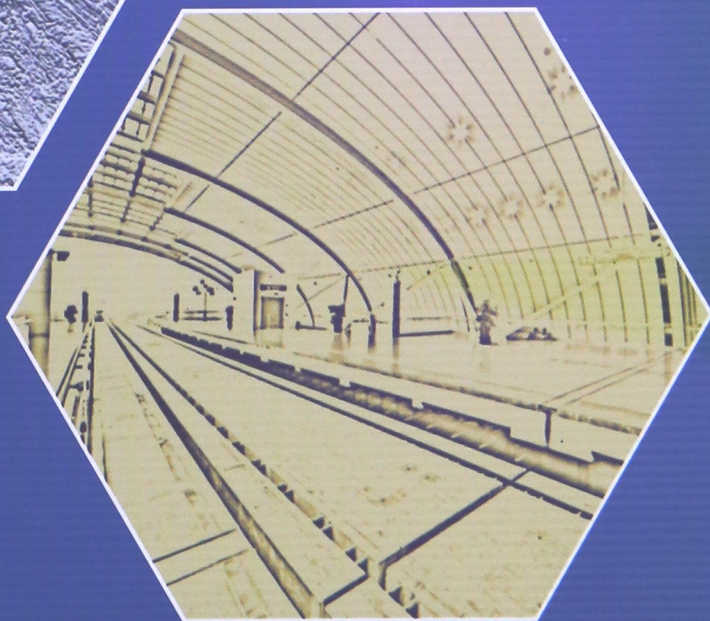
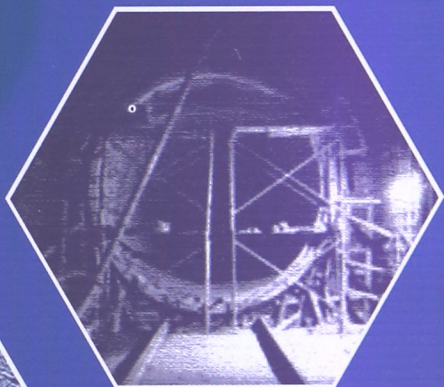


隧道工程地质学

何发亮 郭如军 吴德胜 丁建芳 / 编著



SUIDAO
GONGCHENG
DIZHIXUE



西南交通大学出版社
<http://press.swjtu.edu.cn>

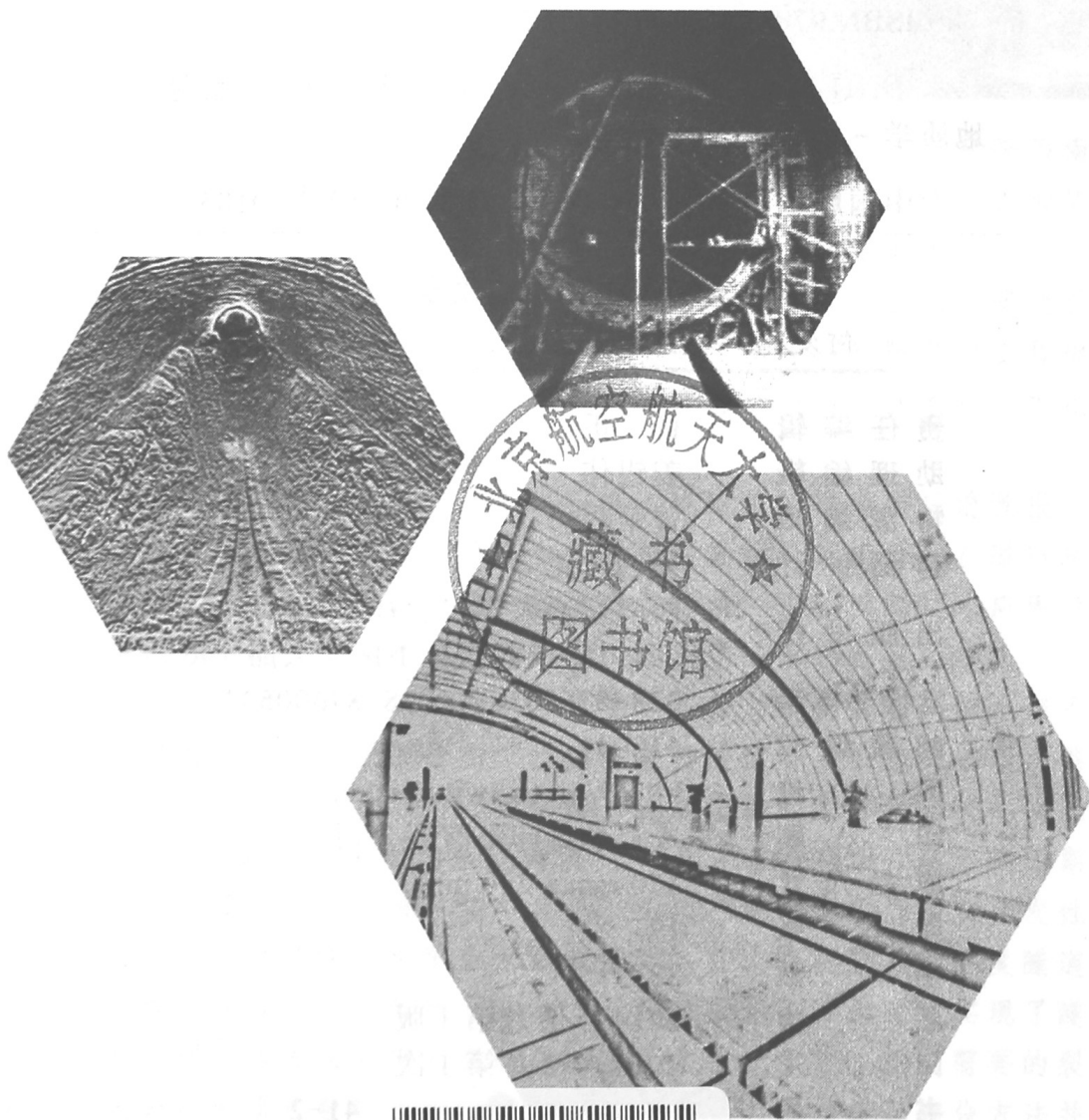
014037881

U452.1
04

隧道工程地质学

SUIDAO GONGCHENG DIZHIXUE

何发亮 郭如军 吴德胜 丁建芳 / 编著



北航 C1726017

U452.1/04

西南交通大学出版社

·成都·

188730710

内容提要

本书从隧道工程地质学的性质及任务、隧道工程地质学的发展论述出发,详细介绍了与隧道工程地质相关的地质学基础知识,从施工地质灾害、不良地质体及其相互关系论述了隧道施工地质问题,从可研勘测设计、施工三阶段和选线、工程地质勘察、围岩分级论述了隧道工程地质工作,系统论述了隧道地质预报及其需要的隧道通过不良地质体施工技术,介绍了隧道风险评估与管理。

图书在版编目(CIP)数据

隧道工程地质学 / 何发亮编著. — 成都: 西南交通大学出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5643-2841-2

I. ①隧… II. ①何… III. ①隧道工程—工程地质—地质学—教材 IV. ①U45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 018580 号

隧道工程地质学

何发亮 郭如军 吴德胜 丁建芳 编著

责任编辑	杨勇
助理编辑	姜锡伟
特邀编辑	曾荣兵
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都勤德印务有限公司
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	19
字 数	337 千字
版 次	2014 年 2 月第 1 版
印 次	2014 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2841-2
定 价	60.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

作者简介

何发亮，广西贺州人，1962年11月出生。中铁西南科学研究院有限公司教授级高级工程师、副总工程师、学术委员会委员、中级职称评审委员会委员，享受国务院政府特殊津贴专家，中国铁路工程总公司首批有突出贡献的中青年专家，中国铁路工程总公司专家委员会专家，中国铁道科学研究院博士研究生导师、硕士研究生导师。



1984年毕业于中山大学地质学系地质专业，同年分配到中铁西南科学研究院有限公司（原铁道部科学研究院西南研究所）至今，主要从事隧道工程地质、声波探测技术应用、隧道施工地质预报、地质灾害防治研究及文物加固工程勘察设计技术咨询服务工作。

历任中铁西南科学研究院有限公司实习生、助理工程师、助理研究员、副研究员、教授级高级工程师，曾任中铁西南科学研究院有限公司工程地质研究室/地质预报中心副主任、主任，中铁成都勘察设计院总工程师，中铁西南科学研究院有限公司副总工程师。

长期从事工程地质、铁路隧道围岩分级、隧道施工期地质超前预报、声波探测技术应用、地质灾害防治研究和文物加固勘察设计公司，在隧道施工地质超前预报、铁路隧道围岩分级、地质灾害防治、声波探测技术应用及文物加固工程勘察设计等方面有较高的造诣，作出了突出的贡献。

20多年来，主持完成国家自然科学基金“高压大流量岩溶裂隙水与不良地质情况的超前预报和治理”子项“岩体温度法隧道（洞）施工掌子面前方涌水预报研究”、铁道部“岩溶地区铁路长隧道涌漏水综合治理技术研究”子项“岩溶地区铁路长隧道涌漏水规律研究”、国家863项目“隧道施工期大涌水等地质灾害超前实时预报系统与装备”子项“涌水灾害分级及突发性地质灾害实时预警预报及施工预案专家系统研究”，首次提出了岩体温度隧道施工涌水预报理论及方法、岩溶地下水动力剖面分带混流带概念，实现了隧道施工涌水预报理论和方法的重大突破；参与主持完成“TBM施工需要的裂隙围岩等级划分及地质参数确定研究”，提出TBM施工围岩等级划分方法并为《铁路隧道全断面岩石掘进机法技术指南》（铁建设〔2007〕106号）引用；主持开展了声波探测技术隧道施工地质预报研究；参与完成铁路隧道工程岩体（围岩）分级研究、大瑶山隧道工程岩体力学特性研究及F₉断层攻关、青藏铁路察尔汗盐湖路基下盐岩溶洞探测、皖赣铁路下坑隧道运营监测等工作。

在隧道地质预报、围岩分级和隧道施工地质预报等方面作出了突出的贡献。

目前正作为国家重点基础研究发展计划(“973”计划)“深长隧道突水突泥重大灾害致灾机理及预测预警与控制理论”课题组专家参与研究工作。

获 2011 年国家科学技术进步二等奖 1 项(隧道含水构造等不良地质超前预报定量识别及其灾害防治关键技术)、1995 年铁道部科技进步四等奖 1 项(岩溶地区铁路长隧道涌漏水综合治理技术研究)、2001 年中国铁路工程总公司科学技术一等奖 1 项(TBM 施工需要的裂隙围岩等级划分及地质参数确定研究),2007 年和 2010 年中国铁路工程总公司科学技术二等奖各 1 项(岩体温度隧道施工掌子面前方涌水预报、大伙房特长输水隧洞不良地质预报及施工预案研究)、铁道科学研究院科技进步三等奖 1 项(铁路隧道工程岩体(围岩)分级建议);参与完成的“隧道施工掌子面前方不良地质预报”获铁道部科技进步三等奖、“既有隧道地下水变化规律及其对环境生态平衡影响的评估”获铁道部科技进步四等奖。

2010 年被国家文物局授予文物系统汶川地震灾后文物抢救保护工作特别贡献奖。

2012 年被评为 2011 年度中国施工企业管理协会科学技术奖创新先进个人。

作为主要编写者参与完成《铁路隧道超前地质预报技术指南》(铁建设〔2008〕105号)和《铁路隧道全断面岩石掘进机法技术指南》(铁建设〔2007〕106号)的编写,是工程岩体分级国家标准修编者之一。

著有《隧道地质超前预报》、《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预报》、《隧道施工地质灾害与不良地质体及其预报》、《隧道工程地质与声波探测技术》和《隧道工程岩体分级》五部专著;发表了《岩体温度法隧道施工涌水预报》、《TBM 施工隧道围岩分级方法研究》、《隧道施工地质超前预报工作方法》、《铁路隧道风险评估若干问题探讨》、《岩溶地区长大隧道涌水涌泥及地表塌陷灾害预测预报技术》、《铁路隧道施工地质超前预测预报技术》、《隧道施工期地质超前预报技术的发展》、《声波探测技术的新发展及其应用》等 70 余篇论文。

现任国际工程地质与环境学会(IAEG)会员、中国地质学会工程地质专委会委员、中国岩石力学与工程学会地下工程分会理事、四川省岩石力学与工程学会理事兼副秘书长、四川省声学学会常务理事,《现代隧道技术》、《铁路地质与路基》编委,四川省人民政府评标专家库专家、四川省国土资源厅地质灾害防治工作技术专家库专家、四川省及成都市文物工程评标专家库在库专家、四川省咨询业协会工程地质水文地质高级咨询师、成都市科技评估专家信息库专家。

1984年8月—1985年7月,铁道部科学研究院西南研究所,实习生。

1985年8月—1990年7月,铁道部科学研究院西南研究所,助理工程师。

1990年8月—1995年7月,铁道部科学研究院西南研究所,助理研究员。

1995年8月—1999年3月,铁道部科学研究院西南分院(中铁西南科学研究院),副研究员。

1999年4月—2002年3月,中铁西南科学研究院,副研究员,工程地质研究室副主任。

2000年10月至今,中国地质学会工程地质专委会委员。

2002年4月—2002年9月,中铁西南科学研究院有限公司,副总工程师,副研究员,工程地质研究室主任。

2002年10月—2009年4月,中铁西南科学研究院有限公司,副总工程师,教授级高级工程师、工程地质研究室主任。

2002年12月被评为中国铁路工程总公司首批有突出贡献的中青年专家,同时被聘为中国铁路工程总公司专家委员会专家。

2003年被增补为中国铁道科学研究院岩土工程专业隧道施工地质预报方向硕士研究生导师。

2009年4月被授予享受国务院政府特殊津贴专家称号。

2009年5月至今,中铁西南科学研究院副总程师。

2012年增补为中国铁道科学研究院岩土工程专业博士研究生导师。

主要论文著作:

- 1.《隧道地质超前预报》,西南交通大学出版社,2006年
- 2.《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预报》,西南交通大学出版社,2009年
- 3.《隧道施工地质灾害与不良地质体及其预报》,西南交通大学出版社,2011年
- 4.《隧道工程岩体分级》,西南交通大学出版社,2007年
- 5.《隧道工程地质与声波探测技术》,西南交通大学出版社,2005年
- 6.《铁路隧道风险评估若干问题探讨》,现代隧道技术,2011年第1期
- 7.《岩体温度法隧道施工涌水预报》,现代隧道技术,2009年增刊
- 8.《黄果树隧道左线充填岩溶及其跨越》,现代隧道技术,2009年增刊
- 9.《岩体温度法隧道施工涌水预报正反演试验研究》,现代隧道技术,2009年增刊
- 10.《红外探测法在隧道涌水预报中的应用》,现代隧道技术,2009年增刊

11. 《隧道施工涌水灾害分级的初步研究》，现代隧道技术，2009 年增刊
12. 《隧道施工掌子面前方溶洞声波反射法探测模型试验研究》，现代隧道技术，2009 年增刊
13. 《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预测预报探讨》，现代隧道技术，2007 年第 2 期
14. 《隧道施工地质超前预报工作方法》，岩土工程学报，2006 年增刊
15. 《TBM 施工隧道围岩分级研究》，岩石力学与工程学报，2002 年 9 月，第 21 卷第 9 期
16. 《岩溶地区长大隧道涌水灾害预测预报技术》，水文地质工程地质，2001 年第 5 期
17. 《声波探测技术的新发展及其应用》，中国铁道科学，1999 年第 20 卷第 4 期
18. 《隧道施工期地质超前预报技术的发展》，现代隧道技术，2001 年第 3 期
19. 《隧道施工期地质超前预报若干问题探讨》，第八次全国岩石力学与工程学术大会论文集，2004 年
20. 《HSP 及 CT 法隧道施工期岩溶地质预报》，隧道地质超前预报技术交流研讨会论文集，2004 年
21. 《声波 CT 技术在泸定桥东桥台内部结构探测中的应用》，文物保护与考古科学，2001 年第 13 卷第 1 期
22. 《泸定桥东桥台内部加固效果检测》，第八次全国岩石力学与工程学术大会论文集，2004 年
23. 《声波 CT 探测技术在古生物化石探测中的应用》，四川文物，2000 年第 5 期
24. 《四川石窟及摩崖造像主要问题及其治理对策》，工程地质学报，2010 年第 18 卷增刊
25. 《铁路隧道施工地质超前预测预报技术》，铁道工程学报，2005 年增刊第 1 期
26. 《中国西部地震区道路工程建设若干问题的探讨》，铁道工程学报，2008 年 12 月增刊
27. 《隧道施工地质超前预报体系构建探讨》，联合应对西部的机遇与挑战—2009 年第三届全国岩土与工程学术大会论文集
28. 《大渡河泸定铁索桥病害整治前期研究》，成都理工学院学报，2001 年增刊第 1 期

29.《物探方法在隧道施工期地质预报中的应用》，2001年中国工程质量检测技术交流会论文集

30.《岩溶地区长大隧道涌水灾害预测预报技术》，2001年首届岩溶地区可持续发展国际学术会议论文集

31.《岩溶地区铁路长隧道涌水涌泥沙及地表塌陷灾害规律的研究》，1995年第三届全国环境工程地质学术研讨会论文集

32.《声波CT层析成像法钢管混凝土质量检测探讨》，2000年中国东西部声学学术会议论文集

33.《地质工作在隧道施工地质超前预报中的作用》，2006年中国交通土建工程学术论文集

34.《隧道施工坍方分析及防坍措施研究》，工程地质学报，2012年第20卷增刊

35.《浅孔岩体温度法隧道施工涌水预报初探》，工程地质学报，2012年第19卷增刊

36.《隧道施工地质超前预报技术及若干问题探讨》，铁道工程学报2010年增刊

郭如军，河南濮阳人，1983年3月出生。2005年7月本科毕业于中国石油大学（华东）工程力学专业，获工学学士学位；2008年7月研究生毕业于中国铁道科学研究院岩土工程专业，获工学硕士学位。现任中铁西南科学研究院有限公司工程地质研究所工程师，主要从事隧道地质超前预报研究、技术咨询服务和物探新技术研发工作。



作为主要完成人，完成国家自然科学基金项目“高压大流量岩溶裂隙水与不良地质情况的超前预报和治理”子项“岩体温度法隧道（洞）施工掌子面前方涌水预报研究”，获中国铁路工程总公司科学技术二等奖1项，该成果作为“隧道含水构造等不良地质超前预报定量识别及其灾害防治关键技术”的重要组成部分获2011年国家科技进步二等奖；参与完成“HSP206型隧道超前地质预报仪推广应用研究”，获中国铁路工程总公司科学技术一等奖和成都市科学技术进步三等奖；主持完成中国铁路工程总公司重大科技研究项目“岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预报体系研究及软硬件研发”；获中国质量评价协会科技创新奖1项、实用新型专利1项。

主要论文：

《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预测预报探讨》，现代隧道技术，2007年第2期

《岩体温度法隧道施工掌子面前方含水体预报模型试验研究》，现代隧道技术，2008年第2期

《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预报正、反演试验研究》，现代隧道技术，2009年增刊

《综合预报技术在隧道岩溶探测预报中的应用研究》，现代隧道技术，2013年第5期

专著：

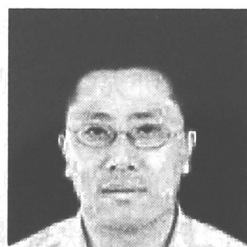
《岩体温度法隧道施工掌子面前方涌水预报》，西南交通大学出版社，2009年10月

26. 《中国西部铁路区段工程地质若干问题研究》，中国铁道出版社，2008年12月增刊

27. 《隧道施工地质超前预报体系构建探讨》，《中国铁道学会工程地质分会—2009年第三届全国岩土与工程学术大会论文集》

28. 《大渡河泸定铁索桥病害整治工程研究》，《工程地质学报》，2010年第1期

吴德胜，四川德阳人，1974年9月出生。2000年7月毕业于吉林大学应用地球物理专业。曾任中铁二局助理工程师、工程师、高级工程师。现任中铁西南科学研究院有限公司高级工程师、工程地质研究所所长。主要从事工程质量检测与隧道超前地质预报工作。



自2000年参加工作以来，作为技术负责人和项目负责人，参与完成了西南、达万、宝兰、内昆、渝怀、遂渝、兰新铁路，忠垫、富广、广砚、垫邻高速公路和锦屏二级水电站交通辅助洞工程等隧道、隧洞的质量检测和地质超前预报工作；负责编写完成《中铁二局施工技术标准》中“TSP203超前地质预报”、“地质雷达超前地质预报”。

主持或参加“HSP206型隧道超前地质预报仪推广应用研究”、“隧道施工期围岩级别快捷判定技术及配套仪器研究”、“城市浅层高精度勘探技术及设备研制”等多项中国中铁重点课题项目。

主持完成的“HSP206型隧道超前地质预报仪推广应用研究”获中铁总公司科学技术奖一等奖、成都市科学技术进步三等奖，获得中国岩石力学与工程学会技术发明一等奖1项、中铁二局科技进步三等奖1项，荣获中铁二局集团公司“科技工作标兵”和“科技拔尖人才”称号。

主要论文著作：

《三种物探方法在岩溶隧道地质超前预报中的综合应用》，中国地球物理学会第二十二届年会论文集，2006年

《隧道内外结合综合物探地质预报方法应用》，中国地球物理学会第二十三届年会论文集，2007年

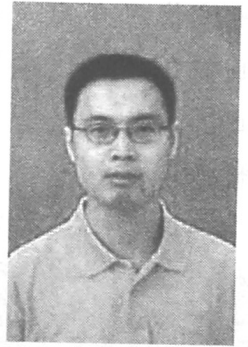
《地质雷达在公路隧道衬砌质量检测中的应用》，工程地球物理学报，2009年第6卷第6期

《TSP203系统在明月山隧道超前地质预报中的应用》，地质装备，2010年第10卷第1期

《山区特长岩溶隧道施工阶段勘察方法探讨》，西南交通大学学报，2012年第47卷增刊

《隧道煤层采空区的探测技术》，物探与化探，2012年第36卷增刊

丁建芳，河南商丘人，1979年12月出生。2002年毕业于西南交通大学土木工程专业，同年进入中铁西南科学研究院有限公司工程地质研究室。现任中铁西南科学研究院有限公司高级工程师、工程地质研究所副所长兼总工程师。主要从事工程地质、隧道超前地质预报、工程物探等科研及技术咨询工作。



历任中铁西南科学研究院有限公司助理工程师、工程师、高级工程师，长期从事工程地质、隧道超前地质预报、工程物探、监测及质量检测工作。在隧道施工地质预报和声波探测技术方面有较深入的研究。

参与完成辽宁省水利厅科研项目“大伙房输水工程特长隧洞修建技术——TBM突破不良地质地段的地质超前预报及施工预案研究”、国家自然科学基金项目“高压大流量岩溶裂隙水与不良地质情况的超前预报和治理”子项“岩体温度法隧道（洞）施工掌子面前方含水体预报研究”、国家科技支撑项目“西线超长隧洞TBM施工关键技术问题研究——TBM施工地下水超前预报技术研究”、铁道部重大课题“隧道围岩稳定性及其控制技术研究——高地应力及富水隧道设计理论和方法”子项“富水隧道设计理论和方法”等多项研究课题；主持完成西攀高速公路徐家梁子隧道，南渝高速公路尖坡、漏风垭隧道，襄渝铁路二线马鞍山、华蓥山一号、华蓥山二号隧道，四川大渡河瀑布沟水电站库区公路复建工程，宜宾城市环线公路观斗山隧道，厦蓉高速公路贵州境格都段，四川映汶高速公路等多项工程隧道超前地质预报技术咨询工作。

作为“HSP206型隧道超前地质预报仪推广应用研究”主要完成人，获中国铁路工程总公司科学技术一等奖、成都市科学技术进步三等奖，作为“大伙房输水工程特长隧洞修建技术——TBM突破不良地质地段的地质超前预报及施工预案研究”和国家自然科学基金项目“高压大流量岩溶裂隙水与不良地质情况的超前预报和治理”子项“岩体温度法隧道（洞）施工掌子面前方含水体预报研究”主要完成人，获中国铁路工程总公司科学技术二等奖，获中国质量评价协会创新成果优秀奖1项、国家发明专利1项、实用新型专利多项。

在《现代隧道技术》、《声学技术》、《工程地质学报》、《工程地球物理学报》等刊物发表了《HSP声波反射法地质勘察技术研究》、《声波CT技术在桥梁病害评估中的应用》、《乐山大佛载酒亭危岩加固工程设计》、《襄渝二线马鞍山隧道地质预报及围岩变形分析》、《徐家梁子隧道工程地质条件综合分析》、《地质预报在萝卜岗隧道施工中的应用》、《HSP声波反射法在徐家梁子隧道地质预报中的应用初探》、《HSP隧道超前地质预报技术》等论文10余

自序

随着我国国民经济的快速发展以及国家对能源和交通等基础设施建设的大力投入，高速铁路、高速公路、水利水电项目近年来得到了较大的发展。根据国家十二五规划以及中长期铁路网规划，交通、水电建设仍将作为带动国民经济发展的重要的基础产业；越来越多的长大、深埋铁路公路隧道和土工隧洞将穿越 20 世纪五六十年代被前辈们视为隧道建设禁区的复杂地质地区，隧道（洞）施工过程中可能遇到的地质灾害将越来越复杂。

尽管在当今的中国，工程质量终身负责制度已强力推行多年，以人为本、安全生产理念已“深入人心”，但在“效益追求最大化”、“三边工程”、取费定额标准严重滞后于国民经济发展的背景下，勘察周期短、新技术在隧道勘察中的推广应用难以开展，直接导致了勘察资料分析粗糙、复杂地质问题难以查清、根据勘察确定的隧道工程岩体级别与实际不符或存在偏差；关键工序工作时间难以保证，导致根据隧道开挖揭露的围岩实际情况确定围岩级别的工作基本处于停滞的状态，根据实际围岩级别进行隧道初期支护参数乃至二次衬砌参数调整（动态设计）工作多数停留在口头上，隧道施工地质预报特别是超前钻孔探测工作时间受到限制，除非设计围岩级别与实际围岩级别出入极大；施工工序质量控制不严更导致诸如初期支护和二次衬砌强度不足、厚度不够、初期支护与围岩间密贴性差甚至存在空洞等质量问题。也正是这些问题的存在，才导致了隧道关门事故频发、涌水突泥灾害不断、引发隧道地表水源流失、枯竭及生态环境破坏的后果，使隧道工程建设为大众所关注和诟病。

地质学是一切应用地质学的基础，隧道工程地质学也不例外。

隧道是修筑在地面以下或穿越山岭的地层岩土体中供行人、车辆（汽车、火车）通行，或输送水、油（石油），或物质、器材储存库进出的通道，如城市过街隧道、公路隧道、铁路隧道、输水隧洞、输油隧洞、物质器材储库的进出交通隧道等。

矿物构成岩石和土，岩石构成岩体，岩体组成地层；构成岩体的岩石的矿物组成及其结构、岩体中存在的结构面，更决定了隧道工程岩体（围岩）的物理力学性质；风化、剥蚀、水的作用及地质构造的发育破坏了岩体的完整性；隧道工程岩体（围岩）的物理力学性质、岩体的完整性和岩体的含水特性决定了隧道开挖范围内的岩体及隧道轮廓线外一定范围内围岩岩体的工程地质特性，进而决定了隧道施工开挖方法和围岩支护参数；不良地质体的性质、分布位置、规模和隧道施工预防处理措施的是否合理有效，决定了隧道施工地质灾害的性质和灾害的发生与否及规模。

落实到具体的隧道，隧道工程地质研究最终的落脚点是最佳隧道线路的选择，隧道工程岩体级别的确定，隧道工程穿越的可能导致隧道洞内地质灾害发生的不良地质体性质、分布位置及其规模的判断确定，以及相应的以避免隧道施工地质灾害发生、降低隧道施工地质灾害发生损失为目的的预防和治理措施建议的提出。最佳隧道线路的选择以尽最大限度绕避不良地质体和以最短距离穿越不良地质体为目的，隧道工程岩体分级以为隧道工程支护参数设计及其变更提供依据为目的，不良地质体性质、分布位置及其规模的判断确定则以避免隧道施工地质灾害发生、降低隧道施工地质灾害损失为目的，最终的目的是确保隧道施工安全、结构安全和使用安全。

最佳隧道线路的选择是隧道工程可行性研究阶段地质工作最重要的内容，隧道工程岩体级别的确定则是隧道工程地质勘察的最终的最重要的任务；隧道地质预报属于隧道工程地质工作的内容，但涵盖了隧道可行性研究、工程地质勘察、设计和施工全过程，隧道穿越不良地质体的处理和隧道围岩松弛带与围岩变形及其控制是隧道施工地质预报需要掌握的重要内容。

隧道风险评估与管理，是近年随着我国隧道工程建设向长大、深埋和复杂地质山区发展遭遇复杂地质灾害引发诸如工期、安全、环境等风险而提出的，但当前的隧道风险评估与管理，最重要的仍然是对地质风险的评估与管理。

因此，出于篇幅和内容相关性考虑，本书包括了概论和隧道工程地质学基础、隧道工程地质问题、隧道工程地质工作、隧道地质预报和隧道风险评估与管理五篇；隧道工程地质学基础篇包括矿物、岩石、岩体、地层、内外动力地质作用、地质构造 6 章；隧道工程地质问题篇包括隧道施工地质灾害、隧道施工不良地质体、隧道施工不良地质体与隧道洞内地质灾害 3 章；隧道工程地质工作篇包括隧道工程阶段性工作、隧道工程地质勘察，隧道选线，隧道工程岩体（围岩）分级 4 章；隧道地质预报篇包括隧道地质预报、隧道施工地质预报方法、隧道施工地质预报设计、预报方法选择及预报体系建立、隧道施工地质预报问题、隧道穿越不良地质体的处理和隧道围岩松弛带与围岩变形及其控制 8 章；隧道风险评估与管理篇包括隧道风险评估管理流程与分阶段评估及评估原则、目标风险及风险因素或风险事件、隧道风险评估方法与风险管理 ALARP 准则及架构、隧道风险分级和接受及处理准则、隧道风险评估存在的问题及对策 5 章，共 26 章。

由于作者水平有限，挂一漏万及不足之处在所难免，敬请各位前辈、同行提出宝贵意见，不胜感激。

笔 者

2013 年 8 月于成都

目 录

概 论	1
第一节 隧道工程地质学的性质及任务	1
第二节 隧道工程地质学的发展	3
第一篇 隧道工程地质学基础	
第一章 矿 物	7
第一节 矿物的概念	7
第二节 矿物的外形和物理性质	7
第三节 常见矿物	8
第二章 岩石和土	9
第一节 岩石的基本概念	9
第二节 沉积岩	9
第三节 火成岩	12
第四节 变质岩	14
第五节 土	16
第六节 特殊岩	22
第三章 岩 体	25
第一节 基本概念	25
第二节 岩体结构	25
第四章 地 层	27
第一节 基本概念	27
第二节 地层年代表	27
第五章 内外动力地质作用	30
第一节 基本概念	30
第二节 地壳运动	31
第三节 地震作用	32
第四节 岩浆作用和变质作用	33

第五节	风化作用	34
第六节	剥蚀作用	36
第七节	搬运作用	37
第八节	沉积作用	38
第九节	负荷地质作用	46
第十节	硬结成岩作用	47
第六章	地质构造	48
第一节	基本概念	48
第二节	岩层、节理面、断层产状	48
第三节	节理	49
第四节	断层	51
第五节	褶皱	54
第六节	活动断层	56
第二篇 隧道工程地质问题		
第七章	隧道施工地质灾害	61
第一节	围岩(土)变形失稳塌方	61
第二节	涌突水	64
第三节	涌突泥	67
第四节	隧道洞内泥石流	68
第五节	涌沙	70
第六节	煤与瓦斯突出爆炸	71
第七节	岩爆	72
第八节	地面塌陷及地表水源流失枯竭	73
第九节	我国隧道施工地质灾害状况	77
第八章	隧道施工不良地质体	83
第一节	断层及其破碎带	83
第二节	节理密集发育破碎岩体	84
第三节	岩溶及其充填物	84
第四节	软岩(含软夹层)	88
第五节	煤层与瓦斯及其他有害气体	89
第六节	含水体	90
第七节	褶皱构造	93

第八节	在采及废弃矿巷	95
第九节	饱水全风化及暴露后极易风化软化岩脉	96
第九章	隧道施工不良地质体与隧道洞内地质灾害	97
第一节	断层（断裂）及其破碎带与隧道洞内地质灾害	97
第二节	节理密集发育破碎岩体与隧道洞内地质灾害	98
第三节	岩溶及其充填物与隧道洞内地质灾害	98
第四节	隧道施工穿越软岩可能造成的地质灾害	99
第五节	隧道施工遇煤层、瓦斯及其他有害气体可能带来的地质灾害	99
第六节	隧道施工揭穿含水体带来的地质灾害	99
第七节	隧道施工揭穿废弃矿巷可能带来的地质灾害	99
第八节	隧道施工揭穿饱水全风化及 暴露后极易风化软化岩脉可能带来的地质灾害	100
第九节	褶皱与隧道洞内地质灾害	100
第三篇 隧道工程地质工作		
第十章	隧道工程地质阶段性工作	105
第一节	隧道工程可行性研究阶段地质工作	106
第二节	隧道工程勘察阶段地质工作	106
第三节	隧道工程施工阶段地质工作	108
第十一章	隧道选线	109
第一节	沿河谷隧道宁里勿外、宁长勿短	109
第二节	越岭隧道宁低勿高、宁长勿短	110
第三节	穿越大河湾隧道截弯取直	110
第四节	不同地质条件下隧道位置的选择	111
第五节	不良地质的避让	116
第十二章	隧道工程地质勘察	117
第一节	基本概念	117
第二节	隧道工程地质勘察的阶段划分	117
第三节	隧道工程地质勘察的任务	118
第四节	隧道工程地质勘察方法及其主要工作	118
第五节	地球物理勘探技术	120
第六节	目前我国隧道工程地质勘察工作中存在的问题	124

第十三章 隧道工程岩体（围岩）分级	127
第一节 隧道工程岩体（围岩）分级现状及其发展趋势	127
第二节 工程岩体分级标准（GB 50218—94）	137
第三节 公路隧道设计规范（JTG D70—2004）	139
第四节 铁路隧道设计规范（TB 10003—99）	140
第五节 隧道施工地质预报围岩级别确定现状	146
第六节 隧道施工阶段围岩级别确定	147
第七节 隧道工程岩体（围岩）分级中值得研究的问题	151
第四篇 隧道施工地质预报	
第十四章 隧道地质预报	157
第一节 基本概念	157
第二节 开展隧道地质预报的必要性	158
第三节 隧道施工地质预报的目的及其主要内容	159
第四节 隧道施工地质预报技术现状及其发展	160
第十五章 隧道施工地质预报方法	164
第一节 地质法	165
第二节 超前钻孔法	167
第三节 超前导坑（平行导坑、隧道）法	169
第四节 波反射法隧道施工期超前地质预报	170
第六节 层析成像法	177
第十六章 隧道施工地质预报设计、预报方法选择及预报体系建立	182
第一节 隧道施工地质预报设计	182
第二节 隧道施工地质预报方法选择	184
第三节 隧道施工地质预报体系的建立	188
第十七章 不良地质体与不良地质现象预报	190
第一节 断层及其破碎带、软岩层（含软夹层）、 节理密集发育破碎岩体带、墙状岩脉预报	190
第二节 岩溶预报及在采及废弃矿巷位置预报	192
第三节 隧道涌水（含水体）预报	193
第四节 岩体温度法隧道施工涌水预报	202
第五节 煤层瓦斯、岩爆预测预报	213