

高等院校地理学实验教学改革规划教材

地理科学 综合实验教程

主 编 陈洪全



南京大学出版社

非
外
借

江苏省高校自然科学研究重大项目

“江苏沿海大规模围垦下潮滩沉积动力过程及生态修复研究（14KJA170006）”资助支持

高等院校地理学实验教学改革规划教材

地理科学 综合实验教程

主 编 陈洪全

参 编 彭 俊 许 勇 朱天明



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理科学综合实验教程 / 陈洪全主编. — 南京 :
南京大学出版社, 2017. 2

高等院校地理学实验教学改革规划教材

ISBN 978-7-305-18243-3

I. ①地… II. ①陈… III. ①地理学—实验—高等学
校—教学参考资料 IV. ①K90-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 020285 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 金鑫荣
丛 书 名 高等院校地理学实验教学改革规划教材
书 名 地理科学综合实验教程
主 编 陈洪全
责任编辑 刘 飞 蔡文彬 编辑热线 025-83686531

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京玉河印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 19 字数 440 千
版 次 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-18243-3
定 价 48.00 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

前 言

地理学是一门研究地球表层自然要素与人文要素相互作用与关系及其时空规律的科学,其研究对象为大气圈、水圈、岩石圈、生物圈和人类圈所构成的统一整体。地理学分为自然地理学、人文地理学、地理信息科学。环境科学、海洋科学、生态科学是地理学重要的相邻科学。近几十年来,随着全球人口、资源、环境和发展等诸多问题的出现,地理学在解决全球环境变化等重大科学问题以及区域协调可持续发展等社会需求方面发挥着越来越重要的作用。

地理学具有明显的区域性、实践性和综合性三大特征,因此,实验教学和实践能力培养成为地理学教学的重要手段和任务。

地理实验类型丰富,包括课堂实验、野外实习、综合训练等。实验教学的手段包括实物模型的展示演示、运用地理仪器设备进行实验分析、模拟地理过程及其响应等。实验项目设置分为开发性和综合设计性实验,前者以培养学生良好的科学实验规范和训练学生的基本实验技能为主要目标,使学生掌握基本知识,熟悉实验仪器,学会实验、实习方法,为综合性和设计性实验准备条件、打好基础。综合性和设计性实验的特点是综合化与现代化,主要内容是将各分支学科重要知识有机结合在一起,具有多学科交叉和多技术手段融合的特征,以拓展学生的学习视野。通过综合性实验,学生不仅可以获得综合知识,更重要的是培养学生综合运用地理知识的能力、综合实验能力和综合创新能力。

本书编写的目的在于改变传统的实验课程教学理念,构建学科交叉、一体化、多层次的综合实验教学体系,推进实验教学的课程体系、教学内容、教学方式、实验教学管理等方面改革。本书主要涉及测量学、遥感学、地理信息系统、海洋地质学、海洋调查方法、海洋环境影响评价等勘测、观测、理化分析、空间分析、制图、空

间统计、GIS 模拟与建模。实验教学体系分为三个层次,第一层次:基础理论与操作技能。主要要求学生熟悉实验设备的基本原理,掌握基本的操作技能,并能够对实验现象和数据进行处理,目的是培养学生基本观察实验现象的能力和基础的实验操作技能。第二层次:系统设计与综合应用。要求学生自行完成实验设计、制作和调试实验器材,分析实验结果、完成实验报告,目的是培养学生理论联系实际和分析问题、解决问题的能力,加深对基础理论和基本规律的理解。第三层次:研究性与创新性实践。主要是为学生提供综合设计、开发研究的平台,通过实验选修课、学生课外科技活动、吸纳学生参加教师的科研工作等方式进行,学生可根据自己的兴趣或科技竞赛的内容自主选题,自拟实验步骤、自构实验平台,目的是培养学生对理论、规律和方法的集成和创新能力。

本书依托地理科学省级实验示范中心,为地理科学及相邻专业学生提供实验教学指导。本书力求改变传统实验教材存在的单科实验教学碎片化,将相关实验系列化、综合化,同时兼顾实验教学与综合训练,培养学生综合运用能力。本书的最大特色在于更好地结合区域,实验项目及案例选择紧密联系江苏沿海地区资源环境和社会经济发展实际,为服务江苏沿海开发战略及长三角一体化战略提供有力帮助。

全书内容分为六篇,即第一篇测量实验、第二篇海洋水文泥沙实验、第三篇海洋沉积物实验分析、第四篇海洋水质环境实验、第五篇遥感实验、第六篇地理信息系统实验。每个实验分为实验目的、实验准备、实验步骤、实验注意事项和实验成绩评定五个环节。

本书由盐城师范学院地理科学省级实验示范中心负责人陈洪全教授担任主编,负责全书设计、任务分工、统稿、定稿。第一篇、第二篇由彭俊副教授执笔,第三篇、第四篇由陈洪全教授、彭俊副教授执笔,第五篇由许勇教授执笔,第六篇由朱天明副教授执笔。本书编写过程中,参考了许多相关文献,一并表示谢意。

地理科学类综合实验教材是一种探索,由于水平限制,难免存在不足,敬请指正。

陈洪全

2016 年 11 月

目 录

第一篇 测量实验	1
第一章 水准仪的使用与普通水准测量	1
第二章 经纬仪的使用与水平角观测	6
第三章 GPS 信标机的使用和定位测量	11
第四章 测深仪的认识与水深测量	15
第五章 全站仪的使用	23
第二篇 海洋水文泥沙实验	29
第一章 声学多普勒流速仪(ADCP)的使用及数据处理	29
第二章 光学后向散射浊度计(OBS-3A)的使用和数据处理	40
第三章 激光悬沙粒度仪 LISST-100X 的使用	47
第四章 浪潮仪(SBE-26)的使用	57
第三篇 海洋沉积物实验分析	63
第一章 沉积物粒度分析及沉积物类型	63
第四篇 海洋水质环境实验	73
第一章 多参数水质检测仪(Manta2)的使用	73
第二章 应用荧光法测定海水叶绿素 a 浓度	82
第五篇 遥感实验	86
第一章 ENVI 基本操作	86
第二章 遥感影像的增强处理	97

第三章 遥感影像的裁剪与波段运算·····	108
第四章 遥感影像的几何校正·····	117
第五章 遥感影像的大气校正·····	127
第六章 遥感影像的监督分类·····	135
第七章 遥感影像的非监督分类·····	144
第六篇 地理信息系统实验 ·····	153
第一章 GIS 基础知识导论·····	153
第二章 ArcMAP 实习 ·····	163
第三章 使用 ArcMap 浏览地理数据·····	170
第四章 地理空间数据处理·····	183
第五章 点、线、多边形要素的输入和编辑·····	191
第六章 我国不同空间尺度地图投影变换·····	204
第七章 空间分析·····	222
第八章 缓冲叠置分析·····	230
第九章 栅格空间分析·····	241
第十章 网络分析·····	267
第十一章 定向网络分析·····	270
第十二章 非定向网络分析·····	278
参考文献·····	295



第一篇 测量实验

第一章 水准仪的使用与普通水准测量

一、实验目的

1. 了解 DS3 水准仪的基本构造和性能,认识其主要构件的名称和作用。
2. 练习水准仪的安置、瞄准、读数和高差计算。
3. 了解自动安平水准仪的使用方法。
4. 掌握普通水准测量的施测、记录、计算、闭合差的调整及高程计算的方法。

二、实验准备

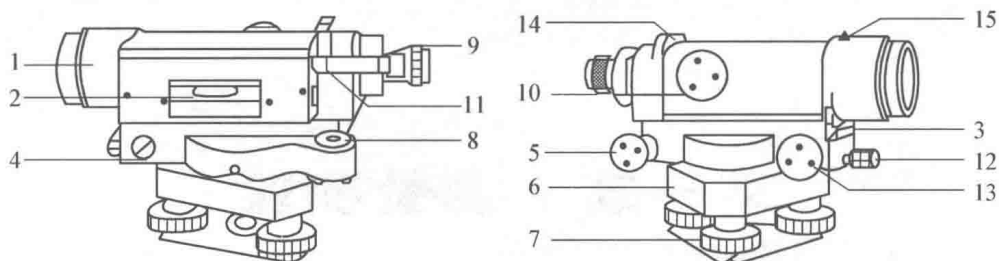
1. 实验时数安排为 4 学时,实验小组由 3~4 人组成,每组可分为 1~2 个扶尺,1 人操作仪器,1 人记录。
2. 每组的实验设备为 DS3 水准仪 2 台,水准尺 2 根,记录板 2 块。实验时,水准尺可用绳缚于实验场周围固定地物上。
3. 每个实验班级由实验室人员安置 2 台工程自动安平水准仪,供各小组轮流参观试用。

三、实验步骤

(一) 水准仪的认识与使用

1. 认清水准仪的构造和各部件名称

图 1-1-1 为 S3 型水准仪的外形及各部件的名称。



1. 望远镜物镜;2. 水准管;3. 簧片;4. 支架;5. 微倾螺旋;6. 基座;7. 脚螺旋;
8. 圆水准器;9. 望远镜目镜;10. 物镜调焦螺旋;11. 符合气泡观察镜;12. 制
动螺旋;13. 微动螺旋;14. 缺口;15. 准星

图 1-1-1 S3 型水准仪的外形及部件

2. 水准仪的安置和水准测量的操作

(1) 安置脚架和连接仪器

测量仪器所安置的地点称为测站,在选好的测站上松开脚架伸缩螺旋,按需要调整架腿的长度,将螺旋拧紧。安放三脚架,使架头大致水平,把三脚架的脚尖踩入土中。然后把水准仪从箱中取出,放到三脚架架头上,一手握住仪器,一手将三脚架架头上的连接螺旋旋入仪器基座内,拧紧,并用手试推一下仪器,检验是否已真正连接牢固。

(2) 粗平

水准仪的粗平是通过旋转仪器的脚螺旋使圆水准器的气泡居中而达到的,如图 1-1-2 所示,按“左手拇指规则”旋转一对脚螺旋(图 1-1-2a)和另一个脚螺旋(图 1-1-2b),使气泡居中。这是置平测量仪器的基本功,必须反复练习。

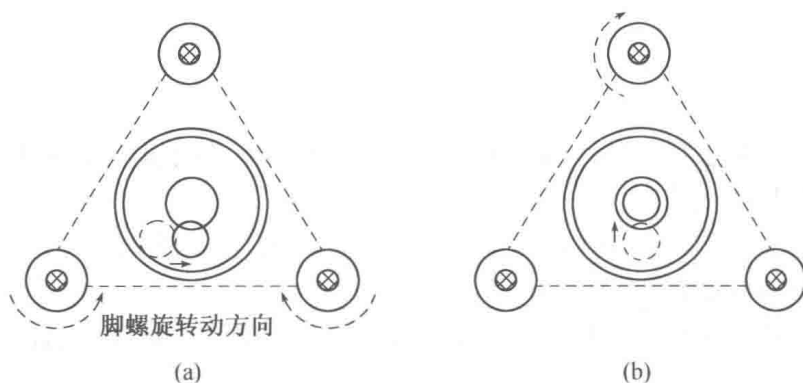


图 1-1-2 圆水准气泡的居中

(3) 瞄准

进行水准测量时,用望远镜瞄准水准尺的步骤是:

- ① 目镜调焦,使十字丝最清晰;
- ② 放松制动螺旋,转动望远镜,通过望远镜上的缺口和准星初步瞄准水准尺,拧紧制动螺旋;进行物镜调焦,使水准尺分划十分清晰;
- ③ 旋转微动螺旋,使水准尺分划像的一侧靠近于十字丝竖丝(便于检查水准尺是否

竖直);

④ 眼睛略做上下移动,检查十字丝与水准尺分划像之间是否有相对移动(视差);

⑤ 如果存在视差,则重新进行目镜调焦与物镜调焦,以消除视差。

(4) 精平

精确调平水准管,使水准仪的视线水平是水准测量中关键性的一步。转动微倾螺旋,使水准管气泡居中;从目镜旁的气泡观察镜中,可以看到气泡两个半边的像,如图 1-1-3 所示,当两端的像符合时,水准管气泡居中。注意:微倾螺旋转动方向与水准管气泡像移动方向的一致性,可以使这一步的操作既快又准。

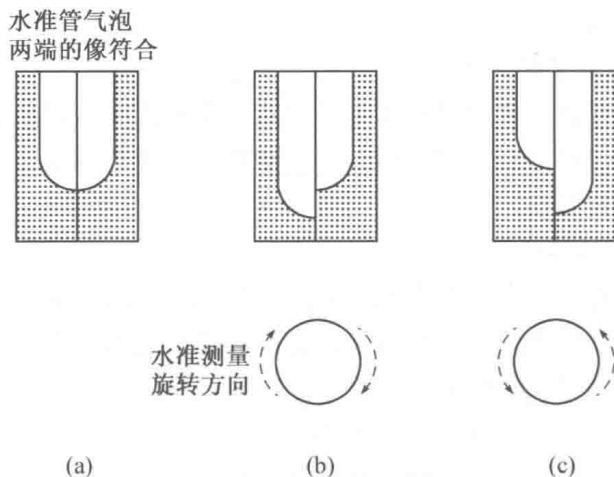


图 1-1-3 水准管气泡的居中

(5) 读数

在倒像望远镜中看到水准尺像是倒立的,为了读数的方便,水准尺上的注字是倒写的,在望远镜中看来字是正的。尺上注字以 m(米)为单位,每隔 10 cm 注字,每个黑色(或红色)和白色的分划为 1 cm,根据十字丝的横丝可估读到毫米。数分划的格数时,应从小的注字数往大的注字数方向数,对于倒像望远镜,则是从上往下数。

综上所述,水准仪的基本操作程序可以简单地归纳如下:安置—粗平—瞄准—精平—读数。

3. 水准测量记录的练习

每人练习水准仪的安置和水准测量的操作以后,对两支水准尺分别进行瞄准、精平、读数,并在下列“水准测量读数练习”表格(表 1-1-1)中做记录和计算两水准尺立尺点的高差。该记录及高差计算作为本次实验的成果上交。

表 1-1-1 水准测量读数练习表

测站	点号	水准尺读数		高差	平均高程
		后视	前视		

(二) 普通水准测量

1. 了解普通水准测量的方法

“两次仪器高法”普通水准测量是在每个测站上安置两次不同高度(相差 10 cm 以上)的仪器,都以水平视线测定两点间的高差,两次测得的高差在理论上应该相等,用来检查每一个测站的观测是否有误。

2. 普通水准测量的实验

(1) 从实验场地的某一水准点出发,选定一条闭合水准路线,其长度以安置 4~5 个测站、视线长度 20~30 m 为宜。立尺点可以选择有凸出点的固定地物或安放尺垫。

(2) 在起点(某一水准点)与第一个立尺点的中间(前、后视的距离大致相等,用目估或步测)安置水准仪,观测者按下列顺序观测:

后视立于水准点上的水准尺,瞄准、精平、读数;

前视立于第一点上的水准尺,瞄准、精平、读数;

改变水准仪高度 10 cm 以上,重新安置水准仪;

前视立于第一点上的水准尺,瞄准、精平、读数;

后视立于水准点上的水准尺,瞄准、精平、读数。

(3) 观测者的每次读数,记录者应当场记下;后视、前视读毕,应当场计算高差,记于相应栏内(见表 1-1-2),并做测站检核。

(4) 依次设站,用相同方法进行观测,直至回到出发的水准点。

(5) 全路线施测完毕,应做线路检核,计算前视读数之和、后视读数之和、高差之和。

四、实验注意事项

1. 仪器安放到三脚架头上,最后必须旋紧连接螺旋,使连接牢固。

2. 当水准仪瞄准、读数时,水准尺必须立直。尺子的左、右倾斜,观测者在目镜中根据纵丝可以发觉,而尺子的前后倾斜则不易发觉,立尺者应注意。

3. 水准仪在读数前,必须使长水准管气泡严格居中(自动安平水准仪除外),瞄准目标必须消除视差。

4. 从水准尺上读数必须读 4 位数, m、dm、cm、mm。不到 1 m 的读数,第一位数为零;如为整数,相应的位数也应补零。

5. 每一测站,两次仪器高测得两个高差值之差不应大于 $\pm 3 \text{ mm}$,否则该测站应重测。

6. 每一测站,通过上述测站检核,才能搬站。仪器未搬迁时,前、后视水准尺的立尺点如为尺垫则均不得移动;仪器搬迁了,说明已通过测站检核,后视的立尺人才能携尺和尺垫前进至另一点,前视的立尺人仍不得移动尺垫,只是将尺面转向,由前视转变为后视。

7. 闭合线路的高差闭合差不应大于 $\pm 12 \sqrt{n}(\text{mm})$, n 为测站数。

8. 水准测量记录表(表 1-1-2)应全部填写完毕,作为本次实验的成果上交。

表 1-1-2 水准测量记录表

日期:_____ 仪器编号:_____ 观测者:_____ 记录者:_____

测站	点号	水准尺读数		高差	平均高差	改正高差	高程	备注
		后视	前视					
Σ 后 = Σ 前 = Σ 后 - Σ 前 = $(\Sigma$ 后 - Σ 前) $/2 =$				$\Sigma h =$	$\Sigma h/2 =$			

五、实验成绩评定

实验成绩由三个部分构成,其中实验结果(是否符合实际情况,处理效果是否显著或满意等)占 50%;实验过程(操作是否符合规范、流畅等)占 30%;实验表现占 20%。

第二章 经纬仪的使用与水平角观测

一、实验目的

1. 了解 DJ6 型光学经纬仪的基本构造及主要部件的名称和作用;
2. 掌握经纬仪的基本操作方法——对中、整平、瞄准、读数;
3. 掌握用 DJ6 型经纬仪进行测回法水平角观测的操作、记录和计算方法。

二、实验准备

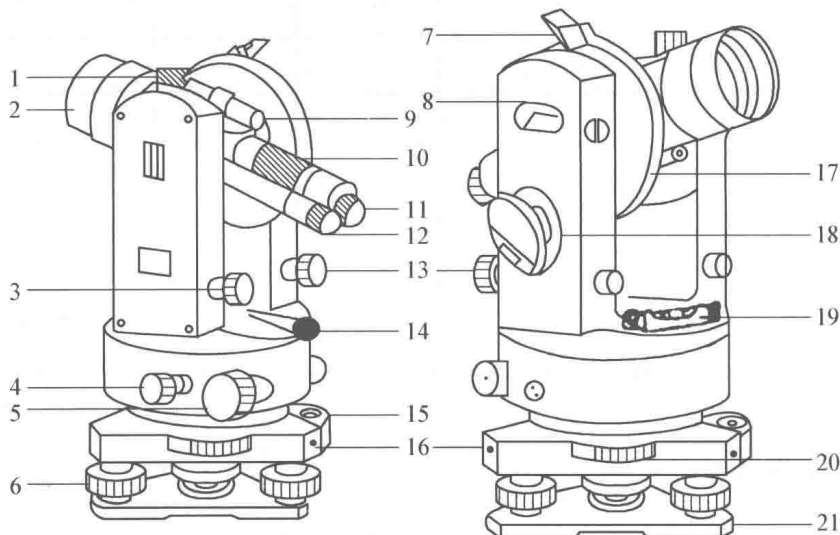
1. 实验时数安排为 4 学时,实验小组由 4~5 人组成,每人轮流操作仪器和作读数记录。
2. 每组的实验设备为 DJ6 型光学经纬仪 2 台,记录板 2 块,测针 2 支。
3. 每个实验班级由实验室人员安置觇牌若干块,作为各实验小组练习瞄准之用。

三、实验步骤

(一) 经纬仪的认识与使用

1. 认清 DJ6 型光学经纬仪的构造和各部件的名称

图 1-2-1 为 DJ6 型光学经纬仪的外形及部件名称。



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. 弹准器;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. 竖盘;18. 度盘照明镜;19. 照准部水准管;20. 水平度盘位置变换轮;21. 基座底板

图 1-2-1 DJ6 光学经纬仪

2. 经纬仪的安置和水平角观测的操作

在指定的地面点上,安置经纬仪作为测站点,瞄准测钎或觇牌,做水平角观测读数练习。

(1) 对中

经纬仪的对中是把仪器的中心安置在通过测站点的铅垂线上。分用垂球对中和光学对中器对中两种方法。

(2) 整平

经纬仪的基座上有圆水准器,照准部上有平盘水准管,因此,经纬仪的整平也分下列两步实现。

粗平基座:根据圆水准气泡偏离中央的情况,按左手拇指规则转动脚螺旋,使气泡居中(与水准仪的粗平相同)。**平照准部:**转动照准部,使度盘水准管与一对脚螺旋相平行(图 1-2-2a),设气泡偏离如图,按图示方向(左手拇指规则)转动这些脚螺旋,使气泡居中;将照准部旋转约 90° (图 1-2-2b),仍按左手拇指规则旋转另一脚螺旋使气泡居中。以上步骤反复 1~2 次,使照准部转到任何位置时,水准管气泡的偏离不超过 1~2 格。

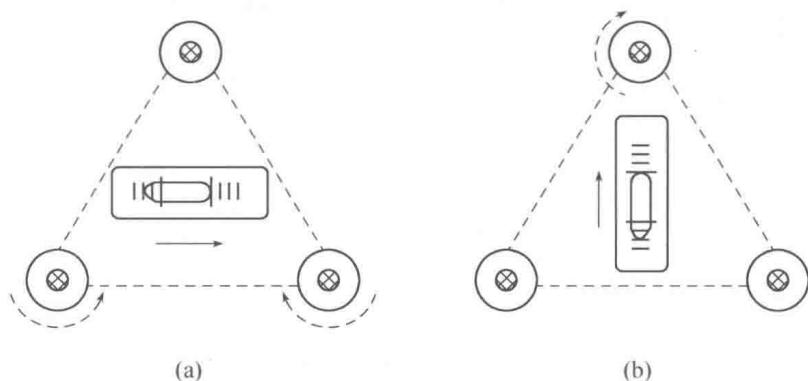


图 1-2-2 经纬仪水准管气泡居中

(3) 瞄准

松开照准部上的水平制动螺旋,用望远镜上的瞄准器对准目标(测钎或觇牌)使位于望远镜的视域内,旋紧望远镜制动螺旋和水平制动螺旋。目镜调焦,使十字丝清晰;物镜调焦,使目标像清晰;消除视差(与水准仪操作相同)。旋转望远镜微动螺旋,使目标像的高低适中;旋转水平微动螺旋,使目标像被十字丝的单根纵丝平分或被双根纵丝夹在中央,完成水平方向的瞄准。

(4) 读数

调整度盘照明镜位置,使读数窗亮度适当;旋转度盘读数镜的目镜,使度盘分划清晰。

DJ6 型经纬仪一般采用分微尺读数,如图 1-2-3 所示。有两个读数窗口,标明水平的为水平度盘读数($73^\circ04.7' = 73^\circ04'42''$);标明竖直的为垂直度盘读数($87^\circ06.2' = 87^\circ06'12''$)。度盘的分微尺读数,估读至 $0.1'$,并化为秒数,水平度盘的读数练习记入表格(表 1-2-1)。

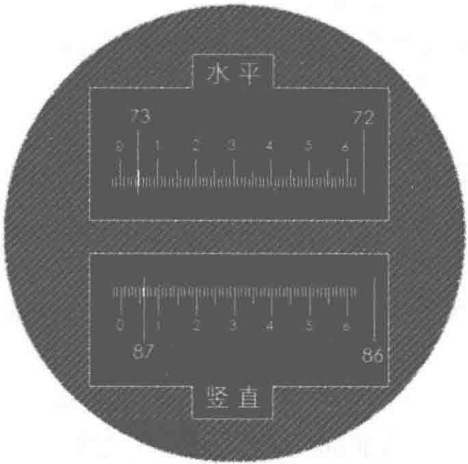


图 1-2-3 分微尺读数示意图

表 1-2-1 水平度盘读数练习

测站	目标	竖盘读数	水平度盘读数			备注
			°	'	″	

(5) 其他练习

盘左、盘右进行观测的练习:松开望远镜制动螺旋,纵转望远镜从盘左转为盘右(或相反),进行瞄准目标和读数的练习。

改变水平度盘位置的练习:旋紧水平制动螺旋,打开保护盖,转动水平度盘位置变换轮,从度盘读数镜中观察水平度盘读数的变化情况,并试着对准某一整数度数,例如 0°00'00"、90°00'00"等,最后盖好保护盖。

(二) 测回法观测水平角

测回法为测定某一单独的水平角的最常用方法。设测站为 B,右目标为 A,左目标为 C,测定水平角 β (图 1-2-4),其方法与步骤如下:

(1) 经纬仪安置于测站 B,经过对中与整平,盘左位置(垂直度盘在望远镜左边)瞄准左目标 C,得读数 $c_{左}$,记下该水平度盘读数;

(2) 瞄准右目标 A , 得读数 $a_{左}$, 记下该水平度盘读数;

(3) 计算盘左半侧回测得的水平角值: $\beta_{左} = a_{左} - c_{左}$;

(4) 倒转望远镜成盘右位置(垂直度盘在望远镜右边), 瞄准右目标 A , 得读数 $a_{右}$, 记下该水平度盘读数;

(5) 瞄准左目标 C , 得读数 $c_{右}$, 记下该水平度盘读数;

(6) 计算盘右半侧回测得的水平角值: $\beta_{右} = a_{右} - c_{右}$;

(7) 如果 $\beta_{左}$ 与 $\beta_{右}$ 的差值不大于 $\pm 40''$, 则取其平均值作为一个全测回(简称一测回)的水平角值: $\beta = (\beta_{左} + \beta_{右})/2$;

(8) 该角进行第 2 个测回时, 盘左瞄准左目标后, 用水平度盘位置变换轮, 改变度盘读数约 90° , 然后再进行精确读数。

观测时, 每一个水平度盘读数均当场记入水平角观测记录表格(表 1-2-2), 并当场计算半测回角值和平均角值。

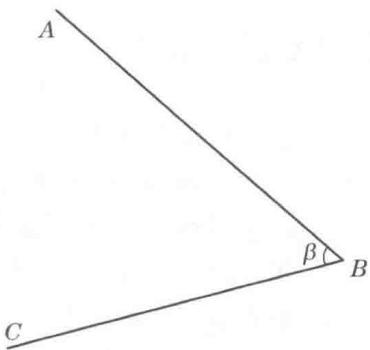


图 1-2-4 测回法观测水平角

表 1-2-2 水平角观测(测回法)记录

日期: _____ 仪器: _____ 观测者: _____ 记录者: _____

测站 点号	目标 点号	竖盘位置	水平角观测值		
			水平度盘读数	半测回角值	一测回角值
			° ' ''	° ' ''	° ' ''

四、实验注意事项

1. 经纬仪对中时,应使三脚架架头大致水平,否则会导致仪器整平遇到困难。安置经纬仪时,与地面点的对中误差应小于 2 mm;
2. 瞄准目标时,应尽量瞄准目标底部,以减少由于目标倾斜引起水平角观测的误差;
3. 用分微尺进行度盘读数时,可估读至几 $0.1'$,估读必须准确;
4. 观测过程中若发现平盘水准管气泡偏移超过 2 格,应重新整平,并重测该测回;
5. 每人至少独立进行一测回的水平角观测,并以该测回的观测和计算成果上交。

五、实验成绩评定

实验成绩由三个部分构成,其中实验结果(是否符合实际情况,处理效果是否显著或满意等)占 50%;实验过程(操作是否符合规范、流畅等)占 30%;实验表现占 20%。