

GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE

● 高等学校测绘工程系列教材

# 数字测图原理与方法 习题和实验

潘正风 杨正尧 程效军 成枢 王腾军 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

283.7-44

1

高等学校测绘工程系列教材

# 数字测图原理与方法 习题和实验

潘正风 杨正尧 程效军 成枢 王腾军 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 内 容 提 要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材《数字测图原理与方法》(潘正风 杨正尧 程效军 成枢 王腾军 编著,武汉大学出版社2004年8月出版)的配套用书。全书包括习题、实验、电子测量仪器和计算器使用说明、数字地形图测量规定和控制测量计算程序(C++)参考等五个部分。本书的读者对象为测绘工程专业本科生,其他专业的学生可根据学时数选择必做的实验项目和习题,或根据教学内容和仪器设备条件做灵活安排。

## 图书在版编目(CIP)数据

数字测图原理与方法习题和实验/潘正风等编著. —武汉:武汉大学出版社,2005.10

(高等学校测绘工程系列教材)

ISBN 7-307-04706-3

I. 数… II. 潘…[等] III. 数字化制图—高等学校—教学参考资料 IV. P283.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 105374 号

责任编辑:王金龙

责任校对:程小宜

版式设计:支 笛

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉大学出版社印刷总厂

开本:787×1092 1/16 印张:6.875 字数:164千字 插页:10

版次:2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷

ISBN 7-307-04706-3/P·112 定价:15.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 目 录

<b>第一部分 习题</b> .....	1
一、绪论 .....	1
二、测量的基本知识 .....	1
三、测量误差基本知识 .....	3
四、水准测量和水准仪 .....	4
五、角度、距离测量与全站仪 .....	5
六、控制测量 .....	7
七、碎部测量 .....	11
八、计算机地图绘图基础 .....	12
九、地形图的数字化 .....	13
十、大比例尺数字地形图测绘 .....	14
十一、数字地形图的应用 .....	14
十二、地籍图与房产图测绘 .....	14
十三、地下管线图测绘 .....	16
十四、路线测量 .....	17
<b>第二部分 实验</b> .....	19
一、实验课的一般要求 .....	19
二、水准仪的认识及使用 .....	21
三、普通水准测量 .....	24
四、四等水准测量 .....	25
五、二等水准测量 .....	26
六、DS3 水准仪的检验与校正 .....	28
七、光学经纬仪的认识及使用 .....	29
八、全站仪的认识及使用 .....	30
九、方向法水平角观测 .....	31
十、DJ6 光学经纬仪的检验与校正 .....	32
十一、经纬仪测绘法测绘地形图 .....	34
十二、数字测图数据采集 .....	35

<b>第三部分 电子测量仪器和计算器使用说明</b> .....	37
一、DNA03 电子水准仪 .....	37
二、DINI12 电子水准仪 .....	44
三、Nikon DTM800 全站仪 .....	50
四、索佳 SET500/ SET500S/SET600/SET600S 全站仪 .....	55
五、SET22D 全站仪 .....	61
六、TC(R)402/403/405/407 全站仪 .....	71
七、拓普康电子 GTS-600 系列全站仪 .....	74
八、全站仪电池的使用 .....	81
九、CASIO fx-4800P 编程函数计算器和程序示例 .....	81
<b>第四部分 数字地形图测量规定</b> .....	89
一、图根控制测量 .....	89
二、地形测量 .....	90
<b>第五部分 控制测量计算程序(C++)参考</b> .....	95
一、角度以度分秒单位化为弧度 .....	95
二、坐标正算 .....	95
三、坐标反算 .....	96
四、导线方位角的计算 .....	97
五、导线坐标的计算 .....	98
六、前方交会的计算 .....	98
七、后方交会的计算 .....	99
八、边长交会计算 .....	102
九、法方程式系数阵求逆 .....	103
十、多边形面积计算 .....	104
十一、坐标相似变换计算 .....	104

# 第一部分 习 题

## 一、绪 论

- (1) 测绘学研究的对象和任务是什么?
- (2) 简述数字测图的发展概况。
- (3) 学习本课程应达到哪些要求?

## 二、测量的基本知识

- (1) 什么是水准面? 水准面有何特性?
- (2) 何谓大地水准面? 它在测量工作中有何作用?
- (3) 何谓地球参考椭球? 何谓总地球椭球?
- (4) 测量工作中常用哪几种坐标系? 它们是如何定义的?
- (5) 测量工作中采用的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系有何不同之处? 画图说明。
- (6) 何谓高斯投影? 高斯投影为什么要分带? 如何进行分带?
- (7) 高斯平面直角坐标系是如何建立的?
- (8) 应用高斯投影时,为什么要进行距离改化和方向改化?
- (9) 地球上某点的经度为东经  $112^{\circ}21'$ , 求该点所在高斯投影  $6^{\circ}$ 带和  $3^{\circ}$ 带的带号及中央子午线的经度。
- (10) 若我国某处地面点  $P$  的高斯平面直角坐标值为:  
 $x = 3\ 102\ 467.28\text{m}, y = 20\ 792\ 538.69\text{m}$ , 问:
  - ① 该坐标值是按几度带投影计算求得的?
  - ②  $P$  点位于第几带? 该带中央子午线的经度是多少?  $P$  点在该带中央子午线的哪一侧?
  - ③ 在高斯投影平面上  $P$  点距离中央子午线和赤道各为多少米?
- (11) 什么叫绝对高程? 什么叫相对高程?
- (12) 根据“1956 年黄海高程系”算得地面上  $A$  点高程为  $63.464\text{m}$ ,  $B$  点高程为  $44.529\text{m}$ 。若改用“1985 国家高程基准”, 则  $A$ 、 $B$  两点的高程各应为多少?
- (13) 用水平面代替水准面, 地球曲率对水平距离、水平角和高程有何影响?
- (14) 什么是地形图? 主要包括哪些内容?
- (15) 何谓比例尺精度? 比例尺精度对测图有何意义? 试说明比例尺为  $1:1\ 000$  和  $1:2\ 000$  地形图的比例尺精度各为多少。
- (16) 地面上两点的水平距离为  $123.56\text{m}$ , 问在  $1:1\ 000$ 、 $1:2\ 000$  比例尺地形图上其长度各为多少厘米?

(17) 由地形图上量得某果园面积为  $896\text{mm}^2$ , 若此地形图的比例尺为  $1:5\,000$ , 则该果园实地面积为多少平方米? (算至  $0.1\text{m}^2$ )

(18) 已知由  $A$  点至  $B$  点的真方位角为  $68^\circ 13' 14''$ , 而用罗盘仪测得磁方位角为  $68.5^\circ$ , 试求  $A$  点的磁偏角。

(19) 已知  $A$  点至  $B$  点的真方位角为  $179^\circ 53'$ ,  $A$  点的子午线收敛角为  $+1^\circ 05'$ , 试求  $A$  点至  $B$  点的坐标方位角。

(20) 已知  $A$  点的磁偏角为  $-1^\circ 35'$ , 子午线收敛角为  $-7^\circ 25'$ ,  $A$  点至  $B$  点的坐标方位角为  $269^\circ 00'$ , 求  $A$  点至  $B$  点的磁方位角。

(21) 如图 2-1 所示, 写出计算  $\angle 1$ 、 $\angle 2$ 、 $\angle 3$  的方位角下标符号。

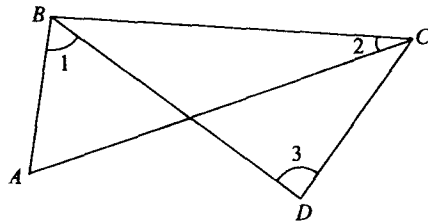


图 2-1

$$\angle 1 = \alpha_{AB} - \alpha_{BC}$$

$$\angle 2 = \alpha_{BC} - \alpha_{CD}$$

$$\angle 3 = \alpha_{CD} - \alpha_{DA}$$

(22) 如图 2-2 所示, 已知  $AB$  坐标方位角  $\alpha_{AB} = 357^\circ 32' 48''$ ,

水平角值如下:

$$\alpha = 41^\circ 54' 38''$$

$$\beta = 97^\circ 28' 55''$$

$$\gamma = 54^\circ 33' 16''$$

$$\delta = 104^\circ 55' 47''$$

试求坐标方位角  $\alpha_{AC}$ ,  $\alpha_{BC}$ ,  $\alpha_{AD}$ ,  $\alpha_{BD}$ 。

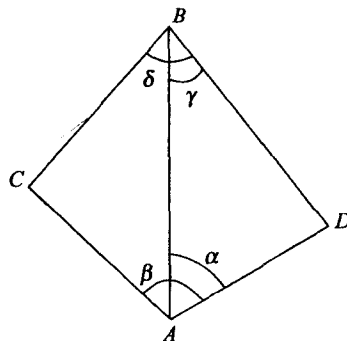


图 2-2

(23) 何谓梯形分幅? 何谓矩形分幅? 其各有何特点?

(24) 梯形分幅 1: 1 000 000 比例尺地形图的图幅是如何划分的? 如何规定它的编号?

(25) 某控制点的大地坐标为东经  $115^{\circ}14'24''$ 、北纬  $28^{\circ}17'36''$ , 试求其所在 1: 5 000 比例尺梯形图幅的编号。

(26) 已知某梯形分幅地形图的编号为 J47D006003, 试求其比例尺和该地形图西南图廓点的经度与纬度。

(27) 试述地形图矩形分幅的分幅和编号方法。

### 三、测量误差基本知识

(1) 产生测量误差的原因有哪些?

(2) 测量误差分哪几类? 它们各有什么特点? 测量中对它们的主要处理原则是什么?

(3) 偶然误差有哪些特性?

(4) 何谓标准差、中误差、极限误差和相对误差? 各适用于何种场合?

(5) 对某一三角形的三个内角重复观测了 9 次, 定义其闭合差  $\Delta = \alpha + \beta + \gamma - 180^{\circ}$ , 其结果如下:  $\Delta_1 = +3''$ ,  $\Delta_2 = -5''$ ,  $\Delta_3 = +6''$ ,  $\Delta_4 = +1''$ ,  $\Delta_5 = -3''$ ,  $\Delta_6 = -4''$ ,  $\Delta_7 = +3''$ ,  $\Delta_8 = +7''$ ,  $\Delta_9 = -8''$ ; 求此三角形闭合差的中误差  $m_{\Delta}$  以及三角形内角的测角中误差  $m_{\beta}$ 。

(6) 对某个水平角以等精度观测 4 个测回, 观测值列于表 3-1。计算其算术平均值、一测回的中误差和算术平均值的中误差。

表 3-1

次序	观测值 $l$	$\Delta l / (")$	改正值 $v / (")$	计算 $\bar{x}, m, m_x$
1	$55^{\circ}40'47''$			
2	$55^{\circ}40'40''$			
3	$55^{\circ}40'42''$			
4	$55^{\circ}40'46''$			

(7) 对某段距离, 用测距仪测定其水平距离 4 次, 观测值列于表 3-2。计算其算术平均值、算术平均值的中误差及其相对中误差。

表 3-2

次序	观测值 $l$	$\Delta l / \text{mm}$	改正值 $v / \text{mm}$	计算 $\bar{x}, m_x, \frac{m_x}{\bar{x}}$
1	346.522			
2	346.548			
3	346.538			
4	346.550			

(8) 在一个平面三角形中, 观测其中两个水平角  $\alpha$  和  $\beta$ , 其测角中误差均为  $\pm 20''$ , 计算第三个角  $\gamma$  及其中误差  $m_{\gamma}$ 。



(9) 量得一圆形地物的直径为  $64.780\text{m} \pm 5\text{mm}$ , 求圆周长度  $S$  及其中误差  $m_s$ 。

(10) 量得某一矩形场地长度  $a = 156.34\text{m} \pm 0.10\text{m}$ , 宽度  $b = 85.27\text{m} \pm 0.05\text{m}$ , 计算该矩形场地的面积  $F$  及其面积中误差  $m_f$ 。

(11) 已知三角形三个内角  $\alpha, \beta, \gamma$  的中误差  $m_\alpha = m_\beta = m_\gamma = \pm 8.5''$ , 定义三角形角度闭合差为:  $f = \alpha + \beta + \gamma - 180^\circ, \alpha' = \alpha - f/3$ ; 求  $m_{\alpha'}$ 。

(12) 已知用 J6 经纬仪一测回测角的中误差  $m_\beta = \pm 8.5''$ , 采用多次测量取平均值的方法可以提高观测角精度, 如欲使所测角的中误差达到  $\pm 6''$ , 需要观测几测回?

(13) 已知  $h = D \sin \alpha + i - v, D = 100\text{m}, \alpha = 15^\circ 30'$ ;

$m_D = \pm 5.0\text{mm}, m_\alpha = \pm 5.0'', m_i = m_v = \pm 1.0\text{mm}$ , 计算中误差  $m_h$ 。

(14) 何谓不等精度观测? 何谓权? 权有何实用意义?

(15) 设三角形三个内角为  $\alpha, \beta, \gamma$ , 已知  $\alpha, \beta$  的权分别为 4, 2,  $\alpha$  角的中误差为  $\pm 9''$ ,

① 根据  $\alpha, \beta$  计算  $\gamma$  角, 求  $\gamma$  角的权;

② 计算单位权中误差  $m_0$ ;

③ 求  $\beta, \gamma$  角的中误差  $m_\beta, m_\gamma$ 。

#### 四、水准测量和水准仪

(1) 简述水准测量的原理。

(2) 水准测量时, 转点的作用是什么?

(3) 地球曲率和大气折光对水准测量有何影响?

(4) 如何抵消或削弱球气差?

(5) 水准仪由哪些主要部分构成? 各起什么作用?

(6) 测量望远镜由哪些主要部分构成? 各有什么作用?

(7) 何谓视准轴?

(8) 何谓视差? 如何消除视差?

(9) 何谓水准管轴? 何谓圆水准轴?

(10) 何谓水准管的分划值? 水准管的分划值与其灵敏度的关系如何?

(11) 带有光学测微器的水准仪, 其光学测微器由哪些部件组成?

(12) 简述带有光学测微器的水准仪的测微工作原理。

(13) 自动安平水准仪的特点有哪些? 其自动安平的原理如何?

(14) 水准尺的种类有哪些? 尺垫有何作用?

(15) 简述使用水准仪的基本操作步骤。

(16) 电子水准仪与水准管水准仪和自动安平水准仪的主要不同点是什么?

(17) 什么是水准测量的测站检核? 其目的是什么? 经过测站检核后, 为何还要进行路线检核?

(18) 水准测量时为何要使前后视距离尽量相等?

(19) 水准测量中应注意哪些问题?

(20) 水准测量的主要误差来源有哪些?

(21) 水准仪应满足哪些条件?

(22) 何谓水准仪的  $i$  角? 试述  $i$  角检验的一种方法。

(23)  $A, B$  两点相距  $80\text{m}$ , 水准仪置于  $AB$  中点, 观测  $A$  尺上读数  $a = 1.246\text{m}$ , 观测  $B$  尺

上读数  $b = 0.782\text{m}$ ; 将水准仪移至  $AB$  延长线上的  $C$  点,  $BC$  长为  $10\text{m}$ , 再观测  $A$  尺上读数  $a' = 2.654\text{m}$ , 观测  $B$  尺上读数  $b' = 2.278\text{m}$ , 试求:

- ① 该水准仪的  $i$  角值(算至  $0.1''$ );
- ② 水准仪在  $C$  点时,  $A$  尺上的正确读数(算至毫米)。

(24) 水准尺的检验工作有哪些?

(25) 何谓水准仪的交叉误差? 交叉误差对高差的影响是否可以用前后视距离相等的方法消除? 为什么?

(26) 进行水准测量时, 设  $A$  为后视点,  $B$  为前视点, 后视水准尺读数  $a = 1.124\text{m}$ , 前视水准尺读数  $b = 1.428\text{m}$ , 问  $A$ 、 $B$  两点的高差为多少? 已知  $A$  点的高程为  $20.016\text{m}$ , 问  $B$  点的高程为多少?

(27) 三、四等水准测量中, 为何要规定“后前前后”的操作次序?

(28) 在施测一条水准路线时, 为何要规定用偶数个测站?

(29) 按表 4-1 中水准测量数据计算各高差中数。

表 4-1

测站 编号	后 尺	下丝		前 尺	下丝		方向及尺号	标尺读数		$K + \text{黑减红}$	高差 中数	备 考
		上丝			上丝			黑面	红面			
	后 距		前 距									
	视距差 $d$		$\Sigma d$									
1	2176		2367		后 56		1824	6512				55 号尺 $K = 4787$
	1473		1649		前 55		2009	6798				
					后-前							
2	1956		2050		后 55		1533	6321				56 号尺 $K = 4687$
	1110		1214		前 56		1632	6317				
					后-前							
3	1351		1351		后 56		0958	5645				
	0565		0551		前 55		0951	5739				
					后-前							

## 五、角度、距离测量与全站仪

- (1) 什么是水平角? 简述水平角测量原理。
- (2) 什么是竖直角? 简述竖直角测量原理。
- (3) 经纬仪由哪些主要部分组成? 各有什么作用?
- (4) 经纬仪分哪几类? 何谓光学经纬仪? 何谓电子经纬仪?
- (5) 简述光学经纬仪读数设备中测微器的原理。
- (6) 简述编码度盘测角系统的测角原理。
- (7) 简述光栅度盘测角系统的测角原理。
- (8) 安置经纬仪时, 为什么要进行对中和整平?

- (9) 水平角观测方法有哪些? 各适用于何种条件?
- (10) 试述方向法观测水平角的步骤。
- (11) 方向观测法中有哪些限差?
- (12) 何谓竖盘指标差? 在竖角观测中如何消除指标差?
- (13) 角度观测为何要用正、倒镜观测?
- (14) 水平角观测的主要误差来源有哪些? 如何消除或削弱其影响?
- (15) 经纬仪的主要轴线需要满足哪些条件?
- (16) 何谓经纬仪的横轴倾斜误差? 说明其对水平方向的影响。
- (17) 何谓经纬仪的竖轴倾斜误差? 说明其对水平方向的影响。
- (18) 如何进行经纬仪的常规检验和校正?
- (19) 写出钢尺尺长方程式,说明各符号的意义。
- (20) 钢尺量距的成果整理步骤有哪些?
- (21) 试述视距法测距的基本原理。
- (22) 光电测距仪的基本原理是什么? 光电测距成果整理时,要进行哪些改正?
- (23) 试述光电测距的主要误差来源及其影响。
- (24) 何谓光电测距的加常数和乘常数?
- (25) 光电测距仪应进行哪些项目的检定?
- (26) 何谓全站仪? 其具有哪些特点?
- (27) 何谓全自动全站仪? 其基本原理如何?
- (28) 三角高程测量的基本原理是什么?
- (29) 远距离三角高程测量要进行哪些改正?
- (30) 试述三角高程测量的误差来源及其减弱措施。
- (31) 整理表 5-1、表 5-2 中角度观测记录,并计算相应的角值。

表 5-1 水平角观测记录(测回法)

测站	竖盘位置	目标	水平度盘读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回平均角值 ° ' "	略图
B	左	C	347 16 30			
		A	48 34 24			
	右	C	167 15 42			
		A	228 33 54			

表 5-2 竖直角观测记录

测站	目标	竖盘位置	竖盘读数 ° ' "	指标差 "	半测回 竖直角值 ° ' "	一测回 竖直角值 ° ' "	备注
A	B	左	72 18 18				
		右	287 42 00				
A	C	左	96 32 48				
		右	263 27 36				

## 六、控制测量

- (1) 控制测量的目的是什么？
- (2) 测量工作应遵循的组织原则是什么？
- (3) 建立平面控制网的方法有哪些？建立高程控制网的方法有哪些？
- (4) 何谓国家平面控制网？何谓城市平面控制网？
- (5) 简述控制测量的一般作业步骤。
- (6) 何谓坐标正、反算？试分别写出其计算公式。
- (7) 何谓导线测量？它有哪几种布设形式？试比较它们的优缺点。
- (8) 何谓三联脚架法？它有何优点？简述其外业工作的作业程序。
- (9) 试述导线测量内业计算的步骤。试比较支导线、附和导线、闭合导线计算的异同点。

(10) 图 6-1 所示为一附和导线,起算数据及观测数据如下:

起算数据:  $x_B = 200.000\text{m}$      $x_C = 155.372\text{m}$      $\alpha_{AB} = 45^\circ 00' 00''$   
 $y_B = 200.000\text{m}$      $y_C = 756.066\text{m}$      $\alpha_{CD} = 116^\circ 44' 48''$

观测数据:  $\beta_B = 120^\circ 30' 00''$      $D_{B_2} = 297.26\text{m}$   
 $\beta_2 = 212^\circ 15' 30''$      $D_{23} = 187.81\text{m}$   
 $\beta_3 = 145^\circ 10' 00''$      $D_{3c} = 93.40\text{m}$   
 $\beta_C = 170^\circ 18' 30''$

- ① 试计算导线各点的坐标及导线全长相对闭合差；
- ② 若在导线两端已知点 B、C 上均未测连接角,试按无定向附和导线计算  $P_2$ 、 $P_3$  点的坐标。

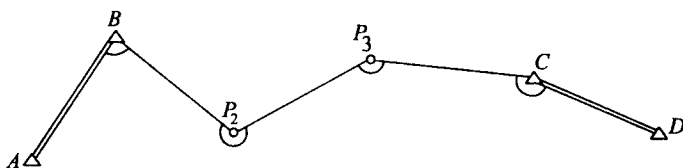


图 6-1

(11) 图 6-2 所示为一直伸等边附和导线,其导线边长均为 300m,每条边的相对中误差为 1:5 000,测角中误差为  $\pm 30''$ ,试计算:

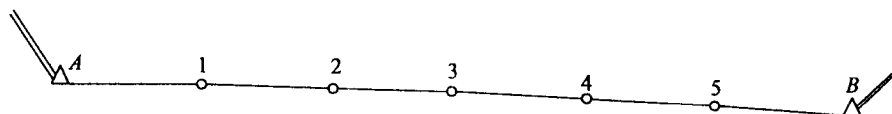


图 6-2

- ① 导线纵、横向闭合差的中误差；

② 导线全长闭合差的中误差以及导线最弱点的点位中误差。

(12) 何谓交会测量？常用的交会测量方法有哪些？各适用于什么情况？

(13) 何谓前方交会？何谓后方交会？何谓危险圆？何谓测边交会？何谓自由设站？

(14) 如图 6-3 所示为一前方交会，试计算  $P$  点的坐标。起算数据和观测数据分别列于表 6-1 和表 6-2 中。

(15) 如图 6-4 所示， $A$ 、 $B$  两点为已知点。试用前方交会计算交会点  $P$  的坐标。起算数据和观测数据见表 6-3 和表 6-4。

表 6-1 起算数据

点 名	$X/m$	$Y/m$
A	3 646.35	1 054.54
B	3 873.96	1 772.68
C	4 538.45	1 862.57

表 6-2 观测数据

角 号	角 值
$\alpha_1$	$64^\circ 03' 30''$
$\beta_1$	$59^\circ 46' 40''$
$\alpha_2$	$55^\circ 30' 36''$
$\beta_2$	$72^\circ 44' 47''$

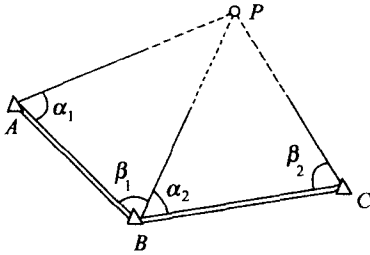


图 6-3

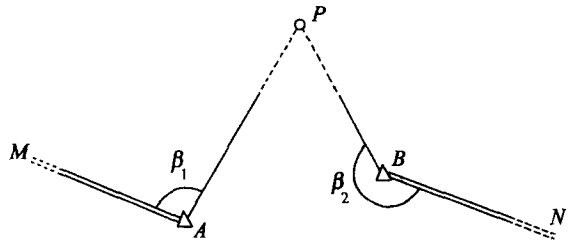


图 6-4

表 6-3 起算数据

点 名	$X/m$	$Y/m$	坐标方位角
M			
A	847.63	954.48	$100^\circ 16' 24''$
N			
B	959.78	1 741.18	$279^\circ 38' 36''$

表 6-4 观测数据

角 号	角 值
$\beta_1$	$127^\circ 41' 42''$
$\beta_2$	$224^\circ 08' 18''$

(16) 试计算图 6-5 中后方交会点  $P$  的坐标。起算数据及观测数据见表 6-5 和表 6-6。

表 6-5 起算数据

点 名	$X/m$	$Y/m$
A	390.64	4 988.00
B	3 463.19	8 081.48
C	291.84	7 723.18

表 6-6 观测数据

角 号	角 值
$\beta_1$	$151^\circ 46' 52''$
$\beta_2$	$76^\circ 57' 10''$

(17) 试计算图 6-6 中  $P$  点的坐标。起算数据和观测数据见表 6-7 和表 6-8。

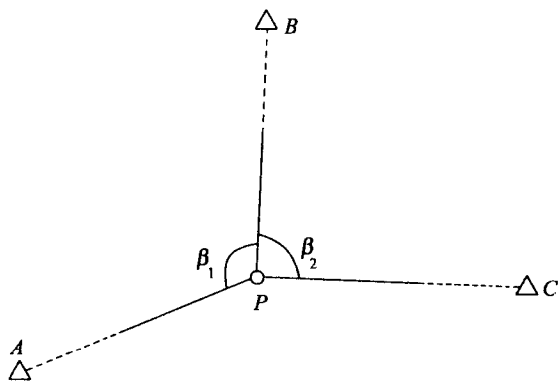


图 6-5

表 6-7 起算数据

点 名	X/m	Y/m
A	7 520. 17	6 604. 88
B	5 903. 01	8 119. 56

表 6-8 观测数据

角 号	角 值
$\alpha$	44°46'36"
$\beta$	86°04'05"
$\gamma$	49°09'10"

(18) 试计算图 6-7 测边交会中 P 点的坐标。起算数据 and 观测数据见表 6-9 和表 6-10。

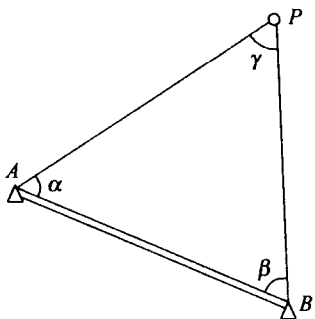


图 6-6

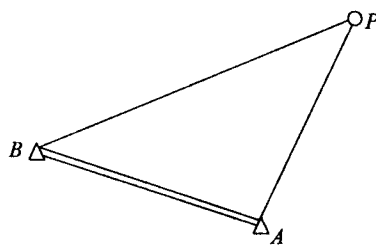


图 6-7

表 6-9 起算数据

点 名	X/m	Y/m
A	1 864. 82	674. 50
B	2 153. 44	267. 35

表 6-10 观测数据

边 号	边长/m
$S_{AP}$	480. 98
$S_{BP}$	657. 29

(19) 高程控制测量的主要方法有哪些？各有何优缺点？

(20) 水准测量路线的布设形式有哪些？各有何优缺点？

(21) 图 6-8 为一条附和水准路线，起算数据及观测数据见表 6-11。试计算各水准点的高程。

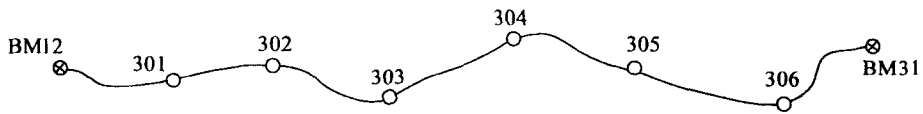


图 6-8

表 6-11

点 名	距 离/km	高 差/m	高 程/m
BM12			73.702
301	0.36	+2.864	
302	0.30	+0.061	
303	0.48	+6.761	
304	0.32	-4.031	
305	0.30	-1.084	
306	0.26	-2.960	
BM31	0.20	+1.040	76.365

(22) 某测区欲布设一条附合水准路线, 每千米观测高差的中误差为  $\pm 5\text{mm}$ , 今欲使在附合水准路线的中点处的高程中误差  $m_H \leq \pm 10\text{mm}$ , 则该水准路线的总长度不能超过多少?

(23) 如图 6-9 所示, 由 5 条同精度观测水准路线测定 G 点的高程, 观测结果见表 6-12。若以 10km 长路线的观测高差为单位权观测值, 试求:

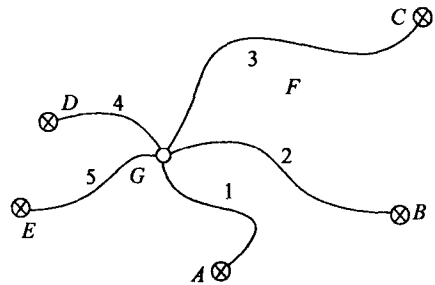


图 6-9

- ① G 点高程最或然值;
- ② 单位权中误差;
- ③ G 点高程最或然值的中误差;
- ④ 每千米观测高差的中误差。

表 6-12

水准路线号	观测高程/m	路线长/km
1	112.814	2.5
2	112.807	4.0
3	112.802	5.0
4	112.817	0.5
5	112.816	1.0

- (24) 简述 GPS 全球定位系统的组成以及各部分的作用。
- (25) 简述 GPS 卫星定位的原理及其优点。
- (26) 何谓伪距单点定位？何谓载波相位相对定位？
- (27) GPS 测量中有哪些误差来源？

## 七、碎部测量

- (1) 何谓碎部测量？
- (2) 碎部测图的方法有哪些？
- (3) 简述经纬仪测图法在一个测站上测绘地形图的作业步骤。
- (4) 何谓数字测图？数字测图与传统测图相比有何特点？
- (5) 简述全站仪数字测图在一个测站上测绘地形图的作业步骤。
- (6) 何谓地物？在地形图上表示地物的原则是什么？
- (7) 地形图上的地物符号分为哪几类？试举例说明。
- (8) 测绘地物时,非比例符号在图上的位置必须与实地位置一致,对非比例符号的定位点作了哪些规定？举例说明。
- (9) 何谓地貌？试述地貌的基本形状。
- (10) 何谓地性线和地貌特征点？
- (11) 何谓等高线？等高线有何特性？等高线有哪些种类？
- (12) 什么是等高距？什么是示坡线？什么是等高线平距？
- (13) 按图 7-1 中各碎部点的高程,内插勾绘等高距为 1m 的等高线。

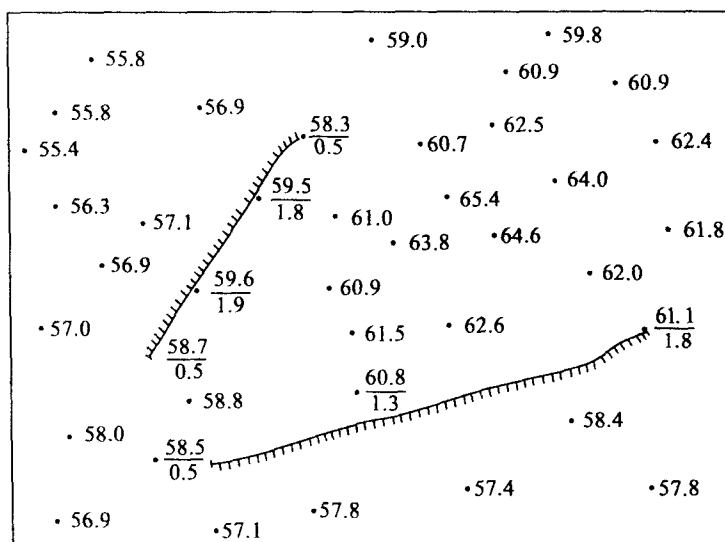


图 7-1

- (14) 按图 7-2 中各碎部点的高程,内插勾绘等高距为 1m 的等高线。图中实线表示山脊线,虚线表示山谷线。



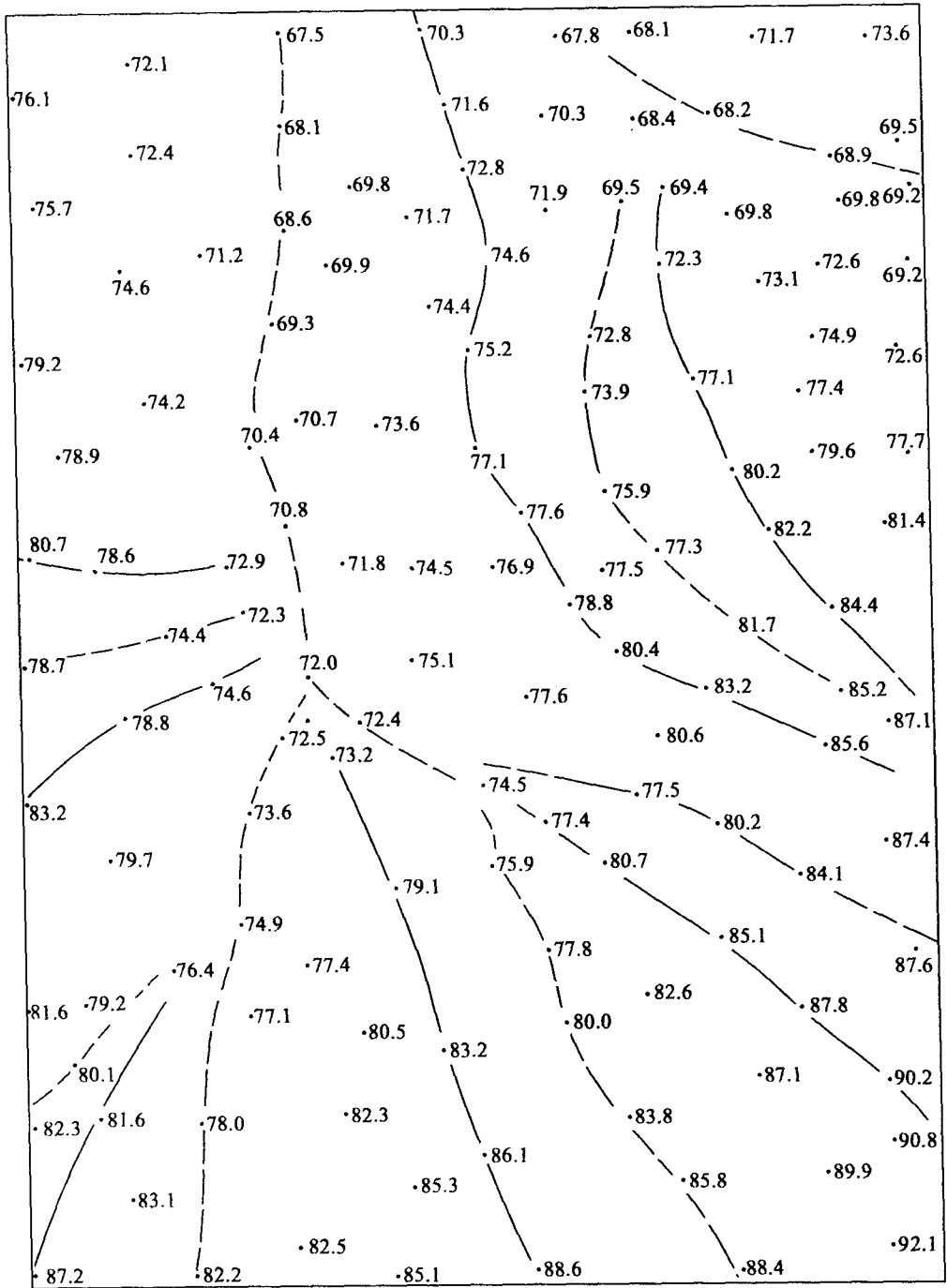


图 7-2

## 八、计算机地图绘图基础

(1) 1:1 000 比例尺地形图图幅左下角坐标为(199 500, 131 500), 右上角坐标为(200 000, 132 000), 图幅内有一点  $P(199\ 725.53, 131\ 816.48)$ 。当该图幅在计算机屏幕上