

“国际隧道研讨会暨 公路建设技术交流大会”

论文集

(下 册)

中华人民共和国交通部公路司
世界道路协会(PIARS)
交通部科学研究院
中国公路技术交流中心(TTC)

人民交通出版社

China Communications Press

“Guoji Suidao Yantaohui Ji Gonglu Jianshe
Jishu Jiaoliu Dahui” Lunwenji

“国际隧道研讨会暨公路建设 技术交流大会”论文集

下 册

- 中华人民共和国交通部公路司
- 世界道路协会(PIARC)
- 交通部科学研究院
- 中国公路技术交流中心(TTC)

人民交通出版社

内 容 提 要

本论文集收录来自美国、日本、马来西亚、印尼、印度、伊朗、罗马尼亚、瑞士、加拿大、英国、法国、芬兰、德国、比利时、奥地利、南非、孟加拉国和中国等 20 多个国家的 200 多篇论文,主要内容包括:公路隧道设计,围岩监控,隧道施工,隧道防排水,隧道通风、污染和环境影响,隧道人为安全因素,隧道烟、火控制技术,公路建设与环境保护,公路工程新技术、新材料及其应用,公路路面使用性能监测与评估,道路交通监控、通信与收费技术,WTO 与中国公路行业发展,中国公路投融资模式等。这些论文涉及近年来国、内外有关公路隧道建设、隧道机电技术与运营管理以及公路建设技术的最新研究成果,公路隧道及公路建设新技术、新工艺、新方法、新材料和新设备等,基本上反映了我国和国际公路隧道的技术发展现状和水平。本论文集内容丰富,既有理论探讨,又有实践经验介绍,可供公路隧道和公路工程专业的科研、设计、施工、管理人员以及高等院校师生学习、参考。

本论文集收录了国内作者的 160 余篇中文著作,国内作者的中英文论文和国外作者的英文论文已编入《国际隧道研讨会暨公路建设技术交流大会论文数据库》(光盘版),方便读者进行各种途径的查询检索。

图书在版编目(CIP)数据

“国际隧道研讨会暨公路建设技术交流大会”论文集
/ 中华人民共和国交通部公路司等编. —北京: 人民交通出版社, 2002.10
ISBN 7-114-04475-5

I. 国... II. 中... III. 公路隧道—隧道工程—国际学术会议—文集 IV. U459.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 081282 号

“国际隧道研讨会暨公路建设技术交流大会”论文集

(下 册)

中华人民共和国交通部公路司

世界道路协会 (PIARC)

交通部科学研究院

中国公路技术交流中心 (TTC)

正文设计: 彭小秋 责任印制: 张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 27.75 字数: 688 千

2002 年 11 月 第 1 版

2002 年 11 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—1500 册 全套定价: 200.00 元

ISBN 7-114-04475-5

序

随着经济的迅速发展,公路建设规模的日益扩大,对公路快捷、舒适提出更高的要求,由此带动并促进了公路隧道的建设。据统计,1979 年我国公路隧道通车里程仅为 52km/374 座,1993 年我国公路隧道通车里程为 136km/682 座,2002 年我国公路隧道通车里程已达 704km/1782 座。公路隧道通车里程比 1979 年增长了 13 倍。但从总体上看,公路交通仍然不能满足国民经济和社会发展的需要,公路隧道的建设与管理仍然存在一些问题,如长大公路隧道通风、照明及应急救援系统的设计与管理技术,公路隧道行车安全等。

为了适应国民经济和社会发展的需要,我国提出公路交通发展三步走的战略目标,即到 2040~2050 年,全面建成国家重点干线公路构成的骨架公路网络,形成全国高速公路网,所有相邻的地市级城市均实现高等级公路连接,公路总里程超过 300 万公里,高速公路总里程达到 8 万公里,公路交通基本实现现代化,达到中等发达国家的水平。

根据此目标,公路隧道的建设势必将大规模增加。为总结国内外公路隧道建设与运营管理经验,学习引进国内外先进技术,进而推动我国公路隧道领域的技术创新和技术进步,借召开国际隧道研讨会之际,汇编经过筛选的来自美国、日本、马来西亚、印尼、伊朗、罗马尼亚、瑞士、加拿大、英国、法国、芬兰、德国、比利时和中国等 20 多个国家的 200 多篇论文,以促进多方交流与合作。

预祝国际隧道研讨会成功,也期望我国隧道建设与运营管理水平更上一层楼。



中华人民共和国交通部副部长

大会组委会

名誉主席:胡希捷 中华人民共和国交通部副部长
主 席:凤懋润 中华人民共和国交通部总工程师
副 主 席:冯正霖 中华人民共和国交通部公路司司长
局成志 中华人民共和国交通部国际合作司司长
Didier LACROIX 世界道路协会隧道委员会主席
李彦武 中华人民共和国交通部公路司副司长
周 伟 中华人民共和国交通部科学研究院院长

委员(排名不分先后):

Jens Thomsoen 世界道路协会官员
程孟仁 贵州省壮族交通厅常务副厅长
李尚炎 广西壮族自治区交通厅副厅长
钱国超 江苏省交通厅副厅长
陈冠雄 广东省交通厅副厅长
王廷栋 青海省交通厅副厅长
詹新华 湖南省交通厅副厅长
刘政奎 辽宁省交通厅副厅长
陈邦基 海南省交通厅副厅长
王传捷 河南省交通厅副厅长
张 全 河北省交通厅副厅长
席芳柏 江西省交通厅副厅长
杨金泉 山西省交通厅副厅长
黄大元 湖北省交通厅总工程师
滕西全 重庆市交通委员会 副主任
张蕴杰 上海市市政工程管理局 副局长
孙中阁 北京市公路局副局长
包建设 内蒙古自治区交通厅副厅长
吴大元 福建省高速公路建设指挥部副总指挥
吴卫平 云南省交通厅副厅长
李 又 四川省交通厅副厅长
刘子利 天津市市政工程局 副局长

乌小健 陕西省交通厅厅长
 梁 热 安徽省交通厅副厅长
 张治中 浙江省交通厅副厅长
 倪 鲁 新疆生产建设兵团交通局副局长
 王 茂 黑龙江省交通厅 副厅长
 王裕荣 山东省交通厅副厅长
 冷曦晨 吉林省交通厅总工程师
 于胜英 新疆自治区交通厅副厅长
 常行宪 西藏自治区交通厅副厅长
 周 舒 宁夏自治区交通厅副厅长
 王国锋 中国公路工程咨询监理总公司 总经理/党委书记
 张汉舟 甘肃省交通规划勘测设计院副院长
 张元方 交通部公路科学研究所

秘 书 长: 成 平 交通部公路司工程技术处处长

Pierre SCHMITZ 世界道路协会官员

副秘书长: 张建军 交通部公路司工程技术处副处长

毕仁忠 交通部科学研究院科研处副处长

王 辉 交通部科学研究院信息资源研究室主任

大会技术委员会

主 席 凤懋润 中华人民共和国交通部总工程师

委 员 成 平 交通部公路司工程技术处处长

Pierre SCHMITZ 世界道路协会官员

张建军 交通部公路司工程技术处副处长

赵之忠 交通部科技教育司重大项目处处长

王 辉 交通部科学研究院信息资源研究室主任

吴德兴 浙江省交通规划设计院

刘 伟 重庆交通科研设计院

杨世基 交通部公路科学研究所

戴国平 北京工业大学

束明鑫 交通部公路科学研究所

张选伟 北京大学分校

熊有言 重庆交通科研设计院

吕康成 长安大学

刘清泉 交通部公路科学研究所

黄颂昌 交通部公路科学研究所

大会主办、支持、承办和协办单位

主办单位

中华人民共和国交通部
世界道路协会(PIARC)

支持单位

中华人民共和国国家发展计划委员会
中华人民共和国科学技术部
中华人民共和国公安部
中华人民共和国铁道部
中华人民共和国建设部

承办单位

交通部科学研究院
中国公路技术交流中心(TTC)

协办单位

中国交通工程学会
重庆交通科研设计院

编辑单位:

中华人民共和国交通部公路司
世界道路协会(PIARC)
交通部科学研究院
中国公路技术交流中心(TTC)

目 录

上 册

1. 主旨发言

中国公路和隧道建设·····	凤懋润(3)
香港特别行政区的隧道营运及管理·····	张展鹏(9)

2. 隧道研究与设计

高寒、高海拔、多年冻土公路隧道防冻害设计与研究	李俊杰	李 刚	杨彦民(15)
隧道围岩热力学参数反分析	吕康成	解赴东	崔凌秋 谭继承(22)
秦岭 II 线隧道围岩蠕变变形的实验与数值分析		刘保国	赖永标(26)
采用 BP 算法拟合公路隧道围岩变形时程曲线	魏 琴	周建春	刘光栋(33)
滑坡作用与隧道变形相关问题的探讨			郑明新(39)
雁门关隧道围岩分类量化技术研究			叶 英(45)
寒冷地区隧道防冻隔温层设计计算方法及应用	陈建勋	朱计华	张建勋(51)
锚喷支护隧道围岩稳定性预测分析研究	徐干成	赵文良	胡 萍(56)
新奥法施工隧道拱顶位移估算方法的研究	姜晨光	贺 勇	彭建国 严立明(63)
公路隧道支护结构设计的优化方法研究	王 薇	向延念	彭立敏(67)
石灰岩溶区大断面公路隧道围岩稳定性研究	赵明阶	刘绪华	敖建华 王 彪(73)
高原地区隧道施工无轨运输方案的实施与研究			尉旭平(79)
激光隧道围岩位移实时监测系统及其应用	吕康成	姜明才	应国强 李士友(84)
隧道裂隙含水围岩非均质各向异性张量应用分析	贺鹏旭	毛建安	贾云翔(90)
山岭区公路隧道设计探讨		杨明举	张世文(97)
金竹林双连拱隧道同向异线开挖下中墙结构稳定性分析	章勇武	杜小平	彭定超 袁 勇(102)
公路隧道经济设计的几个问题		曹 磊	黄 兵(108)
软弱围岩段隧道洞口工程的设计与施工	李志厚	吴华金	刘 宏(112)
特长公路隧道有关设计问题初探			杨 钟(118)
浅谈公路隧道线形的安全设计		殷瑞华	朱光仪(122)
城市隧道洞门设计方案构思			谢君泰(126)
公路隧道洞口景观设计评价			关向群(130)

复杂地质条件下单洞双向长大公路隧道设计	黄伦海	慕长春(136)
高寒区大坂山公路隧道设计		杨彦民(142)
秦岭终南山特长公路隧道设计简况	赵秋林	刘培硕(150)
浅谈连拱隧道的设计	唐 颖	陈晓炬(155)
高水位富水隧道衬砌结构设计刍议		陶伟明(161)
小净距隧道的结构受力特点及工程措施	陈少华	刘 伟(168)
河北省公路隧道建设中的环境保护措施		赵卫国(174)
尖山子特长隧道设计	李 勇 屈志豪	李晓春(178)
黑龙江隧道建设条件及设计对策		李海清(183)
甘肃高等级公路隧道设计		袁永新(188)
华蓥山隧道揭煤防突防塌技术的研究	郑金龙	张广洋(192)
“京珠北”高速公路隧道洞门装饰设计与施工技术的研究		彭世勇(197)
长大山岭隧道施工技术简论		王武勤(203)
公路隧道路面结构与材料研究现状及展望	刘朝晖 李宇峙	黄 敏(208)
系统工程思想在隧道工程中的应用	苏臣宏 赵 峰	叶 飞(214)
水下公路隧道的评述	孔祥金	韩常领(218)

3. 隧道施工

南平市天台隧道的信息化施工	杨林德 黄宏伟 朱合华	丁文其(225)
偏压隧道力学行为研究与公路隧道信息化施工现场监控量测		赵玉光(231)
公路隧道防治水若干新技术	吕康成 姜明才 应国强	李士友(237)
寒冷地区公路隧道防渗防冻技术	王大为 解赴东 崔凌秋	吕康成(244)
全站仪免棱镜测距技术在隧道施工测量中的应用	张立军 刘知义 马延辉	林海剑(249)
超浅埋大跨度公路隧道结构与施工		刘小刚(253)
敞开式 TBM 在软弱围岩掘进中遇到的地质灾害问题	王永安	陈元元(257)
特大溶洞堆积体中隧道修建技术		丁 恒(262)
隧道沉管管段高性能混凝土的配制与应用	林 政 何冬明 林 莺 乔芝强	杨海峰(266)
碎石弃渣地段的隧道进洞方案	梁 巍	朱光仪(272)
土质隧道衬砌裂缝产生原因分析及预防措施		樊红卫(277)
隧道浅埋偏压段稳定性评价方法及其应用	王初生	王 园(282)
重铵油炸药自动装药机在隧道爆破中的应用前景	高菊如	涂文轩(288)
盾构进出洞采用人工地层冻结法的技术优势和应用探讨		崔海涛(293)
洋碰隧道初期支护下沉侵入建筑限界处治技术		李应顺(297)
计算机控制凿岩台车的研制	郭 勇 何清华 谢习华	朱建新(303)
杂色砂粘土隧道整治对策探讨	陈 旭 聂新民	钱伟平(309)
湿式喷射混凝土技术的试验研究	吴全立	裘 建(314)
采用管棚法处理特大坍方段的应用技术	裘 建	吴全立(321)

楔形掏槽在隧道全断面开挖中的应用	张福宏	(327)
水平旋喷注浆技术在隧道施工中的应用	刘建国	(333)
大跨度软岩公路隧道短台阶施工方法	雷 军 赵玉成 和万春	张金柱(339)
基于现场实测的宽扁公路隧道施工技术分析	刘洪洲	蒋树屏(346)
预应力小锚索及注浆加固技术在软岩隧道中的应用	陈宁青	王 军(355)
确定裂隙围岩中钻爆法施工初始作用的新方法	王华牢	邓广哲(362)
TBM 在软弱围岩中施工技术研究	张民庆	李建伟(367)
二郎山隧道岩爆特征与治理措施	韩常领	师 伟(373)
鹧鸪山隧道千枚岩区病害分析	冯栋发	(379)
上海大连路越江隧道施工技术综述	丁光莹 沈永东	章仁财(382)
常洪沉管隧道关键施工技术概述	周 松 刘千伟	杨国祥(393)
上海地区越江交通隧道盾构施工技术综述	傅德明	杨国祥(402)
上海外环沉管隧道管段施工技术	李 侃 杨国祥	葛以衡(408)
大连路隧道泥水平衡盾构泥水输送系统	王强华	(419)
秦岭隧道 I 线进口段 TBM 施工组织管理	杨书江	孙 谋(426)
大坂山公路隧道的防排水系统	马忠英	(432)
七道梁隧道结构防排水设计与施工	杨重存	(436)
京珠高速公路粤境北段洋碰隧道施工	李卫民	(442)
真武山隧道质量检测与分析	陈 弩	卢 波(448)
猫山隧道技术创新与造价管理	邓万福	(454)
梅子沟双联拱隧道穿越滑坡地层的施工方法	张世飙 黄大元 陈建平 刘贵应	李学东(459)
华蓥山隧道瓦斯与施工对策	王兴彬	(465)
大风垭口特长隧道施工技术	杨元红	王 栋(471)
大阪山隧道工程地质选线技术	赵之胜	(477)
屈家坡隧道病害整治方法与措施	郑学贵	(483)
大坪山交叉重叠隧道施工力学三维分析	张志强 王明年	关宝树(489)
九景高速公路隧道工程的质量监控	周鑫元	李世京(495)
云集隧道超浅埋暗挖穿越火车站设计与施工	田四明	(504)
公路隧道施工质量检测与控制	冯西禄	(511)
宝兰二线新玉石咀 1 号隧道塌方整治对策探讨	陈 旭 钱伟平	陈绍华(516)
黄梅山隧道洞口段预加固技术	张 胜	王 飞(521)
真武山隧道不良地质段处治	罗昭辉	程崇国(526)
地质雷达在大茅隧道左洞口中的超前地质预报中的应用	王连成 涂 耘	刘 伟(532)
我国公路隧道建设技术的现状及展望	蒋树屏	(537)
浙江公路隧道建设技术综论	吴德兴	杨 健(547)
公路隧道施工监控的现状与发展	程崇国	韩 直(554)

下 册

4. 隧道机电技术与运营管理

秦岭终南山特长公路隧道纵向分段式通风设计	魏军政	赵秋林	蔡英杰(561)			
秦岭终南山公路隧道通风方案探讨	夏永旭	王永东	赵 峰(567)			
秦岭 I 隧道通风设计探讨	曹 振		杨彦民(571)			
鹧鸪山隧道(东口)施工通风设计与实施	陆茂成	武雪都	唐上明	贾 冬	王华平	王兴彬(578)
二郎山公路隧道火灾通风控制分析(一)	田沛哲	戴国平	李宁军		缪怀甫(583)	
二郎山公路隧道火灾通风控制分析(二)	戴国平	田沛哲	布文锋		刘彦君(598)	
公路隧道通风方案数值模拟研究	赵 峰	王永东			夏永旭(606)	
盐田坳隧道纵向射流通风方式的洞口排烟及有关问题					刘行实(612)	
雁门关公路隧道防火救灾通风控制研究	胡学富	夏永旭			靖 勃(616)	
交通管制及静电除尘在长大隧道通风设计中的应用分析					邓科研(620)	
关于公路隧道火灾及事故通风的讨论					张社道(626)	
京珠高速公路靠椅山隧道运营安全性监测与分析						
.....	周建春	王荣辉	陈春霖		周立栋(634)	
单向交通隧道通风控制模式研究	钟汉枢	李树英	李卫民	徐建闽	颜静仪(640)	
美荪林隧道营运通风研究				涂 耘	刘 伟(647)	
特长公路隧道 CO 浓度设计限值的研究	邓顺熙	谢永利			袁雪骥(653)	
公路隧道照明技术的应用研究		吴德兴			项小强(659)	
公路隧道“绿色照明”初探					陈彦华(666)	
福建美荪林特长公路隧道监控系统设计					刘相华(670)	
计算机在秦岭终南山特长公路隧道监理中的应用					任尚强(675)	
浙江台州猫狸岭隧道群交通工程设计、施工及运营管理						
.....	姬为宇	雷荣富			陶先玲(680)	
公路隧道智能控制的现状与发展					韩 直(685)	
高速公路隧道群监控模式研究		蒋贵川			易 术(689)	
二郎山隧道信号控制分析					张进县(695)	
盐田坳隧道机电系统中的若干问题及其对策	叶卫东	曾晓华			夏清川(701)	
盐田坳隧道计算机监控系统抗电气及雷电干扰的技术措施						
.....	夏清川	姚劲东			荆召森(706)	
雁门关特长公路隧道供电方案设计		夏 凯			靖 勃(712)	
高速公路隧道运营管理初探	张补才	王战兵	赵湘茹		王成军(716)	
基于 GPS/GIS/GSM 的公路隧道运营管理研究					周 健(721)	
成渝高速公路隧道运营与管理				刘先明	戴晓虹(728)	

公路隧道营运管理系统探讨·····	周克勤	韩 直	(735)
国内外隧道防火技术现状及发展趋势·····	倪照鹏	陈海云	(740)
我国公路隧道火灾防救研究·····		刘 伟	(749)
公路隧道火灾温度场分布的模型试验研究·····	王明年	杨其新	(755)
浙江省高速公路隧道交通安全情况调查及对策探讨 ·····	宋晓春	孙国华	鲍国平(763)
隧道交通事故多发的成因及预防措施·····		沈艾中	(770)
隧道工程防火措施研讨·····		张志刚	(775)
长大公路隧道消防设计探讨·····	周金忠	黄代青	(779)
水消防技术在隧道火灾控制中的应用·····		朱继红	(783)

5. 公路建设

“入世”后我国公路发展行业管理对策·····		罗志光	(789)
论公路建设 BOT 投资方式中政府的保证责任·····	颜 强	黄 彭	(795)
入世后中国公路建设投融资模式比较研究——区域差别与投融资模式选择的 思路和方法·····	江 红	刘玉波	(800)
加入 WTO 后交通工程施工招投标办法研究·····	彭文勇	赵弘亮	(806)
WTO 对工程咨询业的挑战与对策·····		陈传德	(810)
公路技术评价方法·····	景宏君	延西利	(816)
润扬长江公路大桥总体设计·····	吴寿昌	王立新	彭德运(821)
在山区高等级公路勘察与设计中应注意的几个岩土工程问题 ·····	郭小红	廖朝华	杨冬梅(827)
路面群体状况评价与控制·····	陈继光	马国梁	(833)
布劳斯几何设计方法的改进·····	李运胜	金 宴	(837)
沥青路面结构厚度优化设计新方法·····	刘黎萍	孙立军	(842)
复合地基层的路面结构力学性能研究·····	卢 波	刘治军	陈 弩(849)
沥青抗老化指标探讨·····	汪东杰	葛折圣	杜 骋
水泥路面层间结合形态对路面性能影响的研究·····	吴国雄	易志坚	陈世明(862)
沥青混合料理论最大密度真空法试验研究·····	李闯民	李宇峙	(869)
加拿大沥青混合料的质量控制和合同管理方法·····		陈超英	(876)
半刚性基层材料冲刷试验研究·····	李宇峙	邵腊庚	周晓青(886)
沥青混合料水稳性评价试验方法的研究·····	邵腊庚	李宇峙	谢 军(892)
GQT 特效增强添加剂在道路混凝土断板处理中应用 ·····	杨 明	张智伟	徐 刚
辉绿岩粉对水泥性能的影响·····	赵青林	张文利	周明凯
粉体喷射水泥搅拌桩在高速公路桥头软土地基处理中的应用研究 ·····	杨少华	徐立新	张继尧(908)
复合锚在公路高边坡工程中的应用·····	何 峰	张昌伟	许维青(922)
微表处技术在高速公路养护中的应用·····	张文浩	倪富健	徐中宁(928)

钢箱梁桥面铺装参数对铺装层应变的敏感性分析

- 潘明军 顾兴宇 李 昶 洪 峰 叶 震 吕伟东(934)
- 润扬长江公路大桥北锚基坑的信息化施工..... 吉 林 阮 静 陈 策(940)
- 江苏省高速公路联网收费技术的应用与管理..... 何 平 汪宽平(946)
- 佛开高速公路收费系统的设计和实现技术..... 郭勇佳 都志文(952)
- 多年冻土区环境保护及其对道路工程稳定性的影响..... 童长江 原喜忠 答治华(958)
- 论西部地区公路建设与生态环境的协调发展问题..... 徐宏宝(967)
- 公路建设中的环境问题及保护措施..... 杨福基 周长刚 张晓玲(970)
- 高速公路环境监测的质量控制..... 冯 雷 孙 强 高秉珍 陈 静 杜 辉(977)
- 战略环境评价在交通运输领域中的研究..... 李瑞敏 史其信(983)

隧道机电技术与运营管理

秦岭终南山特长公路隧道纵向分段式通风设计

魏军政 赵秋林 蔡英杰

(铁道第一勘察设计院西安分院 西安 710043)

摘 要 本文简要介绍了秦岭终南山特长公路隧道的工程概况,并着重介绍了该隧道采用的竖井与射流风机组合的纵向分段式通风的通风模式;正常营运的风流组织;简要的系统组成;竖井底的构造以及设计中选用的部分数值。并简要介绍了在火灾情况下风流如何组织;人、车疏导措施。同时对影响特长公路隧道通风计算中有关参数的选取和存在的问题提出讨论,以便根据国情制定更合理的参数,以供正确选用。

关键词 特长 公路隧道 纵向 分段式 通风

1. 概况

西康高速公路西柞段纵跨西安市、商洛两个地(市),途经西安、长安、柞水三县市,是陕西省“米”字形公路网主骨架的重要组成部分;是交通部公路网骨架规划发展中,西北、华北通向重庆、四川的西部大通道包北线(包头—西安—安康—重庆—北海)的主要组成部分。秦岭是西康公路西柞段必须克服的天然屏障,其主脊海拔较高(约 2802m),南北两侧地形陡峻,沟谷纵横,地形十分困难,地质复杂多变。为降低越岭标高、缩短公路里程、改善行车条件,对穿越秦岭地段的隧道方案进行了专门研究,经过从技术可行性、经济合理性、实施可能性等综合分析比较,推荐长度为 18020m 的隧道(以下简称秦岭隧道)方案。

秦岭隧道是我国目前拟建最长的公路隧道,其运营通风是本工程主要难题之一。参考瑞士通风专家委员会根据全世界一千多座道路隧道通风运营效果统计资料,于 1986 年工程学报上发表的最新资讯中的对长大隧道必须考虑每隔 3km 到 5km 设置具有通风机组的通风竖井一条的原则,结合本工程通风需风量及地形条件,秦岭隧道设置 3 个竖井以划分通风区段。通过对三竖井+全横向、三竖井+纵向+全横向(两洞口区段采用纵向式,中间区段采用全横向式)的混合式、三竖井+半横向+全横向(两洞口区段采用半横向式、中间区段采用全横向式)的混合式,以及三竖井送排风与隧道内设射流风机组合的纵向分段式等的各种通风方案进行综合分析比较,本项目最后推荐采取三竖井纵向分段式通风方案。

2. 秦岭隧道纵向分段式通风设计简况

秦岭隧道按分期单洞与同期双洞两种修建方案设计计算,分东、西两线,均为双车道隧道。两方案均采用三竖井和射流风机组合的纵向分段通风的方式。竖井位置选择时,考虑在分段均匀的前提下结

合竖井深度、地质、距主隧道的距离、洞口位置等实际情况合理选择。为正常营运及管理维修方便,通风机房、动力设备、配电室、工作室均设于地下。送排风口间为防止短道回流和污染,两风口间其短道长度设计为 56m。排风口断面风速设计为 6m/s,送风口风速设计为 28m/s。据日本研究成果,等宽型送风管比契型送风管的动量升压系数大,另外考虑送风道轴线与主隧道轴线的夹角影响,送风道末端一部分设计为导流段,导流段设置在主隧道建筑限界以上的剩余空间,平行于主隧道。联络风道内风速控制为 16m/s。分期修建时,东线隧道先修,近期为单洞双向交通,其需风量比远期单向交通大,因此,分期修建方案中,东线隧道的联络风道内风速控制为 18m/s。竖井内风速控制为 20m/s。

(1) 开通运营年限

分期修建方案:东线隧道 2005 年投入运营,西线隧道 2020 年开通运营,近期(2005 年 ~ 2020 年)属单洞双向交通,远期(2020 年以后)属双洞单向交通。

同期修建方案:东西线隧道 2005 年同时开通运营,属双洞单向交通。

(2) 竖井布置设计及风流组织

分期与同期两方案的竖井布置及风道连接方式同,具体布置及风流组织如图 1 所示。

分期修建

近期:三竖井及射流风机组合仅对东线隧道送排风。竖井主体设计为两分隔(排风道和送风道),竖井下部一定高度设计为四分隔(两排风道、两送风道)。各竖井仅对东线隧道与其相邻的两通风区段(以竖井为界,隧道被划分为四个区段,每一区段定义为一个通风区段)起作用。对每一竖井,一个区段为排风区段,另一个区段则为送风区段。每一区段风流由与其相连的联络风道和对应的竖井送排风道送排。近期西线隧道未建成前,竖井与西线联络风道提前修通。东线运营期间,西线联络风道封闭,西线正式运营时打开封闭即可。竖井与风道连接处构造设计如图 2 所示。

远期:竖井及联络风道设计不变,三竖井及射流风机对东线隧道和西线隧道同时作用。各竖井对东西线两隧道与其相邻的四个通风区段起作用。对于每一竖井,有两个排风区段和两个送风区段。各区段风流由与其相连的联络风道与竖井底部四分隔风道在竖井底部汇流或分流后由竖井送排风道送排。

同期修建

竖井设计及风流组织、通风模式与分期修建方案的远期同。

3. 通风计算理论及计算方法

3.1 通风理论

长大隧道的通风,若仅从车道风速受限方面考虑,则必然着眼于全横向、半横向或混合式的通风方式。这样,势必需要增大隧道断面。而分段纵向式通风,采用机械通风方式使新鲜空气从隧道的不同地段送入,而污染空气从不同地段排出,无需增加隧道断面,又能充分利用车辆活塞风的作用。所以,是一种节能型的通风方式。从防灾要求来讲,也是一种十分合理的通风方式。因为,纵向式通风,隧道内空气流动是单向的,在发生火灾时,容易采取相应的措施。为保证隧道内火灾点的烟气不向后方倒流而危及后方人车的安全,隧道内发生火灾时洞内要求保持一定的风速(火灾时风速 $V = 2 \sim 3\text{m/s}$)。秦岭终南山公路隧道由东、西线两座隧道组成,两线间每隔 250m 设置一条横通道。当一座隧道内发生火灾时,火灾隧道上游的横通道全

