

何川 戴勤堂 李永林 | 主编

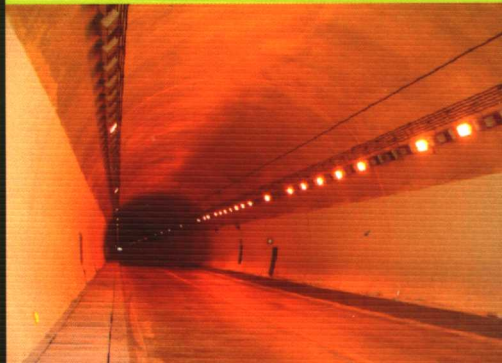
# 西部公路隧道技术2006

——2006年四川省公路学会隧道学术交流会论文选集

XIBU GONGLU SUIDAO JISHU 2006



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



# 西部公路隧道技术 2006

——2006年四川省公路学会隧道学术交流会论文选集

何 川 戴勤堂 李永林 主编

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

## 内 容 简 介

本论文选集收入了 2006 年四川省公路学会隧道学术交流会的 50 余篇论文, 包括公路隧道的勘察、设计、施工、运营管理和其他方面的相关内容。本文集覆盖面较广、内容丰富, 较全面地反映了四川这一典型西部地区省份近年来在公路隧道工程方面的技术成果和发展水平, 可供公路隧道相关专业的科研、设计、施工、管理人员及高校师生参考。

---

### 图书在版编目 ( C I P ) 数据

西部公路隧道技术: 2006 年四川省公路学会隧道学术交流会议论文集 / 何川, 戴勤堂, 李永林主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2006.12  
ISBN 7-81104-482-X

I. 西... II. ①何...②戴...③李... III. 公路隧道—学术会议—文集 IV. U459.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 139903 号

---

### 西部公路隧道技术 2006

——2006 年四川省公路学会隧道学术交流会议论文集

何 川 戴勤堂 李永林 主编

\*

责任编辑 杨 勇

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 22.25

字数: 554 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-482-X

定价: 50.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 2006年四川省公路学会隧道学术交流会

## 主办单位

四川省公路学会隧道专业委员会

## 承办单位

四川达渝高速公路建设有限公司

西南交通大学

四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

## 协办单位

四川武通路桥工程局

中铁二局第四工程有限公司

中铁十二局集团有限公司

## 论文选集编审委员会

### 主 委：

何 川 戴勤堂 李永林

### 编 委：（按姓氏笔画排列）

王 联 王建宇 兰富安 田志宇 李玉文  
李海清 张志强 张社道 林国进 郑金龙  
晏启祥 耿 萍 黄维伦 曾艳华

## 目 录

我国高速公路隧道工程技术的发展思考·····	戴勤堂 杨占昌	1
台湾公路建设的发展与现状·····	四川省公路学会隧道专业委员会	4
垫邻路特长隧道地质灾害的预防·····	李永林 李天斌 周大川 兰富安	19
深埋特长公路隧道施工过程中岩爆预测理论方法的探讨 ·····	何 川 汪 波 肖中平 吴德兴	30
缺陷隧道衬砌结构病害及破坏形式的模型试验研究·····	汪 波 何 川 余 健	36
“三台阶七步开挖法”在明月山隧道中的成功运用分析·····	梁永忠 李向平	43
TSP 在铜锣山隧道超前地质预报的应用·····	李又云 兰富安 高 辉	48
白日坝隧道防灾减灾措施探讨·····	李 荣 李 秋 王云峰 陈邦华	53
并行小净距隧道后行洞施工对先行洞的影响现场试验研究 ·····	田志宇 李玉文 何 川 姚 勇	58
分岔式隧道小净距段围岩稳定性影响分析·····	姜 波 黄朱林 张志强	66
川藏路波戈溪隧道涌突水处理·····	钟 勇 刘 波 章志高	71
大地坡隧道初期支护开裂原因分析探讨·····	张 洋	76
大管棚超前支护施工技术·····	冷 涛	80
低等级公路双向行驶隧道自然通风研究·····	张社道	85
地质构造复杂的徐家梁子隧道建设启示·····	李海清 黄绍楨	93
地质雷达在隧道衬砌检测上的应用·····	孙 凯	101
多种超前地质预报方法在隧道施工中的综合运用·····	马兴龙 胡 晓	109
高等级公路单向行驶隧道自然通风研究·····	苏林军 张社道	116
公路隧道出口空气污染物扩散研究·····	潘 屹 曾艳华	124
雀儿山隧道海拔高度系数测试研究·····	郑金龙 李玉文 邓 刚 翁汉民	129
西攀路龙塘湾连拱隧道施工技术·····	曹 顺 孙正良 黄红亚	138
庙梁隧道水平岩层的动态设计·····	江中平 郑 宇 黄龙显	145
明月山隧道通风竖井施工技术·····	兰富安 杨 松 裴树林	151
明月山隧道涌突水处理设计与施工·····	陈贵红 刘传兵 林国进	158
隧道工程反分析问题浅析·····	邬 泽 汪 波 何 川 张志强	165
小导管注浆预加固中小导管数值模拟问题·····	张常委 朱国保 张志强	170
泥巴山深埋特长隧道关键技术设计对策·····	田尚志 李玉文	175
浅谈西攀高速公路隧道洞口和特殊地段的施工技术·····	刘新文	181
浅析红砂岩地层小陂流隧道泥涌处治及效果检测·····	范德沛	185

浅析铜锣山隧道工程施工监理	郑 涛	190
董家山隧道小净距段爆破振动测试分析	姚 勇 何 川 肖中平 田志宇	195
软弱围岩进洞大管棚超前支护施工技术的几点探讨	杜 明	202
不平衡推力法分析酸水湾滑坡稳定性	韩 飞 汪 洋 黄朱林 张志强	209
山神庙 1 号隧道进口滑坡稳定性分析及处治	刘家民 张广洋	214
软岩小净距隧道施工方案模型试验研究	姚 勇 何 川 丁建隆 田志宇	220
酸水湾隧道支护变形及处治分析	王 屹	228
隧道安全通过炭质千枚岩断层破碎带的施工技术措施	寇光明	235
隧道衬砌混凝土裂缝的成因分析、修补及预防	程 雄	239
隧道穿越平行(小角度相交)断层施工方案探讨	杜 明	246
隧道工程结构健康监测系统的基本思考	兰富安	252
隧道建设管理改革探讨	杨世伦	256
关于岩爆预测问题的再探讨	汪 波 何 川 杨维训 丁建隆	261
隧道软弱围岩侵限成因及应对方案	冉 爱	267
隧道信息化监测的研究和发展	王志杰 兰富安	273
铜锣山隧道建设的潜在生态环境问题及其影响	刘 丹 李启彬 刘向远 刘 建	278
铜锣山隧道煤层瓦斯的施工措施	李锦华 王亚东	286
铜锣山隧道软弱围岩段支护参数数值模拟与监控量测分析	张 洋	291
铜锣山隧道岩溶槽谷地表注浆施工方案	谭 兵	296
铜锣山隧道岩溶发育段洞内注浆堵水动态设计与质量管理思路	周大川 兰富安	304
铜锣山隧道盐溶角砾岩段施工技术	王亚东 李锦华	314
铜锣山隧道综合超前地质预报方法	李锦华 武 明	321
对五指山隧道特大突涌水及坍方处理方案的再思考	陈先国 罗春雨 祁海军 刘德永	329
小净距隧道施工技术文献综述	邓 刚 李玉文	335
雅安金鸡关隧道病害浅析与整治	邓承波	342

# 我国高速公路隧道工程技术的发展思考

戴勤堂<sup>1</sup> 杨占昌<sup>2</sup>

<sup>1</sup>四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

<sup>2</sup>四川省交通厅

**【摘要】** 本文就我国高速公路隧道的发展、取得的成绩和面临的主要技术问题作了简要阐述,并重点探讨了特殊条件下隧道线形设计、隧位选择、螺旋隧道展线升坡、隧位平行于断裂带间距等技术问题,供与同行交流和商讨。

**【关键词】** 高速公路 公路隧道

## 1 高速公路隧道工程的崛起

随着我国高速公路向山区延伸,高速公路隧道工程技术从1987年成渝高速穿越龙泉山、中梁山、缙云山分别以中、长、特长隧道通过,开创了山区高速公路建设和高速公路隧道工程技术研究,并于1990年12月1日实施的《公路隧道设计规范》(JTJ026-90)和1995年7月1日实施的《公路隧道施工技术规范》(JTJ042-94),成为我国在公路隧道工程首次有了公路行业隧道规范。以四川高速公路隧道工程为例,在已建成通车的1758 km的高速公路中,隧道双洞长度占通车高速公路的1%,在建的713 km高速公路,隧道长度占在建高速公路长度的11.3%,数据显示高速公路向山区延伸,隧道工程的比重日益增大,面临的技术难度也越来越大,其长度占路线总长的比例成倍递增。公路隧道工程技术沿革于我国铁路隧道工程的技术起步,也引用了国外公路隧道工程的先进经验,因而我国公路隧道工程技术起点高,一般技术指导性强,特殊条件下的技术问题也可作参考研究采用。近年来为解决实际工程中存在的技术问题,以建设项目为依托,在连拱、小净距、涌突水、防排水等关键技术方面已有所突破。现已在高速公路特长隧道突破了18 km,特殊地质条件下突涌水华蓥山隧道长4.7 km的引水渠防治措施,跨越海域3.8 km,6车道的海底隧道,高海拔、高地应力区域的干线单洞双车道公路隧道在防水、防震等专项技术也有突破,为高速公路隧道进入高海拔奠定了技术基础。总之,我国公路隧道工程技术虽起步不过20年,但某些专项技术已处于国际先进水平。

## 2 特殊条件下高速公路隧道工程技术在实践中发展

西部地区高速公路延伸到崇山峻岭之中,隧道工程将在极为复杂的地形、地质、自然环境等条件中应对;为展线越岭,在山体中螺旋式展线提坡,“U”型河谷较大型复合型大滑

坡在滑动面底部适当位置采用隧道工程绕避；“V”型河谷两岸切割较大傍陡壁山体的傍山隧道工程通过；高山断层或挤压破碎带发育选择较安全的隧位的隧道工程、防振等技术在实践中得以发展。西攀高速公路酸水湾隧道就在大型滑坡面底部 57 m 的下侧通过，雅西高速公路翻越拖乌山采用双螺旋隧道在山体内展线提坡；宜渝高速公路龙溪口长江岸陡壁内以“S”型傍山隧道工程通过；垫邻高速公路穿越铜发山和明月山在煤矿区域内通过……无数隧道工程从方案研究到设计施工等均采用信息化、专家会诊、专题攻关等多种方式进行。在具体的实践过程中，成功的技术经验在积累和完善，为特殊条件下的隧道工程技术规范的补充和修订提供了参考。

### 3 高速公路隧道工程技术探讨

根据国外高速公路隧道工程技术规范、施工工艺和隧道安全防范等技术，我国 2004 年 11 月 1 日实施的《公路隧道技术规范》(JTGD70-2004) 中较原规范补充和完善了，从高速公路隧道工程发展来看。个别技术指标值得探讨：

#### 3.1 高速公路特殊条件下隧道线形设计

隧道设计规范中平曲线半径选择超高值不宜大于 4%，按路线设计规范平曲线宜选择 830~620 m (以 80 km/h 设计车速为例)，满足停车视距要求的平曲线半径 635 m，应在隧道曲线外侧有 2.37 m 的净距，我国汽车的驾位在左侧，当曲线左转弯时，按横净距计算方法计，在 620 m 的曲线时的偏左转弯的停车视距不能完全满足要求，需要对采取特殊措施，调整左侧余宽或增加左侧检修道宽度。

隧道规范中对隧道内竖曲线最小半径和最小长度凸型一般 4 500 m，极限 3 000 m，路规中设计速度  $\geq 60$  km/h 的公路，有条件宜采用满足视觉所需的最小竖曲线半径值，即设计车速 80 km/h，凸型竖曲线 12 000 m。隧规中其凸型曲线不宜有极限值，应推荐满足视觉所需的最小凸型半径和一般竖曲线半径值，才能确保隧道内行车安全。

隧道洞口内外各以设计速度行程长度范围平、纵线应一致，在目前执行中理解各一；平面线形组成由直线、缓和曲线、圆曲线组成，关于线形的一致性中曲线线形在由缓和曲线和圆曲线组成的一段曲线是否称线形的一致，缓和曲线段是一个曲率半径为变数的线形，圆曲线是曲率半径为常数的线形，由此由缓和曲线和圆曲线组成的一段线形的一致性，关于纵面线形的一致性，纵面线形是纵剖面投影，由直坡线与竖曲线组成，隧规条文说明中要求隧道两端的接线纵坡宜在距洞口 5 秒设计速度行程的长度内与隧道纵坡保持一致。竖曲线与直线段组成的纵面线形很明显线形不一致，而整个竖曲线组成的一段纵面线形是否一致，我国路线规范采用的竖曲线的形式是抛物线，从竖曲线采用抛物线和圆曲线在使用范围内二者差异不大，设计和计算抛物线较圆曲线方便，而设竖曲线的目的是满足纵向行车的平顺和舒适性，由此将竖曲线段可视为圆曲线线形其纵面线形是一致，其隧道洞口设置竖曲线要选择满足视觉需要的竖曲线半径是关键和隧道洞口引道纵坡不宜于大于 4%，隧道洞口行车安全是可得到满足的线形。



### 3.2 高速公路特殊条件下的隧道选择

隧规对隧位的选择作了条文式的要求。对山区“V”型河谷或沿河傍山地段,选择隧位通过宜轴线靠山侧内移,避免隧道洞壁过薄的要求;铁路隧道设计规范在浅埋、偏压隧位选择结合地质条件,有定量定值的要求,根据两规范的研究分析,高速公路类似这类隧位和滑坡体滑动面弱分化层以下拟隧道工程绕避不良地质地段隧位选择参照路隧规值,考虑高速公路隧道断面大的特点,采用铁路隧规双线值,其岩面风化层和坡积层应通过地质勘探给以扣除取值。滑坡体滑面以下选择隧位参照铁路隧规傍山偏压隧位选择取值进行研究试验,对滑坡地段绕避多方案比选提供参数的依据,也是选择经济合理从源头开始,公路隧道参考铁路隧规是否合理,有待深入探讨。

### 3.3 高速公路螺旋隧道展线升坡的探讨

山区沿“V”型河谷越岭展线,当高差大,河床平均纵坡大于3.5%时,若有地势较开阔地段可采用螺旋式桥梁与曲线隧道展线升坡,当采用山体螺旋隧道展线,平面采用多心的卵形曲线或椭圆曲线,其最小平曲线半径为满足隧道内的停车视距,宜选择最小半径为635m,为升坡隧道多为单向坡,在地下水较丰富的山体时,螺旋线位以一侧靠山体侧沟以明线或距山体外侧50~100m内布隧道,从总体设计来看,排水、救灾均有利,也便于营运管理。

### 3.4 高速公路隧道隧位平行断裂带时间距的探讨

山区纵横交错的断裂在选择隧位时难以把握当隧位平行于断裂带时,隧位距断裂带的距离为多少,能满足隧道在地应力作用下变形为最小,建筑规范对各种级的建筑物距断裂带的最小距离要求,公路隧道设计规范未提及,川藏线海子山至竹巴笼公路改建为绕避大型滑坡采取两跨河,两次穿越单山体,而多条隧轴线与断裂带小角度交叉或与断裂带重合或平行,结合地势选择一条隧道轴线平行于断裂带距离300m的隧道轴线作为推荐,其计算隧道在地应力作用下可能最大变形在 $(0.77 \pm 0.37)$ mm范围内,建设施工营运进行长期的观测。参照建筑设计规范,一类建筑距断裂带最小距离300m,该隧道在国道线上,按其功能以一类建筑物控制隧道为地下工程,隧轴线平行断裂带的距离控制多少,使隧道受地应力作用变形为最小值得研究探讨。

## 4 结束语

我国高速公路向山区纵深方向延伸,隧道工程由短小到特长发展,复杂多变的地质条件使隧道工程设计、施工、营运趋于复杂化。地质灾害如岩溶、暗河、涌突水、煤系瓦斯地层、断裂破碎带等时有发生,设计、施工和管理和经验积累尚处于发展阶段,还有很多关键性技术值得创新思维去探索、去研究、去总结提高。本文就几个方面的关键技术问题的提出和思考,权作抛砖引玉,仅供参考,有不妥之处可共商研究。

# 台湾公路建设的发展与现状

## ——四川省科协赴台湾交通工程考察团考察报告

四川省公路学会隧道专业委员会

为加强海峡两岸交通科技工作者间的技术交流,应台湾道路协会的邀请,四川省科学技术协会(以下简称省科协)经国务院台湾事务办公室批准和相关单位审核同意后,组织我省公路铁路等交通工程技术人员 26 人于 2006 年 9 月 12 日至 22 日赴台湾进行考察和技术交流。其中,四川公路交通系统 16 人。

考察团先后与台湾“中华道路协会”、兴建道路工程局、雪山隧道和八卦山隧道等建设养护单位进行了学术交流。

海峡两岸有关公路科技工作者就路网规划、道路设计、建设管理、施工工艺、养护管理等进行了学术交流。通过沿途现场考察,参观了台湾西部 1 号、2 号、3 号高速公路、东西部公路和横穿东西部的中横公路。重点考察了 12.9 km 特长雪山隧道和 5.5 km 的八卦山隧道。从而对祖国台湾的交通有了基本印象。

现将我省公路学会隧道专委会赴台湾考察交流人员在此次考察中的一些所见所闻及主要收获、体会经过收集整理后形成以下汇报材料:

### 1 台湾概貌

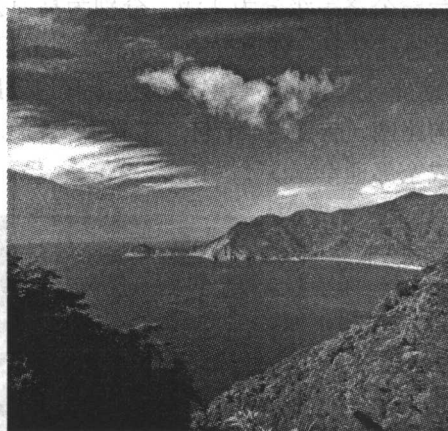
台湾是我国的第一大岛,位于我国东南沿海的大陆架上,由欧亚大陆板块和菲律宾板块撞击而成,为一海中褶曲隆起之海岛。

台湾四面环海,海岸线总长达 1 600 km。台湾东临太平洋,东北邻琉球群岛,相隔约 600 km;南界巴士海峡,与菲律宾相隔约 300 km;西隔台湾海峡与福建相望,最窄处为 130 km。台湾扼西太平洋航道的中心,是我国与太平洋地区各国海上联系的重要交通枢纽。

台湾海峡呈东北向西南走向,北通东海,南接南海,长约 200 n mile,宽约 70~221 n mile,平均宽度约 108 n mile,是我国海上交通要道,也是国际海上交通要道。台湾省包括台湾本岛及兰屿、绿岛、钓鱼岛等 21 个附属岛屿,澎湖列岛 64 个岛屿,其中台湾本岛面积为 35 873 km<sup>2</sup>。目前所称的台湾地区还包括台湾当局控制的福建省的金门、马祖等岛屿,总面积为 36 188 km<sup>2</sup>。因地处寒暖流交界,这里渔业资源丰富。台湾省人口为 2 240 万多人,加上金门、马祖人口,总数约 2 300 万人。

台湾岛地形分布以山地面积为最大,高山和丘陵面积占全部面积的 2/3 以上。台湾山系与台湾岛的东北—西南走向平行,竖卧于台湾岛中部偏东位置,形成本岛东部多山脉、中部

多丘陵、西部多平原的地形特征。台湾岛位于环太平洋地震带和火山带上，地壳不稳，是一个多震的地区。



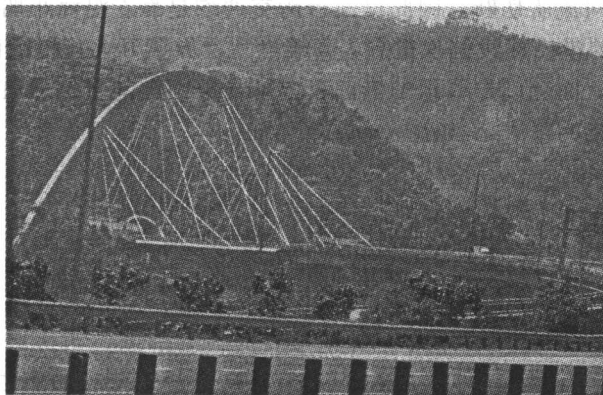
台湾气候长年如夏，平均气温为  $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，冬季温暖，夏季炎热，雨量充沛为台湾气候的三大特色。年降水量多在  $2\,000\text{ mm}$  以上。充沛的雨量给岛上的河流发育和植被茂盛创造了良好的条件，独流入海的大小河川多达 608 条，且水势湍急，多瀑布，水力资源极为丰富。

台湾由于许多特殊的地理景观与人文环境，成就其为美丽宝岛。加上后来科技工业的突飞猛进，展现了雄厚的经济实力，已与新加坡、韩国以及我国香港并称为“亚洲四小龙”。

## 2 台湾交通概况

台湾由于地形关系，东西部交通被中央山脉所阻挡，南北部交通由河流所切断。因此，早期台湾交通均是靠沿海小船舶舢舨运输。而“一府二鹿三艋舺”的称谓，更是说明台南、彰化鹿港、台北万华在当时的海运地位。在清朝治理台湾的最后几年，才开始大规模整理南北向的陆上交通。

近数十年来，台湾铁路电气化、环岛铁路建设、高速公路建设迅速发展，加上首条高速铁路的建成，构成今日台湾交通的面貌。



台湾公路遍及全岛及各离岛,线路相当稠密。依照地理形势和道路功能来分,有高速公路、环岛公路、横贯公路、纵贯公路、滨海公路、联络公路 6 个系统,总计 372 991 km。

台湾公路等级分为 4 级,分别为高速公路、省道、县道与乡道。高速公路标志以梅花为型,目前有 8 条,省道标志以盾牌为型,目前大约 60 条(包括使用省道编号的东西向快速公路)。此外,为了能够普遍形成连接高速公路一号和高速公路三号,两条主要南北向高速公路的横向路网,自 1992 年起,实施了 12 条东西向快速公路的兴建计划,至今大部分已经局部通车或全部通车。



台湾铁路分为传统铁路、产业轻便铁路、都会区捷运与高速铁路。传统铁路由“交通部台湾铁路管理局”所经营,分别由纵贯线(于竹南及彰化间的路段又分为台中线(山线)及海岸线(海线))、屏东线、南回线、花东线、北回线、宜兰线所构成的环岛铁路系统。台湾高速铁路北起台北,南至高雄左营(未来延至高雄车站),采用法国 TGV 和日本新干线混合系统,由台湾高铁公司负责兴建及营运,于 2005 年 10 月开始试营运。台湾空中、海上交通便利,台湾的机场大都军事与民用合用,桃园国际机场与高雄国际机场兼营国际航线。桃园、高雄机场每天有几十个航班飞往我国香港、东京、首尔、纽约等世界各大城市。在台北、新竹、台中、嘉义、台南、高雄、屏东、花莲、台东、恒春、澎湖马公、澎湖七美、金门、马祖均有机场。

海上交通是维系台湾经济发展的生命线。台湾由于地形关系,东西部交通被中央山脉所阻挡,南北部交通由河流所切断。因此早期台湾交通均是靠着沿海小船舶舢舨运输。现在经过多年的发展,台湾的港口建设档次很高。高雄港为世界第五大货柜港口,基隆港、台中港、花莲港均为国际港口。而金门与马祖的港口目前可与祖国内地直接通航。至于渔港,以宜兰苏澳港与高雄兴达渔港为最大。

### 3 台湾公路的建设

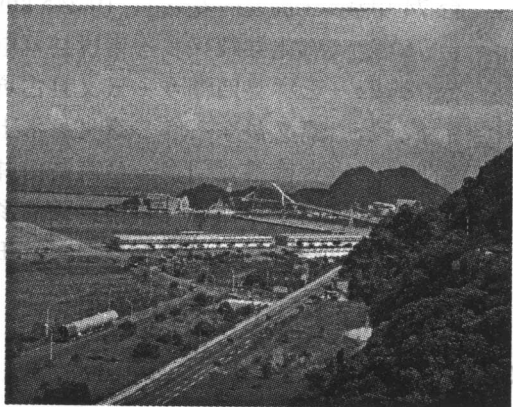
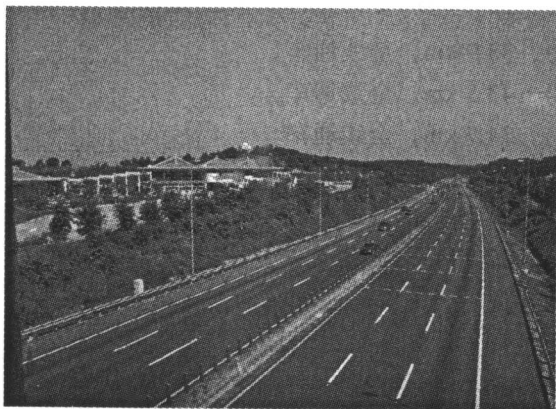
#### 3.1 路线总体规划与分布

台湾的公路建设一般要经过从规划、设计到施工若干年。如第二条高速公路从 1983

年北二高计划开始可行性研究、规划设计、用地取得，到工程施工，以及1988年二高后续计划开始可行性研究，一直到全线完工通车，历时长达20年。范围遍及台湾全岛，投入的人力包括工程、行政、会计等各个领域的专业人员，加上合作厂商、当地居民、相关的单位等，曾经历二高兴建过程的人，不计其数。一般根据交通量的不同采用纵向分期实施。

#### 1. 台湾高速公路分布共九条：

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 3甲。



#### 已通车的高速公路：

1号：中山高速公路（基隆市仁爱区—高雄市小港区），373.2 km，完成于1978年10月31日；

2号：桃园环线（中正机场（桃园县大园乡）—台北县莺歌镇），20.4 km，完成于1997年8月24日；

3号：福尔摩沙高速公路（基隆市安乐区—屏东县林边乡），432.0 km，完成于2004年1月11日；

3甲号：台北联络线（台北市大安区—台北县深坑乡），5.6 km，完成于1996年3月21日；

4号：台中环线（台中县清水镇—台中县丰原市），18.5 km，在2001年11月间完成；

5号：北宜高速公路（台北市南港区—台北县石碇乡），4.0 km，部份路段已通车；

8号：台南支线（台南市安南区—台南县新化镇），15.5 km，在2000年2月间完成；

10号：高雄支线（高雄市左营区—高雄县旗山镇），在2000年2月完成的33.8 km。

#### 正在兴建中的高速公路：

5号：北宜高速公路（台北县石碇乡—宜兰县苏澳镇）：部份路段未完工，计划于2005年完工通车；

6号：（台中县雾峰乡—南投县镇）。

#### 2. 快速公路分布共14条：

61, 62, 63, 64, 66, 68, 72, 74, 76, 78, 82, 84, 86, 88。

台61线：（西部滨海快速公路，台北县八里乡—台南市南区），305.7 km，部分通车；

台62线：（台北县万里乡—台北县瑞芳镇），19.0 km，部分通车；

台63线：（中投快速道路，台中市南区—南投县镇），18.9 km，全线通车；

- 台 63 甲线: (彰化县芬园乡—南投县镇), 2.8 km;
  - 台 64 线: (台北县八里乡—台北县新店市), 25.8 km, 部分通车;
  - 台 66 线: (桃园县观音乡—桃园县大溪镇), 27.2 km, 全线通车;
  - 台 68 线: (新竹市北区—新竹县竹东镇), 23.5 km, 全线通车;
  - 台 68 甲线: (四重埔—竹东), 1.188 km;
  - 台 72 线: (苗栗县后龙镇—苗栗县狮潭乡), 30.8 km, 全线通车;
  - 台 74 线: (中彰快速道路, 彰化县伸港乡—台中市北屯区), 16.1 km, 部分通车;
  - 台 74 甲线: (快官—花坛), 10.245 km;
  - 台 76 线: (彰化县福兴乡—南投县草屯镇), 33.9 km, 全线通车;
  - 台 78 线: (云林县四湖乡—云义县古坑乡), 43.5 km, 全线通车;
  - 台 82 线: (嘉义县东石乡—嘉义县水上乡), 34.7 km, 全线通车;
  - 台 84 线: (台南县北门乡—台南县玉井乡), 41.8 km, 部分通车;
  - 台 86 线: (台南市南区—台南县关庙乡), 17.7 km, 部分通车;
  - 台 88 线: (高雄县凤山市—屏东县竹田乡), 22.5 km, 全线通车
- (其他县乡公路分布广, 不详述)

### 3.2 公路建设环境

台湾兴建高速公路最初面临的就是用地问题, 台湾当局修建第一条中山高速公路时, 不但没有抗争土地的情形, 还有民众热心捐地, 让此重大建设得以完成。但事隔二十多年后, 第二条高速公路兴建时, 用地取得竟比工程技术的难度还大, 沿线民众为了土地征收而抗争的事件可说是此起彼伏, 风波不断。第一条中山高速公路征收土地费用只占了全部经费的 8%, 但兴建北二高时土地取得费用却占了 30%, 台北县一带甚至高达 50% 以上, 用地取得越来越不易。二高从北到南纵向分期兴建的时间点不同, 可能是一般民众的环保意识逐渐抬头, 法令限制也更为严谨, 可供借土的土地越来越少, 导致南二高土方的取得远比北二高难得多, 纷纷改填方为高架桥方式施工。

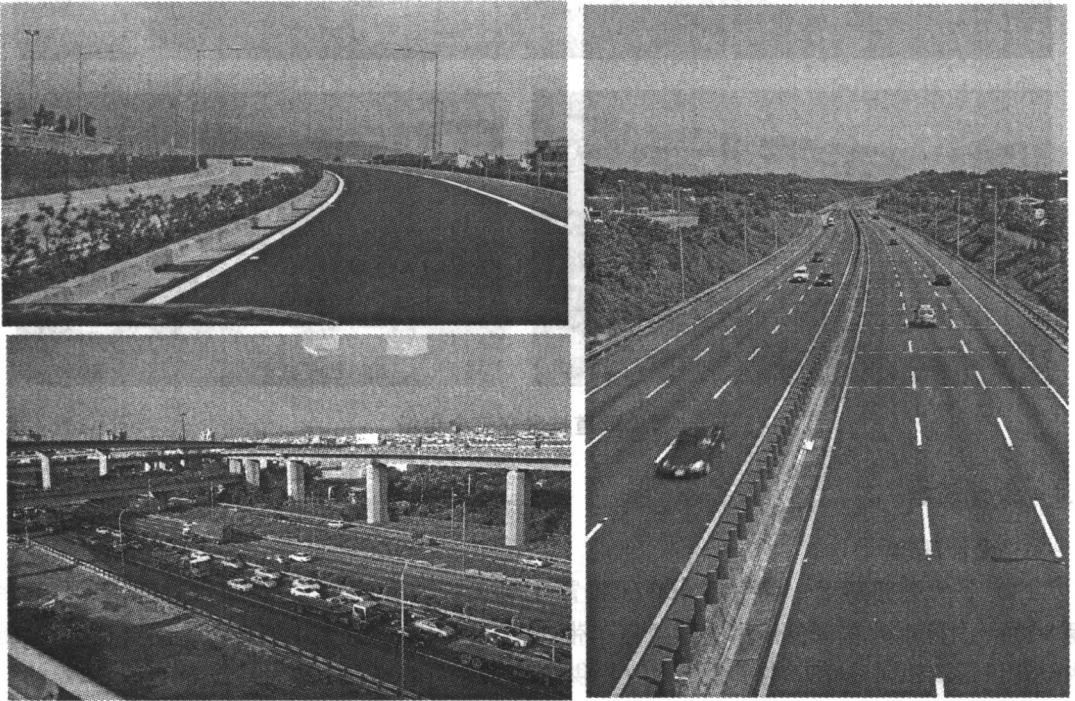
二高从 1987 年 6 月动工, 主线从基隆到屏东林边, 长 432 km, 加计环支线后总长为 518 km, 全线有 358 座桥梁、17 座隧道, 74 个服务性交流道、18 个系统交流道、11 座收费站、7 个服务区, 历经 16 年半、耗资 4 580 亿元新台币 (约合 1430 亿元人民币) 的第二高速公路, 于 2004 年 1 月 11 日全线通车。建设经费与路线长度均为全台之冠。

台九线是台湾的最长景观公路, 从台北直直连到台东, 接着再从太麻里前进达仁转进南回公路连到屏东枫港, 全长 488.9 km。台九线包含了北宜公路、苏花公路、花东纵谷、还有南回公路 4 大条公路。台九线是农产品与砂石等货运行驶要道, 终日大卡车不断 (砂石车与大卡车很多), 但很难发现超载车辆, 道路保养较好, 几乎无坑沟。

### 3.3 公路建设环保理念

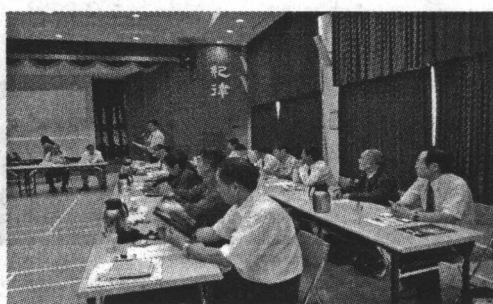
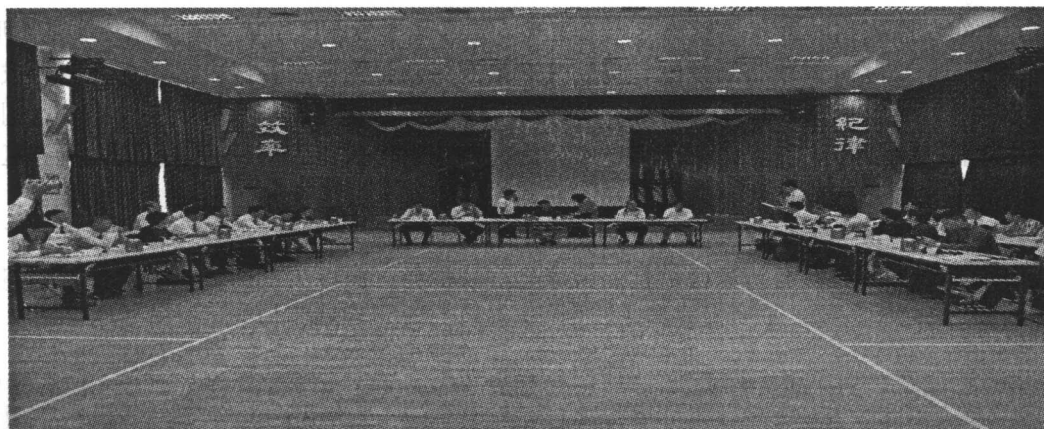
台湾公路都能融入自然, 没有刻意追求高标准, 路线选择既能达到标准实用要求, 又能降低填挖高度很好适应地形、地质条件, 局部地形横坡路段高速公路路基采用上下分幅高低路堤适应地形。公路越修越讲究与和谐之美; 如当年的中山高速公路兴建时讲究能用

就好，而在二高兴建时融入了景观与人文之美。二高7个服务区已成为观光景点，其造型、颜色都和当地文化、景观相互搭配；例如关庙盛产凤梨，关庙服务区内很多设备多做成凤梨造型，连洗车间墙壁上都贴满当地居民变装后的“凤梨头”，十分有趣；东山服务区则以原生的大榕树为中心，向外扩张；南投服务区的建筑物仿故宫外形；清水和关西服务区居高临下，可以俯瞰美丽夜景，而西湖及关庙则在跨越高速公路两端的路桥上开咖啡厅，让游客在咖啡中饱览高速公路风光。互通式立交环岛内进行了景观绿化设计，部分进行了雕塑，中央分隔带由当初的新泽西护栏变为绿化防眩护栏，边坡采用适地适树绿化，与周围景观配合自然。



#### 4 隧道建设（重点考察交流部分）

台湾现有隧道工程包括水力发电隧道、铁路隧道、公路隧道、捷运隧道。我们这次到台湾实地考察了3座公路隧道并召开了雪山隧道技术交流座谈会。雪山隧道的总工程师及建设单位管理人员等在会上介绍了该隧道从设计、施工到管理等建设过程中所采用的设计理念和较先进的施工工艺、施工设备等，大家深受启发。李玉文副团长在会上作了专题发言并针对四川省公路隧道建设诸多技术难题进行了交流。大家一致认为台湾同行们的设计理念和管理经验值得我们探讨和借鉴。



雪山隧道技术交流会会场

## 4.1 设计理念

### 1. 设计理念

(1) 长大公路隧道一般每隔 400 m 设置 1 处人行联络隧道 (同时设置逃生指示灯), 每隔 800 m 设置 1 处车辆检修用的紧急停车带, 每隔 1 500 m 设置 1 座车行联络隧道; 并在这些位置设置资讯可变信息电子公告板 (提供给驾乘人员的路况资讯及交通管制信号)。

(2) 在隧道中部挂设节能性连续带状的日光灯 (全线设置)、钠气灯 (进出口段落的加强照明), 路面照度均匀性较好, 并依据不同气候、时间段自动开启或关闭。

(3) 根据车辆流量和事故情况设置可变限速标志。

### 2. 防救灾应变组织与管理

(1) 隧道内安装自动火灾侦测、警报系统、消防系统、逃生指示灯及其他相关设施设备, 火灾报警传输至行车控制中心, 在控制中心可透过显示器或照景盘标示正确的火灾位置。

(2) 隧道监控系统可将电力、照明、消防、火警、通风、监视、广播等各项系统分区纳入作监视和控制, 并整合于洞口机房监控中心集中监控。发生事件时, 监控系统则会自动执行应变策略, 自动进行紧急运转模式, 并于监控中心的电子地图显示事件区域。

(3) 行车控制中心每班执勤人力约 11 人, 负责监控行车状况机操作相关设备, 并由机动人员担任事故初期各项救援工作。





(4) 隧道养护管理部门与地方消防、警察单位协商,把隧道内的各类事故按事故类型分为 4 个等级,约定各个等级应通知的单位及部门,并进行明确分工。规定不同岗位人员在事故发生后的分工:

交控员甲:确认事故等级,切换风机模式,切换照明设备,监控 CO、VI、NO 的数值变化情况;

交控员乙:切换车道管制信号与标志,CMS 标志资讯上传,切换车速可变标志;

勤务员甲:通知公路警察单位、消防单位;通知医疗单位;

勤务员乙 TV;通知地方警察单位和环保单位;

机动人员:包括工务段、消防队、警察单位,工务段人员进行初期灭火、交通管制,指导用路人疏导、救护;消防队执行灭火和救护工作;警察单位负责封闭隧道交通和肇事现场勘测等。

(5) 隧道除每月联合消防、公安干警进行事故救援演练外,每年两次联合医疗、环保、毒物中心、化学兵部队等办理大型联合演练。

### 3. 台湾特长隧道简介

1991 年 7 月,连接台北与宜兰之间最便捷的交通管道——北宜高速公路(31 km)正式开工,于 2005 年底雪山隧道完工时试通车。这条高速公路耗资 601 亿元(新台币),其中 12.9 km 长的雪山隧道工程费用就占了 250 多亿(新台币)。隧道由东行线和西行线两个主隧道和一条“导坑”隧道(设置在主隧道下方,施工期间作为通风、超前探测、排泄地下水等通道)组成,中间有 3 对通风用的竖井,最深的超过 500 m,几乎与台北 101 大楼齐高。两条主隧道之间,有 28 座人行联络隧道和八座车行联络隧道、3 处通风站及 3 处通风中继站(每处各有 2 座横向通风隧道,共 12 座)连通两条主隧道,加上 6 座竖井,总计 58 座大小隧道,总长约 43 784 m。发生紧急状况时,人们可从联络隧道连接导坑隧道撤离,这也是世界上独一无二的安全设计。

因为隧道太长,为了避免司机无聊而失去警觉,隧道内将分成 12 段,每段竖立一个活泼的生肖图,让司机知道自己走了多远。

历时 13 年兴建的雪山隧道是全世界第五长的公路隧道,也是世界上最艰巨的隧道工程