

世界隧道增刊

TUNNELLING AND UNDERGROUND WORKS (SUPPLEMENT)

中国土木工程学会隧道及
地下工程分会第十一届年会

论文集

Proceedings of the 11th Annual Meeting of Chinese
Society for Tunnelling & Underground Works, CCES

2000. 10. 29~11. 1 成都

内容简介

本文集共收入了中国土木工程学会隧道及地下工程分会第十一届年会的101篇论文,内容包括公路隧道工程、铁路隧道工程、软岩及土质隧道、隧道工程环境技术、隧道设计和数值方法及测试技术、技术开发等六方面。本文集覆盖面广、内容丰富,较全面地反映了近年来我国隧道及地下工程技术的发展水平,可供隧道及地下工程专业的科研、设计、施工、管理人员以及高校师生学习、参考。

川新出期(2000)字第48号

世界隧道增刊

(中国土木工程学会隧道及地下工程分会第十一届年会论文集)

主 管:铁道部

发行范围:公开发行

出 版:铁道部科学研究院西南分院

刊 号:ISSN 1006-8058
CN51-1483/U

主 编:王建宇 严金秀

定 价:150 元

印 刷:铁道部科学研究院西南分院印刷厂

开本及印张:16 开 31 印张

印 数:1~500 册

发 行:铁道部科学研究院西南分院《世界隧道》编辑部(成都市西月城街 118 号,610031)

ISSN 1006-8058



中国土木工程学会隧道及 地下工程分会第十一届年会

主办单位

中国土木工程学会隧道及地下工程分会

承办单位

四川省交通厅高速公路管理局

四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

中国铁路工程西南科学研究院

论文集编辑委员会

主任委员:轩辕啸雯 李 又

副主任委员:杨晓坤 张 琪 梅志荣

委 员:戴勤堂 范文田 高 洋 扈 森 李玉文 吕和林

莫文卿 屠树根 王建宇 王守仁 伍晓军 徐德玺

徐祯祥 严金秀 (以姓氏拼音为序)

编辑部

主 编:王建宇 严金秀

责任编辑:秦锡虎

英文编辑:兰利敏

目次

公路隧道工程

西部开发与公路隧道	李 又	(1)
二郎山公路隧道施工	韩常领	(5)
华蓥山公路隧道的土建工程建设	张广洋 王兴平	(8)
尖山子特长隧道不良地质处治	李 勇	(15)
高速公路试刀山隧道设计与施工	丁 恒	(19)
马王槽右线一号隧道进口段偏压浅埋施工技术探讨	刘 伟	(24)
飞鸾岭隧道出口段软弱围岩病害处理及支护参数的变更设计	唐 颖	(28)
并行隧道超小净距施工技术	钟世航	(32)
堆积体围岩中隧道洞口段修建技术	王润厚 徐祯祥	(37)
京珠高速公路隧道施工的岩溶对策	李 虎	(41)
京珠高速公路砭霜坳隧道岩溶处理	何江陵	(44)
华蓥山隧道主要工程地质问题及对策措施	徐德玺	(49)
软弱围岩大跨度扁担隧道施工技术	戴尊勇 官建岗	(57)
蒿庄梁隧道塌方成因分析及处理措施	武铁鹰 李海波	(61)

铁路隧道工程

秦岭特长铁路隧道建设的技术进步	李典璜	(64)
西康线秦岭特长隧道的主要地质灾害与整治措施	孟祥连 舒 磊 毛建安等	(69)
西安—安康铁路隧道岩溶特征及工程处理	潘唯佳 张芬兰	(74)
西康铁路隧道加固设计与施工	李凌志 张芬兰	(80)
大瑶山隧道基床病害与整治	万德友 王哲军	(84)
关于当前铁路隧道施工中几个问题的我见	盛仁声	(89)
天池隧道勘测设计与施工	张晓岗	(95)
曾家坪1#大跨车站隧道施工技术	庄金波 薛书琢	(101)
松河隧道进口快速施工及机械设备配套	刘剑斌	(108)
黄莲坡隧道DK193+000段塌方情况分析 & 处理	蒋岿松	(115)
金竹林隧道坍方段及破碎带的施工技术	张民庆 张文强	(118)
温家店隧道进口滑坡体整治	魏家君 杨宝生	(123)
交叉口段相邻隧道施工方法及稳定性分析	刘洪伟 李建华	(127)
古道岭隧道溶洞处理	王才业	(131)

军都山铁路隧道洞口段抗震加固研究	骆文海	王仲锦	(138)
新屋场隧道施工病害整治	李伟平	龚彦峰	(145)
广州东山口环形超浅埋暗挖隧道的设计与施工	韩爽	孔保德	都海江 (149)
秦岭 I 线隧道弹性整体道床施工工艺		雷向锋	(153)
秦岭特长隧道洞内精密导线测量	周建东	譙生有	(158)
南京长江沉管隧道若干重大技术问题的研究	肖明清	吴维	(161)
隧道工程建设的几个关键问题	刘维宁	张弥	(166)
关于隧道施工地质工作的分析与思考	赵勇	刘志刚	(171)

软岩及土质隧道

砂卵石地层城市地下管道顶进法施工技术研究	梅志荣	周先华	张智等 (175)
城市顶管隧道的设计与施工	周顺华	徐正良	余才高等 (180)
软土基坑工程最优施工控制策略及在信息化施工中调整规律研究	范益群	刘建航	(184)
土钉墙支护技术在梓元岗综合楼深基坑支护中的应用	杨木桂	辜思达	(200)
珠海口岸广场的规划、设计及施工		刑厚俊	(203)
盾构法隧道施工多媒体监控技术研究	张庆贺	周希圣	朱忠隆 (208)
上海地铁 10 号盾构电气系统技术综述		顾德焜	(212)
φ6.14m 复合式土压平衡盾构电气系统设计研究		顾德焜	(217)
冻结法在北京市芳古园地下停车库工程中的应用		高树峰	(223)
广州地铁上盖物业发展与深基坑技术的探讨	徐炎	陈越	(229)

隧道工程环境技术

地铁隧道盾构掘进施工市区的环境土工安全技术标准及其变形与沉降控制	孙 钧	(233)
浅埋暗挖法地铁施工沉降控制基准分析及应用	吴 波	(241)
地下工程防水现状及对策	刘华太 王莉波	(245)
华蓥山隧道防排水系统与涌突水治理	王兴平 张广洋 潘明德等	(249)
靠椅山隧道防排水施工技术	戴尊勇	(255)
综合降排水技术在富水极软弱围岩隧道中的作用	崔华林	(259)
郑州城市地下电缆隧道工程刚性防水层施工技术	田精斐	(263)
广州地铁二号线结构防水原则	丁建隆 史海欧	(267)
公路隧道防排水系统设计探讨	杨彦民	(272)
关于隧道结构防排水的讨论	李海波	(277)
隧道施工中双软管混合式通风的风量问题	杨立新 赵军喜 郝 然	(282)
隧道施工通风中的技术承包管理	陆茂成 范 鹏 赵军喜等	(288)
长隧道施工通风中风管漏风规律的研究	黄儒钦 王文勇 杨 敏等	(291)
二郎山隧道运营通风方案探讨	肖硕恒	(297)
华蓥山瓦斯隧道施工通风新模式介绍	陆茂成 罗占夫 范 鹏等	(302)
秦岭隧道岩体温度实测方法及分析	刘天喆	(305)
地温预测中几个关键技术问题的探讨	宋丙林	(311)
内昆铁路盐津 1 号隧道控制爆破施工技术	戴勤荣 李良云	(316)
隧道爆破振动因素分析及减振技术措施	杨家松	(323)
华蓥山隧道的机电设施工程设计	戴延昆 李宗华 廖玉义等	(328)

放射性异常隧道施工中的辐射防护问题.....	范 鹏	(339)
隧道设计、数值方法与测试技术		
华蓥山隧道洞身结构设计.....	王 联 林国进	(343)
朝天门隧道大正段安全性评估研究.....	钱志雄 杨勇翔 郑颖人	(348)
二郎山隧道洞门设计.....	李 英 韩常领	(354)
隧道衬砌截面自压应力防水的设想和研究.....	石满刚 马俊全 刘友平	(356)
铁路隧道抗震设计方法探讨.....	吕春英 刘维宁	(359)
秦岭隧道圆形衬砌结构受力状态的现场量测及分析研究.....	杨学意	(365)
大变形隧道稳定性位移判别.....	朱永全 赵玉成 孙星亮等	(370)
复合式衬砌荷载分配比例研究.....	莫勋涛 张 清	(374)
隧道钢筋混凝土结构的优化设计模型及应用.....	彭立敏 施成华 刘小兵	(378)
考虑行进波的地下建筑物动力反应分析.....	周 健 胡晓燕	(382)
裂隙围岩矿山法施工初撑力确定新方法.....	邓广哲 王华牢 张亚奇	(388)
岩石力学数值分析方法中的一些问题.....	郑颖人 徐 军	(392)
寒区隧道温度场、渗流场和应力场耦合问题的非线性分析	赖远明 吴紫汪 朱元林等	(396)
广州地铁二号线公纪区间渡线大跨隧道施工过程的三维有限元分析	李德才 方昌福 刘启峰	(401)
地铁区间隧道抗震设计的等代地震荷载研究.....	杨林德 郑永来 童 峰等	(409)
深圳地铁天虹车站建筑结构型式比选.....	肖广智 崔志强 李 伟	(414)
复合式衬砌防水层工后力学性态模拟试验.....	吕康成 王大为 金祥秋等	(419)
隧道净空三维变形非接触监测方法的国内外动态.....	张成平 刘维宁 刘卫丰	(423)
广州白云隧道净空三维变形非接触观测.....	宋 治 马德云 伍晓军等	(428)
高速公路隧道施工监测分析.....	朱合华 吴 刚 刘学增等	(434)
二次应力测量的改进型门塞式应力恢复法试验和数值模拟研究	靳晓光 王兰生 李天斌	(438)
技术开发		
隧道全断面掘进机(TBM)盘形刀圈研制	王梦恕 何建於 晁焕清等	(442)
论掘进机(TBM)施工隧道的地质工作	孟祥连 舒 磊 楼文虎等	(446)
TBM 掘进过程中硬岩最佳切割深度的研究分析	吴江滨 刘维宁 谭忠盛	(450)
单孔复合锚固法的机理和实践.....	程良奎	(454)
我国喷射混凝土技术的发展.....	罗朝庭	(459)
喷钢纤维混凝土技术在地下工程中的应用.....	刘 欣	(464)
当前隧道工程中锚杆应用状况.....	张社道	(467)
水力膨胀锚杆、W 钢带喷浆联合支护在隧道施工中的应用	张成新 李海燕 庄金波等	(475)
水平旋喷注浆防护技术在铁路隧道工程中的设计与应用.....	樊红卫 刘国庆	(478)
含水黄土隧道使用超前大管棚与小管棚的对比分析.....	张永亭	(484)
隧道开挖炮孔堵塞技术的试验研究.....	高菊如 涂文轩	(487)
铁山隧道 K24 采空区注浆加固技术	李治国 曹桢楹	(491)
单线隧道仰拱(无轨运输)防干扰作业平台的研制与应用.....	李树良 刘立明 赵 勇	(495)

August Modern Tunnelling Technology

Supplement

2000(October)

CONTENTS

Highway Tunnelling

- Highway Tunneling in Western China Development *Li You* (1)
- Construction of Erlangshan Highway Tunnel *Han Changlin* (5)
- Civil Construction of Huayingshan Highway Tunnel *Zhang Guangyang* (8)
- Treatment of Poor Geology in Jianshanzi Tunnel *Li Ying* (15)
- Design & Construction of Shidaoshan Expressway Tunnel *Ding Heng* (19)
- Discussion on Construction of Entrance Section of Mawangcao No. 1 Tunnel
..... *Liu Wei* (24)
- Treatment of the Disease at Exit of Feiyinling Tunnel in Soft Surrounding Rock and Variation Design of
Support Parameters *Tang Ying* (28)
- Construction Technique for Parallel Tunnels with Super-small Interval
..... *Zhong Shihang* (32)
- Construction Technique for the Tunnel Portal Section in Accumulation Stone Surrounding Rock
..... *Wang Runhou Xu Zhenxiang* (37)
- Countermeasure against Karst in the Construction of Tunnels on Jingzhu Expressway
..... *Li Biao* (41)
- Treatment to Karst in Pishuangao Tunnel on Jinzhu Expressway *He Jianglin* (44)
- Geological Problems in Huayingshan Tunnel and its Countermeasures *Xu Dexi* (49)
- Construction Technology of Large-Span Tunnels at the Surrounding Rock of Class Ⅲ
..... *Dai Zunyong Gong Jiangang* (57)
- Analysis and Treatment of the Collapse in Haozhuangliang Tunnel
..... *Wu Tieying Li Haibo* (61)

Railway Tunnelling

- Technical Development of the Construction of Qinling Railway Tunnel
..... *Li DianHuang* (64)
- Main Geological Disease in Qinling Tunnel on Xi'an—Ankang Railway and Its Treatment
..... *Meng Xianglian Shu Lei Mao Jianan* (69)
- Characteristic of Karst at Xi'an—Ankang Railway Tunnels and Their Teatment
..... *Pan Weijia Zhang Fenlan* (74)
- Design and Construction of Tunnel Reinforcement on XiKang Railway
..... *Li Lingzhi Zhang Fenlan* (80)

Bed Disease in Dayaoshan Tunnel and Its Treatment	Wan Deyou Wan Zhejun	(84)
Discussion on Problems in Recent Railway Tunnel Construction	Sheng Rensheng	(89)
Survey, Design and Construction of Tianchi Tunnel	Zhang Xiaogang	(95)
Construction Technology of Zengjiaping No. 1 Large-span Station Tunnel	Zhuang Jinbo Xue Shuzhuo	(101)
Rapid Construction of Songhe Tunnel and Corollary Equipment	Liu Jianbin	(108)
Analysis and Treatment of Collapse at DK193+000 Section of Huanglianpo Tunnel	Jiang Kuisong	(115)
Construction Technology of Collapse and Fractured Zone in Jinzhui Tunnel	Zhang Mingqing Zhang Wenqiang	(118)
Treatment to the Landslide at Portal of Wenjiadian Tunnel	Wei Jiajun Yang Baosheng	(123)
Construction Method and Stability Analysis for Adjacent Tunnels at the Cross Section	Liu Hongwei Li Jianhua	(127)
Treatment of Karst at Gudaoling Tunnel	Wang Caiye	(131)
Study on Aseismic Reinforcement at the Portal of Jundushan Railway Tunnel	Luo Wenhai Wang Zhongjin	(138)
Treatment to the Disease in Construction of Xinxinwuchang Tunnel	Li Weiping Gong Yanfeng	(145)
Design and Construction of the Circular Shallow-covered Tunnel at Dongshankou of Guangzhou	Han Suang Kong Baode Du Haijiang	(149)
Construction Technology of Elastic Monolithic Track in Qinling No. 1 Tunnel	Lei Xiangfeng	(153)
Precise Wire Survey in Qinling Railway Tunnel	Zhou Jiandong Qao Shengyou	(158)
Study on Several Important Technical Problems on Changjiang Immersed Tunnel at Nanjing	Xiao Mingqing Wu Wei	(161)
Some Problems on Tunnel Construction	Liu Weining Zhang Mi	(166)
Analysis on Geological Survey for Tunnels	Zhao Yong Liu Zhigang	(171)
Tunnelling in Soft Ground		
Study on Construction Technology of Urban Underground Conduit at Sandy Cobble Ground by Pipe Jacking	Mei Zhirong Zhou Xianhua Zhangzhi	(175)
Design and Construction of Municipal Tunnel by Pipe Jacking	Zhou Shunhua Xu Zhengliang She Caigao	(180)
Study on Optimum Construction Controlling Tactics and Its Adjustment Rules in Informational Construction of Soft Soil Excavation	Fan Yiqun Liu Jianhang	(184)
Application of Nailing Wall Support Technology to Deep Pit of Xinyuangang Building	Yang Mugui Gu Sida	(200)
Planning, Design and Construction of Zhuhai Port Plaza	Xing Houjun	(203)
Study on Multi-medium Technology in the Construction of Shield Driven Tunnel		

..... Zhang Qinghe Zhou Xisheng Zhu Zhonglong	(208)
Overview of the Electrical System of No. 10 Shield in Shanghai Metro	Gu Dekun (212)
Study on the Design of Electrical System in Compound Earth Pressure Balance Shield(ϕ 6.14m)	Gu Dekun (217)
Application of Freezing Method to the Underground Park at Beijing Fangguyuan	Gao Shufang (223)
Discussion on the Development of Ground Building and Deep Pit Technology	Xu Yan Cheng Yue (229)
Environmental Measures in Tunnelling	
Technical Standards of Environmental Safety in Urban District and Control of Deformation and Ground Settlement in Shield Driven Metro Tunnel	Jun Sun (233)
Analysis and Application of Settlement Control Criteria for Metro Excavation by Shallow Mining Method	Wu Bo (241)
Current State of the Waterproofing in Underground Works and Its Countermeasure	Liu Huatai Wang Libo (245)
Waterproofing & Draining System and Water Inflow Treatment in Huayingshan Tunnel	Wang Xinping Zhang Guangyang Pan Mingde (249)
Construction Technology of Waterproofing & Draining in Kaoyishan Tunnel	Dai Zunyong (255)
Role of Synthetic De-watering and Draining Technique in the Tunnel under Extremely Weak Surrounding Rock Rich in Water	Gui Hualin (259)
Construction Technology of Rigid Waterproofing Layer in Zhengzhou Municipal Underground Cable Tunnel	Tian Jinpei (263)
Principle of Structural Waterproof in No. 2 Guangzhou Metro	Ding Jianlong Shi Haiou (267)
Discussion on the Design of Waterproofing & Draining System in Highway Tunnels	Yangmin Yang (272)
Discussion on Waterproofing and Draining in Tunnels	Li Haibo (277)
Air Flow Rate of Mixed Ventilation with Dual Tubes in Tunneling	Yang Lixin Zhao Junxi (282)
Technical Contract Management in Tunnel Construction Ventilation	Lu Maocheng Fan Peng Zhao Junxi (288)
Study on Air Leakage Law of Ventilation Pipeline in the Construction of Long Tunnels	Huang Ruqin Wang Wengyong Yang Min (291)
Discussion on Ventilation Patterns for Erlangshan Tunnel during Operation	Xiao Suoheng (297)
Introduction to New Construction Ventilation Mode for Huayingshan Tunnel at Gas Bearing Ground	Lu Maocheng Luo Zhanfu Fan Peng (302)
Method to Measure Rock Temperature Around Qinling Tunnel and Its Analysis	Liu Tianzhe (305)
Discussion on the Key Technical Problems in Underground Temperature Prediction	Song Binglin (311)

Construction Technique of Blast Control in Yanjing No. 1 Tunnel on Leikun Railway	Dai Qinrong	Li Lianyun	(316)
Analysis of Tunnel Blasting Induced Vibration and Its Countermeasures		Yang Jiasong	(323)
Design of Mechanical and Electrical Installation in Huayingshan Tunnel	Dai Yankun	Li Zonghua	Liao Yuyi (328)
Radiation Protection in Construction of Radiation-abnormal Tunnels		Fan Peng	(339)
Design, Numerical Method, Experiments and Instrumentations			
Structural Design of Huayingshan Tunnel	Wang Lian	Lin Guojin	(343)
Safety Evaluation of Dazheng Section on Chaotianmen Tunnel	Qian Zhixiong	Yang Yongxiang	Zheng Yingren (348)
Portal Design of Erlangshan Tunnel	Li Ying	Han Changling	(354)
Study on Waterproofing by Self-press Stress at Cross-section of Tunnel Lining	Shi Mangang	Ma Junquan	Liu Youping (356)
Discussion on Aseismic Design of Railway Tunnels	Lu Chunying	Liu Weining	(359)
In-situ Measurement and Analysis of Mechanical Behavior of Circular Lining in QinLing Tunnel		Yang Xueyi	(365)
Stability Judgement of Tunnels with Large Deformation	Zhu Yongquan	Zhao Yucheng	Sun Xingliang (370)
Study on Load Distribution Rate for Composite Lining	Mo Xuntao	Zhang Qing	(374)
Optimum Design Model of the Reinforced Concrete Structure in Tunnels and Its Application	Peng Linmin	Shi Chenghua	Liu Xiaobin (378)
Dynamic Response Analysis of Underground Structures Considering Traveling Wave and Stress Difference	Zhou Jian	Hu Xiaoyan	(382)
New Method for Determining the Primary Support Load of Drilling & Blasting Operation in Jointed Surrounding Rock	Deng Guangzha	Wang Hualao	Zhang Yaqi (388)
Some Problems in Numerical Simulation of Rock Mechanics		Zheng Yingren	Xu jun (392)
Nonlinear Analysis of the Coupling of Temperature, Seepage and Stress Fields for Tunnels in Cold Region	Lai Yuanming	Wu Ziwan	Zhu Yuanlin (396)
3D Finite Element Analysis on the Construction Process of Large Span Tunnel in Gongji Section of No. 2 Line of Guangzhou Metro	Li Decai	Fang Changfu	Liu Qifeng (401)
Study on Equivalent Earthquake Load in Seismic Design of Subway Running Tunnel	Yang Linde	Zheng Yonglai	Tong Feng (409)
Alternative Design for Architectural Structure of Tianhong Station in Shengzhen Metro	Xiao Guangzhi	Cui Zhiqiang	Li Wei (414)
Simulation Test on Mechanical Behavior of Waterproofing Layer in Composite Linings of Highway Tunnels after Construction	Lu Kangcheng	Wang Dawei	Jing Xiangqiu (419)
Development of 3D Non-contact Monitoring of Tunnel Deformation during Construction	Zhang Chengping	Liu Weiling	Liu Weifeng (423)
Non-contact Measurement of 3-D Deformation of Tunnel Clearance at Baiyun Tunnel, Guangzhou			

.....	<i>Song ye Ma Deyun Wu Xiaojun</i>	(428)
Construction Monitoring for Expressway Tunnels	<i>Zhu Hehua Wu Gang Liu Xuezheng</i>	(434)
Study on Improved Piston Stress Restoring Test and Numerical Moddling of Quadratio Stress Measurement	<i>Jin Xiaoguang Wang Lansheng Li Tianbin</i>	(438)

Technical Development

Research on Disk Cutter Ring for Full Face TBM

.....	<i>Wang Mengshu He Lianyu Chao Huanqing</i>	(442)
Study on Geology survey for the Tunnel Constructed by TBM		

.....	<i>Meng Xianglian Shu lei Lou Wenhui</i>	(446)
The Research and Analysis of Optimal Cutting Depth in Hard Rock during TBM Drving		

.....	<i>Wu Jiangbin Liu Weiling Tan Zhongsheng</i>	(450)
-------	---	-------

Theory and Practice of the Single Bore Mutiple Anchorage	<i>Cheng Liangkui</i>	(454)
--	-----------------------	-------

Development of Shotcrete Technology in China	<i>Luo Chaoting</i>	(459)
--	---------------------	-------

Application of Steel Fiber Reinforced Shotcreting to Underground Works	<i>Liu Xin</i>	(464)
--	----------------	-------

Current State of Rockbolt Application in Tunnels	<i>Zhang Zhidao</i>	(467)
--	---------------------	-------

Application of Combined Support Technology of Hydraulic Dilation Bolt and Type W Steel Belt Shotcreting to Tunnel Construction	<i>Zhang Chengxin Li Gaiyan Zhuang Jinpo</i>	(475)
--	--	-------

Design and Application of Defend Technology with Horizontal Jet Grouting to Railway Tunnels		
.....	<i>Fan Hongwei Liu Guoqing</i>	(478)

Comparison and Analysis of Large Pipe-roof & Small Pipe-roof in Loess Tunnel		
.....	<i>Zhang Yongting</i>	(484)

Experimental Study on Stemming Technique in Tunnel Blasting

.....	<i>Gao Juru Tu Wenxuan</i>	(487)
-------	----------------------------	-------

Reinforcement Technology with Grouting at K24 Mined Area of Tieshan Tunnel

.....	<i>Li Zhiguo Cao Zhengying</i>	(491)
-------	--------------------------------	-------

Design and Application of the Interference-free Working Platform to Tunnel Invert Construction		
.....	<i>Li Shuliang Liu Liming Zhao Yong</i>	(495)

西部开发与公路隧道工程

李 又

(四川省交通厅 成都 610041)

摘 要 文章简要介绍了我国公路交通的现状,提出了西部开发应以公路建设先行的观点,论述了西部公路隧道工程与环境保护、运输效益的关系,探讨了西部公路隧道工程的建设对策。

关键词 西部开发 公路隧道 运输效益 环境保护 对策

1 概 述

1.1 公路交通建设

公路是现代交通的重要部分,是国民经济与社会发展及人民生活的重要基础设施。经过几十年的努力,至1999年,全国公路总里程达133.6万km,公路密度达13.9km/100km²,全国99%的乡镇和88%的行政村都通公路。20世纪80年代初,代表现代文明和现代化标志的高速公路获得了突飞猛进的发展,截止1999年底,全国高速公路通车里程已达1.1万km,总量在世界排名第四,仅次于美国、加拿大和德国。

1.2 公路现状

虽然我国公路里程总量大,高速公路发展也较快,但从我国国民经济和社会发展的需求来看,仍然处于滞后状态,严重制约了我国经济的快速发展。其主要表现为:公路总量不足,等级低,通行能力差,抗灾能力弱,混合交通严重,车速低、耗油大,营运效率低;还有1%的乡镇和12%的行政村没有通公路,二级以上的公路仅占总里程的12%。此外,21万km的等外级公路由于经常受泥石流、滑坡和水毁等自然灾害的影响,呈晴通雨阻的现象。公路基础设施的滞后严重制约了地区经济的发展。

1.3 公路规划宏图

公路建设是国民经济发展的基础之一,应坚持总体规划、适度超前和分期实施的原则。到2020年基本适应经济发展需求,到21世纪中期实现公路交通现代化。我国制订的公路发展规划的国道主干线公路“五纵七横”12条,长约3.5万km,将成为把全国的重要城市、工业中心、交通枢纽、主要港口、边贸口岸连接起来的主骨架公路网和由高速、一级公路组成的快速、高效、安全的运输主干线。近期将建成

总里程达1.7万km、贯穿东西和南北的“两纵两横、三个重要路段”的公路运输主干线,计划到2010年建成“五纵七横”主干线,实现主骨架公路3.5万km。

远景规划是:到2050年公路总里程将达到280万km,按梯级公路网要求高等级公路总里程2%~5%计算,到那时我国高速公路总里程将达5万~10万km。到21世纪中期我国将形成以高速公路为主,以国、省道干线和县乡公路为辅,贯通城乡的四通八达的公路运输体系。

2 西部开发,公路先行

2.1 西部公路概况

西部10省市国土面积达545.1万km²,占全国国土总面积的58.6%,可称为我国的“半壁江山”。人口2.85亿,多为少数民族聚居区。目前国家重点扶贫的县有307个,占全国扶贫总数的50%以上。本区与周边十多个国家接壤。但西部公路的总里程仅有38万km,平均0.7km/km²,国家规划的主干线公路“五纵七横”共12条,有8条通过西部。国道68条中有30条通往西部。西部铁路干线1.4858万km,仅占全国铁路网的22%。民航机场20个,主要以中小型为主。公路交通运输在西部交通运输中占主导地位。

西部公路呈“一差两低三不足”的特点:差就差在公路路况差,抗灾能力弱,行路难的现象尤为突出;低就低在公路技术等级低,服务水平低。就全国范围而言,截止1999年底,高速公路仅11605km,占公路总里程的0.3%,为东部地区高速公路里程的25%。四级和等外级公路的比例分别是51%和26%,不通公路的乡镇有452个。由于西部地区经济发展缓慢,先天条件不足;同时,工程艰巨、地方财政

困难,导致建设资金严重不足,从而使得公路交通建设失去了有效保障和支持。

2.2 西部公路内联外达

西部规划的8条国道主干线为:连云港至霍尔果斯,上海至成都,青岛至银川,呼和浩特至河口,丹东至拉萨,重庆至湛江,上海至瑞丽,衡阳至昆明。规划中的8条西部通道:甘肃兰州至云南磨憨口岸,内蒙古包头至广西北海,新疆阿勒泰至红其拉甫口岸,宁夏银川至湖北武汉,陕西西安至安徽合肥,湖南长沙至重庆,青海西宁至新疆库尔勒,四川成都至西藏彰木口岸,总里程约1.5万km。计划用20年左右的时间建成,投资约1500亿元,技术标准为二级以上的高等级公路。在干线网建设的同时还要建设通达工程22万km,包括改造公路,这样就基本上可以形成布局合理、功能完善的西部公路运输服务网络。

3 西部公路建设与隧道工程

3.1 西部地形、地质条件

西部地区是一片神奇的土地,荒漠戈壁、丛山峻岭、原始森林、草原平川等地形应有尽有,同时西部也是我国水资源丰富的地带,地质构造相当复杂。西部地区山体横坡陡峭,山体稳定性差,常见的山体崩坍、滑坡泥石流、江河洪水急流、沼泽湿地、雪害等地质自然灾害给西部公路建设带来了难度,这些问题逐渐成为国家生态环境综合治理系统工程的重头戏。要实施西部交通基础设施建设,推进生态工程 and 环境保护工程,实现可持续性发展,对上述地形地质的治理是必要的。西部要发展,交通基础设施建设必须要先行,过去那种遇河架桥,劈山开路,单一的为通路而修路的观点已经转变为结合西部地形、地质条件进行综合治理以实现可持续性发展的伟大战略,是我们加快西部交通建设面临的新课题。

3.2 西部公路隧道工程的崛起

西部交通建设在20世纪50、60年代多为盘山绕线、切坡筑路,沿溪与河争路,交通基础设施建设标准低,形成抗地质、自然灾害能力低。常见的是晴通雨阻,造成西部交通运输绕行距离长、爬坡越岭、养护难度大、营运成本高、经济和社会效益低下;每年的暴雨季节,造成交通常常中断,交通事故频繁等等。这些都直接影响到江河水文环境,生态环境和社会经济的长足发展。

20世纪80、90年代交通基础设施建设和技术标准的提高,对生态环境的影响更大。在不断总结的基础上,公路隧道工程迅速崛起。在这段时间内,已建成和规划拟建的各类等级的公路隧道由短向长

大、特长隧道发展,详见表1。

表1 部分路段公路隧道统计表

序号	路段名称	隧道工程	建设时间	长度(m)	备注
1	成渝路	龙泉山隧道	1990~1992	800	双洞
2	成渝路	中梁山隧道	1990~1994	3160	双洞
3	成渝路	缙云山隧道	1990~1994	2503	双洞
4	广邻路	华莹山隧道	1996~2000	4706	双洞
5	川藏路	二郎山隧道	1996~2000	4160	高寒单洞
6	成阿路	鹧鸪山隧道	2000年开工	4400	高寒单洞
7	渝长路	铁山坪隧道	1996~2000	2750	单洞
8	长涪路	黄草山隧道	1996~2000	2550	双洞
9	渝长路	义学山隧道	996~2000	2000	双洞
10	雅攀路	泥巴山隧道	规划	8450	
11	贵州省	风梅垭隧道	设计	1800	
12	贵州省	红岩隧道	设计	1208	
13	云南省	大风丫口隧道	施工	3290	
14	楚大公路	九顿坡隧道	施工	3200	
15	陕西省	牛郎河隧道	施工	3922	
16	西康公路	秦岭隧道	拟建	8000~18000	
17	青海省	大山隧道	施工	1310	高寒单洞
18	甘肃省	七道梁隧道	施工	1560	
19	甘肃省	天水隧道	拟建	2400	
20	新疆自治区	天山强隧道	拟建	1894	

3.3 公路隧道建设与环境保护

随着世界经济的发展,环境问题已经成为全人类共同关注的问题。要实现可持续性发展,必须保护环境已是人类的共识。我国已把可持续性发展和环境保护作为一项基本国策。

公路建设与环境生态保护密切相关,交通部对公路建设项目环境评价的目标、方针所涉及的内容和工作深度作了明确的规定,力求做到环境保护与公路建设同步,综合治理与可持续性发展规划相结合。公路建设进入山区,路线以隧道穿越山体或是劈山深挖开路,规划设计中明确指出:深挖30m以上者,要拟定隧道和明挖的综合方案比较。近几年的实践经验证明高等级公路由于路基开挖宽度大(尤其是深挖地段),采用隧道工程有利于环境保护和避免水土流失,并且有利于少占耕地、不必砍伐森林等,这已在多条公路建设中得以证实,其主要优点是:

(1) 拟建隧道工程可有效地保护山体植被;

(2) 拟建隧道工程少占农田,可有效地保护农田资源;

(3) 拟建隧道工程可有效地减少水土流失;

(4) 拟建隧道工程可有效地保护水资源和水文环境;

(5) 拟建隧道工程可保持自然景观和大气环境;

(6) 拟建隧道工程可将公路建设融于周围自然景观之中。

3.4 公路隧道工程与交通运输效益

公路隧道工程给交通运输带来了明显的社会效益。就通过对全国已建成和拟建的公路隧道所处的地理位置的调查分析来看:若翻山越岭,如路线翻越500~1000m的山脉,其交通运输成本、行驶时间、客货周转等在可比价值和持续发展社会效益上无疑都有很大的提高,因此,在公路建设中大量运用隧道工程,无疑有以下明显的优势:

(1) 拟建隧道工程可缩短运输路线约20~40多公里;

(2) 拟建隧道工程可节约时间1~2h(按同一车速分析);

(3) 拟建隧道工程可节约汽车机械运输成本每公里约0.05元/车;

(4) 拟建隧道工程可节约客货运输成本约30~50元/t(km),未考虑收取隧道过路费;

(5) 拟建隧道工程提高了客货运输的周转量,为旅客节约了乘车时间;

(6) 拟建隧道工程减少了由于翻山越岭引起的交通事故;

(7) 拟建隧道工程虽然前期建设投资大,但对社会经济发展的促进作用却不可估量。

4 西部公路隧道工程的对策探讨

公路隧道工程在我国发展较快,从设计到施工等方面均借鉴了铁路隧道和国外公路与隧道建设的经验。通过近几年的试验,我国制定了一系列公路隧道的法规和标准,为我国公路隧道工程的可持续发展提供了科学的指南,使隧道工程设计、施工和管理逐步规范化,但还有许多问题值得研究和探讨。

4.1 隧道工程设计信息化

隧道工程是地下工程,在千变万化的地质构造、地形、地貌、水文地质等资料的基础上进行结构方案设计。动态的设计是保障隧道工程可靠度研究的基础,有利于确定最佳隧位、隧址。隧道工程施工中经常出现较多的不可预见性因素,因此要建立信息化设计的思想,超前预测、及时修订设计与施工参数,

使隐藏性工程真正体现设计理论分析的要求,从而确保隧道工程结构安全可靠。

4.2 隧道工程空气净化探讨

公路隧道工程在施工营运中的通风性能优劣与否,是衡量隧道服务水平高低和抗灾害能力强弱的关键。近几年来关于隧道纵、横和斜、竖井通风的问题已得到了解决,目前已在特长隧道中得到了运用。但隧道的环境污染问题却未得到根本解决。目前,我们应致力于解决隧道内由于汽车交通排放的尾气量集中不易扩散的问题,进行隧道内空气净化的研究。这一点,运用现代电子技术和先进的机械工业技术是可以解决的。

4.3 隧道工程进出口无仰坡的探讨

隧道工程的设计、施工均采用习惯的方法设计隧道洞门,进行大量的仰坡设计。由于处理废方和砌筑工程量较大,而进出口往往多为风化严重的软质岩层,这使隧道施工很难进洞。当洞门支挡不及时时,就经常发生跨方接长明洞,更为值得总结的是许多隧道的洞门与自然景观不协调,切割山体严重,“洞门狭巷子墙”效应特别严重,给人一种不舒适感。因此,应研究隧道洞门无仰坡的洞门设计施工理论和方法,真正做到早进洞,晚出洞,使隧道工程的洞门或与周围山体的地形、地貌等自然景观融为一体,或增添了景观设计,起到保护生态环境与公路建设同步整治的良好效果。

4.4 公路隧道工程快速掘进的探讨

公路隧道工程的施工进度往往制约着整条公路的建设工期。在拟定有长大隧道工程的公路建设工期时,必须研究隧道工程的施工方案方法,才能确保整个工程的进度。要致力于隧道工程掘进机械、弃碴运输方式、维护工程进度等一条龙的掘进方法与手段的探索,因为这是加速隧道工程施工进度的重点所在。现正进行的钻爆法加TMB的施工方法的试验研究已起步,加快掘进、缩短工期、提高工效、建立公路隧道工程施工方案的新模式。

4.5 公路隧道工程的其他专项研究

公路隧道工程的设计施工适应于不同的地形、地貌和地质构造,有许多相关的专项技术难题亟待解决,如岩溶隧道的防排水,洞身的墙效应,防火、救灾,高寒地区防雪、防冻,照明的适应度,特殊地质构造的结构设计,钢钎维混凝土、防水混凝土等在隧道工程的运用研究。此外,如何使隧道工程在营运期降低养护成本、增强抗灾能力、提高安全可靠度,均是需要研究的课题。

4.6 公路隧道工程技术、规范的修订

近几年我国公路隧道工程不断发展,在公路隧道的设计、施工、管理等实践上取得了一些经验及科研成果,并不断得到应用。公路隧道的设计、施工规范也应不断与公路隧道工程的发展相配套,如公路隧道工程设计中怎样计算行车速度和通行能力,怎样制定卫生标准和高海拔通风修正系数等等。这些在已建成的隧道工程中都值得总结。经过几年的实践,有不少经验和带有普遍性的技术得到了运用。施工技术发展更快,在各类地质条件下掘进、施工控制、环节技术措施等方面均有成熟的处理方法和经验等,这些都应纳入到公路隧道工程规范中去,使我国的公路隧道工程在规范化、系统化的条件下获得持续性的发展。

5 结束语

隧道工程和地下工程是人类向自然界探索新的

生存空间和资源开发的主要方向之一。升太空、潜海底、穿隧道、入地下是 21 世纪人类发展空间交通、时空交通、信息交通的必然趋势。隧道工程的发展还有许多技术难题,这需要有志于此的工程技术人员以刻苦攻关的精神,投身于试验研究,将科研成果转换为生产力,并最终产生社会效益和经济效益,这也是隧道工程技术可持续性发展的动力所在。

让我们扬长避短,勇于实践,努力搞好隧道工程建设,为推进这门跨行业、多学科、相兼容的边缘学科的发展,为加速西部大开发的进程,适应 21 世纪全球经济发展的需要而作出更大的贡献。

(收稿日期:2000 年 9 月 20 日)

(作者简介)

李 又 男 高级工程师 副厅长

Highway Tunneling in Western China Development

Li You

(Sichuan Provincial Communications Department, Chengdu 610041)

Abstract This paper briefly introduces the current state of highway communications in China, points out that highway construction should go first in Western China Development Furthermore it describes the relationship among environmental protection transportation efficiency and tunnelling. Finally countermeasures of highway tunnelling is diseussed.

Key Words Western China Development; Highway Tunnel; Transportation Efficiency; Environmental Protection; Countermeasures

二郎山公路隧道施工

韩常领

(中交第一公路勘察设计研究院 西安 710068)

摘要 在二郎山隧道施工中遇到了高地应力区、大暗河及洞口松散堆积层等地质问题,本文简要介绍了在这些地段中所采取的工程治理措施。

关键词 高地应力 岩爆 暗河治理 松散堆积层 病害处理

川藏公路二郎山隧道位于四川省雅安天全县与甘孜泸定县的交界处,这里山势雄伟,地质条件复杂,气候条件恶劣,自然灾害频繁,道路等级低,交通事故不断,严重威胁着行车安全。在 60~70 年代,有关部门就开始了二郎山路段过境方案的选择工作,隧道方案也提了出来,但直到 90 年代初才正式立项建设。二郎山隧道工程于 1996 年 7 月开工,1998 年 11 月 28 日贯通,1999 年 12 月 7 日管制试通车,预计在 2000 年 10 月底正式运营通车。下面就将二郎山隧道施工中遇到的主要工程地质问题及采取的措施作一简要介绍。

1 二郎山隧道岩爆特征与治理措施

1.1 二郎山隧道岩爆特征

二郎山隧址区位于四川 NE 向龙门山构造带、SN 向川滇构造带及 NW 向鲜水河构造带组成的“Y”字型构造交叉的北东侧,历经多次构造变动,属于构造应力相对集中和蓄存较大初始应力的场区,现场量测最大地应力值为 35.3Pa(比勘测阶段预计的最大地应力值 53.47MPa 小)。二郎山隧道最大埋深 775m,穿越岩层以硬质岩为主,地应力又高,因此发生岩爆是很正常的。二郎山隧道的岩爆现象具有以下特点。

(1)岩爆发生在石英砂岩、粉砂岩、部分砂质泥岩及泥岩与灰岩、粉砂岩、砂岩夹层中的硬质岩层中,围岩类别为Ⅳ、Ⅴ类,段落长度约占隧道总长度的 1/3。

(2)岩爆多发生在掌子面及 1~3 倍洞径范围,也有滞后 200~300m 的,发生时间与距离是对应的,一般在 2~8 小时内,也有滞后 1~2 天的,有些段落滞后 1~2 个月或几个月后发生。刚遇到岩爆时的表现是岩体内有声响,但无石块爆落,随着掘进深度的增加则出现了明显的岩石撕裂声与岩片爆落,

有的还有弹射。轻微岩爆的声响较为清脆,强烈岩爆段所发出的声响则较为沉闷。

(3)岩爆破坏形式为劈裂破坏与剪切破坏两种,其破坏程度总体属爆裂脱落型,即Ⅰ级岩爆,仅为数不多的地段(120m)出现了弹射现象,属Ⅱ级岩爆。隧道周边均有岩爆活动,但拱部及两侧边墙部位相对居多。岩爆爆坑大多数呈“锅底”形,强烈岩爆段爆坑多为“V”形。爆落岩块多呈不规则的棱块状,也有呈中厚边薄的椭圆状。

(4)岩爆区段一般较为干燥,有地下水出露的地方无岩爆发生。断层带无岩爆发生。

(5)岩爆的剧烈程度与隧道埋深并非一一对应,象西口埋深 425m 的地方岩爆也较为严重。

(6)正洞与平导施工对相互之间岩爆的发生似无影响。

1.2 二郎山隧道岩爆段的治理措施

结合实际地应力水平及岩爆危害程度,在施工中主要采取了以下工程措施。

(1)施工初期岩爆段采用的是全断面开挖,后为了加快施工进度两端全部改为大上半断面施工(开挖底面与隧道圆心基本齐平)直至贯通,每循环进尺约 1.5~2m。施工中曾打 3m 爆破孔想加快进度,但由于石质坚硬仅爆掉 1.7m 左右,反而增加了钻孔循环时间。

(2)采用简易钢管台架,人工打钻,这样有利于人员在有险情时及时撤离,减少损失。在两端隧道施工中都曾发生过将台架砸垮的现象,但无人员伤亡。

(3)在施工中调整钻爆设计,提高光爆效果,改善洞壁应力条件,减少装药量,降低爆破动应力场的叠加,降低岩爆频率与强度。

(4)Ⅰ级岩爆段的施工工序为爆破后送风、喷