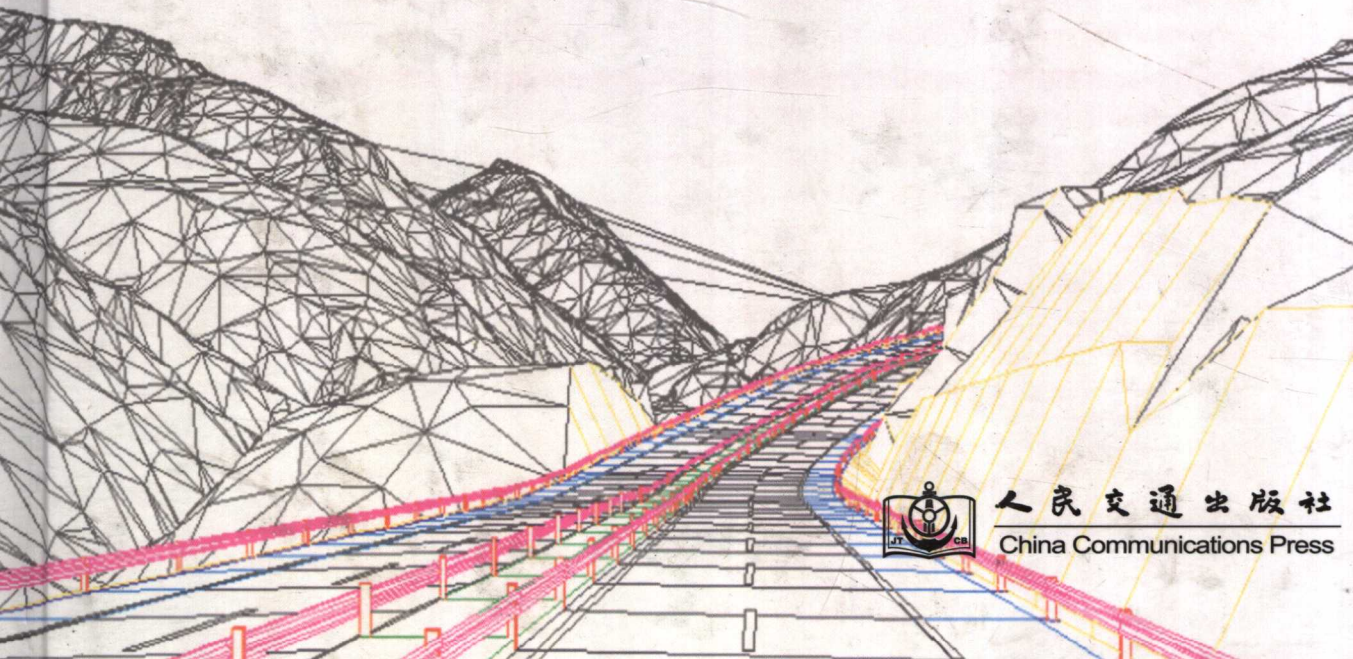




GONGLU
KANCE
SHOUCE

公路勘测手册

● 黄文元 汪双杰 主 编
● 党建军 王守彬 副主编



人民交通出版社
China Communications Press

Gonglu Kance Shouce
公路勘测手册

黄文元 汪双杰 主 编
党建军 王守彬 副主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是一本关于公路测量、勘测调查方面的工具书,内容包括公路勘测的一般原理、具体的操作过程、勘测调查的内容与方法、注意事项及相关资料等。

该书由《公路勘测规范》(JTG C10—2007)和《公路勘测细则》(JTG/T C10—2007)编写组的原班人员编写完成,书中所述之规定与要求完全与规范和细则保持一致。

本书可供公路勘测、设计人员使用,也可供有关大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路勘测手册/黄文元,汪双杰主编. —北京:人民交通出版社,2007.9
ISBN 978-7-114-06850-8

I. 公... II. ①黄... ②汪... III. 道路工程-勘测-手册
IV. U412.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 148535 号

书 名: 公路勘测手册

著 作 者: 黄文元 汪双杰

责任编辑: 郭思涛

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: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 32.5

字 数: 970 千

版 次: 2007年9月 第1版

印 次: 2007年9月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06850-8

印 数: 0001—4000 册

定 价: 68.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《公路勘测手册》编写组

主 编：黄文元 汪双杰

副主编：党建军 王守彬

编 委：彭建国 胡 珊 丁小军 贾康权

严治河 罗满良 赵永国 杨厚波

单永森 王新洲 郭腾峰

序

“经济发展,交通先行”是政府的理念;“要想富,先修路”是百姓的共识。

世纪之交,中华大地上展开了全球最大规模的公路基础设施建设,过去十五年建设了近百万公里新路,未来十五年还将建设新路百万公里。公路大建设不仅给公路勘察设计行业带来了发展的机遇,更对公路勘察设计技术的进步提出了新的挑战。

公路勘测是为满足设计、施工需要而进行的测量和调查工作,涉及测绘和公路设计两个方面的知识的结合。多年来,广大公路勘测技术人员迫切盼望能有一本完整介绍公路勘测各专业技术与实用操作方法的综合类工具书,以指导工程实践。

《公路勘测手册》就是这样一本综合了公路测绘、设计、勘测调查等知识领域的全面、实用的大型工具书。该《手册》是由《公路勘测规范》(JTG C10—2007)和《公路勘测细则》(JTG/T C10—2007)编写组的原班成员进行编写的。他们把紧密结合工程实际和可操作性作为指导原则,前后历时四年,在广泛调查研究与征求意见和认真总结实践经验与参考有关国际标准的基础上编制完成。《手册》内容翔实、资料丰富、图文并茂、深入浅出,不仅结合了《规范》与《细则》中的一般作业规定、精度评价指标及主要推荐作业方法,又包括了近年来新发展的高技术方法。

本《手册》对从事公路勘测设计工作的广大技术人员具有很高的参考价值,特别是对年轻工程技术人员具有指导意义。《手册》的出版将促进公路勘测工作的系统化、规范化、标准化和国际化,有益于进一步提高工程设计的质量,推进资源节约与环境友好的设计思想在公路建设中更好地贯彻落实。以此序表达对作者们辛勤劳作的敬意,并把《手册》推荐给公路勘测设计专业的学生、教师和技术人员学习参考。

交通部专家委员会主任:

2007年4月26日 于合肥

前 言

本手册是公路勘测方面的大型工具书,内容翔实、资料丰富、图文并茂,涵盖了公路测量、勘测调查的各个方面,并包含了近年来发展的高新技术和方法。

编写前和编写过程中,编写组结合《公路勘测规范》(JTJ C10—2007)和《公路勘测细则》(JTJ/T C10—2007)的修编,进行了认真的调研,收集了大量的资料。该手册包含了公路勘测的一般原理、具体的操作过程、勘测调查内容和方法、注意事项及相关资料等,本书涉及的各种勘测手段的作业规定、精度要求等指标采用了同期修编的《公路勘测规范》(JTJ C10—2007)和《公路勘测细则》(JTJ/T C10—2007)的规定。

全书共分十一章,第一章绪论由汪双杰、黄文元编写;第二章仪器保养与检验第一、二节由王守彬编写,第三、四、五、六、七节由黄文元编写;第三章测量标志与测量记录由黄文元编写;第四章控制测量由王新洲、黄文元编写;第五章地形图测绘由贾康权编写;第六章摄影测量由王守彬、党建军编写;第七章三维激光扫描技术由黄文元、王守彬、赵永国编写;第八章数字地面模型由党建军、郭腾峰编写;第九章路线测量由彭建国、杨厚波编写;第十章勘测与调查第一、二、四、六、七、十一节由胡珊、严治河编写,第三节由丁小军编写,第五、八、九、十节由黄文元、单永森编写;第十一章勘测资料检查验收与归档由黄文元、罗满良编写。初稿完成后第一、十一章由汪双杰统稿,第六、七章由党建军统稿,第二、三、四、五、八、九、十章由黄文元统稿。

本手册的出版得到了中交第一公路勘察设计研究院科研发展基金的资助,编写时参阅、援引了相近、相关的书刊和资料中的部分内容,编写过程中,得到了交通部公路司的大力支持,全国各公路设计和有关勘测单位提出了很多宝贵意见,何希馥为全书文字录入、插图绘制、校对和编排做了大量的工作。在此特向给予支持、帮助和提供方便的单位和个人表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺陷和错误,希望读者给予批评指正。

编写组

2007年6月·西安

目 录

序	凤懋润
前言	编写组
第一章 绪论	1
第一节 公路勘测历史、现状和发展前景	1
第二节 公路勘测特点	7
第三节 公路勘测基本要求	8
第四节 公路勘测阶段划分	8
第二章 仪器保养与检验	10
第一节 测量仪器检视、维护和保养	10
第二节 水准仪检验	15
第三节 经纬仪检验与校正	23
第四节 无棱镜激光测距仪检验	32
第五节 全站仪(光电测距仪)检验	36
第六节 GPS 接收机检验	51
第七节 钢尺检定	56
第三章 测量标志与测量记录	59
第一节 公路测量标志	59
第二节 测量记录	62
第三节 测量记录格式和内容	66
第四章 控制测量	102
第一节 控制测量任务和内容	102
第二节 测量坐标系	103
第三节 平面控制测量	129
第四节 高程控制测量	165
第五节 控制网平差计算	203
第五章 地形图测绘	214
第一节 地形图测绘基本内容和任务	214
第二节 地形图测绘一般规定	214
第三节 图根平面控制测量	217
第四节 图根点高程测量	227
第五节 地形图测绘	230
第六节 数字化成图	248
第六章 摄影测量	255
第一节 航空摄影测量现状和发展	255
第二节 航空摄影测量基本原理	257
第三节 航空摄影	264

第四节	航测外业	270
第五节	航测内业	280
第六节	地面摄影测量	287
第七章	三维激光扫描技术	303
第一节	现代公路测量存在问题	303
第二节	三维激光扫描工作原理	304
第三节	三维激光扫描仪分类	305
第四节	三维激光扫描系统特点	308
第五节	三维激光扫描系统集成	310
第六节	三维激光扫描数据处理技术	313
第七节	三维激光扫描技术应用	323
第八章	数字地面模型	326
第一节	数字地面模型应用的现状和发展	326
第二节	数字地面模型原理	328
第三节	数字高程模型数据获取	330
第四节	数字高程模型数据处理	341
第五节	数字地面模型精度指标与技术要求	358
第六节	数字地面模型在公路勘测中的应用	369
第九章	路线测量	386
第一节	概述	386
第二节	初测阶段测量工作内容和要求	386
第三节	定测阶段测量工作内容和要求	389
第四节	曲线测设	397
第五节	中桩测量方法	411
第六节	中桩高程测量	418
第七节	横断面测量	422
第十章	勘测与调查	426
第一节	公路勘测目的和任务	426
第二节	路线勘测与调查	426
第三节	路基、路面、排水及防护工程勘测与调查	427
第四节	桥梁、涵洞勘测与调查	438
第五节	隧道勘测与调查	449
第六节	路线交叉勘测与调查	460
第七节	沿线设施勘测与调查	463
第八节	环境保护及景观勘测与调查	470
第九节	其他资料调查	476
第十节	外业勘测时内业工作	479
第十一节	各阶段应提供的勘测调查资料	482
第十一章	勘测资料检查验收与归档	498
第一节	勘测资料校审程序及职责范围	498

第二节	勘测资料检查验收规定.....	500
第三节	勘测成果质量评定标准.....	500
第四节	资料归档.....	502
参考文献		505

第一章 绪 论

第一节 公路勘测历史、现状和发展前景

现代交通运输方式有铁路、水运、航空、管道和公路等,这些运输方式在技术、经济上各有其特点。铁路运输运距长、运量大;水运在通航地区运价低廉;航空运输则有快捷、速达的优点;管道运输多用于运输液体、气体或散装物品。与其他运输方式相比较,公路运输具有如下特点:

1. 机动灵活性高,能迅速集中和分散客流、货流;
2. 能做到直达运输,不需要中转,节约时间,减少费用,减少了人员中转不便以及货物周转损失;
3. 可伸展到山区和农村、机关学校和工矿企业;
4. 适应性强、服务面广,既适应于小批量运输,也适应于大宗运输;
5. 公路的运输工具多样,是与人们工作和生活关系最为密切的,也是人们在工作 and 生活中离不开的一种运输形式。

由于公路所具有的明显优势,所以公路建设无论是在过去还是现在、国内还是国外,都处于优先考虑的地位。我国的道路建设具有悠久的历史,早在周、秦时代就有“周道如砥,其直如矢”,“秦为驰道于天下,东穷燕齐,南极吴楚”等记载,以后各代又设置了马驿、水驿,还开创了丝绸之路等国际通道。但由于旧中国时期、解放初期经济落后,公路建设里程短、规模小、等级低,加之技术水平低,因此公路勘测设计的手段十分简单、落后,路线选线、定线一般采用实地插线,距离测量采用钢尺量取,高精度的距离测量则采用非常烦琐的基线测量,计算只能采用珠算和手工计算,工作效率十分低下。

近 20 年来,我国公路基础设施建设实现了跨越式的发展,取得了举世瞩目的成就。随着电子、信息和空间等技术的迅猛发展,我国国民经济综合实力的不断增强,我国的公路建设已从过去的低等级公路的水平与规模,发展到构建“五纵七横”高速公路运输网络的宏伟体系。据交通部最新发布的统计数据,1989 年全社会交通投资仅 156 亿元,“八五”期间年均投资 619 亿元,“九五”期间年均已达 2062 亿元,2002 年达 3150 亿元,“十一五”开局之年的 2006 年,公路投资更高达 6231.05 亿元。1989 年我国高速公路通车里程仅为 271km,到 1999 年突破 1 万 km,2002 年已达 2.52 万 km,跃居世界第二,2006 年更高达 4.53 万 km,至 2020 年,还将重点建设 3.5 万 km 高等级公路,组成国道主干线“五纵七横”十二条路线。因此,高速公路的建设投资规模正日益高涨,呈现加速发展的态势。与之相适应,传统勘测手段已远远不能满足高等级公路勘测精度与建设周期的要求,出现了以全球定位系统(GPS)、数字摄影测量(DPS)、遥感(RS)、网络地理信息系统(WebGIS)和智能交通信息系统(ITS)(以下简称“5S”)为代表的

现代高新测量技术体系。它们的应用与集成反映了现代公路测量技术的新特点。公路勘测正在从传统的“低效率、全野外”,向“高效率、数字化”的方向迈进。

一、GPS 在公路勘测中的应用

全球卫星定位系统,具有全球性、全天候、连续性、实时性、高精度、高效率、劳动强度低、点间无须通视等优点,在公路勘测中已经广泛应用于路线及其构造物控制网的施测、航空摄影的 GPS 导航、像片主点坐标和飞机飞行姿态的实时测定、像片控制测量等。GPS 和 RTK 技术的广泛应用,改变了控制测量和路线中桩放样的手段。GPS 在公路工程上的应用主要表现在下述几个方面。

(一) 建立路线控制测量

传统的公路控制测量主要在路线走廊带内采用三角测量和导线测量等技术来完成,由于新建公路受交通极为不便和地形等因素的影响,勘测效率极其低下,加之需要与国家高等级控制点之间联测,传统的公路控制测量技术一定程度上制约了公路工程建设规模与水平。随着 GPS 技术的诞生、发展以及在公路工程中的应用,相对于传统测量方法而言,采用 GPS 技术进行路线控制测量具有不可比拟的优越性,因此,适于公路勘测特点的 GPS 测量作业模式、方法以及与传统测量手段的衔接、精度匹配等技术问题的解决,为 GPS 在公路工程中的应用奠定了坚实的基础。

(二) 建立高精度施工控制网

随着高等级公路由平原微丘向山岭重丘延伸,我国已成为隧道增长速度最快的国家,在“九五”和“十五”期间,隧道建筑技术一直被列为交通部重大研究课题。对于公路工程中的大型结构物(桥梁与隧道),应在路线控制测量的基础上建立高精度的独立控制网,以满足结构物的勘察、设计与施工。因此,在充分利用 GPS 等现代测绘新技术时,一些学者针对各项工程特点,在控制网优化设计、必要精度以及作业方法等方面都提出了很多颇有见地的观点,并在一些大型工程如秦岭特长隧道(18.020km)、雪峰山特长隧道(7.3km)以及厦门东通道海底隧道等项目中得到了充分的应用。

(三) 放样测量与数据采集

采用 GPS-RTK 技术进行公路勘测的三维放样测量,其方法是基准站接收机借助电台将其观测值及坐标信息,发送给流动站接收机,流动站接收机通过电台(数据链)接收来自基准站的数据,并同时采集 GPS 观测数据,在系统内组成差分观测值进行实时处理,求得其三维位置(x, y, z),然后将其坐标值与设计坐标值进行比较,以确定距离与方位的偏差,再逐渐趋近直至点位满足放样精度为止。在数据采集的应用方面, GPS-RTK 与数字测深仪的集成与应用,为水下地形的测绘和勘察提供了先进的手段,尤其是在建立验潮站困难的地方,该方法可实现无验潮模式的水下地形测绘。此外 RTK 技术还可应用于大比例尺地形图的绘制、横断面测量和土石方计算等。近几年,RTK 技术的迅速发展和应用,极大地提高了公路勘测效率,加快了公路勘测技术的发展。

二、DPS 在公路勘测中的应用

传统公路勘测获取地形图是靠投入大量人力、物力进行平板测图,不仅工作量大、周期长、

测图规模有限,而且一般来说,平板测制的地形图,其地形、地物表示的合理性、完整性方面要比航空摄影测量成图差。

航空摄影测量自诞生至今已有 100 余年的历史,随着计算机技术的应用,航空摄影测量得到了迅速的发展,从模拟摄影测量、解析摄影测量发展到现在的数字摄影测量(DPS)。数字摄影测量是解析摄影测量进一步发展的结果和产物,从广义上讲,它指的是从摄影测量和遥感所获取的数据中,采集数字化图形或数字影像,在计算机中进行各种数值、图形和影像处理,研究目标的几何和物理特性,从而获得各种形式的数字和可视化产品,这些数字产品主要包括数字地图、数字高程模型(DEM)、数字正射影像、测量数据库、地理信息系统(GIS)和土地信息系统(LIS)等;可视化产品主要包括地形图、各种专题图、纵横剖面图、透视图、正射影像图、电子地图和三维动画产品等。

摄影测量与计算机技术的有机结合,使得公路勘测与设计所使用的测绘产品不再局限于传统的线画图,而是具有属性特征的海量数据,通过这些数据构建数字地面模型(DTM)、数字高程模型(DEM)和正射影像地形图等产品。数字摄影测量的应用和发展为 4D 产品和 GIS 的数据来源提供了有力的保障,改变了传统的勘测设计方法和理念,改变了传统的公路选线、定线模式,与传统的平板测图相比,缩短了勘测周期,降低了劳动强度,提高了公路勘测质量。

三、三维激光扫描技术的应用

三维激光扫描系统是目前一种比较先进的技术,在国外的应用刚刚起步。其原理是以一定的间距测量物体表面所有的点,以大量点(点云)的方式真实再现所测物体的三维立体景观,即扫描仪发出窄束激光脉冲依次扫过被测区域,每个点实时地被存储下来形成电子数据库。

利用三维激光扫描技术,可以深入到任何复杂的现场环境及空间中进行扫描操作,并可以直接实现各种大型的、复杂的、不规则的、标准的或非标准的实体或实景三维数据完整的采集,进而快速重构出实体目标的三维模型,获取目标的线、面、体、空间等各种制图数据。同时,还可对采集的三维激光点云数据进行各种后处理分析,如测绘、计量、分析、模拟、展示、监测、虚拟现实等操作。采集的三维点云数据及三维建模结果可以进行标准格式转换,输出为其他工程软件能识别处理的文件格式。

三维激光扫描系统所拥有的技术优势,可以解决一些传统测量方法不能解决或者处理效果不是十分理想的问题,使得它在许多的领域中备受青睐。该方法测绘物体表面空间坐标的标称精度可以达到毫米级,有望能解决精确地形图的测绘问题。在公路勘测中应用该技术测绘的精确地形图,为实现数字化公路设计提供了广阔的发展前景。中交第一公路勘察设计研究院在该方面的应用研究已经进行了初步的尝试,并获得了比较理想的效果。

四、RS 在公路勘测中的应用

遥感(RS)在公路勘察中的应用主要是在工程项目的可行性研究阶段,它主要是利用卫星影像对公路带状范围内的工程地质情况做出客观的评价,以帮助地质选线。其主要方法有常规目视解释法、电子光学解释法和电子计算机解释法等。遥感技术在公路工程地质调查中的

应用,其主要内容是利用遥感图像判释公路沿线的地貌、第四纪地质、地层(岩性)、地质构造、水文地质、不良地质、特殊土、地震地质等,为高等级公路选线时避开不良地质提供技术指导,改变了传统的公路勘测方法,使大量复杂、繁重的野外作业移到了室内进行,对减轻勘测人员的劳动强度,提高勘测设计的质量,促进优化设计起到了明显的效果。

五、GIS 在公路勘测中的应用

GIS(Geographic Information System)是能够有效地采集、存储、修改、操作、分析和显示各种形式的地理参考信息的计算机软、硬件及地理数据的集成。自 1963 年加拿大开发了世界上第一套 GIS-CGIS(加拿大地理信息系统)系统以来,随着计算机技术与信息采集技术的发展,GIS 技术已渗透到社会生活的各个领域,并已成为一个巨大的信息产业。我国 GIS 技术的发展始于 20 世纪 80 年代初,较欧美先进国家起步约晚 15 年左右。我国公路交通部门 GIS 的应用始于 20 世纪 80 年代末,目前已应用到公路规划、勘察、设计及工程营运管理等各个领域。

GIS 数据是 GIS 系统的重要组成部分和基本要素。在公路管理系统中,采用点、线、面和栅格、像素与符号代表不同的道路信息,应用 GIS 地图分层管理来实现对路网中的信息进行数据查询和空间查询、分析、预测和决策。因此,对于 GIS 数据的组织与管理,必须在统一的坐标系下采用统一的编码规则进行实现。在路网规划方面,以 Arcinfo 为平台,运用 GIS 技术实现网络图形数据和属性数据间的存储、查询及相互转换,增强了数据处理过程的可视化、一体化和可操作化,提高了公路路网的工作效率。

纵观 GIS 在公路勘察领域的应用,目前大多数都是以专题系统的形式出现,它们之间相互独立,具有各自的特点,在空间数据的共享等方面比较欠缺。但随着互联网络技术(Web)与智能交通系统(Intelligent Transportation System,ITS)的发展,对于出行信息与物流管理等客观实际的需要,单一的 GIS 系统已不能支撑快捷的综合智能运输体系,因此在较大范围内基于数据采集技术与数据融合技术、GIS 技术、Web 技术、数据库技术以及按交通理论建立智能交通系统(ITS)等技术的综合应用,将会进一步提高现有公路网的营运能力。

GIS 在公路勘察领域的应用,所要解决的问题不是对 GIS 软件进行开发,而是如何将 GIS 技术的理论与方法应用到对公路路线方案、交通量预测、出行行为与路网密度等要素间的空间关联的分析中,以解决实际问题。如针对路线方案选定多目标空间决策问题,将 GIS 技术的理论与方法引入勘察设计,对工程可行性进行分析与评价,从而得出路线的优化方案。

六、4D 产品的应用

随着公路测设技术和计算机技术的发展,设计人员可以利用计算机技术实现路线方案的优化与比选,因此勘测成果与过去相比发生了质的变化。传统的公路勘测进行实地选线或在大比例纸质地形图上完成纸上定线时,需要的测绘产品一般为纸质的。采用计算机辅助设计以及航测、遥感等手段进行室内方案比选时,勘测产品从过去的纸质地形图为主体的形式,发展到以数字产品为主体的形式。数字产品形式主要有公路数字地面模型(DTM)、公路数字高程模型(DEM)、正射影像地形图(DOM)、数字线画地形图(DLG)以及栅格图像。

(一) 栅格图像的应用

公路勘测中应用栅格图像最早源于路线方案平面图的制作,其主要目的是直观地阐述路

线方案与沿线设施、路网间的关系,说明方案在路网中的作用与可行性。过去,路线方案图的制作通常采用小比例尺地形图拼接,不同的地形、地物及路线方案用不同的色彩表示,达到直观的效果。扫描技术出现以后,在图形处理平台中对位图图像进行平移、旋转、缩放、裁剪与拼接,获得路线方案走廊带的完整图形,然后导入公路 CAD 与路线方案叠加,形成直观、简明的路线方案效果图。除此之外,空间信息矢量点、线、面的不同基本信息单元,构成不同的分类,能表示不同的要素,因此栅格图像目前也多应用于对设计效果的直观判断。

(二) 公路 DTM 的应用

数字地面模型(Digital Terrain Model, DTM)就是利用不同的地形数据采集设备,采集大量地形点的三维坐标,按照一定的数字模型分析与联网,使这些空间点按照一定的规律描述地形起伏的状态。DTM 最早的应用领域就是公路勘测,在 1955 ~ 1960 年间,美国麻省理工学院的 Chaires. L. Miller 教授在美国麻省土木工程部门和美国交通部门工作期间,首次将计算机技术与摄影测量技术结合起来,较为成功地解决了道路工程的 CAD 设计问题,并提出了数字地面模型(DTM)的概念。此后,它被广泛应用于铁路、公路、输电线路的设计及各种工程的面积、体积、坡度的计算,任意两点间可视性判断以及绘制任意断面图等。他在利用摄影测图设备建立的光学立体模型上,量取沿待定公路两侧规则分布的大量地面点的三维坐标,输入到计算机中,代替人工进行土石方估算、分析比较和选线等繁重工作,大大地缩短了工时、节约了费用,取得了明显的经济效益。

DTM 数据的采集方法主要有航测方法、已有地形图数字化和地面实测等三种形式。对于采集的地形特征点数据,通常采用附有属性信息的离散数据结构和串状结构两种;在模型建立方面,通常采用矩形构网和三角形构网方法。

随着公路勘测技术的发展,DTM 在勘测与设计中的应用已相当广泛,目前公路行业最具代表性的有中交第一公路勘察设计研究院纬地三维 CAD 系统(Hint CAD)中的 DTM 部分、中交第二公路勘察设计研究院公路数字地面模型系统(BID-LAND)、美国 Geopak 设计软件和德国的 CARD/1 设计软件等,它们都是较为优秀的三维软件系统,在处理地形三维特征信息方面均有很强的能力。在数据粗差探测、三角网模型的优化、增删地形点后构网的更新与结果的更新等方面,国产软件以符合国情且功能不俗得到了更为广泛的应用。现在,DTM 不仅应用于建立地面数字模型,而且还应用于建立设计模型并实现多个模型间的融合,最后生成综合模型,并在综合模型上实现路线的平面、纵面和横断面设计以及排水设计,检查设计模型与地形模型间的景观效果等。图 1-1-1 是某互通立交枢纽区域的数字地面模型、设计模型和融合模型,可以看出其景观比较协调。

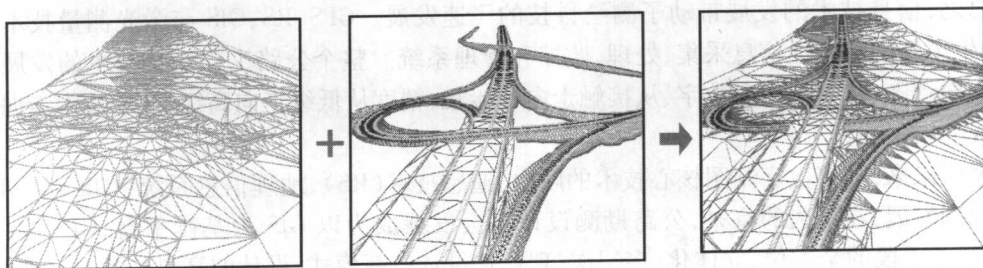


图 1-1-1 多模型融合

(三) 公路数字高程模型(DEM)的应用

DEM 是地形表面的一种数学表达形式,对公路带状区域的地面进行模型化,实际上就是根据采集的地形特征点进行数学处理的过程,因此,对于同一组数据信息可以用不同的数学模型进行表示。这些模型化的方法目前主要有四种:基于点的建模方法、基于三角形的建模方法、基于格网的建模方法和将其中任意两种结合起来的混合方法。DEM 具有三维空间信息,主要应用于待求点高程的插值、计算生成等高线、根据路线桩号的平面坐标进行高程插值、纵横断面插值等,可以在室内快速确定路线方案的纵、横断面的三维地面线,设计人员可以实时查询点的高程信息、快速进行多个设计方案比选与优化。

(四) 公路 DOM 的应用

数字正射影像地形图(DOM)是由正射像片镶嵌而成,并具有 DEM 信息的一种地形图,其信息量远远大于一般的线画地形图(DLG)。它主要应用于公路初测阶段的方案布设,具有简洁、直观的效果。图 1-1-2 为某公路改建时在数字正射影像地形图(DOM)上进行方案线布设的情形。

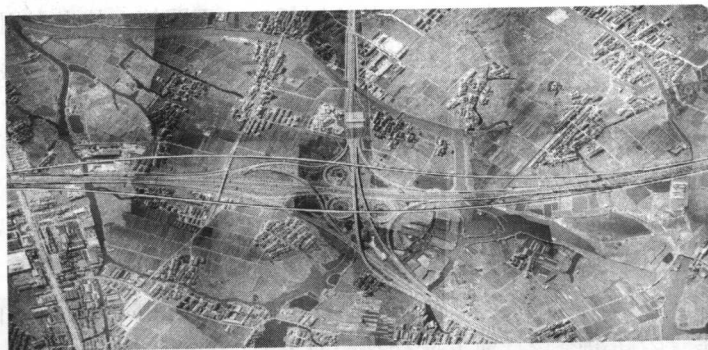


图 1-1-2 DOM 上进行方案布设

(五) 公路 DLG 的应用

数字线画地形图(DLG)主要反映公路带状区域内的地形地貌特征、地物的分布以及人文、地理等特征信息,为公路设计人员在路线方案设计以及大型交通枢纽布置等方面提供重要依据,同时也是文件编制中不可或缺的重要内容。由于 DLG 在制作时必须根据其类别进行分层,在使用时又可体现其专题图的功能,具有再开发的潜质,因此,DLG 可根据公路勘测不同专业的要求选取不同层的内容加以丰富和完善,形成不同的设计产品,如地质剖面图、水文调查图等,使 DLG 的功能得以充分地发挥。

总之,信息技术的发展带动了测绘科技的飞速发展。GPS、RS、GIS 与激光测量技术的发展,产生了新的综合性信息采集、处理、监控和管理系统。整个公路工程测量技术的发展将从静态走向动态、从模拟走向数字、从接触走向非接触,精度从低级走向高级、从单技术走向多技术集成。

展望未来,随着数字制图核心技术的解决,遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)和 GPS 技术的协调发展,在不久的将来,公路勘测设计将会发展成为以 GIS 为基础平台, GPS 为工具, RS 为基本手段的全方位、立体化、多层次、现代化设计的新模式,设计的高科技含量、效益以及设计产品的质量将大大提高。

第二节 公路勘测特点

公路勘测是为公路设计服务的,是为公路设计提供可靠的、充足的原始资料。由于公路设计本身的特点,决定了公路勘测与其他领域的测量有所区别,具有其自身的特点。

一、勘测本身的含义

测绘或测量是通过一定的量测手段,在一定的媒介,如图纸、存储介质上,描述或表述自然世界的客观存在,如地形、地貌、地物的空间坐标和附着物属性等。但公路勘测除具有上述性质外,更重要的目的是通过对沿线工程地质、水文地质、地形地貌、工程场地、工程难易程度、环境保护、地震、出渣处理、营运条件及施工技术水平的调查,选取一个经济上合理、技术上可行、适合现阶段发展水平的公路建设方案。由此可见,公路勘测更注重的是为路线方案选取而进行的一系列勘察活动,方案比选的过程同时就是公路勘测的过程,公路勘测的最终目的是得到一个合理的路线方案,而一般的测量或测绘最终得到的是空间坐标和附着物的属性。

二、测量的侧重点及生命周期

公路是线状人工构造物,这就决定了公路测量是在一个带状范围内进行的测量工作。一条公路少则几十公里,多则几百公里,所经过的地形、地貌、地物等条件远比在一个面状范围内的情况变化要复杂,如坐标系的选择问题,在一个面状的测区范围内,比较容易选择一个符合规定要求的坐标系,但在公路控制测量中,这一问题有时却是一个比较难以解决的问题,主要是由于公路路线所跨越的距离较长、跨越的地域高差较大的缘故。

国家基础测量是国家各行业包括测绘行业测量工作的基准和平台,所以它应遵循“一测多用、一测久用”的原则。各等级控制点几乎遍布国土范围,测量标志必须永久保存,测量的地形图必须长久利用,其他方面的测量如城市规划测量,由于城市建设的长期性和多样性,城市测量的成果也必须长期保存并满足各方面的需要。公路建设范围狭窄而细长,所取得的测量成果对其他行业利用价值较小,一般在较短的时间内基本将测量范围内的地形、地貌改变殆尽,待公路建成后,测量控制点随着使命的终结大多数已被破坏,地形图也面目全非,基本无保存的价值。因此公路测量一般仅供某个具体公路工程项目测图、勘测和施工之用,不考虑其他项目和其他行业使用,一般公路竣工通车后,大部分测量标志不要求永久保存。

三、控制测量的要求

公路控制测量的技术指标主要从地形图测绘精度和施工测量精度两方面来考虑。国家控制网点和国家测绘部门测制的地形图是供各行业使用的,应保证地形、地物的绝对精度。所以,国家平面控制网一般以网中最弱点点位中误差为主要技术指标。公路工程则不同,虽然公路项目里程一般较长,有时可达几百公里,但从公路建设的特点看,公路施工并不要求绝对的点位精度,也就是说并不要求某个点相对于起始点的精度应满足什么要求,重要的是相近的控制点特别是相邻控制点之间的精度,即相对点位中误差要满足要求。因此公路控制测量精度的主要控制指标应为相邻控制点间的相对点位中误差。

国家控制测量解决的问题是将测量数据从地球表面经参考椭球面到 Gauss 平面, 在一个确定的基准面上进行平差, 得到一个统一的坐标, 而对于投影变形仅做宏观控制, 无法顾及个别地区变形较大的问题, 注重的是测量平差和坐标统一; 公路控制测量不仅要解决从球面到平面的计算基准问题, 同时还要考虑公路施工时如何将理论数据从平面经参考椭球再回到地球自然表面上的问题, 即施工放样。由于施工放样的计算数据量较大和测量的经常性, 如要求每一次放样均要先将理论数据进行改化计算, 然后再实地放样显然是不现实的, 因此公路控制测量不仅要测量数据从地球表面经参考椭球面到 Gauss 平面, 在一个确定的基准面上进行平差, 而且要保证所选择的基准面和投影方式, 使得将理论数据从平面经参考椭球回到地球自然表面上时, 其改化值要足够的小, 小到对于确定的项目可以忽略不计的程度。这样, 公路控制测量计算所采用的数据不必经过改化, 而是直接采用原始测量数据, 平差所得到的控制测量成果可以直接用于公路施工放样。

国家控制网及其他大部分测量控制网遵循从高级到低级, 逐级控制的原则, 公路建设中往往伴随着构造物如桥梁、隧道的建设, 而路线和构造物施工对测量的精度要求是不同的, 有时甚至相差悬殊, 因此公路控制网有时各部分的精度是不均匀的。另外, 由于公路设计的阶段性, 在初测阶段即要求布设路线控制网并施测地形图, 而大型构造物的具体位置和形式需等到施工图设计阶段才能确定, 因此构造物控制网应在构造物方案确定后或施工图设计完成后才能进行施测。

第三节 公路勘测基本要求

公路勘测是公路工程设计的基础工作, 工程设计又是施工的依据和基础, 所以公路勘测质量的好坏对整个公路建设质量起着决定性的作用。因此在公路勘测中, 必须以非常认真的态度深入调查研究, 实事求是, 精心勘测, 注重技术经济效益, 兼顾环境和社会影响, 为设计和施工提供正确、完整的数据和资料。

有条件时, 公路勘测应尽量利用航空摄影测量、地面立体摄影测量和已有的航测资料, 优先选用先进仪器和最新测设手段, 以提高测设速度、质量及测设效益。

公路勘测必须推行全面质量管理, 一切野外资料、各种原始记录和计算成果应及时严格检查, 有完善的签字制度并层层负责。勘测工作完成后, 应组织有关单位进行验收。

各种测量标志的规格、书写、埋设、固定等, 应符合《公路勘测规范》(JTG C10) 和《公路勘测细则》(JTG/T C10) 的要求。勘测中使用的名词、符号及图表格式, 应按交通行业现行的有关规定执行。地形图图式, 按国家测绘局制定的现行图式表示, 如有补充, 应增绘图例。

各种测量仪器和设备是测量人员不可缺少的生产工具, 野外工作中要注意保管和爱护测量仪器, 贵重的精密仪器在使用前一定要认真阅读使用说明书, 按规定的方法操作, 平时应加强保养和维护, 按规定定期检校, 严禁使用未按规定检校或检校不合格的仪器。

第四节 公路勘测阶段划分

公路勘测是以观测、计算、调查和绘图为手段, 对路线所经过地区的社会、地理、人文景观、