

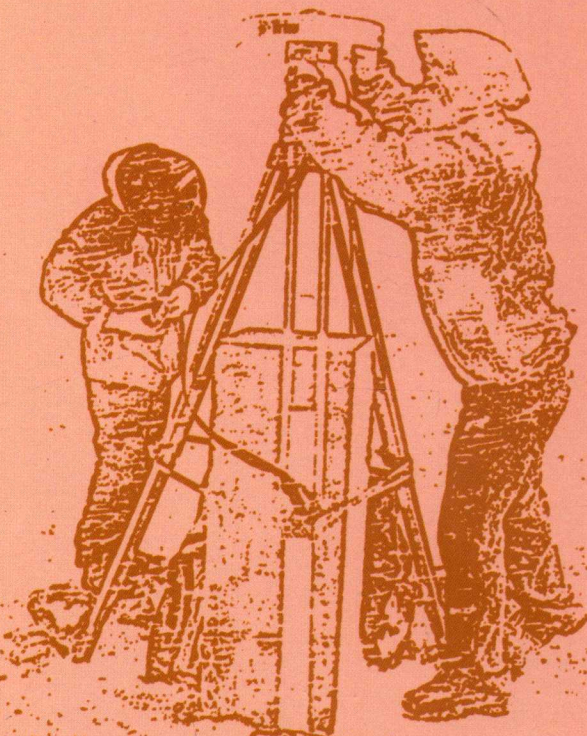


21世纪高等院校示范性实验系列教材

测量学实验教程

CELIANGXUE SHIYAN JIAOCHENG

主编 张雪松 梅 新



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

测量学实验教程

主编:张雪松 梅 新

华中师范大学出版社

2012年·武汉

内 容 提 要

本实验教程为与《测量与地图学》相配套的辅助教材,旨在帮助学生巩固课堂所学理论知识,培养实践动手能力,提高野外实际测量作业的基本技能,丰富地理科学素养。全书分为测量实验实习的一般规定、测量实验指导、测量综合实习指导和实验报告四个部分。

本书读者对象为高等院校地理类专业的本科生,其他开设测量学课程的相关专业可根据学时数、教学内容和仪器条件灵活安排。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验教程 / 张雪松 梅新 主编. —武汉:华中师范大学出版社, 2012. 12

(21 世纪高等院校示范性实验系列教材)

ISBN 978-7-5622-5869-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 308920 号

测量学实验教程

©张雪松 梅新 主编

责任编辑:冯 伟

责任校对:易 雯

封面设计:罗明波

编辑室:第二编辑室

电话:027-67867362

出版发行:华中师范大学出版社有限责任公司

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67863426/67863280

邮购电话:027-67861321

传真:027-67863291

网址:<http://www.ccupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:仙桃市新华印务有限公司

督印:章光琼

字数:160 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:5.75

版次:2012 年 12 月第 1 版

印次:2012 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

定价:12.80 元

欢迎上网查询、购书

前 言

《测量学》是一门实践性鲜明的课程,是地理科学、地理信息系统、资源环境与城乡规划管理等专业的必修课程,也是旅游管理专业的选修课程。该课程对于提高学生实践动手能力,帮助理解与学习地理相关学科,增强社会适应能力,具有重要的意义。

《测量学实验教程》旨在帮助学生巩固课堂所学理论知识,培养学生实践动手能力,提高学生野外实测作业的基本技能,丰富地理科学素养。为便于学生对测量基本原理的理解,本书从传统测量方法与仪器着手,实验安排与理论课同步进行。同时,考虑到现代测量技术的发展日趋成熟与普遍的应用,本书对相应的实验做了安排。本书分四部分:第一部分介绍了测量实验实习的一般规定;第二部分是测量实验指导,主要内容包括水准仪、经纬仪、全站仪、GPS等测绘仪器的使用,以及水准测量、角度测量、距离测量、导线测量、坐标测量等测量方法的实施;第三部分是测量综合实习指导,详细介绍大比例数字测图的方法与过程;第四部分是实验报告。本书所包含的所有实验,不仅都详细列出了实验目的、内容、要求、条件与步骤及注意事项,还包括需要学生完成的实验报告与思考题。

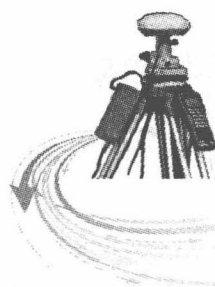
编 者

2012年12月

目 录

第一部分 测量实验实习须知	1
一、实验项目设置与内容	1
二、实验与实习方式及基本要求	2
三、测量仪器使用须知	2
四、测量记录与计算须知	3
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	8
实验三 经纬仪认识与使用	10
实验四 测回法观测水平角	14
实验五 全圆测回法观测水平角	17
实验六 竖直角测量	20
实验七 视距测量	23
实验八 全站仪认识与使用	26
实验九 全站仪控制测量	31
实验十 四等水准测量	34
实验十一 GPS 的认识及使用	36
实验十二 碎部测量	38
第三部分 测量综合实习指导	43
一、实习概述	43
二、大比例数字测图原理与方法	45
三、大比例数字测图实习过程	49
第四部分 测量实验报告	61
实验一 水准仪认识及使用实验报告	61
实验二 普通水准测量实验报告	63
实验三 经纬仪认识与使用实验报告	65
实验四 测回法观测水平角实验报告	67
实验五 全圆测回法观测水平角实验报告	69

实验六 竖直角测量实验报告	71
实验七 视距测量实验报告	73
实验八 全站仪认识与使用实验报告	75
实验九 全站仪控制测量实验报告	77
实验十 四等水准测量实验报告	79
实验十一 GPS 的认识及使用实验报告	81
实验十二 碎部测量实验报告	83
参考文献	85



第一部分

测量实验实习须知

一、实验项目设置与内容

本书适用于师范类院校地理科学、地理信息系统、资源环境与城乡规划管理等专业，由于各相近专业教学大纲的侧重点不完全相同，各院校测绘仪器配置及实验场所也有差异，为提高本书的适应性，将实验(实习)项目分为必修和选修两种类型。任课教师可根据课程教学大纲，灵活安排相应实验。

序号	实验项目	实验要求	主要内容及目的要求	主要仪器
1	水准仪认识及使用	必修	完成水准仪整平、认识、读数	DS ₃ 型水准仪
2	普通水准测量	必修	完成闭合水准路线测量	DS ₃ 型水准仪
3	经纬仪认识与使用	必修	掌握经纬仪的构造、各种部件的用途及使用方法	DJ ₆ 型光学经纬仪
4	测回法观测水平角	必修	掌握经纬仪的操作方法及水平度盘读数的配置方法；掌握测回法观测水平角的观测顺序、记录和计算方法	DJ ₆ 型光学经纬仪
5	全圆测回法观测水平角	选修	掌握全圆测回法观测水平角的操作顺序及记录、计算方法；弄清归零、归零差、归零方向值、2c 变化值的概念及各项限差的规定	DJ ₆ 型光学经纬仪
6	竖直角测量	必修	掌握竖直角测量的操作顺序及记录、计算方法；弄清指标差的概念及限差的规定	DJ ₆ 型光学经纬仪
7	视距测量	必修	掌握视距测量的观测方法和需要观测的数据；学会用计算器进行视距计算	DJ ₆ 型光学经纬仪
8	全站仪认识与使用	必修	认识全站仪主要操作部件及其作用；认识键盘按键功能；初步掌握全站仪的基本功能	全站仪
9	全站仪控制测量	选修	学会利用全站仪进行导线坐标的连续测量	全站仪
10	四等水准测量	选修	掌握双面尺法进行水准测量的观测、记录、计算和校核方法；熟悉四等水准测量的主要技术指标、观测方法；掌握测站及水准路线的检核方法	DS ₃ 型水准仪
11	GPS 认识与使用	必修	了解 GPS 接收机的构造及组成，初步掌握 GPS 接收机的操作方法；掌握 GPS 天线高量测方法；掌握 GPS 静态相对定位测量的方法	GPS 接收机
12	碎部测量	选修	掌握选择地形点的要领；掌握大比例尺地形图测绘方法	DJ ₆ 型光学经纬仪
13	数字测图	选修	掌握小地区大比例尺数字测图方法和数字成图软件的使用	全站仪、计算机、数字测图软件

二、实验与实习方式及基本要求

测绘工作是一项团体工作，讲究团队精神。因而，在实验过程中，要以小组为单位，小组内部以及小组之间要合理分工，互相配合。具体规则要求如下：

1. 实验或实习场地全部为室外，按 4~5 人为一个小组进行。
2. 实验或实习前，要认真阅读教科书相关章节和本实验指导书，搞清实验目的、要求、仪器，以及实验步骤与注意事项。
3. 实验或实习前，各小组应准备好计算器、铅笔、小刀等工具。
4. 实验或实习开始前，以小组为单位，由组长负责到测量实验室领取所需仪器，并做好仪器借用登记工作。
5. 实验或实习应在规定的时间和指定的场地内进行，各成员不得无故缺席或迟到、早退，禁止打闹玩耍，也不得擅自改变实验地点。
6. 实验或实习过程中或结束后，发现仪器或工具有损坏、遗失等情况，应及时报告指导教师。指导教师和仪器管理人员查明情况后，根据具体情况，做出相应的经济处罚和批评。
7. 实验或实习中，各小组长应根据实验内容，合理分工，并注意工作轮换。各小组成员要做到积极参与、相互配合。
8. 实验结束时，须将观测实验报告交给指导教师审查评阅，待老师同意后方可收拾仪器离开实验点，并及时向测量实验室归还仪器与工具。

三、测量仪器使用须知

为保证测量成果质量、提高测量工作效率和延长测量仪器的使用寿命，测量人员必须正确使用和精心爱护仪器。具体规则要求如下：

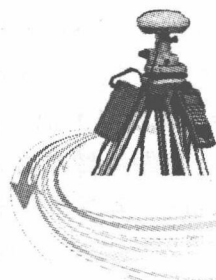
1. 领取测量仪器时，应认真检查仪器及脚架各部分是否完好、能否正常使用；检查仪器配件是否完备，电池电量是否能保证外业工作。
2. 从仪器箱内取出仪器前，应先看清仪器在箱内安放的位置和方向，以便仪器用毕后按原位置顺利装箱。
3. 取仪器时，应先放松制动按钮，以免强行扭转仪器部件而使仪器轴系受到损坏。
4. 用双手将仪器从箱内拿出，轻拿轻放，不要单手抓仪器，不要用手触摸或用纸擦拭仪器的目镜、物镜等光学部分。
5. 取出仪器后，应将仪器箱盖好，以免灰沙进入。仪器箱不能承重，不可坐人，更不可用来垫脚观测。
6. 安置仪器时，应旋紧中心连接螺旋使仪器和脚架连紧，否则很有可能使仪器自脚架滑落，受到严重损坏。
7. 架设仪器时，脚架腿的分开距离和高度应适中，既使仪器重心稳定，又便于观测。在松软地面安置仪器应将脚架腿脚尖踩实，在水泥等坚固路面安置仪器应防止脚架滑倒而摔坏仪器。
8. 沿道路设站时，测站和安放标尺的转点均应靠近路边，以免往返车辆和行人碰撞仪器。
9. 测量时仪器旁始终要有人守护。
10. 观测时，转动仪器前要松开制动螺旋，使用微动螺旋前要旋紧制动螺旋。目镜、物镜的调焦螺旋、基座的脚螺旋及各种微动螺旋尽可能只使用到中间部分，不可强行旋至两端，以免损坏螺旋。

11. 观测时, 转动仪器应平稳、用力均匀, 按规定方向旋转, 避免盲目转动。
12. 全站仪作业地点应避免高压线、变压器等强电磁场的干扰, 反光镜后面不应有反光镜或强光源; 不要随意改变仪器的常数设置, 也不要望远镜照准太阳或瞄准他人。
13. 远距离搬迁必须把仪器取下, 装回仪器箱后搬迁; 近距离搬站时, 可收拢三脚架, 连同仪器一并夹于腋下, 一手托住仪器一手抱住三脚架, 并使仪器在上脚架朝下呈微倾状态进行搬迁, 切不可将仪器扛在肩上进行搬迁; 但全站仪等贵重仪器, 即使近距离搬站, 也不能采用这种方式。
14. 用完仪器后, 应将各制动螺旋松开, 装箱后应轻轻试盖, 严禁强行装入; 在确认安放正确后再旋紧制动螺旋, 以免仪器在箱内自由转动, 受到损坏。
15. 清点箱内附件完毕后, 将仪器箱扣件扣紧并锁好, 以免再次使用提起仪器时, 发生箱盖自动打开而摔出仪器的严重事故。

四、测量记录与计算须知

为了保证测量记录与计算的准确性, 具体要求如下:

1. 外业记录必须用 2H 或 3H 铅笔。
2. 记录前须在观测手簿或制定的记录纸上填写实验日期、天气状况、班组号、观测者、记录者等内容。
3. 所有观测数据必须保证其真实性, 观测手簿应事先编好页码或装订成册。观测完毕后及时记录, 不得记录在草稿纸上然后转抄, 严禁伪造数据。
4. 记录数字应清晰工整, 不得涂改、擦拭和挖补数据。记录数字如有差错, 不准用橡皮擦去, 也不准在原数字上涂改。如发现错误, 应在错误数字上划一细线, 同时将正确数字记在其上方。
5. 严禁连环更改数据。如已修改了算术平均值, 则不能再更改计算算术平均值的任何一个原始数据; 若修改了某个观测值, 则不能再更改其算术平均值。
6. 及时对观测数据进行计算, 并将计算结果与相关限差进行比较, 只有在满足一个步骤的检核后, 方可进行下一步观测。
7. 记录观测数据应有效取位: 水准测量取至毫米; 角度测量取至秒; 分和秒都应该记满两位, 如 $1^{\circ}0'6''$ 应记录为 $1^{\circ}00'06''$; 距离测量取至毫米。
8. 测量计算时, 数字进位规则按照“四舍五入、单进双不进”的原则进行。如要求小数点后保留一位数, 则 12.13、12.16、12.15、12.45 等数据对应的最后结果分别为: 12.1、12.2、12.2、12.4。
9. 每站观测完毕后, 须现场完成规定的计算和检核, 若发现测量结果超限应立即重测。



第二部分 测量实验指导

测量实验是在课堂教学期间某一章节讲授之后安排的实践性教学环节。通过测量实验可以加深对测量基本概念的理解，巩固课堂所学的基本理论，初步掌握测量工作的操作技能，为学习测量课程的综合实习打好基础，以便更好地掌握测量课程的基本内容。

本部分共列出 12 个测量实验项目，其顺序基本按照课程教学的内容先后安排。部分实验项目为介绍新仪器和技术方法，各学校可根据各自的仪器情况选择。每项实验的学时数一般为 2 学时，实验小组人数一般为 4 人，但也应根据实验的具体内容以及仪器设备条件做灵活安排，以保证每人都能进行观测、记录、做辅助工作等实践。

实验基本上应由教师在理论学习完成后提前布置任务，学生需提前预习，明确实验内容和要求，熟悉实验方法，这样才能顺利完成实习任务，掌握实践技能。

实验一 水准仪认识及使用

实验学时：2 学时

实验类型：验证

实验要求：必修

一、实验目的

1. 掌握 DS₃ 型水准仪(微倾式或自动安平)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，应能准确地读出水准尺读数。
3. 初步掌握两点间高差测量的方法。

二、实验内容

- 4 人为一个实验小组，每人独立完成仪器整平、瞄准、读数。

三、实验要求

1. 认识仪器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，使符合水准管气泡居中后读数；实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

四、实验条件

1. DS₃ 型水准仪一台，水准尺一把。
2. 实验时间应在白天，无雨无大风，地点在校内广场。

五、实验步骤

(一)认识水准仪

水准仪是提供水平视线的仪器。水准仪有三种：微倾式水准仪、自动安平水准仪和电子水准仪。微倾式水准仪是用微倾螺旋手动精平；自动安平水准仪是利用补偿器自动精平；电子水准仪也称数字水准仪，是一种高科技数字化水准仪，配合条纹编码尺实现自动识别、自动记录，显示高程和高差，实现了高程测量外业完全自动化。工程常见的水准仪有 DS_{05} 、 DS_1 、 DS_3 ，“D”和“S”分别为大地测量仪器和水准仪汉语拼音的第一个字母，角码 05、1、3 表示仪器精度，为每千米高差中数的中误差。 DS_{05} 、 DS_1 适用于精密水准测量， DS_3 适用于普通水准测量，是常用的一种仪器。如图 2-1A、B 所示， DS_3 型水准仪由望远镜、水准器、基座三部分组成。

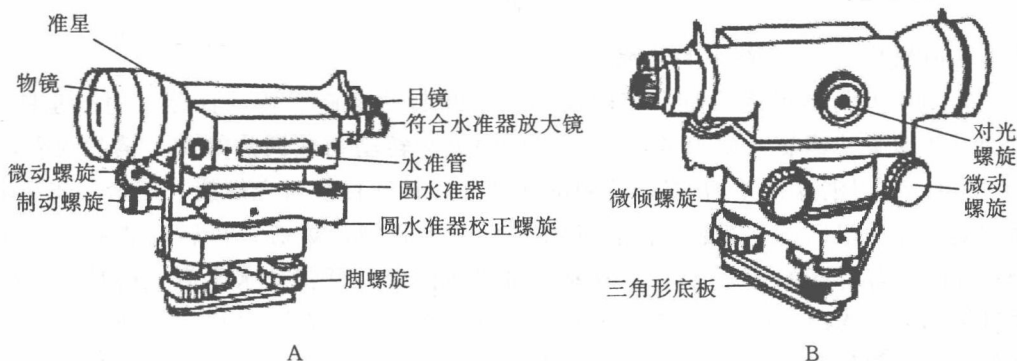


图 2-1 水准仪构造

(二)安置水准仪

在测站松开三脚架的蝶形螺旋，按观测者的身高调节三只脚的长度后，旋紧螺旋。安置脚架时，应使架头大致水平。当放入泥土地面时，应将三脚架的脚尖踩入土中，以防仪器下沉；当放入水泥地面时，如特别滑要采用防滑措施；当放入倾斜地面时，就将三脚架的一只脚安放在高处，另两只脚安置在低处。

打开仪器箱，记住仪器摆放位置，以便仪器装箱时按原位摆放。双手将仪器从仪器箱中平稳地拿出放在脚架架头，接着一手握住仪器，另一手将中心螺旋旋入仪器基座内旋紧，将其固定在三脚架上。安置时应使三脚架架头大致水平，才能保证脚螺旋粗略整平圆水准器；脚架跨度不能太大，避免摔坏仪器。

(三)粗略整平

粗平就是旋转脚螺旋使圆水准器气泡居中，从而使仪器大致水平。为了快速粗平，对于坚实地面，可固定脚架的两只脚，一手扶住脚架顶部，另一手握住第三只脚作前后左右移动，眼看着圆水准器气泡，使之离中心不远（一般位于中心的圆圈上即可），然后再用脚螺旋粗平。双手食指和拇指各拧一对脚螺旋，同时相向（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）

气泡移动的方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向一致。转动脚螺旋使气泡居中的操作规律是：气泡需要向哪个方向移动，左手拇指就向哪个方向转动脚螺旋。如图 2-2A，气泡偏离在 a 的位置，首先按箭头所指的方向同时转动脚螺旋①和②，使气泡移到 b 的位置，如图 2-2B，再按箭头所指方向转动脚螺旋③，使气泡居中。

从仪器构造上来说, 气泡在哪个方向, 则仪器哪个方向位置高; 脚螺旋顺时针方向(俯视)旋转, 则此脚螺旋位置升高, 反之则降低。

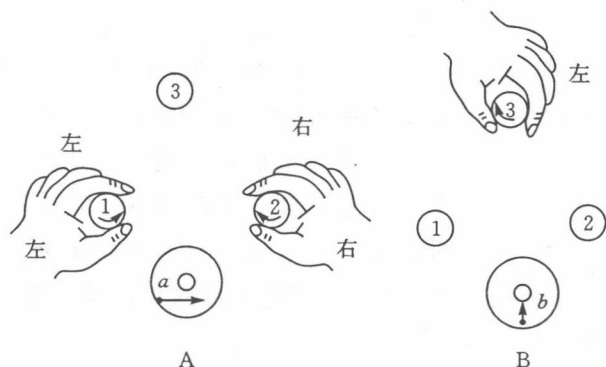


图 2-2 脚螺旋调整气泡

(四)水准仪的操作(瞄准、精平和读数)

瞄准——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)。照准光亮处, 转动目镜对光螺旋, 使十字丝清晰; 然后松开水平制动螺旋, 转动望远镜上部的初瞄器照准目标, 旋紧制动螺旋; 再转动物镜对光螺旋, 使目标成像清晰; 此时, 若目标的像不在望远镜视场的中间位置, 可转动水平微动螺旋, 对准目标。随后, 眼睛在目镜端上下移动, 检查十字丝与水准尺分划之间是否有相对移动, 如十字丝交点总是指在标尺物像的一个固定位置, 即无视差现象, 如图 2-3A 所示; 如十字丝横丝在标尺上错动就是有视差, 说明标尺物像没有呈现在十字丝平面上, 如图 2-3B 所示。若有视差将影响读数的准确性。消除视差时要仔细进行物镜对光使水准尺看得最清楚, 这时如果十字丝看不清楚或出现重影, 再旋转目镜对光螺旋, 直至完全消除视差为止, 最后利用微动螺旋使十字丝精确照准水准尺。

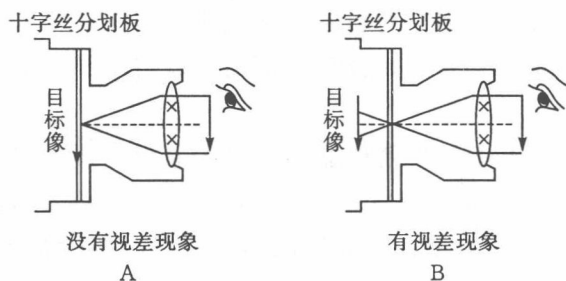


图 2-3 视差

精平——对于微倾式水准仪, 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。自动安平水准仪不需要这个步骤。

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, 即只读出米、分米、厘米的数值, 估读毫米的数值。对于自动安平水准仪, 自动补偿器正常工作时(显示框为全绿色, 而且如果圆水准器气泡居中调节好的话, 显示框中白线对缺口), 即可读数。读取四位数, 读数是分别估读毫米, 读出米、分米、厘米。读数时, 要特别注意不要错读单位和发生漏零现象, 扶尺人员应时刻注意尺面不可倾斜。如图 2-4 所示为倒水准尺, 十字丝中丝的读数为 0907 mm(或 0.907 m); 十字丝下丝的读数为 0989 mm(或 0.989 m); 十字丝上丝的读数为 0825 mm(或 0.825 m)。

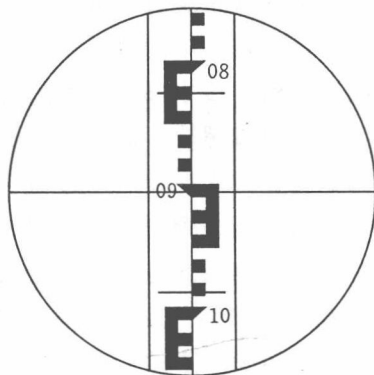


图 2-4 水准尺读数

综上所述,微倾式水准仪的基本操作程序为:

安置——粗平——精平——瞄准——读数

自动安平水准仪的基本操作程序为:

安置——粗平——瞄准——读数

(五)观测练习

在仪器两侧各立一把水准尺,分别进行观测(瞄准、精平、读数)、记录并计算高差。不动水准尺,改变仪器高度,同法观测。两次测得高差应小于 5 mm。

六、思考题

1. 如何快速整平水准仪?
2. 为什么微倾式水准仪每次读数前还要精平仪器?

七、实验报告

每位同学均要填写实验报告一,实验结束后将报告以小组为单位装订成册上交。

八、注意事项

1. 三脚架应支在平坦、坚固的地面上,架设高度应适中,架头应大致水平,安置仪器时应将仪器中心连接螺旋拧紧,防止仪器从脚架上脱落下来。
2. 水准仪为精密光学仪器,在使用中要按照操作规程作业,各个螺旋要正确使用。
3. 在读数前务必观察自动补偿器(自平式)是否正常工作或观察水准器的符合水准气泡(微倾式)是否严格符合后再读数。
4. 转动各螺旋时要稳、轻、慢,不能用力太大。
5. 遇到问题,及时向指导教师汇报,不能自行处理。
6. 水准尺必须要有人扶着,决不能立在墙边或靠在电杆上,以防摔坏水准尺。
7. 螺旋转到头要返转回来少许,切勿继续再转,以防脱扣。

实验二 普通水准测量

实验学时：2 学时

实验类型：综合

实验要求：必修

一、实验目的

1. 进一步熟练掌握 DS₃ 型水准仪的基本构造，认识其主要部件的名称、作用和水准仪的使用方法。
2. 掌握水准测量的施测方法、记录和计算方法。
3. 熟悉高差闭合差调整及高程计算的方法。

二、实验内容

- 4 人为一实验小组，完成闭合水准路线测量。

三、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 $f_h = \pm 40 \sqrt{L}$ mm，山地 $f_h = \pm 12 \sqrt{n}$ mm。

四、实验条件

1. DS₃ 型水准仪一台，水准尺一对，钢尺一把，自备铅笔、计算器和记录计算纸张。
2. 实验时间应在白天，无雨无大风；地点在校内广场。

五、实验步骤

(一) 拟定施测路线

教师给出指定的闭合水准路线待测水准点和已知水准点，并带领学生熟悉各点所在位置。全组共同施测一条闭合水准路线，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。人员分工为：两人扶尺，一人记录，一人观测。施测 1~2 站后轮换工作。

(二) 施测第一站

在起始点和第一个待定点分别立水准尺，在距该两点大致等距离处安置仪器，观测者应首先整平仪器，然后照准后视尺，对光、调焦、消除视差。立尺者在前、后视点竖立水准尺（注意已知水准点和待测水准点上均不可放尺垫），分别观测得后视尺上的中丝读数和前视读数，计算高差；改变仪器高度（或换水准尺另一面），再读取后、前视读数，计算高差。检查互差是否超限。计算平均高差。

(三) 计算高差

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。

(四) 继续施测

仪器迁至第二站，第一站的前视尺不动变为第二站的后视尺，第一站的后视尺移到转点 2 上，变

为第二站的前视尺,按与第一站相同的方法进行观测、记录、计算。

按以上程序依选定的水准路线方向继续施测,直至回到起始水准点 1 为止,完成最后一个测站的观测记录。

(五)成果校核

观测结束后,立即算出高差闭合差 f_h 。如果 f_h 小于 $f_{h允}$,说明观测成果合格,即可算出各立尺点高程(假定起点高程为 100 m)。否则,要进行重测。

六、思考题

为什么要把水准仪架设在与前、后尺距离大致相等的位置?

七、实验报告

按小组填写一份实验报告二,实验结束后提交。

八、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,应使符合水准管气泡居中,并消除望远镜视差。
2. 水准测量工作要求全组人员紧密配合,互谅互让,禁止闹意见。
3. 中丝读数一律取四位数,记录员也应记满四个数字,“0”不可省略。
4. 水准测量记录要特别细心,当记录者听到观测者所报读数后,要回报观测者,经默许后方可记入记录表中。观测者应注意复核记录者的记录数字。
5. 立尺员思想集中,立直水准尺。如使用尺垫,则注意已知水准点和待定水准点处不放尺垫。仪器未搬迁,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。
6. 水准测量记录中严禁涂改、转抄,不准用钢笔、圆珠笔记录,字迹要工整、整齐、清洁。
7. 在转点上立尺,读完上一站前视读数后,在下站的测量工作未完成之前绝对不能碰动尺垫或弄错转点位置。
8. 为校核每站高差的正确性,可采用变换仪器高方法进行施测,以求得平均高差值作为本站的高差。
9. 限差要求:同一测站两次仪器高所测高差之差应小于 5 mm;水准路线高差闭合差的允许值为 $f_{h允} = \pm 40 \sqrt{L}$ (或 $\pm 12 \sqrt{n}$) mm,超限应重测。

实验三 经纬仪认识与使用

实验学时：2 学时

实验类型：验证

实验要求：必修

一、实验目的

1. 掌握 DJ₆ 型光学经纬仪的基本构造、各操作部件的用途及使用方法。
2. 掌握经纬仪的安置方法，学会使用光学经纬仪。

二、实验内容

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

三、实验要求

1. 认识经纬仪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。

四、实验条件

1. 4 人一组，每组配备 DJ₆ 型光学经纬仪一台、花杆两根与测钎两根，自备铅笔和计算器。
2. 实验时间应在白天，无雨无大风；地点在校内广场。

五、实验步骤

(一) 认识仪器

DJ₆ 型光学经纬仪由照准部、水平度盘和基座三大部分组成(如图 2-5)。

1. 照准部

照准部主要部件有望远镜、照准部水准管、竖直度盘、读数设备等。

①望远镜由物镜、目镜、十字丝分划板、调焦透镜组成。望远镜的主要作用是照准目标，望远镜与横轴固定在一起，由望远镜制动螺旋和微动螺旋控制其做上下转动。照准部可绕竖轴在水平方向转动，由照准部制动螺旋和微动螺旋控制其水平转动。

②照准部水准管用于精确整平仪器。

③竖直度盘是为了测竖直角设置的，可随望远镜一起转动。另设竖盘指标自动补偿器装置和开关，借助自动补偿器使读数指标处于正确位置。

④读数设备，通过一系列光学棱镜将水平度盘和竖直度盘及测微器的分划都显示在读数显微镜内，通过仪器反光镜将光线反射到仪器内部，以便读取度盘读数。

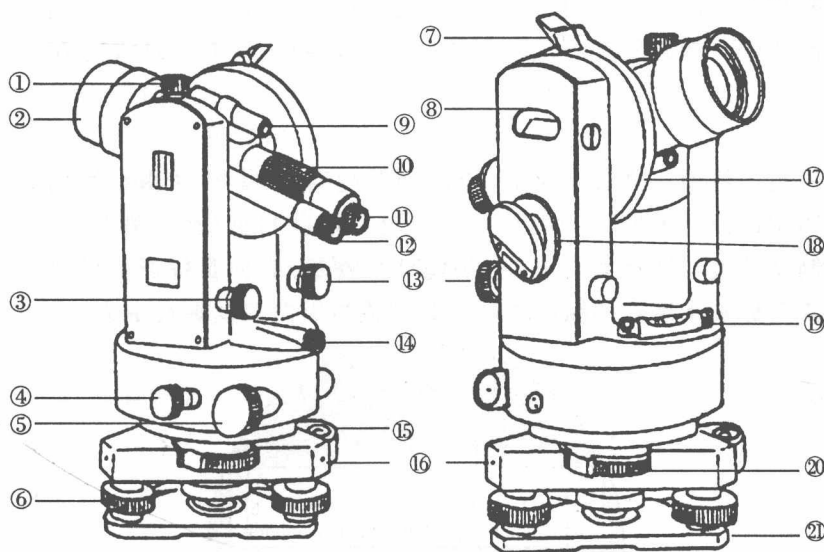
⑤另外为了能将竖轴中心线安置在过测站点的铅垂线上，在经纬仪上都设有对点装置。一般光学经纬仪都设置有垂球对点装置或光学对点装置，垂球对点装置是在中心螺旋下面装有垂球挂钩，将垂球挂在钩上即可；光学对点装置是通过安装在旋转轴中心的转向棱镜，将地面点成像在对点分划板上，通过对中目镜放大，同时看到地面点和对点分划板的影像，若地面点位于对点分划板刻划中心，并且水准管气泡居中，则说明仪器中心与地面点位于同一铅垂线上。

2. 水平度盘

水平度盘是一个光学玻璃圆环，圆环上按顺时针刻划注记 $0^\circ \sim 360^\circ$ 分划线，主要用来测量水平角。观测水平角时，经常需要将某个起始方向的读数配置为预先指定的数值，称为水平度盘的配置，水平度盘的配置机构有复测机构和拨盘机构两种类型，北光仪器采用的是拨盘机构，当转动拨盘机构变换手轮时，水平度盘随之转动，水平读数发生变化，而照准部不动，当压住度盘变换手轮下的保险手柄，可将度盘变换手轮向里推进并转动，即可将度盘转动到需要的读数位置上。

3. 基座

基座是支承仪器的底座，主要由基座、圆水准器、脚螺旋和连接板组成，照准部同水平度盘一起插入轴座，用固定螺丝固定。圆水准器用于粗略整平仪器，三个脚螺旋用于整平仪器，从而使竖轴竖直，水平度盘水平。连接板用于将仪器稳固的连接在三脚架上。



①望远镜制动螺旋；②望远镜物镜；③望远镜微动螺旋；④水平制动螺旋；⑤水平微动螺旋；⑥脚螺旋；⑦竖盘水准管观察镜；⑧竖盘水准管；⑨瞄准器；⑩物镜调焦环；⑪望远镜目镜；⑫度盘读数镜；⑬竖盘水准管微动螺旋；⑭光学对中器；⑮圆水准器；⑯基座；⑰垂直度盘；⑱度盘照明镜；⑲平盘水准管；⑳水平度盘位置交换轮；㉑底座底板

图 2-5 DJ₆ 型光学经纬仪构造图

(二) 安置仪器

各小组在给定的测站上架设仪器(从箱中取经纬仪时，应注意仪器的装箱位置，以使用后装箱)。在测站点上撑开三脚架，高度应适中，架头应大致水平；然后把经纬仪安放到三脚架的架头上。安放仪器时，一手扶住仪器，一手旋转位于架头底部的连接螺旋，使连接螺旋穿入经纬仪基座压板螺孔，并旋紧螺旋。

(三) 熟悉仪器

对照实物正确说出仪器的组成部分、各螺旋的名称及作用。

(四) 对中

有垂球对中和光学对中器对中两种方法，此实验采用光学对中器对中。光学对中器对中方法如下：

1. 将仪器中心大致对准地面测站点。
2. 通过旋转光学对中器的目镜调焦螺旋，使分划板对中圈清晰；通过推、拉光学对中器的镜管进行对光，使对中圈和地面测站点标志都清晰显示。