

《土木工程测量》 实验指导书

邓磊 编著

上海应用技术大学

2017年6月

实验守则

1. 实验需要进行充分的预习和必要的准备工作。
2. 实验完毕需经教师检查仪器、工具和实验数据后才能离开实验中心。
3. 注意保护仪器，遇到问题应及时报告教师协助处理，不准私自处理。
4. 不准利用实验工具从事与实验无关内容，不准坐在仪器箱上。
5. 要遵守实验课堂纪律，不准打闹和喧哗、不准脱离小组。
6. 学生对仪器和实验设备应爱护和谨慎使用，对于不听从教师指导和违反操作规程以致损坏仪器、工具者应检查原因，按规定进行赔偿。

实验注意事项

测量实验是一项操作性实践项目，即着重练习仪器的操作使用和数据的获取。掌握实验理论和方法是进行测量实验的一个前提，但是实验性的实践环节无疑是一个更为重要的方面，通过实践，掌握各种操作和数据处理方法，提高动手能力。

为了能够顺利的完成实验，要求做好以下几个方面工作：

一、 实验前的准备工作

首先，应认真预习本实验指导，了解实验目的、内容及原理、方法和步骤，熟悉所使用的仪器的构造和操作流程。另外，实验小组成员应协调工作，并准备好必要的表格。

二、 正式实验

在进行正式实验前，要注意测量仪器是否正常、工具是否齐备，由指导教师检查后，方可进行实验。

在实验过程中，必须严肃认真、一丝不苟的进行工作，决不允许草率了事，私自拆动仪器和其它设备。实验完毕，应清理好设备。归还所借用的仪器和工具。

实验数据记录应由指导教师检查后方可作为实验结果及实验报告依据。

三、 实验报告的书写

实验报告是实验者最后交出的实验成果，是实验资料的总结，实验完毕实验者应根据预习和实验中的现象及数据记录等，及时、认真地写出实验报告。一般实验报告应包括以下内容：

1. 实验报告应当使用上海应用技术大学实验报告纸；
2. 实验名称、日期、地点、条件和实验人员等；
3. 实验目的、实验所用工具、仪器等；
4. 实验内容及方法步骤，扼要说明实验原理及如何进行实验；
5. 实验数据或结果 应用文字、表格、图形等形式将数据表示出来。根据实验要求对数据进行处理，得到实验结果；
6. 实验总结 结合有关理论对实验中的现象、产生的问题等进行分析 and 总结，以提高自己的分析问题、解决问题的能力，并提出应注意的事项，为以后的学习打下一定的基础。

目 录

实验一 水准仪的使用	5
实验二 经纬仪的使用	8

实验一 水准仪的使用

一、实验目的与要求

- 1、掌握水准仪的基本部件及其安置操作方法；
- 2、掌握水准尺读数及高差测量方法；
- 3、熟悉普通水准测量的基本方法及数据的记录计算。

二、实验仪器与设备

水准仪每组1台，水准尺1套，三脚架1个。

三、实验内容及步骤

实验内容：

1. 领取水准仪，打开仪器箱，安置仪器；了解水准仪的望远镜、水准器、脚螺旋等部件；水准尺读数方法。

2. 学习仪器安置方法；练习普通水准仪的操作，记录、计算方法，开展普通水准测量。

实验步骤：

1. 安置仪器

打开三角架，使架头大致水平，高度适中将脚架稳定（踩紧）。然后用连接螺旋将水准仪固定在三角架上。

2. 粗略整平练习

如图1（a）所示的圆气泡处于a处而不居中。为使其居中，先按图中箭头的方向转动1、2两个脚螺旋，使气泡移动到b处，如图1（b）；再用左手按图1（b）中箭头所指的方向转动第三个螺旋，使气泡再从b处移动到圆水准器的中心位置。一般需反复操作2~3次即可整平仪器。操作熟悉练后，三个螺旋可自由转动，使气泡更快地进入圆圈中心。

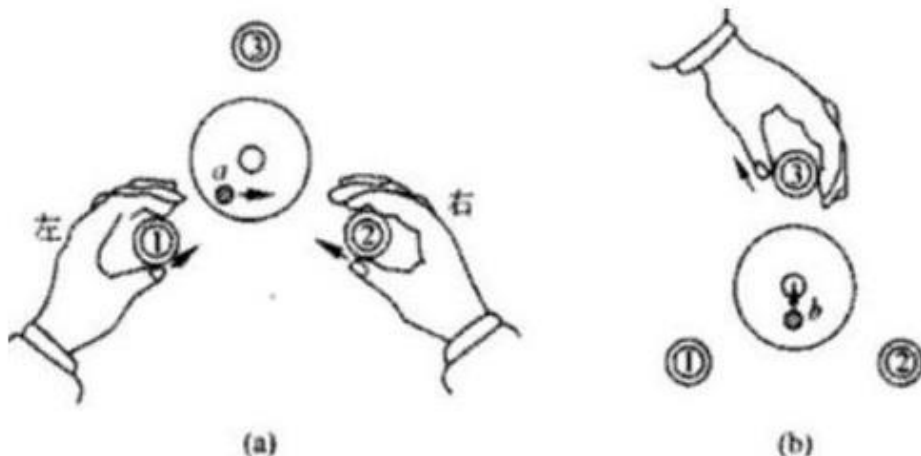


图1 粗略整平方法

2. 调焦与瞄准

(1) 调节目镜，使十字丝清晰。

(2) 用准星和照门来粗略照准目标，旋紧水平制动螺旋，转动水平微动螺旋来精确照准目标，旋转物镜调焦螺旋，使物像清晰。

(3) 转动微倾螺旋使水准管气泡居中（精平）。

4. 读数练习

准确照准目标并分别调节目镜和物镜调焦螺旋，使十字丝和物像都清晰后。此时物像已投影到十字丝平面上，视差已完全消除。转动微动螺旋，使十字丝的竖丝对准尺面，转动微倾螺旋精平，用十字丝的中丝读出米数、分米数和厘米数，并估读到毫米，记下四位读数。

5. 高差测量练习及普通水准测量

(1) 在仪器前后距离大致相等处各立一根水准尺，分别读出中丝所截取的尺面读数，记录并计算两点间的高差。

(2) 不移动水准尺，改变水准仪的高度，再测两点间的高差，两点间的高差之差不应大于5mm。

(3) 从指定水准点出发按普通水准测量的要求施测一条闭合（或附和）水准路线，每人轮流观测1-2站，然后计算高差闭合差及容许值。若高差闭合差在允许范围之内，则对闭合差进行调整，最后算出各测站改正后高差。若闭合差超限，则应返工重测。

技术要求

(1) 视线长度不超过100m，前、后视距应大致相等。

(2) 限差要求

$$f_{h容} = \pm 12\sqrt{n} \quad (\text{mm}) \quad (n \text{ 为测站数})$$
$$f_{h容} = \pm 40\sqrt{L} \quad (\text{mm}) \quad (L \text{ 为路线长度，以公里为单位})$$

四、注意事项

(1) 读取中丝读数前，应消除视差，符合水准气泡必须严格符合。

(2) 微动螺旋和微倾螺旋应保持在中间运行，不要旋到极限。

(3) 观测者的身体各部位不行接触脚架。

(4) 已知点与待定点上不能用尺垫，中途转点根据需要选择是否使用尺垫。仪器迁站时，前视尺垫不能移动。

(5) 水准尺必须扶直，不得前后左右倾斜。

(6) 前、后视距大致相等。注意消除视差。

五、上交材料

每人上交一份附有合格的测量结果（数据）的实验报告；

六、附表

附表1 水准测量观测记录表

日期:		天气:		观测仪器:		观测值:		记录者:	
测站	点号	水准尺读数/mm		高差/m		高程/m	备注		
		后视	前视	+	-				
计算检核	Σ								
	$\Sigma a - \Sigma b =$			$\Sigma h =$		$h_{理} =$			

附表2 水准测量成果计算表

水准路线测量成果计算表						
点号	距离 L/m 或 测站数 n	观测高差 hi/m	高差改正数 vhi/mm	改正后高差 hi/m	高程 H/m	备注
Σ						
$f_h = \Sigma h_{测} - \Sigma h_{理}$			$f_h 容 =$			
$v_{1km} = -f_h / L =$			$\Sigma v_{hi} =$			

实验二 经纬仪的使用

一、实验目的与要求

- 1、了解经纬仪的基本部件及其安置操作方法；
- 2、练习经纬仪的读数方法、角度的观测方法以及数据的记录计算。

二、实验仪器与设备

经纬仪每组一台，测钎（或对中杆）两根，三脚架一个。

三、实验内容及步骤

实验内容：

1. 领取经纬仪，熟悉经纬仪的结构和构造，学习经纬仪的安置操作方法；练习经纬仪对中、整平操作，练习经纬仪读数方法。
2. 练习经纬仪安置操作步骤，角度观测（测回法）的基本操作，练习角度观测数据的记录、计算。

实验步骤：

- 1、各小组任选两个目标观测点A、B以及测站点O，在测站点O架设仪器，完成仪器的安置、对中、整平操作；

(a) 对中可采用垂球对中和光学对点器对中两种方法，目的是使仪器中心对准地面点O。垂球对中易与操作，但容易受外界条件影响，精度偏低。光学对点器对中和是普遍采用的方法，另有激光对点器对中法，一般适用于电子经纬仪或者全站仪。

(b) 整平仪器。可参考圆水准仪和管水准仪分别进行粗略整平和精确整平，目的是使仪器处于水平状态。

(c) 对中和整平是相互影响的，对中之后进行整平时会影响之前的对中，此操作需要掌握一定的技巧，并需反复进行对中整平几个来回，使对中和整平的偏差逐渐缩小，最终完成对中和整平。

- 2、水平角观测：

(a) 如果经纬仪的度盘变换器为复测式，则首先盘左，转动经纬仪照准部，使水平度盘读数略微大于零，此时将复测扳手扳下；转动经纬仪照准部瞄准目标A，将复测扳手扳向上，读取此时的水平度盘读数 a_1 ，记入手簿。如果经纬仪的度盘变换器为拨盘式，则首先盘左，瞄准目标点A，然后拨动度盘变换器，使水平度盘读数略大于零，记为 a_1 ，记入手簿。

(b) 顺时针方向转动经纬仪照准部，瞄准目标B，读取水平度盘读数 b_1 ，记入手簿。则

盘左测得的水平角 $\angle AOB$ 为： $\beta_{左} = b_1 - a_1$

(c) 倒转望远镜至盘右位置，先瞄准目标B，读取水平度盘读数 b_2 ，记入手簿；逆时针转动照准部瞄准目标A，读取水平度盘读数 a_2 ，记入手簿。则盘右测得的水平角 $\angle AOB$ 为：

$$\beta_{右} = b_2 - a_2$$

(d) 若上、下两半测回角值之差不大于 $40''$ ，取其平均值为所测的水平角成果，即： $\beta = (\beta_{左} + \beta_{右}) / 2$

(e) 观测下一测回。根据预期观测的测回数，遵照公式： $a = 180^\circ / n$ (n 为测回数) 计算起始方向的度盘读数 (如要测2个测回，则 $n = 2$ ，则起始方向度盘读数应为 90°)，把起始方向的经纬仪水平度盘读数调至读数 a 附近，再重复2—5步观测，记录相应的观测数据。

(f) 完成各测回的观测及计算任务后，应计算各测回间水平角值的互差，不能超过 $24''$

3、竖直角观测：(选做)

(a) 各小组任选两个目标观测点A、B以及测站点O，在测站点O架设仪器，完成仪器的安置、对中、整平操作；

(b) 观察一下竖盘注记形式，写出竖直角的计算公式。方法：盘左将望远镜大致放平，读取竖盘读数，然后将望远镜慢慢上仰，观察读数变化情况。若读数减小，则计算竖直角的公式等于视线水平时的读数减去瞄准目标时的读数；若读数增大，则计算竖直角的公式等于瞄准目标时的读数减去视线水平时的读数。

(c) 盘左，用十字丝中丝切于目标A顶端，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使竖盘指标水准管气泡居中，读取竖盘读数 L ，记入手簿并计算竖直角 a_L ： $a_L = 90^\circ - L$ (盘左上仰时读数减小)

(d) 倒转望远镜至盘右位置，同法观测目标A，读取盘右读数 R ，记入手簿并计算竖直角 a_R ： $a_R = R - 270^\circ$ (盘左上仰时读数减小)

(e) 计算竖盘指标差： $X = (a_R - a_L) / 2$ 或 $X = (L + R - 360^\circ) / 2$

(f) 计算竖直角平均值： $a = (a_R + a_L) / 2$ 或 $a = (R - L - 180^\circ) / 2$

四、注意事项

(1) 读取度盘读数前，应消除视差。

(2) 对中和整平相互影响，应掌握一定的技巧，并需要反复进行对中整平几个来回才能将仪器安置好。

(3) 水平角观测瞄准目标时应用竖丝瞄准目标，并尽量观测对中杆或测钎底部，竖直角观测时应用横丝切准目标。

(4) 一测回观测开始前应配置度盘，同一测回内不能调整度盘。

(5) 一测回观测数据必须完整并符合限差要求。

五、上交材料

每人上交一份附有合格的测量结果（数据）的实验报告；

六、附表

附表1 水平角观测记录表

日期:		天气:		观测仪器:		观测值:		记录者:	
测站	测回	盘位	目标	水平度盘读数	半测回角值	一测回角值	两测回平均值	备注	
				(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")		
	1	左							
	右								
2	左								
	右								

附表2 竖直角观测记录表

日期:		天气:		观测仪器:		观测值:		记录者:	
测站	目标	盘位	竖直角盘读数	半测回角值	一测回角值	竖盘指标差	备注		
			(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")				
		左							
		右							