

中国公路学会计算机应用分会 2004年年会学术论文集

ZHONGGUO GONGLU XUEHUI JISUANJI YINGYONG FENHUI
2004 NIAN NIANHUI XUESHU LUNWENJI

中国公路学会计算机应用分会



人民交通出版社
China Communications Press

Zhongguo Gonglu Xuehui Jisuanji Yingyong Fenhui
2004 Nian Nianhui Xueshu Lunwenji

中国公路学会计算机应用分会
2004 年年会学术论文集

中国公路学会计算机应用分会

人民交通出版社

内 容 提 要

该书为中国公路学会计算机应用分会 2004 年年会论文集, 内容分为综合篇、软件开发篇和信息管理篇, 共收录论文 39 篇。内容涉及公路勘察设计集成技术、计算机网络建设及信息化技术的开发与应用。该文集所收录的论文较系统地反映了公路建设领域计算机应用技术的发展情况, 反映了 IT 技术的应用经验。

本文集可供公路勘察设计单位技术与管理人员及计算机软件开发技术人员阅读学习, 也可供大中专院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国公路学会计算机应用分会 2004 年年会学术论文集/
《中国公路学会计算机应用分会 2004 年年会学术论文集》
编委会编. —北京: 人民交通出版社, 2004.10
ISBN 7-114-05322-3

I. 中... II. 中... III. 计算机应用 - 道路工程 -
学术会议 - 文集 IV. U495-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109587 号

中国公路学会计算机应用分会

书 名: 2004 年年会学术论文集

著 作 者: 中国公路学会计算机应用分会

责任编辑: 岑 瑜

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) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市海波印务有限公司 一 宝日文龙印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16.25

字 数: 401 千

版 次: 2004 年 11 月 第 1 版

印 次: 2004 年 11 月 第 1 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05322-3

印 数: 0001—1800 册

定 价: 43.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

FOREWORD

中国公路学会计算机应用分会于2004年12月在杭州召开两年一次的学术年会。为了总结近年来公路建设领域计算机及相关技术应用的经验,推动计算机应用的发展,促进科学技术进步,在会员单位广泛征集了论文,经过认真地评审推荐,汇编成该论文集。

计算机应用分会已走过了12年的历程,这期间是我国公路建设事业大发展的时代,计算机新技术的应用硕果累累。计算机应用分会在中国公路学会的关心下,依靠会员单位的大力支持,积极开展学术交流活动,各项工作卓有成效,分会本身也逐步发展壮大。

随着IT产业的不断发展,公路勘察设计等行业计算机应用的领域越来越宽广,在公路建设管理中的作用也日渐显著。目前公路勘察设计集成技术、计算机网络建设以及信息化系统的开发和应用,已成为公路勘察设计等行业计算机应用的主要领域,本论文集的主要内容也是围绕这几个方面展开的。论文集的稿源主要来自会员单位中的公路勘察设计院、所,高等学校和管理单位。论文从一个侧面反映出近几年论文作者的最新成果,以及所在单位计算机应用的现状。论文集的出版有助于读者了解国内公路行业计算机应用的现状和发展动态,具有一定的参考价值。

本论文集的出版得到了中交第二公路勘察设计研究院以及人民交通出版社和有关专家的大力支持,他们花费大量的时间和精力从事稿源组织、审阅、编辑和出版工作,在此表示衷心感谢。由于各方面的原因,文中不足之处在所难免,请读者谅解,并提出宝贵意见。

中国公路学会计算机应用分会

2004年8月

《中国公路学会计算机应用分会 2004 年年会学术论文集》

编 委 会

主 编 赵喜安

副主编 杨季湘

编 委 陈楚江 余顺新 庄稼丰 吴 强

王先登 刘东升 罗 强

目 录

CONTENTS

一、综合篇

基于空间信息技术的数字化公路勘察设计新体系

赵喜安 陈楚江 杨季湘 邓 涛	3
高分辨率卫星图像进行高精度三维测量的研究 陈楚江 杨季湘	15
数字化设计院的设计与实现 罗满良	23
沪宁高速公路扩建工程数字化勘察 邓 涛 廖朝华	31
桥梁管理系统理论框架研究 王 晖 项贻强	38
应用混合单元法分析单索面斜拉桥组合箱梁腹板焊缝面外应力对疲劳的影响 顾晓毅 吴 冲 曾明根	45
浅谈公路工程造价软件的现状及发展 胡中文 代永辉 陈 锐	50
用索拱体系加固提载刚架拱桥的分析研究 陈向阳 汪劲丰 王建江 项贻强	55
虚拟现实技术应用探讨 郑亚丽 刘丽珍	60
城市交通系统多信息平台融合技术分析 裴玉龙 蒋贤才	64
使用 Imail Server 建立企业内部邮件系统 肖成渊 郭建端	70
遥感影像数据融合方法及其对比分析 余绍淮 杨志军	76
利用 AUTOCAD 实现对不同平面控制系统的自由转换 李世纬 陈胜武	84

二、软件开发篇

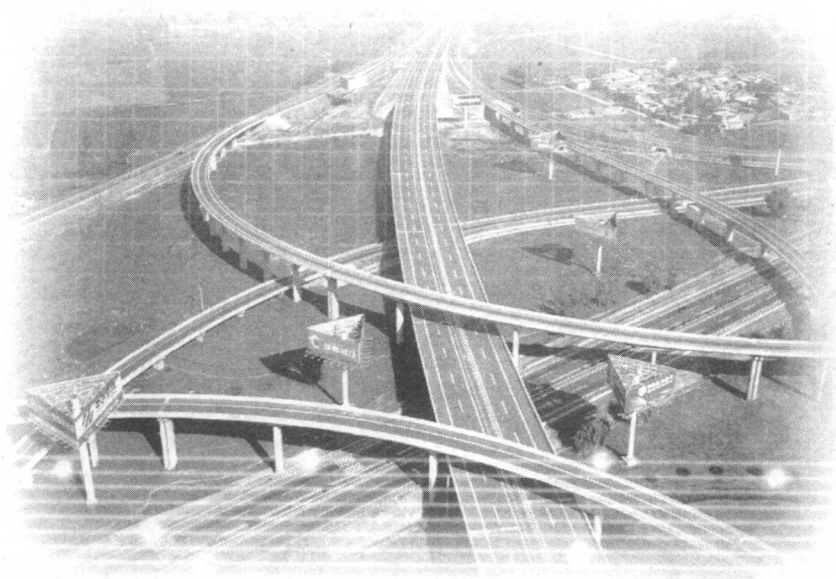
新一代桥梁综合设计计算程序 BrgCal v3.0 余顺新	91
数字地面模型在沪宁高速公路改扩建工程中的应用 庄稼丰	103
公路隧道计算机辅助设计(CAD)系统开发 林国进	108
桥梁检测结构分析软件的研究 吕建鸣 陈 可	118
三角网数模系统的开发 裴玉龙 邓建华	128
基于 CARD/1 平台上开发与应用的研究 彭 培 郭建端	133
计算机技术在山区高速公路设计中的应用 刘能兵	138
计算机技术及其优化方法在路线纵断面线形优化设计中的应用 樊 涛 高初明 张朝晖	143
斜拉桥适时调索模块设计 胡 可	149

地形图的矢量化在公路设计中的应用 韦 卫 康岸彬 汪位龙	156
AutoCAD 与 Visual Basic 6.0 的转换接口 宋世海 王全录	160
应用 C# 进行 AutoCAD 二次开发 陈中治 王 敏	167
浅谈 EXCEL 宏在挡墙设计中的应用 隆 然 梅仕然	177

三、信息管理篇

设计院信息化建设 郑正平	183
陕西省交通遥感信息系统开发 魏 清	190
基于 B/S 模式的设计院图档信息化管理系统 陈 国 宋云飞	195
福建交通规划设计院信息化应用 肖成渊 郭建端	200
公路勘察设计网络协同作业研究 陈应忠	207
建设高效、稳定的设计院计算机企业网络 张 军 郑正平	212
计算机网络信息安全与防范技术 吴连山	217
企业网络安全策略漫谈 余 蓉	228
设计院存储系统建设初探 汪位龙	232
面向勘察设计单位开发的图档管理系统——万维 2000 图档管理系统简介 张志广 赵海军	237
高速公路高边坡信息管理系统 陈 杰 徐生明	242
城市环线工程信息平台的功能设计与系统实现 阮 欣 石雪飞 沈桂平	247

一、综合篇



基于空间信息技术的数字化公路勘察设计新体系

赵喜安 陈楚江 杨季湘 邓 涛

(中交第二公路勘察设计研究院)

摘 要:现代地球空间信息技术的进步促进了公路勘察设计技术的发展。作者针对我国公路建设的特点与需要,通过国家“九五”重点科技攻关课题和交通部西部交通建设科技项目,对我国公路建设中的重大关键技术进行了深入系统地研究,提出了基于空间信息技术的数字化公路勘察设计新体系。该体系已成功应用于沪宁高速公路扩建工程和我国惟一不通公路的西藏墨脱县的墨脱公路勘察设计,改变了我国公路勘察设计模式,实现了公路勘察设计手段与方法的重大突破与创新。

关键词:地球空间信息 勘察设计 技术体系 高分辨率卫星图像 大地水准面 地质遥感 公路 CAD

1 问题的引出

改革开放以来,我国公路建设取得了令世人瞩目的巨大成就,公路总里程达到 184 万公里,其中高速公路 3.2 万公里,居世界第二位。桥梁隧道建设也达到了国际领先水平,目前我国东部等发达地区高速公路网已初步形成。随着西部大开发的不断深入,我国公路建设的重心已逐步从东部发达地区向西部山区、边远荒漠地区转移,从新建公路开始向老路扩容改扩建方面拓展,从国内公路建设向国际大通道方向延伸,从单纯的刚性工程建设向数字化勘察、设计、施工、管理一体化技术提升。公路建设的发展使前期规划、勘察设计面临着一系列新问题。

1.1 工程建设环境恶劣、建设条件艰巨

1.1.1 地形条件越来越差

我国西部地区山峦起伏、峡谷深邃,从峡谷盆地至高山峻岭、从戈壁荒漠至岩溶、冰川等各种地貌单元应有尽有,极为复杂。变化剧烈的高差使公路路线平面蜿蜒曲折、纵坡上下起伏、横坡高陡深峻。这种地形条件无论是对公路路网规划、公路通道走廊的选择、路线方案的比选以及路线平纵横协调设计等都带来了新的困难,特别是使公路测量变得极为艰巨,有些地区采用人工或常规勘察方法和技术手段难以完成。因此,必须研究一套更新的勘察设计新技术,以获取公路勘察设计所必须的高精度、大比例、数字化的地表信息。

1.1.2 地质条件越来越复杂

我国西部地区地质构造复杂,地壳运动强烈,活动构造众多,各种地质灾害不仅种类多、分

布广,而且病害、灾害严重,且活动频繁。西部地区断层、破碎带、滑坡、崩塌、泥石流、水毁、地震、黄土、湿陷、沼泽、冻土、风灾、雪害、沙害等各种各样的地质现象和公路灾害的勘察、设计和处治技术,已成为了公路建设所面临的最为紧迫的重大难题。

1.1.3 建设条件越来越艰巨

桥梁隧道等大型构造物所占路线比例越来越大。我院最近几年许多工程的设计数据表明,一般山区高速公路桥隧比例已高达 65% ~ 80%,最多达到了 85%;各种高墩、高塔、大纵坡、大跨径和曲线桥梁、各种长大隧道等复杂异形结构变化多样且连绵相接,而且这些大型桥隧工程大多都处于地形、地质、气候条件相对较差且施工场地狭窄的地方,这些都对公路勘察设计技术和质量控制提出了更高的要求。

1.1.4 工程建设周期越来越短

国家经济建设的快速发展对公路等基础设施建设提出了更加快速的发展要求,在目前技术资源有限的情况下,工作量不断增加,而设计周期又要求越来越短,如何以提高科技含量和技术水平来摆脱技术人员长期疲劳工作、防止质量事故发生已成为摆在我们面前一道必须回答的现实问题。

1.2 技术要求越来越高

1.2.1 公路扩容改扩建

除上述山区高速公路所提出的各种技术要求之外,公路扩容改建成套勘察设计技术也是目前我国公路建设所面临的重大课题。随着我国经济建设的快速发展,前期所建的部分四车道高速公路(特别是经济发达地区)车流量已日趋饱和。以沪宁高速公路为例,最大断面交通量已达 68000 辆/日(换算为小车数),道路拥塞已达到了无法承受的程度,道路服务水平已明显低于设计要求,对这些干线高速公路的改扩建迫在眉睫。然而,与新建公路不同的是,除了路基、桥梁的拼接技术、路基沉降等工程性问题外,最大的问题在于这些干线公路是不可能中断交通而进行上路调查与勘察,必须研究适应这种条件的新的勘察设计技术和方法。

1.2.2 环境保护与景观建设

环境景观建设必须摒弃现有的先建设后维护、先破坏后治理的传统模式,且应该在勘察设计初期就引入体现地域文化特色、公路建设与自然环境融合统一和可持续发展的设计理念,并将这一设计理念贯穿至勘察设计、施工和运营管理的始终,以减少不必要的重复设计和施工建设,达到尊重自然,重视环境,提升公路综合品质,建立人、道路、自然和谐共生和显现秀美山川的最高境界。

1.2.3 数字高速公路

数字高速公路是数字地球的重要组成部分,它把高速公路的空间信息和属性信息数字化、可视化、网络化、智能化,构成公路信息模型,实现从规划、勘察、设计、施工、监控、收费、养护、运营和服务等多环节上对高速公路进行数字化建设、管理、养护和可持续发展,为用户提供高效、个性化和自主服务,并服务于高速公路的整个生命周期。数字化高速公路涉及信息技术、计算机技术、通信技术、控制技术等,它对高速公路自身的建设与发展提出了新的课题,同时也对技术人员和公路建设者提出了新的挑战。

综上所述,公路建设所遇到的新的困难和新的要求是目前常规公路勘察设计技术难以解决的,它对公路勘察设计技术提出了一系列新的课题,需要建立一套完整的、全新的、与公路建设发展相适应的公路勘察设计技术体系。

2 公路勘察设计技术新体系

2.1 全新的公路勘察设计体系

20 世纪是地球空间信息技术突飞猛进的时代,这也为 21 世纪“数字地球”“数字交通”“数字城市”等数字化概念的提出和研究应用打下坚实的基础。

在地表空间定位方面,美国的 GPS 卫星、俄罗斯的 GLONASS 卫星已直接向民用开放。GPS + GLONASS 为工程应用打开了更加广阔的空间。这种联合应用让用户即使在深山峡谷,也有可能观测到足够的卫星,并进行精确定位,这使得全球任何地方都可精确测得三维空间位置。

GPS 能全天候实时地获取三维坐标,其平面定位已达到工程应用的高等级要求,而其第三维坐标,即大地高的应用是需要研究的问题。好在空间对地观测重力卫星,如 CHAMP、T/P 卫星等,在获得大量卫星激光测高、星星跟踪、GPS 定位等数据后,全球地球重力场模型不断精细。这一结果出现两种情况,一是促进地球重力场模型向高阶发展,如 1800 阶;另一个是工程更为关心的厘米级的工程精化似大地水准面的建立。

自 1972 年发射陆地资源卫星以来,现在天上运行的各种资源卫星很多。这些卫星的空间分辨率、光谱分辨率越来越高。商用的 1m 分辨率 Ikonos 和 0.6m 分辨率的 Quickbird 就是高分辨率的卫星影像典型代表。越来越多的对地观测的存档数据为地质遥感勘察提供了可资利用的大量遥感数据。

除上述各种卫星及时地为用户提供实时精确的空间信息外,现代地球空间信息技术同样得益于人们长期对地观测取得的成果,包括各种级别的数字地形图,数字地面模型,地球重力观测资料,各种长期的地表监测控制资料等。这些数据能极大地弥补卫星对地观测全球模型中、长波精确,而短波不够精确的缺陷,使得各种全球模型更加精细。

在地球空间信息技术高速发展的同时,公路 CAD 技术也取得了长足的进步。这主要表现在公路 CAD 密切与地球空间信息技术集成,其系统接口具有良好的开放性;系统运行基于微机平台和 Windows 操作系统,采用面向对象的软件开发工具和工程数据库等。

随着地球空间信息技术和公路勘察设计技术的日益进步,以及不同学科与专业之间的日益交叉和融合,一套全新的公路勘察设计技术体系已逐步形成(图 1、图 2)。

这种全新的公路勘察设计技术体系是以 GPS、RS、GIS 技术为基础,以现代空间信息技术为核心,利用各种对地观测数据进行公路的规划、勘察与设计。它涉及到地球物理学、大地测量学、摄影测量与遥感、地球科学与环境科学、公路工程与计算机 CAD 等多种学科和专业。公路勘察设计新技术体系见图 3,其技术流程见图 4。

2.2 公路勘察设计新体系的特点

与以前的公路勘察设计技术相比,基于空间信息技术的数字化公路勘察设计体系有以下几大显著特色。

2.2.1 突破

(1)GPS 测量配以工程精化似大地水准面模型,可代替水准测量,其相对精度达到厘米级。

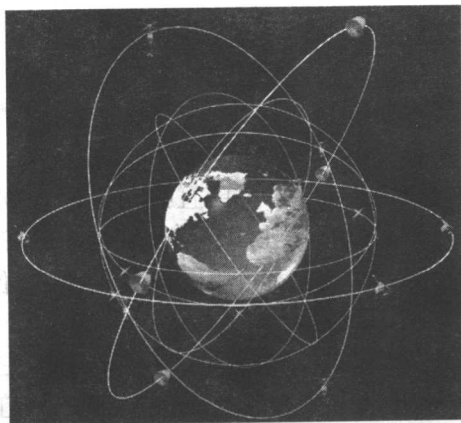


图1 空间信息技术

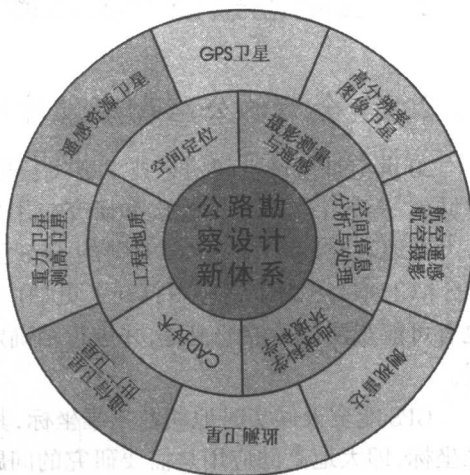


图2 公路勘察设计新体系的形成

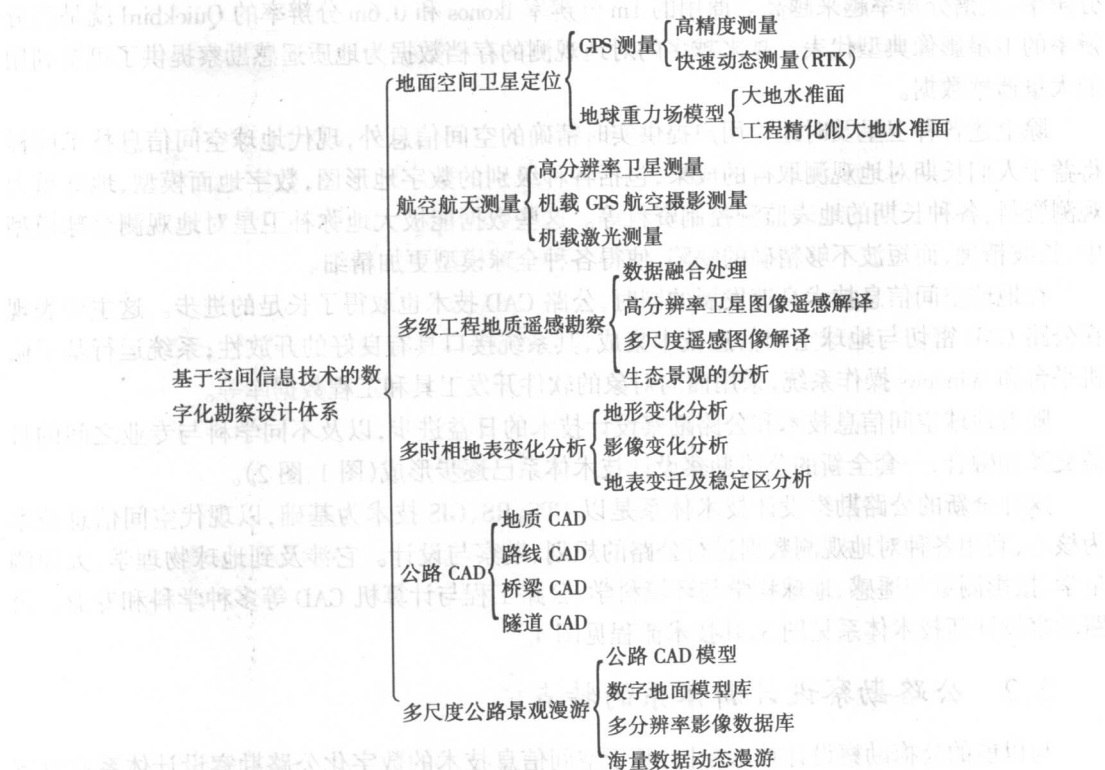


图3 公路勘察设计新体系图

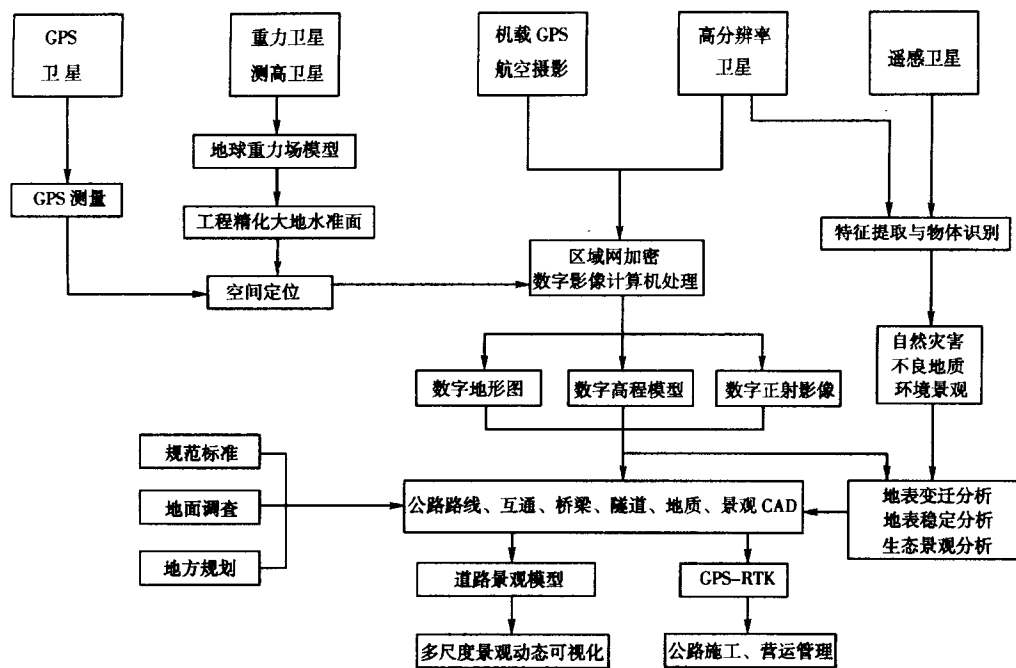


图4 公路勘察设计新体系技术流程图

(2)多源多时相数据的空间分析,确定地表变化及相对稳定区域,为公路路线方案的确定提供科学依据。

(3)遥感用于公路勘察设计区域生态景观分析,促进区域生态环境保护与可持续发展。

2.2.2 创新

(1)Ikonos 卫星测量代替航空摄影测量,1m 分辨率的卫星测量达到 1:2000 比例尺精度要求。

(2)Ikonos 与其它数据源的融合,建立多级地质遥感勘察模式,满足初步勘察的工程地质遥感要求。

(3)GPS 测量不仅提供高精度的平面成果,也能同时提供高精度的高程成果。

2.2.3 集成

(1)多种空间数据分析与处理的集成,实现了多种数据源(地形、地质、设计等线划与影像数据),多时相(同一地区不同时期数据)的综合分析与处理,从宏观到微观把握公路勘察设计区域的情况。

(2)现代地球空间信息技术与先进的公路 CAD 技术的集成,不但能实现公路路线、桥梁、隧道、互通等计算机辅助设计与优化,还使地质、路基稳定与防护、特殊结构以及三维设计和可视化设计达到新的阶段。

(3)多尺度的公路勘察设计景观的实时观测与动态漫游,为路线通道走廊的选择、路线方案的评估、生态环境的评价、设计质量控制、公路比选与优化、公路建设与可持续发展提供可视化的评估手段。

3 典型重大工程的应用研究

最近两年,我院相继承担了自然环境极端困难、工程技术要求极其复杂的多项大型公路工程勘察设计项目,其中最为典型的是沪宁高速公路扩建工程(不干扰现有交通)、沪蓉国道主干线湖北宜昌至恩施山区高速公路(桥隧比例高达 85%)、厦门东通道海底隧道(中国大陆海底第一隧)和西藏墨脱公路(多项世界之最)。面对这些世界级的极端困难复杂项目,我们迎难而上,挑战极限,全面研究和应用了基于空间信息技术的数字化勘察设计新体系。下面分别以沪宁高速公路扩建工程和西藏墨脱公路工程为例,分别介绍新体系的研究与应用情况。

3.1 沪宁高速公路扩建工程——打造我国首条数字化高速公路

3.1.1 背景与挑战

(1)沪宁高速公路 1996 年 9 月建成通车,曾荣获“鲁班奖”、“詹天佑大奖”、“国家科技进步奖”等奖项,以其重要作用和地位被誉为“长三角上的金飘带”。

(2)全线年均断面交通量已达 30580 辆/日,最大断面交通量达 68000 辆/日,车流量处于超饱和状态,交通拥挤堵塞,严重地制约了长三角地区社会经济的快速发展。经反复比选论证,最终推荐采用“两侧拼接为主、局部两侧分离”的方式将老沪宁路扩建为八车道的高速公路。

(3)工程处在河网软基地区,路基路面位移沉降较大,而勘察设计过程中现有交通又不能受到干扰、不能封路测量勘察,不能按常规方法测量横断面。

(4)新老路基、新老桥梁无缝拼接技术复杂,要求建立精确的老路基数字模型和地面数字模型,并具备任意剖切模型的技术。

(5)扩建工程初始就制定了“数字化新沪宁”的极具挑战性的高目标,必须建立地面数字模型、原沪宁高速公路数字模型、扩建公路数字新模型等多种模型及采用叠加融合技术,为“数字化新沪宁”的建管养提供最重要的数字化平台(即具有属性和三维几何特性的公路 GIS 系统)。

3.1.2 突破与成果

针对沪宁高速公路扩建工程新的技术特点和挑战,我院全面应用国家重点攻关成果“GPS、航测遥感和 CAD 集成技术”(曾荣获 2004 年度国家科技进步二等奖),以建立沪宁高速公路高精度的数字信息系统为核心,开展了一系列的技术攻关,取得了多项重大成果:

(1)在国内高速公路的勘察设计中,首次采用超低空(航高 670m)、大比例(航摄 1:5000)、全彩色航空摄影,数据采集的精度因此而提高数倍。

(2)采用数字摄影测量技术获取 1:1000 比例尺的全要素三维数字地形图(高速公路用图一般达到 1:2000),地形图精度提高到平面 $\leq 0.15\text{m}$,高程 $\leq 0.12\text{m}$ 。除采集一般地表信息外,数字摄影测量技术还采集了现有高速公路路况数据,包括路面、路基、结构物、道路设施等空间数据和属性数据,创建了沪宁路全线现有地面和路况数字模型,直接用于设计。

(3)首次在高速公路的勘察设计中建立了全线真彩色大比例尺数字正射影像,地形、地物、地貌完整真实地展现出来,直观、形象地用于路线方案研究和勘察设计,见图 5。

(4)研究应用国家“精化大地水准面”和国家高等级 GPS 控制网建立高精度的 GPS 三维空间定位测量控制系统,建立全线高精度高分辨率的精化大地水准面模型,GPS 测量的大地高程可直接转换为工程测量所需的海拔高程,精度误差 $\leq 2.22\text{cm}$,满足初步设计和施工图设计要求,有效地避免了利用常规仪器上路测量给沪宁路交通带来的各种干扰,大大减少野外工作量。



图5 利用数字正射影像进行方案设计

(5)首次创建了老路路基高精度(平面和高程中误差 $\leq 2\text{cm}$)数字模型,满足施工图勘测与设计要求。老路路面和路基数据采用 GPS-RTK 沿路面边缘采集三维坐标,并对航测数字模型进行加密和修正,使之满足施工图的要求,大大提高了勘察设计的工作效率。高精度数字模型还发现了沪宁沿线地面沉降状况和规律,最大沉降发生在苏州无锡段,达 91cm,年均沉降 8.3cm。

(6)公路路线、互通立交、桥梁设计实现了三维动态可视化设计,建立了公路三维设计模型,见图 6。

(7)所获取的地面数据、现状路况数据、大比例全要素三维数字地形图、数字地面模型、老路路基路面高精度数字模型、真彩色大比例尺数字正射影像、公路设计模型等各种空间信息和影像信息进行了有效地集成,为“数字化新沪宁”提供了最基础、最重要的地理信息资源,见图 7。

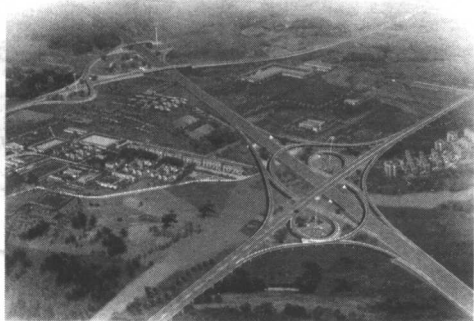


图6 三维可视化设计



图7 设计模型、影像模型叠加

数字化高速公路在沪宁高速公路扩建工程中的研究与实施,彻底改变传统的公路勘察设计、建设和管理等环节中的信息处理方式和工作模式,使高速公路的建设、运营管理变得直观高效,使我国高速公路建设提升到一个新阶段,是我国交通事业步入国际领先水平的标志之一。

3.2 西藏墨脱公路——最具挑战性的工程

3.2.1 特殊的背景与极端的自然环境

西藏自治区墨脱县是青藏高原最神秘的地方,是藏传佛教的“莲花圣地”。墨脱位于喜马

拉雅山南侧、世界第一大峡谷——雅鲁藏布江大峡谷两岸,东北西三面受喜马拉雅山脉和冈日嘎布山脉阻隔,南与印度毗邻,是我国的重要边防前哨和战略要地,也是目前我国惟一不通公路的县。

(1)墨脱地处欧亚板块和印度板块的缝合带上,地应力强烈集中,新构造运动剧烈,地质现象极为复杂,是世界上地质灾害发生最齐全、最频繁和最强烈的地区,见图 8。

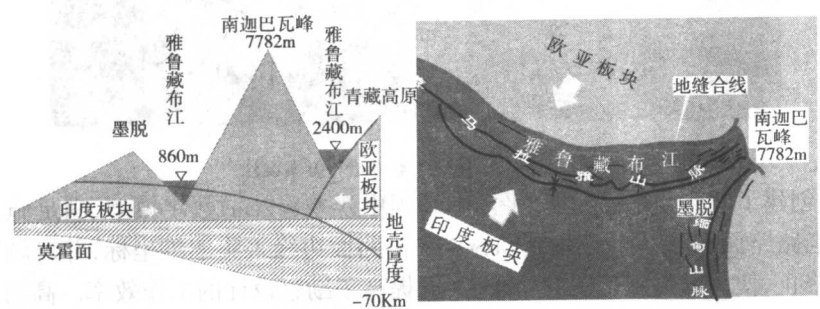


图 8 墨脱地区地壳运动和地势图

(2)大小地震不断,我国史记发生的最大震级 8.5 级地震就发生在墨脱。

(3)墨脱境内地质灾害众多,岩石破碎,大面积剧烈的山体崩塌、滑坡、泥石流、水毁、冰川雪崩等各种灾害应有尽有,且频频发生,被称为“世界地质灾害博物馆”,见图 9。

(4)地形起伏最大,直线距离在 60km 范围内,地形从海拔 680m 的峡谷直升至海拔 7782m 的极高山,“山脚在江边,山顶在云间,说话听得见,走路要一天”是墨脱陡峭地形的真实写照。

(5)墨脱地貌类型齐全,集中了雪山、冰川、峡谷、急流、原始森林、瀑布、冰湖、沼泽等各种自然景观,极端的气候和地貌反差均为全球之最,见图 10。

(6)强劲的西南暖湿气流使墨脱年均降水量达 2500 ~ 4300mm,相当于长江流域的 3 倍,强烈的降水孕育了墨脱众多的季风型温性冰川,同时也是许多重大地质灾害的重要诱发根源。

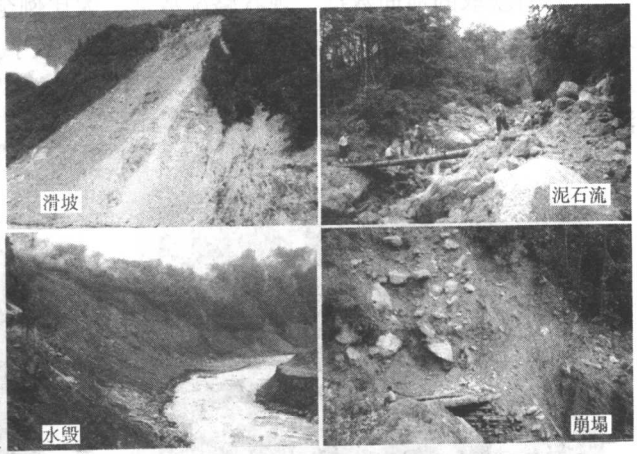


图 9 墨脱地区严重的地质灾害

(7)墨脱是世界上山地垂直自然带最齐全完整的地方,具有八个典型的生态带谱,生物的多样性最全,可谓“一目观四季,十里不同天”。

(8)墨脱地处有争议的麦克马洪线附近。

(9)墨脱位于国家基础控制测量框架之外,无大比例尺地形图、地质图、无国家控制点、水准点和重力点,墨脱公路所需的各种地形、地质、气象、水文等资料基本上均为空白。同时,由于地处边境地区、极高山和极端的气候条件使航空摄影空域受到极大的限制。

(10)墨脱的交通极为困难,党和政府曾多次投巨资修建墨脱公路,历经了我国几代公路人的努力,终因极端的环境和经济、技术多方面的原因,使墨脱公路屡建屡毁,始终未能全线通