

# 数字化测图教程

SHUZHUA CETU JIAOCHENG

陈继光 席志芳 编著



山东省地图出版社

# 数字化测图教程

陈继光 席志芳 编著

山东省地图出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

数字化测图教程/陈继光 席志芳 编著.—济南:山东省地图出版社,2001.1

ISBN 7-80532-447-6

I.数... II.①陈...②席... III.数字技术—应用—地图编绘—教材 IV.P283

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第18041号

高等学校试用教材

**数字化测图教程**

陈继光 席志芳 编著

山东省地图出版社出版/发行

山东山大科苑印刷厂印刷

787×1092毫米 16开 10.5印张 294千字

2001年6月第一版 2001年6月第一次印刷

印数:0001—2000册 定价:13.80元

## 前 言

随着计算机技术和测量仪器的发展，数字化测图正逐步替代传统的手工平板白纸测图方法，成为地形数据采集的重要手段，数字化测图改变了传统的成图方法，将地形图的信息采集和后续工程规划、设计中的计算机交互使用融为一体，成为地形图测量的重要手段。

本文根据南方测绘仪器公司推出的数字化测图软件 CASS 的有关资料（CASS 地形、地籍成图软件使用说明书和 CASS 4.0 软件）编写此书，为便于学习者对数字化测图原理的理解和操作，书中使用了拷贝的软件操作界面图形。

本书除阐述数字化测图的基本原理和内容外，主要介绍了 CASS 测图系统的使用方法。使读者通过真实的软件操作加深对数字化测图原理的理解，并解决了学习者使用 CASS 软件的困难，本书可作为数字化测图的基本教材或 CASS 测图系统的用户上机操作参考手册。

书中不当之处，请读者批评指正。

南方测绘仪器公司在近年国内高等院校数字化测图教学推广中作了大量工作，并对本教材的编写提供了帮助，谨借此机会对南方测绘仪器公司表示感谢。

## 目 录

第1章 数字化测图漫谈	1
1.1 数字化地形图	1
1.2 数字化测图系统	2
1.2.1 测量数据采集	2
1.2.2 测量数据处理和图形文件的生成	3
1.2.3 地形数据成果的输出	3
1.3 国内测图软件市场介绍	4
第2章 外业数据采集和编码处理	5
2.1 测点数据采集方式	5
2.1.1 数字化测图测点数据的采集计算公式	5
2.1.2 数字化测图测点数据的采集测量仪器类型介绍	6
2.2 碎部点的确定	7
2.3 测点“坐标数据文件”格式	8
2.3.1 数字化测图外业数据采集测量数据记录表格	8
2.3.2 CASS“坐标数据文件”格式	8
2.3.3 CASS 4.0 系统中传统测量记录格式与“坐标数据文件”格式的转换	10
2.4 地形数据的编码方法	11
2.4.1 地形图图式符号的分类	11
2.4.2 三位数据编码	12
2.4.3 四位数据编码	12
2.4.4 七位数据编码	13
2.4.5 其他编码方式	13
2.4.6 CASS 编码方式及“外业操作码”地物符号编码表	13
2.5 编码连接信息	15
2.5.1 有码作业方式中的编码连接信息	16
2.5.2 无码作业方式中的“编码引导文件”	19
2.6 图形文件的生成原理和图式符号库的调用	21
2.6.1 数字测图系统图式符号库的设计思路	22
2.6.2 图式符号库结构分类	22
2.6.3 绘图软件系统图式符号库开发的基本功能	23
2.6.4 CASS 绘图软件系统图式符号库示例	24
2.7 数字地面模型(DTM)技术的应用	25
2.7.1 DTM 数据文件形式	25
2.7.2 数字地面模型结构形式	26

2.7.3	三角格网的等高线拟合	27
2.8	数字化测图的作业模式和作业方法选择	27
2.8.1	数字化测图的有码作业方式	28
2.8.2	数字化测图的无码作业方式	29
2.8.3	电子平板作业方式	31
2.8.4	已有地形图图纸数字化成图作业方式	32
2.8.5	如何选择合适的数字化作业模式	34
<b>第3章</b>	<b>浏览 CASS 数字化测图系统</b>	<b>35</b>
3.1	CASS 数字化测图系统的功能与特点	35
3.2	CASS 数字化测图系统的构成	36
3.3	CASS 数字化测图系统的运行环境	36
3.3.1	硬件环境	36
3.3.2	软件环境	36
3.4	CASS 4.0 系统操作界面	37
3.5	CASS 4.0 系统界面菜单项操作	37
3.5.1	顶部菜单	37
3.5.2	底行命令和功能显示区	39
3.5.3	工具条	40
3.5.4	CASS 4.0 右侧屏幕菜单	41
3.6	CASS 4.0 系统对话框形式	42
3.6.1	信息提示窗	42
3.6.2	提示输入窗	43
3.6.3	屏幕菜单窗口	46
<b>第4章</b>	<b>CASS 系统“自动绘图”</b>	<b>48</b>
4.1	“自动绘图”前的数据文件准备	48
4.2	自动绘图中的“绘图处理”菜单调用	50
4.2.1	定显示区	50
4.2.2	展点	51
4.2.3	编码引导	53
4.2.4	简码识别	55
4.2.5	绘平面图	56
4.3	绘制等高线	57
4.3.1	由数据文件建立 DTM	57
4.3.2	绘制等高线	60
4.3.3	删三角网	63
4.3.4	等高线注记	64

---

4.4 地形图中的文字注记编辑	65
4.5 图幅整饰	68
4.6 地形图存盘和已有图形打开	71
4.6.1 新建图形文件	71
4.6.2 打开已有图形	72
4.6.3 图形存盘、图形改名存盘	72
<b>第五章 交互方式下 CASS 菜单中 AutoCAD 基本指令和操作</b>	<b>74</b>
5.1 文件管理功能和操作	74
5.1.1 新建图形文件	74
5.1.2 打开已有图形文件	75
5.1.3 图形存盘	76
5.1.4 图形改名存盘	76
5.1.5 修补破坏的图形文件	77
5.1.6 加入 CASS 4.0 环境	77
5.1.7 清理图形	77
5.1.8 绘图输出	78
5.1.9 文件输入/输出	80
5.2 常用绘图工具命令功能及操作	80
5.2.1 操作后退	81
5.2.2 取消回退	81
5.2.3 物体捕捉模式	82
5.2.4 取消捕捉	83
5.2.5 画直线	83
5.2.6 画弧	84
5.2.7 画圆	85
5.2.8 画曲线	86
5.2.9 画点	86
5.2.10 前方交会	86
5.2.11 边长交会	87
5.2.12 画复合线	87
5.2.13 多功能复合线	87
5.2.14 画圆环	88
5.2.15 画椭圆	89
5.2.16 画多边形	89
5.3 常用图形编辑命令	91
5.3.1 删除	91
5.3.2 断开	93

5.3.3	延伸	94
5.3.4	修剪	94
5.3.5	移动	94
5.3.6	旋转	95
5.3.7	比例缩放	96
5.3.8	复制	97
5.3.9	镜象	97
5.4	文本编辑和图元信息查询、设定	98
5.4.1	编辑文本	98
5.4.2	文字	99
5.4.3	图元编辑	105
5.4.4	查寻	106
5.4.5	修改	107
5.5	已有图象插入	109
5.5.1	插入图	109
5.5.2	光栅图象	110
5.5.3	对齐	114
5.6	图形显示的控制	115
5.6.1	重画屏幕	115
5.6.2	显示缩放	115
5.6.3	平移	118
5.6.4	鹰眼	118
5.7	图层、图块的控制和设计	119
5.7.1	图层控制	119
5.7.2	制作图块	124
第六章 CASS 4.0 菜单中地形图绘制的指令和操作		127
6.1	地形图平面绘图信息处理	127
6.1.1	定显示区	127
6.1.2	改变当前图形比例尺	127
6.1.3	展点	128
6.1.4	编码引导	130
6.1.5	简码识别	130
6.1.6	绘平面图	130
6.2	地形图高程信息处理	130
6.2.1	由数据文件建立 DTM	130
6.2.2	由图面建立 DTM	130
6.2.3	删除三角形	132



---

6.2.4 删除恢复	132
6.2.5 过滤三角形	132
6.2.6 增加三角形	133
6.2.7 三角形内插点	133
6.2.8 重组三角形	134
6.2.9 删三角网	136
6.2.10 修改结果存盘	136
6.2.11 绘制等高线	136
6.2.12 等高线内插	136
6.2.13 删除等高线	137
6.2.14 查询指定点高程	137
6.2.15 等高线注记	137
6.2.16 等高线修剪	138
6.3 地形图地物编辑处理	139
6.3.1 线型换向	140
6.3.2 查询坎高	140
6.3.3 电力电信	140
6.3.4 植被填充	142
6.3.5 边菜单填充操作	142
6.3.6 边菜单点状地物插入操作	143
6.3.7 边菜单线状地物插入操作	144
6.3.8 边菜单面状地物插入操作	145
6.3.9 符合等分内插	146
6.4 图幅整饰	147
6.4.1 图幅网格	147
6.4.2 方格注记	148
6.4.3 批量分幅	148
6.4.4 标准图幅 ( 50 * 50 cm )	149
6.4.5 小比例尺图幅	150
6.4.6 批量删剪	151
6.4.7 批量修剪	152
6.5 测量数据处理	153
6.5.1 数据通讯	154
6.5.2 原始测量数据录入	156
6.6 图纸信息管理	157
6.6.1 地名信息操作	157
6.6.2 图纸信息操作	159
6.6.3 图纸显示	159

# 第1章 数字化测图漫谈

## 1.1 数字化地形图

地形图是人们表示自然地形形态的直观方法,通过地形图描述地表地物、地貌状况。在计算机技术发展以前,绘制模拟地形图是一种简单有效的地形描述方法,随着IT技术的发展,人们对自然及其各方面内容的描述有了更先进的手段,可以用数字即数据库的方法来存储地形特征,数字化测图方法的出现使地形测量从传统的模拟测图变革为数字测图,测量成果不仅是绘制在图纸上的模拟地形图,而成为以计算机磁盘为载体可供传输、处理、共享的数字化地形信息。传统地形图已不再是表示地形地物、地貌的唯一手段,数据库可以为人们提供多种多样化的地形表示方法:表格、数据集、三维立体模型、地形图等,地形图成为数据格式与传统方式相衔接的地形表述方法。作为全新技术的数字化测图,其最终目的是用数字化方法描述自然地理、地物、地貌特征,成为风靡全球的GIS技术即地理信息系统有效的数据采集手段,是信息时代不可缺少的重要组成部分,这种将地形图图形数据存储和数据载体上的作业方法称为数字化测图;用于反映其数据形态的地形图称为数字化地形图。数字化测图与传统的手工模拟测图相比表现出以下特点:

1. 数字化测图的外业数据采集、数据处理、计算成图过程、提交成果都由计算机及相应测量仪器完成,提高了测图的自动化程度,减少了作业劳动强度,提供的地形图美观、规范,其成果质量与精度是手工模拟图无法比拟的,由于数据存储的可操作性使地形图的局部更新和修改成为可行和方便,使数字化地形资料保持整体现势性成为可能。

2. 数字化地形图改变了传统模拟测图按比例尺存储地形信息的作业方式,数字地形图不再以某一固定比例尺贮存数据,而是以1:1真实的数字形式存贮地形数据,然后根据用户的需要在一定比例尺范围内,可以输出不同比例和不同图幅大小的地形图,并可根据需要输出各种分层叠合的专业用图,例如:以建筑物权属和土地利用分类为主的地籍图;以地下管线以及两侧建筑物为主的地下管线图,并可将其数据直接传输给进行工程辅助设计应用和地理信息数据库数据信息采集的计算机接口,完成地形图图形数据和工程应用数据采集的连接。

3. 模拟测图方法中,比例尺精度决定了图中地物的精度,它常常无法反映和体现当今测量仪器测量精度的提高,例如:图上地物相对邻近图根控制点的距离为200m,距离测量时使用全站仪,点位精度完全可以达到5cm以上精度,这种精度在1:2000地形图上反映出的图上距离为0.025mm,无论是由观测数据在图上展绘,还是从已有地形图上读取点位,都无法实现上述精度,因而模拟方式测图实际上无法反映测量仪器日益提高的精度水平,造成高精度仪器的浪费。

数字化测图中高精度测量仪器观测的数据,在记录、存贮、处理、成图全过程中,原

始数据的精度毫无损失,它能较好地保持外业观测的数据精度,并根据用图单位的要求提供各种精度和比例尺图纸,且可使数据信息化,采用计算机数据载体存储数字化地形图图形数据,实现地形数据的传输、处理和数据共享,其数据元素的方便提取、调用为后续工程的计算机辅助设计提供了方便和可能。

4. 当今信息技术的进步带动了电子测量仪器和计算机技术的广泛应用和发展,使测绘技术改变了传统的作业模式。数字化地形图的出现使传统的测量理论和技术方法都发生了极大的变化,目前仍处于蓬勃发展时期,需要不断地深入研究它的理论和方法,使之在实践中得到创新、完善,数字化测图必将成为地形测量的主流方式,并逐步替代白纸平板模拟测图形成新的学科体系,它标志着传统的测图技术的革新和进步,标志着地形测绘技术发展的新时期。

## 1.2 数字化测图系统

数字化测图系统是以计算机为核心外连测量仪器实现测量数据输入和测量成果输出设备,在硬件支持下对地形空间数据进行采集、输入、成图、输出、绘图、管理的测绘系统。数字化测图操作分为三个阶段:测量数据采集、测量数据处理和地形数据成果输出。

### 1.2.1 测量数据采集

测量数据采集指外业利用测量仪器和数据记录仪或室内从已有地形图、航测相片中获取地形数据,这些数据要按照计算机能够接受和应用的规定格式记录。测量外业采集数据可使用全站仪、半站仪、普通经纬仪完成,在有条件的单位应尽量采用高精度的电子仪器提高作业速度和作业成果精度。数字化测图的现场外业测量采集数据的作业方式与其他几种室内数字化数据采集方式相比其作业精度最高,这也是城市局部地区测图的主要测图数据采集方法。

在已有地形图地区作业,可以使用数字化方法将地形图数字化,通常的作法是使用数字化仪或扫描仪将图形图象数字化。数字化仪将地形图的图解位置转换成统一坐标系中的解析坐标,并应用数字化地图符号菜单或计算机键盘输入地形符号和注记代码,这种方法建立的数字化地形图精度低于原地形图精度,有时无法满足地形图的某些用途要求,但目前在我国,这种成图方法还是建立 GIS 地理信息数据系统的主要数据获取方式。

扫描仪作业方法中,仪器沿 X 方向扫描,沿 Y 方向走纸,图在扫描仪上运行即可完成图的扫描数字化,使地形图的图形数据输入计算机存储、处理,但此时获取的数据为栅格形式,还需将其转化为矢量数据,这种作业方式的优点是作业速度快,但目前国内各种版本的图形处理软件大都尚未完成这种转换的精确处理,但它预示着原图图形数字化的发展方向,体现出成图高效率,劳动低强度的特征。

一般城市的大面积 1:2000 以上比例尺地形图,多采用航测法完成测图工作,在我国目前条件下航测摄影方法还是较大面积测图工作的主要方法,航测数字化作业属于航测成图的范畴,可在相关的教材中查询:航测测图完成后城市较小范围的数字化测图补测工作可

采用本教材介绍的地形数字化测绘方法完成,作为城市地形图的局部补充和更新,保证GIS(数字化地理信息系统)地形数据现势性的重要手段。

### 1.2.2 测量数据处理和图形文件的生成

测量数据处理和图形文件生成是数字化测图的重要环节,前期采集的地形数据转化为图形,需要借助于计算机程序自动或人机交互方式完成,这个环节可分为数据预处理、地物点的图形处理、地貌等高线绘制和图形整饰几部分。

数据预处理是对原始记录数据进行检查,删除作废的标记和与图形生成无关的记录,补充碎部点的坐标计算和修改错误信息操作码。在无码作业方式中还需根据外业“草图”编制“编码引导文件”,定义观测地物点与点之间的连接关系,数据预处理后生成“编码坐标数据文件”,编码坐标数据文件以测点为记录单元,记录内容包括点号、点名、地物类型编码、点间连接关系码和点的X、Y、H坐标值。

描述地物的“编码坐标数据文件”实际上是记录有关地物点生成的地物图块,地物图块的每一条记录以绘制的地物图形为单位,它以编码数据方式记录地物代码、按连接顺序排列地物点号,以及根据编码定义地物点之间的连接线型形成可在屏幕显示的地物图块。

地形图中的地貌是通过等高线描述的,数字化地形图中的等高线是将坐标数据文件中的离散点高程值,在充分考虑了地性线、断裂线的条件下,自动连接成三角形网,三角形网构架的顶点是实测的坐标点,在三角形坐标点的连接线上按线性内插方法计算各等高线通过点的平面位置,然后搜索同一等高线各相邻高程点依顺序连接,并进行圆滑处理形成等高线,这种等高线模型可称为地形图地貌图块。

地物、地貌图块生成后可进行人机交互方式下的地形图图形编辑。人机交互方式下的地形图图形编辑是将相关图块的相应地形图符号的图形显示在屏幕上,此时由于显示一幅完整的地形图图形受到屏幕幅面大小的限制而只能缩小表示,因此如需进行局部图形的详细编辑可将局部图形采用放大功能放大显示在屏幕上分块进行编辑。这种图形编辑主要包括删除错误的图形和修改不合理的符号表示,增添植被、土壤等配置符号及对地形图进行适当的文字、数字注记,屏幕上的图形文件经过修改、编辑形成新的图形文件,这种修改应根据测点记录和草图进行,重要的地物、地貌特征的修正必要时应在通过外业复查后进行。

经过人机交互方式完成的屏幕数字地形图包含了丰富的内容,这些内容包括测点的几何坐标数据、属性数据和点与点之间的拓扑关系,即:数字化地形图的图形信息除了空间坐标数据的描述外还包括测点属性和连接关系的描述,编辑时测点的非空间数据通过编码方式直接调用图形数据库中的图形完成编辑屏幕内容显示。

### 1.2.3 地形数据成果的输出

为满足各种用途的需要,数字化绘图系统一般都可以提供多种文件形式的数字图形模式,将编辑好的图形按图幅单元贮存并可以各种比例尺地形图输出,仅是图形输出的一种形式,这种输出形式通过计算机和绘图仪器的连接完成地形图图形的输出,其输出内容与屏幕显示内容相同,同时还可将有关数据以汇总表格形式将相关统计数据汇总输出。

用于地理信息系统 (GIS) 的数据信息是经过原数字化地形图的文件交换处理后完成的, 交换文件的最突出特点是将原图形按图形属性进行实体分层存贮, 形成数字地形图数据库, 这种图形文件与原图块图形文件有很大差别, 它们是按 GIS 数据库的特殊要求建立的, 主要用于地理信息系统数据库的信息传输。

### 1.3 国内测图软件市场介绍

目前国内市场上较有影响的数字化测图软件主要有: 南方测绘仪器公司的 CASS; 清华山维公司的电子平板 EPSW; 武汉测绘科技大学瑞得公司推出的 RDMS。它们各具特点, 各有优劣。南方测绘仪器公司的 CASS 以 Auto CAD 为开发和运行平台, 具有使用方便、扩充性强、接口丰富的特点; 清华山维公司的 EPSW 在 Windows 环境下开发和运行, 具有界面美观、现场操作直观的特点; 武汉瑞得公司的 RDMS 全部用高级语言开发, 具有结构紧凑、速度较快的特点。用户可根据自己的需要选择适宜自己条件的测图软件进行数字化测图工作。

## 第2章 外业数据采集和编码处理

传统的地形图测绘是通过测定地物、地貌特征点的点位，计算其三维坐标并将其展绘在图纸上，再依据测点间的连接关系连接并赋予相应的图式符号，整饰后完成地形图的绘制；而在数字化测图中上述过程都是由计算机完成的，在计算机测点的数据编辑过程中除有点位几何信息描述的三维坐标信息外，还需有测点属性和连接拓扑关系的非几何信息才能保证计算机绘图工作的正常进行，这些信息为：

1. 测点三维坐标数据 (X、Y、H)；
2. 测点属性即点的编码特征信息；
3. 测点间的连接关系。

### 2.1 测点数据采集方式

数字化测图测点数据的采集方式基本原理与传统的手工模拟测图原理相似，但其数据的采集手段和记录方式应较传统手工方法有较大改进，如图 2-1 为数字化测点观测示意图：

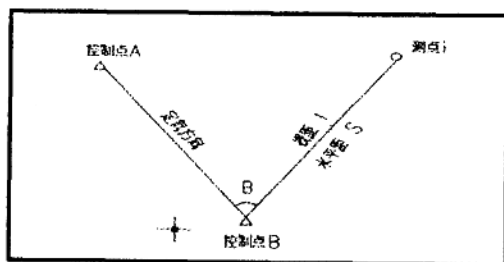


图 2-1 数字化测点观测示意图

#### 2.1.1 数字化测图测点数据的采集计算公式

像传统的模拟测图中经纬仪测图作业方式，按极坐标定点原理进行测点数据采集，观测时在已知坐标值的图根点测站上安置全站仪或测距经纬仪，量取仪器高  $I$ ，以另一图根点为定向点确定观测起始方位角，起始方位角值由下式计算：

$$\alpha_{BA} = \text{tg}^{-1} \frac{\Delta Y_{BA}}{\Delta X_{BA}}$$

并以另一图根点为坐标值检查点,在完成方位角定向后,进行碎部测量前,首先进行检查点的观测,并计算其坐标值,与该点已知坐标值对比,如不附值超过限差,应认真查找出现粗差原因,及时采取补救措施,将错误消灭在碎部测量前。完成测站坐标检查后,将已知测站数据:测站点坐标值,定向点坐标值,已知观测方向起始方位角,测站高程等数据输入测量数据采集仪器或记录在外业测量表格的有关栏目中。

碎部点测量是测定地形特征点的平面位置和高程值,作为地形图成图的依据。碎部特征点的平面位置和高程是通过观测某一地形特征点  $i$  与已知起始定向方向间的水平夹角  $\beta$ , 距测站点的水平距  $s$  和高差  $h$  描述的。测站上测量的碎部点  $i$  的基本测量数据仍是传统测量数据:测站到观测点连线与已知定向方向间的水平夹角值  $\beta$ , 测站到观测点的倾斜距离  $l$ , 竖直角  $\alpha$ , 由上述三个观测数据可以计算得到测站点到地形特征点的方位角值、地形点到测站的水平距离和两点间的高程差:

$$\alpha_{Bi} = \alpha_{BA} + \beta \quad (1)$$

$$S_{Bi} = l * \cos \alpha_{Bi} \quad (2)$$

$$h_{Bi} = S_{Bi} * \operatorname{tg} \alpha_{Bi} + I - v \quad (3)$$

式中:  $\alpha_{Bi}$  ..... 测站到观测点的连线方位角;  
 $\alpha_{BA}$  ..... 测站到定向控制点的连线方位角;  
 $S_{Bi}$  ..... 测站到观测点的水平距离;  
 $h_{Bi}$  ..... 测站到观测点的高差;  
 $\alpha$  ..... 竖直角;  
 $I$  ..... 仪器高;  
 $v$  ..... 观测时目标高度。

由(1)(2)(3)式可计算出被测点  $i$  的平面坐标 ( $X$ 、 $Y$ ) 和高程 ( $H$ ) 三维坐标值:

$$x_i = x_B + S_{Bi} \cos \alpha_{Bi}$$

$$y_i = y_B + S_{Bi} \sin \alpha_{Bi}$$

$$H_i = H_B + h_{Bi}$$

以上数据基本计算公式在全站仪或有编程功能的电子手簿中,是由计数器使用编好的计算程序一次完成,操作者得到的数据是最后的计算结果,但其原始数据的采集和计算原理还是依据测量基本公式。

### 2.1.2 数字化测图测点数据的采集测量仪器类型介绍

数据的测量可以使用各类仪器完成,有条件的单位可以使用全站仪一次完成测量数据的量测和收集工作,尚未备有电子测量仪器的单位也可使用常规光学经纬仪,此时采用原作业方法测量测点数据,而数据的收集和传输则可用电子手簿或袖珍计算机完成。

全站仪又称为电子速测仪，主要由电子经纬仪、光电测距仪和微处理器三部分构成，可在一个测站上同时完成测角、测距和高差测量，并能同时计算出待定点的坐标和高程且可将采集的观测数据通过传输接口将数据输入计算机。全站仪按结构分类可分为整体式全站仪和组合式全站仪两类。

整体式全站仪其电子经纬仪和测距仪共用一个望远镜并安装在同一外壳内，测角、测距同时完成，并在望远镜盘左、盘右位置都备有相连的显示操作键盘和液晶显示器，操作者可以很方便地进行测站各项数据的观测和采集，并可实时将测点有关数据输入内存以备传输、调用。

组合式全站仪的电子经纬仪和测距仪采用组合方式，在尚未配备电子经纬仪的单位也可使用普通经纬仪与测距仪组合，但此时的数据收集和传输需依靠配备的电子手簿或袖珍式计算机完成。

全站仪的数据记录、传输随仪器结构不同主要有以下三种形式：一类是备有数据传输接口，通过电缆和记录器连接；第二类是仪器的数据记录器和全站仪组成一体可直接进行数据记录；第三类仪器除数据传输接口外，并可插入数据记录模块进行数据记录。

外置式配备的数据记录器主要有各类仪器配备的电子手簿和作为电子手簿使用的袖珍计算机或便携式计算机，它们的主要功能是记录全站仪或其他仪器采集的观测数据并可对记录的各种数据进行处理，其记录容量一般都可存储上千个碎部点的数据记录，但在使用此类电子手簿和微型计算机时应注意仪器、记录仪器及图形处理计算机之间的电缆、软件的匹配，同时应注意全站仪和记录器的数据记录格式是否与数字化测图软件采用的数据处理软件的要求格式一致，如不一致需在电子手簿中设定数据传输条件并编制相应的程序实现数据传递格式的统一。

## 2.2 碎部点的确定

数字化测图中碎部点的选择基本要求同常规手工平板测图碎部点的选择原则是一致的，即碎部点应选择地物、地貌的特征点。地物碎部点应选择地物轮廓的方向变化处，并可按规范规定的限度对小于图上表示范围尺寸的地物予以省略；地貌的碎部点主要选择能反映地貌特征的地性线，以便计算机勾绘等高线图形时能较准确地反映实地地形，顾及数字化测图的计算机成图系统的特点并注意以下几点：

1) 例测定的矩形地物，只需测出其中三个角点坐标，绘图时程序会自动处理图形，进行规范化操作。

2) 比例几何图形地物测量时应特别注意地物的几何中心位置与图式符号中心位置的对应关系。

(1) 规则的几何图形符号（圆形、正方形、三角形等），以图形符号几何中心点为实测地物的中心位置。

(2) 底部为直角形的符号（独立树、路标等），以符号的直角顶点为实测地物的中心位置。



- (3) 房屋的附属建筑物（如台阶、门廊、凉台等）和房屋轮廓线的交点不实际测量，而是按垂线法计算出交点坐标。
- (4) 依比例测定的双线地物（如道路、沟渠和河流等）测定两侧边线特征点坐标，但铁路测定中心线坐标。
- (5) 圆状地物按绘图方法不同选定作业模式并给出测量数据，如：三点坐标、圆心、半径等；圆弧线地物一般也需按绘图方法不同选定作业模式并给出测量数据由程序自行处理。

碎部点的选择应注意绘图软件的成图要求与常规手工模拟测图的区别。

## 2.3 测点“坐标数据文件”格式

### 2.3.1 数字化测图外业数据采集测量数据记录表格

数字化测图的外业数据采集测量方法的基本原理与常规手工测图有许多相似之处，其数据采集的手段虽有较大改进，但其基本原理仍是利用各种作业方法采集测点三维坐标数据（X、Y、H），表 2-1 是“内外业一体化无码作业”方式中外业测量数据记录表格：

表 2-1 “内外业一体化无码作业”方式中外业测量数据记录表格

点号	上下丝读数差	中丝读数	竖角	距离	水平角	测点方位角	X 坐标值	Y 坐标值	测点高程值	备注
A <sub>42</sub> X=1073.70 H=97.402 仪器高=1.47m A <sub>43</sub> X=1110.60 H=96.942 Y=1027.97 测站方位角 = 180-00 Y=1027.97										
1	0.385	1.087	0	38.5	172-04	352-04	1111.83	1022.66	96.79	
2	0.369	0.945	0	36.9	172-22	352-22	1110.27	1023.07	97.92	
3	0.376	1.998	0	37.6	205-41	25-41	1107.59	1044.27	96.88	
4	0.441	1.031	0	44.1	208-22	28-22	1112.50	1048.92	97.85	
5	0.141	1.858	0	14.1	89-38	269-38	1073.61	1013.87	97.02	
6	0.160	1.881	0	16.0	89-37	269-37	1073.59	1011.97	97.00	
7	0.162	1.870	0	16.2	79-26	259-26	1070.73	1012.04	97.01	
8	0.143	1.845	0	14.3	78-00	258-00	1070.73	1013.98	97.03	
9	0.356	2.363	0	35.6	84-35	264-35	1070.34	992.53	96.51	
10	0.582	1.075	0	58.2	342-16	162-16	1018.27	1045.70	97.80	

外业采集的测点坐标数据通过手工、电子手簿或其他数据载体输入计算机，经计算机内部程序处理后形成一定数据格式的“坐标数据文件”，转入图形处理软件作为数字地形图的基本数据。

### 2.3.2 CASS“坐标数据文件”格式

各种图形处理软件的“坐标数据文件”格式不尽相同，但它们都是以文本形式表述，本文仅介绍 CASS“坐标数据文件”格式：CASS“坐标数据文件”采用“\*.DAT”格式；以