



测量学实验实习指导

CELIANGXUE SHIYAN SHIXI ZHIDAO

主编 张鑫 王维新

西北农林科技大学出版社

测量学实验实习指导

张 鑫 王维新 主 编

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验实习指导/张鑫,王维新主编. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2008.8
ISBN 978-7-81092-416-0

I. 测… II. ①张… ②王… III. 测量学—实验—高等学校—教学参考资料
IV. P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121240 号

测量学实验实习指导

张鑫 王维新 主编

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路3号	邮 编: 712100
电 话	总编室: 029-87093105	发行部: 87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	杨凌三和印务有限公司	
版 次	2008年8月第1版	
印 次	2008年8月第1次	
开 本	787 mm × 1092 mm	1/16
印 张	4.5	
字 数	104千字	

ISBN 978-7-81092-416-0

定价: 9.20 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系

内容提要

本《测量学实验实习指导》是高等学校教材《测量学》的配套用书。全书分测量实验实习须知、测量实验指导和测量实习指导三大部分。其主要内容包括水准仪、经纬仪的认识和使用,以及全站仪与 GPS 应用等共计 16 个实验,并分别列有 16 个实验报告。书中以 1 周教学实习时间为例,介绍了实习要求、实习具体内容及方法等测量教学实习纲要。教师可根据专业要求及仪器、场地条件灵活选用。

本书主要供大学本科、专科农、林、牧及资源环境类专业的测量课教学使用,也可供中等技术学校的农、林、牧及资源环境类专业师生和初学测量者参考。

前 言

《测量学实验实习指导》是与测量学基本教材相配套的辅助教材。旨在帮助学生巩固课堂所学知识,培养学生分析问题和解决问题的能力,训练学生野外实际测量作业的基本技能,提高测量课程的教学质量。全书共分三个部分:第一部分是测量实验实习须知,强调仪器借领和使用注意事项及测绘资料的记录计算规则;第二部分是测量实验指导,共有课堂实验十六个;第三部分是测量实习指导,主要包括大比例尺地形图测绘,地形图识读和数字测图。全书偏重于实验实习要求、方法与步骤的介绍,具有很强的实用性和可操作性。

参加本书编写的人员和分工如下:第一部分由张鑫编写;第二部分的实验一、实验二、实验三、实验四由王维新编写;实验五、实验六、实验七、实验八由李雅素编写;实验九、实验十由李援农编写;实验十一、实验十二由张智韬编写;实验十三由耿宏锁编写;实验十四、实验十五、实验十六由杨江涛编写;第三部分由张鑫和王维新编写。全书由张鑫统一修改定稿,由沈君河教授主审。在本书的编写和统稿过程中,得到了李元科高级实验师的大力协助。在此,致以诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中可能存在不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

作 者

2008年5月于杨凌

目 录

第一部分 测量实验实习须知	(1)
一、测量实验实习的一般规定	(1)
二、测绘仪器借领规则	(1)
三、测量仪器使用规则	(2)
四、测绘资料记录计算规则	(2)
第二部分 测量实验指导	(4)
实验一 水准仪认识及使用	(4)
实验二 普通水准测量	(7)
实验三 水准仪检验与校正	(9)
实验四 经纬仪认识及使用	(11)
实验五 测回法观测水平角	(14)
实验六 方向法观测水平角	(17)
实验七 竖直角测量	(19)
实验八 视距测量	(21)
实验九 钢尺量距与罗盘仪定向	(23)
实验十 四等水准测量	(25)
实验十一 碎部测量	(28)
实验十二 用求积仪量测面积	(30)
实验十三 GPS 认识及使用	(32)
实验十四 全站仪认识与使用	(34)
实验十五 全站仪控制测量	(39)
实验十六 全站仪碎部测图	(41)
第三部分 测量实习指导	(44)
一、实习概述	(44)
二、大比例尺地形图测绘	(47)
三、地形图识读	(49)
四、数字测图	(50)

第一部分 测量实验实习须知

一、测量实验实习的一般规定

测量实验实习课的目的在于理论联系实际,有效地培养学生的实际操作技能。因此,学生必须注意以下几点:

1. 重视测量实验实习课程,课前应做好准备。阅读实验实习指导书中的内容,明确实验实习目的和要求,弄清实验实习步骤。
2. 外业实验、实习课以小组为单位进行,组长在教师的指导下,负责本组的实验实习工作,并负责借还、保管实验实习所用仪器工具。
3. 实验实习课无论在室内或室外均要遵守上课纪律,爱护树木、花草和作物,不得任意损坏。
4. 实验实习中应严格遵守《测量仪器使用规则》。如遇问题应及时向指导教师提出。
5. 实验实习中必须遵守《测绘资料记录计算规则》。
6. 借用的仪器要及时归还。实习成果或实验实习报告要按时上交,由任课教师和实验教师评定实验、实习成绩。

二、测绘仪器借领规则

对测量仪器工具的正确使用、精心爱护和科学保养,是测量人员必须具备的素质和应该掌握的技能,也是保证测量成果质量、提高测量工作效率和延长仪器工具使用寿命的必要条件。在仪器工具的借领与使用中,必须严格遵守下列规定。

1. 正常教学使用 正常教学是指任课教师课程表规定的教学时间和实习时间。在此时间内学生使用测绘仪器一律按教学要求来办理借用。由任课教师按教学计划或提前通知实验管理人员,以便于做好准备工作,并形成任课教师和实验管理人员相互监督制度。仪器借领由实习小组组长负责,在规定时间内完成实习、实验项目。交回仪器时必须通过管理人员验收。

2. 实验室开放时间使用 实验室开放时间是指在正常计划教学周内,测绘实验室每周开放两个下午,每次三小时,具体开放时间将在每学期开学的第一周公布。在开放时间内本校师生均可携带有效证件按实验室规定办理仪器借用手续。

3. 科研、工程项目使用 凡非正常教学和非实验室开放时间使用测绘仪器均属该种情况。原则上非本校测绘中心教师不予办理借用。

4. 各种测绘仪器的使用 借领人为直接负责人,若有损坏仪器设备的情况,按学校有关规定处理。

三、测量仪器使用规则

测量仪器都是精密、贵重仪器,使用不当将会造成损坏、精度降低、甚至报废等责任事故,直接影响教学秩序。因此特制定测量仪器使用规则如下:

1. 每次实验实习所需仪器、工具由小组长押有效证件办理借用手续。借到仪器时应检查仪器箱盖是否关好?背带提手是否牢固?脚架部分是否完好?如有问题立即向实验室老师提出。

2. 仪器箱应平放在地面上或其他平台上才能开箱取仪器,不要将仪器箱托在手上或抱在怀里开箱,以免将仪器损坏。取出仪器前,要看清仪器在箱中安放的位置,以便用完后正确装箱。

3. 从箱内取出仪器应轻拿轻放。在取出仪器和使用仪器的过程中,要注意不能触摸仪器的目镜、物镜,以免粘上污物影响成像质量。绝对不允许用手指或手帕等物去擦仪器的目镜、物镜等光学部件。

4. 仪器安置的高度和跨度要适宜。平地上三个架腿的长度应大体一致,并旋紧架腿固定螺旋,防止因螺旋没拧紧而使架腿自行收缩而摔坏仪器。一般仪器安置高度与肩同高。如在较光滑地面上安置仪器时,要采取安全措施,防止因脚架滑动而摔坏仪器。在松软土地上安置仪器时,三个架腿要踏紧,防止仪器自行沉降和倾倒,仪器放在架头上后,要立即旋紧仪器和脚架的中心螺旋。

5. 从箱内取出仪器后,要随即将仪器箱盖好,以免沙土杂草进入箱内,还要防止搬动仪器时丢失附件。仪器箱多为薄木板或薄塑料制成不能承重,因此不能蹬、坐仪器箱,也不能坐在标尺、脚架上。

6. 仪器使用过程中遇到下雨时应立即停止使用,绝不能让仪器雨淋。操作仪器时用力要均匀,操作要准确、轻捷。

7. 在任何时候,不得将仪器安置后人员离开,仪器必须有人守护。

8. 使用中,精密仪器的搬站或普通仪器长距离搬站时,仪器应装箱搬迁,搬迁中切勿跑行。普通仪器短距离搬站时,可先将脚架收拢,然后一手抱脚架、一手扶仪器,使仪器在近似于直立状态下搬迁。每次搬站都要清点所用仪器、附件和工具,防止丢失。

9. 在仪器使用过程中,仪器各种螺旋不要旋之过紧,如感不易旋动时,就不能硬转。

10. 照准部旋转和望远镜旋转时,须先放松制动螺丝。

11. 仪器用完装箱前,可用软毛刷轻拂仪器表面的灰尘,有物镜盖者要将其盖上。仪器箱内如有尘土、草叶时,应清理干净。装箱后要“试盖”,确认安放正确后,将仪器箱盖上扣紧锁好。

12. 仪器不用时应放在通风、干燥、安全的地方。

四、测绘资料记录计算规则

1. 外业手簿记录必须直接填写在规定的表格内,不得用草纸记录后再转抄。

2. 外业手簿的记录、计算均用绘图铅笔(2H或3H)记载。字体应端正、清晰,字体大小一般只占格子的三分之二,字脚靠近底线,字头上方留出空隙作错误更正。

3. 手簿上规定应填写的项目要如实填写。

4. 禁止擦、涂改或挖补已记录的数字,发现错误(或写错)应在错误处用斜线划去。修正局部错误时,将局部错误划去,将正确数字写在原数字上方,不得使原数字模糊不清。淘汰某一测站或某一测回的记录时,应用直尺画一斜线将其删去,手簿不能乱涂乱写,所有观测记录的修改或淘汰,必须在备注栏内注明原因。

5. 禁止连环更改数字,如已改了平均数,则计算平均数的所有原始读数都不能改变。假如两个读数都有错误,则应重测。

6. 原始观测值的尾部读数不准更改。如角度的秒值,距离的毫米值等。

7. 记录的数字应齐全,如水准测量中的 0.234 或 3.100;角度的 $3^{\circ}04'06''$ 或 $3^{\circ}20'00''$, 数字“0”不得省略。

8. 记录者应将所记数字回报给观测者,以防听错记错。

9. 各项数据的记录、计算要按统一规定取位。角度取至“秒”,距离取至“毫米”。

10. 每站观测结束后,必须在现场完成规定的计算和检核,确认无误后方可迁站。

11. 数据运算应根据所取位数,按“4 舍 6 入,5 前单进双舍”的规则进行凑整。例如对 1.4244m, 1.4236m, 1.4235m, 1.4245m 这几个数据,若取至毫米位,则均应记为 1.424m。

12. 测量成果的整理与计算应在固定的表格或专门的计算纸上进行。

13. 应该保持测量手簿的整洁,严禁在手簿上书写无关的内容,更不得丢失手簿。

第二部分 测量实验指导

测量实验是课堂教学期间某一章节内容讲授之后安排的室外实践性教学,是加深学生直观概念的必要途径。每项实验的课时数和小组人数可根据具体情况灵活安排,但应保证每人都能练习观测、记录等工作。使观测结果在限差之内这是实验要求,检查是否超限也是必不可少的实验步骤,然而考虑到实验目的只是练习方法,故每项实验的限差均列在注意事项中。

实验一 水准仪认识及使用

一、实验目的

1. 掌握 DS₃ 型水准仪的基本构造,认识其各个操作部件的名称和作用。
2. 练习水准仪的整平、瞄准;能准确的读出水准尺读数。
3. 初步掌握两点间高差测量的方法。

二、实验要求

1. 对着仪器认识其各个操作部件的名称和作用。
2. 对 DS₃ 型水准仪进行整平、瞄准水准尺、转动微倾螺旋使水准仪符合水准管气泡居中后读数。

三、仪器工具

DS₃ 型水准仪一台,水准尺一把。

四、实验内容

- 3 人为一实验小组,每人独立完成仪器的认识、整平、读数。

五、实验方法与步骤

1. 安置仪器:先将三脚架张开,使其高度适当,架头大致水平,并将脚架踩实;再开箱取出仪器,将其固定在三脚架上。
2. 认识仪器:指出仪器各部件的名称和位置,了解其作用并熟悉其使用方法。同时掌握水准尺的分划记注。
3. 粗略整平:双手食指和拇指各拧一对脚螺旋,同时对向(或反向)转动,使圆水准器

气泡向中间移动;再转动另一只脚螺旋,使气泡移至圆水准器居中位置。一次不能居中,应反复进行。练习并体会圆水准器气泡移动方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向一致的感觉。

4. 水准仪的操作:

瞄准——转动目镜调焦螺旋,使十字丝成像清晰;松开制动螺旋,转动仪器,用缺口和准星瞄准水准尺,旋紧制动螺旋;转动微动螺旋,使水准尺位于视场中央;转动物镜调焦螺旋,消除视差使目标清晰(体会视差现象,练习消除视差的方法)。

精平——转动微倾螺旋,使符合水准管气泡两端的半影像吻合(成圆弧状),即符合气泡严格居中。

读数——从望远镜中观察十字丝在水准尺上的分划位置,读取四位数字,即直读出米、分米、厘米的数值,估读毫米的数值。

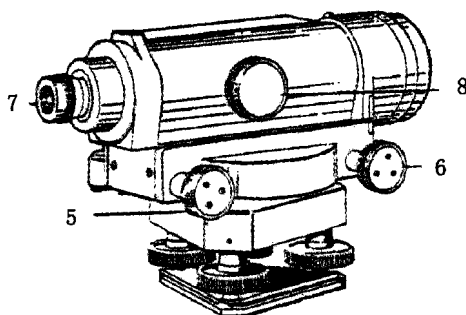
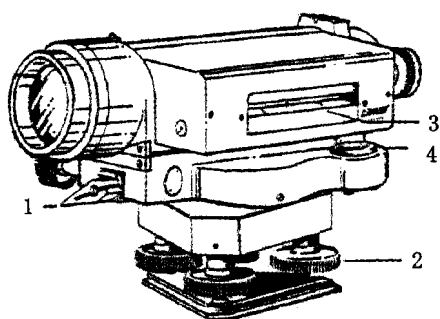
5. 观测练习:在仪器两侧各立一根水准尺,分别进行观测(瞄准、精平、读数)、记录并计算高差。

六、注意事项

1. 安置时应使脚架头大致水平,才能保证脚螺旋粗略整平圆水准器。
2. 脚架跨度不能太大,避免摔坏仪器。
3. 实验的同时必须认真填写实验数据及计算。

七、实验数据及其计算

(一)水准仪主要操作部件的认识



DS₃型水准仪

按照图中序号填写相关内容：

序号	操作部件名称	作 用
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

(二)水准测量观测记录

仪器编号_____ 观测组_____ 天气情况_____

测站	测点	后视读数	前视读数	高差		备注
				+	-	

观测_____ 记录者_____ 校核_____

(三)问题讨论

实验二 普通水准测量

一、实验目的

1. 掌握水准测量的施测方法、记录、计算。
2. 熟悉高差闭合差调整及高程计算的方法。

二、实验要求

1. 布设闭合水准路线。
2. 仪器与前、后尺距离应大致相等。
3. 根据观测结果,计算水准路线高差闭合差、高差闭合差改正数及待定点高程。
4. 高差闭合差允许值为:平地 $f_h = \pm 40 \sqrt{L} \text{mm}$, 山地 $f_h = \pm 12 \sqrt{n} \text{mm}$ 。

三、仪器工具

DS₃型水准仪一台,水准尺一对。

四、实验内容

3人为一实验小组,完成闭合水准路线测量。

五、实验方法与步骤

1. 选定一条闭合水准路线,其长度以安置4~6个测站为宜。确定起始点及水准路线的前进方向。

2. 在起始点和第一个待定点分别立水准尺,在距这两点大致等距离处安置仪器,分别观测得后视读数 a_1' 和前视读数 b_1' , 计算高差 h_1' ; 改变仪器高度(或换水准尺另一面),再读取后、前视读数 a_2'' 和 b_2'' , 计算高差 h_1'' 。检查互差是否超限。计算平均高差 h_1 。将仪器搬至第一、第二点中间设站观测,测出 h_2 。依次推进测出 h_3 、 h_4 ……。

3. 根据已知点高程及各测站的观测高差,计算水准路线的高差闭合差,并在限差内,对闭合差进行配赋,推算各待定点的高程。

六、注意事项

1. 仪器的安置位置应保持前、后视距大致相等。每次观测读数前,应使水准仪符合水准管气泡居中,并消除望远镜视差。

2. 立尺员要思想集中,立直水准尺。注意已知水准点和待定水准点不放尺垫。仪器未搬迁前,后视点尺垫不能移动;仪器搬迁时,前视点尺垫不能移动。迁站时应防止摔碰仪器或丢失工具。

3. 超限应重测。

4. 实验的同时必须认真填写实验数据及计算。

七、实验数据及其计算

(一) 水准测量观测记录

仪器编号 _____ 观测组 _____ 天气情况 _____

测站	测点	后视读数	前视读数	高差		备注
				+	-	

观测 _____ 记录者 _____ 校核 _____

(二) 水准测量的内业计算

点号	距离 (km) 或 测站数	实测高差 (m)	改正数 (mm)	改正后高差 (m)	高程 (m)	备注
Σ						
辅助 计算						

(三) 问题讨论

实验三 水准仪检验与校正

一、实验目的

1. 了解 DS₃型水准仪各轴线之间应满足的几何关系。
2. 掌握 DS₃型水准仪检验与校正的操作。

二、实验要求

1. 每位学生应按照检验与校正的步骤独立进行检验,校正时应在老师的指导下进行校正。
2. 仪器检验与校正的次序不能颠倒。

三、仪器工具

DS₃型水准仪一台,水准尺一对,拨针一根,小螺丝刀一把。

四、实验内容

- 3 人为一实验小组,完成水准仪的检验与校正。

五、方法与步骤

1. 圆水准器的检验与校正

(1) 检验:安置水准仪,通过调整脚螺旋,使圆水准器气泡居中,旋转 180°,若气泡偏离圆心,则须校正。

(2) 校正:用拨针拨圆水准器校正螺旋,使水准器气泡返回一半,用脚螺旋调整一半,反复进行几次,直至仪器转到不同位置,圆水准器气泡都在圆心为止。

2. 十字丝横丝与竖轴垂直的检验与校正

(1) 检验:用十字丝横丝一边照准一小点,旋转微动螺旋,若横丝明显的离开小点则须校正。

(2) 校正:取下护盖,用螺丝刀松开十字丝固定螺丝,微微旋转十字丝环直至符合要求为止,最后拧紧固定螺丝。

3. 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

(1) 检验:选定相距 80 ~ 100 米的 A、B 两点等距离处安置仪器测出 A、B 两点高差,然后改变仪器高度,再测出 A、B 两点高差;若差值不大于 5 毫米,则取平均值作为 A 的高差 h_{AB} 。

仪器搬至 A 点附近(距 A 点 2 ~ 3 米为宜),A 点水准尺读数为 a' ,B 点水准尺读数为 b' ,若 $b' \neq a' - h_{AB}$,且差值大于 5 毫米时,则需要校正。

(2) 校正:旋转微倾螺旋,用十字丝对准 B 点。水准尺上读数 $b'_{算}$ ($b'_{算} = a' - h_{AB}$),此

时水准管气泡偏离,用拨针拨动水准管一端的校正螺旋,使气泡居中,反复进行。

六、注意事项

1. 选定水准仪检验与校正的场地应平坦。
2. 拨动水准管一端的校正螺旋时,应先松后紧,松紧适当,校正好后再拧紧该螺旋。

七、实验数据及其计算

(一)水准仪的主要几何轴线有哪些,它们之间正确的几何关系是什么?

(二)水准管轴与视准轴是否平行的检验与校正

仪器编号_____ 观测组_____ 天气情况_____

仪器位置	项目	第一次观测	第二次观测	平均值
仪器在 A、B 两点等距离处	A 点尺上读数 a			$h_{AB\text{平均}} =$
	B 点尺上读数 b			
	$h_{AB} = a - b$			
仪器在 A 点附近	A 点尺上读数 a'			$h'_{AB\text{平均}} =$
	B 点尺上读数 b'			
	$h'_{AB} = a' - b'$			
	$b'_{\text{算}} = a' - h_{AB\text{平均}}$			
检验结果说明				
校正方法				

观测_____ 记录者_____ 校核_____

(三)问题讨论

实验四 经纬仪认识及使用

一、实验目的

掌握 DJ₆型光学经纬仪的基本构造,熟悉各操作部件的用途及使用方法。

二、实验要求

1. 认识各个操作部件的名称和作用。
2. 练习经纬仪对中、整平、瞄准及读数方法。
3. 在盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

三、仪器及工具

DJ₆型光学经纬仪一台,花杆两根,测钎两根。

四、实验内容

1. 操作仪器,熟悉 DJ₆型经纬仪操作部件的名称和作用。
2. 熟悉 DJ₆型经纬仪的度盘读数并进行练习。
3. 每人在盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

五、实验方法与步骤

1. 安置三脚架于测站上,脚架高度应按照自己的身高而定,架头大致水平,垂球尖顶与测站点大致重合。

2. 用中心连接螺旋将经纬仪连接在三脚架上,连接得不要太紧,使经纬仪基座板在架头上可以滑动,滑动经纬仪基座精确对中,对中后旋紧中心连接螺旋。

3. 整平:水准管平行于任意两个脚螺旋的连线,转动脚螺旋使水准管气泡居中;将仪器旋转 90°,转动第三个脚螺旋使水准管气泡居中,反复进行几次,直到水准管转至任何位置气泡居中为止。

4. 认识经纬仪各部件的名称以及作用;使仪器在任意方向,练习读数,直读到分,估读(最小分划值的 0.1 个格)到秒。

5. 盘左(正镜)位置瞄准目标 A,读出水平度盘读数 a 并记入手簿中,顺时针旋转仪器瞄准目标 B,读出水平度盘读数 b 并计算水平角(水平角 $= b - a$)。

六、注意事项

1. 将经纬仪由箱中取出并安到三脚架上时,必须一只手拿住经纬仪,另一只手托住基座的底部,并立即将中心连接螺旋旋紧,严防仪器从脚架上掉下摔坏。

2. 实验的同时必须认真填写实验数据及计算。