

全国高职高专测绘类专业通用教材 



数字化测图

DIGITAL MAPPING

张博 主编



测绘出版社

全国高职高专测绘类专业通用教材

数字化测图

Digital Mapping

张博 主编

测绘出版社

·北京·

©张博 2010

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书以大比例尺数字测图为主线,阐述了全野外数字化测图(地面数字测图)和地形图数字化的基本原理、基本理论及应用方法,详细介绍了数字测图系统的硬件设备——全站仪及GPS-RTK的测量原理和数据采集方法,以及CASS地形地籍成图系统数据处理和成图方法等。最后编写了数字化测图的实习任务书和指导书。每章都附有思考与习题,供学生复习参考。

本书为高职高专院校工程测量技术专业以及其他相关专业(如测绘与地理信息技术专业)的通用教材,也可供从事测绘生产及相关工作的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字化测图/张博主编. —北京:测绘出版社,2010.2(2013.1重印)

全国高职高专测绘类专业通用教材

ISBN 978-7-5030-1960-9

I. 数… II. 张… III. 数字化制图—高等学校:技术学校—教材 IV. P283.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第014063号

责任编辑	徐建春	封面设计	李伟	责任校对	董玉珍 李艳
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83060872(发行部)
地 址	北京市西城区三里河路50号				010—68531609(门市部)
邮政编码	100045				010—68531160(编辑部)
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com
印 刷	北京建筑工业印刷厂			经 销	新华书店
成品规格	184mm×260mm				
印 张	10.5			字 数	255千字
版 次	2010年2月第1版			印 次	2013年1月第3次印刷
印 数	6001—9000			定 价	24.00元

书 号 ISBN 978-7-5030-1960-9/P·460

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

全国高职高专测绘类专业通用教材

编委会名单

顾 问：宁津生

主任委员：赵文亮

副主任委员：陈 平

委 员：（按姓氏笔画排列）

王晓春 全志强 杨建光 林玉祥

金 君 周 园 赵国忱 洪 波

聂俊兵 黄华明 薄志毅

参编学校及生产单位

(排名不分先后)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 山西交通职业技术学院 | 成都理工大学 |
| 山西建筑职业技术学院 | 江西环境工程职业学院 |
| 天津铁道职业技术学院 | 沈阳农业大学高等职业技术学院 |
| 无锡水文工程地质勘察院 | 张家口职业技术学院 |
| 中国科学院地理所 | 武汉电力职业技术学院 |
| 中国第二冶金建设有限责任公司 | 郑州测绘学校 |
| 甘肃工业职业技术学院 | 河北工程技术高等专科学校 |
| 甘肃林业职业技术学院 | 河北地质职工大学 |
| 石家庄铁道学院 | 河北政法职业学院 |
| 石家庄职业技术学院 | 河北省制图院 |
| 本溪市桓仁满族自治县国土资源局 | 陕西铁路工程职业技术学院 |
| 包头铁道职业技术学院 | 徐州市众望装饰装修监理有限公司 |
| 辽宁工程技术大学职业技术学院 | 徐州建筑职业技术学院 |
| 辽宁地质工程职业学院 | 胶州市规划局 |
| 辽宁林业职业技术学院 | 浙江水利水电高等专科学校 |
| 辽宁省交通高等专科学校 | 黑龙江农业职业技术学院 |
| 辽宁科技学院 | 湖北水利水电职业技术学院 |
| 扬州环境资源职业技术学院 | 新疆工业高等专科学校 |

序

当今中国正处于国家信息化大潮之中，国家要通过推进信息化，促进现代化，加速我国经济、社会的发展。正是在国家信息化建设的大背景下促使测绘信息化的发展。国民经济建设和社会可持续发展对诸如时间、空间、属性这类地理空间信息或者说广义测绘信息的需求也在迅速增长。测绘学科和行业在国家信息化和现代化建设中发挥着越来越重要的作用。为了适应国家信息化建设的需求，测绘正开始步入信息化测绘新阶段。由此对测绘人才队伍建设提出了更高的要求。

我国的高等职业教育作为高等教育的重要组成部分，近年来得到了迅速发展，初步形成了适应我国社会主义现代化建设的高等职业教育体系，大大提高了服务社会的能力，也为我国测绘行业培养了大量高素质的技能型测绘专门人才。他们在全国测绘生产、企业部门，形成一支强有力的骨干力量。目前，我国的高职高专教育正处于探索和改革的重要阶段，其主要任务是加强内涵建设，提高教育质量，重点在于提高人才培养质量，因此要努力抓好实践教学和基础课两个课程体系建设，并使两个体系相互交融。通过课程体系、教学内容和教学方法的改革，让专业与职业有效结合，提高学生学习专业与市场需求的吻合度，增强就业竞争能力。因此在我国当前的高职高专教育的教学改革中，以工作过程为导向，突出“工学结合”，融“教、学、做”于一体的教学理念逐渐成为主导。

为了更好地配合高职高专教育教学改革，探索、开发与“工学结合”人才培养模式相适应的高职高专教育测绘类专业课程体系，加快培养能够满足生产、建设、服务和管理第一线需要的测绘类高技能实用人才，测绘出版社组织全国 30 多所高职高专院校中在教学一线工作的骨干教师和生产单位的专家，结合目前测绘技术的最新发展趋势及社会实际生产的技能需求，编写了这一套兼顾通用性与特色、适合高职高专教育测绘类专业的通用教材。

该套教材以高职高专教育教学改革的基本方向和总体要求为指导，从工作岗位和工作任务出发，以培养职业能力为本位，将生产中的实用技术、新技术更多地融入教材内容，很好地使行动导向与理论导向有机地结合，贯彻“工学结合”的编写主旨，表现出体系完整、联系紧密、通用性强、实用性好的特点，既适合高职高专教育测绘类专业教学使用，也可供相关专业工程技术人员学习参考，必将在推动测绘学科建设、促进高职高专教育测绘类专业教学改革和加快测绘类高技能实用人才的培养等诸多方面发挥积极的推动作用。



教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任

中国测绘学会测绘教育工作委员会主任

中国工程院院士

2009年6月

前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育质量的若干意见》(教高[2006]16号)的文件精神,为配合高职高专教育教学改革,探索、开发与“工学结合”人才培养模式相适应的高职高专教育测绘类专业课程体系,组织全国20多所高职高专院校的骨干教师和生产单位的专家所编写的全国高职高专测绘类专业通用教材之一。

“数字化测图”是工程测量技术及其相关专业的一门实践性较强的专业课,是综合运用基础知识、完成本专业培养目标,即培养高素质、技能型、应用型复合型人才而进行职业技能训练的主要课程之一。中心内容是大比例尺数字化测图的基本理论和方法,全野外数字化测图数据采集仪器的操作方法,数字化成图软件的使用方法。

目前有关数字化测图的教材很多,各有特色。它们各有不少优点,但也或多或少的存在着一些问题。其中有的教材理论方面涉及较多,实践内容偏少;有的内容涉及过于广泛;有的软件介绍的偏多;还有的没有参照现行的规范,对数字化测图的整个流程缺少说明……本书在编写过程中,充分吸收了以往高职高专教材的优点,紧密联系现阶段高职高专院校学生的实际情况,按照测绘生产单位对高职高专院校毕业生的具体要求,并结合测绘生产现状,同时也考虑各高职高专院校的测绘设备和测绘软件的使用情况,力争弥补以往同类教材的不足,使本教材不仅可以满足各高职高专院校的教学需要,也可适应现阶段高等职业技术教育的要求。

本书在编写上注意紧密结合高职培养目标,以培养学生技能、提高学生从业综合素养和能力为主,理论叙述力求深入浅出,通俗易懂;内容安排力求结合生产实践,并参照我国现行数字测图规范;将理论分析与生产实践相结合。另外,在教授方面注意理论以够用为度,重点解决学生操作仪器的能力、绘制地形图的能力,以及发现问题、解决问题的能力。目的是培养学生具备工程师的基本素质,为从事数字化测图生产打下坚实的基础。

本书由张博(沈阳农业大学高等职业技术学院)担任主编,栾玉平(沈阳农业大学高等职业技术学院)、陈照亮(山东省胶州市规划局)任副主编,谢爱萍(甘肃林业职业技术学院)、齐英(辽宁省水资源水文局)任参编。编写人员及分工如下:第1章、第2章由张博编写;第3章由谢爱萍编写;第4章、第5章由栾玉平编写;第6章由陈照亮、张博编写;第7章由齐英、陈照亮编写;第8章由陈照亮编写;附录一、附录二、附录三、附录四由张博编写。全书由张博统稿定稿。

本书在编写过程中得到了冯大福(重庆工程职业技术学院)、纪勇(黄河水利职业技术学院)的大力支持与帮助,并且纪勇审阅了全书,在此一并表示衷心的感谢!

本书适用于高职高专院校工程测量技术专业以及其他相关专业(如测绘与地理信息技术

专业),并可作为通用教材使用。教学中以安排 56 学时外加 3 周实习时间作为基本教学学时为宜。

本书在编写过程中,参阅了大量文献(包括纸质版文献和电子版文献),引用了同类书刊中的一些资料;引用了南方测绘 CASS 地形地籍成图系统使用手册、拓普康 GPT-3100 系列全站仪用户手册和南方 S82—2008 使用手册的部分内容。在此,谨向有关作者和单位表示感谢!同时对测绘出版社为本书的出版所做的辛勤工作表示感谢!

限于编者水平,书中不妥和遗漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月于沈阳

目 录

第 1 章 绪 论	1
§ 1.1 数字测图概述	1
§ 1.2 数字测图与白纸测图的区别	2
§ 1.3 数字测图的发展与展望	4
§ 1.4 本课程的内容和要求	5
思考与习题	6
第 2 章 数字测图的基础知识	7
§ 2.1 数字测图的基本原理	7
§ 2.2 数字测图系统	9
§ 2.3 数字测图的基本过程	10
§ 2.4 全野外数字测图作业模式	12
思考与习题	13
第 3 章 数字测图系统的硬件设备	14
§ 3.1 全站型电子速测仪	14
§ 3.2 GPS-RTK 测量系统	25
§ 3.3 数字化仪与扫描仪	32
§ 3.4 绘图仪	34
思考与习题	35
第 4 章 全野外数字测图前的准备工作	36
§ 4.1 大比例尺数字测图的技术设计	36
§ 4.2 图根控制测量	39
§ 4.3 数据采集前的准备工作	42
思考与习题	43
第 5 章 全野外数字测图外业	44
§ 5.1 碎部点数据采集原理	44
§ 5.2 全站仪坐标数据采集	49
§ 5.3 RTK 坐标数据采集	59
思考与习题	68
第 6 章 大比例尺数字地形图成图方法	69
§ 6.1 CASS2008 成图系统介绍	69

§ 6.2	平面图绘制的基本方法	74
§ 6.3	地形图的注记与编辑	82
§ 6.4	等高线的绘制	91
§ 6.5	数字地形图分幅与整饰	96
§ 6.6	数字测图成果质量评定与技术总结	98
	思考与习题	104
第 7 章	地形图扫描屏幕数字化	105
§ 7.1	地形图数字化概述	105
§ 7.2	CASS2008 扫描矢量化	107
§ 7.3	利用 CASSCAN 扫描矢量化	109
§ 7.4	Cyrax 三维激光扫描测量系统	114
	思考与习题	117
第 8 章	数字地形图在工程建设中的应用	118
§ 8.1	基本几何要素的量测	118
§ 8.2	断面图的绘制	119
§ 8.3	土方量的计算	121
§ 8.4	面积应用	126
	思考与习题	128
	参考文献	129
附录一	数字化测图实习任务书	130
附录二	数字化测图实习指导书	134
附录三	1:500 地形图测绘技术设计书	142
附录四	棋盘山水库大坝	148

第1章 绪论

§ 1.1 数字测图概述

1.1.1 数字地图

1. 传统地图

传统概念上的地图是按照一定数学法则,用规定的图式符号和颜色,把地球表面的自然和社会现象,有选择地缩绘在平面图纸上的图。如普通地图、专题地图、各种比例尺地形图、影像地图、立体地图等。国家基本比例尺地形图和通常意义上的大比例尺地形图,都属于这类地图的范畴。

国家基本比例尺地形图,简称国家基本图。它是根据国家颁布的统一测量规范、图式和比例尺系列测绘或编绘而成的地形图,是国家经济建设、国防建设的基本用图,也是编制其他地图的基础。各国的地形图比例尺系列不尽一致,我国规定1:1万、1:2.5万、1:5万、1:10万、1:20万(现已为1:25万)、1:50万、1:100万七种比例尺地形图为国家基本比例尺地形图。其测制精度和成图质量是衡量一个国家测绘科学技术发展水平的重要标志之一。

大比例尺地形图,通常是指1:5000、1:2000、1:1000、1:500或更大比例尺地形图。

传统的地图测绘方法是图解法测图,也称白纸测图或手工测图。这种方法是利用测量仪器对地球表面局部区域内的各种地物、地貌特征的空间位置进行测定,并以一定的比例尺,按规定的图式符号将其绘制在图纸上(白纸或聚酯薄膜)。在绘图过程中,数据的精度由于展点、绘图以及图纸伸缩变形等因素的影响会有较大的降低,而且白纸测图工序多、劳动强度大、质量管理难,同时纸质地形图难以承载更多的图形信息,图纸更新也极不方便,已不能适应信息时代经济建设的需要。

2. 数字地图

电子技术、计算机技术、通讯技术的迅猛发展,使人类进入了一个全新的时代——信息时代。数字化技术作为信息时代的平台,是实现信息采集、存储、处理、传输和再现的关键。数字化技术也对测绘学科产生了深刻的影响,改变了传统地图的生产工艺和流程,甚至使地图制图领域发生了革命性的变化,从而产生了地图产品的一个全新品种——数字地图。

数字地图就是以数字形式存储全部地形信息的地图,它是用数字形式描述地形要素的属性、定位和关系信息的数据集合,是存储在具有直接存取性能的介质上的关联数据文件。

与数字地图关系密切的另一个地图品种是电子地图。电子地图是将绘制地形图的全部信息存储在设计好的数据库中,经绘图软件处理,可在屏幕上将需要地形图显示出来。可以说数字地图是电子地图的基础,电子地图是经视觉化处理后的数字地图。

数字地图与纸质地图相比较有以下特点:①数字地图的载体不是纸张而是计算机存储介质(磁盘、光盘)。②数字地图不像纸质地图那样以线划、颜色、符号、注记来表示地物类别和形

状,而是以一定的计算机可识别的数学代码反映地表各类地理属性特征。③数字地图没有比例尺的限定,显示地图内容的详略程度可以随意调控,内容可以分块分层显示,而纸质地图是固定不变的。④数字地图的内容可以按现实变化情况随时修改更新,并且能把图形、图像、声音和文字合成在一起,而纸质地图则不能。⑤数字地图的使用必须借助于计算机及其配套的外部设备,而纸质地图则不需要。

1.1.2 数字测图

随着电子技术和计算机技术日新月异的发展及其在测绘领域的广泛应用,20世纪80年代产生了全站仪、电子数据终端,并逐步构成了野外数据采集系统,它们与计算机辅助制图系统相结合,形成了一套从野外数据采集到内业制图,全过程数字化和自动化的测量制图系统。人们通常将这种测图方式称为数字化测图,简称数字测图。近些年,随着全站仪和GPS-RTK等先进测量仪器和技术的普及,数字测图得到了突飞猛进的发展,并逐步取代了白纸测图的生产方式。

数字化测图实质上是一种全解析计算机辅助测图的方法,它使得地形测量成果不再仅仅是绘制在纸上的地形图,而是以计算机存储介质为载体的,可供计算机传输、处理、多用户共享的数字地形信息。数字地形信息以存储与传输方便、精度与比例尺无关、不存在变形及损耗,能方便、及时地进行局部修测更新,便于保持地形图现势性的巨大优势,极大地提高了地形测量资料的应用范围,在经济建设各部门发挥出了重要作用。另外,利用数字地图还可以生成电子地图和数字地面模型(DTM),实现对客观世界的三维描述。数字地形信息作为地理空间数据的基本信息之一,已成为地理信息系统(GIS)的重要组成部分。所以,数字化测图的出现,是地形测量理论与实践的革命性进步的标志。

广义地讲,制作以数字形式表示的地图的方法和过程就是数字测图,主要包括:全野外数字化测图(地面数字测图)、地图数字化成图、数字摄影测量和遥感数字测图。狭义的数字测图指全野外数字化测图,本书主要介绍全野外数字化测图。

§ 1.2 数字测图与白纸测图的区别

数字测图虽然是在白纸测图的基础上发展起来的,但由于数字测图外业采用了全站仪、GPS-RTK等先进测量仪器,内业采用了计算机辅助制图,实质上这是一种全解析、全数字的测图方法,与白纸测图相比已发生了质的飞跃,具有无可比拟的优越性。主要表现如下几个方面。

1. 测图、用图的自动化

白纸测图主要是手工作业,外业测量人工记录计算,人工绘制地形图;用图时在图上人工量算坐标、距离和面积等等。数字测图则使野外测量自动记录、自动解算,内业数据自动处理、自动成图;用图时,向用图者提供可处理的数字地图,用户可自动提取所需要的图数信息。实现了测图、用图的自动化。

2. 图形数字化

用计算机存储介质保存的数字地图,存储了图中具有特定意义的数字、文字、符号等各类数据信息,可方便地进行传输、处理和供多用户共享。数字地图不仅可以自动提取点位坐标、

两点距离、方位,自动计算面积、土方,自动绘制纵横断面图,还可以方便地将其传输到 AutoCAD、MapGIS 等软件设计系统中,供工程设计部门进行计算机辅助设计和供地理信息系统建库使用。数字地图的管理,既节省空间,操作又十分方便。

3. 点位精度高

平板仪白纸测图,地物点平面位置的误差主要受解析图根点的测定误差和展绘误差、测定地物点的视距误差和方向误差、地形图上地物点的展点误差等影响,综合影响使地物点平面位置的测定误差图上约为 $\pm 0.5\text{ mm}$ ($1:1000$)。经纬仪视距法测定地形点高程时,即使在较平坦地区($0^\circ\sim 6^\circ$)、视距为 150 m ,地形点高程测定误差也达 $\pm 0.06\text{ m}$,而且随着倾斜角的增大,高程测定误差会急剧增加。而用全站仪采集数据,测定地物点距离在 450 m 内的误差约为 $\pm 22\text{ mm}$,测定地形点的高程误差约为 $\pm 21\text{ mm}$;若距离在 300 m 以内,则测定地物点误差约为 $\pm 15\text{ mm}$,测定地形点的高程误差约为 $\pm 18\text{ mm}$ 。在数字测图中野外采集的数据精度毫无损失,并与测图比例尺无关。数字测图的高精度为地籍测量、管线测量、房产测量、工程规划设计等工作提供了保障。

4. 便于成果更新

数字测图的成果是以点的定位信息和属性信息存入计算机,当实地有变化时,只需输入变化信息的坐标、编码,经过编辑处理,很快便可以得到更新的地图,从而可以确保地图的现势性和可靠性,可谓“一劳永逸”。

5. 避免因图纸伸缩带来的各种误差

白纸测图图形信息表示在图纸上,随着时间的推移,会因图纸的伸缩变形而产生误差。数字测图的成果以数字形式保存,摆脱了对图纸的依赖性。

6. 能以各种形式输出成果

数字测图成果可以直接输出在显示器或投影仪上,甚至可以在显示器上观看不同视角的立体图,输出立体景观。计算机与打印机联机时,可以打印各种需要的资料信息,如打印数据表格,当图形精度要求不高时可以直接打印图形。计算机与绘图仪联机,可以输出各种不同比例尺的地形图、专题图等,满足不同用户的需要。

7. 方便成果的深加工利用

数字测图不同的数据可以分层存放,数字地图可以存储海量的地面信息,这是白纸测图无法比拟的。数字测图不受图面负载量的限制,不仅便于成果的深加工利用,而且拓宽了测绘工作的服务面。比如 CASS 软件中定义了 26 个层(用户可以根据需要定义新层),控制点、房屋、道路、交通设施、管线设施、水系设施、地貌土质、植被园林等均存放于不同的层中,通过关闭层、打开层等操作来提取相关信息,可方便地得到所需要的测区内各类专题图、综合图,如路网图、电网图、水系图、地形图等。又如在数字地籍图的基础上,可以综合相关内容,补充加工成不同用户所需的城市规划用图、城市建设用图、房地产图以及各种管理用图和工程建设用图。

8. 可作为地理信息系统的重要信息源

地理信息系统具有强大的空间信息查询检索功能、空间分析功能以及辅助决策功能,在国防建设、城市规划、交通管理以及人们的日常生活中得到了广泛的应用。数据采集是建立地理信息系统最基础的工作,而且建立一个地理信息系统,数据采集约占整个工作量的 80%,数字测图能提供现势性强的地理基础信息,经过一定的格式转换,其成果即可进入地理信息系统数据库并更新数据库。一个好的数字测图系统应该是地理信息系统的一个子系统。

§ 1.3 数字测图的发展与展望

数字测图首先是由机助地图制图(也称自动化制图)开始的。机助地图制图技术酝酿于 20 世纪 50 年代。1950 年第一台能显示简单图形的图形显示器作为美国麻省理工学院旋风 1 号计算机的附件问世。1958 年美国 Calcomp 公司将联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图机, Greber 公司把数控机床发展成平台式绘图仪。50 年代末,数控绘图仪首先在美国出现,与此同时出现了第二代、第三代电子计算机,从而促进了机助制图的研究和发展,很快就形成了一种“从图上采集数据进行自动制图”的系统。1964 年第一次在数控绘图仪上绘出了地图。1965—1970 年第一批计算机地图制图系统开始运行,用模拟手工制图的方法绘制了一些地图产品。1970—1980 年,在新技术条件下,对机助制图的理论和应用问题,如图形的数学表示和数学描述、地图资料的数字化和数据处理方法,地图数据库、制图综合和图形输出等方面的问题进行了深入的研究,许多国家都建立了软硬件结合的交互式计算机地图制图系统,推动了地理信息的发展。80 年代,进入推广应用阶段,各种类型的地图数据库和地理信息系统相继建立起来,计算机地图制图得到了极大地发展和广泛的应用。70 年代末和 80 年代初自动制图系统主要包括数字化仪、扫描仪、计算机及显示系统四部分,数字化仪数字化成图成为主要的自动成图方法。

作为数字化测图方法之一的航空摄影测量,起源于 20 世纪 50 年代末期,当时的航空摄影测量都是使用立体测图仪及机械联动坐标绘图仪,采用模拟法测图原理,利用航测像对测绘出线划地形图。到 60 年代出现了解析测图仪,它是由精密立体坐标仪、电子计算机和数控绘图仪等三个部分组成,将模拟测图创新为解析测图,其成果依然是图解地图。80 年代初,为了满足数字测图的需要,我国在生产、使用解析绘图仪的同时,对原有模拟立体量测仪和立体坐标量测仪逐渐地改装成数字绘图仪,将量测的模拟信息经过编码器转换为数字信息,由计算机接受并处理,最终输出数字地形图。80 年代末、90 年代初,又出现了全数字摄影测量系统。全数字摄影测量系统作业过程大致如下:将影像扫描数字化,利用立体观测系统观测立体模型(计算机视觉),利用系统提供的扫描数据处理、测量数据管理、数字定向、立体显示、地物采集、自动提取 DTM、自动生成正射影像等一系列量测软件,使量测过程自动化。全数字摄影测量系统在我国迅速推广和普及,目前已基本取了解析摄影测量。

大比例尺地面数字测图,是 20 世纪 70 年代在轻小型、自动化、多功能的电子速测仪问世后,在机助制图系统的基础上发展起来的。80 年代全站型电子速测仪的迅速发展,加速了数字测图的研究与发展。我国从 80 年代初开始发展大比例尺数字测图的研究与实践,主要经历了四个阶段。80 年代初到 1987 年为第一阶段,主要是引进外国大比例尺测图系统的应用与开发及研究阶段。1988—1991 年为第二阶段,这一阶段研制成功了数十套大比例尺数字化测图系统,并都在生产中得到应用。1991—1997 年为总结、优化和应用推广阶段,提出了一些新的数字化测图方法。1997 年后为数字测图技术全面成熟阶段,数字测图系统成为 GIS(地理信息系统)的一个子系统。我国测绘事业开始进入数字测图时代。目前我国地面数字测图(全野外数字化测图)主要采用全站仪数字测记模式,即全站仪外业采集数据,绘制草图或编制编码,内业成图。也有采用“全站仪+便携机(笔记本电脑)”的电子平板测绘模式,即利用笔记本电脑的屏幕模拟测板在野外直接观测,把全站仪测得的数据直接展绘在计算机屏幕上,用软件

的绘图功能边测边绘。近些年,随着 GPS 技术的日臻成熟, GPS-RTK 数字测记模式已被广泛地应用于数据采集。GPS-RTK 数字测记模式采用 GPS 实时动态定位技术,实地测定地形点的三维坐标,并自动记录定位信息。GPS-RTK 技术的出现,提高了数字测图的效率, GPS-RTK 数字测图将成为开阔地区数字化测图的主要方法。而且,随着俄罗斯 GLONASS 卫星定位系统的逐步完善、欧盟的伽利略全球定位系统和我国的北斗导航卫星定位系统的建立,几种全球定位系统必将联合应用,到那时 GPS-RTK 数字测图在城镇测量中也将起到巨大的作用。

今后数字化测图的发展方向应该是一种无点号、无编码的镜站遥控电子平板测图系统。镜站遥控电子平板作业可形成单人测图系统,只要一名测绘员在镜站立对中杆,遥控测站上带伺服马达的全站仪瞄准镜站反光镜,并将测站上测得的三维坐标用无线电传输到电子平板(便携机),自动展点和注记高程,绘图员实时地把展点的空间关系在电子平板上描述出来。这种测图模式需要数据无线通讯设备及带伺服马达的全站仪,对设备技术及质量要求比较高,但无疑是今后一种发展方向。

近几年又出现了视频全站仪和三维激光扫描仪等快速数据采集设备,使快速测绘数字景观图成为可能。通过在全站仪上安装数字相机(视频全站仪)的方法,可在对被测目标进行摄影的同时,测定相机的摄影姿态,再经过计算机对数字影像处理,得到数字地形图或数字景观图;利用三维激光扫描仪,通过空中或地面激光扫描获取高精度地表及构筑物三维坐标,经过计算机实时或事后对三维坐标及几何关系的处理,得到数字地形图或数字景观图。这种快速测绘数字景观的成图模式可能成为今后建立数字城市的主要手段。

§ 1.4 本课程的内容和要求

1.4.1 本课程的特点

本课程是工程测量技术以及相关专业的—门实践性较强的专业技术课,为突出高等职业技术教育特色,在介绍数字测图基本理论、原则和方法的基础上,重点突出了数字测图的实际作业方法。虽然,广义的数字测图包括全野外数字化测图(地面数字测图)、地图数字化成图、数字摄影测量和遥感数字测图,但就现阶段的测绘生产而言,全野外数字化测图(地面数字测图)应用最为广泛,所以本课程重点介绍全野外数字化测图,包括利用全站仪和 GPS-RTK 进行野外数据采集的方法,利用南方地形地籍成图系统 CASS 进行大比例尺地形图成图的方法。同样,地形图数字化也仅仅介绍了应用最广泛的地形图扫描屏幕数字化方法。对于数字摄影测量和遥感数字测图只简单介绍其基本概念,具体内容将在《摄影测量》课程当中学习。

1.4.2 本课程的主要内容

本书以大比例尺数字测图为主线,阐述了全野外数字化测图(地面数字测图)和地形图数字化的基本原理、基本理论及应用方法。主要内容包括:数字测图的基本原理,数字测图系统,数字测图系统的硬件设备——全站仪及 GPS-RTK,大比例尺数字地形图的野外数据采集,大比例尺地形图成图方法,地形图扫描屏幕数字化,数字地形图在工程建设上的应用。

1.4.3 本课程的学习要求

学好本课程,必须重视理论联系实际。在学习过程中,除课上认真听讲、学好基础知识、基本理论外,课后还应按要求完成思考与习题,以加深对基本概念和理论的理解。在积极参与理论教学对应的实验课,掌握课堂教学内容的同时,认真完成每一次实验课的实验内容,以巩固和验证所学到的理论,掌握各种外业数据采集设备的使用方法,熟悉用全站仪和 GPS-RTK 进行数据采集的操作步骤。另外还要重视技能训练课,每次上机课时要仔细观察教师的演示操作,并及时记忆、认真体会;完成教师布置的每项练习和课后作业;充分利用教师提供的数字测图技术多媒体进行学习和练习;充分利用计算机网络进行学习。要在教师的指导下多开展一些与本课程相关的社会调查和专项活动,了解测绘专业的一些新理论、新技术、新设备在本学科中的应用。

学习本课程,必须重视教学实习。教学实习是巩固和深化课堂所学知识的一个系统的实践环节,是理论知识和实验技能的综合运用,因此实习中要进一步加深对数字测图的基本理论、基本知识的理解和基本技能,建立地形数据的采集、数据处理和绘图、成果和图形输出的完整概念,提高实际操作水平和能力。

在完成课堂实验课、技能训练课和教学实习后,还需加强本课程综合应用能力的培养。在教师的组织安排下,按生产现场的作业要求拟订实践任务或组织参加教学生产实习,将大比例尺数字测图中地形数据的采集、数据处理和绘图、成果和图形输出等环节的操作过程衔接起来,掌握每一个环节的作业方法和步骤,完成大比例尺数字测图作业的全过程。通过理论联系实际的综合训练,培养分析问题和解决问题的能力以及实际动手能力,为今后从事测绘工作打下良好基础。

思考与习题

1. 什么是传统地图? 什么是数字地图?
2. 数字地图与纸质地图相比较有哪些特点?
3. 什么是数字测图? 数字测图和白纸测图有哪些区别?

第2章 数字测图的基础知识

§ 2.1 数字测图的基本原理

2.1.1 数字测图的基本思想

白纸测图实质上是将测得的观测值(数值)用图解的方法转化为图形。这一转化过程几乎都是在野外实现的,即使是原图的室内整饰,一般也要在测区驻地完成,因此劳动强度较大。另外,在转化过程中还会使测得的数据的精度大幅度降低。在当前信息剧增,建设日新月异的今天,一纸之图难以承载诸多图形信息,变更、修改也极不方便,实在难以适应当前经济建设的需要。数字测图则可以实现丰富的地形信息和地理信息数字化和作业过程的自动化或半自动化,极大地缩短野外测图时间,减轻野外劳动强度,将大部分作业内容安排到室内完成。与此同时,将大量手工作业转化为计算机控制下的机械操作。不仅减轻了劳动强度,而且还可以保障观测精度。

数字测图的基本思想:就是将采集的各种有关的地物和地貌信息(模拟量)转化为数字形式,通过数据接口传输给计算机进行处理,从而得到内容丰富的电子地图,还可以根据需要由计算机的图形输出设备(如显示器、绘图仪)绘出地形图或各种专题地图。将模拟量转化为数字形式这一过程通常称为数据采集。目前数据采集方法主要有野外数据采集、航片(卫片)数据采集、地图数字化法采集。数字测图的基本思想和过程如图 2-1 所示。

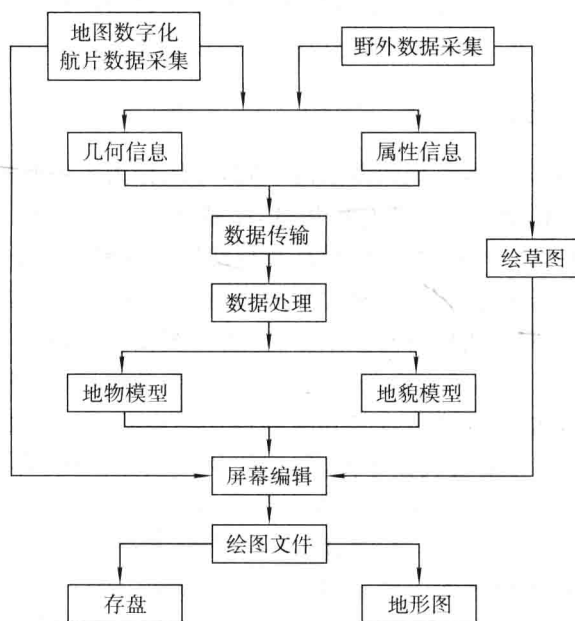


图 2-1 数字测图的基本思想和过程