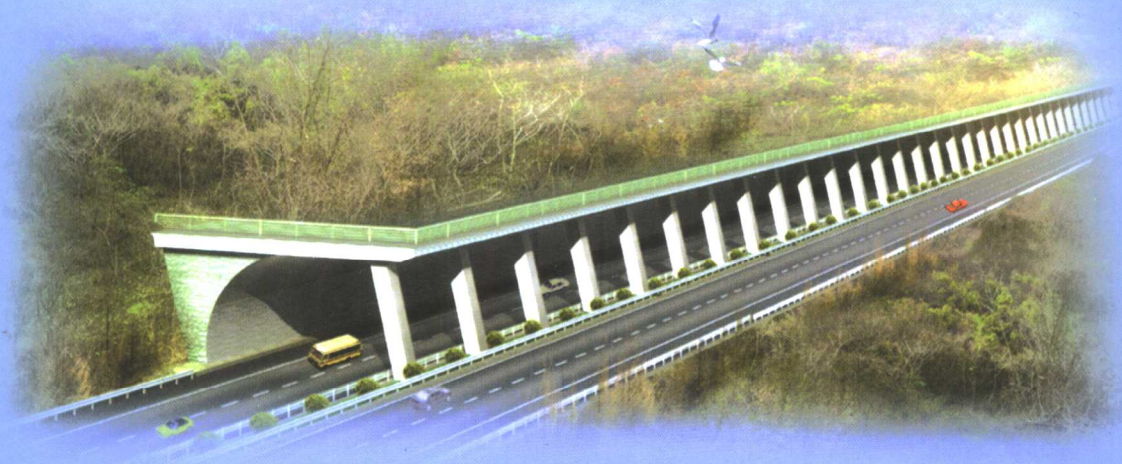


**江苏宁淮高速公路老山隧道环保型建设技术
暨大跨径隧道建设技术学术研讨会**

论文集

中国公路学会隧道工程分会
江 苏 省 交 通 厅 编
江 苏 省 公 路 学 会



人民交通出版社

China Communications Press

江苏宁淮高速公路老山隧道环保型建设技术 暨大跨径隧道建设技术学术研讨会

论文集

Jiangshu Ning-Huai Gaosu Gonglu Laoshan Suidao Huanbaoxing Jianshe Jishu
Ji Dakuajing Suidao Jianshe Jishu Xueshu Yantaohui Lunwenji

中国公路学会隧道工程分会
江 苏 省 交 通 厅 编
江 苏 省 公 路 学 会



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本论文集收录了江苏宁淮高速公路老山隧道及国内其他大型公路隧道环保型建设技术等方面的最新成果,内容涵盖了隧道设计、施工、环保及景观、交通工程与机电系统等方面,是国内大型公路隧道建设经验的总结。

本书可供从事公路隧道科研、设计、施工的工程技术人员学习借鉴,亦可供相关管理人员及大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

江苏宁淮高速公路老山隧道环保型建设技术暨大跨径隧道建设技术学术研讨会论文集/中国公路学会隧道工程分会,江苏省交通厅,江苏省公路学会编. —北京:人民交通出版社, 2006.6

ISBN 7-114-06045-9

I. 江... II. ①中...②江...③江... III. 高速公路-公路隧道-无污染技术-江苏省-文集
IV. U459.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 064402 号

书 名: 江苏宁淮高速公路老山隧道环保型建设技术暨大跨径隧道建设技术学术研讨会论文集

著 作 者: 中国公路学会隧道工程分会 江苏省交通厅 江苏省公路学会

责任编辑: 熊有言 王 霞

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cccpress.com.cn>

销售电话: (010)85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 24.5

字 数: 606 千

版 次: 2006 年 6 月第 1 版

印 次: 2006 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-06045-9

定 价: 58.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序 言

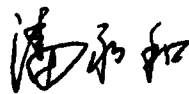
在交通部和省委、省政府的领导下,江苏省高速公路建设大力弘扬“创业、创新、创优”精神,采用科学有效的建设管理模式,严格遵循“优质工程=科学设计+优质材料+精细施工+严格监管+科技创新”的质量公式,全力推进高速公路网络化工程建设。经过广大工程建设者的艰苦努力,至2005年底,全省高速公路通车总里程达到2886km,工程质量保持国内领先水平。

近年来,我国公路隧道建设尤其是大跨度隧道建设取得了骄人业绩。随着国内公路建设的大发展,穿越地形高差大、地质复杂和需要重点保护的原始森林、河流、水库及城市森林公园的隧道也越来越多。期间,对公路隧道的环保型建设技术进行了有益的尝试,如隧道洞口由大挖深槽的柱式洞门进步到小刷坡的削竹式洞门,对于偏压洞口采取早进洞等形式,但仍然避免不了山体内侧边坡过高的弊端,不仅破坏了生态环境,而且容易产生地质灾害。因此大力提高公路隧道环保型建设技术的整体水平,确保公路隧道建设的环保性显得非常迫切。

江苏老山公路隧道位于宁(南京)淮(淮安)高速公路南京段,穿越老山国家森林公园,是国家规划高速公路网“十三纵、十五横”中纵四的重要组成部分。隧道采用上下行分离形式,设计标准为双向6车道高速公路标准,隧道建筑限界净宽为14m,净高为5m,建设规模在国内已建成和在建工程中名列前茅。江苏省以江苏宁淮高速公路老山隧道为依托,结合交通部公路工程相关技术标准,大力开展科技创新,主要针对公路隧道的环保型洞门设计施工关键技术、傍山隧道结构形式问题开展专题研究,立足于解决公路隧道设计施工过程中环境保护技术关键问题,将课题研究与工程设计施工相结合,指导工程实践。不仅为解决本工程项目的环保型建设技术提供有力的技术保证,同时也为国内其他大型公路隧道建设积累了经验,提供了借鉴和参考。

本论文集收集了江苏宁淮高速公路老山隧道及国内其他大型公路隧道环保型建设技术等方面的最新成果,通过大力提倡“以人为本,融于自然”的建设理念,追求人、车、路、环境的和谐统一,将为今后建设的高速公路隧道提供有益的启示和借鉴。

江苏省交通厅厅长:



2006年5月

目 录

一、研究与设计

宁淮高速公路老山隧道建设综述	丁建奇(3)
公路隧道前置式洞口工法与工程实践	蒋树屏 王永安(7)
浅埋大跨软弱地层老山隧道动态设计施工技术	张 军 柯小华 李建华(13)
老山隧道工程建设概述	赵文政(19)
一种新型棚洞结构稳定性分析	刘元雪 蒋树屏 黄伦海 胡学兵 郭云普(23)
老山隧道监控软件的应用分析	卢 毅 巫小军 蒲辉荣(31)
考虑松动圈的位移反分析在隧道工程中的应用	李鸿博 柯小华(36)
奉节长幽子隧道不良地质设计	罗昭辉 李 勇(41)
龙山浅埋大跨隧道设计	王 飞 张 胜(46)
洞山城市隧道设计	沈洪波 张 胜 王 飞(51)
中温沥青混合料在老山隧道中的应用探讨分析	张 锐 黄晓明 赵永利(57)
老山隧道路面类型优选与决策方法研究	贺 薇 张 锐 黄晓明 赵永利(62)
老山隧道工程区构造裂隙控水规律与工程分类	李晓昭 赵文政 俞 宏(69)
深埋长大公路隧道超前地质预报技术方法研究现状	喻 波 罗卫华(76)
地质雷达方法检测隧道衬砌厚度研究	倪修勤 王云泉 王国群(81)
近接施工对上下行交叉隧道影响的数值模拟研究	张 胜 沈洪波 王 飞(86)
高原隧道施工通风新技术研究	刘海宁 温少芳 王 军(95)

二、环保与景观

公路隧道洞口环保型设计施工现状及展望	王永安 黄伦海 蒋树屏 张 军(103)
老山隧道生态景观构建	邓 涛 程汉宁(108)
隧道坡地绿化与景观营造	张荣荣(114)
老山隧道口绿化植物配植作用	梁 丽(121)
沿河傍山段高速公路环保型建设方案研究	黄伦海 蒋树屏(123)
城市隧道穿越生态环境敏感区的设计	李 岳 任国雷 蒋中贵 黄木坤(129)
宁淮高速公路六合服务区硬质景观设计的价值取向	范 宁(135)
高速公路隧道群交通运行环境质量体系建设的研究	段国钦 王安生(140)
隧道施工中环境保护及工人劳动安全的探讨	王选祥(148)
特长隧道节能措施分析	周正兴 魏雅萍(152)

三、施工技术

老山隧道洞口开挖及边仰坡防护施工	乔海滨	赖用满(159)
构造裂隙富水带的高密度电法探测	孙 军 庞建国	王云泉(164)
老山隧道“零”进洞工法及工程实践	江 臣 宋玉毛 马艳春	田小兵(169)
零开挖进洞技术在云南公路隧道的应用		尹少杰(173)
老山隧道进出洞施工的关键技术	周应灵 陕国宏 唐其全	寇新忠(178)
棚洞工程施工工艺及控制要点	赖用满	俞 宏(184)
超前管棚在隧道工程中的应用研究	刘 发 马艳春	董铁兵(191)
岩溶地区棚洞地基基础处理技术	陈山泉	张 谊(195)
监控量测在棚洞结构中的应用	江 臣 胡学兵 黄伦海	蒋树屏(198)
大管棚超前支护施工技术	许家华	吴 锋(205)
乌池坝特长公路隧道动态反馈设计与信息化施工	陈光明 胡良年	胡益华(211)
软弱围岩大跨度隧道开挖施工方法和工程实践	周应灵 陕国宏 唐其全	寇新忠(217)
软弱围岩浅埋大跨度双连拱隧道施工技术		李任良(221)
韩家庄小净距隧道设计与施工	徐 智	卢晓玲(231)
监控量测在双洞小净距隧道中的应用	陕国宏	周应灵(239)
界牌坳软弱围岩浅埋偏压隧道施工技术	姬建晓	李安彬(244)
铁背山2号隧道穿越堆积破碎带施工技术	金秀辉	杨 军(253)
旦架哨隧道穿越千枚岩地层的施工技术	高学朝 周建平 何矩文	王润厚(257)
盖挖工法在高速公路浅埋隧道中的应用		余 江(262)
TSP方法在老山隧道的应用	王圣华	褚以敦(267)
公路隧道衬砌外观(气泡)质量分析与处治技术	宋玉毛 马艳春	陈登军(272)
老山隧道二衬裂纹成因及处理情况	寇新忠	陕国宏(277)
黄土隧道衬砌裂缝检测及原因分析		刘平录(280)
老山隧道连续配筋混凝土路面应用技术	宋玉毛 马艳春	田小兵(284)
老山隧道连续配筋混凝土路面质量控制要点		韩顺超(290)
宁淮高速公路老山隧道材料质量控制		潘家融(293)
老山隧道防排水设计	余 江	柯小华(296)
老山隧道环保型防排水设计与施工探索		俞 宏(303)
老山隧道渗漏水的防治工程施工	刘爱兰 陕国宏 周应灵 唐其全	(308)

四、交通工程和机电技术

老山隧道 B/S 结构监控系统软件设计	石志刚 钟纪楷	顾思思(313)
西汉高速公路铁炉沟隧道监控工程设计与施工	许永军	张林芳(317)
老山隧道智能联动控制关键技术探讨	赵建东	燕 科(321)
老山隧道的智能控制方案	李钊彤	郭 岚(327)
老山隧道安全运行之联动控制		哈元元(332)

老山隧道图像传输方案研究..... 顾思思(339)

视频事件检测技术在高速公路隧道的应用..... 施 强(343)

老山隧道无线调频广播和集群调度综合系统的可行性研究..... 盛 刚 吴健华(348)

老山隧道消防设计..... 孙继洋(352)

老山隧道火灾交通控制预案探讨..... 葛 涛(356)

老山隧道的火灾报警方案..... 李 龙(359)

老山隧道防火涂料应用分析..... 唐其全 寇新忠 喻 杰(363)

老山隧道的供电解决方案..... 赵卫平 周正兴(366)

老山隧道内部供电照明系统设计..... 乐卫洪(371)

老山隧道内机电预留预埋工程探讨..... 张晋阳 蒋旭峰(375)

CONTENT

1. Research and design

- Construction of LaoShan tunnel on Nanjing-huaian freeway Ding Jianqi(3)
- Advanced entrance construction of highway tunnel and application
..... Jiang Shuping Wang Yong'an(7)
- Technique of dynamic design-construction on Laoshan tunnel with shallow buried-large
span-softening stratum Zhang Jun Ke Xiaohua Li Jianhua(13)
- Construction and management of Laoshan tunnel engineering Zhao Wenzheng(19)
- A new stability analysis of shed tunnel Liu Yuanxue Jiang Shuping and so on(23)
- Application analysis on monitor and control system Laoshan tunnel
..... Lu Yi Wu Xiaojun Pu Huirong(31)
- Application of displacement of back-analysis of loosening ring in tunnels
..... Li Hongbo Ke Xiaohua(36)
- Design of poor geology to Changdangzi tunnel Luo Zhaohui Li Yong(41)
- Design of shallow buried-large span Longshan tunnel Wang Fei Zhang Sheng(46)
- Design of Dongshan city tunnel Shen Hongbo Zhang Sheng Wang Fei(51)
- Application discuss of warm mix asphalt in Laoshan tunnel
..... Zhang Rui Huang Xiaoming ZhaoYongli(57)
- Research on optimal selection and decision method of Laoshan tunnel pavement
..... He Wei Zhang Rui and so on(62)
- Watery characteristic and classification of fault and fracture zones in Laoshan tunnel
..... Li Xiaozhao Zhao Wenzheng Yu Hong(69)
- Present situation of advanced geological prediction technique for deeply-embedded
long highway tunnel Yu Bo Luo Weihua(76)
- Study on detection of tunnel lining thickness by geological radar method
..... Ni Xiuqin Wang Yunquan Wang Guoqun(81)
- Research of numerical simulation on influence of crossing tunnel by adjacent construction
..... Zhang Sheng Shen Hongbo Wang Fei(86)
- Research of new technology on construction ventilation of plateau tunnel
..... Liu Haining Wen Shaofang Wang Jun(95)

2. Environment protection and landscape

- Present situation and prospect on construction of environment design to highway tunnel
entrance Wang Yong'an Hang Lunhai and so on(103)
- Construction of ecological landscape for Laoshan tunnel

.....	Deng Tao	Cheng Hanning(108)
Afforestation of sloping fields and construction of landscape for tunnels		
.....	Zhang Rongrong(114)	
Function of planted vegetation for entrances of Laoshan tunnel		Liang Li(121)
Research on construction scheme of environmental protection of freeway		
.....	Huang Lunhai	Jiang Shuping(123)
Design of city tunnels passing through sensitive zone of ecological environment		
.....	Li Yue	Ren Guolei and so on(129)
Value orientation of hard landscape design in Liuhe service area of Nanjing-Huaian		
freeway		Fan Ning(135)
Study on quality system construction for traffic running environment of freeway tunnel		
group		Duan Guoqin
	Wang Ansheng(140)	
Discussion on environmental protection and worker labour security to tunnel		
construction		Wang Xuanxiang(148)
Analysis on power saving measure of extra-long tunnel		
.....	Zhou Zhengxing	Wei Yaping(152)

3. Construction

Portal excavation and slope protection construction to Laoshan tunnel		
.....	Qiao Haibin	Lai Yongman(159)
Application of high density resistivity method in prospecting of watery fracture zone		
.....	Sun Jun	Pang Jian'guo
	Wang Yunquan(164)	
Portal cutting technique with protection environment in Laoshan tunnel and engineering		
practice		Jiang Chen
	Song Yumao and so on(169)	
Application of portal cutting technique with protection environment in highway tunnel of		
Yunnan province		Yin Shaojie(173)
Key technique on construction of entrance and egress to Laoshan tunnel		
.....	Zhou Yingling	Shan Guohong and so on(178)
Construction technique and control of shed tunnel engineering		
.....	Lai Yongman	Yu Hong(184)
Application of shed-pipe advanced support in tunnel engineering		
.....	Liu Fa	Ma Yanchun
	Dong Tiebing(191)	
Treatment technique on foundation of shed tunnel in karst area		
.....	Chen Shanquan	Zhang Yi(195)
Surveillance measurement applied in structure of shed tunnel		
.....	Jiang Chen	Hu Xuebing and so on(198)
Construction technology on advanced support of large shed tunnel		
.....	Xu Jiahua	Wu Feng(205)
Dynamic design and informational construction on Wuchiba super long highway tunnel		
.....	Chen Guangming	Hu Liangnian
	Hu Yihua(211)	

Construction method and engineering practice for tunnels with softening surrounding rocklarge span	Zhou Yingling Shan Guohong and so on(217)
Construction technique on double arch tunnel of softening surrounding rock-shallow buried-large span	Li Renliang(221)
Design and construction on twin tunnels with small spacing ...	Xu Zhi Lu Xiaoling(231)
Application of monitoring measurement in twin tunnels with small spacing	Shan Guohong Zhou Yingling(239)
Construction technique of softening surrounding rock-shallow buried-eccentric pressed Jiepaiao tunnel	Ji Jianxiao Li Anbin(244)
Construction technique on Tiebeishan No. 2 tunnel passing through deposition fragment zone	Jin Xiuhui Yang Jun(253)
Construction technique of Danjiashao tunnel passing through phyllite stratum	Gao Xuechao Zhou Jianping and so on(257)
Application of covered top-down excavation on shallow buried tunnel	Yu Jiang(262)
Application of TSP method in Laoshan tunnel	Wang Shenghua Chu Yidun(267)
Analysis and treatment technique of lining quality for highway tunnel	Song Yumao Ma Yanchun Chen Dengjun(272)
Genesis and treatment of second lining crack in Laoshan tunnel	Kou Xinzong Shan Guohong(277)
Detection and analysis of lining crack for loessial tunnel	Liu Pinglu(280)
Study on construction technique of CRCP in Laoshan tunnel	Song Yumao Ma Yanchun Tian Xiaobing(284)
Quality control of continuous reinforced concrete pavement in Laoshan tunnel	Han Shunchao(290)
Material quality control of Laoshan tunnel	Pan Jiarong(293)
Design of waterproof and drainage on Laoshan tunnel	Yu Jiang Ke Xiaohua(296)
Study of design and construction for waterproof-drainage of environmental protection in Laoshan tunnel	Yu Hong(303)
Construction of anti-leakage to Laoshan tunnel	Liu Ailan Shan Guohong and so on(308)

4. Traffic engineering and mechanical-electrical technique

Software design of supervisory system based on B/S on Laoshan tunnel	Shi Zhigang Zhong Jikai Gu Sisi(313)
Design and construction of control system for Tielugou tunnel of Xian-Hanzhong freeway	Xu Yongjun Zhang Linfang(317)
Study on key technique of intelligent integrated control to Laoshan tunnel	Zhao Jiandong Yan Ke(321)
Project of intelligent monitoring system for Laoshan tunnel	Li Yitong Wu Lan(327)

Joint control of safety operation to Laoshan tunnel	Ha Yuanyuan(332)
Research of image transmission plan for Laoshan tunnel	Gu Sisi(339)
Application of video automatic detection technology for traffic incident in freeway tunnel	Shi Qiang(343)
Feasibility study of wireless frequency modulation broadcast and clan attemper synthesise system in Laoshan tunnel	Sheng Gang Wu Jianhua(348)
Design of fire fighting on Laoshan tunnel	Sun Jiyang(352)
Study on traffic control program of fire emergency in Laoshan tunnel	Ge Tao(356)
Alarm plan of fire fighting for Laoshan tunnel	Li Long(359)
Application analysis of fire protection coating in Laoshan tunnel	Tang Qiquan Kou Xinzhong Yu Jie(363)
Project of power supply on Laoshan tunnel	Zhao Weiping Zhou Zhengxing(366)
Design of power supply and illumination in Laoshan tunnel	Le Weihong(371)
Discussion on carcass work of Laoshan tunnel	Zhang Jinyang Jiang Xufeng(375)

一、研究与设计

宁淮高速公路老山隧道建设综述

丁建奇

(江苏省高速公路建设指挥部 南京 210004)

摘要 老山隧道是宁淮高速公路的控制性工程,由于其特殊的地理位置和地形地貌,工程建设具有环保要求高、施工技术风险大等显著特点。本文综述了该项目的工程概况、工程特点以及建设管理情况。

关键词 老山隧道 建设 管理

1 工程概况

宁淮高速公路是国家高速公路网“7918”中一纵(长春至深圳)的重要组成部分,也是江苏省干线公路网规划中“四纵、四横、四联”主骨架中“纵三”的重要组成部分。该路线起于南京,经安徽省天长市,终点落于江苏省淮安市,全长 193km,双向六车道,是南京通往苏北腹地的一条重要通道。

老山隧道是宁淮高速公路的控制性工程,同时又是南京市外二环的重要组成部分,位于宁淮高速公路起点,与南京长江三桥北接线相接,由一号、二号隧道(两隧道中间垭口 60m)和傍山棚洞三部分组成,全长 3600m。

2 工程特点

- a. 在设计、施工中首次全面引入生态环保建设理念;
- b. 首次在我国隧道进洞施工中提出了假拟洞门施工工法,并取得成功;
- c. 首次在我国大规模采用傍山棚洞结构形式;
- d. 首次在我国高速公路隧道中采用永久性路面结构形式,即连续配筋混凝土+沥青混凝土路面结构形式;
- e. 首次在我国高速公路隧道中采用降噪吸音新材料;
- f. 隧道建设规模在全国隧道工程中名列前茅。

3 工程管理

老山隧道由于其特殊的地理位置和地形地貌特点,工程建设主要面临着两大挑战;一是环保要求高,隧道所穿越的国家级森林公园老山风景区,属原始次森林带,古树参天,植被茂密,自然生态环境良好,环境保护的要求十分严格;二是施工技术风险大,隧道穿越 5 个大的地质断层和多个地质构造破碎带及灰岩砂性风化带,溶洞、涌水十分发育,最浅埋深 5.4m 的超浅埋段处于高液限膨胀土层。

针对老山隧道的工程特点和建设中面临的两大难点,紧紧围绕 2004 年交通部在全国勘察设计工作会议上提出的“六个坚持、六个树立”的交通发展新理念,提出了“具有可靠内在质量,体现以人为本,生态环保型,信息化管理,力争把老山隧道打造成环保型隧道的样板工程”的总体建设目标。为实现这一总体目标,我们确立了“理念是灵魂,设计是核心,管理出质量,细节定成败”的工作方针,重点做了以下几个方面的工作:

3.1 坚持以人为本,树立安全至上的理念

- a. 全面采用信息化施工,确保生产安全。针对地质断层、软弱围岩、溶洞涌水等不良地质

条件,隧道开挖过程中,采用目前国际上最先进的 TSP 地震检测仪进行全洞地质超前探测,全面、准确地了解隧道掌子面前方的地质情况,及时调整开挖、支护参数,极大地降低了隧道施工的质量风险和安全风险。按照新奥法信息化施工理念,在隧道施工过程中引进第三方监控量测,对围岩变形进行实时监控、信息反馈与预测,完善优化设计,指导现场施工。为确保隧道施工安全,提出了“隧道掘进施工五不准”,即:第一个 150m 施工段没有经批准的开工报告不准开工,掌子面施工断面与仰拱施工断面之间在结构安全 and 生产安全上安全距离不足的不准施工,超前地质预报未做的段落不准施工,对预测到的不良地质段无处理预案的不准施工,无监理在场旁站的不准施工。由于各项安全管理措施落实到位,隧道在整个施工过程中没有发生过一起伤亡事故。

b. 开展隧道监控系统联动控制研究,力保运营期安全。老山隧道交通工程设计配备了较为完善的监控系统,主要由计算机控制系统、闭路电视监视系统、交通信号控制系统、照明系统、通风系统、火灾报警系统、紧急电话系统、供配电系统共八个子系统构成。为改变以往各子系统间信息交换程度低、协调性差、缺乏联动控制、难以形成切实可行的应急预案的状况,我们在对国内外运营多年的隧道进行广泛调研的基础上,与设计、科研、施工、设备供应商等多家单位联合开展了“老山隧道智能联动控制应用研究”课题,目的就是在隧道运营期间发生交通事故、火灾等紧急情况时,提高监控系统的联动控制及智能处理能力,提高应急反应速度。

c. 南京监控中心采用分区管理模式,分为三个控制台,分别实现对老山隧道区段监控业务、一般道路区段监控业务、收费业务的管理。以此明确操作员的职责,便于内部工作效率的提高,同时突出老山隧道监控的重要性。

d. 南京监控中心软件采用 B/S(浏览器/服务器)结构。B/S 结构不仅可利用操作系统和数据库系统的安全机制,还可利用 Web 服务器的安全机制或防火墙技术进行访问控制,提高了系统的安全性。同时 B/S 结构易于实现跨平台的应用及对系统的管理与升级,应用环境为标准的浏览器,降低了对用户的培训、安装、维护等费用。为将来监控中心在互联网上发布道路交通信息、更好的服务社会公众以及领导移动办公奠定基础。

3.2 坚持人与自然和谐共处,树立尊重自然、保护环境的理念

a. 优化设计选线,最大限度地保护老山地区的生态资源。我们先后做了七个穿越老山的路线比选方案,最后选定的穿越方案,对原始次森林的林木植被的破坏最小,对生物多样性的保护范围最大,为保护国家一级保护动物中华虎凤蝶(中华虎凤蝶是我国独有的一种野生蝶,由于其如大熊猫一样珍贵稀有,被昆虫专家誉为“国宝”)对原隧道走向进行了适当调整,避开了中华虎凤蝶栖生地。

b. 隧道进洞施工首次在我国采用假拟洞门进洞工法。“假拟洞门工法”在国外被称为“绿色洞门工法”,又称“前置式洞口工法”,采取不切坡(即零开挖)进洞方法。在洞外不开挖山脚土体的情况下,采用两侧开槽逐榀施作工字钢拱架,随着钢拱架推进逐渐“亲吻”山体,拱架间以纵向钢筋连接为整体,浇筑混凝土形成临时衬砌,在进洞前以临时衬砌成洞,回填反压后再进行临时衬砌内暗挖施工。传统方法的明洞则是在洞口大挖大刷,暗洞施工一定距离后再施作洞口,而假拟洞门工法不同的是:在进行暗洞施工前先形成临时衬砌作为微开挖边仰坡的防护措施。这样可保全洞口山坡及原生植被免遭破坏,大大减少洞口仰坡开挖及防护工程量,同时也是保证仰坡稳定的最为理想的方法。

c. 首次在我国大规模采用傍山棚洞结构形式。老山二号隧道右线傍山出洞,设计时舍弃了传统的高挖方边坡方案及明洞方案,采用傍山棚洞方案,长度 376m,实现了少刷坡,减少开

挖面积,最大限度地保护老山原生态植被和茂密森林。

d. 高度重视施工期的环境保护和施工完工后的环境恢复工作。开工之初,对施工期间的环境敏感点进行了调查,并分为 A 级、B 级、C 级环境敏感点,下发了《施工期间环境保护指导意见》,业主在对承包人上报的施工组织设计进行审查时,专门对环境保护措施进行审查,审查不通过的不得开工。施工完工后对施工期间不可避免地造成的植被破坏进行最大可能的环境恢复。

3.3 坚持可持续发展、树立节约资源的理念

a. 最大限度地利用洞渣。按照隧道围岩种类、性质的不同,对开挖出的 102 万 m^3 土石方,凡符合要求的石方经现场加工后直接用于洞体衬砌混凝土及工程其他混凝土,否则用于填石路基和临时设施,洞渣总利用率达 87%。

b. 优化设计,降低运营期能耗。我们在设计之初对外省长隧道进行了广泛调研,对保证隧道安全运营的供电、照明、通风、监控等主要能耗设施,从合理选择隧道平纵面线形尽量减小隧道内风阻,隧道内部装饰材料选择充分考虑材料反射率增强照度效果,到能源供应、设备选型、线路损耗、设备运营控制方式等几个方面,专门进行了节能综合设计和计算,力求将运营期能耗降至最低。

c. 高度重视水资源的保护和利用。开展了“老山隧道人性化探索及地下水防治”课题研究,对老山区域的水文地质进行了专项调查,对隧道开挖后出现的溶洞、涌水、地质断层等进行了专门的地下水防治,以减少地下水的过度流失造成对老山区域动植物生存环境的不利影响。建设中设置水文观测点,对隧道施工前、开挖过程中及工程完工后的水环境进行对比评估,有针对性的提出了处治方案。另外,在隧道排水设计中,为尽量利用围岩地下水,对路面污水、围岩地下水实行了分离排放的方案。

3.4 坚持质量第一、树立让公众满意的理念

a. 为确保工程的内在质量,在“施工单位自检、监理组抽检、总监办巡检”的常规检测基础上,还委托专业的检测单位,采用地质雷达、超声回弹、激光断面仪等对衬砌厚度、二次衬砌脱空、混凝土强度、锚杆等进行专项检测,填补了隧道常规检测的盲区,为确保隧道内在质量提供了有力的技术支撑。

b. 创新隧道防排水设计与施工。充分吸纳国内外防排水设计的先进理念,在初期支护与二次衬砌之间敷设 EVA/ECB 共挤防窜流复合土工布防水层,拱部及边墙二次衬砌采用不低于 S8 的防水混凝土。施工缝采用缓膨胀止水条防水及中埋式橡胶止水带,沉降缝采用中埋式橡胶止水带止水。在挂设防水板时采用国内目前最先进的无钉挂法挂设工艺,避免了以往防水层易在施工过程中被破坏的情况发生。

c. 为降低洞内噪声,给驾乘人员在洞内提供舒适、满意的行车环境,将主要应用于公共大型建筑物的绿色环保声学材料 K-13 用于本项目。该材料是由可回收的天然植物纤维经化学处理而成的一种喷覆式吸声、隔声、保温材料,不含对人体有害的其他化学物质,具有施工方便、防火耐火等特点。

3.5 坚持合理选用技术指标、树立设计创作的理念

a. 隧道出洞后的路面宽度打破了以往的设计惯例,在确保行车安全的前提下,设置 100~150m 的渐变段,由洞内三车道渐变为洞外的三车道+紧急停车道。这样极大地减少了洞外两侧山体的刷坡量,保护了森林植被。

b. 二号隧道右线出洞后,设计时舍弃了传统的高挖方边坡方案及明洞方案,采用傍山棚

洞方案。该结构设计新颖、独特,既保证了边坡的稳定和结构安全,又是傍山体而出的一道亮丽风景线。

c. 全面引入绿色洞门设计理念,优化进出口洞门设计。一号隧道进口洞门根据山体走势因地制宜,采用了削竹式洞门,对洞门仰坡及两侧坡面移植了老山地区的原生植物,真正做到了洞门与周围生态环境的有机融合。一号、二号隧道间垭口的四个洞门由于采用隔栅环框式洞门,加之采用了假拟洞门的施工工法,洞门周围基本保持了原有植被。二号隧道左线出口根据山体地形走势,延长了明洞,最大可能减少了刷坡量,同时通过适当的地形整治和恢复绿化,达到了源于自然、融于自然的生态景观效果。

3.6 坚持系统论的思想、树立全寿命周期成本的理念

a. 创新隧道路面结构形式。隧道建设之初即开展了“长大公路隧道路面结构形式研究”,在对国内外隧道的路面结构形式充分调研的基础上,针对隧道路面在后期运营中维修困难、维修成本高等特点,综合比较各种路面结构形式的优缺点,按照全寿命周期成本的理论要求及确保建成永久性隧道路面的技术要求,在我国首次提出了永久性隧道路面,即连续配筋混凝土+沥青混凝土路面的结构形式。

b. 在对隧道穿越方式进行多方案比选时,重点对各比选方案的全寿命周期成本进行了比较,综合考虑建设期成本和运营服务期成本,通过优化平、纵面线形,将原一洞到底的隧道,切分成1号、2号隧道,中间间隔60m的垭口,这样尽管由于线位调整造成了隧道总里程的加长、建设成本有所增加,但由于两洞之间间置垭口,极大地减少了运营期的通风成本。

c. 二号隧道右线出洞后采用的棚洞结构,与明洞方案相比,缩短了隧道通风照明实际长度,减小了隧道通风需风量,同时减少了隧道通风机械照明灯具数量,并减轻了隧道洞口烟尘等的排放量,缩短稀释时间。“以人为本、生态环保、节省能源、可持续发展”的建设理念在该项目设计中得到了真正的体现。

4 结语

在老山隧道的建设过程中,我们按照科学发展观的新要求,努力践行交通部提出的“六个坚持、六个树立”的交通发展新理念,取得以下阶段性成果:

a. 生态环保型隧道已初步显现,全面完成隧道棚洞、假似洞门结构,尊重自然、保护环境,实现人与自然的和谐统一;

b. 隧道工程质量稳步提高,营运功能齐全,服务设施完备;

c. 实现安全生产零事故;

d. 科技成果丰硕。“长大公路隧道环保型建设技术研究”、“长大公路隧道路面结构形式研究”、“老山隧道智能联动控制应用研究”、“老山隧道人性化探索及地下水防治”等科研课题所取得的阶段性成果已直接应用于工程实践,成效显著。

在下一阶段老山隧道工程建设中,我们将深入总结老山隧道各项技术成果,不断学习全国各地隧道工程建设经验,开拓创新,力求科研与实践紧密结合,在工程实践中实现交通部提出的“六个坚持、六个树立”新理念。