



河南理工大学

HENAN POLYTECHNIC UNIVERSITY

《测量学基础》课堂实验指导书

王文庆 梁洪有 何 荣 王留召编

河南理工大学测绘与国土信息工程学院

《测量学基础》课堂实验指导书

王文庆 梁洪有 何 荣 王留召编

河南理工大学测绘与国土信息工程学院

2008 年 11 月 5 日

目 录

第一部分 实验须知	1
一、准备工作	1
二、借还仪器、工具	1
三、仪器使用注意事项	1
四、工具使用注意事项	2
五、测量记录、计算要求及注意事项	3
第二部分 实验内容	5
实验一 水准仪的认识和使用	5
实验二 普通水准测量（两次仪器高法）	6
实验三 水准仪的检验与校正	9
实验四 经纬仪的认识及使用	11
实验五 测回法观测水平角	13
实验六 经纬仪的检验与校正	15
实验七 方向法观测水平角和三角高程测量	17
实验八 全站仪的认识和使用	21
实验九 全站仪导线测量	22
第三部分 《测量学基础》课堂实验报告	24
实验报告一 水准仪的认识和使用	24
实验报告二（1） 等外水准测量	25
实验报告二（2） 四等水准测量	26
实验报告三 水准仪的检验和校正	28
实验报告五 测回法观测水平角	31
实验报告六 经纬仪的检验和校正	32
实验报告七（1） 方向法观测水平角	33
实验报告七（2） 三角高程测量	34
实验报告九 全站仪导线测量	35

第一部分 实验须知

一、准备工作

1. 实习前学生应认真复习教材有关内容和《测量学》实习指导与实习报告，务必弄清基本概念和本次实习的目的、要求、操作步骤及应注意的事项，以保证按质、按量、按时完成实习任务。对未认真准备的学生，一经发现立即停止其实习。待其按要求作好准备工作后，再补做实习。缺课堂实习一次者，不准参加期末考试。

2. 测量实习以小组为单位进行，组长负责组织协调工作。凭学生证借、还仪器工具。

3. 每次实习时，学生领借仪器后，先到教师指定的地点集合（以小组为单位排成一队），待教师讲解和布置后，方可开始实习。

4. 第一次实习前，按规定交纳押金。

二、借还仪器、工具

1. 实习前十分钟，学生以小组为单位，由组长（或指定专人）到仪器室借用仪器工具。

2. 借用者应按仪器工具的清单当场检查仪器、工具是否完好，有无短缺，以保证实习的正常进行。如有问题，可向实验室工作人员反映，以便补足数量或分清责任。确认无问题后，将清单留在原处，领取仪器工具。

3. 各组所借之仪器、工具应严格按照操作规范和使用注意事项由本组成员专用，未经教师许可不得互相转借或调换。

4. 实习完毕，应由组长向教师报告实习情况，经教师认可后方可收、验仪器工具（当场点清），并如数交还仪器室。如有损坏或遗失，应主动报告教师和发放仪器的老师，填写仪器损失单，以便按仪器管理办法酌情处理。

三、仪器使用注意事项

1. 携带仪器前，应先检查仪器箱盖是否关紧锁好，拉手、背带是否牢固。

2. 搬运仪器时，应避免振动和碰撞。汽车运输应放置在有弹性的座垫上或由人抱着。如系卡车运输，则应由人背着站于车厢前部。

3. 打开仪器箱时，应注意箱子是否平稳，以免摔坏仪器；开箱以后，应先观察并记住仪器在箱内放置的位置（有的仪器箱盖上有放置位置照片，可供参看），以使用毕能照原位放回，避免因放错位置而损坏仪器。

4. 安置仪器前，应注意三角架高度是否适中，架腿螺旋是否拧紧，然后一手握住仪器，一

手拧紧连接螺旋，此项操作必须一人一次完成，以免摔坏仪器。

5. 提取仪器时，应先松开各制动螺旋，再用手捧支架或机座等坚实部位，紧拿轻放，切勿用手提望远镜，以免破坏各部件的连接关系，仪器取出后应关好箱子，以免丢失零配件。

6. 仪器箱是用来装置仪器的，严禁在箱上坐人，违者将给予处分和罚款。

7. 仪器安置之后，不论是否操作，必须有人看护，防止无关人员拨动或行人、车辆碰撞，禁止任何人在仪器附近打闹。

8. 不许将仪器工具靠于墙、树或电杆上，以免倒下摔坏。

9. 工作中应撑伞遮阳、挡雨，严禁烈日曝晒和雨淋仪器。

10. 仪器上所有光学透镜或反光镜严禁用手摸或用手帕、粗布及一般纸张擦拭。如有灰尘或其他脏物，应选用柔软洁净的毛刷弹去，或用镜头纸擦拭。

11. 各制动螺旋切勿旋拧过紧，以免制动失效。各微动螺旋及基座安平螺旋应置于中间位置使用，切勿拧至尽头，以免失灵或损坏。严禁剧烈、快速、过力和粗暴的动作。

12. 多数仪器上都有一个基座轴套固定螺旋或扳钮，此螺旋或扳钮仅供修理之用，实习中绝对不许松动这个螺旋或扳钮，以免摔坏仪器。

13. 操作仪器时，动作要准确、轻捷，用力要均匀、适中。操作中不要用力压仪器及架腿，以免影响仪器对中和水平。需转动仪器时，应先松开制动螺旋，否则易损坏仪器轴系。

14. 对仪器上某些部件性能尚未了解时，必须向老师请教后方可操作，不得擅自乱动。

15. 仪器搬站时，若距离较远或地段难行，应将仪器装箱后搬站；如果距离较近且地势平坦，可以不卸下仪器搬站，但应先检查连接螺旋是否牢固，然后放松制动螺旋，收拢脚架，一手握仪器支架（或基座）放在胸前，另一手抱架腿于腋下，使其与地面成 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 角缓缓前行。严禁横扛仪器于肩上进行搬站。

16. 当仪器某个部件呆滞难动或发生故障时，切勿强力拧动，应立即报告老师或仪器管理人员。学生不准擅自拆卸仪器。

17. 仪器装箱时，应先放松各制动螺旋。装箱后先试关一次箱盖在确认安放稳妥后，再拧紧制螺旋，最后关箱上锁。对电子类仪器，实习结束或搬站时均应先关闭电源。清点仪器附件和工具，防止遗失。

18. 平板仪在对点、整平时，不得将照准仪放在平板上，以免摔坏照准仪。

四、工具使用注意事项

1. 钢尺应防压、防扭、防潮湿，防止行人踩踏和车辆碾压，用毕及时揩净上油，卷起。

2. 皮尺严防潮湿，万一弄湿，应凉干后再卷入盒内。

3. 钢尺、皮尺使用时均不准在地面上拖行，以免磨掉刻划。
4. 扶持水准尺时应爱护尺面刻划，勿用手或其它东西摩擦尺子刻划（特别是 1.3 米上下部分），以保持刻划清晰易读。
5. 水准尺、标杆严禁横向受力，以免弯曲影响使用，作业时应由专人认真扶直，不准靠于树、墙或电杆上。不用时应平放于地面上。
6. 不准用水准尺或标杆抬、担物品，不准投掷标杆、钢尺、锤球、斧头等。
7. 注意保护锤球尖，严禁用锤球尖撞击硬物，以保证使用锤球对中的精度。
8. 锤球线上不准打死结，如需调节其长短，可用调节板或打活结。
9. 测伞应当牢固插入地下，不能插入地下时应由专人扶持，以免大风吹倒损坏测伞和仪器。
10. 严禁用测量仪器、工具等进行打逗玩耍。凡属此种损坏者，必须加倍赔偿，并写出书面检查。

五、测量记录、计算要求及注意事项

1. 野外观测结果是计算各级平面、高程点位置的原始数据，是测量工作长期保存、使用的重要资料。因此，必须做到记录真实，注记明确，整饰清洁美观，格式统一。
2. 一切原始观测值和记事项目，必须在现场用铅笔记录在规定格式的外业手簿中，严禁凭记忆补记。
3. 外业手簿中的每一页都须编号。任何情况下都不许撕毁手簿中的任何一页。
4. 外业手簿中的记录和计算，严禁用橡皮擦拭、涂改或刮补，对需修改和淘汰的观测结果，应以斜线划去，而将正确数据写在其上方，对因超限划去的成果，还须注明原因及重测结果的所在页数。
5. 原始观测值尾部读数、记录如果有错，不许修改，（尾部前面的读数也不许连环修改，而应将该部分观测结果废去重测）。
6. 外业工作中的记录和计算工作是测绘工作者的基本功之一，它不但要求准确，而且要求迅速。因此，学生在实习期间就应该养成良好的、严格的记录习惯和计算技巧。决不能认为是实习就马马虎虎或了草从事。
7. 外业观测成果均需用 1~3H 铅笔，按稍大于记录格高一半的字体大小压底线填写，留出上部空隙作为修改之用。
8. 观测者读出数字之后，记录者在记录的同时，应将所记录的数字向观测者复诵一遍，以防听错或记错。
9. 记录数字位数要全，零位不能省。例如度盘读数： $132^{\circ}11'06''$ ， $164^{\circ}00'00''$ ；水准尺读数：

1.600 米，1.080 米和距离记录：35.000 米，28.030 米等中的“0”均应记录。

10. 无论是测角或水准测量，一个测站上的计算工作必须经过检核，确认无误后才能搬站。

11. 平均读数的末位按四舍六入和 5 单进双不进的规则进位。例如：1.5475 和 1.5485 均取 1.548。

12. 记录中各项平均值和计算中的取位，均取至观测值的最末位，不必多取小数。

第二部分 实验内容

实验一 水准仪的认识和使用

一、实验目的

1. 认识水准仪的基本构造，了解各部件的功能。
2. 初步掌握使用水准仪的操作要领、基本步骤和方法。
3. 能准确读取水准尺读数。

二、实验要求

1. 正确认识水准仪各部件名称和功能。
2. 每人至少完成一个测站的观测、记录和计算工作。
3. 每组认真填写记录表格，交给指导教师检验。

三、准备工作

1. 人员组织

每二人一组，一人观测，一人记录，轮流操作。

2. 仪器工具

水准仪一台，记录板一块，全班共用四把水准尺。

3. 场地布置

在指导老师指定的场地，将水准尺竖直捆于固定物体上，各组在任两把水准尺之间选择合适位置安置仪器，两水准尺一命名为点 A，另一命名为点 B。

四、实验步骤

1. 在与 A、B 两点大约等距离处安置水准仪，移动架腿并用脚螺旋粗略整平仪器（使圆水准气泡居中）。

2. 逐件认出下列部件，并了解其功能和使用方法。

（1）准星和照门； （2）目镜调焦螺旋；

（3）物镜调焦螺旋； （4）水准管；

（5）水平制动，微动螺旋； （6）微倾螺旋。

3. 转动目镜调焦螺旋，看清十字丝。

4. 利用照门和准星粗瞄后视点 A 的水准尺，拧紧水平制动螺旋。

5. 转动物镜调焦螺旋看清水准尺，检查有无视差并消除之（注意检查视差现象和消除视差的方法）。

6. 旋转微动螺旋，利用十字丝精确照准水准尺（竖丝切住水准尺的左边）。

7. 用微倾螺旋调节水准管气泡居中（即使水准管气泡两端影像吻合）称为精平。
8. 用中间横丝（中丝）在 A 点水准尺上读数（称为后视读数），记入手簿。
9. 仿照 4~8 项操作，读取 B 点水准尺的读数（称为前视读数），记入手簿。
10. 按公式：高差=后视读数-前视读数，计算 A、B 间的高差 h_{AB} 。
11. 换人重新安置仪器，照上述步骤再观测 A、B 尺读数各一次，记入手簿。
12. 二人观测数据全部记入记录表格中，以便相互检查正确与否。

实验二 普通水准测量（两次仪器高法）

和四等水准测量（双面尺法）

一、实验目的

1. 进一步熟悉水准仪的构造和使用，加深对水准测量基本原理的理解；
2. 了解闭合水准路线的施测和计算方法；
3. 掌握四等水准测量的工作程序和施测方法；
4. 熟悉双面尺测量和记录、计算方法。

二、实验要求

1. 每人应完成 2~3 站水准测量工作；
2. 全组完成一条闭合水准路线和一条符合路线的施测任务，闭合水准路线的高差闭合差 $\leq \pm 12\sqrt{n}$ mm，n 为测站数；符合水准路线每一测站前、后视距差不超过 3.0m，一测段前、后视距累计差不超过 10.0m，同一水准尺红黑面读数之差不应大于 3mm，红黑面高差之差不应大于 5mm，符合水准路线的高差闭合差应小于 $\pm 20\sqrt{l}$ mm，l 为路线长度，以公里为单位，不足一公里时，按一公里计算；

3. 每人独立完成所测两条路线的计算工作（仿例题自制表格，写在作业本上）。

三、准备工作

1. 人员组织

每四人一组。一人观测，一人记录，二人扶尺，轮换操作。

2. 仪器工具

水准仪一台，水准尺一对，尺垫两个，记录板一块。

3. 场地布置

在校内实习基地，按老师分配的路线进行。

四、实验步骤

(一) 等外水准测量

1. 从路线中已知高程点开始，沿顺时针（或逆时针）方向施测。
2. 在已知高程点与未知高程点之间安置仪器（当两点距离太远或高差较大时，可增设转点来传递高程），尽量保持前、后视距相等。
3. 按实习一中方法分别读取前视读数 and 后视读数，记入观测手簿中相应栏内。
4. 保持仪器位置不动，通过收拢或张开架腿改变仪器高度（与上次仪器高相差约 10~15cm），仿步骤 3，观测前、后视读数并记入观测手簿中。记录人员经计算，两次所测高差 $\leq \pm 6\text{mm}$ 时方可搬站前进。
5. 上一站的前视尺原位不动，后视尺移动至前进方向的另一待求高程的水准点上（或转点上），重复第 2-4 步骤的工作。如此继续前进，直至测到路线出发点（已知高程点），构成一闭合路线为止。

6. 检核计算

- 1) 计算实测高差总和 $\sum h_{\text{测}} = h_1 + h_2 + \dots + h_n$
- 2) 计算后视读数总和 $\sum a = a_1 + a_2 + \dots + a_n$
- 3) 计算前视读数总和 $\sum b = b_1 + b_2 + \dots + b_n$
- 4) 检核实测高差计算正确与否： $\sum a - \sum b = \sum h_{\text{测}}$
- 5) 闭合水准路线高差闭合差的计算：
 - a、实测高差闭合差的计算 $f h_{\text{测}} = \sum h_{\text{测}}$
 - b、容许闭合差的计算 $f h_{\text{容}} = \pm 12 \sqrt{n} \text{ mm}$ ，n 为测站数
 - c、高差闭合差的检查 若 $f h_{\text{测}} \leq f h_{\text{容}}$ ，则说明观测结果合格，可以收交仪器工具。否则，应检查超限原因，如果不是计算错误，就应返工重测。

7. 待定点高程的计算：

- 1) 高差闭合差 $f h_{\text{测}}$ 的分配：
 - a、每站高差改正数的计算： $v_i = -f h_{\text{测}} / n$
 - b、每站改正后高差的计算： $h_i = h_i + v_i$
 - c、检核计算：各站高差改正数的总和应等于负的高差闭合差。
- 2) 计算待定点的高程

(二) 四等水准测量

1. 从一已知水准点开始，用中丝测高法配合双面尺逐段进行四等水准测量。

2. 一个测站的工作程序如下 (参见表 3-1):

1) 按规定在前、后视点间安置仪器, 使圆水准气泡居中。

2) 照准后视尺黑面, 物镜调焦, 消除视差, 精平, 读下、上丝和中丝读数 (至毫米), 记入手簿中 (1)、(2)、(3) 栏内, 记录者应马上算出 (4) 栏之数。(记录手簿样式和读数、记录、计算顺序仿教材)

3) 旋转望远镜, 照准前视尺黑面, 同 2) 操作, 下、上丝读数分别记入 (5)、(6) 栏内 (记录者应马上算出 (7)、(8)、(9) 栏之数, 以检查是否超限), 中丝读数记入 (10) 栏。

4) 翻转前视尺, 迅速用中丝读出红面读数, 记入手簿中 (11) 栏内, 记录者应马上计算出 (12) 栏之数, 检查是否超限。

5) 旋转望远镜, 照准后视尺红面, 同 4) 操作, 读数和检核分别记入 (13)、(14) 内, 检查是否超限。记录者尽快算出 (15)、(16)、(17) 等栏之数, 如无超限, 则计算出高差中数记入 (18) 栏内, 搬站。

3. 一个测站的检核和高差计算按记录手簿中所标栏的数字顺序进行。

4. 一测段的检核计算 (参见教材)

5. 闭合差计算与检核

$$f_h = \sum h_{测} - (H_{终} - H_{始})$$

若 f_h 的绝对值小于 $20\sqrt{l}$ mm, 则测量数据合格。

四等水准测量记录手簿 (供参考)

表 3-1

自 1 测至 3 仪器: S₃ 水准仪 编号: 740086 日期: 6 月 25 日
天气: 晴 K₁₂ = 4787mm 观测者: 王和平 开始: 16 时 40 分
成像: 清晰 K₁₃ = 4687mm 记录者: 张水成 结束: 17 时 10 分

测站 编号	后尺	下丝	前尺	下丝	方向 及 尺号	标尺读数		K+黑 减 红	高差 中数	备注
		上丝		上丝		黑面	红面			
	后距		前距							
	视距差 d		Σd							
	(1)		(5)		后	(3)	(13)	(14)		
	(2)		(6)		前	(10)	(11)	(12)		
	(4)		(7)		后-前	(15)	(16)	(17)	(18)	
	(8)		(9)							
1	1965		2141		后 13	1832	6519	0		
	1700		1847		前 12	2007	6793	+1		
	26.5		26.7		后-前	-175	-274	-1	-174	

	-0.2	-0.2					
2	0566	2792	后 12	0356	5144	-1	
	0127	2356	前 13	2574	7261	0	
	43.9	43.6	后-前	-2218	-2117	-1	-2217
	+0.3	+0.1					

实验三 水准仪的检验与校正

一、实验目的

1. 熟悉水准仪各主要轴线之间应满足的几何条件。
2. 掌握水准仪检验与校正的基本操作。

二、实验要求

1. 弄清水准仪检验校正的基本原理。
2. 检验中各项观测计算必须正确、可靠。
3. 检验校正的方法必须正确，操作要细心。
4. 每人独立完成一次。

三、准备工作

1. 人员组织

每组四人。其中观测一人，记录一人，扶尺两人，轮换操作。

2. 仪器工具

水准仪一台，水准尺两根，尺垫两个，皮尺一把，记录板一块，工具包一个。

3. 场地布置

在教师指导下选择一块长约 80 米（或 50 米）且较平坦的场地，各组仪器依次摆开，不要相互干扰。

四、实验步骤

1. 一般检查

将水准仪安装于三脚架上，按检验项目表格中内容，逐一进行检查，并将检查结果如实填

于表中相应栏内。

2. 圆水准器轴平行于仪器竖轴的检校

1) 检验方法

- a、用脚螺旋把圆水准气泡整置居中；
- b、将仪器旋转 180° ，若气泡仍居中，则条件满足，否则需要校正。

2) 校正方法

- a、观测并记住气泡沿半径方向偏离的距离；
- b、用改锥拨动圆水准器底部的三个校正螺旋，使气泡返回偏差距离的一半；
- c、用脚螺旋调回气泡偏离的另一半，使气泡居中；
- d、如此反复进行，直至仪器旋转到任何方向，气泡都居中为止。

3. 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检校

1) 检验方法

- a、整平仪器后，用十字丝中间横丝的一端照准远处一明细点，制动仪器；
- b、缓慢旋转微动螺旋，观察明细点与中间横丝的相对位置，如果该点始终在横丝上移动，则表示条件满足，否则需要校正。

2) 校正方法

- a、旋下十字丝环保护罩，用改锥松开十字丝网座固定螺旋；
- b、旋转十字丝环，使十字丝中间横丝落于明细点上，固定十字丝环；
- c、再旋转微动螺旋，看条件是否满足，如此反复，直到条件满足为止后，旋上十字丝环保护罩；

4. 水准管轴平行于视准轴的检校

水准管轴和视准轴都是空间直线，如果它们相互平行，则不论是在水平面上的投影还是在竖直面上的投影都应该是平行的。一般地，称对其在水平面上的投影是否平行的检校为交叉误差检校，此项检校只有在精密水准测量时才进行。而称对其在竖直面上的投影是否平行的检校为 i 角检校，其方法有多种，这里只介绍两种。

方法一：

1) 检验方法：

- a、在平坦场地上，在一条线上标定 A、B、D 三点，使 A、B 和 B、D 相距 20.6 米，在 A、B 两点分别钉上木桩或放尺垫。
- b、在 A、B 上立水准尺，在与 A、B 等距离 C 点处安置水准仪，精平后分别在 A、B 尺上

读取读数 a_1 、 b_1 三至四次，取中数计算 A、B 两点间的高差为： $h=a_1-b_1$ 作为 A、B 两点间的正确高差。

c、搬仪器至 D 点，精平后读 A、B 两尺读数 a_2 、 b_2 ，若 $\angle=(a_2-b_2)-(a_1-b_1)$ 不大于 2mm，则条件满足，否则需校正。

2) 校正方法：

a、接上面操作，仪器不动，转动微倾螺旋使十字丝中间横丝对准 B（或 A）尺上正确读数 $b_2'=b_2-\angle$ （或 $a_2'=a_2-2\angle$ ）处，此时气泡并不吻合。

b、用改正针转动水准管一端上、下两个校正螺旋，使气泡吻合。

c、反复进行，直至满足要求为止。

方法二：

1) 检验方法：

a、在平坦场地上用皮尺量出相距 80 米的 A、B 两点，分别钉上木桩或放尺垫。

b、在 A、B 上立水准尺，在与 A、B 等距离处安置水准仪，精平后分别在 A、B 尺上读取读数 a_1 、 b_1 ，调整仪器高，读取 A、B 尺读数 a_2 、 b_2 ； a_3 、 b_3 ，得到 A、B 两点间的高差为： $h_1=a_1-b_1$ ； $h_2=a_2-b_2$ ； $h_3=a_3-b_3$ 。取平均值 $h=(h_1+h_2+h_3)/3$ 作为 A、B 两点间的正确高差。

c、搬仪器至 A 或 B 点附近（3 米左右），精平后读 A、B 两尺读数 a 、 b' ，若 $b'=a-h$ ，则条件满足，如果 b' 与 $a-h$ 值相差大于 7mm，则需校正。

2) 校正方法：

a、接上面操作，仪器不动，转动微倾螺旋使十字丝中间横丝对准 B 尺上 b 处（ $b=a-h$ ），此时气泡并不吻合。

b、用改正针转动水准管一端上、下两个校正螺旋，使气泡吻合。

c、反复进行，直至 B 尺读数 b 与 $a-h$ 之差不大于 7mm 为止。

实验四 经纬仪的认识及使用

一、实验目的

1. 了解 J6 型光学经纬仪和电子经纬仪的基本构造；
2. 熟悉经纬仪各部件的名称和功能；
3. 初步掌握使用经纬仪的基本步骤、方法；
4. 学会用光学经纬仪的读数的方法和电子经纬仪的本操作（以光学经纬仪为主）。

二、实验要求

1. 能指出经纬仪各部件的名称并简述其功能；
2. 能正确使用光学经纬仪测微装置和电子经纬仪准确地读出若干目标方向的读数；

三、准备工作

1. 人员组织

每二人一组，轮换操作。

2. 仪器工具

光学经纬仪一台，电子经纬仪一台，记录板一块，其它（如花杆、测钎等，视具体情况而定）。

3. 场地布置

- 1) 在老师指定地点每隔两米安置一台经纬仪，依次排开；
- 2) 以老师指定的方向作为目标方向。

四、实验步骤

1. 安置仪器

- 1) 各组按指导老师指定地点安置三角架，注意三角架高度要适中，架头尽量水平。
- 2) 从箱中取出仪器，用连接螺旋将经纬仪固定在三角架上。
- 3) 调节脚螺旋至标准位置。

2. 对中（即将仪器安置在测站点上）

- 1) 垂球对中

从仪器箱中取出垂球并将其挂于连接螺旋下，调节垂球线长度，待垂球静止后观察垂球尖与地面测站点的偏移量。若偏移量较大，则需通过移动架腿直到使垂球落于测站点上为止（注意，此步应仍保持三角架头尽量水平）；若偏移量较小，则可通过先松开连接螺旋稍许（至仪器在架头能移动为止），然后，根据垂球尖偏离测站点的位置在架头上移动仪器，直到垂球尖精确对准测站点为止。

- 2) 光学对中

安置仪器，拧紧连接螺旋。进行光学对中器目镜、物镜调焦（对光），眼睛通过对中器观测测站点，同时两手移动任意两只架腿使测站点标志的影象位于对中器中心圈内，此后可通过伸缩任意两只架腿使圆水准器和水准管气泡大致居中。再转动脚螺旋精确整平仪器，然后再检查测站点影象是否仍位于对中器中心圈内。一般情况下偏差会很小，可松开连接螺旋在架头上稍微平移仪器使其精确对中。（此步操作与步骤3结合进行）

如此反复操作，直到仪器对中和整平为止。

3. 整平

先使照准部水准管平行于任意两脚螺旋方向，按照气泡移动的方向恒与左手拇指转动脚螺旋的方向相同的原则，根据气泡偏离方向决定两手向外或向内转动脚螺旋，使气泡在该方向居中。然后，将照准部旋转 90° 使水准管与另一脚螺旋和基座中心的连线平行，在此方向移动第三只脚螺旋使气泡居中。如此反复进行，直至照准部水准管处于任何位置使气泡都居中或偏差不超过一格为止。

4. 认识仪器各部件名称及功能和读数练习

1) 参照教材上经纬仪构造图及本组所用仪器，逐件认识各主要部件的名称和功能；

2) 读数练习（此处，以分微尺测微器为例，其它读数方法参见教材）

a、读数时可以认为是以某一度盘分划线为指标进行读数的；

b、先读出落于分微尺中间的分划线的度数；

c、再以此度盘分划线为指标读出其与分微尺零分划线间的分、秒数，直读到 1 分，估读到 0.1 分（相当于 6 秒）；

d、将 b、c 两项读数相加即为完整读数。

3) 认识电子经纬仪各部件的名称和功能，初识经纬仪。

实验五 测回法观测水平角

一、实验目的

1. 加深对经纬仪的认识；
2. 进一步熟悉望远镜的使用和读数方法；
3. 练习经纬仪的安置；
4. 练习用测回法观测水平角。

二、实验要求

1. 能比较熟练地叫出经纬仪各部件的名称并熟悉其功能；
2. 初步掌握经纬仪的安置方法，要求对中偏差不超过 3mm（光学对中偏差不超过对中器小圆圈），整平要求水准管气泡偏离中心不超过一格；
3. 能比较正确地进行望远镜对光和使用制、微动螺旋，要求在 2-3 分钟内准确照准目标一次；
4. 能在 1-2 分钟内正确读出一个读数，要求每人用测回法对同一角度观测 2-3 个测回，且

上、下两半测回角度值之差 $\leq \pm 45''$ ；

三、准备工作

1. 人员组织

每两人一组，轮换操作。

2. 仪器工具

每组经纬仪一台，记录板一块。

3. 场地布置

系办公楼前道旁。

四、实验步骤（以光学经纬仪为例）

1. 将经纬仪安置于老师指定的点位上，完成对中、整平工作（此两项操作方法详见实习五）。

2. 用盘左位置（既竖直度盘位于望远镜观测方向的左侧，也称正镜位置），照准左侧目标 A（又称后视点），将水平度盘读数设定为 $0^{\circ}00'00''$ 或稍大点的位置如 $0^{\circ}02'00''$ 左右，现设为 $a_{\text{左}} = 0^{\circ}00'00''$ 记入观测手簿相应的栏内。以下以有水平度盘变换轮和分微尺测微器的仪器为例说明将水平度盘定为 $0^{\circ}00'00''$ 或稍大一点位置的方法：照准后视目标 A 后，按下水平度盘变换手轮，转动该手轮使水平度盘的 0° 分划线准确对准分微尺的零指标线，即可使读数为 $0^{\circ}00'00''$ ，轻轻弹出水平度盘变换手轮，仍需检查度盘读数是否仍为 $0^{\circ}00'00''$ ，若不是可重新设定，直到满意为止。

3. 松开照准部制动螺旋（或搬手），依顺时针方向转动照准部精确照准右边目标 B（又称前视点），读取度盘读数 $b_{\text{左}} = 33^{\circ}22'36''$ ，记入观测手簿相应栏中。

以上两步骤是用盘左位置对角 AOB 观测了一次，称为上半测回，记录者应在观测者操作仪器的空隙尽快按下式计算出上半测回的角度值

$$\beta_{\text{左}} = 33^{\circ}22'36'' - 0^{\circ}00'00'' = 33^{\circ}22'36''$$

4. 纵转望远镜（此举又称倒镜），使仪器变为盘右位置（即竖盘位于望远镜观测方向的右侧，又称倒镜位置），精确照准 B 点，读取读数 $b_{\text{右}} = 213^{\circ}22'42''$ ，记入观测手簿相应的栏内。

5. 松开照准部制动螺旋（或搬手），逆时针旋转照准部，照准 A 点，读取读数 $a_{\text{右}} = 180^{\circ}00'12''$ ，记入观测手簿相应栏内。

以上两步骤是用盘右位置对角 AOB 又观测了一次，称为下半测回，记录者应尽快算出下半测回的角度值 $\beta_{\text{右}}$ ，并与 $\beta_{\text{左}}$ 进行比较，其差值若符合限差要求（ $\leq \pm 45''$ ），则取其平均值作为一测回最终角度值 β 。

$$\beta_{\text{右}} = b_{\text{右}} - a_{\text{右}} = 213^{\circ}22'42'' - 180^{\circ}00'12'' = 33^{\circ}22'30''$$

$$\therefore \beta_{\text{左}} - \beta_{\text{右}} = 33^{\circ}22'36'' - 33^{\circ}22'30'' = 6'' < 45''$$