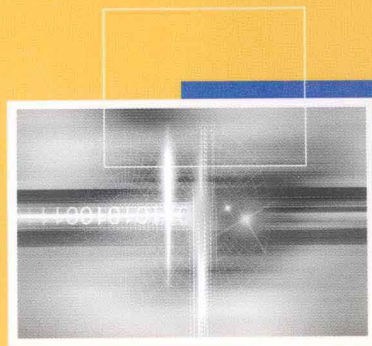
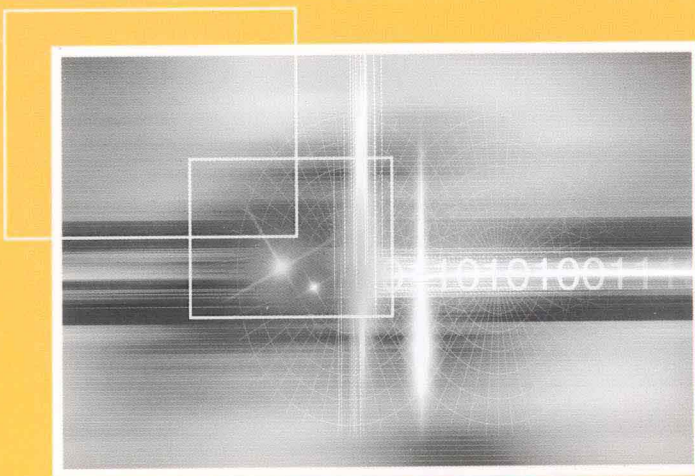
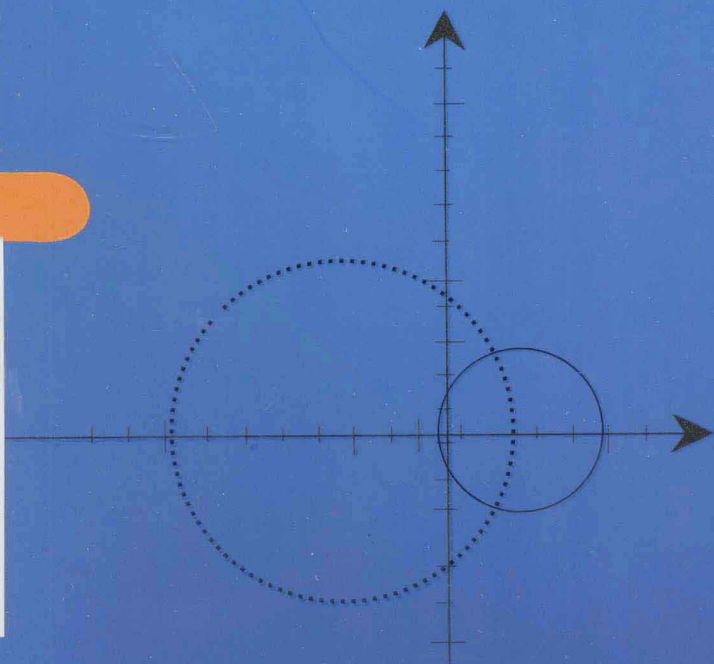




数字测图与制图 基础教程

汤青慧 于水 唐旭 艾波 编著



清华大学出版社

数字测图与制图基础教程

汤青慧 于 水 唐 旭 艾 波 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书作为普通高等学校测绘工程专业和地理信息系统专业本科基础课的通用教材,力求反映现代测绘科学技术一体化、数字化、自动化、智能化的发展趋势,并以数字测图工程项目作业流程为主线,参照我国现行数字测图相关规范,系统介绍数字测图的理论、技术和方法。本书内容主要包括数字测图的有关概念、数字测图的基本过程、数字测图系统的硬件设备、数字测图技术设计、野外数据采集、矢量地形图数据库建立、计算机绘图原理、数字测图内业成图、数字测图质量控制、数字测图成果的应用,而且各章后均附有思考题与实训任务,以便学生进行复习巩固和实践练习。

本书是作者在多年从事数字化测绘理论与实践教学、研究的基础上编著的,注重理论与应用并重,具有较强的系统性、实用性、先进性和通用性。本书除了可以作为测绘工程、地理信息系统专业的本科教材外,也可作为土地管理、水利水电工程、道路与桥梁工程、土木工程、地质工程、采矿工程等相关专业学生以及从事数字化测绘工作的专业技术人员的学习参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字测图与制图基础教程/汤青慧编著. --北京:清华大学出版社, 2013

ISBN 978-7-302-31751-7

I. ①数… II. ①汤… III. ①数字化制图—高等学校—教材 IV. ①P283.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 055227 号

责任编辑:杨作梅

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.5

字 数:398 千字

版 次:2013 年 6 月第 1 版

印 次:2013 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:049886-01

前 言

随着计算机、全站仪、实时动态差分(RTK)及数字化测图软件应用的普及,地形图成图方法正逐步由传统的平板测图向数字化测图方向发展。作为反映测绘技术现代化水平的重要标志,数字化测图目前已占据大部分地形图测绘市场,成为应用最广泛、技术最普及的现代测绘新技术。

近年来,地理信息系统(GIS)产业的迅速发展对测绘保障能力和服务水平提出了更高的要求,地形图测绘呈现出新的活力。数字测图除了要满足测绘部门地形图输出使用外,还要为其他专业部门提供 GIS 基础数据,而且现已成为基础地理空间框架最主要的数据源。基于此,本书在充分吸收传统教材内容体系的基础上,对地形图数据库的设计、建立等内容加以补充和完善,从测绘产品应用的角度构建完整的技术体系。本书在编写过程中,紧密围绕高等院校应用型人才培养目标,在广泛调研和征求各参编人员意见的基础上,本着科学、实用、先进的编写指导思想,优化重组了知识结构,突出了能力培养和技能训练。全书以大比例尺地面数字测图的作业过程为主线,教材内容力求做到简明扼要、深入浅出,贴近生产实际。

全书共分 12 章,第 1、2 章是概述和数字测图作业模式及软硬件环境,属于预备知识;第 3~6 章是数字测图外业数据采集部分,重点论述全站仪、RTK 碎部测量的实施方法;第 7、8 章是地形图数据库的设计、数据预处理与入库,重点论述地形图数据库的建立;第 9~11 章是数字测图内业数据处理部分,重点论述计算机绘图原理及数字地形图的输出;第 12 章是数字地形图的具体应用。边志华(郑州测绘学校)参与了第 2 章和第 3 章的编写工作,黄诚义(国家海洋局北海海洋工程勘察研究院)、邵春丽(青岛勘察测绘研究院)参与了第 4 章的编写工作,艾波(山东科技大学)、边志华(郑州测绘学校)参与了第 5 章和第 6 章的编写工作,唐旭(武汉大学)参与了第 9 章和第 10 章的编写工作,汤青慧、于水(青岛理工大学)参与编写了全书各章内容,并负责最后统稿。

本书由青岛理工大学朱珊教授审定,提出了许多富有建设性的宝贵意见,在此表示衷心感谢。由于作者编写水平和实践经验有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 数字测图概述	1
1.1 数字测图的概念及特点	2
1.1.1 数字测图的概念	2
1.1.2 数字测图的特点	3
1.2 数字测图的基本过程	4
1.2.1 数据采集	4
1.2.2 数据处理	4
1.2.3 数据输出	5
1.3 数字测图的发展与展望	5
1.3.1 数字测图的发展历程	5
1.3.2 数字测图的发展趋势	6
思考题	8
第2章 数字测图系统的组成及作业模式	9
2.1 数字测图的硬件系统	10
2.1.1 全站仪	10
2.1.2 GPS接收机	17
2.1.3 电子手簿	20
2.1.4 数控绘图仪	21
2.2 数字测图的软件系统	22
2.3 数字测图常规作业模式	27
实训任务——全站仪的认识与操作	28
思考题	30
第3章 数字测图的准备工作	31
3.1 数字测图工作的前期准备	32
3.1.1 图根控制测量	32
3.1.2 仪器器材与资料准备	36
3.1.3 测区划分	36
3.1.4 人员配备	37
3.2 大比例尺数字地面测图的技术设计	38
3.2.1 概述	38
3.2.2 技术设计的内容	38

实训任务——GPS图根控制测量	39
思考题	40
第4章 碎部测量	41
4.1 碎部点的选择	42
4.1.1 地物点的选择及地物轮廓线的形成	42
4.1.2 地貌特征点的选择	42
4.2 碎部点的测算方法及数学原理	43
4.2.1 全仪器法	43
4.2.2 半仪器法(方向交会法)	45
4.2.3 勘丈法	47
4.2.4 算法	50
4.3 地物和地貌测绘	53
4.3.1 地物测绘	53
4.3.2 地貌测绘	54
4.4 地形图测绘的综合取舍	56
实训任务——经纬仪测绘法	59
思考题	60
第5章 全站仪野外数据采集	63
5.1 草图法	64
5.1.1 草图法概述	64
5.1.2 草图法野外数据采集步骤	64
5.1.3 草图绘制	66
5.2 编码法	67
5.2.1 数据编码概述	67
5.2.2 数据编码方案	67
5.2.3 图形信息码的输入	74
实训任务——草图法野外数据采集	76
思考题	77
第6章 GPS RTK野外数据采集	79
6.1 概述	80
6.1.1 GPS RTK定位概念	80

6.1.2	GPS RTK 定位系统的组成	81
6.2	GPS RTK 测量基本原理	82
6.2.1	基准站的观测点位选择 和系统设置	82
6.2.2	流动站 GPS 的设置 及定位原理	83
6.2.3	中继站电台的设立	84
6.3	GPS RTK 测量操作流程	85
6.3.1	建立新工作项目	85
6.3.2	对工作项目进行配置	88
6.3.3	配置 RTK 基准站	89
6.3.4	配置 RTK 流动站	91
6.3.5	点测量	92
6.3.6	点校正	93
	实训任务——GPS RTK 地形测量	95
	思考题	96

第 7 章 大比例尺矢量地形图

	数据库设计	97
7.1	数据库技术及其发展	98
7.2	地形图数据库及其特点	99
7.3	地形图数据库设计	100
7.3.1	用户需求分析	100
7.3.2	地形图要素的分层设计	101
7.3.3	地形图要素数据字典的 结构设计	102
7.3.4	地形图符号库的设计	103
7.3.5	地形图元数据库的结构 设计	107
7.3.6	地形图数据库的功能设计	108
	实训任务——基于 ArcGIS 的城市空间 数据库设计	109
	思考题	110

第 8 章 矢量地形数据处理与入库

8.1	地形图数据入库前的质量检查	112
8.1.1	入库数据质量要求	112
8.1.2	入库地形数据检查 与预处理	113

8.2	地形图数据入库的常用方法	114
8.3	入库地形图数据的数据后处理	115
8.3.1	跨图幅地形图线、面要素的 合并	115
8.3.2	唯一代码编制	115
8.3.3	入库数据检查	116
8.4	地形图数据归档	116
	实训任务——基于南方 CASS 的全要素 地形图数据入库整理	116
	思考题	117

第 9 章 计算机绘图原理

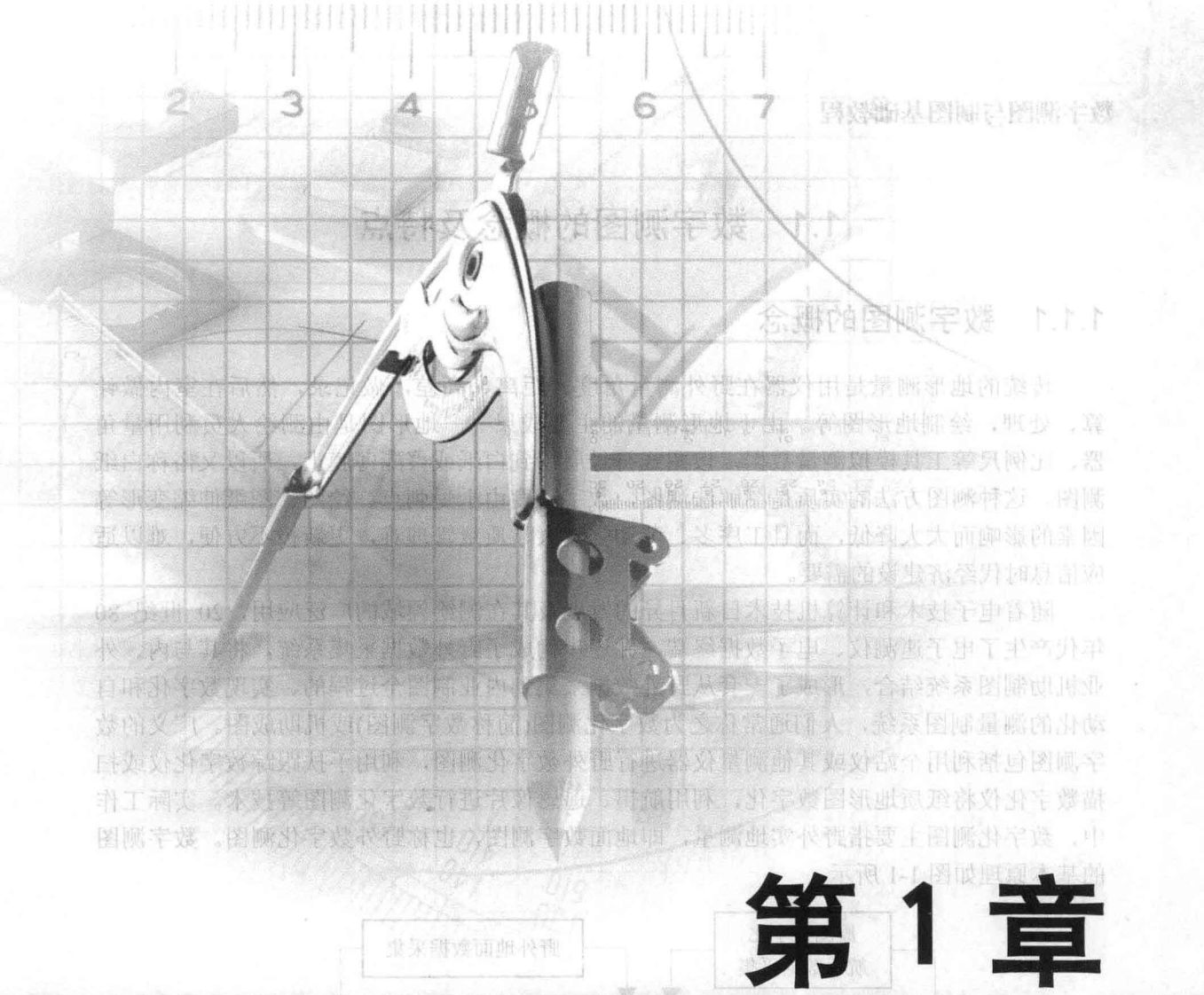
9.1	基本图形的绘制	120
9.1.1	直线	120
9.1.2	圆	122
9.1.3	字符的生成	123
9.1.4	图形裁剪	125
9.2	地物符号的自动绘制	127
9.2.1	独立符号的自动绘制	127
9.2.2	线状符号的自动绘制	128
9.2.3	面状符号的自动绘制	130
9.3	等高线的自动绘制	132
9.3.1	距离加权平均法求格网点 高程	133
9.3.2	三角形网的连接	133
9.3.3	等高线点的寻找	134
9.3.4	在网格上等高点线的追踪	136
9.3.5	三角形网上等高线点的 追踪	137
9.3.6	等高线的光滑	137
9.4	图形显示的分层处理	138
9.4.1	层的概念	138
9.4.2	图形分层显示方法	138
	实训任务——三角网法自动绘制等高线	139
	思考题	139

第 10 章 数字测图内业成图

10.1	地形图基本知识	142
10.1.1	地形图的比例尺	142

10.1.2 地形图的分幅和编号.....	143
10.1.3 地形图图外注记.....	144
10.1.4 地形图图示.....	147
10.2 数字地形图绘制.....	155
10.2.1 数据通信.....	155
10.2.2 数字地形图成图模式.....	160
实训任务——“点号定位”地形图 成图.....	170
思考题.....	171
第 11 章 电子平板法测图	173
11.1 概述.....	174
11.2 CASS 电子平板测图系统.....	174
11.2.1 录入测区的已知坐标.....	174
11.2.2 安置仪器.....	175
11.2.3 定显示区.....	176
11.2.4 测站准备工作.....	176
11.2.5 实际测图操作.....	177
11.3 SV300 电子平板测图系统.....	180
11.3.1 作业准备.....	180
11.3.2 作业流程.....	181
11.3.3 作业方法.....	183
实训任务——CASS 电子平板测图.....	186
思考题.....	186

第 12 章 数字地形图的应用	187
12.1 数字地形图的工程应用.....	188
12.1.1 基本几何要素查询.....	188
12.1.2 土方量计算.....	190
12.1.3 断面图的绘制.....	195
12.1.4 其他应用.....	197
12.2 数字地面模型的建立及应用.....	201
12.2.1 数字地面模型的建立.....	201
12.2.2 数字地面模型的应用.....	205
实训任务——基于数字地形图进行 工程土方量计算.....	206
思考题.....	207
附录 有关标准及资料	209
附录 1 1:500、1:1000、1:2000 外业数字测图技术规程 (GB/T 14912—2005).....	210
附录 2 1:500 数字化地形图测绘技术 设计书.....	227
附录 3 GPS RTK 测量技术规程.....	233
附录 4 数字地形图产品基本要求 (GB/T 17278—2009).....	244
参考文献	255

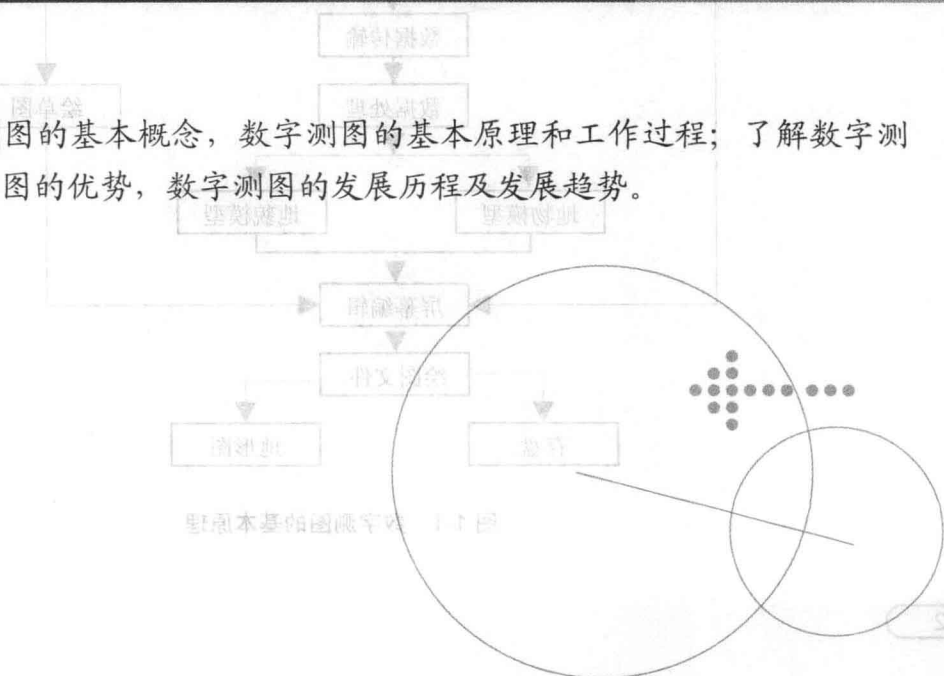


第1章

数字测图概述

学习目标

掌握数字测图的基本概念，数字测图的基本原理和工作过程；了解数字测图相对于传统测图的优势，数字测图的发展历程及发展趋势。



1.1 数字测图的概念及特点

1.1.1 数字测图的概念

传统的地形测量是用仪器在野外测量角度、距离、高差,做记录,然后在室内做计算、处理,绘制地形图等。由于地形测量的主要成果——地形图是由测绘人员利用量角器、比例尺等工具模拟测量数据,按图式符号展绘到白纸或聚酯薄膜上,所以又俗称白纸测图。这种测图方法的实质是图解法测图,数字精度由于受刺点、绘图、图纸伸缩变形等因素的影响而大大降低,而且工序多、劳动强度大、质量管理难,更新极不方便,难以适应信息时代经济建设的需要。

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 年代产生了电子速测仪、电子数据终端,并逐步构成了野外数据采集系统,将其与内、外业机助制图系统结合,形成了一套从野外数据采集到内业制图全过程的、实现数字化和自动化的测量制图系统,人们通常称之为数字化测图(简称数字测图)或机助成图。广义的数字测图包括利用全站仪或其他测量仪器进行野外数字化测图,利用手扶跟踪数字化仪或扫描数字化仪将纸质地形图数字化,利用航摄、遥感像片进行数字化测图等技术。实际工作中,数字化测图主要指野外实地测量,即地面数字测图,也称野外数字化测图。数字测图的基本原理如图 1-1 所示。

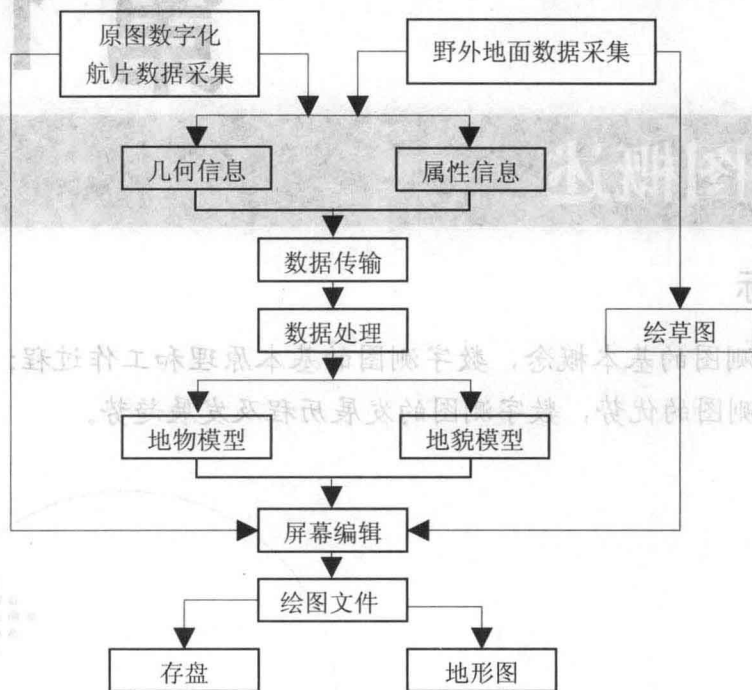


图 1-1 数字测图的基本原理

数字测图是以计算机及其软件为核心在外接输入/输出设备的支持下,对地形空间数据进行采集、输入、成图、绘图、输出的一项技术。其基本原理是将采集的各种有关的地物和地貌信息转化为数字形式,通过数据接口传输给计算机进行处理,得到内容丰富的电子地图,需要时由电子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。

1.1.2 数字测图的特点

作为一种全解析机助测图技术,与图解法测图相比,数字测图以其特有的高自动化、全数字化、高精度的显著优势而具有广阔的发展前景。目前许多测绘部门已经形成了数字测图的规模生产,作为反映测绘技术现代化水平的标志之一,数字测图技术将逐步取代人工模拟测图,成为地形测图的主流。数字测图技术主要具有以下几个特点。

1. 点位精度高

数字测图的数据作为电子信息可自动记录、存储、传输、处理和成图。在此过程中,原始测量数据的精度毫无损失,从而可以获得高精度(与仪器测量同精度)的测量成果。数字地形图最好地体现了外业测量的高精度,也最好地体现了仪器发展更新、精度提高等高科技进步的价值。

2. 测图过程自动化

数字测图野外测量数据自动记录,自动解算处理,自动成图、绘图,整个过程实现了测量工作的内、外业一体化和自动化。因而数字测图具有自动化程度高,劳动强度小,错误几率小,绘制的地形图精确、美观、规范等优点。

3. 图形数字化

数字测图的成果以数字信息保存,能够使测图用图的精度保持一致,精度毫无损失,避免了对图纸的依赖性,便于远距离传输、处理和多用户共享。

4. 便于成果更新

数字测图的成果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,经过数据处理即能方便地进行数据更新和修改,从而始终保持图面整体的可靠性和现势性^①。

5. 成果应用灵活

数字信息分层存放,不受图面负载量的限制,通过图层操作可以方便地绘制各种比例尺的专题图和综合图,便于测量成果的深加工利用,从而拓宽测绘工作的服务面。

6. 可作为 GIS 的重要信息源

地理信息系统具有方便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。GIS 要发挥辅助决策的功能,需要现势性强的地理信息资料。数字测图能提供现势性强的地理基础信息,及时更新 GIS 的数据库。

① 现势性是指地图提供的地理空间信息要尽可能地反映当前最新的情况。

1.2 数字测图的基本过程

数字测图系统是以计算机为核心,在外连输入/输出设备硬件和软件的支持下,对地形空间数据进行采集、输入、编辑、成图、输出和管理的测绘系统。数字测图系统主要由数据采集、数据处理和数据输出三部分组成,如图 1-2 所示。

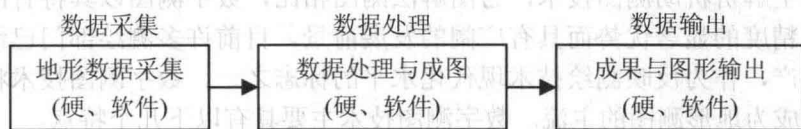


图 1-2 数字测图基本过程

1.2.1 数据采集

各种数字测图系统必须首先获取测区野外图形信息,地形图的图形信息包括所有与成图有关的各种资料,如测量控制点资料、解析点(地形点)坐标、各种地物的几何位置和符号,各种地貌的形状以及相应的各类注记等,在数字测图中获取这些信息的工作称为数据采集。

数字测图是经过计算机软件自动处理(自动计算、自动识别、自动连接、自动调用图式符号等),自动绘出所测的地形图。进行数字测图时不仅要测定地形点的位置,还要知道是什么点,当场记下该测点的编码和连接信息,显示成图。利用测图系统中的图式符号库,只要知道编码,就可以从库中调出与该编码对应的图式符号成图。因此,数字测图时必须采集绘图信息,它包括点的定位信息、连接信息和属性信息。

定位信息亦称点位信息,是以 $X, Y, Z(H)$ 表示的三维坐标。点号在一个数据采集文件中是唯一的,根据它可以提取点位坐标,因此点号也属于定位信息。

连接信息是指测点的连接关系,它包括连接点号和连接线型,据此可将相关的点连接成一个地物。上述两种信息合称几何信息,据此可以绘制房屋、道路、河流、地类界、等高线等图形。

属性信息又称为非几何信息,是用来描述地形点的特征和地物属性的信息,一般用拟定的特征码(或称地形编码)和文字表示。有了特征码就可以知道它是什么点,对应的图式是什么;用文字可以注明地理名称和单位名称(权属主)等。另外,用来说明地图要素的性质、数量或强度的,例如面积、楼层、人口、产量、流速等,也是属性信息,一般用数字表示。

1.2.2 数据处理

数字测图的全过程都是在进行数据处理,这里所讲的数据处理主要是指在数据采集以后到图形输出之前对图形数据的各种处理。数据处理主要包括数据传输、数据预处理、数

据转换、数据计算、图形生成、图形编辑与整饰、图形信息的管理与应用等。

数据预处理包括坐标变换、各种数据资料的匹配、图比例尺的统一、不同结构数据的转换等。

数据转换的内容很多,如将碎部点记录数据(距离、水平角、竖直角等)文件转换为坐标数据文件;将简码的数据文件或无码数据文件转换为带绘图编码的数据文件,供计算机绘图使用。

数据计算主要是针对地貌关系的。当数据输入计算机后,为建立数字地面模型绘制等高线,需要进行插值模型建立、插值计算、等高线光滑处理三个过程的工作。数据计算还包括对房屋类呈直角拐弯的地物进行误差调整,消除非直角化误差等。

图形生成是在地图符号的支持下利用所采集的地形数据生成图形数据文件的过程。

要想得到一幅规范的地形图,还要对数据处理后生成的“原始”图形,利用数字测图系统提供的各种编辑功能进行修改、编辑、整理;还需要加上汉字注记、高程注记,并填充各种面状地物符号等,即图形处理。除此之外,图形处理还包括测区图形拼接,图廓整饰,图形信息保存、管理、应用等。图形裁剪是保留给定区域内的图形而除掉区域外的图形的一种处理方法,主要用于图形分幅。

数据处理是数字测图的关键阶段。数字测图系统的优劣取决于数据处理的功能。在数据处理时,既有对图形数据的交互处理,也有批处理。

1.2.3 数据输出

输出图形是数字测图的主要目的,通过对层的控制,可以编制和输出各种专题地图(包括平面图、地籍图、地形图、管网图、带状图、规划图等),以满足不同用户的需要。可采用矢量绘图仪、栅格绘图仪、图形显示器、缩微系统等绘制或显示地形图图形。为了方便,往往需要用绘图仪或打印机将图形或数据资料输出。在用绘图仪输出图形时,还可按层来控制线划的粗细或颜色。

1.3 数字测图的发展与展望

1.3.1 数字测图的发展历程

数字化成图是由制图自动化开始的。20世纪50年代美国国防制图局开始研究制图自动化问题,这一研究同时推动了制图自动化配套设备的研制与开发。20世纪70年代,制图自动化已形成规模生产,美国、加拿大及欧洲各国都建立了自动制图系统。当时的自动制图主要包括数字化仪、扫描仪、计算机及显示系统四个部分,数字化仪数字化成图成为主要的自动成图方法。当一幅地形图数字化完毕后,由绘图仪在透明塑料片上回放出地图,并与原始地图叠置以检查、修正错误。

20世纪80年代,摄影测量经历模拟法、解析法发展为数字摄影测量。数字摄影测量把摄影所获得的影像进行数字化得到数字化影像,利用计算机视觉原理借助立体观测系统

观测立体模型,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、地物采集等软件实现量测过程自动化,从而提供数字地形图或专题图、数字地面模型等各种数字化产品。

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,在机助地图制图系统的基础上发展起来的。20 世纪 80 年代全站型电子速测仪的迅猛发展,加速了数字测图的研究与应用。目前,数字测图技术在国内已趋成熟,它已作为主要的成图方法取代了传统的图解法测图。其发展过程大体上可分为两个阶段。

第一阶段:主要利用全站仪采集数据,电子手簿记录,同时人工绘制标注测点点号的草图,到室内将测量数据直接由记录器传输到计算机,再由人工按草图编辑图形文件,并输入计算机自动成图,经人机交互编辑修改,最终生成数字地形图,并由绘图仪绘制地形图。

第二阶段:仍采用野外测记模式,但成图软件有了实质性的进展。一是开发了智能化的外业数据采集软件;二是计算机成图软件能直接对接收的地形信息数据进行处理。

20 世纪 90 年代,RTK 实时动态定位技术(载波相位差分技术)出现,能够实时提供测点在指定坐标系的三维坐标成果,定位精度高。随着 RTK 技术的不断发展和系列化产品的不断出现,GPS 数字测量系统在开阔地区将成为地面数字测图的主要方法。

1.3.2 数字测图的发展趋势

随着科学技术水平的不断提高和地理信息系统的不断发展,全野外数字测图技术将在以下方面得到较快发展。

1. 无线传输技术的应用使得以镜站为中心成为可能

无线数据传输技术应用于全野外数字测图作业中,将使作业效率和成图质量得到进一步提高。目前生产中采用的各种测图方法,所采集的碎部点数据要么储存在全站仪的内存中,要么通过电缆输入电子平板电脑或 PDA 电子手簿。由于不能实现现场实时连线构图,所以必然影响作业效率和成图质量。即使采用电子平板电脑作业,也由于在测站上难以全面看清所测碎部点之间的关系而降低效率和质量。如图 1-3 所示,为了很好地解决上述问题,可以引入无线数据传输技术,即实现 PDA 与测站分离,确保测点连线的实时完成,并保证连线的正确无误,从而实现效率和质量的双重提高。

2. 全站仪与 GPS-RTK 技术相结合

全野外数字测图技术的另一发展趋势是 GPS-RTK 技术与全站仪相结合的作业模式。GPS 具有定位精度高、作业效率高、不需点间通视等突出优点。实时动态定位技术(RTK)更使测定一个点的时间缩短为几秒钟,而定位精度可达厘米级。其作业效率与全站仪采集数据相比可提高 1 倍以上。但是在建筑物密集地区,由于障碍物的遮挡,容易造成卫星失锁现象,使 RTK 作业模式失效,此时可采用全站仪作为补充。所谓 RTK 与全站仪联合作业模式,是指测图作业时,对于开阔地区以及便于 RTK 定位作业的地物(如道路、河流、地下管线检修井等)采用 RTK 技术进行数据采集,对于隐蔽地区及不便于 RTK 定位的地物

(如电杆、楼房角等), 则利用 RTK 快速建立图根点, 用全站仪进行碎部点的数据采集。这样既免去了常规的图根导线测量工作, 同时也有效地控制了误差的积累, 提高了全站仪测定碎部点的精度。最后将两种仪器采集的数据整合, 形成完整的地形图数据文件, 在相应软件的支持下, 完成地形图(地籍图、管线图等)的编辑整饰工作。该作业模式的最大特点是在保证作业精度的前提下, 可以极大地提高作业效率。可以预见, 随着 GPS 的普及、硬件价格的进一步降低和软件功能的不断完善, GPS 与全站仪相结合的数字测图作业模式将会得到迅速发展。

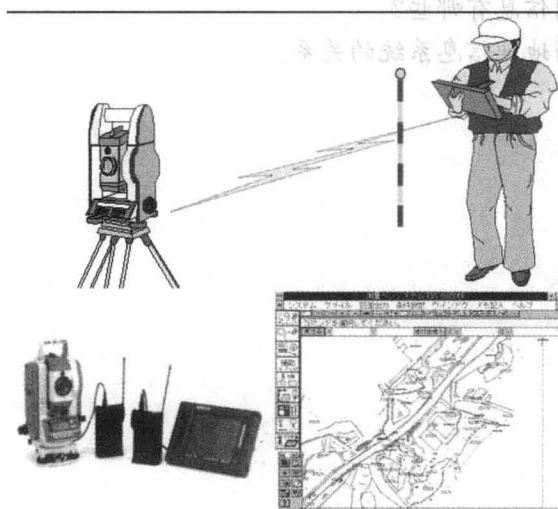


图 1-3 全站仪自动跟踪测量模式

3. GIS 前端数据采集

随着地理信息系统的不断发展, GIS 的空间分析功能将不断增强和完善, 作为 GIS 的前端数据采集手段——数字测图技术, 必须更好地满足 GIS 对基础地理信息的要求。地形图不再是简单的点线面的组合, 而应是空间数据与属性数据的集合。野外数据采集时, 不仅仅是采集空间数据, 同时还必须采集相应的属性数据。目前在生产中所用的各种数字测图系统, 大多只是简单的地形、地籍成图软件, 很难作为一种 GIS 数据前端采集系统, 造成了前期数据采集与后期 GIS 系统构建工作的脱节, 使 GIS 构建工作复杂化。因此, 规范化的数字测图系统(包括科学的编码体系、标准的数据格式、统一的分层标准和完善的数据转换、交换功能)将会受到作业单位的普遍重视。

4. 数字测图系统的高度集成化是必然趋势

测图系统的集成是必然趋势, 随着科技的进一步发展, 将来的大比例尺测图系统将不再使用全站仪和三脚架, 而只是操作员在工作帽上安装 GPS 接收器以及激光发射和接收器, 用于测距和测角, 在眼睛前面佩戴小巧的照准镜, 手中拿着带握柄的掌上电脑处理数据、显示图形, 腰上携带无线数据传输器用于将测得的数据实时传送回测量中心, 测量中心则收集各个测区的测量数据, 生成整体大比例尺地形数据库。

思考题

1. 什么是数字测图?
2. 数字测图有哪些特点?
3. 简述数字测图的基本成图过程。
4. 数据采集的绘图信息有哪些?
5. 简述数字测图与地理信息系统的关系。



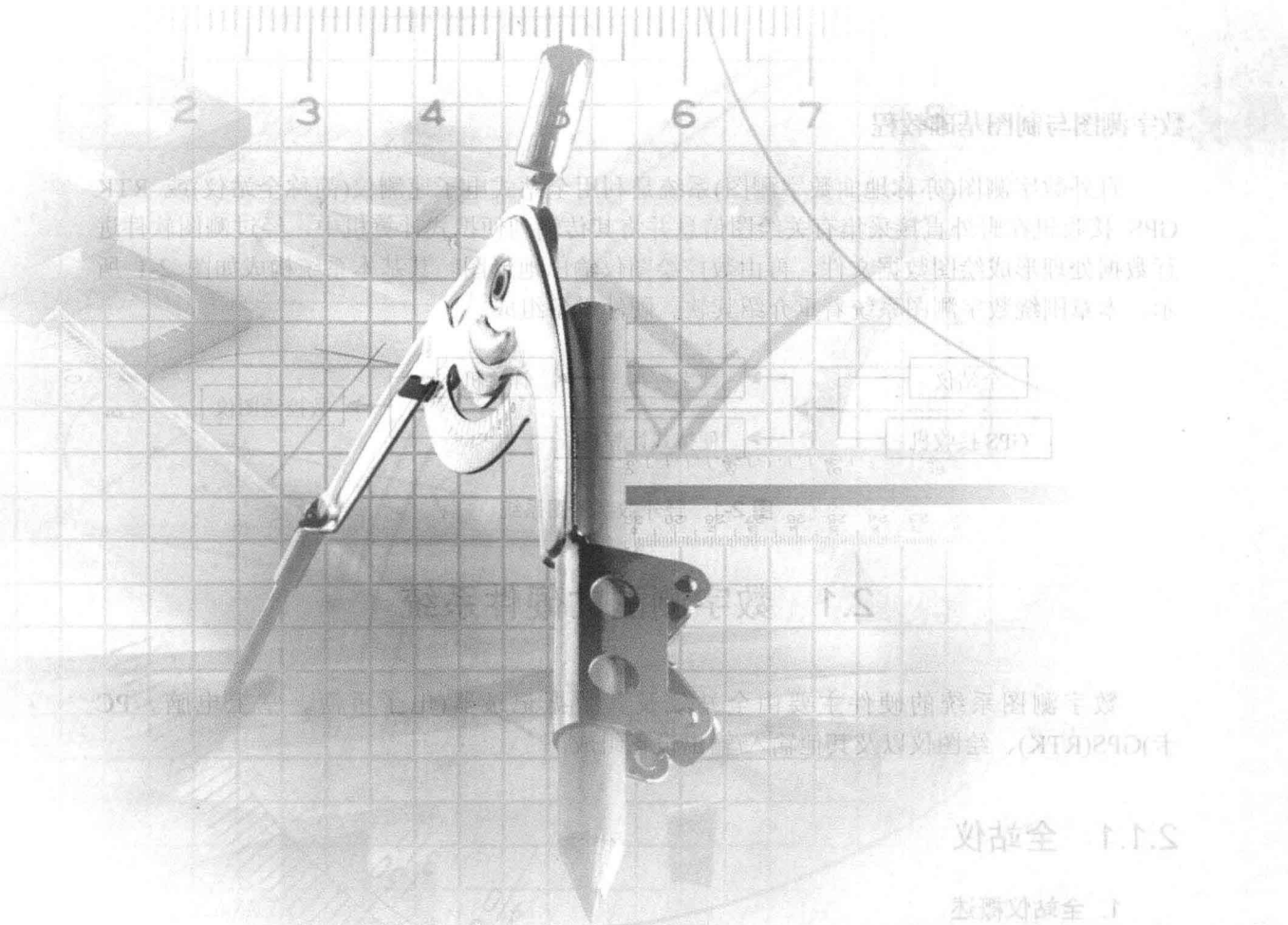
图 1-3 全站仪测量示意图

3. 数字测图数据采集

数字测图数据采集是指将野外测得的数据输入计算机，经软件处理生成数字图形文件的过程。数据采集是数字测图的基础，其质量直接影响成图精度。数据采集的方式主要有全站仪数据采集、GPS数据采集、数字水准仪数据采集等。全站仪数据采集是最常用的方式，其优点是精度高、操作简便。GPS数据采集适用于大范围、高精度的测量。数字水准仪数据采集适用于高程测量的自动化。数据采集时需要注意仪器的校准、数据的记录和保护，以确保数据的准确性和完整性。

4. 数字测图系统的高精度数据采集

高精度数据采集是数字测图系统的重要组成部分，它要求数据采集设备具有高精度、高稳定性和高可靠性。目前，高精度数据采集设备主要有全站仪、GPS接收机、数字水准仪等。全站仪具有精度高、操作简便等优点，是高精度数据采集的首选设备。GPS接收机具有精度高、不受天气影响等优点，适用于大范围、高精度的测量。数字水准仪具有精度高、操作简便等优点，适用于高程测量的自动化。高精度数据采集时需要注意仪器的校准、数据的记录和保护，以确保数据的准确性和完整性。

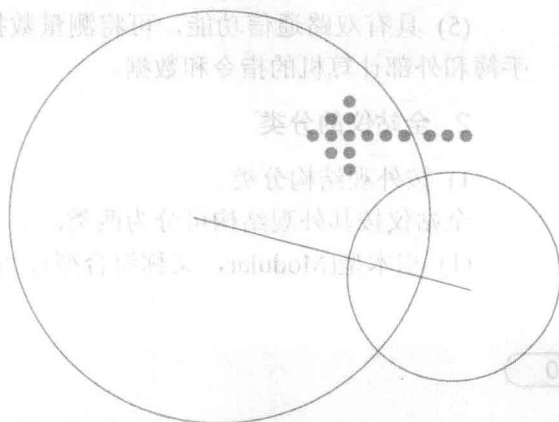


第2章

数字测图系统的组成及作业模式

学习目标

了解数字测图系统的软、硬件设备组成；熟悉全站仪的构成及其辅助设备；了解全站仪测量原理；了解国内主流数字成图软件的功能和特点；熟悉数字测图常规作业模式及其适用条件。



野外数字测图(亦称地面数字测图)系统是利用全站式电子速测仪(简称全站仪)或 RTK GPS 接收机在野外直接采集有关绘图信息并将其传输到便携式计算机中,经过测图软件进行数据处理形成绘图数据文件,再由数控绘图仪输出地形图。其基本系统构成如图 2-1 所示。本章围绕数字测图系统着重介绍其软、硬件设备组成。

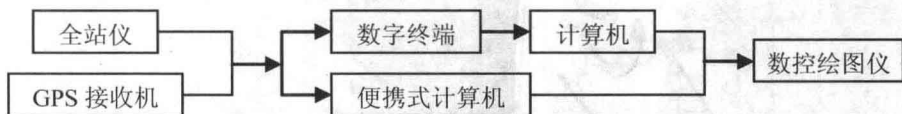


图 2-1 野外数字测图系统

2.1 数字测图的硬件系统

数字测图系统的硬件主要由全站仪及其数据记录器(电子手簿、掌上电脑、PC 卡)GPS(RTK)、绘图仪以及其他输入/输出设备组成。

2.1.1 全站仪

1. 全站仪概述

全站型电子速测仪(Electronic Total Station)是一种集光、机、电为一体的高技术测量仪器,是集水平角、垂直角、距离(斜距、平距)、高差测量功能于一体的测绘仪器系统。由于全站型电子速测仪较完善地实现了测量和处理过程的电子化和一体化,所以人们也通常称之为全站型电子速测仪或简称全站仪。

与传统测量仪器相比,全站仪具有以下特点。

- (1) 采用先进的同轴双速制、微动机构,使照准更加快捷、准确。
- (2) 具有完善的人机对话控制面板,由键盘和显示窗组成,除照准目标以外的各种测量功能和参数均可通过键盘来实现。仪器两侧均有控制面板,操作方便。
- (3) 设有双轴倾斜补偿器,可以自动对水平和竖直方向进行补偿,以消除竖轴倾斜误差的影响。
- (4) 全站仪内设有测量应用软件,能方便地进行三维坐标测量、放样测量、后方交会、悬高测量、对边测量等多项工作。
- (5) 具有双路通信功能,可将测量数据传输给电子手簿或外部计算机,也可接受电子手簿和外部计算机的指令和数据。

2. 全站仪的分类

1) 按外观结构分类

全站仪按其外观结构可分为两类。

- (1) 积木型(Modular, 又称组合型)。早期的全站仪,大都是积木型结构(见图 2-2(a)),