

哈尔滨师范大学实践教材系列

CELIANGXUE SHIYAN
SHIXI ZHIDAO

郑元福 乔权 烟贯发◎编著

测量学实验

实习指导



黑龙江人民出版社

哈尔滨师范大学实践教材系列

测量学实验实习指导

郑元福 乔 权 烟贯发 编著

黑龙江人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验实习指导/郑元福,乔权,烟贯发编著.

哈尔滨:黑龙江人民出版社,2005.8

(哈尔滨师范大学实践教材系列)

ISBN 7-207-06786-0

I.测... II.①郑... ②乔... ③烟... III.测量学
—实验—实习—师范大学—教学参考资料 IV.P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 103319 号

责任编辑:徐 冲

装帧设计:王 刚

哈尔滨师范大学实践教材系列

测量学实验实习指导

郑元福 乔权 烟贯发 编著

出版发行 黑龙江人民出版社

通讯地址 哈尔滨市南岗区宣庆小区 1 号楼

邮 编 150008

网 址 www.longpress.com E-mail hjrmcbs@yeah.net

排 版 黑龙江人民出版社激光照排中心

印 刷 黑龙江省文化印刷厂

开 本 850×1168 毫米 1/32·印张 30 插页 2

字 数 800 000

印 数 1-1 000

版 次 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-207-06786-0/G·1589

(全四册)定价:100.00 元

(如发现本书有印制质量问题,印刷厂负责调换)

前 言

测量学是实践性非常强的学科,为培养学生的实践能力,在完成课堂理论教学的同时,必须通过校内实验把理论知识加以消化,并通过专业测量野外实习培养学生综合应用理论知识的能力。通过实验和实习,使学生了解和掌握各种常规测量仪器、工具的构造、性能和使用方法,掌握普通测量的原理和测量方法,同时通过实验和实习还可以培养学生严肃认真、一丝不苟的技术工作态度。

目前已经出版并销售的图书中,也有指导测量学实践环节的教材或辅导书,但是由于专业差异,对学生的要求不同,同时不同学校测量实践条件不同,拥有的测量仪器和工具也不同。采用其他学校的教材会导致脱离本校实际,缺乏针对性,因此有必要编写一本针对我校实际情况的指导学生实践环节的辅助教材。

本书的编写强调针对性和实用性,涵盖了地理系地理信息系统专业、资源环境与城乡规划专业的测量学实验教学大纲和测量学野外实习大纲中的所有实验和实习内容,并且针对实验室中新购置的测量设备,加入全站仪的使用等内容。力求通过教材可以指导学生完成校内实验和专业实习,并规范我校测量学教学的实践环节。

全书包括四个部分:第一部分是实验实习的注意事项;第二部分主要是指导学生的校内实践;第三部分指导学生完成测量野外实习;第四部分介绍南方 ND3000 测距仪、南方 NTS-355 全站仪

的使用,函数计算器的使用技巧,同时也对南方公司数字化地形地籍成图系统 CASS 软件的使用做了简要介绍。

测量的新技术新方法 GPS 静态差分测量和动态 RTK 测量,由于在资源环境与城乡规划专业和地理信息系统专业的教学计划中单独设有 GPS 原理及应用课程,本指导书未涉及相关内容。

本册由地理系郑元福、乔权、烟贯发编写完成。其中第一部分,第二部分中的实验九、实验十,第三至第五部分,第七至第十一部分,第四部分由郑元福编写;第二部分中的实验一至实验八由乔权编写;第四部分中的四等水准和图根水准测量由烟贯发编写。

由于作者水平有限,加之时间仓促,肯定会存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一部分 测量实验、实习须知	(1)
一、测量实验、实习一般规定	(1)
二、测量仪器和工具操作规程及注意事项	(3)
第二部分 测量校内实验	(7)
实验一 微倾式水准仪的使用与双仪器高法水准测量	(7)
实验二 DJ6 光学经纬仪的使用与测回法观测水平角	(10)
实验三 全圆方向观测法观测水平角	(13)
实验四 竖直角测量	(15)
实验五 经纬仪导线测量	(17)
实验六 自动安平水准仪的使用与四等水准测量	(20)
实验七 视距法测定平距与高差练习	(22)
实验八 全站仪数据采集	(24)
实验九 地形、地籍成图软件使用	(25)
第三部分 测量野外专业实习	(28)
一、测量学野外专业实习的目的	(28)
二、实习任务	(29)
三、实习前的准备	(30)
四、测区概况	(30)
五、实习中的技术依据	(31)
六、四等水准测量	(31)
七、图根控制测量	(39)

八、地形测图	(44)
九、野外实习报告的编写	(54)
十、测量野外实习中的注意事项	(57)
十一、成绩考核办法	(58)
第四部分 非光学测量仪器、工具、软件的使用	(59)
一、南方 ND-3000 光电测距仪的认识与使用方法	(59)
二、南方 NTS-355 全站仪的认识与使用方法	(70)
三、函数计算器的使用技巧	(155)
四、数字化地形地籍成图系统 CASS5.1 应用简介	(158)

第一部分 测量实验、实习须知

一、测量实验、实习一般规定

1. 实验、实习前应认真阅读教材和本实验指导书中的有关内容,了解实验、实习的目的、要求、相关仪器的使用方法,实验、实习的步骤、记录与计算方法及注意事项等内容。实验、实习时应携带教材和本指导书。

2. 实验、实习前,各班班长在指导老师安排下进行分组,校内实验每组成员以4~5人为宜,各组组长可由班长指定,报告指导老师批准,组长负责组织和协调本组的实验、实习工作,并办理仪器的借用和归还手续。

3. 实验、实习是教学的另一种形式,实验、实习课同样不得缺席、迟到、早退。无故不参加校内实验的,每旷课一次,平时成绩扣除2分,无故不参加测量野外实习的取消相应的实习学分。

4. 测量实验前,各组依次序进入仪器室,组长凭学生证借用测量仪器。实验、实习结束时,清点借用的仪器工具,如数归还后取回学生证。

5. 初次使用某种测量仪器时,不得擅自开箱取用仪器,以免发生意外。经指导老师讲解仪器的操作方法和注意事项后,方可

開箱使用儀器。

6. 實驗過程記錄使用的文具由學生自己準備,實驗、實習用的手簿和記錄、計算用紙由實驗室準備,實驗、實習結束後手簿和記錄、計算用紙如數交給實驗指導老師。

7. 觀測數據的記錄與計算是實驗、實習的重要環節,學生必須認真進行觀測記錄,記錄和計算應遵守以下規定:

(1)記錄應使用 2H 或 3H 鉛筆,文字及數字書寫工整;

(2)記錄觀測數據前,應先填寫手簿上儀器型號、編號、測站、觀測日期、觀測者、記錄者等項目。

(3)觀測數據應隨測隨記,不得觀測結束後根據回憶填寫手簿或記錄表格;記錄者聽到觀測者讀數後,應向觀測者回報讀數,無疑問後再記入手簿或記錄表格。

(4)觀測數據應直接填入手簿或記錄表格中,習慣上觀測數據應寫在手簿或記錄表格中的偏下位置,以備對錯誤的數據劃改後,上方寫入正確的數字。嚴禁將觀測數據先記入其他載體然後轉抄。

(5)記錄時應將觀測數據填寫完整,如水準尺讀數 0.600m 應記為 0600,前後的 0 均不得省略不記,又如當經緯儀的度盤讀數為 $38^{\circ}02'00''$ 時,分值十位上的 0 和秒值的 0 均不得省略不記。

(6)觀測數據如有聽錯、記錯時,不得塗改和用橡皮擦試,應該用細線划去錯誤數字,在錯誤數據的上方寫入正確讀數。水準測量中讀數的毫米、角度測量讀數中的秒值部分不得更改(對觀測數據的運算不受此限制)。

(7)如果對手簿、記錄表格中的觀測數據進行取平均值運算有進位、舍位時,應遵循“奇進偶不進”原則,即當規定取位後的數值位為小於 5 的數時舍弃,為大於 5 的數值時進位;當規定的取位後的數值位為 5 時,規定的取數位為奇數時進位,規定的取數位為偶

数时舍弃。

如果观测值的个数为偶数时,如果取平均值运算必须考虑此原则,如规定取位至毫米,1.333m 与 1.334m 取平均值应为 1.3345m,规定的取数位(毫米位)的数值为奇数 3,则毫米后的 5 进位得 1.334m;而 1.334m 与 1.335m 取平均值应为 1.3345,规定的取数位(毫米位)的数值为偶数 4,则毫米后的 5 舍弃得 1.334m。

如果观测值的个数为奇数时,只需遵循四舍五入原则而不用考虑此原则,如同样是规定取位至毫米,1.333m、1.333m 与 1.334m 三个数取平均值应为 1.3333...m,四舍五入后得 1.333m;1.333m、1.333m 与 1.334m 三个数取平均值应为 1.333666...m,四舍五入后得 1.334m。

二、测量仪器和工具操作规程及注意事项

测量仪器属于精密仪器,价格比较昂贵。技术先进、功能强大的测量仪器价格可达十几万元到几十万元,在测量实验、实习和真正的测绘生产过程中必须精心爱护仪器、正确使用仪器,这也是测绘工作者的职业道德操守中所提倡的。因此在实验、实习过程中必须遵守以下规定:

(一)仪器的借用、搬运与开箱提取仪器

1. 借用仪器时,当场清点检查仪器和备品是否齐全,各部件是否完好,如有缺损及时报告老师以补充或调换仪器或备品。

2. 仪器拿取要轻拿轻放,如果长途旅行应随身携带,不得拖运,携带和搬运前必须检查仪器箱盖是否扣好,以免箱盖脱落摔伤仪器。

3. 在开箱取出仪器之前,要看清仪器在箱中的安放位置和角

度,防止装箱时位置错误造成仪器损伤。

4.从箱中取出仪器时,不可直接提取望远镜部分出箱,应双手分别握住仪器的基座和望远镜的支架拿出箱外。

5.取出仪器后要立即关好箱盖,防止尘土杂物进入仪器箱中。

6.在旅途或实验、实习过程中,严禁在仪器箱上坐人,也不得在仪器箱上放置重物。

(二)仪器的使用

(1)不得用手、手帕、衣服和非专用纸张等擦拭仪器裸露的光学部件,以防止划伤光学部件上的镀膜层,光学部件需要擦拭时应使用镜头纸或脱脂棉。

(2)应避免在交通繁忙的公路上安置仪器,实验、实习过程必须有人看护仪器,防止仪器被刮伤、碰伤,禁止无关人员摆弄仪器。

(3)安置仪器时应注意三脚架架腿是否牢固,脚架的伸缩螺栓是否旋紧,在水泥等坚实地面安置仪器时要注意防止架腿滑动。

(4)仪器安装至三脚架或卸下时,应一手握住仪器,以防仪器脱落。

(5)作业时应先松开制动螺旋,然后手扶支架或基座转动仪器,禁止握住望远镜旋转仪器,旋转仪器上的螺旋、旋钮要用力轻柔、均匀,不得用力旋转以免损坏仪器。

(6)作业时应避免人员在仪器旁走动,以免碰动仪器或震动仪器影响读数精度。

(7)暂停观测时,仪器必须安放在稳妥的地方由专人看护或将其收入仪器箱中,禁止收拢脚架靠在树上或墙上,防止滑倒摔坏。

(8)在太阳或细雨中使用仪器时,必须打伞保护仪器,不得在大雨中使用仪器。

(三)仪器的迁站

(1)在仪器迁站时,若距离较远或行走困难,必须将仪器装箱后迁站。

(2)若迁站距离较近,可以直接手扶脚架和仪器迁站。迁站前先检查连接螺旋是否旋紧,松开各制动螺旋,如果是经纬仪,应将物镜端朝向水平度盘,均匀收拢三脚架架腿。迁站时一手握住基座或支架放在胸前,一手握住架腿,稳步行走。不得将仪器和架腿扛在肩上进行迁站。

(3)迁站时,要注意带走仪器箱和所有附件、备品。

(四)仪器的装箱

(1)装箱前清除仪器和仪器箱子上的脏物,清除三脚架上的泥土。

(2)装箱前应将仪器基座上的脚螺旋旋至大致等高,旋松连接螺栓后卸下仪器。

(3)仪器放入箱中时,应位置正确,尝试着能否盖严箱盖,然后上锁。若无法盖严箱盖,应调整仪器位置,不能用力强压箱盖,以防止损坏仪器。

(五)测量工具使用时注意事项

(1)使用钢尺时,应防止钢尺扭曲、打结,禁止人员、车辆踩压,应避免钢尺沾水。在尺段丈量完成前行时,需提起钢尺离开地面前行,不得将钢尺在地面上拖行。钢尺使用后,应擦净尘土和污物,实验、实习结束后,有条件时涂油防锈。

(2)使用小平板的图板时,要注意保护板面,不得乱写乱划。严禁在图板上坐人。

， (3)使用水准尺、塔尺时,应注意用手扶直,不得随手靠在墙壁或树干上,以免滑倒损坏。不得用水准尺、塔尺抬仪器或负担重物。严禁在水准尺、塔尺上坐人。

(4)小件备品、工具(如垂球、手卷尺等),用完后不得随意乱扔,防止丢失。

第二部分 测量校内实验

实验一 微倾式水准仪的使用与双仪器 高法水准测量

(一)实验目的

- 1.熟悉 DS3 级微倾式水准仪的构造;
- 2.掌握水准仪的基本操作;
- 3.掌握双仪器高法(变动仪器高法)测站观测顺序;
- 4.掌握双仪器高法(变动仪器高法)测站检核方法;
- 5.掌握等外水准测站限差要求(不含视距部分);
- 6.掌握高程闭合差的计算和调整方法。

(二)实验内容

采用变动仪器高法观测由 4 个水准点构成的闭合水准路线,要求按等外水准进行观测,并计算和调整高程闭合差。

(三)实验用仪器和工具

DS3 级微倾式水准仪 1 台,水准尺(或铝合金塔尺)1 对,测伞 1 把。

(四)操作说明

1. 认识 DS3 级微倾式水准仪

(1)在地面上选择一点张开三脚架,将水准仪从箱中取出并安装在三脚架上,首先认清仪器各部分的名称和功能。

(2)进行粗略整平、目镜调焦、瞄准和物镜调焦练习。

(3)进行符合气泡的居中练习。

(4)将水准仪瞄准水准尺(或塔尺)进行读数练习。

如果在望远镜中读数困难,可先走近水准尺(或塔尺),弄清注记方式、是正字还是倒字、最小刻划值,然后在望远镜中练习读数。

2. 变动仪器高法等外水准测量

(1)选择转点并立尺

在起始点前方沿路线选择一合适点位作为转点,在起始点和转点处立水准尺。

注意:由于第一站大家都不是十分熟悉仪器和操作方法,不要将转点设得太远,以方便大家互相交流。

(2)安置仪器

在起始点(后视)和转点(前视)中间位置,将脚架张开,使其高度适中,架头大致水平,并将脚架踩入土中。开箱取出仪器,将其安装在三角架上,旋紧连接螺栓。

(3)粗略整平

双手同时相向旋转两个脚螺旋,使圆水准器气泡移到这两个脚螺旋的通过圆水准器零点垂线方向上,然后用第三个脚螺旋使气泡移到圆水准器的中心位置。

(4)第一次高差测量

瞄准后视水准尺,调节微倾螺旋使符合气泡两端影像吻合,用中丝在后视水准尺上读数,记入手簿(实验报告)中。

瞄准前视水准尺,调节微倾螺旋使符合气泡两端影象吻合,用中丝在前视水准尺上读数,记入手簿(实验报告)中。

在手簿上算出第一次仪器高测得的高差。

(5)第二次高差测量

改变仪器高度重新安置仪器,并进行粗略整平。

瞄准前视水准尺,调节微倾螺旋使符合气泡两端影象吻合,读取中丝读数记入手簿(实验报告)中。

瞄准后视水准尺,调节微倾螺旋使符合气泡两端影象吻合,读取中丝读数记入手簿(实验报告)中。

计算第二次高差。比较两次高差,如果不超过 6mm 视为本站观测成果合格,计算高差中数记入手簿(实验报告)。

以上为一个测站的观测顺序。

(6)迁站继续测量

将后视水准尺沿路线向前移动变为前视水准尺,原转点作为后视水准尺,重复(2)~(5)直至测出整条闭合路线中所有水准点之间的高差。

(7)计算高差闭合差

将各站高差中数求和即为路线高差闭合差。

(8)计算高差闭合差的限差并分配高差闭合差

高差闭合差的限差按 $12\sqrt{n}$ (n 为整个路线的测站数)。如不超限按测站数成正比在各段高差中进行分配;如发现超限应分析超限原因。

(五)注意事项

1. 变动仪器高的幅度应在 10 cm 以上;
2. 两次仪器高测得的测站高差之差不大于 6 mm;
3. 每次读数前,应使水准管气泡严格居中,并消除视差;

4. 应使仪器至前、后尺距离大致相等;
5. 水准尺必须扶直,不得前后或左右倾斜。

实验二 DJ6 光学经纬仪的使用与 测回法观测水平角

(一)实验目的

1. 熟悉 DJ6 经纬仪的构造;
2. 掌握经纬仪的对中、整平、瞄准和读数等基本操作;
3. 掌握测回法观测水准角的步骤;
4. 掌握测回法观测水平角的限差要求;
5. 掌握采用度盘位置变换手轮设置水平度盘读数的方法;
6. 培养良好的测量工作作风。

(二)实验内容

1. 每人进行测站的对中和整平操作;
2. 每人测回法观测两个方向的水平角 2 测回。

(三)仪器工具

每 4 人为一组,每组需 DJ6 光学经纬仪一台,测伞一把,木桩一个,花杆 2 根。

(四)操作说明

1. 在地面打一木桩,桩顶钉小铁钉或划十字作为测站点 O。
2. 采用垂球进行对中