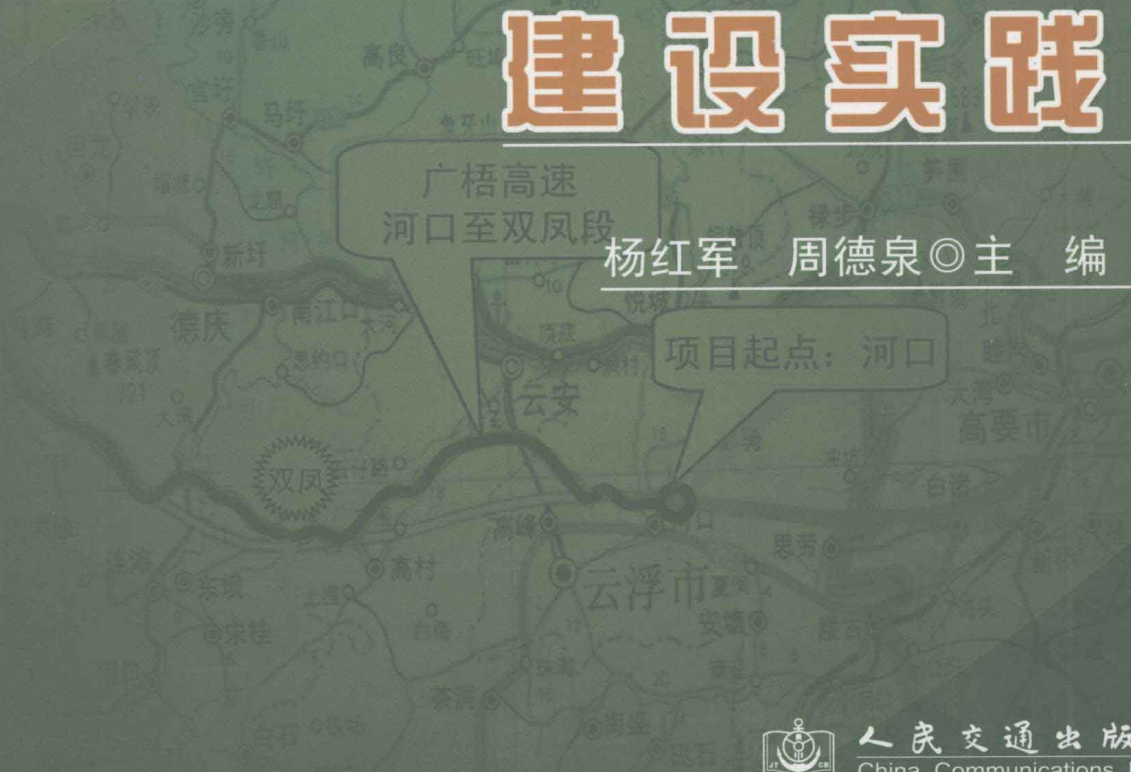


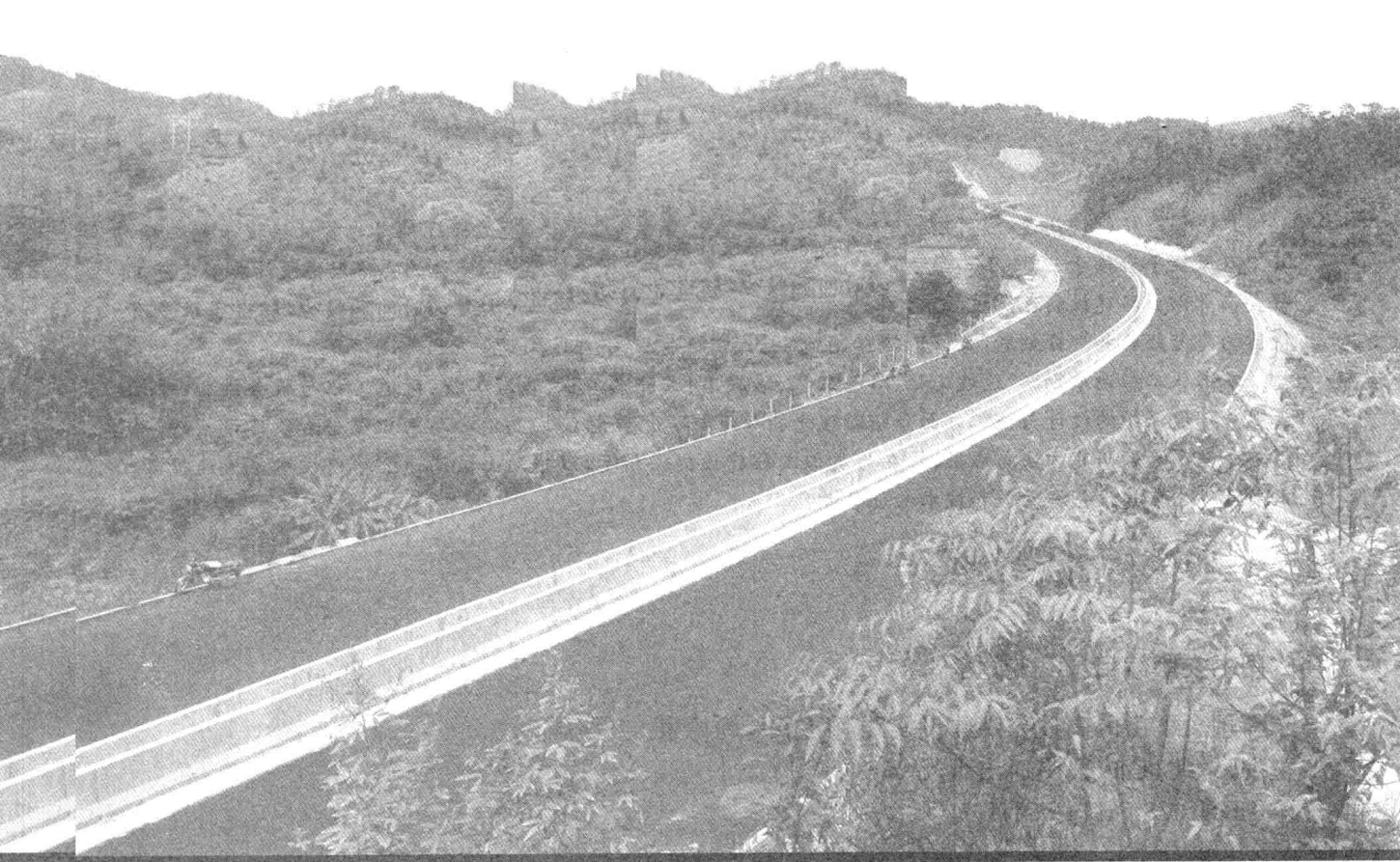


新理念下山区高速公路 建设实践

杨红军 周德泉◎主 编



人民交通出版社
China Communications Press



XinlinianxiaShanquGaosuGonglu

新理念下山区高速公路

JiansheShijian **建设实践**

杨红军 周德泉 ◎主 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

广(州)—梧(州)高速公路河口至平台段于2004年8月被广东省交通运输厅确定为首批科技示范工程,其中双凤至平台段于2004年4月被交通运输部和广东省联合列入省部联合实施的公路勘察设计典型示范工程。在贯彻公路建设新理念过程中,广大科研、管理和施工技术人员投入大量的时间和精力,取得了很多有价值的先进经验和部分创新的科研成果,变公路为景观,形成了自己的特色。

本书从工程地质勘察、边坡工程、路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、交通工程与服务设施、绿化景观与环境保护的设计与施工方面介绍新理念指导下广(州)—梧(州)高速公路河口至平台段建设实践,并简单介绍了专题研究方法与成果,旨在为类似工程建设提供借鉴,以推动山区高速公路建设水平快速提升。本书可供公路建设领域管理和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

新理念下山区高速公路建设实践/杨红军,周德泉
主编. —北京:人民交通出版社,2010.6
ISBN 978-7-114-08477-5
I. ①新… II. ①杨…②周… III. ①山区—高速公路—建设—研究—中国 IV. ①F542.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 103241 号

书 名:新理念下山区高速公路建设实践

著 作 者:杨红军 周德泉

责任编辑:刘永芬

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.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市凯鑫彩色印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.25

字 数:403千

版 次:2010年6月 第1版

印 次:2010年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08477-5

定 价:80.00元(套)

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

广(州)—梧(州)高速公路河口至平台段是国家高速公路“7918”网中的第十八横——广州至昆明高速公路的组成部分,也是《广东省高速公路网规划》中的一横——惠州至梧州高速公路的一段,起点位于云浮市云城区河口镇,终点位于郁南县平台镇古同村,与广西苍梧至郁南高速公路相连,分为河口至双凤段和双凤至平台段。该项目工程可行性研究报告于2003年7月完成,并于2003年8月下旬通过了广东省交通厅组织的评审。河口至双凤段于2006年10月正式开工(石牙山隧道于2005年12月18日先行开工),2007年10月双凤至平台段正式动工。

2004年9月,全国公路勘察设计工作会议提出了“六个坚持、六个树立”的公路勘察设计理念。这是“坚持以人为本,树立全面、协调、可持续发展的科学发展观”在公路设计和建设中的具体体现。如何从实际出发,因地制宜,实现“安全”、“环境优美”、“节约资源”、“质量优良”、“系统最优”的目标,需要不断实践与探索。本项目为典型的山区高速公路,沿线地形陡峭、地质条件复杂、桥隧比例大、局部路段形成特长的上下坡路段,这不但加大了工程建设的难度,也不利于行车安全。项目建设者严格遵循“安全、环保、舒适、和谐”的高速公路建设原则,以“建设一条高标准的,安全、环保、舒适、和谐的,有自己特色的高速公路”作为指导思想,根据公路沿线的实际情况,本着“保护环境、节约资源、促进人与自然和谐统一、体现以人为本”的目标,通过细致勘察、精心设计、精心施工,进行了大胆的探索与实践,从工程管理、设计、施工等全方位力求创新,推动了工程质量全面提高。

本书从工程地质勘察、边坡工程、路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、交通工程与服务设施、绿化景观与环境保护的设计与施工方面介绍新理念指导下广(州)—梧(州)高速公路河口至平台段建设实践,并简单介绍了专题研究方法与成果,旨在为类似工程建设提供借鉴。

本书由杨红军、周德泉主编,林才奎、廖树忠、方建勤、黄湛军、徐一鸣、邓百洪、黄水泉任副主编。参加编写的同志还有彭向荣、雷尊贵、林俊彬、洪伟鹏、孙耀波、梁毅俊、李海青、陈达群等。

在编写过程中,编者参考和引用了相关论文、设计文件、现场照片和课题总结报告等,同时得到了人民交通出版社的鼎力支持,谨此致以特别诚挚的谢意。

虽然酝酿、修改历时较长,但定稿时间仓促,编者的学识和经验有限,疏漏或不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者
2010年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建设背景	1
第二节 建设条件	3
第三节 设计理念与方案	6
第四节 施工组织与控制	14
第二章 工程地质勘察	17
第一节 遥感地质解译技术应用于选线	17
第二节 初步工程地质勘察	19
第三节 综合物探技术应用	22
第四节 可控源音频大地电磁波法应用于石牙山隧道勘察	25
第五节 茶林顶隧道综合地质勘察	28
第六节 管波探测法技术与应用	31
第三章 边坡工程	35
第一节 高液限土和煤系土抗剪强度的水敏感性	35
第二节 高边坡治理技术	39
第三节 注浆钢锚管技术与应用	42
第四节 压力分散型预应力锚索技术与应用	44
第五节 边坡的监测与平行监测	47
第四章 路基工程	52
第一节 高液限土填筑路堤的试验及施工工艺参数研究	52
第二节 岩溶路基土洞注浆技术	56
第三节 台背涵侧回填技术与高速液压夯实机补强夯实	59
第四节 填石路堤填筑工艺与压实度控制	73
第五节 CFG 桩复合地基与管桩法加固	75
第六节 路基监测技术	79
第五章 路面工程	82
第一节 路面工程设计	82
第二节 沥青混凝土路面施工	88
第三节 水泥混凝土路面施工	93
第四节 试验路路面结构及平面布置	102
第六章 桥梁工程	104
第一节 桥梁总体设计与优化	104
第二节 特色跨线拱桥设计与施工	112
第三节 桩基持力层加固与溶洞处治	122
第四节 波形钢板拱桥技术与应用	126

第五节	封开西江特大桥设计与施工·····	130
第六节	几项技术革新·····	138
第七章	隧道工程·····	141
第一节	新理念设计与安全施工措施·····	141
第二节	地质超前预报及监控量测·····	145
第三节	隧道穿越溶洞技术与塌方处理·····	153
第四节	石牙山隧道及其通风竖井施工技术·····	158
第五节	双功能全液压伸缩全自动行走混凝土衬砌台车设计·····	170
第六节	连拱隧道施工·····	172
第七节	浅埋偏压隧道洞口施工技术·····	175
第八节	公路隧道不良地质灾害处治措施数据库管理系统研制·····	178
第八章	交通工程与服务设施·····	180
第一节	交通安全设施新理念设计·····	180
第二节	隧道一体化监控·····	181
第三节	EED 车辆识别配置方法 ·····	189
第四节	隧道照明节能技术与专项设计·····	190
第五节	防灾救援控制预案·····	195
第九章	绿化景观与环境保护·····	201
第一节	绿化景观设计·····	201
第二节	环保型施工技术措施·····	205
第三节	路域资源保护与恢复·····	209
第四节	生态排水措施·····	214
第五节	使用乡土植物和表土进行边坡绿化·····	215
第十章	专题研究·····	225
第一节	概述·····	225
第二节	广梧高速公路安全、环保建设综合技术研究 ·····	226
第三节	公路隧道竖井机械化施工关键技术研究·····	237
第四节	公路隧道防火抗灾技术研究·····	238
第五节	沥青路面技术攻关·····	240
第六节	广梧高速公路高液限土利用与改良施工方案和工艺研究·····	242
参考文献 ·····		245
建设掠影 ·····		247

第一章 绪 论

广(州)—梧(州)高速公路是国家高速公路“7918”网中的第十八横——广州至昆明高速公路的组成部分,也是《广东省高速公路网规划》中的一横——惠州至梧州高速公路的一段。广梧高速公路工程预可行性研究报告于 1996 年 4 月完成,按照工程预可行性研究报告,广梧高速公路分两期实施。一期工程为马安至河口段,全长 36.9km,于 2002 年 12 月开工建设,2004 年底已建成通车;二期工程为河口至平台段(以下简称“本项目”),工程可行性研究报告于 2003 年 7 月完成,并于 2003 年 8 月下旬通过了广东省交通厅组织的评审,河口至双凤段于 2005 年 4 月通过了由广东省交通厅组织的初步设计预评审。

本项目于 2004 年 8 月被广东省交通厅确定为首批科技示范工程(具体见广东省交通厅粤交科函[2004]1218 号《关于确立湛江海湾大桥等三个项目工程为首批厅科技示范工程的通知》),其中双凤至平台段于 2004 年 4 月被列入省交通厅、省部联合实施的公路勘察设计典型示范工程(交通部公路发[2004]172 号),成为部省联合实施的公路管理建设示范项目,故全线分为河口至双凤段和双凤至平台段。河口至双凤段 2006 年 10 月正式开工(其中作为控制性工程,石牙山隧道于 2005 年 12 月 18 日先行开工),2007 年 10 月双凤至平台段正式动工,标志着本项目全面开工。本项目于 2010 年 6 月顺利建成通车,它的建设对加强广东与广西、云南、贵州的运输往来,对促进“泛珠江三角洲”经济和社会发展,对完善广东省高速公路网、改善省内西部山区路网结构、加强省内西部城镇与珠江三角洲的联系具有重要意义。

本项目在贯彻“安全、环保、舒适、和谐、节约、耐久”的公路建设新理念过程中,广大科研、管理和施工技术人员投入大量的时间和精力,通过采用新技术、新材料和新工艺,取得了很多有价值的先进经验和部分创新的科研成果,形成了自己的特色。及时将本项目建设取得的先进经验和科研成果全面系统地予以总结,对今后深入贯彻“六个坚持、六个树立”的公路勘察设计新理念,保证公路建设质量、加快建设速度、节省建设成本、促进经济建设的全面发展,具有重大的意义。

第一节 建设背景

一、项目地理位置

如图 1-1 所示,本项目为东西走向,起点位于云浮市云城区河口镇,接广梧一期高速公路,终点位于郁南县平台镇古同村,与广西苍梧至郁南高速公路相连,它串联了广肇高速公路、国道 G324 线、省道 S368 线、省道 S352 线与省道 S279 线。

二、设计标准与建设规模

本项目采用高速公路标准,所有技术指标按部颁《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)

及其他有关规范条文执行。如表 1-1 所示,主线按山岭区、全封闭、全立交双向 4 车道高速公路修建,整体式路基宽度 24.5m,分离式路基宽度 12.25m,行车道宽度 3.75m,设计速度为 80km/h,桥梁设计荷载为公路—I 级,设计洪水频率除特大桥为 1/300 外,其余均为 1/100,加速度系数为 0.05g,特大桥、大桥、中桥和隧道按 VII 度进行抗震设防。封开县连接线长约 15 km,按二级公路标准建设,设计速度为 80km/h。

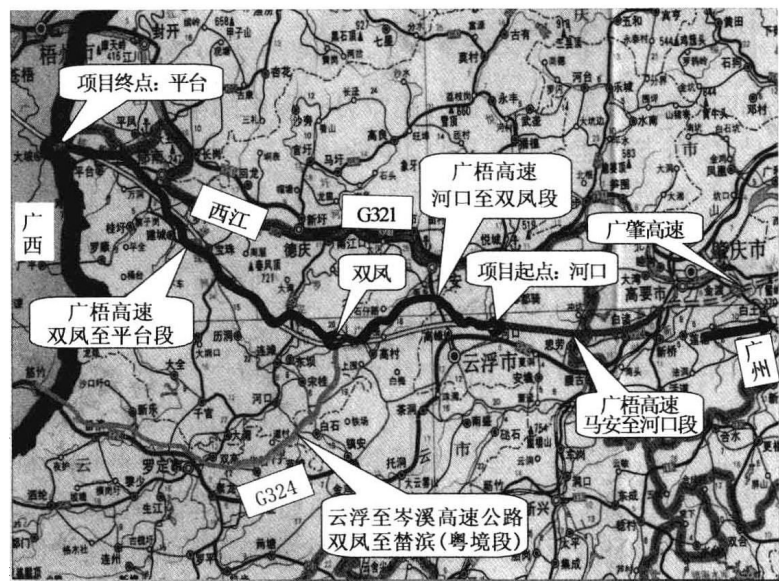


图 1-1 广梧高速公路河口至平台段地理位置图

经国家发展和改革委员会核定,本项目总投资 73.6 亿元(含按二级公路建设的长为 15km 的封开连接线),路线长 98.71km,全线桥梁 137 座,长约 28000m,隧道 18 座,长约 22000m。封开连接线长约 15.0km,二级公路标准,含长约 1400m 的特大桥 1 座。双凤至平台段推荐方案桥梁 16380m/47 座,隧道共 12576m/13 座,互通立交共 4 处(其中预留 1 处),30m 以上的高边坡 7693m/43 处,填土高度控制在 20m 以内,设管理中心 1 处,养护工区 2 处,服务区 1 处,停车区 1 处,桥隧比例为 44.8%,概算造价约 51.34 亿元,平均每公里约 7929 万元。

广梧高速公路河口至平台段主要技术指标 表 1-1

序号	工程 项 目	单 位	主 线	支 线
一	基 本 指 标			
1	公路等级		高速公路	高速公路
2	设计速度	km/h	80	80
3	交通量	辆/日	42750	27085
4	占用土地	公顷	730.8	168.6
二	路 线			
1	路基宽度	m	24.5	24.5
2	路线增长系数	%	117.17	113.11
3	平均每千米转角点数	个	0.580	0.600
4	平曲线最小半径	m	450	700
5	最大纵坡	%	4.00	3.55
6	最短坡长	m	415	400

续上表

序号	工 程 项 目	单 位	主 线	支 线
7	一般最小竖曲线半径			
	凸 形	m	6000	8000
	凹 形	m	4500	5000
8	桥涵设计荷载		公路—I 级	公路—I 级
9	设计洪水频率		特大桥 1/300,大、中、小桥,涵洞及路基 1/100	
10	地震基本烈度		VI 度(特大桥,大、中桥,隧道按 VII 度设防)	

注:①交通量指 2027 年预测交通量(折算小客车);
②占用土地:主线含服务区、管理设施用地,支线不包括。

三、项目主要特点

本项目建设具有以下 5 个主要特点:

- (1)地形陡峭。路域以山地丘陵为主,约 90%属山岭重丘区,且植被茂盛,山间洼地、谷地多为农田;鹅公髻隧道前后 10km 路段高差很大,局部路段形成特长的上下坡路段,特别是 K82~K92 有 10km 的长上坡,平均纵坡为 2.15%(另一幅为长下坡),K92~K101 为 9km 的长下坡(另一幅为长上坡),平均纵坡为 2.12%,下坡的行车安全和上坡的通行能力需特别研究。
- (2)地质条件复杂。路线穿越煤系地层、软土地基、高液限土、红黏土等多种不良地层,断裂与褶皱构造发育,地表风化严重,岩溶、采空区、滑坡、崩塌和冲沟等不良地质现象发育。因此,不良地层的改造、隧道涌水与围岩失稳、高边坡的加固以及不良地质现象的处治是建设中面临的主要工程地质问题。
- (3)桥隧比例大。桥隧比例约为 46.5%,高墩位桥梁和长隧道较多,其中石牙山隧道右线长 4.60645km,鹅公髻隧道左线长 3.13066km,建设技术要求高、难度大。
- (4)高边坡和高填路段多。全线 30m 以上的高边坡 63 处,高边坡的稳定与加固技术要求高。弃方与借方矛盾大。
- (5)环保要求高。路域人文和自然生态环境丰富,特别是石质边坡的生态防护困难,保证“人与自然的和谐”具有挑战性。

第二节 建设条件

一、地形地貌

本项目为典型的山区高速公路。如图 1-2 所示,沿线地形陡峻,山地丘陵约占 90%,属山岭重丘区。沿线地貌单元分为河谷平原与山地丘陵两大类型。河谷平原分布于茶林顶—道遥口(K74~K78),大用—宝珠(K97~K101)、建城(K118~K126)等地,这些河谷平原为西江 1~3 级支流冲积形成,地形平坦,地势略有起伏,河谷两岸阶地发育,平原中为第四纪松散沉积物,沉积物多为河流相砂砾及部分黏性土,沉积厚度一般小于 20m,山间洼地、谷地、盆地主要为耕地和乡镇居民区。山地丘陵属粤桂交界的云雾山脉,在云浮、郁南等地千米以上山岭有大

山一带)、寒武纪的浅变质砂岩、粉砂岩、云母片岩等(工作区内分布广泛),奥陶纪的砂页岩及灰白色厚层中细粒石英砂岩(主要分布于连滩以西及北部南江口一带),志留纪的灰黑色条带状致密炭质板岩、板状页岩和粉砂岩互层(主要分布于连滩西部和北部)、泥盆纪白云岩、白云质灰岩夹细砂岩及薄层灰岩(往往形成溶蚀盆地及丘陵地貌,主要分布于连滩—双凤一带),石炭纪的灰色厚层状石灰岩夹深灰色厚层含结核或条带状燧石灰岩(主要分布于云浮一带),三叠纪的砂砾岩、薄层状中细粒砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、页岩、炭质页岩及劣煤层(分布于云浮南乡—蒗田矿场一大岗围一带),白垩纪的红色、紫红色厚层砂砾岩、砂岩和粉砂岩(广泛出露于罗定—高村—佛洞盆地),第四纪的现代河流谷地分布的冲积砾石、砂、粉砂、黏土以及沿坡地分布的残坡积粉砂、黏土等(全线零星分布)。岩浆岩主要为花岗岩类,岩性以中、粗粒黑云母花岗岩为主,部分为混合花岗岩,形成于早古生代加里东期、晚古生代—早中生代海西—印支期以及晚中生代燕山期。

地质条件复杂,穿越地层多,受断裂带构造和褶皱的影响,存在滑坡、中小型崩塌、岩溶、高液限土、软土等不良地质,生态环境脆弱。崩塌以中小型为主;一处大型滑坡位于茶林顶隧道上方;双凤至连滩段岩溶较发育;软土厚度一般在 5m 以内,长度约 6912m,占路线总长 10.6%;有部分红黏土;数量较大的高液限土主要分布在花岗岩区。

四、路网分布

如图 1-4 所示,沿线道路既是本项目的施工运输通道,也是互通立交的集散道,但逍遥口至大用只有一条 5m 宽的乡道相通,且路线平、纵面指标很低。

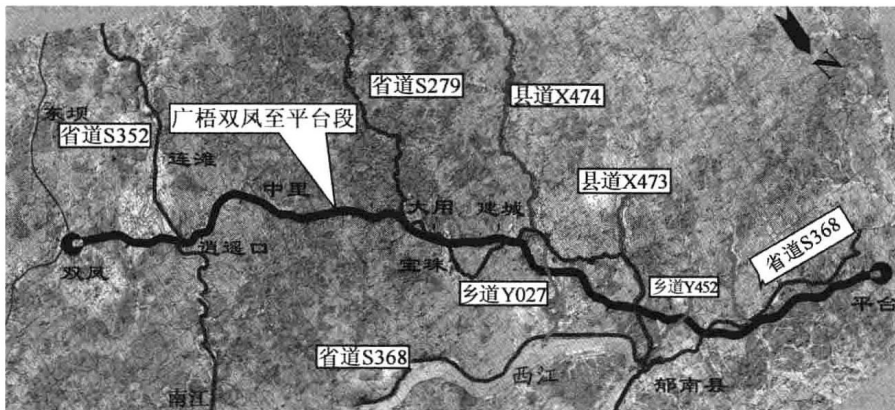


图 1-4 广梧高速公路双凤至平台段沿线路网分布

五、水系分布与地下水

如图 1-5 所示,沿线河流都向北流入西江,只有南江河可通航,航道等级为规划 6 级,其他河流在西江口均设有水闸。河流多发源于大云雾山及其余脉,略呈辐射状,多直接或间接汇入西江。北界、南江、建城河等从南向北注入西江。河流切割强烈,东、西、南三面多高山急流,水力资源较丰富。

本区地下水有基岩裂隙水及松散层孔隙水。基岩裂隙水分布于丘陵区,地下水位随地形及季节有较大变化,一般埋深较大,仅坡脚偶尔有出露,涌水量小。松散层孔隙水分布于平原区,含水层为砂砾层及坡残积层。其中砂砾层为弱承压水,坡残积层为潜水,涌水量中等。本区地下水化学类型为 CO_3^{2-} 、 $\text{Cl}^- \sim \text{Ca}^{2+}$ 、 Na^+ 型。

六、气候条件

路线所在区属亚热带季风气候,高温多雨。平均气温 20℃,1 月平均气温 13℃,7 月平均气温 28℃。年降雨量 1400mm,多集中于夏秋季。春旱、秋末的寒露风和局部的洪涝是主要自然灾害,每年 10 月至次年 4 月为多雾季节。需要采取措施保证雾季的行车安全。

根据《中华人民共和国公路自然区划图》,本区属于武夷南岭山地过湿区(IV-6)。

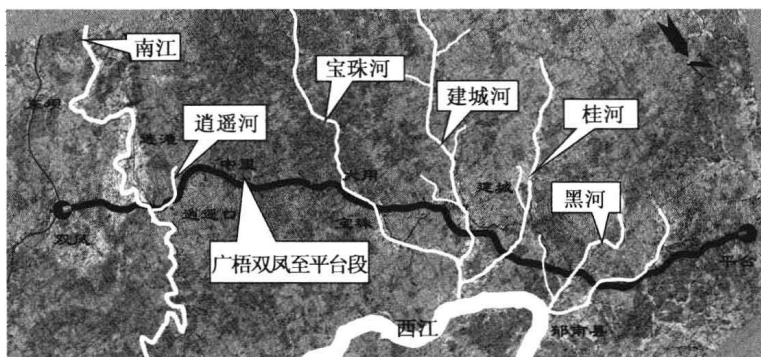


图 1-5 广梧高速公路双凤至平台段沿线主要水系分布

第三节 设计理念与方案

本项目的总体设计原则是“以人为本”,坚持“安全、环保、舒适、和谐”的设计理念,贯彻落实“建设资源节约型、环境友好型社会”等可持续发展的科学发展观。考虑安全、地形、地质、环保、资源、全寿命周期成本等,比较论证了路线方案和工程方案(如高路堤、陡坡路堤、软基处理与高架桥、高边坡与短隧道、小间距隧道与连拱短隧道、高边坡加固与放缓边坡、桥梁方案、互通立交方案、路面方案等)。在施工阶段,依据地形精心调整线位,按照运行速度优化平纵指标,重点关注长坡路段的运行安全,在桥梁、隧道洞门、立交场地等设计上突出美观、协调。实体工程表明,线形顺畅,工程与环境协调良好,较好地落实了勘察设计新理念的要求。

一、多方案论证

本项目位于山区,地形、地质条件十分复杂,多方案比选既是贯彻落实新理念的精髓,也是选择综合指标最优方案的前提。方案比选包括走廊带方案、路线方案和典型工程方案等 3 个层次。

1. 走廊带方案

走廊带方案具有单一性,已在项目的预可行性和工程可行性等前期阶段进行了充分论证。

2. 路线多方案论证

双凤至平台段路线有的高填深挖,有的以桥梁跨越山谷,有的以隧道穿越山体,或陡坡路堤,或高边坡,而且弃土十分困难,存在两段各约 10km 的长上下坡路段。

初步设计工作中,我们紧紧围绕新的设计理念,树立和落实科学发展观,以人为本,坚持可持续发展。注意收集了地质灾害危险性评估报告、地震安全性评价报告、环境影响评价大纲报告、放射性环境影响评价报告、水土保持方案报告、土地利用规划(特别是农业保护用地)、公路网规划、城市发展规划等资料。注意与电力电信、航道、水利等部门协调,分析研究基础资料,

按照地形选线、安全选线、环保选线、地质选线、全寿命分析选线的原则,共拟定 1 个推荐方案(K 线),14 个比较方案(图 1-6),比较方案路线长 119.0km(约为推荐方案路线长度的 2 倍),从安全、环保、舒适、和谐、占用耕地、经济以及全寿命成本分析等进行全方位比较论证。其中 A、B、H、M、P、J 等 6 个路线方案与 K 线相比,在安全、环保、保护耕地或经济上有较明显缺点,只作定性比较分析。对 C、D、E、F、G、I、N、Q 8 个路线方案作同等深度的比较分析,或从安全的角度、或从环保的角度、或从占用耕地节约资源的角度、或从经济的角度等推荐采用 K 线方案,路线长 64.748km。

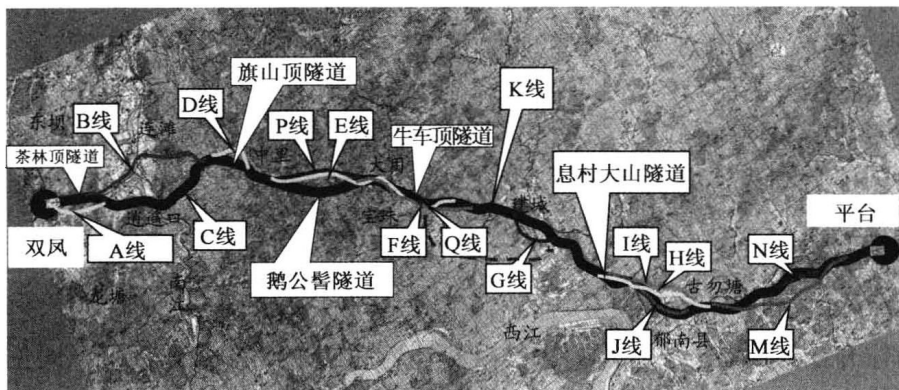


图 1-6 广梧高速公路双凤至平台段路线多方案论证

3. 典型工程多方案论证

初步设计时对推荐线典型工程进行了较多方案比较,主要包括高路堤、陡坡路堤、软基处理与高架桥、高边坡与短隧道(棚洞)、小间距隧道与连拱短隧道、高边坡加固与放缓边坡、桥梁比选、互通立交比选、路面比选等。

(1) 高路堤与高架桥的比较

LK107+300~LK107+510、LK107+560~LK107+720 段填土高 16~23m,与桥梁方案进行了比较,考虑利用隧道弃渣用作填土,桥梁造价较高,推荐高填土方案。另外 RK107+340~RK107+760 高填土段、K117+600~K117+770 高填土路段等与桥梁方案进行比较,均推荐高路堤方案。

(2) 陡坡路堤与高架桥的比较

K112+415~K112+575 陡坡路堤与桥梁方案进行了比较,该路段右侧填土 20m,自然坡度为 31° ,考虑减少弃方,保护环境,同时桥梁方案昂贵,推荐陡坡路堤方案。

(3) 软基处理与高架桥的比较

有 5 处高填土软基路段与桥梁进行了比较,合理推荐桥梁方案或软土处理方案。

(4) 短隧道(棚洞)与高边坡的比较

三家寨隧道、石排口隧道、下用口隧道、正涌隧道、次步隧道等短隧道与高边坡进行了比较,从减少对自然山体的破坏、减少深挖现象、减少水土流失、保护自然环境的角度均推荐隧道方案。

(5) 连拱短隧道与小间距隧道的比较

次步隧道进行了连拱短隧道与小间距隧道的比较,推荐结构较为安全和经济的小间距隧道方案。

(6) 高边坡加固与边坡放缓的比较

对于挖深大、地形地质条件有比选价值的高边坡,展开收陡边坡强加固与放缓边坡弱支护的方案比选。共进行 17 处工点的比选,其中推荐方案采用收陡边坡加固的 15 处,采用放缓边坡方案的 2 处。

(7)桥型方案的比较

进行了相同桥梁高度、不同桥梁跨径的比较;预应力混凝土先简支后连续 T 梁与预应力混凝土连续箱梁比较;预应力混凝土先简支后连续刚构 T 梁与预应力混凝土连续刚构箱梁比较;预应力混凝土先简支后连续刚构 T 梁与拱桥的比较;高墩、大跨(40m、50m 跨)长桥的先简支后连续刚构的 T 形梁结构和采用 MMS 移动模架施工连续箱梁作了经济比较,选择安全、经济、美观、环保、便于施工和养护管理的桥型。

(8)桥梁下部结构的比较

进行了分离式双柱墩、整体式三柱墩与整体式双柱墩的比较;45m 以上高桥墩进行了空心薄壁墩、双圆柱墩、工字形薄壁墩和矩形墩的比较。选择受力均匀明确、结构刚度大、便于施工、对自然环境破坏少,与上部结构和环境相协调且造价较低的结构形式。

(9)互通立交方案比较

互通立交方案围绕适应交通量,方便车辆出行,并尽可能为地方创造便利条件,减少占用耕地,减少山体开挖,减少土石方数量,保护自然环境和经济等方面进行了不同位置和立交形式的比选,择优推荐。

(10)路面结构方案比较及全寿命周期成本的简要分析

路面结构设计了 4 种结构形式,分别是复合式(半刚性基层+柔性基层)路面结构、半刚性基层路面结构、柔性基层路面结构和水泥混凝土路面结构,通过经济技术比较,以及全寿命周期成本的简要分析,推荐采用半刚性基层沥青混凝土路面结构。特长、长隧道内路面进行了水泥混凝土路面与钢纤维水泥混凝土路面的比较,推荐钢纤维水泥混凝土路面。

另外,由于地面横坡较陡,有的路段设置成半路半桥的形式。由于除长隧道路段外,没有合适的地形条件设置平面分开或高低式分离式路基。

二、安全

安全是社会文明的重要标志,保证人民生命财产安全是各国政府执政的主要目标。公路建设安全主要包括公路自身结构物的安全和行车安全两个方面。

1. 公路自身结构物的安全

(1)重视地质勘察,路线选线贯彻地质选线。收集了地质灾害危险评估报告、地震安全性评估等资料用于初勘,采用了地质遥感、地质调绘、综合物探、钻探等方法,综合分析各种原始资料,编写地质报告,路线未经过较大的不良地质区域。茶林顶隧道处的大型滑坡对隧道结构安全无影响,中小型崩塌对工程影响较小,软土多位于山间洼地并一般有倾斜面,对路基稳定有较大的影响,处治措施以满足路基的稳定性为先决条件。勘察结果表明,灰岩路段存在岩溶,需要采取措施,确保路基和结构物安全。断裂带和褶皱基本与路线大角度交叉,且断裂带活动性弱,对工程影响小。断裂带、褶皱主要是使其周围的岩石破碎,同时也是地下水的通道,这一路段的隧道、高边坡都加强了结构设计和防排水的设计。

(2)运用航测数字地形图建立三维数字地面模型,路线 CAD 直接读取横断面地面数据,反复进行路线平纵横优化设计,控制土质路堑边坡高度在 30m 以内,石质路堑边坡在 50m 以内;填土高度在 20m 以内;适当增加了桥隧比例,达到 44.8%,同时减少了陡坡路堤的数量,使

上下边坡的稳定性和安全性增强。

(3)尽量减少隧道洞身偏压和浅埋,加强土质浅埋短隧道的设计,确保隧道施工和结构安全。

(4)上边坡设计在调查自然边坡及区域国、省道边坡的基础上来拟定边坡坡率(类比),对高边坡和陡坡路堤的稳定性加强分析,确定安全可靠的支护措施;对陡坡上桥梁自然山体的稳定性进行了定性分析,认为自然边坡较稳定,但要做好排水设计,保证边坡稳定。

(5)进行了排水总体设计,将路面排水、路基排水、中央分隔带排水、超高段路面排水、路基地下水等综合考虑排水系统,避免公路水毁。而且边沟、排水沟采用生态型沟后对失控驶出路外的车辆起到减少损失的作用,有利于行车安全。

(6)采用液压式压实机具提高桥台台背填土的压实度,减少桥头差异沉降,避免桥头跳车。

(7)高填土、填挖交界处采用高性能压路机压实,减少工后过大沉降或不均匀沉降。

2. 行车安全

我国目前的行车安全水平较低,每年约有 10 万人死于交通事故。尽管有下降的趋势,但每年仍然因此造成巨大损失。交通事故发生的因素很多,主要有疲劳驾驶、酒后驾驶、超载、超速、不遵守交通规则等因素,也有道路本身平纵指标突变、视距不良、排水不畅、交通安全设施不齐全等原因,但前者占了交通事故原因的绝大多数。尽管由于道路本身的原因很少,但应该尽量消除道路本身的原因造成的交通事故。当前连续长上下坡路段、线形指标不均衡路段、视距不良以及路面排水不畅的路段问题较突出。

(1)线形设计

平、纵组合设计时,重点放在高低指标的均衡性和渐变过渡上,避免突变线形,使线形组合在视觉上能自然地诱导驾驶人的视线,并保证视觉上的连续性,设计了曲线各线元的长度不小于 150m,即不小于 6s 的行程,消除驾驶的急迫感,使线形在视觉上和心理上保持协调,运用了动态透视图和静态透视图进行检验,均满足要求;控制最大和最小的合成坡度,以利于路面排水和行车安全;注重平纵指标的协调性,运用《公路项目安全性评价指南》(JTJ/TB 05—2004)对运行速度进行计算预测,评价平纵指标的协调性。运行速度评价的结论是:K 线大部分路段小客车运行速度保持在 100~120km/h,大货车运行速度保持在 60~80km/h。运行速度计算结果中 $|\Delta V_{85}|$ 绝大部分路段前后速度差均小于 10km/h,运行速度协调性良好。

对长大隧道及其洞口附近的平纵指标及运行速度进行了安全性评估。隧道洞口内外侧均保证 3s 设计速度行程长度,平、纵线形一致。

对互通立交、服务区的主线、主线与匝道分合流端、匝道本身的平纵指标以及视距进行了验算,满足规范要求,并做好互通立交连接线与地方道路的平面交叉的渠化处理。互通立交范围内主线的平纵指标相对较高,车辆的运行速度也会相应提高,加减速车道的长度采用 100km/h 设计速度的规定值。

(2)视距

适当增大竖曲线半径对工程量增加较少,但对改善行车的安全性和舒适性十分有利,本项目竖曲线半径基本满足 80km/h 设计速度视觉要求的竖曲线半径,最小值满足 100km/h 设计速度的极限值。

推荐线平曲线最小半径为 630m,如按照 80km/h 的设计速度,曲线外侧超车道的停车视距可以满足规范 110m 的要求;但如按照运行速度 100km/h,小于 1200m 半径的曲线路段外侧超车道均不能满足停车视距 160m 的要求。由于受地形限制加大平曲线半径显然不合理,

如采用加宽处理则平曲线半径为 600~1100m 时,需要加宽 0.28~2.71m,全线有 30%的平曲线半径小于 1100m,由于桥隧等结构物密集,在左侧路缘带加宽,因加宽值不同,使设计施工变得十分复杂,只有限速不超过 100km/h,使运行速度与设计速度的差值控制在 20km/h 以内,可满足《公路项目安全性评价指南》的安全运行要求,对于部分重点路段,采用货车停车视距进行检验。

(3)特长下坡路段

K81+300~K92+100 段和 K92+100~K100+900 段为长下坡路段,平均纵坡分别为 2.10%/10.487km 和 2.24%/8.77km。通过控制最大纵坡不大于 3.5%、平曲线半径不小于 800m、避免连续 S 形等复杂线形和长下坡方向采取摩阻系数大的 SMA 路面结构等措施来提高运行安全。按照现行规范要求进行了通行能力计算,参考《日本高速公路设计要领》计算了货车的爬坡速度,对通行能力不足和爬坡速度低于 50km/h 的路段设置了爬坡车道,避免“强行超车”导致安全事故。从梧州—广州方向和广州—梧州方向均设置了一处紧急避险车道,给制动失灵车辆提供撤离机会。

(4)超高

充分考虑小客车和货车的运行速度来确定超高值,一般路段及长下坡路段按 100km/h 的设计速度来设置超高,长上坡路段按 80km/h 的设计速度来设置超高,但最大超高值控制在 6%以内;长上坡路段和隧道路段按 80km/h 的规定设置超高值。

(5)交通工程

将长下坡路段、高填方路段、桥隧路段、多雾路段作为安全设计的重点。在长下坡路段和高填方路段,一方面采取主动措施减少安全隐患,主动措施包括:设置起点指示标志和警告标志提醒驾驶者,设置超速检测与抓拍系统警告超速行驶车辆,通过监控系统可变信息标志提示驾驶限速,设置白色振动标线提醒驾驶者将驶出路外;同时采取了被动措施确保安全,提高护栏的防撞等级,在桥隧等特殊路段采用交通安全设施诱导与监控可变信息提示相结合合理诱导交通流,交通安全诱导措施包括设置预告、指示标志和限速、禁超等警告标志提示驾驶者;隧道内的车道边缘线和车道分界线采用黄色振动标线,每隔 32m 设置白色振动减速标线,在隧道入口处设置减速带,迫使车辆减速和按道行驶,同时考虑到紧急疏散要求,隧道分界线和边缘线连续设置双面突起反光路钮。监控设施通过设置大小可变情报板、交通信号灯、车道指示标志等对车辆的行驶车速、行驶车道等进行诱导。

在 K76+500~K105+500 的 29km 路段,桥隧比例较高,设置了 2 处紧急避险车道、4 处救援车道,同时存在 2 处连续长下坡路段。特殊地形增大了救援工作的难度,为确保紧急救援,本路在此区段设置了以视频监控为重点的较为完善的监控设施,同时结合土建设计中的救援车道设置了包括遥控摄像机和可变情报板等在内的监视和诱导设施,为紧急救援提供视频图像和车辆诱导信息。

在隧道区域,除设置了图像和数据集中监控的隧道管理站外,为了便于隧道区域在紧急情况下的现场救援,茶林顶、旗山顶、鹅公髻、牛车顶、亚婆髻和息村大山隧道变电洞室分别设置无人监控站本地控制系统,便于在紧急情况时的现场指挥和调度。

(6)路侧安全

为保证越出路幅的车辆安全,对有条件放缓边坡的填方路段采取了放缓边坡的措施(全线共 2 处),挖方路段边沟采用了可跨越式边沟(如盖板边沟、浅蝶形边沟等)。考虑到本项目货车比重较大(约 60%),而硬路肩宽度仅为 2.5m,为保证货车的停车安全,结合土石方调配情

况,减少废方,本项目还设置了港湾式紧急停车带 46 处。

(7)绿化

绿化考虑了诱导栽植、过渡栽植、防眩栽植。高速公路主线及互通立交匝道小半径曲线外侧栽植中树;隧道进口两侧种植高大乔木,力求内外光线过渡自然,消除隧道“黑洞效应”,连续隧道之间密植成排高大的乔木,提高遮光度,避免汽车行驶在两个隧道间出现较大的明暗对比,影响交通安全;中央分隔带栽植考虑了防眩要求。

三、环保及耕地保护

(1)道路选线比较注重保护环境和耕地。如 K127 古勿塘路段调整纵坡并将高路堤改成桥梁,减少了挖方,减少了占用耕地面积。

(2)当路线无法避让耕地时,采取了挡土墙、护坡道由 2.0m 减少 1.0m 宽和桥梁跨越等工程措施。交通工程设施坚持“精简、集中、高效”的设置原则,减少管理层次,机构合并设置,尽可能少占耕地。

(3)挖方和隧道出渣实施长距离和跨标段调配,并将部分隧道出渣石料用做排水防护工程以及加工成碎石用做路面基层材料等减少弃方数量,间接减少弃土占用耕地;弃土场不可避免地要占用部分耕地,但做到不占用农业保护用地,以荒地、旱地或低产园为主,考虑复耕,对于确实因工程需要而占用耕地时,则利用就近荒地、旱地及弃土场进行造田复耕,尽量不因高速公路的修建导致耕地面积的减少和耕地质量的下降,拟造地复垦面积为 61.8 公顷(耕地 17.1 亩、果园 18.2 亩、林地 26.5 亩);将清除的腐殖土分段集中堆放,用于公路绿化和弃土场复耕;并与当地政府和企业合作,考虑弃土的利用,变弃方为利用方,为当地经济服务。

(4)敏感区在离路边 60~100m 范围内,且规模较大的村镇、居民点等,采用声屏障降噪。全线共设置声屏障 720m/3 处。为减少高速公路建设对环境的影响,在交通工程设计时,在设备材料的选择上尽可能采用环保材料,如突起路钮,一般路段采用涂有耐磨层的反射器,多雾路段采用太阳能技术等。

(5)人工湿地、隔油池的设置。在郁南立交收费站、建城服务区、逍遥口停车区、虎岩管理中心等均设置人工湿地对场站内的二级处理设施的出水进行生态深度处理。在 K108+200~K108+600 及 K120+100 处各设立一处隔油池加人工湿地,收集路面径流水后经隔油池除油处理后进入人工湿地作进一步净化,该隔油池和湿地系统也可作为危险品发生泄漏时的应急收集池,避免直接流入河中或农田、养殖水体。

(6)加强施工组织设计,引入“施工红线”的概念,减少临时便道、临时用地如预制场、施工工棚、材料堆放场及混合料拌和站等对自然环境的破坏,桥梁下的自然植被少砍伐,最大限度地减少对自然的破坏;土方开挖采取“逐级开挖,逐级防护”;土方填筑做好临时防护和排水,加强取弃土场的防护绿化,设置沉渣池,以减少水土流失。

四、舒适与和谐

景观专项设计为道路舒适、和谐提供保障。景观设计本着“尊重自然、爱护自然、融入自然、自然而然”的思想,尽量减少人造景观,体现自然的原则。

1. 路线

路线设计注重对沿线已有人文景观的保护,如不拆迁“龙庆宫”、保护古树等。根据地形条件,采用以曲线为主的线形,路线沿山脚或山腰布线,随势就弯,使路线自身协调和与自然地形