



国家示范性高等院校核心课程规划教材

工程测量技术专业及专业群教材

GONGCHENG CELIANG JISHU
ZHUANYE JI ZHUANYE
QUN JIAOCAI

数字测图

SHUZI CETU

冯大福 主 编



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

主要内容

第一章 绪论 1.1 数字测图的发展概况 1.2 数字测图的主要任务 1.3 数字测图的主要设备 1.4 数字测图的主要软件 1.5 数字测图的主要成果

数字测图

冯大福 主编

数字测图

冯大福 主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本教材主要为高职高专工程测量技术类专业的教学需要而编写,以目前最常见的数字测图方法——草图法测绘大比例尺数字地形图为主线,兼顾 RTK GPS 的应用,以数字测图的工作过程编排全书内容。以 TOPCON GPT—3102 全站仪、中海达 V8 CROS RTK 和南方 CASS7.0 为主要硬件和主要软件为例来示范数字测图的操作。全书还安排有十一个技能训练的内容。

全书共有七个学习情境,主要内容包括:数字测图简介、草图法大比例尺数字地形图测绘、编码法测图、电子平板法测图、地形图的扫描矢量化、数字地形图的应用、1:500 数字地形图测绘项目实训。在附录中介绍了清华山维数字测图软件、瑞得数字测图软件的使用方法,并列举了一个 1:500 数字化地形图测绘技术设计的实例。

本书可作为高职高专测绘类专业的教材,也可以作为广大测绘工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字测图/冯大福主编. —重庆:重庆大学出版社,
2010.1

(工程测量技术专业及专业群教材)

ISBN 978-7-5624-5209-6

I. 数… II. 冯… III. 数字化制图—高等学校—教材

IV. P283.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 215919 号

数字测图

冯大福 主 编

责任编辑:谭 敏 曾春燕 版式设计:谭 敏

责任校对:邬小梅 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:424 千

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5209-6 定价:29.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编写委员会

编委会主任 | 张亚杭

编委会副主任 | 李海燕

编委会委员

唐继红

黄福盛

吴再生

李天和

游普元

韩治华

陈光海

宁望辅

栗俊江

冯明伟

兰玲

庞成

序

本套系列教材,是重庆工程职业技术学院国家示范高职院校专业建设的系列成果之一。根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划 加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件精神,重庆工程职业技术学院以专业建设大力推进“校企合作、工学结合”的人才培养模式改革,在重构以能力为本位的课程体系的基础上,配套建设了重点建设专业和专业群的系列教材。

本套系列教材主要包括重庆工程职业技术学院五个重点建设专业及专业群的核心课程教材,涵盖了煤矿开采技术、工程测量技术、机电一体化技术、建筑工程技术和计算机网络技术专业及专业群的最新改革成果。系列教材的主要特色是:与行业企业密切合作,制定了突出专业职业能力培养的课程标准,课程教材反映了行业新规范、新方法和新工艺;教材的编写打破了传统的学科体系教材编写模式,以工作过程为导向系统设计课程的内容,融“教、学、做”为一体,体现了高职教育“工学结合”的特色,对高职院校专业课程改革进行了有益尝试。

我们希望这套系列教材的出版,能够推动高职院校的课程改革,为高职专业建设工作作出我们的贡献。

重庆工程职业技术学院示范建设教材编写委员会

2009年10月

前言

现代测绘技术和计算机技术的快速发展,促进了地形图测绘手段的变革。几年前还在广泛使用的传统白纸手工测图方法已经淘汰,取而代之的是数字测图技术。如今,无论是国家基础测绘,还是局域工程地形图的测绘,都采用数字测图的方法来测绘大比例尺地形图,数字测图已成了现代测量人员必备的测绘技能之一。因此,数字测图在测绘类专业中处于非常重要的地位。

按照情境学习理论的观点,只有在实际情境中学习才可能获得真正的职业能力,并获得理论认知水平的发展。因此本教材打破了传统的章节概念,以学习情境和子情境来安排全书内容。同时,在书中安排了十一个技能训练,以加强学生动手能力的培养。

在本教材的内容编排上,以地形测量和 CAD 的知识为基础,以数字测图的工作过程为基本顺序编排教材内容:认识数字测图的硬件,认识数字测图的软件,全站仪采集数据的测站设置,数据采集,草图绘制,全站仪与电脑数据传输,内业展点成图,地形图的编辑,地形图的扫描矢量化,数字地形图在工程中的应用。

本书所引用的规范和技术标准有国家和行业制定的,也有一些是地方制定的。而规范和标准会不断更新,书中的一些应用软件也会不断升级成高版本。所以,本书中所列的一些技术参数和各种技术规定仅供学习中参考,不能作为规范和技术标准直接引用。

本书由重庆工程职业技术学院冯大福、邓军、罗强及重庆师范大学周宏达共同编写。其中学习情境一、学习情境五由罗强编写;学习情境二由冯大福编写;学习情境三、学习情境四、附录 2 由邓军编写;学习情境六、学习情境七、附录 1、附录 3 由周宏达编写;全书由冯大福主编和统稿。

本书在编写过程中,参阅了大量文献,引用了同类书刊中的一些资料,在此谨向有关作者表示谢意!同时,对重庆大学

出版社为本书出版所付出的辛勤劳动表示衷心感谢!

由于作者水平有限,书中不妥和错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

真诚希望能够将批评意见反馈给我们,以便修订更正。敬请读者朋友将使用过程中发现的问题和建议及时发送至 fdf@cqvie.com 信箱。

编者
2009年8月

目录

学习情境1 数字测图简介	1
一、数字测图的概念	1
二、数字测图的特点	2
三、数字测图的发展历程及发展趋势	3
四、数字测图的硬件系统	5
五、数字测图的软件系统	12
六、数字测图的常见作业模式	21
技能训练1 认识数字测图的硬件与软件	23
习题	24
学习情境2 草图法大比例尺数字地形图测绘	25
子情境1 全站仪采集数据的测站设置	25
一、准备工作	25
二、全站仪的坐标测量功能	28
技能训练2 全站仪的菜单操作和测站设置	36
子情境2 野外数据采集	37
一、图根控制测量	38
二、碎部点的常见测算方法	42
三、RTK 采集碎部点的方法	45
四、草图法野外数据采集	57
五、草图绘制	68
技能训练3 草图法野外数据采集	70
子情境3 数据传输	70
一、数据文件	70
二、数据传输及通信参数	71

三、在 CASS 中传输数据	72
四、用通信软件进行数据传输	75
技能训练 4 数据传输	76
子情境 4 内业展点成图	76
一、参数配置	79
二、展绘碎部点	81
三、地物绘制	83
技能训练 5 在 CASS 软件中展点绘图	88
子情境 5 地形图的编辑	88
一、绘图处理	88
二、绘制等高线	91
三、常见地物编辑	96
四、成果输出	103
技能训练 6 在 CASS 软件中编辑地形图	105
习题	105
学习情境 3 编码法测图	107
一、数据编码简介	107
二、简编码法数据采集和成图	141
技能训练 7 简编码法测图	144
习题	145
学习情境 4 电子平板法测图	146
一、准备工作	146
二、测站设置	148
三、碎部测量	150
技能训练 8 电子平板法测图	156
习题	157
学习情境 5 地形图的扫描矢量化	158
一、地形图扫描	159
二、图像处理	160
三、地形图的矢量化	164
技能训练 9 地形图的扫描矢量化	168
习题	169
学习情境 6 数字地形图的应用	170
子情境 1 数字地面模型的建立和应用	170

一、数字地面模型的建立·····	170
二、数字地面模型的应用·····	174
子情境 2 数字地形图的工程应用 ·····	176
一、数字地形图的应用概述·····	176
二、地形图常见几何要素查询·····	176
三、面积计算·····	179
四、土方量计算·····	181
五、断面图绘制·····	188
六、其他应用·····	191
技能训练 10 用数字地形图计算土方量 ·····	194
技能训练 11 用数字地形图绘制纵断面图 ·····	195
习题 ·····	195
 学习情境 7 1:500 数字地形图测绘项目实训·····	197
 附录 1 清华山维数字测图软件简介 ·····	221
 附录 2 瑞得数字测图软件简介 ·····	236
 附录 3 1:500 数字化地形图测绘技术设计示例·····	245
 参考文献 ·····	256

学习情境 1

数字测图简介



知识目标

能够正确陈述数字测图的基本概念和数字测图的主要特点;能够了解数字测图的发展历史;能够正确陈述数字测图的主要硬件系统的构成、数字测图的主要软件及其系统的构成;能够正确陈述常见的作业模式。



能力目标

能够熟练选配数字测图的硬件系统、数字测图的软件系统;能够根据具体条件正确选择合适的数字测图作业模式。

一、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(称为外业);在室内做计算、处理,绘制地形图(称为内业)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或模拟法测图。

数字化测图是近几年随着计算机、地面测量仪器、数字化测图软件的应用而迅速发展起来的全新内容,广泛用于测绘生产、水利水电工程、土地管理、城市规划、环境保护和军事工程等部门。数字化测图作为一种全解析机助测图技术,与模拟测图像比具有显著优势和发展前景,是测绘发展的技术前言。目前许多测绘部门已经形成了数字图的规模生产。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。数字测图技术的应用发展,极大地促进了测绘行业的自动化和现代化进程。使测量的成果不仅有绘在纸上的地形图,还有方便传输、处理、共享的基础信息,即数字地图。是 GIS 的子系统。它将为信息时代地理信息的应用发展提供最可靠的保障。

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,并逐步地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;利用手持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。利用上述技术将采集到的地形数据传输到计算机,由数字成图软件进行数据处理,经过编辑、图形处理,生成数字地形图。在实际工作中,大比例尺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。

数字化测图的基本思想:数字化测图就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。

二、数字测图的特点

传统的大比例尺白纸测图目前已被数字测图所取代,这是因为数字测图具有诸多纸质图所不具有的特点。

1. 点位精度高

传统的经纬仪配合平板、量角器的图解测图方法,其地物点的平面位置误差主要受展绘误差和测定误差;测定地物点的视距误差和方向误差;地形图上地物点的刺点误差等影响。实际的图上误差可达 $\pm 0.47\text{ mm}$ 。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。如在 $1:500$ 的地籍测量中测绘房屋要用皮尺或钢尺量距用坐标法展点。普及了红外测距仪和电子速测仪,虽然测距和测角的精度大大提高,但是沿用白纸测图的方法绘制的地形图却体现不出仪器精度的提高。也就是说无论怎样提高测距和测角的精度,图解地形图的精度变化不大,浪费了应有的精度。这就是白纸测图致命的弱点。而数字化测图则不同,测定地物点的误差在距离 450 m 内约为 $\pm 22\text{ mm}$,测定地形点的高程误差在 450 m 内约为 $\pm 21\text{ mm}$ 。若距离在 300 m 以内时测定地物点误差约为 $\pm 15\text{ mm}$,测定地形点高差约为 $\pm 18\text{ mm}$ 。电子速测仪的测量数据作为电子信息可以自动传输、记录、存储、处理和成图。在全过程中原始数据的精度毫无损失,从而获得高精度(与仪器测量同精度)的测量成果。数字地形图最好地反映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. 测图用图自动化

数字测图则使野外测量自动记录,自动解算,使内业数据自动处理,自动成图,自动绘图,并向用图者提供可处理的数字(形)图软盘,用户可自动提取图数信息。使其作业效率高,劳动强度小,错误几率小,绘制的地形图精确、美观、规范。

3. 改进了作业方式

传统的方式主要是通过手工操作,外业人工记录、人工绘制地形图;并且在图上人工量算坐标、距离和面积等。数字测图则使野外测量达到自动记录、自动解算处理、自动成图,并且提供了方便使用的数字地图软盘。数字测图自动化的程度高,出错(读错、记错、展错)的概率小,能自动提取坐标、距离、方位和面积等。绘图的地形图精确、规范、美观。

4. 便于图件成果的更新

城镇的发展加速了城镇建筑物和结构的变化,采用地面数字测图能克服大比例尺白纸测图连续更新的困难。数字测图的成果是以点的定位信息和绘图信息存入计算机,实地房屋的

改建扩建、变更地籍或房产时,只需输入变化信息的坐标、代码,经过数据处理就能方便地做到更新和修改,始终保持图面整体的可靠性和现实性,数字测图可谓“一劳永逸”。

5. 避免因图纸伸缩带来的各种误差

表示在图纸上的地图信息随着时间的推移,图纸产生变形而产生误差。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,精度无一点损失,避免了对图纸的依赖性。

6. 能以各种形式输出成果

计算机与显示器、打印机联机时,可以显示或打印各种需要的资料信息。与绘图仪联机,可以绘制出各种比例尺的地形图、专题图,以满足不同用户的需要。

7. 成果的深加工利用

数字测图分层存放,可使地面信息无限存放,不受图面负载量的限制,从而便于成果的深加工利用,拓宽测绘工作的服务面,开拓市场。比如 CASS 软件总共定义 26 个层(用户还可根据需要定义新层)。房屋、电力线、铁路、植被、道路、水系、地貌等均存于不同的层中,通过关闭层、打开层等操作来提取相关信息,便可方便地得到所需的测区内各类专题图、综合图,如路网图、电网图、管线图、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要的城市规划用图、城市建设用图、房地产图以及各种管理的用图和工程用图。

8. 作为 GIS 的重要信息源

地理信息系统(GIS)具有方便的信息查询检索功能、空间分析功能以及辅助决策功能。在国民经济、办公自动化及人们日常生活中都有广泛的应用。然而,要建立一个 GIS,花在数据采集上的时间和精力约占整个工作的 80%。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。经过一定的格式转换,其成果即可直接进入 GIS 的数据库。并更新 GIS 的数据库。一个好的数字测图系统应该是 GIS 的一个子系统。

三、数字测图的发展历程及发展趋势

1. 数字测图的发展历程

20 世纪 50 年代,美国国防制图局开始研究制图自动化问题,即将地图资料转换成计算机可读的形式,并由计算机及处理、存储,继而能自动绘制地形图。这一研究同时也推动了制图自动化全套设备的研制,包括各种数字化仪、扫描仪、数控绘图仪以及各类计算机接口技术等。

20 世纪 70 年代,制图自动化已形成规模生产,美国、加拿大及欧洲各国建立了自动制图系统,测绘部门都有自动制图技术的应用。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 4 个部分。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,与原始地图叠置,检查数字化过程中产生的错误并加以修正。

20 世纪 80 年代,数字摄影测量的发展为数字测图提供各种数字化产品,如数字地形图、专题图、数字地面模型等。

20 世纪 70 年代,电子速测仪问世,大比例尺地面数字测图开始发展。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,如 20 世纪 80 年代后期国际上有较优秀的用全站仪采集、电子手簿记录、成图的数字测图系统。

我国是从 1983 年开始研究数字测图工作。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,并键入计算机自动成图,经人机交互编辑修改,最终生成数字地形图,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)的出现,GPS 数字测量系统将在开阔地区成为地面数字测图的主要方法。

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(GIS)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(笔记本电脑)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(笔记本电脑)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。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,具体方法如下:在全站仪的数据端口安装无线数据发射装置,它能够将全站仪观测的数据实时地发射出去;开发一套适用于 PDA 手簿的数字测图系统并在 PDA 上安装无线数据接收装置。作业时,PDA 操作者与立镜者同行(熟练操作员或简单地区,立镜者可同时操作 PDA),每测完一个点,全站仪的发射装置马上将观测数据发射出去,并被 PDA 所接收,测点的位置即会在 PDA 的屏幕上显示出来,操作者根据测点的关系完成现场连线构图,这样就不会因为辨不清测点之间的相互关系而产生连线错误,也不必绘制观测草图进行内业处理,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。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。

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。

人类正迈向信息社会,作为信息产业重要组成部分的地理信息产业有了蓬勃发展。近几年我国城市地理信息系统建设的势头亦很迅猛,GIS 的建立离不开空间数据和数据的更新。没有数据,GIS 不可能建立;有了数据,若不能随大地日新月异的变化及时地更新,GIS 就会失去生命力。数字地(形)图及其更新是建立 GIS 最基础、工作量也最大的工作。在各类土木工程建设中,计算机辅助设计(CAD)技术也得到飞速发展。设计所使用的地形图显示于屏幕,在交互式计算机图形系统的支撑下,工程设计人员可直接在屏幕上进行设计、方案的比较和选择等。完整的土木工程 CAD 技术,离不开数字化的地形图。因此,传统的大比例尺测图方法,必然要经历一场不可避免的革命性变化,变革最基本的目标就是数字化、自动化(智能化)。

4) 数字测图系统的高度集成化是必然趋势

大比例尺数字测图的美好未来发展创造需求,需求指引发展,测图系统的集成是必然趋势。GPS 和全站仪相结合的新型全站仪已被用于多种测量工作,掌上电脑和全站仪的结合或者全站仪自身的功能不断完善,到时如果全站仪的无反射镜测量技术进一步发展,精度达到测量标准要求,那么测量工作只需携带一台新型全站仪和一个三脚架,而操作员也只需一人。展望未来,随着科技的进一步发展,将来的大比例尺测图系统将没有全站仪和三脚架,只是操作员的工作帽上安着 GPS 接收器以及激光发射和接收器,用于测距和测角,眼前搭小巧的照准镜,手中拿着带握柄的掌上电脑处理数据、显示图形,腰上别着的无线数据传输器则将测得的数据实时传回测量中心,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。这就是大比例尺数字测图的美好明天。

我国从 20 世纪 80 年代初开始了数字测图技术的研究、开发、试用和不断完善,已涌现出一些比较好的和优秀的数字测图软件,清华大学土木系和清华山维公司研究开发的 EPSW 电子平板测图系统就是其中比较优秀的一个,在许多测绘部门已用它形成数字图的规模生产。数字测图技术正趋于成熟,终将取代人工模拟测图,成为地形测绘的主流。它是反映测绘技术现代化水平的标志之一。

四、数字测图的硬件系统

数字测图系统所需硬件的基本配置及其联结方式如图 1-1 所示:

数字测图系统根据不同的条件和要求有不同的硬件配置,下面介绍一下常用和主要的一些数字测图硬件设备。

1. 电子计算机

1) 计算机硬件

计算机硬件是指那些以物理形式存在的计算机和有关物理设备,包括中央处理器(亦称微处理器,CPU)、内存储器、输入设备、输出设备、总线等几部分(见图 1-2)。

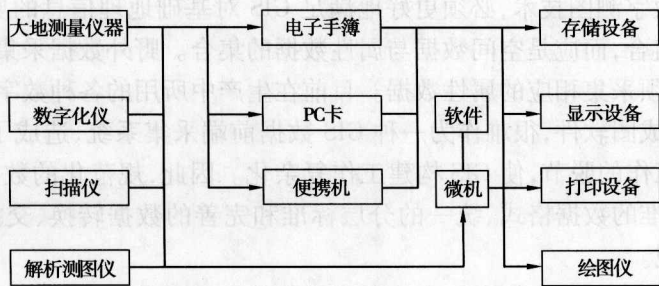


图 1-1 数字测图系统的硬件配置

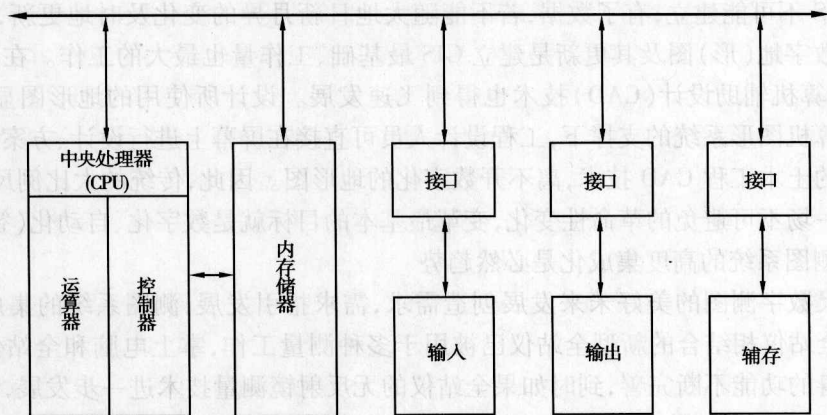


图 1-2 计算机硬件组成

数字测图系统由于处理的数据量比较大,对计算机的要求比较高,一般 CPU 主频要求在 2.0 GHz 以上,内存 512 MB 以上。

2) 计算机软件

计算机软件是共用程序的集合以及一个系统有关的计算机化的文件资料的总称。计算机软件是计算机硬件和使用者之间的接口。硬件在软件管理下才能正常工作,才能最有效地利用硬件全部的处理能力,也就是说软件的质量影响着计算机系统的总体性能。就其功能和服务对象而言,软件可划分为两大类:系统软件和应用软件。

系统软件是以管理计算机和便于用户使用计算机为目的的那部分软件,是扩充计算机功能、合理调度计算机资源、为应用软件创造良好运行环境的软件。它有两个重要特点:一是共用性,无论是哪个应用领域,还是哪个计算机用户,都要使用它们;二是基础性,应用软件要用它们来编写和实现,并要在它们的支持下运行。计算机系统软件主要有两类:一类是负责人们与计算机之间的通信,如高级语言的编译程序、数据库管理系统及各种工具软件等;另一类是负责组织计算机的活动,以完成人们交给的任务,如操作系统等。

除系统软件以外的其他软件都可称为应用软件。应用软件是处理某种专门类型的数据或实现特定功能的程序,如计算机语言处理程序、文字编辑程序、数值计算程序、工资管理软件、仓库管理软件、数字化绘图软件等。

3) 自动制图对计算机的要求

计算机是整个机助制图(包括成图与编图)过程中不可缺少的设备。自动制图对计算机

提出了较高的多方面的要求。

数字计算。计算机自动制图工作的数字计算,内容相当广泛。主要有数学基础计算,该计算工作的特点是计算量较大但并不复杂,对计算机的计算速度、精度、内存容量并无太高要求,一般微机都能胜任。但当使用扫描系统设备时,由于数据量大、栅格、矢量数据之间的转换计算量大,以及系统的制图工作自动化程度提高,相应地对计算机提出较高的要求。

数据处理。由于地图信息量极大,数据处理工作是计算机的一项重要任务,它包括数据输入和预处理、分类和整理、分离和合并建立文件等。它的特点是工作量较大但数字模型比较简单,要求计算机具有较大的内存和多种外存装置,计算机应有较多的通道以及较强的逻辑计算功能。

数据库管理。自动制图的一项重要任务就是建立地图数据库,把通过各种手段获取的数据储存起来,提取多方面用户和各种目的使用。地图数据库是通过精心设计、严密组织的地图数据汇集系统,并利用电子计算机管理来实现的数据储存、检索和更新的自动化,为此要求计算机具备必需的硬件条件,包括大容量的外存储器,以及必要的软件,如图形数据库管理系统。

设备控制。自动制图系统中,计算机除配有基本的外部设备以外,还配有多种制图专用设备,如数字化仪、绘图仪、图形显示器等。对这些设备的控制,可因对象而定。例如数字化仪,采用手扶跟踪作业方式,速度很慢,获取数据的格式比较单一,因为控制也很简单。对于这种情况,完全可以采用一般微机控制。但在图形显示、动态漫游和图形编辑作业中,为了实现人机对话实时处理图形,要求在极短时间内为处理图形实现上百万次运算,需要较高档次的微机。故可采用多种类型的微机组成分布系统,以降低费用并提高效率,保证大型制图系统的有效运行。

2. 全站仪

全站仪由电子测角、电子测距、电子补偿、微机处理装置四大部分组成,它本身就是一个带有特殊功能的计算机控制系统。其微机处理装置由微处理器、存储器、输入部分和输出部分组成。由微处理器对获取的倾斜距离、水平角、竖直角、垂直轴倾斜误差、视准轴误差、垂直度盘指标差、棱镜常数、气温、气压等信息进行处理,从而得到各项改正后的观测数据和计算数据。在仪器的只读存储器中固化了测量程序,使用测量过程由程序完成。仪器的设计框架如图1-3所示。

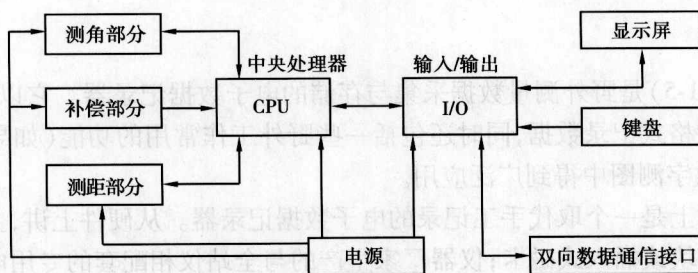


图 1-3 全站仪的设计框架

其中:

- 1) 电源部分可充电电池,为各部分供电;
- 2) 测角部分为电子经纬仪,可以测定水平角、竖直角,并可设置方位角;