



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

测量学

实验指导 第二版

CELIANGXUE SHIYAN ZHIDAO

黄朝禧 ● 主编

 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

测量学实验指导

第二版

黄朝禧 主编

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验指导 / 黄朝禧主编. —2 版. —北京:
中国农业出版社, 2013. 7

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-18412-1

I. ①测… II. ①黄… III. ①测量学-实验-高等学
校-教学参考资料 IV. ①P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 233273 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 夏之翠

文字编辑 夏之翠

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 7 月第 1 版 2013 年 12 月第 2 版

2013 年 12 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 10

字数: 175 千字

定价: 19.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版编写人员

主 编 黄朝禧

副主编 王立洪 樊志军 王联春

编 者 (按姓名笔画排序)

刁建鹏 (西南林业大学)

王 红 (华中农业大学)

王立洪 (塔里木大学)

王联春 (海南大学)

吕亮卿 (山西农业大学)

张波清 (华中农业大学)

单玉红 (华中农业大学)

黄朝禧 (华中农业大学)

樊志军 (湖南农业大学)

第一版编写人员

主 编 黄朝禧（华中农业大学）

副主编 王立洪（塔里木大学）

吕亮卿（山西农业大学）

樊志军（湖南农业大学）

参 编 （按姓名笔画排序）

王 红（华中农业大学）

王联春（华南热带农业大学）

张波清（华中农业大学）

单玉红（华中农业大学）

前 言

测量学是一门理论与实践结合紧密且实践性极强的课程。目前在高等农林院校中,有土地资源管理、工程管理、土地信息系统、城市规划、林学、园林、园艺、农村与区域发展、资源与环境、环境工程、环境科学、农田水利、设施农业等十几个专业必修或选修该课程,约占招生专业数和本科招生人数的 22%。测量学实践教学包括 20~30 学时的课间实验和 1~3 周的集中实习两部分,实验实习课时占总学时的 1/2 以上。因此,提高测量实验课的教学质量就显得尤为重要。实验指导书既是保证实践教学的必备教材,也是记载和检查学生实验成果的凭证,并为学生毕业后开展类似工作提供模板。

本教材在总结多年测量学实验教学经验和教学改革的基础上,按照测量学实验大纲的要求配置和编写而成。内容分三部分:一是测量学实验导论;二是测量学课间实验,共设计了 20 个实验项目;三是测量学集中实习。每个课间实验和集中实习后均附有记录表,测量时可在表上直接填写和计算。

本教材为普通高等院校农业部“十二五”规划教材,由华中农业大学、海南大学、湖南农业大学、山西农业大学、塔里木大学、西南林业大学长期从事测量学教学和科研工作的教师集体编写而成,基本反映了我国测量学教学的成功实践和现代测量学实验技术的发展成果。全书由黄朝禧主编,王立洪、樊志军、王联春等担任副主



编,编写分工如下:第一部分、实验8和实验10由张波清执笔;实验1和实验2由吕亮卿执笔;实验3、实验11和第三部分由王联春执笔;实验4、实验16和实验17由单玉红执笔;实验5、实验20由樊志军执笔;实验6、实验7、实验12、实验13由黄朝禧、刁建鹏执笔;实验9、实验18、实验19由王红执笔;实验14、实验15由王立洪执笔。本书既可与农林院校各个专业的测量学教材配合使用,也可作为测量学实验教材单独使用。

在本教材编写过程中,参考和吸收了大量的已有成果,得到了华中农业大学教务处和部分兄弟院校教务处的大力支持与帮助,吕守华、郭朝霞等同志为本教材的编写和出版提供了重要信息,毋丽红、焦云清两同志给本教材修订提出了很好的建议,刘红丽同志绘制了部分插图,在此一并致以诚挚的谢意!

由于编者业务水平有限,书中缺点甚至疏漏在所难免,恳望读者批评斧正。

黄朝禧

2007年1月于武昌南湖狮子山

2012年11月修订

目 录

前言

第一部分 测量学实验导论	1
一、测量学实验的作用与特点	1
二、测绘仪器的维护和使用规则	2
三、测绘仪器借用规则	4
第二部分 测量学课间实验	5
实验 1 普通水准测量	5
实验 2 四等水准测量	12
实验 3 测回法测水平角	17
实验 4 方向观测法测水平角	22
实验 5 竖直角与视距测量	27
实验 6 闭合导线内业计算	31
实验 7 经纬仪测绘法测图	37
实验 8 全站仪的认识和使用	41
实验 9 数字化测图外业	53
实验 10 数字化测图内业	56
实验 11 地形图应用	66
实验 12 土地平整测量外业	71
实验 13 土地平整土方计算	74
实验 14 渠道测量	77
实验 15 电子求积仪的使用	85
实验 16 宗地草图的测绘	90
实验 17 宗地图的测绘	92
实验 18 点位测设	95
实验 19 圆曲线测设	98



实验 20 GPS 的使用	103
第三部分 测量学集中实习	107
I. 大比例尺地形图测绘	107
II. 数字地籍测量	116
III. 附录: 测量学实习用表	124
主要参考文献	150

第一部分 测量学实验导论



一、测量学实验的作用与特点

测量学是一门实践性很强的学科，测量学实验在课程教学中占有特别重要的地位。实验教学时间占总学时的 $1/3 \sim 1/2$ ，其内容是按课堂理论教学的需要配置的，是保障理论与实践的有机结合，提升学生实际操作仪器、实地测图用图、工程放样施工的实践能力，巩固和深化课堂所学知识的重要环节，为后续专业课程的学习和毕业后的实际工作打下良好的技术基础。

具体地说，测量学实验课主要有以下几方面的作用与特点：

1. 培养学生的实际动手能力 完成一定的实验内容需要使用一种或多种测量仪器，这就需要学生善于动手、勤于动手，在实验过程中提高动手能力。

2. 验证、巩固所学理论知识 对于一些依附于理论课的实验项目，如水准仪和经纬仪的认识与使用、水平角和竖直角等的测量实验，可以加深对理论知识的记忆与理解。

3. 提高分析问题和解决问题的能力 一些综合性的实验项目，如四等水准测量、地形（籍）图测绘、圆曲线测设等实验，需要综合运用所学的理论和测量仪器加以解决。实验教学内容旨在让学生熟悉所学测绘仪器的基本构造和主要功能，掌握测量步骤和方法，做到三会——会测、会算、会画。

4. 培养团队合作及吃苦耐劳的精神 任何一项测量工作（实验），都需要小组成员的团结合作与相互配合。测量学实验大都在室外进行，不管是严寒还是酷暑，都要按实验大纲要求保质保量地完成实验任务。

5. 培养实事求是、认真负责的工作态度 “失之毫厘，谬以千里”，测量工作来不得半点马虎，绝不能为了满足限差要求而篡改实验数据。测量数据需要精确到“秒”位和“毫米”位，必须有一定的专业技能和读数技巧，而这些



只能从实践中来。

通过本实验课程的学习,使学生进一步理解测量学的概念,掌握平面位置测量、高程测量、大比例尺地形图测绘、农业工程测量和常见测绘仪器的使用等技能。

二、测绘仪器的维护和使用规则

(一) 仪器的安置

(1) 在平地上安置仪器时,将控制三脚架升降的螺旋全部松开,提升到一定高度后,再全部拧紧,并打开三脚架腿。在斜坡上安置仪器时注意需将脚架的两条腿架在斜坡的下方,另一条腿适当缩短。

(2) 取仪器前应注意将仪器箱平放在地面上,不能将仪器箱抱在手里取仪器。打开仪器箱后注意观察仪器安放的位置。提取仪器之前,先松开制动螺旋,一手握住仪器支架,另一只手托住基座轻轻取出仪器,放在三脚架上。然后一手握住仪器支架,一手旋转中心连接螺旋,使仪器与脚架连接牢固。仪器取出后,随即关好仪器箱,防止灰尘和落叶进入箱内。严禁坐在仪器箱上。

(3) 不能将仪器架设在道路的中间,尽量避免安置在人流、车流量较大的地方;仪器安置好后观测员不能离开仪器,以防止过往行人使用和车辆碰撞仪器。阳光强烈时,应撑伞保护仪器,避免阳光直晒在仪器上。遇雨时可将防雨袋罩上。

(4) 安置仪器时,应根据测点的位置调整仪器的三个架腿方向,尽量避免观测员的两腿跨在架腿上。

(二) 仪器的使用

(1) 在操作仪器的过程中不能将双手压在仪器或三脚架上。

(2) 旋转仪器的照准部或望远镜时,应先松开水平制动或垂直制动螺旋,再均匀转动;使用微动螺旋时,应先轻轻旋紧制动螺旋,不可拧得过紧。

(3) 脚螺旋的移动有一定的范围,若脚螺旋旋至顶端或底端仪器还不能整平,则将各脚螺旋旋回至中间位置后,检查三脚架架头是否水平,再重新整平仪器。

(4) 微动螺旋和微倾螺旋的转动都有一定活动范围,当向前或向后旋不动时,不能再继续旋转,应将螺旋旋至中间位置后,松开制动螺旋,瞄准目标,根据需要再使用微动螺旋。同理,水准仪的微倾螺旋向前或向后旋不动时,也应停止旋转,并将微倾螺旋向前或向后旋至中间位置,用脚螺旋初平后,再用



微倾螺旋精平。

(5) 若物镜或目镜上有灰尘,可用软毛刷轻轻刷去。如有水气或油污,可用脱脂棉或镜头纸轻轻擦去。切不可用衣服或手帕等物擦拭镜头,以免损坏镜头上的镀膜。

(6) 仪器的各螺旋及转动部分如发生阻滞不灵的情况,应立即检查原因,并及时报告指导教师。在原因未弄清楚前,切勿过分用力扭扳,以防损伤仪器结构和机件。

(7) 电子经纬仪、全站仪、GPS 接收机等电子测量仪器,在野外更换电池时,应先关闭仪器的电源;装箱之前,也必须先关闭电源,然后装箱。应避免仪器在阳光下曝晒,不要将仪器望远镜直接对准太阳观察,避免人眼及仪器的损伤。

(三) 仪器的搬迁

(1) 远距离搬运仪器时,须将仪器装箱之后人工搬迁,以减轻仪器振动,不允许用自行车运输。

(2) 短距离迁站时,可将仪器连同脚架一起搬迁。搬迁时,检查并旋紧中心连接螺旋,松开制动螺旋,如为经纬仪,宜将望远镜物镜指向水平度盘中心,收拢三脚架,左手托住仪器照准部,右手抱住脚架放在肋下,稳步行走。严禁将仪器横扛在肩上。

(3) 全站仪、GPS 接收机等精密贵重仪器,无论距离远近,都应装箱后迁站。

(4) 迁站时,清点其他仪器工具有无遗漏。

(四) 仪器的装箱

(1) 每次使用仪器之后,应及时清除仪器上的灰尘及脚架上的泥土。

(2) 在取下仪器前,应先将仪器脚螺旋调至大致同高的位置,再一手扶住仪器,一手松开连接螺旋,双手取下仪器。

(3) 保持仪器及仪器箱的干燥,仪器装箱时应保持原来的安放位置,先松开各制动螺旋,使仪器就位正确,试关箱盖确认放妥后,再拧紧制动螺旋,然后关闭上锁。若合不上箱口,切不可强压箱盖,以防压坏仪器。

(4) 清点所有附件和工具,防止遗失。

(五) 其他测绘工具的使用

(1) 水准标尺。不能用水准标尺抬东西。应保持标尺清洁,严禁涂画。水



准标尺暂时不用时,可放于平坦干燥而无石子的地面上或靠在树杈上、内墙角上,不得斜靠在墙上、树干上和电线杆上,以防滑落后摔断标尺或砸伤他人。

(2) 测图板。保持板面干燥整洁。绘图时身体尽量不要扑在绘图板上。搬运距离远时,最好从脚架上取下绘图板。

(3) 皮尺。使用时,拉尺用力要均匀,且用食指和中指轻夹皮尺,以控制拉尺速度和防止尺尾被拉出。若皮尺受潮或弄湿,应将皮尺全部拉出、擦净、晾干后,再收入尺套内。皮尺不用时,要注意保管,防止丢失。

(4) 垂球、铁三脚架、锤子、篮子等工具,要注意保管,防止丢失。

三、测绘仪器借用规则

测绘仪器多为精密、贵重的仪器。尤其是现代的测绘仪器,自动化、智能化程度不断提高,价格也日益昂贵。因此,正确合理地使用和保管测量仪器,对延长仪器的使用寿命、保证仪器的测量精度、提高测绘工作的效率和保证测量实验各批次的正常进行等都具有重要意义。正确使用和妥善保管测量仪器,是每个测量工作者必须具有的技能 and 业务素养。

借领仪器时需注意和做到以下几点:

(1) 借领仪器前,首先要了解此次实验的内容及用到的仪器和工具。借领仪器时,以小组为单位按秩序在实验室借领。借领时,实验小组组长需抵押学生证或身份证。实验结束后,按发放清单检查仪器和工具的数量,没有问题时,归还被抵押的证件。

(2) 借领仪器时应该注意按借领清单清点检查。检查仪器工具及其附件是否完好、齐全。如有缺损,应及时报告,进行补领或更换。检查完毕,应及时离开实验室,在实习场地等候老师。不经指导老师允许,不得擅自开箱取仪器。

(3) 搬运仪器前,需检查背带及提手是否牢固,仪器箱是否锁好,以保证仪器的搬运安全。搬运过程中必须避免剧烈的震动。

(4) 仪器工具借出之后,不得与其他小组调换或转借。实验课结束后,应及时将仪器归还实验室。归还时应当面点清,验毕方可离开。若需补做实验,可与实验室及任课教师商量,另行安排时间。

第二部分 测量学课间实验



实验 1 普通水准测量

一、实验目的与任务

- (1) 了解 DS_3 型水准仪的基本构造、主要部件名称和作用；
- (2) 练习水准仪的正确安置、瞄准和读数；
- (3) 掌握普通水准测量的施测、记录及计算高差和高程的方法；
- (4) 每组施测一条 4 个测站的闭合水准路线。

二、主要仪器与工具

每个实验小组应配备以下测量仪器和工具： DS_3 型水准仪 1 台、水准尺 2 根、尺垫 2 个、记录板 1 块、铅笔和记录表格等。

三、实验步骤与技术要求

(一) 水准仪的认识与使用

1. 安置仪器 先将三脚架张开，使其高度适当，架头大致水平，并将架腿踩实，再开箱取出仪器，将其固连在三脚架上。

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，同时弄清水准尺的分划注记。水准仪的照准部：望远镜物镜、物镜调焦螺旋、目镜调焦螺旋、外部瞄准器（缺口和准星）、水准管及符合气泡观察窗、微倾螺旋、制动螺旋、微动螺旋、圆水准器等；水准仪的基座：连接螺旋。水

准仪各部件的名称如图 2-1-1 所示。

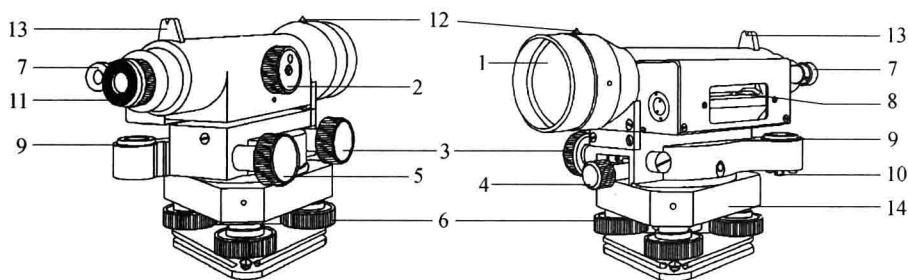


图 2-1-1 DS₃型微倾水准仪

1. 物镜 2. 物镜调焦螺旋 3. 微动螺旋 4. 制动螺旋 5. 微倾螺旋
6. 脚螺旋 7. 符合气泡观察窗 8. 水准管 9. 圆水准器
10. 圆水准器校正螺丝 11. 目镜 12. 准星 13. 照门 14. 轴座

3. 粗略整平 双手食指和拇指各拧一只脚螺旋，同时对向或反向转动，使圆水准气泡向中间移动，再拧另一只脚螺旋，使气泡移至圆水准器居中位置。若一次不能居中，可反复进行。气泡移动的方向与左手大拇指运动的方向一致。具体操作参见图 2-1-2。

指和拇指各拧一只脚螺旋，同时对向或反向转动，使圆水准气泡向中间移动，再拧另一只脚螺旋，使气泡移至圆水准器居中位置。若一次不能居中，可反复进行。气泡移动的方向与左手大拇指运动的方向一致。具体操作参见图 2-1-2。



图 2-1-2 粗略整平

4. 瞄准标尺 转动目镜调焦螺旋，使十字丝清晰；松开制动螺旋，转动仪器，用照门（或称“缺口”）和准星瞄准水准尺，拧紧制动螺旋；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。

5. 精确整平 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。

6. 读数和记录 根据望远镜视场中十字丝横丝所截取的标尺分划，读取该分划的数字。读数时应从小往大读（倒像望远镜从上往下读），读取四位数字，即直接读出来、分米、厘米的数值，估读毫米数，如图 2-1-3。记录人员要回报读数，回报无异议及时记录。

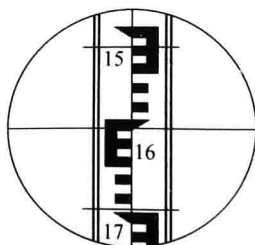


图 2-1-3 水准尺的读数
(图中读数 1608)



(二) 数字水准仪的认识与使用

1. 数字水准仪各部件的名称与功能 以南方 DL-201 数字水准仪为例, 各部件名称与功能如图 2-1-4 和表 2-1-1、表 2-1-2 所示。

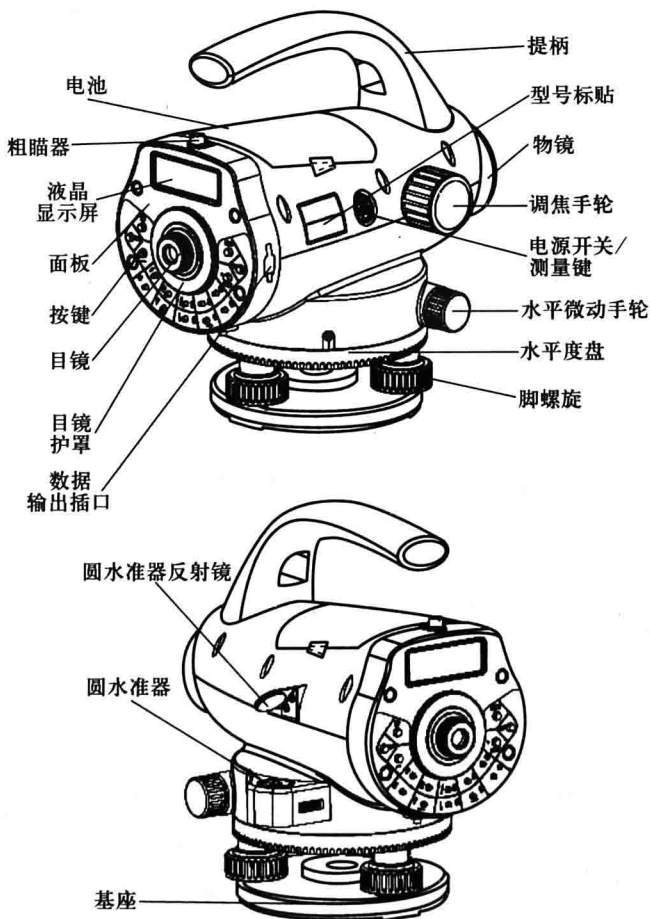


图 2-1-4 南方 DL-201 数字水准仪

表 2-1-1 南方 DL-201 数字水准仪的操作键及其功能

键符	键名	功 能
POW/MEAS	电源开关/测量键	仪器开关机和用来进行测量。开机：仪器待机时轻按一下；关机：按约两秒左右
MENU 菜单键	进入菜单模式	菜单模式有下列选择项：标准测量模式、线路测量模式、检校模式、数据管理和格式化内存/数据卡

(续)

键符	键名	功 能
DIST	测距键	在测量状态下按此键测量并显示距离。
↑ ↓	选择键	翻页菜单屏幕或数据显示屏幕。
→ ←	数字移动键	查询数据时的左右翻页或输入状态时左右选择。
ENT	确认键	用来确认模式参数或输入显示的数据
ESC	退出键	用来退出菜单模式或任一设置模式，也可作输入数据时的后退清除键。
—	标尺倒置模式	用来进行倒置标尺输入，并应预先在测量参数下，将倒置标尺模式设置为“使用”。
	背光灯开关	打开或关闭背光灯
.	小数点键	数据输入时输入小数点；在可输入字母或符号时，切换大小写字母和符号输入状态。
REC	记录键	记录测量数据。
SET	设置键	进入设置模式，设置模式是用来设置测量参数、条件参数和仪器参数。
SRCH	查询键	用来查询和显示记录的数据。
IN/SO	中间点/放样模式键	在连续水准线路测量时，测中间点或放样。
MANU	手工输入键	当不能用 [MEAS] 键进行测量时，可从键盘手工输入数据。
REP	重复测量键	在连续水准线路测量时，可用来重测已测过的后视或前视。

表 2-1-2 液晶显示屏显示的符号

显示	含义	显示	含义
p	表示当前数据已存储	a/b	表示还有另页或菜单，可按 [▲] [▼] 键翻阅；b：总页数，a：当前页
	电池电量指示	Inst	Ht (仪器高)
BM #	水准点	CP #	转换点
I	标尺倒置		

2. 仪器使用

安置仪器：

(1) 安置好三脚架，拧紧架腿固定螺帽。