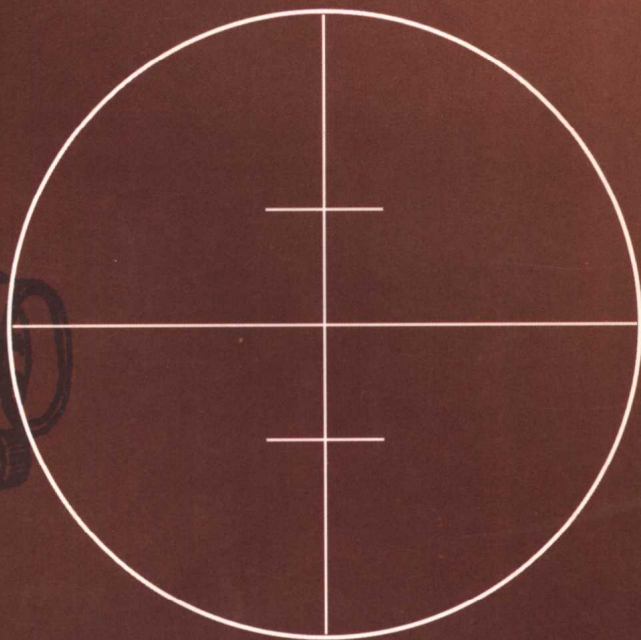
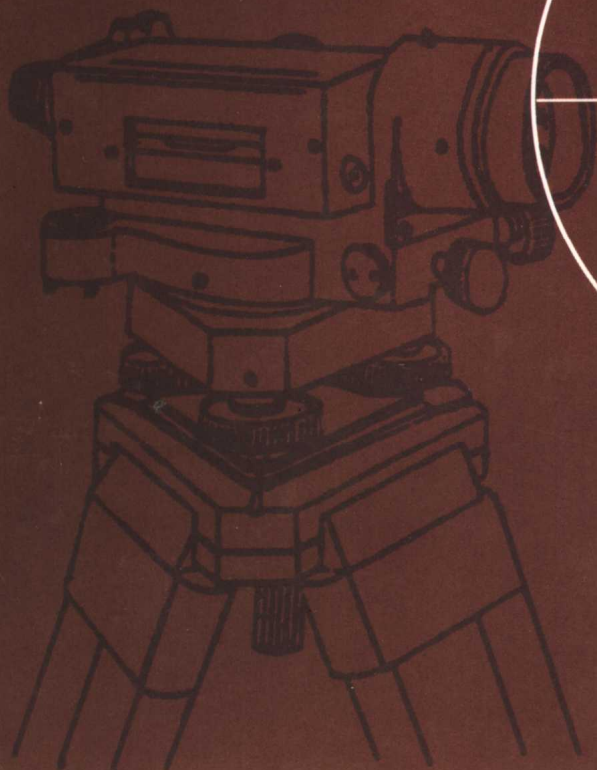


王化光 编

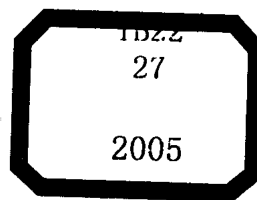
工程测量

实验报告及指导书

Gongcheng Celiang
Shiyan Baogao
Ji Zhidaoshu



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



工程测量 实验报告及指导书

王化光 编

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

工程测量实验报告及指导书 / 王化光编. —成都: 西南交通大学出版社, 2005. 9
ISBN 7-81104-165-0

I. 工... II. 王... III. 工程测量—高等学校—实验报告 IV. TB22-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 108718 号

工程测量实验报告及指导书

王化光 编

*

责任编辑 张 波

责任校对 韩松云

封面设计 肖 勤

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 6.875

字数: 164 千字 印张: 1—3 000

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-165-0/TB · 044

定价: 12.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有, 盗版必究, 举报电话: 028-87600562

前 言

本书为工程测量课程的教学辅助材料，供学生进行测量实验时使用。

本书按课程教学顺序编排，分为水准测量、角度测量、距离测量、导线测量、地形测量、铁路曲线测量、建筑施工测量等 7 部分，共 17 个实验。每个实验分为实验预习、实验指导、实验记录等 3 部分。附录是水准测量、角度测量、距离测量、导线测量、地形测量等的相关技术要求，供测量实验时参考。附录十四为道路测设综合算例，供采用极坐标测设道路曲线时参考。

本书根据工程测量教学大纲的基本要求，在土木工程专业工程测量实验报告的基础上，增添了有关新仪器、新技术的实验内容，总结了工程测量实验的教学经验，由西南交通大学峨眉校区工程测量与地质教研室审查并提出补充意见后，经多次修改编写而成。

由于编者水平所限，缺点和疏漏在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 9 月

目 录

测量实验的一般要求	1
第一部分 水准测量	6
水准测量预习	6
实验一 水准仪的认识	7
实验二 普通水准测量	10
实验三 水准仪的检验和校正	23
实验四 四等水准测量	26
第二部分 角度测量	31
角度测量预习	31
实验五 经纬仪的认识	34
实验六 测回法观测水平角	35
实验七 方向法观测水平角	40
实验八 竖直角观测	45
实验九 经纬仪的检验和校正	48
第三部分 距离测量	52
距离测量预习	52
实验十 全站仪的认识	55
第四部分 导线测量	58
导线测量预习	58
实验十一 闭合导线测量	59
第五部分 地形测量	66
地形测量预习	66
实验十二 经纬仪视距法测绘地形图 —— 一个测站上的碎部测量工作	67
实验十三 等高线绘制	69
第六部分 铁路曲线测量	70
实验十四 铁路曲线测设 (一) —— 曲线主要控制点的测设	70
实验十五 铁路曲线测设 (二) —— 偏角法测设缓和曲线和圆曲线	74

实验十六 铁路曲线测设(三)——极坐标法测设曲线	77
第七部分 建筑施工测量	80
实验十七 房屋基础放样	80
附录一 测量工作中常用的计量单位	84
附录二 测量计算中的有效数字	85
附录三 水准仪系列主要技术参数	86
附录四 水准测量的主要技术要求	86
附录五 水准观测的主要技术要求	86
附录六 光学经纬仪系列主要技术参数	87
附录七 用 DJ ₂ 型仪器方向法观测度盘编制表	87
附录八 水平角方向观测法的主要技术要求	87
附录九 普通钢尺测距的主要技术要求	88
附录十 光电测距的主要技术要求	88
附录十一 导线测量的主要技术要求	88
附录十二 一般地区解析图根点的个数	89
附录十三 地形点间距和视距长度	89
附录十四 道路测设综合算例	89
参考文献	95

测量实验的一般要求

一、上课须知

测量实验课是工程测量课程教学的重要环节，通过测量实验，学生不仅能加深对课程内容的理解，巩固在课堂上所学的知识，而且是理论联系实际、熟悉测量仪器的结构和使用方法，培养学生测量基本操作技能的有效途径。应引起学生的高度重视。

1. 准备工作

(1) 课前应阅读测量实验指导书中的相应内容，明确实验的目的、内容、步骤、要求及注意事项，使实验能顺利进行。

(2) 根据实验内容阅读教材中的有关章节，弄清基本概念和原理，以保证按时完成实验任务。

(3) 按测量实验指导书中的实验要求，在上课前准备好必备的工具，如铅笔、小刀、计算器等。

2. 要 求

(1) 实验课无论在室外或室内进行，都必须遵守课堂纪律，聆听指导教师的讲解。

(2) 测量实验在指导教师统一安排的地点进行，认真完成所布置的任务，不得擅自变更实验地点和实验内容。

(3) 实验时要仔细操作，培养独立工作的能力和严谨的科学态度，同时也要发扬团结协作精神。

(4) 实验中要爱护仪器工具，仪器出现故障要及时向指导教师报告，不可随意自行处理。

(5) 实验中要重视记录，严格按测量记录计算及成果处理的规定执行。

(6) 实验中应该爱护周围的建筑设施、树木花草等。

(7) 实验结束前应将测量结果交指导教师审阅，合乎要求方可结束实验。

二、测量仪器及工具借用办法

(1) 每次实验所需仪器及工具均在实验指导书中载明，学生应以小组为单位于上课前凭学生证向工程测量实验室借领。

(2) 借领时，各组按编号顺序依次由1~2人进入室内，在指定地点清点、检查仪器和工具，然后在登记表上填写班级、组号及日期。借领人签名后将登记表及学生证交管理人员。

(3) 实验过程中，各组应妥善保管仪器、工具。不得任意转借、调换。若有损坏或遗失，视情节照章处理。

(4) 实验完毕后，应将所借用的仪器、工具上的泥土清除再交还实验室，由管理人员检查验收后归还学生证。

三、测量仪器、工具的使用和维护

1. 领取仪器时必须检查的内容

- (1) 仪器箱盖是否关妥、锁好。
- (2) 仪器箱的背带、提手是否牢固。
- (3) 脚架与仪器是否配套，脚架各部分是否完好，脚架伸缩腿连接螺旋是否滑丝。要防止因脚架架设不牢而摔坏仪器，或因脚架不稳而影响测量作业。

2. 打开仪器箱时的注意事项

- (1) 仪器箱应平放在地面或其他可靠的平台上才能开箱，开箱时应该箱盖在上。不要托在手上或抱在怀里开箱，以免将仪器摔坏。
- (2) 开箱后取出仪器前，要看清仪器安放的位置和方向，以免用毕装箱时因安放位置不正确而损伤仪器。

3. 自箱内取出仪器时的注意事项

- (1) 不论何种仪器，在取出前一定要先放松制动螺旋，以免取出仪器时因强行扭转而损坏制动、微动装置，甚至损坏轴系。
- (2) 自箱内取出仪器时，应一手握住照准部支架，另一手托住基座部分，要轻拿轻放，决不能用一只手抓取仪器。
- (3) 自箱内取出仪器后，要随即将仪器箱盖好，以免沙土、杂草等物落入箱内，也防止干燥剂失效和搬动仪器时丢失附件。
- (4) 取仪器过程中，要避免触摸仪器的目镜、物镜，以免玷污，影响成像质量。

4. 架设仪器时的注意事项

- (1) 仪器应尽量避免架设在交通要道上，安放三脚架时，应使架腿的摆放位置错开观测方向，防止观测时观测者骑于架腿之上。
- (2) 架腿的长度及分开的角度要适中，踩紧架腿使脚架稳定并拧紧架腿固定螺旋。
- (3) 若在斜坡上架设仪器，应使两条架腿在坡下（可稍放长），一条架腿在坡上（可稍缩短）；在光滑地面上架设仪器，应采取安全措施，防止脚架滑移而摔坏仪器。
- (4) 仪器放到架头上后，应一手握住仪器，另一手立即旋紧中心连接螺旋，防止仪器从脚架上滑落。
- (5) 架设好仪器后，必须再次检查架腿固定螺旋及中心连接螺旋是否确已拧紧。

5. 仪器使用过程中的注意事项

- (1) 测量仪器要防潮、防尘、防震，在降雨、大风及沙尘天气下不得使用，在强烈阳光下观测时必须为仪器撑伞遮阳，防止日晒和雨淋（包括仪器箱）。
- (2) 任何时候仪器旁必须有人守护，禁止无关人员拨弄仪器，严防行人、车辆碰撞仪器。
- (3) 操作仪器时，要用力适当，动作要准确、轻捷。制动螺旋不宜拧得过紧，微动螺旋和脚螺旋宜用中段的螺纹。

(4) 转动仪器时, 应先松开制动螺旋, 然后平稳转动; 使用微动螺旋时, 应先旋紧制动螺旋。

(5) 如镜头上有灰尘应用仪器箱中的软毛刷拂去。严禁用手指、手帕、纸张等擦拭仪器的目镜、物镜等光学部分, 以防擦伤镜面。

(6) 如遇目镜、物镜外表面蒙上水汽而影响观测(在冬季较常见), 应稍等一会儿或用纸片扇风使水汽散发。

(7) 若发现仪器转动失灵, 或有异样声响, 应立即停止工作, 并报告指导教师。

6. 仪器迁站时的注意事项

(1) 远距离迁站或道路行走不便时, 必须将仪器装箱后再迁站。仪器装箱搬运时, 应检查仪器箱是否锁好, 背带是否安全。

(2) 在短距离迁站且地势平坦时, 可将仪器连同三脚架一起搬迁。首先检查中心连接螺旋是否旋紧, 松开各制动螺旋, 收拢三脚架腿, 经纬仪还应将望远镜物镜向下竖置, 然后一手托住仪器支架或基座, 一手抱住三脚架, 稳步行走。严禁将仪器横扛在肩上搬迁。

(3) 不管距离远近, 全站仪都应装箱搬迁。

(4) 迁站时, 要清点所有仪器和工具, 防止丢失。

7. 仪器装箱时的注意事项

(1) 仪器使用完毕, 应及时盖上物镜盖, 吹拂仪器表面的灰尘, 清除三脚架、仪器箱上的泥土。

(2) 松开各制动螺旋, 将脚螺旋调至螺纹中段, 然后一手握住仪器支架或基座, 另一手将中心连接螺旋松开, 双手将仪器从脚架上取下放入仪器箱内。

(3) 仪器装入箱内要试盖一下, 若箱盖不能合上, 说明仪器未正确放置, 应检查仪器及附件放置位置是否正确, 严禁强压箱盖, 以免损坏仪器。在确认安放正确后再将各制动螺旋略微旋紧, 防止仪器在箱内自由转动而损坏某些部件。

(4) 如仪器沾有水雾, 应将仪器在通风干燥处晾干后再装入仪器箱内。

(5) 清点箱内附件是否齐全, 若无缺失则将箱盖盖上、扣好、上锁。

8. 测量工具使用注意事项

(1) 钢尺量距时, 最后 2~3 圈不要拉出, 用力不可过猛, 以免将连接部分拉断。

(2) 防止钢尺扭曲、打结, 禁止行人踩踏或车辆碾压钢尺以免折断。

(3) 携尺前进时, 不得沿地面拖拽, 以免将尺面刻划磨损。

(4) 钢尺使用完毕, 必须擦净、涂防锈油, 然后卷入盒内。

(5) 皮尺避免沾水, 若受水浸, 应晾干后再卷入盒内, 收卷皮尺时切忌扭转卷入。

(6) 水准尺和标杆禁止横向受力, 不得乱扔乱放及用来扛抬物品, 不得斜靠在墙上、树上或电线杆上, 以防倒下摔断。

(7) 水准尺放置在地上时, 尺面不得接触地面。不允许在地面上拖拽或投掷标杆。

(8) 垂球应保持形状对称、尖部锐利, 不得在坚硬的地面上乱碰乱划。

(9) 小件工具如垂球、测钎、尺垫、小卷尺等, 应用完即收, 防止遗失。

四、测量记录、计算及成果处理规定

1. 测量资料的记录要求

测量记录是测量成果的原始数据，十分重要。实验时就应养成良好的职业习惯。为保证原始数据的完整、可靠，记录的要求如下：

(1) 测量实验记录必须直接填写在规定的表格上，不得转抄，更不得用零散纸张记录，再进行转抄。

(2) 所有记录与计算均用绘图铅笔(2H 或 3H)记录。字体应端正清晰，字高只应稍大于格子的一半，一旦记录中出现错误，便可在留出的空隙处对错误数字进行更正。

(3) 凡记录表格上规定应填写的项目不得空白。

(4) 所有记录禁止擦拭、涂改与挖补。更正某整个部分时可以将该部分用斜线划去，不得使原记录模糊不清。修改局部错误时，则用横线将局部数字划去，把正确数字写在原数字上方。

(5) 所有记录的修改及观测结果之舍弃，必须在备注栏内注明原因(如测错、记错或超限等)。

(6) 禁止连环更改，即已修改了平均数，则不准再改计算得此平均数的任何一个原始读数，改正任一原始读数，则不准改其平均数。假如 2 个数据均错误，则应重测重记。

(7) 原始观测的尾部读数不准更改，应将该部分观测结果废去重测。废去重测的范围如下：

测量种类	不准更改的部位	应重测范围
水平角	分及秒的读数	一测回
竖直角	分及秒的读数	一测回
量 距	厘米及毫米的读数	一尺段
水 准	厘米及毫米的读数	一测站

(8) 记录的数字应写齐规定的个数。规定如下：

测量种类	数字的单位	记录字数
水 准	mm	4 个
角度的分	'	2 个
角度的秒	"	2 个

如水准测量中读数 325 mm 应记 0325，角度测量中 $4^{\circ}3'6''$ 应记 $4^{\circ}03'06''$ ，其中的“0”均不能省略。

2. 外业记录及计算部分取位如下：

(1) 水准测量

视距 / m	视距总和 / km	中丝读数 / mm	高差中数 / mm	高差总和 / mm
0.1	0.01	1.0	0.1	1.0

(2) 角度测量

读数 / "	一测回中数 / "
1.0	1.0

(3) 距离测量

读数 / mm	一测回中数 / mm
1.0	1.0

3. 测量成果的整理、计算及计算作业要求

(1) 测量成果的整理与计算, 应用规定的计算表格进行。

(2) 内业计算用钢笔书写, 如计算数字有错误, 可用横线将错字划去另写。

(3) 数据计算时, 应根据所取的位数, 按“4 舍 6 入, 5 前单进双不进”的规则进行处理。
如 1.234 4, 1.233 6, 1.234 5, 1.233 5 等数, 若取 3 位小数, 则均记为 1.234。

(4) 计算作业的取位如下:

水准测量

改正数 / mm	最后高差 / mm	点的高程 / m
1.0	1.0	0.001

导线测量

角度 / "	坐标方位角 / "	距离 / m	坐标增量 / m	坐标 / m
1.0	1.0	0.001	0.001	0.001

小三角测量

角度 / "	坐标方位角 / "	坐标增量 / m	坐标 / m
1.0	1.0	0.001	0.001

三角高程测量

角度 / "	距离 / m	高差 / m	高程 / m
0.1	0.001	0.001	0.001

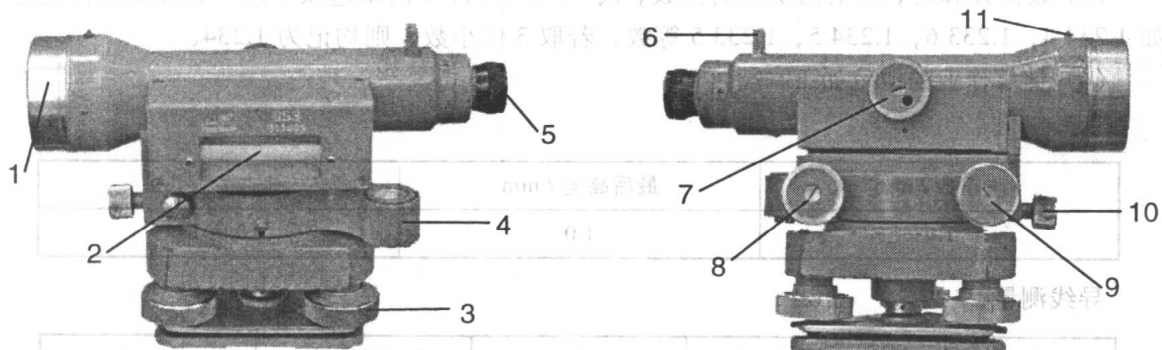
(5) 上交计算成果应是原始计算表格, 所有计算均不许另行抄录。

(6) 教师批阅后要求改正或重做的部分, 应按时完成并交指导教师重新批阅。

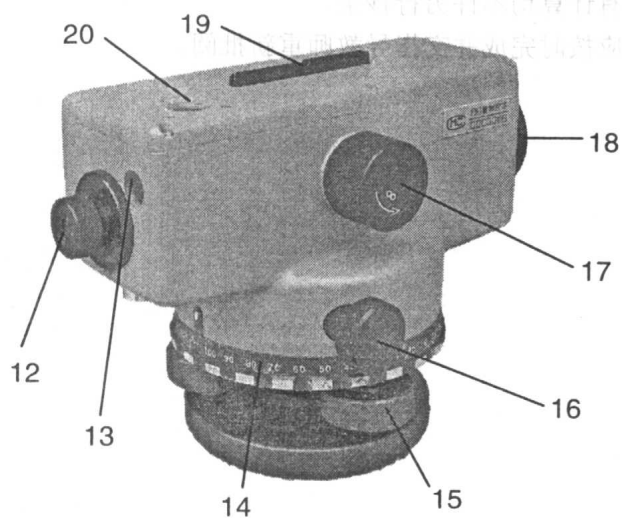
第一部分 水准测量

水准测量预习

一、水准仪主要操作部件的认识



序 号	部 件 名 称	作 用
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		



序 号	部 件 名 称
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

二、水准仪的认识

1. 微倾式水准仪由_____、_____和_____3个主要部分组成。
2. 视准轴是指望远镜_____与_____的连线；水准管轴是指_____；圆水准器轴是指_____。
3. 粗略整平可依据_____法则利用_____螺旋使_____气泡居中；而读数前还必须用_____螺旋使_____气泡符合，从而使视线精确水平。
4. 视差是指_____，视差产生的原因是_____，消除视差的步骤是转动_____使_____清晰，再转动_____使_____清晰。

三、普通水准测量

1. 进行水准测量时应尽量保持_____距离与_____距离大致相等，这样做的好处是_____。
2. 读数时，水准尺必须_____，消除_____并且_____气泡符合。
3. 当待测量点离已知水准点较远或高差较大时，需在其间设置转点，转点通常用_____固定，转点的作用是_____，但在水准测量的起始点及_____上不能放置_____。
4. 在同一测站上读取后视读数后再调转望远镜读数前，若圆水准器气泡不再居中，此时必须调节_____螺旋使_____气泡符合，而不能调节_____螺旋使_____气泡居中。
5. 在计算检核中，如果_____等于_____，则说明高差计算正确；如果_____等于_____，则说明高程计算正确。
6. 水准测量读数必须_____位数齐全，高差有_____符号，高差的_____号也不能省略。

四、水准仪的检验与校正

1. 圆水准器是用于_____的。利用其气泡居中，使_____处于铅垂位置，从而使_____大致水平。因此，必须满足_____与_____互相_____的条件。
2. 十字丝横丝是用于_____的。为使横丝不同部位得到的尺读数均相同，必须满足_____与_____互相_____的条件。
3. 水准管是用于_____的。水准管气泡居中，表示_____水平。此时，若_____与_____平行，则_____也水平，因此，这两条轴线的平行，是水准仪能够给出一条_____的关键，该项校正后的残余误差，可用_____的方法消除或减少。

实验一 水准仪的认识

一、实验目的

1. 了解 DS₃ 级水准仪的基本构造及各部件的功能。
2. 初步掌握水准仪的操作要领，能正确读取水准尺读数。

二、实验内容

1. 认识 DS₃ 级水准仪各个部分、各个螺旋的名称、作用。
2. 练习水准仪的安置和整平方法。
3. 练习望远镜的使用和通过望远镜在水准尺上读数的方法。
4. 练习计算两点高差的方法。

三、实验组织

1. 仪器工具：DS₃ 级水准仪 1 台，记录板 1 块，共用水准标尺 5 根。
2. 人员组织：2~3 人 1 组，1 人持尺，1 人观测，1 人记录，轮流操作。
3. 每人自备：实验报告，铅笔，小刀，计算器。
4. 场地布置：在指定范围安置水准仪，应保证能在每根水准尺上读数。

四、实验步骤和要求

1. 仪器安置在指定范围内，面向预先安置好的 5 根水准尺。
2. 熟悉水准仪的构造，各部分的名称、作用 and 操作方法。
3. 练习用圆水准器安平仪器，用望远镜照准标尺，用微倾螺旋使气泡符合；依次读取 A, B, C, D, E 等 5 根水准尺所对应测点的读数，并计算相邻点间的高差 h_{AB} , h_{BC} , h_{CD} , h_{DE} 。
4. 每人轮流做 1 遍，开始工作时要改变仪器高度。
5. 填写观测记录并计算高差，每人交 1 份。

五、注意事项

1. 三脚架要安置稳妥，高度适中，架头大致水平，三脚架伸缩腿的固定螺旋要旋紧。
2. 用双手取出仪器，握住仪器坚实部分，用中心连接螺栓将仪器固定在三脚架上，确认连接牢固方可放手，仪器箱要随即关好。
3. 掌握正确的操作方法，特别是用圆水准器安平仪器和使用望远镜的方法。
4. 要先认清水准尺的分划和注记，然后练习在望远镜内读数。
5. 要爱护仪器，重视测量记录。

六、思考题

1. 为什么气泡移动方向与左手大拇指移动方向一致？
2. 使用一对脚螺旋时，为什么要相对旋转？
3. 使用望远镜时，为什么一定要先调节目镜、再调节物镜调焦螺旋？
4. 如何使用微动螺旋？什么情况下微动螺旋会不起作用？
5. 为什么照准标尺的方向改变后，要重新用微倾螺旋使水准管气泡符合？

水准仪认识记录计算表

日期_____ 天气_____ 班组_____

仪器_____ 观测者_____ 记录者_____

仪器高度	测点	水准尺读数/mm	高差/m
高度 I	A		
	B		
	C		
	D		
	E		
高度 II	A		
	B		
	C		
	D		
	E		
高度 III	A		
	B		
	C		
	D		
	E		

实验二 普通水准测量

一、实验目的

1. 进一步熟悉水准仪的使用方法。
2. 掌握普通水准测量的观测、记录和计算方法。

二、实验内容

1. 本实验可分两次进行：
第一次选一平坦地段测量（闭合水准路线）；
第二次选一斜坡地段用往返测，测量两点的高差（或为附合水准路线）。
2. 做详细观测记录，并计算高差闭合差、容许高差闭合差及待测点高程。

三、实验组织

1. 仪器工具：DS₃级水准仪 1 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个，记录板 1 块。
2. 人员组织：3~4 人 1 组，1~2 人持尺，1 人观测，1 人记录，轮流操作。
3. 每人自备：实验报告，铅笔，小刀，计算器。
4. 场地布置：从指定水准点开始，布置 8~10 站的水准路线，测点编号为 1, 2, 3, …。其中 1 点为已知点；3, 5, 7, …为待测点，应是固定点；2, 4, 6, …转点，在地上放尺垫固定即可。

四、实验步骤和要求

1. 在 1, 2 点上立尺（应在 2 点放置尺垫，再将水准尺立于尺垫之上），在两尺大致等距处安置水准仪；
2. 先在 1 点上读取后视读数，再在 2 点上读取前视读数，将测站序号、前后点号及水准尺读数记入手簿中相应栏内；
3. 将 1 点上的水准尺移至 3 点（不需放置尺垫），2 点上水准尺尺面转向前方，将水准仪移至 2, 3 点之间，分别在 2, 3 点水准尺上读取后视与前视读数并记录。
4. 将 2 点水准尺移至 4 点，将水准仪移至 3, 4 点之间，读数并记录，……直到测至起点或另一已知水准点。
5. 完成 1 个闭合环或 1 个单程后交换工作，继续观测。
6. 容许闭合差按 $\pm 30\sqrt{L}$ (mm) 计算， L 为水准路线长度值（以 km 计）。
7. 填写观测记录，计算高差闭合差和待测点高程，每人交 1 份。

五、注意事项

1. 注意水准测量作业的步骤，严防水准仪和水准尺同时移走。
2. 注意观测记录的填写格式，记录要书写整齐清楚，随测随记，不得重新誊写。
3. 要选择好测站和转点的位置，尽量避开行人、车辆的干扰，保持前后视距离相等，视线长不得超过 100 m，最小读数不得小于 0.2 m。

4. 水准尺要零点在下立直，用黑面读数。转点上放置尺垫时要踩实。
5. 读数时要注意使气泡符合，并消除视差，记录时要回读数据，防止读错、听错、记错。
6. 要保护好仪器，迁站时仪器应抱在胸前，所有仪器、工具要随人带走。

六、思考题

1. 什么是视差？为什么会产生视差？如何消除视差？
2. 为什么要使前后视距离相等？
3. 怎样检查计算有无错误？
4. 怎样检查测量有无错误？
5. 产生闭合差的原因有哪些？