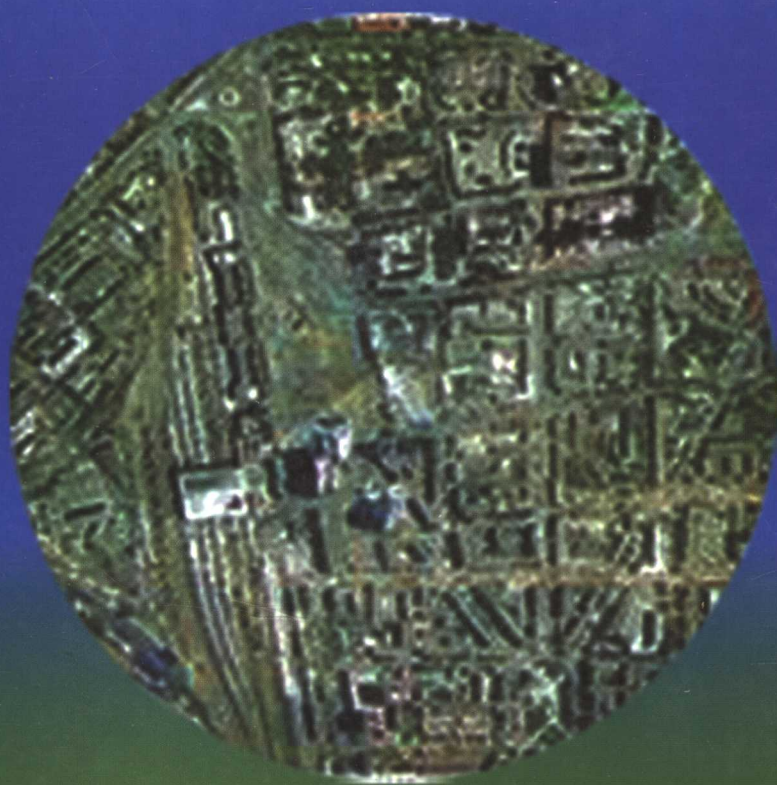


高等学校测绘工程教材

数字测图原理与方法实习与习题

李金平 冯守良 编著



哈尔滨地图出版社

高等学校测绘工程教材

数字测图原理与方法实习与习题

SHUZICETU YUANLI YU FANGFA SHIXI YU XITI

李金平 冯守良 编著

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

内 容 提 要

本书是测绘工程专业《数字测图原理与方法》教材的配套用书。全书包含两部分,第一部分共有十三个实习实验,第二部分有十一章各种类型的习题。

本书可作为测绘工程专业“数字测图原理与方法”课程的实习和习题教材,也可作为地理信息系统、土木工程、土地资源管理、交通工程、城市规划等专业“测量学”课程的实习和习题教材,可供从事测绘工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

数字测图原理与方法实习与习题/李金平,冯守良编
著. —哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2006.8
ISBN 7-80717-433-1

I. 数... II. ①李... ②冯... 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(2006)第 095333 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮政编码:150086)

哈尔滨海天印刷设计有限公司印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:8.125 字数:208 千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数:1~1 000 定价:15.00 元

前 言

数字测图原理与方法是测绘工程专业一门实践性很强的专业技术基础课。《数字测图原理与方法实习与习题》是“数字测图原理与方法”课程的辅助教材,全书包括两个部分:第一部分共有十三个实习实验,第二部分包含共十一章各种类型的习题。

全书以数字地形图的测绘为主线,第一部分在介绍测量实习的目的、任务、要求和课时安排的基础上,对光学水准仪、光学经纬仪的使用和检验与校正、水平角观测及记录等作了全面细致的介绍;对数字地形图测绘使用的全站仪的操作与使用作了详细阐述;对平面控制测量、高程控制测量中计算机数据处理过程和应用数字成图软件进行数字成图的主要方法作了全面介绍。第二部分按照《数字测图原理与方法》教材的内容编写了大量内容丰富、题型各异的习题。

本书的实习目的和实习内容明确,操作内容描述细致,可操作性强,非常适用于培养并提高学生的动手能力和解决实际问题的能力。大量的习题有利于学生理解并消化教材内容,提高学生分析问题和解决问题的能力。

本书第一部分实习一至实习十一由冯守良编著,实习十二、实习十三和第二部分习题由李金平编著;全书由周秋生主审。由于水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请使用本教材的师生以及其他读者予以批评指正。

编著者

2006年7月20日

目 录

第一部分 实习

实习一	普通水准仪认识实习	1
实习二	普通(图根)水准测量	4
实习三	普通水准仪的检验与校正	7
实习四	普通 J6 光学经纬仪认识实习	11
实习五	普通 J6 光学经纬仪水平角观测	14
实习六	普通 J6 光学经纬仪垂直角观测	17
实习七	普通 J6 光学经纬仪检验与校正	19
实习八	全站仪角度测量与距离测量	26
实习九	全站仪数字测图(包括地形图、地籍图、房产图等)野外数据采集	31
实习十	全站仪数据传输(下传)	46
实习十一	控制测量平差计算	57
实习十二	数字地形图测绘内业实习	71
实习十三	数字地形图测绘实习	81

第二部分 习题

第 1 章	绪 论	89
第 2 章	测量的基本知识	90
第 3 章	水准测量	93
第 4 章	角度、距离测量	98
第 5 章	测量误差的基本知识	103
第 6 章	控制测量	106
第 7 章	碎部测量	113
第 8 章	计算机地形图绘制基础	116
第 9 章	地形图数字化	119
第 10 章	大比例尺数字地形图测绘	120
第 11 章	地形图应用	123

第一部分 实 习

实习一 普通水准仪认识实习

一、实习目的

了解 DS3 水准仪的基本结构及各部件的用途,初步掌握水准仪整平和读数方法。

二、实习要求

熟悉水准仪各部件的名称和作用,掌握水准仪的整平、瞄准、调焦、读数的方法。

三、实习计划与设备

1. 实习时数为 2 小时,4 人为一实习小组。
2. 每个实习小组借领 DS3 水准仪一台,水准尺一根,记录手簿一页。

四、实习方法与步骤

水准仪各部件名称如图 1-1-1 所示。

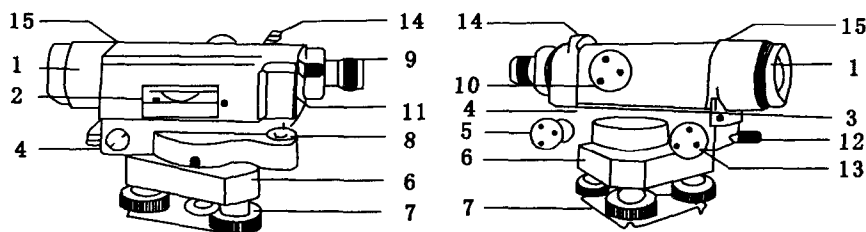


图 1-1-1 水准仪各部件名称

1. 望远镜物镜;2. 水准管;3. 簧片;4. 支架;5. 微倾螺旋;6. 基座;7. 脚螺旋;8. 圆水准器;9. 望远镜目镜;10. 物镜调焦螺旋;11. 气泡观察镜;12. 制动螺旋;13. 微动螺旋;14. 缺口;15. 准星

1. 整置水准仪

1) 先旋开三脚架腿上的三个连接螺旋,升高三脚架(高度升至观测者在观测时方便舒适为宜),再旋紧三脚架腿上三个连接螺旋,然后张开三脚架,将其架设于地面上。

2) 打开仪器箱把仪器取出,用中心螺旋把仪器连接在三脚架上(此时最好把脚螺旋、水平微动螺旋旋至中间位置,以免在操作时没有旋动空间)。

3) 将三脚架的任意两只架腿踏实在地面上,然后一只手握住架头,另一只手握住第三只架腿(架腿尖稍离开地面)作前后左右移动,使圆水准气泡向圆圈中央方向移动,当移动到稍偏向第三只架腿方向时,立即踏实第三只架腿。

2. 粗平

粗平的目的是使圆气泡居中。

当移动脚架腿后如圆气泡没有居中,应旋转三个脚螺旋使圆水准气泡居中。具体操作方法如图 1-1-2(该图为俯视图)所示。

在图 1-1-2 中,先同时互为相反的方向旋转脚螺旋 1 和脚螺旋 2(即脚螺旋 1 顺时针方向

旋转,脚螺旋2逆时针方向旋转),使圆气泡沿着脚螺旋1与脚螺旋2的连线方向朝左端运动,当运动到两个脚螺旋的中间位置时停止。然后再顺时针方向旋转脚螺旋3,使圆气泡沿着脚螺旋1与脚螺旋2连线的垂直方向(朝向脚螺旋3方向)运动,直至运动到中央为止。

在粗平过程中,由于操作幅度难以严格控制,有时通过一两次操作圆气泡还不能居中,此时应反复进行。

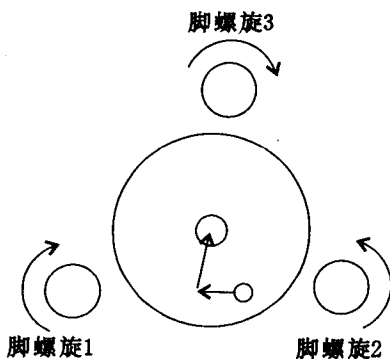


图 1-1-2 旋转脚螺旋与气泡运动的关系

3. 粗略瞄准

在前方竖立一水准尺。松开制动螺旋,使望远镜的缺口、准星和水准尺大致在一条方向线上,然后立即旋紧制动螺旋。

4. 调焦

调望远镜物镜调焦螺旋使水准尺成像清楚,调望远镜目镜调焦螺旋使十字丝清晰,如产生视差时,则调节两螺旋使视差消除。

5. 精确瞄准

旋转水平微动螺旋,使十字丝竖丝精确瞄准水准尺的中间部位。

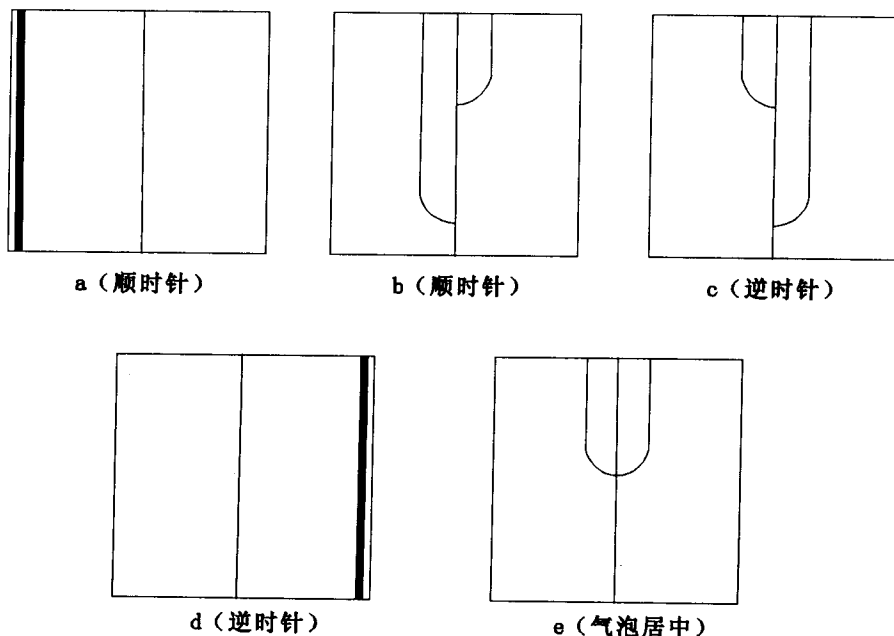


图 1-1-3 符合气泡影像

6. 精平

旋转管水准气泡微倾螺旋,从符合水准气泡观察镜里观察,使符合水准气泡两个半圆弧形影像相重合即完成精平。

在符合水准气泡观察镜里看到的符合气泡影像有以下五种情况,如图 1-1-3 所示。

符合水准气泡影像的运动规律是按“左顺右逆”的规则,即若左边的气泡影像长时(图 1-1-3 中 a,b),则顺时针旋转微倾螺旋;若右边的气泡影像长时(图 1-1-3 中 c,d)则逆时针旋转微倾螺旋;当左右两边的气泡影像对齐时(图 1-1-3 中 e)为符合气泡居中的情况。

7. 读数

用望远镜的上、中、下三条十字丝截水准尺的分划值分别读数(读到毫米),且记录。

计算视距,视距为仪器至水准尺之间的距离(S), $S=(\text{下丝读数}-\text{上丝读数})\times 100$ 。

五、注意事项

1. 在使用水准仪之前,要复习教材和指导书上的有关内容,了解实习内容和要求。
2. 操作时要遵守操作规程。
3. 要保证仪器在使用过程中的安全,防止摔碰现象的发生。
4. 水准尺在不用时要平放在地面上,不准斜靠在墙壁或树干上,以防风吹后倒地摔坏。

实习二 普通(图根)水准测量

一、实习目的

初步掌握普通(图根)水准测量的作业过程和记录计算方法。

二、实习要求

每个实习小组选择一个合适的地方,水准路线布设形式为:由4个测站组成一条闭合水准路线。每个人都要观测一条水准路线,轮流作业。提交记录计算手簿。

三、实习计划与设备

1. 实习时数为4学时,4人为1个实习小组,1人操作,1人记录,2人立尺。

2. 每个实习小组领取一台普通水准仪及脚架、两根水准尺、两只尺垫,记录手簿每人一张,自备铅笔。

四、实习方法与步骤

1. 设站

选择一固定点作为起始点,在该点上竖立一水准尺,在前进方向上再选择一点竖立水准尺,在两水准尺大致中间位置架设水准仪。

2. 粗平

用脚螺旋使圆水准气泡居中。(注意:左手拇指与气泡移动方向一致)

3. 瞄准

旋转望远镜,照准水准尺,进行目镜与物镜调焦并消除视差,然后旋转水平微动螺旋使十字丝竖丝精确对准水准尺。

4. 读取后视距与后视中丝读数

视距采用直读的方法,其操作步骤是:望远镜瞄准后视(起始点作为后视)水准尺,先旋转微倾螺旋使十字丝下丝对准水准尺上一整刻划,然后数出下丝与上丝之间在水准尺上所截的cm或dm格数,1cm代表实地1m,1dm代表实地10m,合起来即为视距,记录者将观测的后视距记入记录中,记录手簿见表1-2-1。

转动微倾螺旋使符合水准气泡影像精确符合,然后读后视中丝读数,同时,记录者将后视中丝读数记录在手簿的相应栏中。

5. 读取前视距和前视中丝读数

转动望远镜瞄准前视水准尺,旋转微倾螺旋直接读前视距离,记录前视距离。转动微倾螺旋使符合水准气泡影像精确符合,读前视中丝读数,记录前视中丝读数,最后记录者要立即计算出前后视距差和两点间的高差。至此一个测站结束。

6. 搬站

前视尺不动,变为下一站的后视尺。沿前进方向将水准仪和原后视尺搬到第二站,选择适当的地点架设水准仪、竖立水准尺,注意保持前后视距大致相等,然后同2,3,4,5方法和过程进行操作,至此第二个测站结束。

同法进行第三站和第四站测量,最后闭合到起始点上。测量完毕。

普通水准测量记录样本见表 1-2-2。

表 1-2-2 普通水准测量手簿(样本)

观测者:赵准

记录者:邱实

年 月 日

测站编号	立尺点号	后视距		后视中丝读数	高程/m	备注
		前视距		前视中丝读数		
		视距差	累积距差	高差		
1	BM1	80		1 654	145.368	
	转 1	79		1 578		
		1	1	76		
2	转 1	85		1 508		
	01	86		1 588		
		1-	0	-80		
3	01	77		1 469		
	转 2	75		1 651		
		2	2	-182		
4	转 2	88		1 566		
	转 3	85		1 564		
		3	5	2		
5	转 3	55		1 389		
	02	58		1 635		
		-3	2	-246		
6	02	77		1 633		
	BM2	78		1 468		
		-1	1	165	145.094	

实习三 普通水准仪的检验与校正

一、实习目的

通过实习使学生掌握带有微倾螺旋的普通水准仪的检验与校正的方法,保证测量成果的可靠性。

二、实习要求

各实习小组的每个人均应独立测出一套检验成果并提交实习报告。

三、实习计划与设备

1. 实习时数为 4 学时,4 人为 1 个实习小组,1 人操作,1 人记录,2 人立尺。
2. 每个实习小组领取一台普通水准仪及脚架、两根水准尺、两只尺垫,自备铅笔。

四、实习方法与步骤

1. 圆水准器的水准轴应平行于仪器的旋转轴的检验与校正

检验:

1) 粗平水准仪。

2) 使望远镜与任意两个脚螺旋连线成平行位置,旋转望远镜 180° ,若气泡仍居中,说明这项条件满足,不需要校正,若气泡偏离中心则需要校正。

校正:

1) 用圆水准器下方的校正螺钉改正气泡偏离的一半,如图 1-3-1(a)所示,另一半则旋转脚螺旋使气泡居中,如图 1-3-1(b)所示。

2) 此项检验与校正需反复进行,直至仪器粗平后旋转至任何位置气泡都居中为止。

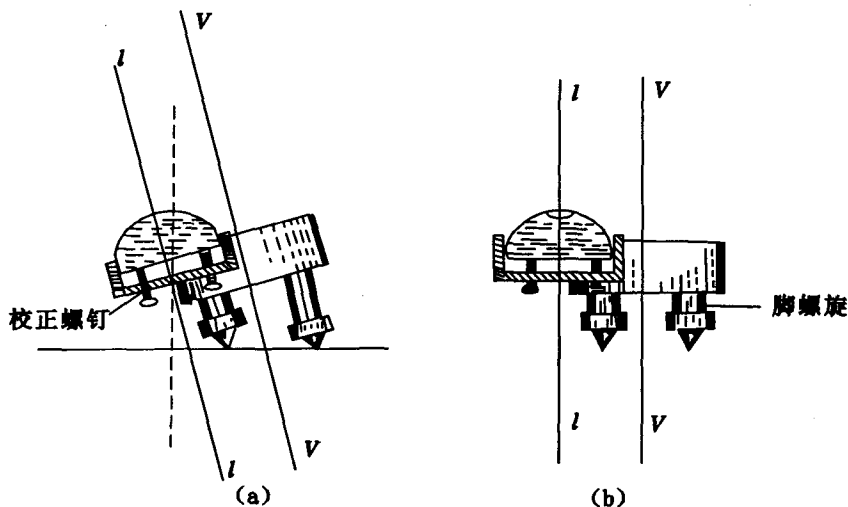


图 1-3-1 圆水准器的校正

2. 十字丝横丝应平行于仪器旋转轴的检验与校正

检验:

1) 粗平水准仪,在前方墙壁或水准尺刻划上选择一点 A,用望远镜的十字丝的左端瞄准点。

2) 转动水平微动螺旋使望远镜沿水平方向慢慢向左移动, 此时 A 点在十字丝右端 A' 位置, 若 A' 点仍在十字丝横丝上, 如图 1-3-2(a) 所示, 则说明条件满足; 若 A' 点不在十字丝横丝上, 偏离十字丝在 B 点上, 如图 1-3-2(b) 所示, 则说明条件不满足, 要进行校正。

校正:

1) 取 A' 与 B 的中点 M。

2) 打开望远镜目镜端的护盖, 松开十字丝压环螺丝, 旋转目镜筒使十字丝右端对准 M 点, 再旋紧压环螺丝固定十字丝环, 旋上护盖, 校正完毕。

此项检验与校正需反复进行。

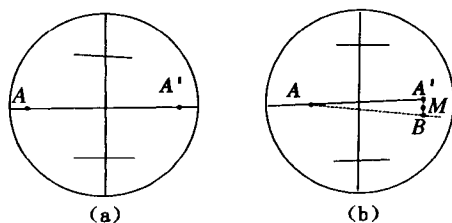


图 1-3-2 十字丝横丝的校正

3. 视准轴应平行于管水准器的水准轴的检验与校正(即 i 角的检验与校正)

检验:

1) 如图 1-3-3, 在平坦地面选择相距 40~80 m A 与 B 两点(最好在 A, B 两点打固定标志, 临时放尺垫也可)。

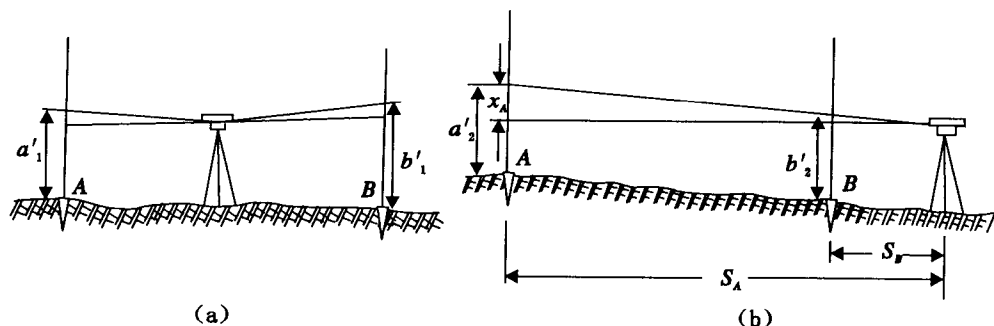


图 1-3-3 i 角的检验

2) 在 A, B 两点上竖立水准尺, 在 A, B 的中点设置测站(前后视距差不得大于 0.5 m), 按水准测量的方法测出后视 A 尺的中丝读数 a'_1 和前视尺 B 尺的中丝读数 b'_1 , 如图 1-3-3(a) 所示, 记录在手簿中, 计算高差 $h_{AB} = a'_1 - b'_1$ 。

3) 将水准仪搬到 B 尺前方, 同样进行水准测量, 在 A, B 两尺上的中丝读数分别为 a'_2 和 b'_2 , 如图 1-3-3(b) 所示, 计算高差 $h'_{AB} = a'_2 - b'_2$ 。

4) 计算 Δh_{AB} , i 角及在 A 尺上的读数影响 x_i

$$\Delta h = h'_{AB} - h_{AB}$$

$$i = \frac{\Delta h_{AB} \cdot \rho}{S_A - S_B}$$

$$x_i = \frac{\Delta h_{AB} \cdot S_A}{S_A - S_B} = \frac{i \cdot S_A}{\rho}$$

规范规定, 对于 DS1(用于一、二等水准测量)等级的仪器来说, i 角误差大于 ± 15 mm 时

需要校正;对于 DS3(用于三、四和图根等水准测量)等级的仪器来说, i 角误差大于 ± 20 mm 时需要校正。否则说明条件不满足,需要校正。

校正:

- 1) 仪器保持当前位置不动,计算 A 尺上的正确读数 $a_2 = a'_2 - x_i$ 。
 - 2) 转动微倾螺旋,使 A 尺的读数由 a'_2 变为 a_2 ,此时管水准气泡必然不居中。
 - 3) 拨动水准器一端的上下两个校正螺钉(先判定方向,然后松开一个校正螺钉,再旋紧另一个校正螺钉),使管水准气泡居中(即符合气泡影像重合),校正完毕。
- 此项检验与校正也需反复进行。

五、实验报告

1. 圆水准器的水准轴应平行于仪器旋转轴的检验与校正

- 1) 将气泡偏离的位置绘在图 1-3-4 中。
- 2) 把校正的过程和方法描绘在图中并用文字适当叙述。

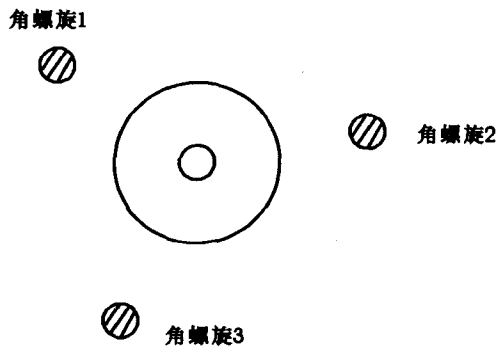


图 1-3-4 脚螺旋与圆气泡投影示意图

2. 十字丝横丝应垂直于仪器旋转轴的检验与校正

- 1) 将点位偏离的情况绘在图 1-3-5(a)、图 1-3-5(b)中,图 1-3-5(a)为点位无偏离的情况,图 1-3-5(b)为点位有偏离的情况。
- 2) 叙述校正的方法与步骤。

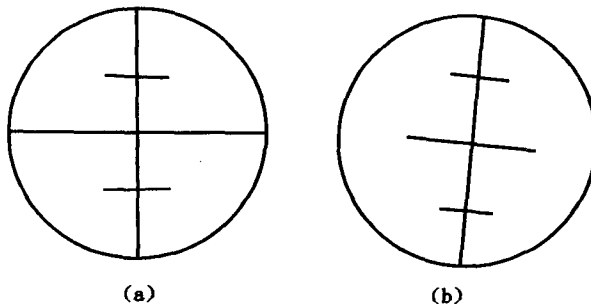


图 1-3-5 十字丝

3. 视准轴应平行于管水准轴的检验与校正

- 1) 将观测数据填写在表 1-3-1 中,并进行各项计算。
- 2) 说明校正的方法与过程。

表 1-3-1 普通水准仪*i*角检验与校正记录

第一站读数/mm		第二站读数/mm		距离/m	
a'_1		a'_2		S_A	
b'_1		b'_2		S_B	
h_{AB}		h'_{AB}			
$\Delta h = h'_{AB} - h_{AB} =$ $x_i = \frac{i}{\rho} S_A =$ $a_2 = a'_2 - x_i =$					

六、注意事项

- 1) 第一站观测前、后视距差不得大于 0.5 m。
- 2) 每次中丝读数时符合气泡必须严格居中。
- 3) 水准尺必须竖立铅直。
- 4) 立尺若用尺垫时, 必须将尺垫踏实, 且在观测过程中不准移动尺垫。

实习四 普通 J6 光学经纬仪认识实习

一、实习目的

了解普通光学经纬仪各部件的名称、作用,初步掌握普通经纬仪安置、照准及读数等基本使用方法,为水平角、垂直角观测奠定基础。

二、实习要求

能正确安置经纬仪并正确读数。

三、实习计划与设备

1. 实习时数为 2 学时,2 人为一个实习小组。
2. 每个小组领一台经纬仪。

四、实习方法和步骤

1. 对中

1) 架设仪器

打开三脚架,使架头大致水平架设于地面上,架设高度与观测者高度适宜,架头中心与地面标志中心应大致在一铅垂线上。打开仪器箱,取出仪器放在架头上,并立即用中心螺旋将仪器旋紧牢固。

2) 对中

两只手各握一只脚架腿,使该两脚架腿稍离开地面做前后左右移动,如图 1-4-1 所示。同时一只眼睛观察光学对中器,当地面标志中心影像大至落在光学对中器中心时移动停止,然后将架腿踏实,再用脚螺旋进行精确对中。

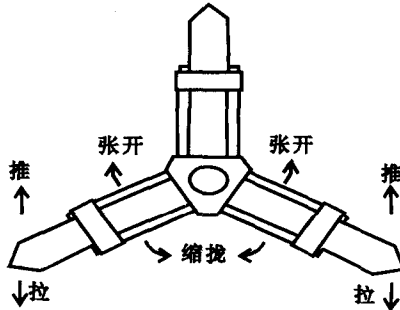


图 1-4-1 经纬仪三脚架打开示意图

经纬仪各部件名称如图 1-4-2 所示。

2. 整平

1) 粗平

粗平是使圆气泡居中,一般用升降脚架的方法进行。

首先观察圆气泡偏离的方向,松开圆气泡偏离较大一方的脚架连接螺旋,升降该脚架,使圆气泡向居中方向移动,若不能使气泡居中,则轮流升降三个脚架(如果需要),直至圆气泡基本居中为止。

2) 精平

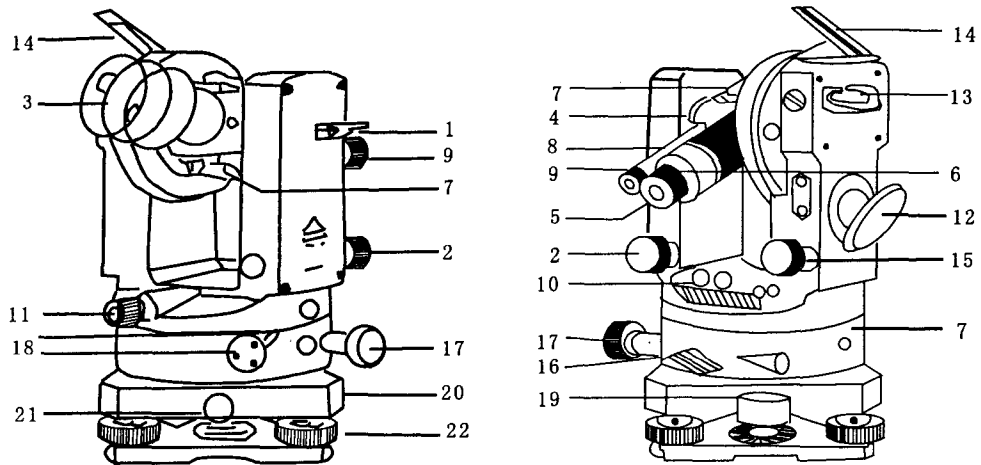


图 1-4-2 经纬仪各部件名称

1. 望远镜制动螺旋; 2. 望远镜微动螺旋; 3. 物镜; 4. 物镜调焦螺旋; 5. 目镜; 6. 目镜调焦螺旋; 7. 光学瞄准器; 8. 度盘读数显微镜; 9. 度盘读数显微镜调焦螺旋; 10. 照准部管水准器; 11. 光学对中环; 12. 度盘照明反光器; 13. 竖盘指标管水准器; 14. 竖盘指标管水准器观察反射镜; 15. 竖盘指标管水准器微动螺旋; 16. 水平方向制动螺旋; 17. 水平方向微动螺旋; 18. 水平度盘变换螺旋与保护卡; 19. 基座圆水准器; 20. 基座; 21. 轴套固定螺旋; 22. 脚螺旋

首先使管水准气泡平行于任意两个脚螺旋 1, 2 (如图 1-4-3(a) 所示), 调整这两个脚螺旋使气泡居中, 然后将照准部旋转 90° , 若管水准气泡不居中, 则调整脚螺旋 3 (如图 1-4-3 所示) 使气泡居中。反复进行, 直至照准部转动到任何位置水准管气泡都居中为止。

最后需检查一下对中情况, 若对中有偏移, 则把中心螺旋打开, 使仪器在架头面上慢慢移动精确对中, 此时若精平稍有破坏, 则再次精平。

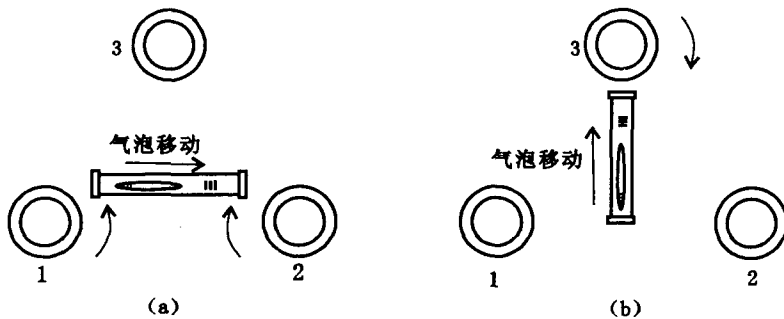


图 1-4-3 管水准气泡整平

3. 瞄准

1) 粗瞄

松开水平制动螺旋和垂直制动螺旋, 转动照准部, 眼睛在望远镜上方观察, 当准星、照门和目标三点在一条线上时, 立即旋紧两个制动螺旋。

2) 精瞄

眼睛从目镜里观察目标, 若目标和十字丝不清楚, 则进行物镜调焦和目镜调焦, 使目标和十字丝都清晰, 并注意消除视差。最后用水平微动螺旋和垂直微动螺旋精确瞄准目标。

4. 读数

图 1-4-4 是 J6 经纬仪水平度盘和垂直度盘读数窗, 水平度盘和垂直度盘上相邻两分划线