

高等职业教育建筑类专业学校教材

土木工程测量实习手册

主编 王根虎



黄河水利出版社

土木工程测量实习手册

主编 王根虎

黄河水利出版社

内容提要

《土木工程测量实习手册》是《土木工程测量》课程配套教材，分测量课堂实习指导与测量教学实习指导两部分。本书主要讲述各种测量仪器的基本操作及使用技能，高差、距离、角度的测量方法以及测设的具体实习过程。本书包括实习目的与要求，实习内容、方法与步骤，实习注意事项，实习所用仪器、工具、记录表格、上交资料，实习报告等项目。

本书可供从事各种土建工程测量的教师、学生及工程技术人员参考使用。

编 者

2005 年 1 月

目 录

第一篇 测量课堂实习指导

测量实习须知	1
实习一 水准仪的认识及使用	3
实习二 水准路线测量	5
实习三 微倾式水准仪的检验与校正	7
实习四 经纬仪的认识及使用	10
实习五 竖直角观测及竖盘指标差的检验与校正	12
实习六 经纬仪的检验与校正	14
实习七 钢尺量距和磁方位角测量	17
实习八 钢尺精密量距	19
实习九 大比例尺地形图测绘	21
实习十 已知点位的测设	23

第二篇 测量教学实习指导

测量教学实习须知	25
测量教学实习报告书	28

第一篇 测量课堂实习指导

测量实习须知

一、准备工作

(1) 实习前应认真阅读实习指导书，明确实习内容及要求，了解实习方法及注意事项，复习教材中的相关章节，弄清基本概念及操作要领，保证按时完成实习任务。

(2) 按指导书要求，各班分若干小组，每组设正、副组长各 1 人，负责实习全过程中仪器、工具的领借、保管、归还，并负责本组实习工作组织、人员分工，做到人人心中有数，既各负其责，又紧密配合，保证实习任务的完成。

二、仪器及工具的领借

(1) 每小组在实习前，按实习指导书要求，向测量仪器室领借所需仪器、工具。

(2) 领借仪器时，每组组长带 1~2 人凭学生证到指定地点领取，在领借登记表上填明班级、组别、日期、姓名、仪器、工具后，将学生证交仪器管理人员，并当场清点检查仪器，如有缺损情况，应立即通知仪器管理人员，及时解决并分清责任。

(3) 实习期间各组仪器、工具应妥善保管，未经许可不得任意转借、调换。如遇损坏遗失，应立即向指导老师报告，视情节轻重，给予处理并按有关规定赔偿损失。

(4) 实习完毕后，各组组长清点所有仪器、工具，如数归还测量仪器室，由仪器管理人员检查清点后，发还学生证。

三、仪器、工具使用注意事项

(1) 按操作规程进行各种仪器的操作，并爱护仪器、工具。

(2) 打开仪器箱时应注意以下几点。①开箱时应将仪器箱平放在地面上，不要托在手里或抱在怀里开箱，以防仪器摔坏。②开箱后，要记好仪器在箱内的安放位置，以免用后装箱时安放不当而损坏仪器。

(3) 从箱内取仪器时应注意以下几点。①仪器从箱内取出后，应先松开各制动螺旋，避免因强行扭转仪器而造成损伤。②取出仪器时应一手握住基座，另一手握住支架，缓慢拿起。不要用一只手提仪器，更不可用手提望远镜。③取出仪器后，应立即盖好箱盖，不准在仪器箱上坐或蹬。

(4) 仪器在使用过程中应做到以下几点。①安置脚架时应拧紧架腿固定螺旋，防止因架腿收缩而摔坏仪器；架腿张开适当角度，铁脚扎稳。②安置好仪器后，人不可离开仪器，严禁仪器无人看管。③撑伞遮阳、避雨，严禁仪器日晒雨淋。④仪器的目镜、物

镜要保持清洁，不可用手触摸，若有沾污，须请指导教师用专用工具清理，决不允许用手帕或粗硬纸擦镜头，以免划伤。⑤在仪器使用中出现的故障，应立即向指导教师汇报，不得自行处理。

(5) 仪器迁站时应注意以下几点。①对于通行不便地区或远距离搬站时，仪器须装箱搬迁，切勿抱行。②短距离迁站时，收拢脚架，一手握仪器于胸前，一手握脚架夹于臂下，保持仪器向上方倾斜。③每次搬站前，应检查仪器、工具，防止丢失。

(6) 仪器装箱时应注意以下几点。①仪器装箱时应先松开各制动螺旋，待安放稳妥后，再拧紧；将微动螺旋、脚螺旋旋回到适中位置。②清点箱内附件，如有缺少立即寻找，然后将仪器箱关上、扣紧、锁好。

(7) 其他仪器、工具的使用和维护。①钢尺尺身须防扭、防压、防潮湿，用后擦油卷好。②水准尺、标杆等，防弯防压，并由专人管理，不准靠墙或电杆上。③平板仪的测图板，须保护板面，不得乱写乱画及磕碰、损伤。

四、测量记录要求

(1) 记录应用 4H 铅笔直接记入表格中，字迹要端正，字体大小以占表格一半为宜。记录数字要全，不得省略零位。

(2) 记录须保持其原始性和真实性，不得用纸片记录后再转抄。如有写错，不准涂改，不准揩擦，可用单线将错误的数字划去，然后在上部半格中写上正确数字。

(3) 观测者读出数字后，记录者应将所记数字复诵一遍，以防听错、记错。

(4) 按四舍六入，五前单进、双不进的取位规则进行取数。

五、组织纪律要求

(1) 每位学生必须自始至终参加各项实习，不得无故缺勤。

(2) 服从领导，听从指挥，发扬团结友爱、互助协作的精神和勤奋学习、不怕苦、不怕累、实事求是、认真负责的工作作风。

(3) 按时完成各阶段工作，不得拖延，以免影响下阶段工作进度。

实习一 水准仪的认识及使用

一、目的与要求

- (1) 了解水准仪的一般构造。
- (2) 学会水准仪的安置、瞄准和读数。
- (3) 测量地面两点间高差。

二、仪器、工具及组织

1. 场地布置

在室内或室外较开阔场地选 A 、 B 两点。

2. 仪器、工具

每组配备水准仪 1 套，水准尺 1 根，尺垫 1 个，记录板 1 个，伞 1 把。

3. 人员组织

3~5 人一组，轮换操作。实习完成后，每人上交实习报告 1 份。

三、方法与步骤

1. 水准仪的安置

在 A 、 B 两点中间架设三脚架，高度适中，架头大致水平，踏实脚架，用连接螺旋将仪器固定在三脚架上。

2. 认识仪器

了解水准仪各部件名称、作用及使用方法；熟悉水准尺分划、注记。

3. 概略整平

任选一对脚螺旋，在其连线的方向上调整这两个脚螺旋，使圆水准器气泡居于连线方向的中间，再转动另一脚螺旋，使气泡居于圆水准器的中央。操作规律为：左手大拇指的运动方向与气泡移动方向一致，两手转动脚螺旋时，做对向转动。

4. 瞄准

先调节目镜调焦螺旋，使十字丝清晰。转动仪器，用准星和照门瞄准水准尺，拧紧制动螺旋。转动物镜调焦螺旋，看清水准尺，调整水平微动螺旋，使水准尺成像在十字丝交点处。注意消除视差。

5. 精确整平与读数

瞄准后视水准尺，调整微倾螺旋，直到使水准管气泡两端半气泡影像完全吻合为止，立即用中丝在水准尺上读取四位读数；同法读取前视水准尺读数。注意空位填零。

6. 记录与计算

观测者读取读数时，记录员复诵记入表中相应栏内。测完后视尺、前视尺读数即可计算出两点间高差。

四、注意事项

- (1) 读数前务必将水准管的符合水准气泡严格吻合，读后检查；若不吻合，应重新调平，重新读数。
- (2) 转动各螺旋要稳、轻、慢，用力要轻巧、均匀。
- (3) 读数时要消除视差。

实习报告一 水准仪的认识及使用

日期_____ 班级_____ 组别_____ 姓名_____ 学号_____

水准测量手簿							
测站	测点	后视读数 a (m)	前视读数 b (m)	高差 $h(m)$		高程 H (m)	备注
				+	-		
计算 检核							
实习场地布置示意图							
实习 总结							

实习二 水准路线测量

一、目的与要求

- (1)掌握普通水准测量的观测、记录、计算和检核的方法。
- (2)熟悉闭合(或附和)水准路线的施测方法,闭合差的调整及待定点高程的计算。

二、仪器、工具及组织

1. 场地布置

以已知高程点 A 为起点,选一条闭合(或附和到另一已知点 C)水准路线,以 4~6 个测站为宜,中间设一待定点 B 。

2. 仪器、工具

每组配备水准仪 1 套,水准尺 1 根,尺垫 1 个,记录板 1 个,伞 1 把。

3. 人员组织

3~5 人一组,轮换操作。实习完成后,每人上交实习报告 1 份。

三、方法与步骤

(1)在 A 、 B 两点之间选 2~4 个转点,安置仪器于 A 点与转点 1 中间,前、后视距大致相等(可用步量)。

(2)在 A 点上立水准尺,读取后视读数;再前视转点 1 读数,然后记入表格并计算高差。

(3)如上方法测量各测站,经过 B 点返回 A 点(或 C 点)。

(4)计算高差闭合差是否超限。

山地: $f_{h允} = \pm 12\sqrt{n}$ (mm) (n 为测站数)

平地: $f_{h允} = \pm 40\sqrt{L}$ (mm) (L 为路线长度,以 km 为单位)

(5)若高差闭合差值在容许范围内,则进行调整,计算待定点的高程;否则,须重测。

四、注意事项

(1)已知点与待定点上不能用尺垫,土路上的转点必须用尺垫。仪器迁站时,前视尺垫不能移动。

(2)前、后视距大致相等。注意消除视差。

实习报告二 水准线路测量

日期_____ 班级_____ 组别_____ 姓名_____ 学号_____

水准测量手簿						
测站	测点	实测高差 (m)	高差改正数 (m)	改正后高差 (m)	高程 (m)	备注
辅助计算			实习场地布置示意图			
(1) 高差闭合差 $f_h =$						
(2) 允许闭合差 $f_{h\text{允}} = \pm 12\sqrt{n} \text{ (mm)}$						
(3) 各段高差改正数:						
(4) 各段改正后高差:						
(5) 待定点高程:						
(6) 水准点高程:						
实 习 总 结						

实习三 微倾式水准仪的检验与校正

一、目的与要求

- (1)了解水准仪各主要轴线间应满足的几何条件。
- (2)基本掌握水准仪的检验与校正。

二、仪器、工具及组织

1. 场地布置

在长约 80 m 较开阔场地选 A 、 B 两点。

2. 仪器、工具

每组配备微倾式水准仪 1 套，水准尺 2 根，尺垫 2 个，小改锥 1 把，校正针 1 个，记录板 1 个，伞 1 把。

3. 人员组织

3~5 人一组，轮换操作。实习完成后，每人上交实习报告 1 份。

三、方法与步骤

(一)圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验

调平圆水准器气泡，旋转仪器望远镜 180° ，若气泡仍然居中，说明圆水准器轴平行于仪器竖轴；否则，需校正。

2. 校正

用校正针转动圆水准器下的三个校正螺丝，使气泡向中心移回一半的偏离量。此时圆水准器轴已与仪器竖轴平行了，再转动脚螺旋调平圆水准器气泡，两轴就竖直了。重复以上步骤，直到望远镜旋转到任何方向上，圆水准器气泡始终在中心为止。

(二)十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正

1. 检验

整平仪器后，用十字丝横丝一端瞄准与仪器同高的一点状目标，制动仪器后转动水平微动螺旋。若该点未偏离横丝，则说明十字丝横丝垂直于仪器竖轴；否则，需校正。

2. 校正

旋下十字丝分划板护罩，用小改锥松开十字丝分划板座的固定螺丝，轻轻转动十字丝分划板，使横丝水平。重复以上步骤，直到满足要求为止。最后，将固定螺丝拧紧，拧上分划板护罩。

(三)水准管轴应平行于视准轴的检验与校正

1. 检验

在长约 80 m 较开阔场地 A 、 B 两点(钉木桩或尺垫)上立水准尺，安置仪器于距 A 、 B 两点等距离处，用双仪高法(或双面尺法)测出 A 、 B 两点高差，两次高差之差值范围为

± 5 mm 时取平均值为正确高差 h_{AB} 。再将仪器安置于距 A 点 2~3 m 处，读取后视水准尺读数 a_2 ，由此可计算出正确的前视读数

$$b_2=a_2-h_{AB}$$

转动仪器，读取 B 尺前视读数 b_2' 。若 $b_2'=b_2$ ，说明水准管轴平行于视准轴，否则可计算出 i 角值

$$i=(b_2'-b_2)\times\rho''/D_{AB}$$

式中， D_{AB} 为 A、B 间间距； $\rho''=206265''$ 。

当 i 角值范围为 ± 20'' 时，满足条件。否则，需校正。

2. 校正

转动微倾螺旋，使十字丝横丝对准正确的前视读数 b_2 ，水准管气泡偏离中心。用校正针略松水准管左右两个校正螺丝，然后再拨动上下两个校正螺丝，使水准管气泡重新居中。重复以上检验校正，直到 i 角值范围为 ± 20'' 为止，再拧紧水准管左右两个校正螺丝。

四、注意事项

- (1) 水准仪检验与校正的过程要按顺序进行，不可颠倒。
- (2) 各校正螺丝比较精细，校正时一定要手轻、力匀，以免造成无法挽回的损失。
- (3) 对于指导教师要求只检验不校正的项目，严禁学生自行校正，以免损伤仪器。

实习报告三 微倾式水准仪的检验与校正

日期_____班级_____组别_____姓名_____学号_____

一、圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验与校正

检验次数	气泡偏离量(mm)	是否需校正	校正后情况

二、十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正

检验次数	偏差是否明显	是否需校正	校正后情况

三、水准管轴应平行于视准轴的检验与校正

仪器在 A、B 两点中间求正确高差 h_{AB}					
水准尺读数			高差(m)	平均高差(m)	
第一次	a		$h_1=$	$h_{AB}=(h_1+h_2)/2$	
	b				
第二次	a		$h_2=$		
	b				
仪器在 A 点附近求 i 角值					
次数	A 点读数 a_2 (m)	正确前视读数 b_2 (m)	前视读数 b'_2 (m)	i 角值 (″)	是否需校正
1					
2					
3					
平均					
校正后 情况					
实习场地布置示意图					
仪器在 A、B 两点中间			仪器在 A 点附近		
实 习 总 结					

实习四 经纬仪的认识及使用

一、目的与要求

- (1)了解经纬仪的一般构造。
- (2)掌握经纬仪的对中、整平、瞄准和读数方法。
- (3)测回法测量一水平角。

二、仪器、工具及组织

1. 场地布置

在室内或室外通视良好场地选 A 、 B 、 C 三点。

2. 仪器、工具

每小组配备经纬仪 1 套，测钎 2 根，记录板 1 个，伞 1 把。

3. 人员组织

3~5 人一组，轮换操作。实习完成后，每人上交实习报告 1 份。

三、方法与步骤

(一)认识仪器

将仪器固连在三脚架上，由指导教师讲解，学生亲自动手熟悉经纬仪各部件名称、作用及使用方法。

(二)经纬仪的对中、整平

1. 垂球对中、整平

打开脚架，调整好高度，拧紧架腿固定螺丝，挂上垂球，安置在地面标志点上，使架头大致水平，移动脚架使垂球尖与地面标志点大致对准，踩实三脚架。然后用中心螺旋连接经纬仪，最后移动基座使垂球尖与地面标志点严格对准并拧紧中心螺旋。转动脚螺旋使照准部水准管气泡居中，方法如图 3-9 所示。垂球对中误差范围为 $\pm 3\text{ mm}$ 。

2. 光学对中、整平

安置仪器，大致对中，转动光学对中器目镜调焦螺旋，使对中器分划板清晰，推拉对中器镜管，使地面标志点清晰。移动脚架使分划中心与地面标志点接近，转动脚螺旋使其重合，再伸缩三脚架架腿，使圆水准器气泡居中。转动脚螺旋使照准部水准管气泡居中，检查地面标志点是否在分划板中心，偏离量不大时，在架头上移动基座对中。对中、整平反复交替进行，光学对中误差范围为 $\pm 1\text{ mm}$ 。

(三)瞄准、置数

进行望远镜目镜、物镜调焦，利用照准部水平、竖直、制微动螺旋，即可精确瞄准目标底部。利用复测扳手或度盘变换手轮，在每测回起始方向盘左位置置水平度盘为所需读数。

(四)水平角观测(测回法)

安置仪器于 *B* 点，对中、整平后盘左瞄准目标 *A*，水平度盘置数并读取度盘读数，记录员复诵记入表中相应栏内。顺时针转动照准部，瞄准目标 *C*，读数记录；然后变盘右，再瞄准目标 *C*，读数记录，逆时针转动照准部瞄准目标 *A*，读数记录。以上为一测回观测。

四、注意事项

- (1)在记录前，首先要弄清记录表格的填写次序和方法。记录时要复诵。
- (2)每一测回的观测中间，如发现水准管气泡偏离，也不能重新整平。本测回观测完毕，下测回开始前再重新整平仪器。
- (3)瞄准目标时，要瞄准明显部位，尽量瞄准目标底部。

实习报告四 经纬仪的认识及使用

日期_____ 班级_____ 组别_____ 姓名_____ 学号_____

测回法记录手簿						
测站	盘位	目标	水平度盘读数 (° ' ")	半测回角值 (° ' ")	一测回角值 (° ' ")	各测回平均值 (° ' ")
B 第一测回						
B 第二测回						
实习场地布置示意图						
实习总结						

实习五 竖直角观测及竖盘指标差的检验与校正

一、目的与要求

- (1)掌握竖直角观测方法、记录及计算。
- (2)熟悉竖盘指标差的检验与校正。

二、仪器、工具及组织

1. 场地位置

在场地周围选择至少 3 个高处目标，其竖直角大于 $+25^\circ$ 或小于 -25° 。

2. 仪器、工具

每组配备经纬仪 1 套，记录板 1 个，校正针 1 根，伞 1 把。

3. 人员组织

3~5 人一组，轮换操作。实习完成后，每人上交实习报告 1 份。

三、方法与步骤

1. 竖直角观测

(1)在实习场地上安置经纬仪，进行对中、整平，每人选一目标。上下转动望远镜观察竖盘读数变化规律，写出竖直角及指标差的计算公式。

(2)盘左瞄准目标，用十字丝横丝切于目标顶部，转动指标水准管微动螺旋，使指标水准管气泡居中，读取竖盘读数 L ，计算竖直角 α_L ，记入表内。

(3)盘右，同法观测读取竖盘读数 R ，计算竖直角 α_R ，记入表内。

(4)计算一测回竖直角角值及指标差值。其公式为

$$\text{竖直角: } \alpha = (\alpha_L + \alpha_R) / 2$$

$$\text{指标差: } x = (\alpha_L - \alpha_R) / 2$$

2. 竖盘指标差的检验与校正

(1)检验。瞄准一大致水平的目标，盘左、盘右进行观测，计算指标差 x ，若 x 不在 $\pm 2'$ 范围内时，则需校正。

(2)校正。仪器位置不动，仍以盘右瞄准原目标，计算盘右正确的竖盘读数为 $R' = R - x$ 。转动指标水准管微动螺旋，使竖盘读数为 R' ，此时气泡偏离一端，用校正针拨动指标水准管校正螺丝，先松一个后紧一个，使指标水准管气泡居中。如此反复进行，直到满足要求为止。

四、注意事项

- (1)每次读数之前应使指标水准管气泡居中。
- (2)计算竖直角及指标差时，应注意正、负号。

实习报告五 竖直角观测及竖盘指标差的检验与校正

日期 班级 组别 姓名 学号

竖直角观测手簿							
测站	目标	盘位	竖盘读数 (° ' ")	半测回角值 (° ' ")	指标差 (° ' ")	一测回角值 (° ' ")	竖盘注记形式
		左					
		右					
		左					
		右					
竖盘指标差的检验与校正							
仪器安置点			目标	盘位	竖盘读数 (° ' ")	竖直角 (° ' ")	
				左			
				右			
检 验			计算 $x=(\alpha_L-\alpha_R)/2$				
			是否需校正				
校正方法							
实习场地布置示意图							
实 习 总 结							