

测量学实验指导

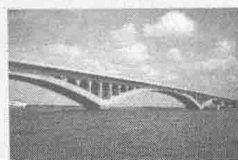
李栋梁 徐 琪 主 编



南京大学出版社

测量学实验指导

主 编 李栋梁 徐 琪
副主编 陈 建 肖 晖



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验指导 / 李栋梁, 徐琪主编. — 南京 :
南京大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-305-18967-8

I. ①测… II. ①李… ②徐… 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(2017)第 163535 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号
出 版 人 金鑫荣

邮 编 210093

书 名 测量学实验指导
主 编 李栋梁 徐 琪
责任编辑 吕立刚 荣卫红

编辑热线 025-83685720

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 宜兴市盛世文化印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 6.5 字数 150 千
版 次 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-18967-8
定 价 20.00 元

网址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

目 录

第一部分 测量实验实习基本要求

第二部分 认知篇

实验一 水准仪的认识与使用	4
实验二 经纬仪的认识与使用	8
实验三 全站仪的认识与使用	12
实验四 数字水准仪的认识与使用	17
实验五 静态接收机的认识与使用	20
实验六 RTK 系统的认识与操作	23

第三部分 基础篇

实验七 普通水准测量	26
实验八 四等水准测量	30
实验九 水准仪的检验与校正	33
实验十 测回法观测水平角	37
实验十一 竖直角测量	41
实验十二 图根导线布设及平差	44
实验十三 经纬仪测绘法测绘地形图	50
实验十四 全站仪数字化测图	55
实验十五 利用 CASS 软件绘制地形图	59
实验十六 平面位置测设	63
实验十七 高程测设	66
实验十八 全站仪纵横断面测量	69

第四部分 综合篇

测量学综合实习	73
附录一 测量综合实习用表格	83
附录二 CASS9.0 的野外操作码	93

第一部分 测量实验实习基本要求

一、测量实验实习目的

测量学的主要任务是测定地面点的平面位置和高程,将地球表面的地形及其他信息测绘成图,是一门实践性很强的专业技术基础课程。测量学教学的实践环节一般包括实验与实习,实验环节穿插在理论授课过程中,实习环节独立进行,通过实验与实习过程中的外业操作和内业数据处理,来进一步巩固课堂上所学的理论知识,从而掌握测量仪器操作的基本方法和测量作业的基本流程。

二、测量仪器的领用

1. 根据测量实验项目指导书中指定的测量仪器,以小组为单位凭证件到测量仪器室领取,仪器领借由组长负责办理,并填写仪器领借登记记录本,借领人是测量仪器的直接责任人。

2. 借领时,应在当场对仪器进行检查,包括仪器型号、工具附件等是否与仪器清单对应和齐全,脚架是否完好,背带、提手是否牢固,如有缺损,须当场向实验仪器管理人员反映,立即补领或更换,并将实际情况告知实验教师。

3. 搬运仪器应姿势规范、轻拿轻放,避免震动;在室外搬运仪器还要注意车辆、行人等;实验、实习过程中应妥善保护仪器工具,不得转借或与其他小组交换。

4. 实验、实习结束后,应及时收装并清点仪器,工具上的泥土需清理干净再交还仪器室,并办理相关的归还手续,如在实验中发生仪器损坏或丢失,视情节按照有关规定处理。

三、测量仪器的使用与维护

测量仪器、用具是贵重的精密仪器,对于测量人员来说应能做到正确使用、精心爱护和科学保养;这已经成为测量工作者必备的基本素质和技能。正确地使用测量仪器,不仅能保证测量成果的质量,还能提高作业效率、延长仪器的使用年限,因此要严格遵守测量仪器使用规定。

1. 必须爱护测量仪器,防止振动、日晒、雨淋,不应坐在仪器箱子上。

2. 开箱拿取仪器

(1) 先将三脚架安置稳妥,高度适中。在平坦的地方打开仪器箱,取出仪器前应看清仪器在箱中的位置,以免装箱时发生困难。

(2) 从箱中取出仪器,不可握拿望远镜,应握住基座或望远镜的支架,取出仪器后小心地安置在三脚架上,并立即旋紧仪器与三脚架的中心连接螺旋。

3. 野外作业

(1) 仪器上的光学部分(如镜头等)严禁用手帕、纸张等物品擦拭,以免损坏镜头上的药膜。

(2) 作业时须握住支架转动,不得握住望远镜旋转,使用仪器各螺旋必须十分小心,应有轻重感。

(3) 仪器所在地必须时时有人,做到人不离仪器,并防止其他无关人员使用仪器。

(4) 在太阳下或细雨下使用仪器时,必须撑伞,特别注意仪器不得受潮。

(5) 严格禁止用望远镜看太阳等强光源,否则后果自负。

4. 搬移仪器

(1) 搬移仪器前应使望远镜物镜对向度盘中心。若为水准仪,物镜应向后。

(2) 搬移仪器时先检查一下连接螺旋,必须一手握住仪器的基座或支架,一手抱住三脚架,近于垂直地稳妥地搬移,不得横放在肩上,以免损坏仪器。当距离较长时,必须装箱搬移。

(3) 搬移仪器时须带走仪器箱及有关工具。

5. 使用完毕

(1) 应清除仪器及箱子上的灰尘、脏物和三脚架上的泥土,使基座的脚螺旋处于大致相同的高度。

(2) 松连接螺旋,卸下仪器装入箱子后,应该旋紧有关的制动螺旋。

(3) 箱门要关紧,并立即扣上门扣或上锁。

(4) 工作完毕应检点一切附件与工具,以防遗失。

6. 其他工具

(1) 钢卷尺使用时,应防止扭转打结和折断,丈量时防止行人践踏和车辆压过,量好一段时必须提起钢尺行走,不得沿地面拖走,以免损坏钢尺刻划。

(2) 钢卷尺使用完毕,必须用抹布擦去尘土,涂油防锈。

(3) 水准尺、花杆等木制品不可受横向压力,以免弯曲变形,也应该轻取轻放。

(4) 一切仪器工具必须保持完整、清洁,不得任意放置,并由专人保管,小件工具如测钎、垂球等尤应防止遗失。

7. 一切仪器工具若发生故障,应及时向指导教师或实验室工作人员汇报,不得自行处理,若有损坏、遗失应写书面检查,进行登记并酌情赔偿。

四、测量记录与计算规则

测量资料的记录是外业观测成果的记载和内业计算的依据,为保证测量原始数据的绝对可靠,测量数据的记录必须遵循以下规则:

1. 外业记录必须记录在记录手簿上,不得用其他纸张记录,严禁转抄。
2. 野外测量记录及计算均用 2H 或 3H 铅笔记载,字体应工整、清晰,不许用连笔字,字的大小占格子的一半,字脚靠近底线,留出空白作改正错误用。
3. 记录观测数据之前,应首先将表头内容填写齐全,不得漏记或补记。
4. 记录数字应齐全,表示精度或占位的 0 不能省略,如水准测量读数 0346 或 1650,角度读数如 $0^{\circ}00'30''$ 或 $35^{\circ}46'00''$,其中的“0”均不能省略,度分秒的符号可以不写。
5. 记录员听取读数后应边记录边回报读数,以防听错记错。
6. 禁止擦除、涂改已记录的数据,如果发现错误,应在错误的读数处用细横线划去,并在原数字上方写出正确的数字,不得就字改字,禁止连环更改,记录数据修改后应在备注栏注明修改原因,如测错、记错、超限等。
7. 原始观测数据的尾数不得更改,读错后必须重新测量并记录,如角度测量时,秒位数字读错,则重测该测回;水准测量时,毫米位读错,则重测该测站。
8. 每站或每测回观测完毕后,必须当场完成规定的计算和检核,方可搬站。
9. 记录手簿应妥善保管,不得记录与实验无关的内容。
10. 测量数据的计算按照 0~4 舍 6~9 入,5 前奇进偶不进的原则,如 1.325 和 1.335 取小数点后两位结果分别为 1.32 和 1.34。

第二部分 认知篇

实验一 水准仪的认识与使用

知识目标

水准仪的种类、水准仪的等级、DS3 水准仪的结构组成、水准仪的安置及读数方法。

能力目标

通过本实验内容的学习实践应使学生具备科学实验的初步能力,正确规范地安置和操作水准仪,培养动手能力和团队协作能力。

一、实验目的

了解 DS3 水准仪的构造,认识仪器主要部件的名称及作用,掌握 DS3 水准仪的使用方法,为以后使用自动安平水准仪、数字水准仪打下基础。

二、实验计划与实验仪器

1. 学时与人数

实验为 2 学时,每小组 4~6 人,小组成员轮流进行仪器操作、立尺、观测、记录计算。

2. 实验仪器

每组 1 台 DS3 水准仪及配套三脚架,双面尺 1 对,尺垫 1 对,记录板 1 块,记录手簿 1 张及铅笔等。

三、实验方法与步骤

1. 认识水准仪各部件名称及作用

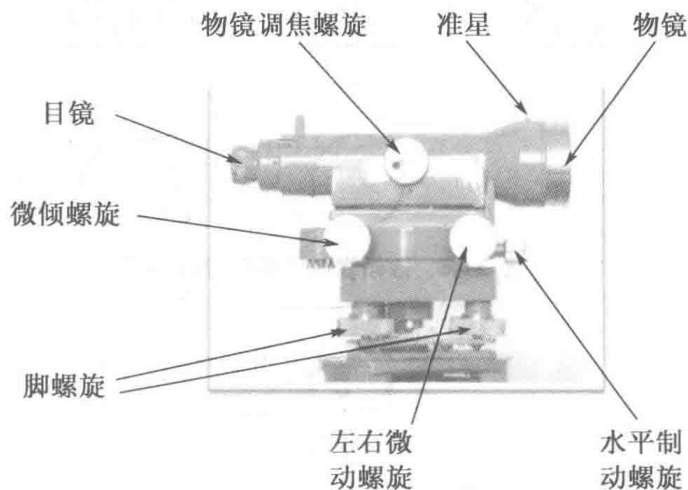


图 2-1 DS3 水准仪

对照实物和图 2-1 熟悉 DS3 水准仪的构造及各部分组成的功能。

2. 水准仪的安置及读数

(1) 安置水准仪脚架,注意脚架的高度及开度,确认脚架安置稳定后,将仪器安置到脚架上。

(2) 粗平:使用脚螺旋,先调整两个,双手做对称运动,再左手调整另一个,调整的原则是气泡移动方向与左手大拇指移动方向相同,如图 2-2 所示。

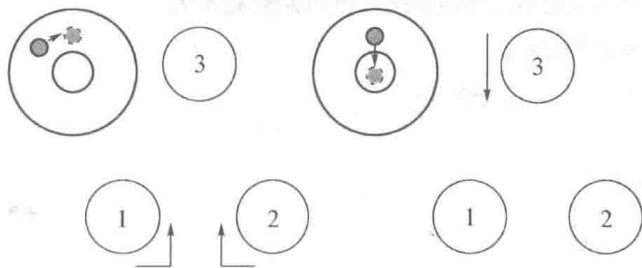


图 2-2 水准仪粗平示意图

(3) 望远镜调焦与瞄准。

① 调节目镜,使望远镜内十字丝像清晰。

② 瞄准:先粗瞄再精瞄。通过望远镜上方的缺口和准星瞄准水准尺,然后转动望远镜调焦螺旋,使尺像更清楚,转动望远镜水平微动螺旋,使十字丝竖丝对准水准尺。

③ 消除视差:交替调节目镜、物镜调焦螺旋,使十字丝和尺子的像都清楚。

(4) 精平与读数:读数之前用微倾螺旋调节水准管使气泡居中(如图 2-3 所示),然后读取后视与前视读数,读数方法见图 2-4。

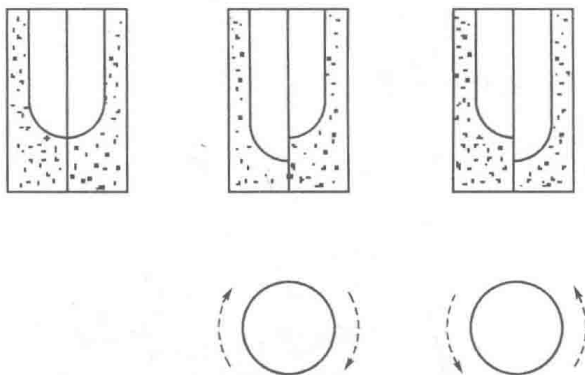


图 2-3 微倾螺旋的调整方向

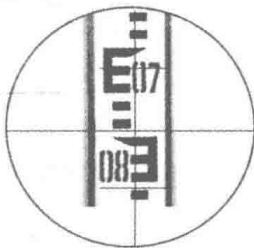


图 2-4 水准仪读数示例(0792)

四、注意事项

1. 每次读数前,必须使长水准管气泡居中。
2. 读数时水准尺应扶直,防止倒立。
3. 读数以米为单位,读取小数点后三位(读至毫米)。
4. 瞄准目标必须消除视差。
5. 视线长度一般不宜大于 80 米。

五、实验成果

实验成果包括实验项目表格及实验报告。实验结束后,需上交测量实验数据和实验报告,实验用表格见表 2-1。

表 2-1 水准测量读数练习

日期:_____年____月____日 _____专业_____级_____班_____组 天气:_____

仪器型号:_____ 观测者:_____ 记录者:_____ 立尺者:_____

测站	点号	水准尺读数		高差		备 注
		后视 <i>a</i>	前视 <i>b</i>	+	-	

实验二 经纬仪的认识与使用

知识目标

经纬仪的种类、经纬仪的等级、DJ6 经纬仪的结构组成、经纬仪的安置及读数方法。

能力目标

通过本实验内容的学习实践应使学生具备科学实验的初步能力,能够正确、规范地完成经纬仪的安置工作,为测绘仪器的安置打下基础,并加强动手能力的培养。

一、实验目的

了解光学经纬仪的基本构造及各组成部分的作用,掌握经纬仪的操作方法。

二、实验计划与实验仪器

1. 学时与人数

实验为 2 学时,每小组 4~6 人,小组成员轮流进行仪器操作。

2. 实验仪器

每组 1 台经纬仪(或全站仪)及配套三脚架。

三、实验方法与步骤

1. 认识 DJ6 经纬仪各部件名称及作用

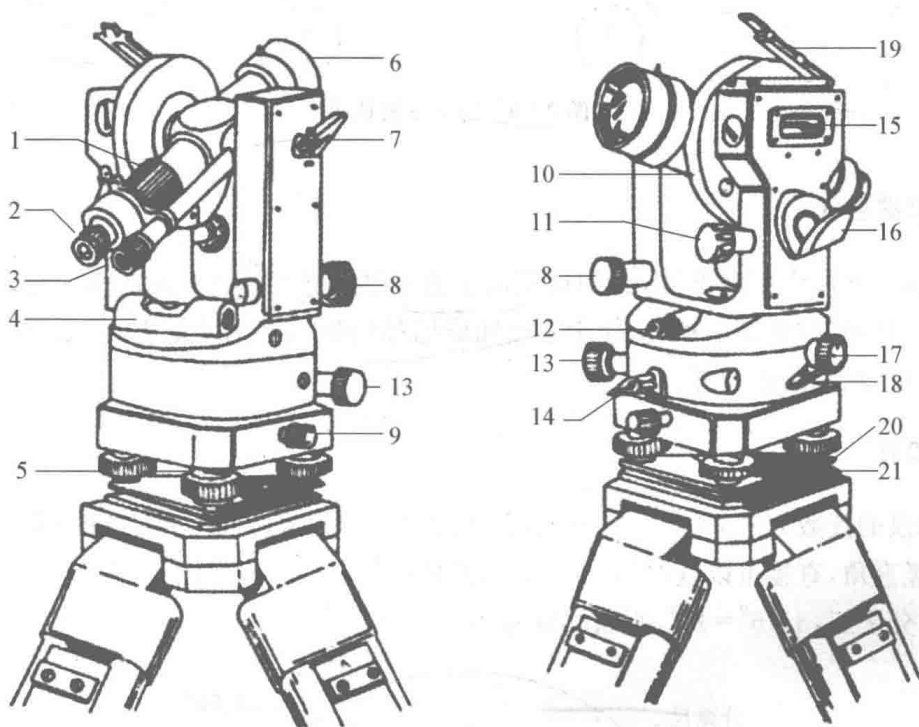


图 2-5 经纬仪的构造

1—对光螺旋 2—目镜 3—读数显微镜 4—照准部水准管 5—脚螺旋 6—望远镜物镜 7—望远镜制动螺旋 8—望远镜微动螺旋 9—中心锁紧螺旋 10—竖直度盘 11—竖盘指标水准管微动螺旋 12—光学对中器目镜 13—水平微动螺旋 14—水平制动螺旋 15—竖盘指标水准管 16—反光镜 17—度盘变换手轮 18—保险手柄 19—竖盘指标水准管反光镜 20—托板 21—压板

对照实物和图 2-5 熟悉 DJ6 经纬仪的构造及各组成部分的功能。

2. 每个同学都应独立完成经纬仪的对中整平工作

对中整平的步骤如下：

- (1) 用三脚架或脚螺旋使光学对中器分划板上的圆心或十字丝交点对准测点。
- (2) 用三脚架腿的伸缩部分调节三脚架腿的长度,使仪器基本水平(即圆水准器气泡居中)。
- (3) 用脚螺旋使经纬仪精确整平(长水准管在任意一个方向都居中,调整方法见图2-6)。
- (4) 在架头上平移仪器,使仪器精确对中。

(5) 重复第 3、4 步,达到精确对中和整平。

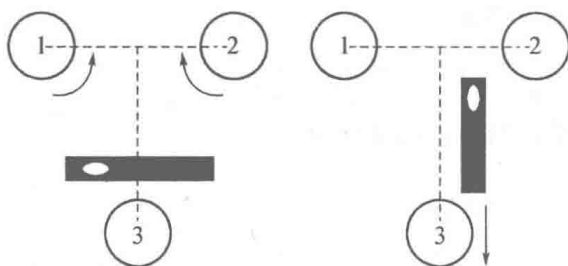


图 2-6 用脚螺旋精平

3. 瞄准目标

先粗瞄(利用十字瞄准器,在望远镜的上方),然后锁定水平、垂直制动旋钮,再调焦(交替调节目镜、物镜调焦螺旋,使十字丝和成像都清晰),并消除视差,然后调节水平、垂直微动螺旋,精确瞄准目标。

4. 读数

经纬仪的读数方法如图 2-7 所示,上面为水平角读数,下面为竖直角读数,最后一位估读,如竖直角,直接可以读取的是 $89^{\circ}05'$,然后在 $1'$ 的格子里,指标分划线估计位置为一整分的十分之三, $3 \times 6'' = 18''$,所以读数为: $89^{\circ}05'18''$ 。

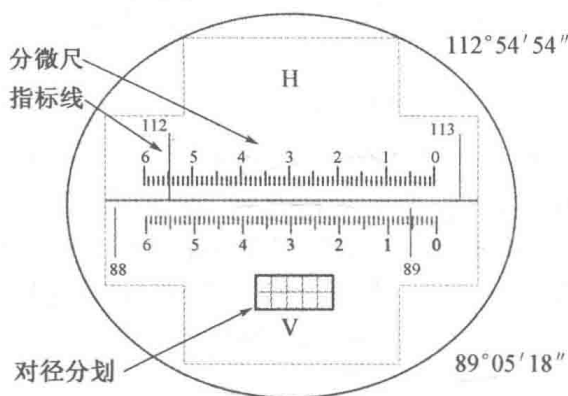


图 2-7 DJ6 经纬仪读数示例

5. 区分盘左和盘右

区分盘左和盘右,竖直度盘在望远镜观测方向的左边为盘左,在望远镜观测方向的右边为盘右。

四、注意事项

1. 仪器安置到三脚架上,必须旋紧连接螺旋使其牢固,脚架的高度和开度要适宜。

- 2. 仪器的对中、整平过程会相互影响,因此,在最初架设仪器时应移动架腿寻找对中点并使仪器大致水平。
- 3. 仪器整平后,仪器转动到任意位置时的气泡偏歪不能超过 1 格。
- 4. 垂球对中误差不大于 3 mm,用光学对中器对中误差不大于 1 mm。

五、实验成果

实验成果包括实验项目表格及实验报告。实验结束后,需上交测量实验数据和实验报告,实验用表格见表 2-2。

表 2-2 经纬仪读数练习

日期: 年 月 日 专业 级 班 组 天气: 仪器型号: 观测者: 记录者:

测站	目标	竖盘位置	水平度盘读数	竖直度盘读数	备 注
			° ' "	° ' "	
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			
		左			
		右			

实验三 全站仪的认识与使用

知识目标

全站仪的结构组成,全站仪的类型,常见全站仪的品牌及特点,全站仪的安置、仪器功能设置以及距离、高差、角度的读数方法。

能力目标

通过本实验内容的学习实践应使学生具备全站仪对中、整平的基本能力,并初步具备测绘仪器的安置能力;同时,初步培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

一、实验目的

掌握全站仪的对中、整平工作,了解全站仪的组成及各部分的作用,掌握全站仪设置和基本操作方法。

二、实验计划与实验仪器

1. 学时与人数

实验为 2 学时,每小组 4~6 人,小组成员轮流进行仪器设置、观测、记录等工作。

2. 实验仪器

每组 1 台全站仪及配套三脚架,棱镜及跟踪杆 1 套,记录板及测距、测角记录手簿各 1 张,记录版 1 块,铅笔等。

三、实验方法与步骤

1. 仪器安置,在测站点上安置仪器,对中整平,具体步骤如下:

(1) 用三脚架或脚螺旋使光学对中器(或激光对中器)分划板上的圆心或十字丝交点

