杭州至深圳客专	运营
87	金瓜山	双线	12.974	2007-11	2012-1	向塘至莆田客专	运营
88	新莲	双线	12.843	2010-7		昆明至南宁客专	在建

续上表

序号	名称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线名	运营/在建/未开工
89	石楼	双线	12.807	2010-6	2013-5	中南部铁路通道	在建
90	幸福	双线	12.787	2011-2		昆明至南宁客专	在建
91	长梁山	双线	12.780	1995-12	2000-2	朔州黄骅铁路	运营
92	金瓶岩	双线	12.773	2013-1		成都至兰州客专	在建
93	冉家湾	双线	12.754	2013-12		成都至昆明铁路米攀段	在建
94	大南山	双线	12.697	2008-1	2009-12	厦门至深圳客专	运营
95	长庆坡	双线	12.676	2010-5		昆明至南宁客专	在建
96	两安	双线	12.620	2009-3	2012-7	贵阳至广州客专	在建
97	化马	双线	12.580	2009-4		兰州至重庆铁路	在建
98	高家山	双线	12.572	2010-2	2013-8	兰州至新疆客专	在建
99	清凉山	双线	12.553	2013-1		西安至成都客专	在建
100	长寿山	双线	12.526	2009-9	2011-8	兰州铁路枢纽北环	运营
101	堰口	双线	12.447	2013-12		成都至昆明铁路米攀段	在建
102	北岭山	双线	12.438	2008-12	2012-7	南宁至广州客专	在建
103	何家梁隧道	双线	12.406	2013-1		西安至成都客专	在建
104	吴堡	双线	12.300	2006-11	2009-7	太原至中川、银川	运营
105	东秦岭	单线	12.269	2000-5	2002-9	南京至西安铁路	运营
	东秦岭平导	单线	12.269	2000-5	2002-9	南京至西安铁路	运营
106	乌蒙山二号	双线	12.260	2008-5	2010-8	六盘水至沾益铁路	运营
107	三联	单线	12.214	2008-6	2012-4	六盘水至沾益铁路	运营
108	五指山	双线	12.213	2008-11	2012-8	南宁至广州客专	在建
109	枫相院	双线	12.129	2009-4	2013	兰州至重庆铁路	在建
110	西寺峪	双线	12.105			北京至沈阳客专	2014年已开工
111	绥德	双线	12.090	2006-3	2010	太原至中卫、银川	运营
112	金家岩	双线	12.051	2013-1		西安至成都客专	在建
113	泽雅	双线	12.030	2010		金华至温州扩能	在建
114	总发	双线	11.973	2013-12		成都至昆明铁路米攀段	在建
115	卧龙山	单线	11.944	2007-12	2013-1	朔州至准格尔铁路	在建
116	坡录元	双线	11.926	2010-11		昆明至南宁客专	在建
117	如意	双线	11.921			蒙西至华中铁路	计划2015年开工
118	开特勒	单线	11.901			巴楚至伊宁铁路	计划2015年开工
119	大独山	双线	11.882	2010-10		上海至昆明客专	在建
120	三青山	双线	11.861	2010-7	2013-9	合肥至福州客专	在建
121	车赶	双线	11.815	2010-4		中南部铁路吕临支线	在建

续上表

序号	名 称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线 名	运营/在建/未开工
122	白草鞍	双线	11.792	2010-11		张家口至唐山铁路	在建
123	五道梁	双线	11.720	2010-11		张家口至唐山铁路	在建
124	圆梁山	双线	11.680	2001-3	2004-2	重庆至怀化铁路	运营
125	阳山	双线	11.675			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
126	雪峰山一号	双线	11.670	2010-12	2013-10	上海至昆明客专	在建
127	黄家梁	双线	11.618	2013-1		西安至成都客专	在建
128	堡镇上行	单线	11.599	2004-8	2007-9	宜昌至万州铁路	运营
	堡镇下行	单线	11.565	2004-8	2007-9	宜昌至万州铁路	运营
129	鹰鹞山	单线	11.572	2008	2012	朔州至准格尔铁路	在建
130	革朗隧道	双线	11.568	2010-11		昆明至南宁客专	在建
131	南梁上行	单线	11.539	2005	2008	石家庄至太原客专	运营
	南梁下行	单线	11.526	2005	2008	石家庄至太原客专	运营
132	新哨	双线	11.512	2010-8		昆明至南宁客专	在建
133	宝台山	双线	11.500	2008-11	2010-12	向塘至莆田客专	运营
134	横山	双线	11.448	2006-3	2010	太原至中卫、银川	运营
135	民太	双线	11.342	2013-12		成都至昆明铁路永广段	在建
136	龙池山	双线	11.340	2009-4	2013-10	兰州至重庆铁路	在建
137	胡营西山	双线	11.336			北京至沈阳客专	2014 年已开工
138	盐边	双线	11.298	2013-12		成都至昆明铁路	在建
139	东风	双线	11.296	2010-8		昆明至南宁客专	在建
140	秦岭翠华山	双线	11.271	2010-1	2012-5	西安至安康二线	在建
141	洛香	双线	11.232	2010-12	2013-9	贵阳至广州客专	在建
142	兴旺岭	双线	11.070	2006-3	2009	太原至中卫、银川	运营
143	东伍岭	双线	11.021			北京至沈阳客专	2014 年已开工
144	高青	双线	10.953	2010-12	2013-11	贵阳至广州客专	在建
145	大梁(渝利)	双线	10.942	2009-1	2011-10	重庆至利川铁路	运营
146	棋盘石	双线	10.808	2008-10	2011-12	向塘至莆田客专	运营
147	狮子洋	双线	10.800	2007-11	2011-3	广州至深圳、香港客专	运营
148	金寨	双线	10.766	2005-7	2007-11	宜昌至万州铁路	运营
149	段家坪	双线	10.724			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
150	连云山	单线	10.704			蒙西至华中铁路	计划 2015 年开工
151	新大巴山	双线	10.658	2005-9	2007-12	襄樊至重庆铁路	运营
152	福川	双线	10.649	2010-2	2013	兰州至新疆客专	在建
153	黄冈	双线	10.649	2010-12	2013-9	贵阳至广州客专	在建

序号	名称	单/双线	长度(km)	开工时间 (年-月)	贯通时间 (年-月)	线名	运营/在建/未开工
154	临县	双线	10.632	2010-4	2012-12	中南部铁路通道	在建
155	杜家山	单线	10.579	2014-2		阳安安康直通线	在建
156	齐岳山	单线	10.528	2004-2	2010-12	宜昌至万州铁路	运营
157	隰县	双线	10.512	2010-4	2013-6	中南部铁通道	在建
158	闽清	双线	10.500	2010-7	2013-8	合肥至福州客专	在建
159	吴家岔隧道	双线	10.456	2013-1		宝鸡至兰州客专	在建
160	鹅岭	双线	10.445	2009-12	2012-4	衡阳至茶陵、吉安	运营
161	盆因拉	单线	10.410	2011-4	2013-5	拉萨至日喀则铁路	在建
162	屏边	双线	10.381	2009	2012	蒙自至河口铁路	在建
163	古城岭隧道	双线	10.365	2013-1		宝鸡至兰州客专	在建
164	秀山	双线	10.302	2006-3	2012-1	玉溪至蒙自铁路	在建
165	南门口	双线	10.255	2013-12		南平至龙岩铁路	在建
166	离石	双线	10.236	2007-4	2009-4	太原至中卫、银川	运营
167	祥和	双线	10.220	2012-12		广通至大理铁路	在建
168	范家山	双线	10.190	2010-4	2013-9	中南部铁路通道	在建
169	北台子	双线	10.130			北京至沈阳客专	2014 已年开工
170	浏阳河	双线	10.115	2006-9	2008-6	北京至广州客专	运营
171	大瑶山 1 号	双线	10.081	2005-6	2008-6	北京至广州客专	运营
172	孟村	双线	10.068	2010		昆明至南宁客专	在建
173	付营子	双线	10.039	2010-3		张家口至唐山铁路	在建
174	拉法山	双线	10.035	2009	2013	吉林至图们、珲春	在建
175	渭河隧道	双线	10.016	2013-1		宝鸡至兰州客专	在建

第二节 铁路隧道工程修建技术新进展

近年来,随着铁路建设的快速发展,铁路隧道修建技术有了长足的发展,具体表现在以下几个方面。

一、高速铁路隧道关键技术

目前,我国已研究解决了列车在隧道内高速运行产生的空气动力学问题,确定了不同运行速度目标值隧道净空断面,制定了各项技术标准,确定了大断面隧道的支护衬砌参数及施工方法、洞口结构形式及长大隧道防灾救援的标准和措施。图 1-2-1 所示为高速铁路隧道的洞口缓冲结构,图 1-2-2 所示为洞口微气压波示意图。

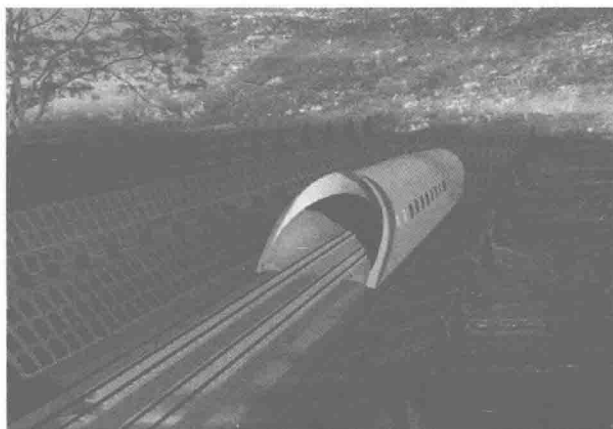


图 1-2-1 洞口缓冲结构

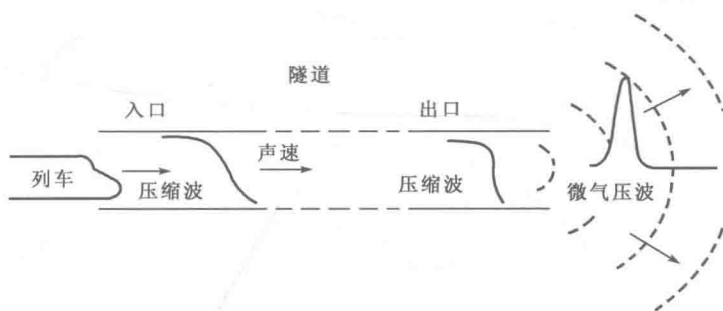


图 1-2-2 洞口微气压波

二、艰险山区复杂地质条件长大隧道修建技术

乌鞘岭隧道(长 20.5km)、石太客专太行山隧道(长 27km)的通车运营,宜万铁路隧道(岩溶高风险)的贯通,云南大丽、玉蒙、大瑞铁路(围岩破碎、复杂、多变)的建设,以及西格二线关角隧道(32km,目前全国最长)、兰渝铁路西秦岭隧道(29km,两台 TBM 结合矿山法施工)、木寨岭隧道的建设,标志着我国在艰险山区、复杂地质条件的长大隧道修建方面取得了丰硕的成果,尤其针对防灾救援、高压富水岩溶、断层突水突泥、高地应力、地质复杂多变等情形的修建技术日趋成熟。

宜万铁路全长 378km,隧道 161 座,其长度占全线总长的 60%。其中岩溶隧道 92 座,长 247km,占隧道总长的 74%。全线岩溶极其发育,有齐岳山等 8 座隧道为一级风险隧道,多次发生突水、突泥灾害,采用综合地质预报手段及时探明前方岩溶发育情况,采取注浆堵水、限量排放和“释能降压”以及防灾报警等综合技术措施,保证了隧道的施工安全。图 1-2-3 所示为宜万铁路隧道溶洞。