



971056

TV22
1033

高等学校教材



水利工程测量实验指导与习题

陕西机械学院 王景海 编



TV22
1063

高等学校教材

水利工程测量实验指导与习题

陕西机械学院 王景海 编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本《实验指导与习题》是高等学校教材《水利工程测量》的配套用书。全书分实验和习题两大部分。其主要内容包括水准仪、经纬仪的认识和使用等基本实验,以及光电测距仪测距、摄影像对的立体观察等共计20个实验,并列有11个作业习题。另附测量教学实习纲要。教师可根据专业要求及仪器、场地条件灵活选用。书中还介绍了仪器借用办法、使用仪器注意事项和测量记录注意事项等。

本书主要供大学本科、专科水利水电类专业的测量课教学使用,也可供中等技术学校的水利水电类专业师生和初学测量者参考。

高 等 学 校 教 材

水利工程测量实验指导与习题

陕西机械学院 王景海 编

水利电力出版社出版

(北京三里河路8号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 3.75印张 76千字

1994年6月第一版 1994年6月北京第一次印刷

印数0001~7260册

ISBN7-120-01960-0/TV·720

定价 1.50 元

前 言

测量实验和习题作业是学生学习测量课程的重要环节,特别在培养学生独立工作、提高动手能力方面起着显著作用。实验必须与课堂讲授内容紧密结合,效果才会显著。本书系水利水电类专业用《水利工程测量》(第三版)教材的配套用书。

1990年6月,高等学校水利水电类专业教学委员会测量教学组在西安召开了扩大会议,与会代表们对《水利工程测量实验指导与习题》的编写大纲进行了讨论,考虑到各专业的不同要求,共选取了20个实验(包括基本实验与选作实验两部分),便于各学校根据专业要求及本校仪器、场地条件和传统作法,灵活选用。本书中所规定的某些限差和允许残留误差,实验指导教师可视仪器和学生的具体情况作适当变动。

本书由陕西机械学院水利水电学院王景海、马斌、袁煦周、赵中原参加编写,最后由王景海统一定稿。西北农业大学沈君河审稿。

本教材编写过程中,曾参阅河海大学、武汉水利电力学院等许多兄弟院校测量教研室(组)的有关资料,并得到张慕良、章书寿、白忠良、李奠国等同志指导与帮助,在此一并致衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中的不妥之处敬请读者批评指正。

编 者

1993年4月

目 录

实 验 部 分

前 言

测量实验须知	1
实验一 水准仪的认识与使用	3
实验二 水准测量	4
实验三 水准仪的检验和校正	6
实验四 经纬仪的认识和使用	8
实验五 测回法测水平角	9
实验六 全圆测回法测水平角	10
实验七 竖直角观测及竖盘检校	11
实验八 视距测量	12
实验九 经纬仪的检验与校正(水平部分)	13
实验十 距离丈量	15
实验十一 罗盘仪测定直线的方向	16
实验十二 光电测距仪测距	17
实验十三 导线测量	18
实验十四 四等水准测量	20
实验十五 一个测站的碎部测量——经纬仪测绘法	22
实验十六 航摄像片对的立体观察	23
实验十七 求积仪量测面积	24
实验十八 圆曲线的测设	26
实验十九 施工放样基本工作——点的平面位置和高程测设	28
实验二十 渠道纵横断面测量	30
附录 测量教学实习纲要	32

习 题 部 分

作业一 回答问题	39
作业二 水准测量计算	40
作业三 全圆测回法手簿计算	41
作业四 距离丈量及直线定向	42
作业五 测量误差知识作业	43
作业六 导线坐标计算	45
作业七 三角锁坐标计算	46

作业八	四等水准测量手簿计算.....	48
作业九	视距测量计算.....	49
作业十	勾绘等高线.....	50
作业十一	圆曲线测设计算.....	51

实 验 部 分

测量实验须知

一、实验课的目的和要求

实验课的目的一方面是为了巩固和验证课堂上所学的理论知识,另一方面是进一步了解所学测量仪器的构造和性能,掌握仪器的使用方法,使理论和实际结合起来。每次实验前需仔细阅读测量实验指导书并参考教材进行预习,在弄清楚实验、记录、计算及注意事项等内容要求的基础上动手实验,并认真完成规定的作业和实验习题。实验结束后必须及时上交实验报告。

二、仪器的借用办法

(1) 每次实验所需仪器均在指导书上写明,实验课前由各组组长向测量仪器室借用。

(2) 测量仪器室每次均根据任务,按组配备、填好仪器借用单,将仪器排列在仪器室的工作台上。

(3) 各组按照填好的仪器借用单清点仪器及附件等,由小组长在借用单上签名,将借用单交管理人员。

(4) 初次接触仪器、未经教师讲解,对仪器性能不了解时,不得擅自架设仪器进行操作,以免弄坏仪器。

(5) 实验完毕后,应立即将仪器交还仪器室,由管理人员暂时接收,由于交还仪器时间过于集中,来不及详细检查,待下次清点借他人使用前(最长不超过一周)方算前者借用手续完毕。

(6) 借出的仪器须妥善保管,如有损坏遗失,则按照学校的规章制度办理。

三、使用仪器注意事项

爱护国家财产是大家应有的职责,实验仪器是精密贵重仪器,如有遗失损坏,不仅国家财产受到损失而且对工作也造成极大的影响。每个人应养成爱护仪器的良好习惯。使用仪器时应注意下列事项。

(1) 领取仪器时应注意箱盖是否锁好,提带或背带是否牢固。

(2) 打开仪器箱盖前,应将箱子平放在地面或台上后再打开。打开箱盖后应注意观察仪器及各附件在箱中安放的位置,以使用后将各部件稳妥地放回原处。

(3) 放置仪器于三脚架上后,应立即旋紧连接螺丝,旋动连接螺丝时不宜过松,以防松脱,也不宜过紧以防损坏螺丝。

(4) 仪器取出箱后,必须立即将箱盖关好,以防尘土进入和零件丢失,箱子应放在仪器附近,不得将箱子当凳子坐。

(5) 不得用手指或粗布擦拭镜头,如有灰尘可用箱内毛刷或鹿皮擦拭,不许拆卸仪器,如有故障切勿强力扭动,应立即请指导教师处理。

(6) 转动仪器时, 必须先放松制动螺旋, 未松开时, 不可强行扭转。各处制动螺旋, 切勿拧得过紧。微动螺旋切不可旋到尽头。拨动校正螺丝时, 必须小心, 先松后紧, 松紧适度。

(7) 搬动仪器时须微松各制动螺旋, 万一被撞时可稍转动, 望远镜应直立向上, 三脚架与仪器的连接螺丝应旋紧, 仪器最好直立抱持、或夹三脚架于腋下, 左手托仪器向上倾斜, 绝对禁止横扛仪器于肩上, 长距离搬运时应将仪器装入箱内。

(8) 仪器用毕后按原来位置装入箱内, 箱盖若不能关闭时应打开查看原因, 不可强力按下。放入箱内的仪器各制动螺旋应适度旋紧, 以免晃动。

(9) 仪器必须有人看护, 烈日下必须张伞, 以免晒坏仪器或影响仪器测量精度。

(10) 必须爱护一切工具和仪器。如钢尺花杆等均不可抛掷, 使用钢尺时不可让自行车、三轮车等车辆越过, 拉紧钢尺时, 须先审视有无扭曲。移动钢尺时, 不得着地拖拉。钢尺使用完毕, 应擦拭干净。不得用水准尺、花杆抬东西。

(11) 实验后, 应清点各项用具, 以免丢失, 特别要注意清点零星物件。

四、测量记录注意事项

(1) 实验记录须填在规定的表格里, 随测随记, 不得另纸记录。记录者应“回报”读数, 以防听错记错。

(2) 所有记录与计算均需用较好的绘图铅笔记录, 字体应端正清晰, 字体大小应只占格子的一半, 以便留出空隙更改错误。

(3) 记录表格上规定应填写的项目不得空白。

(4) 记录禁止擦拭涂改与挖补, 如记错需要修改时, 应以横线或斜线划去, 不得使原字模糊不清, 正确的数字应写在原字上方。

(5) 已改过的数字又发现错误时, 不准再改, 应将该部分观测成果废除重测。

(6) 观测的数据应表现出观测的精度和真实性, 如水准尺读至毫米, 则应记1.320m, 勿记1.32m, 反之, 若仅读数至厘米, 应记1.32m, 不可记1.320m。

(7) 所有观测与计算的手簿均不准另行誊抄, 如经教师许可重抄时, 原稿必须附后。

(8) 要严格要求自己, 培养正确的作业习惯, 所有观测记录都应遵守规定要求, 否则将根据具体情况部分或全部予以作废, 另行重测。

实验一 水准仪的认识与使用

一、实验目的

了解水准仪的构造，初步掌握使用方法。

二、实验器具

水准仪、水准尺、尺垫、记录板。

三、实验内容

- (1) 熟悉DS₃型水准仪各部件名称及作用。
- (2) 学会利用圆水准器整平仪器。
- (3) 学会瞄准目标，消除视差及利用望远镜中的中丝在水准尺上读数。
- (4) 测定地面两点间的高差。

四、实验要求

每个同学都必须熟悉实验内容，首先完成前三项，然后再安置仪器两次做第四项。

水准仪认识观测记录表

(单位: m)

仪器号码:	天气:	观测者:			
日 期:	呈象:	记录者:			
安置仪器次数	测 点	后 视	前 视	高 差	高 程
第 一 次					100.000 (假定)
第 二 次					100.000 (假定)

五、解答问题

(1) 要使圆水准气泡居中应转动_____螺旋; 控制水准仪望远镜水平方向转动应用_____螺旋和_____螺旋; 要使望远镜所瞄准的尺子与十字丝都看得清晰应用_____螺旋和_____螺旋; 要使长水准气泡居中, 应用_____螺旋。

(2) 产生十字丝视差的原因是: _____。

消除视差的方法是: _____。

(3) 微倾水准仪读数前是否每次都要将长水准气泡居中? 为什么?

实验二 水准测量

一、实验目的

掌握普通水准测量方法，熟悉记录、计算和检核。

二、实验器具

水准仪、水准尺、尺垫、记录板。

三、实验内容

(1) 做闭合的水准路线测量（即由某一已知水准点开始，经过若干转点再回到原来的水准点）或附合水准路线测量（即由某一已知水准点开始，经过若干转点后到达另一已知水准点）。

(2) 观测精度符合要求后，根据观测结果进行水准路线高差闭合差的调整和高程计算（记录表及计算表见下页）。

四、实验要求

(1) 计算沿途各转点高差和各观测点高程（可假设起点高程为500.000m）。

(2) 视线长度不得超过100m。

(3) 前后视距应大致相等。

(4) 闭合差的容许值为：

$$\Delta h_{\text{容}} = \pm 10\sqrt{n} \text{ mm}$$

或

$$\Delta h_{\text{容}} = \pm 40\sqrt{L} \text{ mm}$$

式中 n ——测站数；

L ——水准路线长度，km。

五、解答问题

(1) 水准测量中转点起什么作用？

(2) 计算中 $\sum a - \sum b = \sum h$ 能否说明观测数据正确？

(3) 计算中 $\sum a - \sum b \neq \sum h \neq \text{末点高程} - \text{起点高程}$ ，说明观测数据有误或是计算数字有误？

(4) 水准仪安置在测站上，读完后视读数，转动望远镜瞄准前视尺时，发现圆水准气泡稍许偏离中心，应如何处理？

六、观测记录

水准测量记录表

测 自 点 站 面 点		天气: 气象:		班级组别: 观测者:			
仪器号码:		日期:		记录者:			
站 站	测 点	后视读数 (m)	前视读数 (m)	高 差 (m)		高 程 (m)	备 注
				+	-		
校核计算	$\Sigma a =$		$\Sigma b =$		末点高程 =		
	-) $\Sigma b =$				-) 起点高程 =		

$\Delta h =$

$\Delta h_{全} = \pm 10 \sqrt{n}$

水准路线高差的调整与高程计算表

点 号	距 离 (m)	测 站 数 (个)	测得高差 (m)	高差改正数 (mm)	改正后高差 (m)	高 程 (m)	备 注
Σ							

$\Delta h =$
 $\Delta h_{允} =$

实验三 水准仪的检验和校正

一、实验目的

了解水准仪主要轴线间的几何关系，掌握其检验校正的方法。

二、实验器具

水准仪、水准尺、尺垫、校正针、记录板、（需要小螺丝刀时可向指导教师借用）。

三、实验内容

- （1）圆水准器的检验校正。
- （2）望远镜十字丝的检验校正。
- （3）水准管轴平行视准轴的检验校正。

四、实验要求

（1）各项内容经检验如条件满足，可不进行校正，但必须当场弄清楚如果校正时应如何拨动校正螺丝。

（2）必须先行检验，发现不满足要求条件时，按所学原理进行校正，在未弄清楚校正螺丝应转动的方向时，不得盲目用校正针硬行拨动校正螺丝，以免损坏仪器。

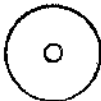
（3）拨动校正螺丝后，必须再行检验。

（4）水准管轴平行视准轴的允许残留误差：远尺实读值和远尺应读值之差不大于3mm。

五、水准仪检验校正记录

1. 圆水准器的检验校正

绘图说明检验情况

开始整平后圆水准气泡位置图	仪器转180°后圆水准盒气泡位置图	用校正针应拨回气泡位置图
		

2. 望远镜十字丝的检验校正

绘图说明检验情况

检验时望远镜视场图		校正后望远镜视场图	
点在横丝一端位置	点在横丝另一端位置	点在横丝一端位置	点在横丝另一端位置
			

3. 水准管轴平行视准轴的检验与校正

检验校正的数据记录表

观测者:		天气:		景象:	
记录者:		时间:		仪器型号:	
仪器置中点求出 真高差($h_{真}$)	$A(m)$				平均值($\bar{h}_{真}$)
	$B(m)$				
	高差(m)				
检 校 次 数		第 一 次	第 二 次	第 三 次	
检 验	仪器置 B 点附近	B (近尺点) 读值(m)			
		$h_{真} (m)$			
		$A_{理}$ (远尺应读值) (m)			
		$A_{实}$ (远尺实读值) (m)			
		$ A_{实} - A_{理} $ (mm)	☐ ≤ 3 (结束检校) ☐ > 3 (转入校正)	☐ ≤ 3 ☐ > 3	☐ ≤ 3 ☐ > 3
校 正	第 一 步	调微倾螺丝使远尺值为 $A_{理}$			
	第 二 步	用校正针拨水准管校正螺丝使气泡居中			
	第 三 步	务必在 B 点附近重新安置仪器进行再次检验			

六、解答题

(1) 水准仪的四条轴线是: _____。

它们之间的几何关系是: _____。

(2) 把水准仪置于两水准尺中间能消除哪些误差?

(3) 水准仪检验校正的最后一个步骤应落在检验上, 还是校正上?

实验四 经纬仪的认识和使用

一、实验目的

了解DJ₆型光学经纬仪的构造，并学会其使用方法。

二、实验器具

经纬仪、花杆、木桩、记录板。

三、实验内容

(1) 了解经纬仪各部分的构造及作用。

(2) 练习经纬仪的对中、整平、瞄准和读数。

四、实验要求

(1) 每人安置仪器(对中、整平)于测站上，瞄准左、右目标，读出水平度盘读数。然后重新安置仪器于同一测站上，重复上述瞄准、读数。算出每次角值，求出二次角值之差。

(2) 用盘左位置观测。

(3) 对中误差应小于3mm。

五、解答问题

(1) 经纬仪主要由_____部分组成。

(2) 控制望远镜在竖直面内转动用_____螺旋，控制照准部水平方向转动用_____螺旋，变换度盘的位置改变水平度盘读数要用_____。

六、观测记录

经纬仪认识和使用记录表

			仪器型号:	观测者:		
____年____月____日			天 气:	记录者:		
测 站	目 标	竖盘位置	水平度盘读数 ° ' "	角 值 ° ' "	二次角值之差 " "	备 注
		左				
		右				
		左				
		右				
		左				
		右				

实验五 测回法测水平角

一、实验目的

学会测回法测水平角的方法和记录计算。

二、实验器具

经纬仪、花杆、记录板、木桩。

三、实验内容

练习用测回法观测水平角。

四、实验要求

- (1) 每人至少测两个测回。
- (2) 对中误差小于3mm，长水准管气泡偏离不超过一格。
- (3) 第一测回对零，其它测回应改变 $180^\circ/n$ 。
- (4) 前、后半测回角值差不超过 $36''$ ，各测回角值差不超过 $24''$ 。

五、解答问题

(1) 用测回法测角，各测回起始读数递增 $180^\circ/n$ ，是为了消除_____误差。

(2) 水平角观测中，若右方目标读数小于左方目标读数时，应如何计算角值。

六、观测记录

测回法测水平角记录表

日期: 时间:		仪器型号: 天 气:		观测者: 记录者:			
测 站 (测回)	目 标	竖盘位置	水平度盘读数 ° ' "	半测回角值 ° ' "	一测回角值 ° ' "	各测回平均角值 ° ' "	备 注
O	A	左					
	B	左					
(1)	A	右					
	B	右					
O	A	左					
	B	左					
(2)	A	右					
	B	右					
O	A	左					
	B	左					
(1)	A	右					
	B	右					
O	A	左					
	B	左					
(2)	A	右					
	B	右					
O	A	左					
	B	左					
(1)	A	右					
	B	右					
O	A	左					
	B	左					
(2)	A	右					
	B	右					

实验六 全圆测回法测水平角

一、实验目的

掌握用全圆测回法观测水平角方法(包括记录、计算)。进一步熟练经纬仪的使用。

二、实验器具

DJ₆经纬仪、花杆、木桩、记录板。

三、实验内容

练习全圆测回法的测角方法。

四、实验要求

(1) 各组至少瞄四个方向目标, 每人至少观测一个测回, 换人可以不重新安置仪器, 但起始目标度盘, 要改变 180° 。

(2) 半测回归零差不大于 $24''$ 。

(3) 各测回同一归零方向的互差不大于 $24''$ 。

五、观测记录

全国测回法观测记录表

日期:

天气:

观测者:

开始时间:

记录者:

終了時間:

成象：

检查者:

略图

[illegible]

实验七 竖直角观测及竖盘检校

一、实验目的

了解竖直度盘的构造特点，学会竖直角观测和计算。求竖盘指标差及竖盘部分检校。

二、实验器具

经纬仪、校正针、记录板。

三、实验内容

(1) 用盘左、盘右观测一高处目标的竖直角。

(2) 求出指标差并进行校正。

四、实验要求

(1) 每人观测两个目标。

(2) 指标差小于 $24''$ 时可不作校正，但应弄明白如何进行校正，先动哪个螺旋，使读数对准多少，应拨动哪个校正螺丝。

五、解答问题

(1) 读竖盘度数时，是否每次都必须使竖盘指标水准管气泡居中？

(2) 盘左、盘右两次竖角的平均值是否能消除指标差？

六、观测记录

竖直角观测记录表

日期:		仪器型号:		观测者:		
时间:		天气:		记录者:		
测站	目标	竖盘位置	竖 直 角		$\alpha = \frac{\alpha_L + \alpha_R}{2}$	备 注
			竖盘读数	竖 直 角	$i = \frac{\alpha_L - \alpha_R}{2}$	
			° ' "	° ' "	° ' "	
		左				
		右				
		左				
		右				
		左				
		右				
		左				
		右				