

测量学实验实习教程

CELIANGXUE SHIYAN SHIXI JIAOCHENG

主编 吴洪强 陈武新



哈尔滨地图出版社

测量学实验实习教程

CELIANGXUE SHIYAN SHIXI JIAOCHENG

主 编 吴洪强 陈武新

副主编 吕秀娟 陈丽瑛

哈尔滨地图出版社

• 哈尔滨 •

内 容 简 介

本书根据最新修编的土建类专业《测量学教学大纲》及《测量教学实习大纲》内容编写,是测量学教学实验和测量实习的配套用书。全书分为“测量实验与实习须知”、“测量实验”、“测量实习”和“附录”四个部分。

本书适用于土木工程、工程管理、建筑学、环境工程等专业本科、专科、中专及成人教育等各个层次的测量学、工程测量学、土木工程测量等课程的教学实验和实习使用,也可供工程测量技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验实习教程/吴洪强,陈武新主编.—哈尔滨:
哈尔滨地图出版社,2007.9
ISBN 978-7-80717-767-8

I.测… II.①吴… ②陈… III.测量学—实验—高等学校—教材 IV.P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 153345 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码:150086)

河南省联祥印刷厂印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:9.5 字数:225 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80717-767-8

印数:1~3 000 定价:15.00 元

《测量学实验实习教程》

编写人员名单

主 编：吴洪强 河南工业大学

陈武新 河南工业大学

副主编：吕秀娟 河南省建筑职工大学

河南省建筑工程学校

陈丽瑛 河南工业大学

前言

本书根据最新修编的土建类专业《测量学教学大纲》及《测量教学实习大纲》内容编写,是测量学教学实验和测量实习的配套用书。全书分为“测量实验与实习须知”、“测量实验”、“测量实习”和“附录”四个部分。

测量实验与实习须知是向学生系统地介绍实验、实习前应作的准备工作,实验、实习过程中正确使用测量仪器、工具的有关规定和注意事项,以培养学生爱护测量仪器、工具的观念和预防实验过程中出现问题。

测量实验是印证理论知识和培养学生动手能力的教学环节;实验报告与课堂作业是加深理解和培养学生计算技巧与处理成果能力的教学环节。本书中共有 14 个实验和两个作业,可根据学时的情况来取舍。为便于教学,各实验与作业的内容基本按教材章节顺序编排,每个实验包括目的与要求、准备工作、实验方法与步骤、注意事项及实验报告。

测量实习是测量理论教学、实际操作及计算技巧等综合训练、培养能力和实践性理念的教学环节。这部分分为目的要求、准备工作、实习内容与方法、应交成果资料、实习总结报告等项。其中,实习内容有:大比例尺地形图测绘、地形图应用、施工放样及精密仪器见习等项。在课间实验及课堂作业的基础上,通过综合实习将各项内容进一步系统化,以培养学生运用新知识分析和解决实际问题的能力,还可以训练学生基本的工程能力。

本书附录列出了常用测量仪器的操作使用说明供读者学习参考。

本书由吴洪强、陈武新任主编并统稿,吕秀娟、陈丽璞任副主编。

本书的编写,得到了河南工业大学、河南省建筑职工大学、河南省建筑工程学校领导和老师的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于作者水平所限,书中尚有一定的缺点和错误,恳请读者批评指正。读者对本书的意见和建议可发送到我们的电子信箱:whq371@haut.edu.cn; LK500@163.com。

编 者

2007 年 9 月

目 录

第 1 章 测量实验与实习须知	1
1.1 实验与实习规则	1
1.1.1 目的与要求	1
1.1.2 准备工作	1
1.1.3 实验、实习的组织	1
1.1.4 实验、实习的纪律及作业要求	1
1.2 仪器、工具使用须知	2
1.3 测量记录要求	3
第 2 章 测量实验	4
2.1 测量实验指导书	4
实验一 水准仪的构造和使用	5
实验二 四等水准测量	7
实验三 微倾式水准仪的检验与校正	9
实验四 经纬仪的构造与使用	11
实验五 测回法测量水平角	13
实验六 全圆方向法测量水平角	15
实验七 竖直角测量与竖盘指标差的检验	17
实验八 经纬仪的检验与校正	19
实验九 距离丈量和磁方位角的测定	22
实验十 视距测量	24
实验十一 经纬仪配合小平板仪测绘地形图	26
实验十二 用机械式求积仪量测面积	27
实验十三 测设水平角与水平距离	29
实验十四 测设已知高程和坡度线	31
2.2 测量实验作业	33
作业一 经纬仪导线坐标计算	33
作业二 地形图的应用	35
第 3 章 测量实习	37
3.1 测量实习计划	37
3.2 测量实习技术指导书	38
3.3 首级平面及高程控制网示意图	44

第4章 附录	45
4.1 测量实验教学大纲	45
4.1.1 土木工程和工程管理专业测量实验教学大纲	45
4.1.2 建筑学专业测量实验教学大纲	48
4.1.3 环境工程专业工程测量学实验教学大纲	49
4.2 测量实习教学大纲	51
4.2.1 土木工程和工程管理专业测量实习教学大纲	51
4.2.2 建筑学专业测量实习教学大纲	53
4.2.3 环境工程专业测量实习教学大纲	54
4.3 现代测量仪器使用简介	56
4.3.1 南方灵锐 S82GPS 使用简介	56
4.3.2 南方 NTS 350 系列全站仪使用简介	60
4.4 测量学实验报告与实习报告册	86
4.4.1 测量学实验报告册	86
实验报告一 水准仪的构造与使用	89
实验报告二 四等水准测量(闭合水准路线)	90
实验报告三 水准仪的检验与校正	92
实验报告四 经纬仪的构造与使用	93
实验报告五 水平角观测(测回法)	94
实验报告六 水平角观测(全圆方向法)	95
实验报告七 经纬仪检验与校正	96
实验报告八 竖直角观测及竖盘指标差检验与校正	97
实验报告九 距离丈量及磁方位角测定	98
实验报告十 钢尺精密量距手簿	99
实验报告十一 经纬仪钢尺导线测量	100
实验报告十二 大比例尺地形图测绘	102
实验报告十三 点位测设的基本工作	103
实验报告十四 坡度线的测设	106
4.4.2 地形测量手簿	107
4.4.3 测量实习成绩分析记录表	120
4.4.4 测量实习手册	128
参考文献	147

第1章 测量实验与实习须知

1.1 实验与实习规则

1.1.1 目的与要求

测量实验的目的一方面是使学生验证和巩固课堂教学的理论知识,另一方面是让学生熟悉测量仪器的构造和使用方法,真正完成理论与实践相结合的过程,使学生增强感性认识,培养学生进行测量操作的基本技能,并通过实验报告与课堂作业加深学生对教学内容的理解、加强学生的数据计算和处理测量成果的能力。

测量实习则是进一步贯彻理论联系实际的原则,使学生接受一次系统性的测量实践训练。其具体目的与要求,详见“第3章 测量实习”部分。

1.1.2 准备工作

实验、实习之前,学生必须复习教材中的有关内容,必须认真仔细地预习《实验与实习指导书》的相关内容,明确实验、实习的目的与要求、方法步骤及注意事项,以便顺利地按时完成任务。

1.1.3 实验、实习的组织

实验、实习应分组进行。组长负责本组的全面组织协调工作。所用仪器物品,应以小组为单位,由组长(或指定专人)负责向仪器室领借,办理领借和归还手续。实习仪器种类及数目应清点清楚,如有不符或缺损,应及时向发放人员说明,做好书面记录,以分清责任。

1.1.4 实验、实习的纪律及作业要求

(1) 实验、实习是十分重要的实践性教学环节,每个学生都必须严肃、认真对待,不得马虎。在实习中,应积极发扬团结协助精神、服从组长分配,并积极完成本职工作。如暂未轮到或未被分到具体工作,亦应注意观察别人操作,不得在旁边嬉笑打闹或看与实验、实习无关的书报杂志。

(2) 实验与实习应在规定的时间和地点进行,学生不得无故缺席或迟到、早退,不得

擅自改变地点或离开现场。

(3) 各小组借用的仪器工具均应注意妥善保管,整个实习过程中,应认真遵守《仪器、工具使用须知》。未经指导教师许可不得转借或调换,若发现有损坏、遗失,应立即向指导教师报告,按有关规定处理。

(4) 在实验、实习中,应严格遵守纪律,如遇有群众要求看仪器或询问时,应尽量解释,不应态度生硬,以免发生误会或冲突。

(5) 实验、实习结束时,应提交书写工整、规范的实验报告或实习记录,并经指导教师检查同意后,方可收验仪器、结束工作。

1.2 仪器、工具使用须知

(1) 携带仪器时,注意检查仪器箱是否关紧锁好,拉手、背带是否牢固。要轻拿轻放,以免使其碰撞、震动或背起时滑落摔坏。

(2) 开箱时,应注意仪器箱放置平稳;开箱后,应记清仪器在箱内的安放位置,以便按原样放回。要轻取轻放,取出后立即盖上箱盖。实习中不用的附件,不要挪动。

(3) 提仪器时,应先松开各制动螺旋,再用手握住仪器坚实部位,紧拿轻放,切勿用手提望远镜镜头,以免损坏各部位间的连接。关好仪器箱,严禁在箱上坐人。

(4) 仪器放入箱内时,应先松开各制动螺旋,至各部位放妥后,再拧紧各制动螺旋;关箱时不能强压,关箱后及时加锁。

(5) 把仪器安放在三角架上,要注意架腿高度适当,拧紧架腿螺旋。安置时,应双手握紧仪器及下盘,放平后一手扶持仪器,一手拧紧连接螺旋,注意装置牢固,但不应过紧。

(6) 仪器搬站时,如为长距离的平坦地段,应将仪器装箱,再行搬动;如为短距离的平坦地段,应先检查连接螺旋是否旋紧,松开各部分制动螺旋,再收拢脚架,一手握仪器基座及支架,一手握脚架,面对仪器前进,以免碰伤仪器。严禁横扛仪器搬站。

(7) 在使用仪器过程中,应做到人不离仪器。严禁无人看管和将仪器靠在墙边或树上,以防跌损;严禁将水准尺、标杆倚在树上、电线杆上或倚在仪器上,应使其离开仪器平放。

(8) 使用中,各制动螺旋勿拧得过紧,以免损坏;各微动螺旋勿拧至极端,各校正螺旋转动时应用大小厚薄合适的螺丝刀或校正针拧至松紧适度,以免损伤。

(9) 转动仪器任何部位时,均应先松开制动螺旋,不得用力猛转,动作要准确、轻捷,用力要均匀。某部分转动不灵时,不得硬扳。

(10) 严禁以手或粗布擦拭镜头、度盘与游标,以免污损;严禁随意拆卸仪器。

(11) 使用仪器应防止日晒和风尘,应撑伞遮阳、遮风、遮雨。严禁仪器被日晒雨淋,大风沙天气应停止使用,并及时装箱。

(12) 使用钢尺应防压、防扭、防潮湿,用后擦净涂油,卷入盒内。不可用强力猛拉钢尺,以免扯断。皮尺应防潮。

(13) 水准尺、标杆禁止横向受力,以防弯曲变形,不得用水准尺与标杆抬东西或坐压。所有测量仪器工具严禁抛掷或用其打闹玩耍。

1.3 测量记录要求

(1) 所有观测成果均须用绘图铅笔(H~2H)当场认真记入手簿内,不得另外用纸记载,再行转抄。

(2) 记录字体应端正清晰,按稍大于格高一半的斜体工程字填写,留出空隙作改正错误用,不得潦草,不准用红铅笔或红墨水笔。

(3) 记录者应在记完数字后,再向观测者复诵一遍,以免听错、记错。记录数字如有错误,不得用橡皮擦拭或涂改,应用一斜线划去错误部分,在原字上方补记或另行记录正确数字,并在备注栏内注明错误原因。

(4) 记录数字要全,不得省略零位。如水准尺读数 1.300,度盘读数 $150^{\circ}00'00''$, $127^{\circ}02'06''$ 中的“0”均应填写。

(5) 观测数据的尾数不得更改,读错或记错后必须重测重记,例如:角度测量时,秒级数字出错,应重测该测回;水准测量时,毫米级数字出错,应重测该测站;钢尺量距时,毫米级数字出错,应重测该尺段。

(6) 数据运算应根据所取位数,按“四舍六入、五前单进双不进”的规则进行凑整。例如对 1.234 4 m, 1.233 6 m, 1.233 5 m, 1.234 5 m 这几个数据,若取至毫米位,则均应记为 1.234 m。

(7) 记录或实习报告应妥善保管,不得损毁或丢弃,以便考核成绩。如某页记错太多或此实习重做时,该页记录不可撕去,应用大字写“作废”字样并保留。

第2章 测量实验

2.1 测量实验指导书

本书按照课本授课内容的先后顺序共列出了 14 个教学实验供学生实验时使用，教师可根据教学需要、实验设备的条件以及学时的多少有选择地安排实验内容，一般每个实验约需要 2 学时。学生在实验前应认真预习实验指导书的相关内容，以便按时顺利完成实验内容。

实验一 水准仪的构造和使用

一、实验性质与课时安排

验证性实验，2 学时。

二、目的和要求

- (1) 了解 DS3 级水准仪的基本构造，认清其主要部件的名称及作用。
- (2) 练习水准仪的安置、瞄准与读数的操作，增强感性认识和培养动手能力。
- (3) 测定地面两点间的高差。

三、仪器和工具

DS3 级水准仪 1 台，水准尺 2 根，记录本 1 本，伞 1 把。

四、方法和步骤

(1) 安置仪器

将脚架张开，使其高度适当，架头大致水平，并将架腿的尖脚插入土中。再开箱取出仪器，将其固定在三脚架上。

(2) 认识仪器

说出仪器各部件的名称，了解其作用并熟悉其使用方法，同时弄清水准尺的分划与注记。

(3) 粗略整平

先用双手同时向内（或向外）转动一对脚螺旋，使圆水准器气泡移动到中间，再转动另一只脚螺旋使圆气泡居中，通常需反复进行。注意气泡移动的方向与左手拇指或右手食指运动的方向一致。

(4) 瞄准水准尺、精平与读数

1) 瞄准

甲将水准尺立于某地面点上，乙松开水准仪制动螺旋，用准星和照门粗略瞄准水准尺，固定制动螺旋，用微动螺旋使水准尺位于视场中央。

转动目镜对光螺旋进行对光，使十字丝分划清晰，再转动物镜对光螺旋看清水准尺影像。

转动水平微动螺旋，使十字丝竖丝靠近水准尺一侧，若存在视差，则应仔细进行物镜对光予以消除。

2) 精平

转动微倾螺旋使符合水准器气泡两端的影像吻合（即成一圆弧状），也称精平。

3) 读数

用中丝在水准尺上读取 4 位读数，即米、分米、厘米及毫米位。读数时应先估出毫米数，然后按米、分米、厘米及毫米，一次读出 4 位数。

(5) 测定地面两点间的高差

- 1) 在地面上选定 A、B 两个较坚固的点，作上标志。

2) 在 A, B 两点之间安置水准仪, 使仪器至 A, B 两点的距离大致相等。

3) 竖立水准尺于点 A 上。瞄准点 A 上的水准尺, 精平后读数, 此为后视读数, 记入表中测点 A 一行的后视读数栏中。

4) 再将水准尺立于点 B , 瞄准点 B 上的水准尺, 精平后读取前视读数, 并记入表中测点一行的前视读数栏中。

5) 计算两点 A, B 的高差。

$$h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

五、记录格式 (见表 2-1)

表 2-1 高差测量记录簿

日期: 天气: 班级: 小组:

仪器 (型号) 号码: 观测者: 记录者:

测点	后视读数	前视读数	高差/m	备 注

六、识别下列部件并写出它们的功能

部 件 名 称	功 能
准星和照门	
目镜对光螺旋	
物镜对光螺旋	
制动螺旋	
微动螺旋	
微倾螺旋	
脚螺旋	
圆水准器	
管水准器	

实验二 四等水准测量

一、实验性质与课时安排

综合性实验，2学时。

二、目的和要求

(1) 练习用双面尺法进行四等水准测量的观测、记录、计算与检核的方法。

(2) 由一个已知高程点 $BM \cdot A$ 开始，经待定高程点 B, C, D ，进行闭合水准路线测量，求出待定高程点 B, C, D 的高程。高差闭合差的容许值为

$$f_{h_{\text{容}}} = \pm 12\sqrt{n} \text{ (mm)}$$

或

$$f_{h_{\text{容}}} = \pm 40\sqrt{L} \text{ (mm)}$$

式中： n ——测站数；

L ——水准路线的公里数。

(3) 实验小组由5人组成：一人观测、一人记录、一人打伞或照明、两人扶尺。

三、仪器和工具

DS3 级水准仪 1 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个，记录本 1 本，伞 1 把，手电筒 1 只。

四、方法和步骤

(1) 在地面选定 B, C, D 三个坚固点作为待定高程点， $BM \cdot A$ 为已知高程点，其高程值由教师提供。安置仪器于点 A 和转点 $TP \cdot 1$ （放置尺垫）之间，目估前、后视距离大致相等，进行粗略整平和目镜对光。测站编号为 1。

(2) 后视 A 点上的水准尺，精平后读取后视黑面上中下三丝读数，记入手簿。

(3) 前视 B 点上的水准尺，精平后读取前视黑面上中下三丝读数，记入手簿。

(4) 前视 B 点上的水准尺，精平后读取前视红面中丝读数，记入手簿。

(5) 后视 A 点上的水准尺，精平后读取后视红面中丝读数，记入手簿。

(6) 数据计算：按照三、四等水准测量的计算规则分别计算视距、高差等共计 10 个数据。可参考课本相关内容。

(7) 迁站至第 2 站继续观测。上站数据符合要求后，沿选定的路线，将仪器迁至 $TP \cdot 1$ 和点 B 的中间，仍用第一站施测的方法，后视 $TP \cdot 1$ ，前视点 B ，依次连续设站，经过点 C 和点 D 连续观测，最后仍回到点 A 。

(8) 计算高差闭合差并与容许误差进行比较，符合要求后进行平差。

(9) 计算待定点高程：根据已知高程点 A 的高程和各点间改正后的高差计算 B, C, D, A 四个点的高程，最后算得的 A 点高程应与已知值相等，以资校核。

五、注意事项

(1) 在每次读数之前，应使水准管气泡严格居中，并消除视差。

(2) 应使前、后视距离大致相等。

(3) 在已知高程点和待定高程点上不能放置尺垫。转点用尺垫时，应将水准尺置于尺垫半圆球的顶点上。

(4) 尺垫应踏入土中或置于坚固地面上，在观测过程中不得碰动仪器或尺垫，迁站时应保护前视尺垫不得移动。

(5) 水准尺必须扶直，不得前、后、左、右倾斜。

六、记录与计算表（见表 2-2）

表 2-2 四等水准测量记录与计算表

日期： 天气： 仪器号码： 观测员： 记录员：

测段 编号	测站	后尺	上丝①	前尺	上丝④	方向 及 尺号	水准尺中丝读数				K+黑- 红	平均 高差 /m	备注
			下丝②		下丝⑤		黑面	后③	红面	后⑧			
			后视距⑨		前视距⑩			前⑥		前⑦			
			视距差⑨-⑩		累计差⑩+⑪								
						后							
						前							
						后-前							
						后							
						前							
						后-前							
						后							
						前							
						后-前							
						后							
						前							
						后-前							
						后							
						前							
						后-前							

实验三 微倾式水准仪的检验与校正

一、实验性质与课时安排

验证性实验, 2 学时。

二、目的和要求

- (1) 了解微倾式水准仪各轴线间应满足的几何条件。
- (2) 掌握微倾式水准仪检验与校正的方法。
- (3) 要求检校后的 i 角不得超过 $20''$, 其他条件检校到无明显偏差为止。

三、仪器和工具

DS3 水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 皮尺 1 卷, 木桩 (或尺垫) 2 个, 斧子 1 把, 拨针 1 根, 螺丝刀 1 把。

四、方法和步骤

(1) 一般性检验

安置仪器后, 首先检查: 三脚架是否牢固, 制动和微动螺旋、微倾螺旋、对光螺旋、脚螺旋等是否有效, 望远镜成像是否清晰。

(2) 圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验与校正

检验: 转动脚螺旋, 使圆水准器气泡居中, 将仪器绕竖轴旋转 180° 以后, 如果气泡仍居中, 说明此条件满足; 如果气泡偏出分划圈外, 则需校正。

校正: 先稍旋松圆水准器底部中央的固紧螺旋, 然后用拨针拨动圆水准器校正螺丝, 使气泡向居中方向退回偏离量的一半, 再转动脚螺旋使气泡居中, 如此反复检校, 直到圆水准器转到任何位置时, 气泡都在分划圈内为止。最后旋紧固紧螺旋。

(3) 十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正

检验: 用十字丝交点瞄准一明显的点状目标 P , 转动微动螺旋, 若目标点始终不离开横丝, 说明此条件满足, 否则需校正。

校正: 旋下十字丝分划板护罩 (有的仪器无护罩), 用螺丝刀旋松分划板座三个固定螺丝, 转动分划板座, 使目标点 P 与横丝重合。反复检验与校正, 直到条件满足为止。最后将固定螺丝旋紧, 并旋上护罩。

(4) 视准轴平行于水准管轴的检验与校正

检验: 在 S_1 处安置水准仪, 用皮尺从仪器向两侧各量距约 40 m, 定出等距离的 A , B 两点, 打桩或放置尺垫。用变动仪器高 (或双面尺) 法测出 A , B 两点的高差。当两次测得高差之差不大于 3 mm 时, 取其平均值作为最后的正确高差, 用 h_{AB} 表示。

再安置仪器于点 B 附近的 S_2 处, 瞄准 B 点水准尺, 读数为 b_2 , 再根据 A , B 两点的正确高差算得 A 点尺上应有的读数 $a_2 = h_{AB} + b_2$, 与在 A 点尺上的实际读数 a'_2 比较, 得误差为: $\Delta h = a'_2 - a_2$, 由此计算角值

$$i'' = \frac{\Delta h}{D_{AB}} \cdot \rho'';$$

式中 $\rho''=206\,265''$, D_{AB} 为 A, B 两点间的距离。

校正：转动微动螺旋，使十字丝的中横丝对准 A 点尺上应有的读数 a_2 ，这时水准管气泡不居中，用拨针拨动水准管一端上、下两个校正螺丝，使气泡居中，松紧上、下两个校正螺丝前，先稍微旋松左、右两个校正螺丝，校正完毕，再旋紧。反复检校，直到 $i \leq 20''$ 为止。

五、注意事项

- (1) 检校仪器时必须按上述的规定顺序进行，不能颠倒；
- (2) 校正用的工具要配套，拨针的粗细与校正螺丝的孔径要相适应；
- (3) 拨动校正螺丝时，应先松后紧，松紧适当。

六、记录格式（见表 2-3）

表 2-3 水准仪的检验与校正

日期：_____ 天气：_____ 班级：_____ 小组：_____

仪器（型号）号码：_____ 检验者：_____ 记录者：_____

(1) 一般性检验结果

三脚架_____，制动与微动螺旋_____，微倾螺旋_____，对光螺旋_____，脚螺旋_____，望远镜成像_____。

(2) 圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验与校正

检验（旋转仪器 180° ）次数	气泡偏离情况	检验者

(3) 十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正

检验次数	偏离情况	检验者

(4) 视准轴应平行于水准管轴的检验与校正

仪器位置	项 目	第一次	第二次	第三次
在中点 测高差	A 点尺上读数 a_1 B 点尺上读数 b_1 A, B 两点高差 $h_{AB}=a_1-b_1$			
在 B 点附近 检校	B 点尺上读数 b_2 A 点尺上应有读数 $a_2=b_2+h_{AB}$ A 点尺上实际读数 a'_2 误差 $\Delta h=a'_2-a_2$ 两轴不平行误差 $i''=\frac{\Delta h}{D_{AB}}\cdot\rho''$			