



普通高等教育地质矿产类规划教材

测量学实习指导书

中国地质大学测量教研室 编



地质出版社

普通高等教育地质矿产类规划教材

测量学实习指导书

中国地质大学测量教研室 编

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 提 要

本书为《测量学》(地质出版社, 1991年9月版)的配套教材。全书共分三部分: 一、课间实习部分, 该部分依照《测量学》课堂教学的进程, 共设计有十一个实验项目, 同时还简要地提出了仪器观测、记录和计算等有关要求和规定; 二、野外实习部分, 该部分本着综合、系统运用全书各章技术和方法的目的, 围绕适应地质类科学工作的需要, 设计了七个实习专题; 三、附录, 主要编入EL-5003计算器的使用说明、地形绘图的基本知识和常用地形图图式, 作为《测量学》教材的补充内容, 以供教学和生产上参考。书末还附有相应的复习思考题和实习报告格式。

本书还可作为其它院校测量学实习教学的参考用书。

* * *

本书经地质矿产部高等学校测量学课程教学研究会于1991年12月在武汉召开的《测量学实习指导书》审稿会议评审, 同意作为《测量学》的配套教材出版。

* * *

普通高等教育地质矿产类规划教材

测量学实习指导书

地质矿产部教材编辑室 编辑

中国地质大学测量教研室 编

责任编辑: 李源明

地质出版社出版

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所发行

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 5.75 胶版图: 2页 字数: 134000

1993年5月北京第一版·1993年5月北京第一次印刷

印数: 1—6200册 定价: 2.85元

ISBN 7-116-01192-7/P·1006

前 言

根据地质矿产部测量学课程教学研究委员会昆明会议（1990年）的意见，对原中国地质大学测量教研室自编自用的《测量学实习指导书》作了全面的修改。1991年，该委员会对修改稿进行了认真的评审，并建议作为《测量学》（中国地质大学测量教研室编，地质出版社，1991年版）的配套教材尽快出版，以加强测量实习教学，使测量技能训练科学化、规范化，切实地提高测量学实习课的教学效果。

本书共由三部分组成：

第一部分为课间实习。

第二部分为野外实习。

第三部分为附录，这是因为学时有限，有些内容不可能在课堂上讲授，或不可能系统讲授，但考虑到测量教学的需要和地质工作的需要，我们将其编入，以供读者自学、参考用。

全书在内容安排上，我们遵照循序渐进的原则，力求满足实习教学的系统性、适用性。为便于巩固提高，对有些实习内容还附有习题。

考虑到不同读者的需要，在编写的过程中，既注意到了各实习环节的依赖性，又注意到了各实习环节应具有相对独立性，以便于读者根据不同的需要来选择组成与之相适应的体系。

本书课间实习一、二、三、四、五、七、十、十一，野外实习七及附录二由程新文副教授编写。课间实习六，野外实习五、六及附录三由陈性义编写。课间实习八、野外实习一、三及附录一由吴北平编写。徐玲编写了野外实习二、四。全书由程新文副教授统一整理定稿。

李汝昌教授对本书全稿进行了全面审查，并提出了许多宝贵的意见。胡清泉副教授对本书的出版亦给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，恳请读者指正。

编 者

1992年5月

目 录

前言

课间实习部分	1
测量实习须知	1
实习一 经纬仪的认识及度盘读数	2
实习二 水平角观测	3
实习三 竖角观测	5
实习四 视距测量	6
实习五 水准测量	8
实习六 闭合导线计算	9
实习七 三角高程近似平差计算	12
实习八 内插等高线	12
实习九 面积测定	13
实习十 航空像片立体观察	14
实习十一 航空像片野外判读	15
野外实习部分	16
野外实习计划	16
实习一 经纬仪测图	16
实习二 勘探网测量	21
实习三 地质剖面测量	24
实习四 草测地形图	26
实习五 图上定点	31
实习六 草测地形剖面	33
实习七 野外读图	34
附录部分	38
附录一 EL-5003 型计算器使用说明	38
一、键盘上各键的功能	38
二、计算时应注意的事项	42
附录二 绘图知识简介	44
一、绘图的基本技术	44
二、制图字体	47
附录三 常用图例	57
	* * *
测量实习报告(格式)	65

课 间 实 习 部 分

测 量 实 习 须 知

1. 各小组凭出借证在测量仪器室借用仪器。
2. 下雨天严禁使用仪器,在使用中应防潮、防晒,切勿用手指或纸片擦拭镜头。
3. 实习前应认真预习指导书,了解实习要求及实习内容。在实习时,老师未讲解之前,不得开箱安置仪器。
 4. 操作的同学应做到:轻拿、轻放、轻操作;严禁嘻笑、打闹。应将仪器脚架踩入泥土中使其牢固。若仪器发生故障,应及时报告,不得自行修理。
 5. 实习时,必须有人看护仪器,防止行人、车辆等撞倒仪器。
 6. 严禁强力扳动仪器,切忌过度旋转仪器上各螺旋,应特别注意制动、微动及整平螺旋的使用。
 7. 视距尺、花杆不用时,应横卧地面;不得蹲、坐在仪器设备上。凡损坏仪器,应按章赔偿。
 8. 每次实习完毕,应在现场清点仪器用具,以免丢失。仪器装箱前,应先将制动螺旋松开,并且将微动及整平螺旋旋至中间位置。
 9. 凡从仪器室借的测绘资料及航片均属保密资料,应妥善保管,不得丢失。一旦失落,应立即报告保卫部门。
 10. 各种仪器、资料均应当天借当天还,未经允许不得私自延长时间。
 11. 测量记录及计算要求:
 - (1) 记簿应选用硬性铅笔(2H或3H)。表头填写要齐全。
 - (2) 观测者读报数后,记录者应及时记在测量手簿上相应栏内,并回报(唱)以资检核。不得另纸记录事后转抄。
 - (3) 记录字体要端正清晰,记簿应整洁,不允许涂擦已记录的数据,数位对齐,数字记全。表示精度或占位的“0”均不能省略,如测角中, $93^{\circ}09'00''$ 不能省略记为 $93^{\circ}9'$;又如水准读数若为1.500,不能记为1.5等。
 - (4) 观测数据的尾数不得更改。如角度测量中,秒级数字出错,应重测该测回;水准测量中,毫米级数字出错,应重测该测站;钢尺量距中,毫米级数字出错,应重测该尺段。
 - (5) 若尾数以外的数字出错时,应用细横线划去错误的数字,并在原数字的上方写出正确的数字,但不得连环更改数字。如水准测量中的黑红面读数,角度测量中的盘左、盘右,距离测量中的往、返测,均不能同时更改,否则应重测。
 - (6) 对记录更改的观测数据,应在备注栏写明原因。
 - (7) 测站观测结束后,必须在现场完成该站的计算和检核,确认无误后方可迁站。
 - (8) 数据运算凑整进位应按“4舍6入,5前单进双舍”的原则,如1.4355m, 1.4365m, 1.4356m, 1.4364m若取至毫米,则均记为1.436m。

实习一 经纬仪的认识及度盘读数

一、目的与要求

(一) 了解经纬仪的三大部分(照准部、水平度盘、基座)及它们之间的相互关系,会正确使用各操作螺旋。

(二) 每个同学都要能熟练地读出经纬仪照准某一目标时度盘(水平度盘、竖直度盘)的正确读数,并绘出读数示意图。

二、准备工作

每小组在仪器室借经纬仪一台,脚架一个。

三、实习内容及操作步骤

(一) 安置仪器

由教师讲解并示范,然后各组根据讲解的步骤及方法安置仪器。

(二) 认识经纬仪各部件

1. 照准部

(1) 望远镜 用于照准远处的目标。主要由物镜、目镜、对光透镜及十字丝构成。观测时,先调清十字丝,然后利用望远镜上的瞄准器准星和准门找到目标,进而用十字丝瞄准。

(2) 望远镜制动与微动螺旋及水平制动与微动螺旋 在螺旋使用时,只有当制动螺旋先制紧后,微动螺旋才能起微动的作用。要遵照先制动后微动,和先松开制动螺旋才能转动仪器的规则。

(3) 竖盘、竖盘指标水准管 调节水准管水准气泡的微动螺旋。

(4) 照准部水准器 用于整平仪器。

2. 水平度盘

(1) 水平度盘 是用光学玻璃制作的圆盘。一般按一度刻划,从 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$,也有半度刻划的,它用来测量水平角。

(2) 水平度盘读数变换装置 分水平度盘离合按钮及水平度盘交换手轮两种。设有反光镜,用来照亮水平度盘刻划和竖直度盘刻划。

3. 仪器基座

(1) 基座 借助连接板与仪器脚架头的中心螺旋相连接,把仪器固定在三脚架上。

(2) 脚螺旋 用于整平仪器。应该指出:先要使三脚架大致水平之后,才能用三个脚螺旋来整平仪器。

(三) 认识经纬仪的四条轴线

1. 视准轴

2. 水平轴

3. 竖轴

4. 水准管轴

四条轴应保持如下关系:

水准管轴垂直于竖轴;视准轴垂直于水平轴和水平轴垂直于竖轴。这样,当水准管轴

水平时，则竖轴与铅垂线方向一致，同时水平轴水平，从而保证望远镜绕水平轴上下转动时，视准轴的轨迹为一竖直面。

(四) 度盘读数

第一步：看清度盘的最小刻划；第二步：辨明读数的附加设备是分微尺还是测微轮。

不论是哪一种，总是将度盘的最小刻划相应地细分为若干小格，按六十进制计算每一小格的分秒数值。读数时，先读整度数，然后读整分数，最后估读秒。估读秒时，估读到一小格的十分之一。

四、注意事项

(一) 在任课教师未讲前，不得擅自打开仪器箱，取出仪器任意拨弄，以免在初用仪器时，由于不了解其性能而损坏仪器。

(二) 开箱取出仪器时，必须记住仪器在箱内存放的位置，以免用毕装箱时产生困难；仪器装箱前先把各制动螺旋松开，以防止螺旋受到磨损。但对直立放置的仪器，待妥后再将各制动螺旋适当固紧。

(三) 安置仪器时，应先将仪器脚架安置稳固，三脚架头大致水平，然后才取出仪器。在安置过程中，当未旋紧中心螺旋使仪器固连于脚架上时，切不可双手脱开仪器。

(四) 在整平仪器之前，应将三个脚架螺旋调到大致相等的高度；在操作中，各制动螺旋勿拧得过紧，微动螺旋勿拧至最末端；转动仪器勿用力过猛，严禁在制动的情况下强行转动仪器。

(五) 如仪器发生故障，旋转不灵，应立即报告教师检查原因，严禁自行修理。

实习二 水平角观测

一、目的与要求

- (一) 掌握仪器对中、整平的方法；
- (二) 掌握水平角观测、记录和计算的方法；
- (三) 仪器对中误差不得超过 2 mm；
- (四) 对整平的要求：在观测过程中，照准部水准管气泡偏离中心不超过 1 格；
- (五) 用测回法观测两个方向的水平夹角，每人至少有二个测回的合格成果。

二、准备工作

每组在仪器室领取经纬仪一台，架脚一个，花杆两根及水平角观测记录表格。自带铅笔。

三、实习内容及操作步骤

(一) 选好测站点安置经纬仪，对中后整平

1. 对中

对中的目的是使仪器度盘中心与测站点在同一条铅垂线上。先张开三脚架，置于测站点上。三个脚尽量地远离被观测点与测站的连线，其高度略低于观测者肩部（在实习中可先在地面选择一临时性标志，画一个“+”作为测站点），置连接螺旋于架头中央，再将垂球挂在连接螺旋上。移动三脚架，使垂球尖端近似对准测站点，然后将三脚架的各脚踩入土中固定，并注意使架头近似水平。从仪器箱中取出仪器，旋紧连接螺旋，将仪器固定在脚

架上。此时，如果垂球尖离开地面标志点只 1~2 cm，则可适当放松中心螺旋，慢慢移动仪器，使之对中并拧紧连接螺旋（不要拧得太紧，以免滑丝）。

2. 整平

整平是用脚螺旋使照准部上的水准管气泡居中，从而使水平度盘处于水平位置，竖轴竖直。

第一步：转动照准部，使水准管与一对脚螺旋的连线相平行，两手按相反方向转动这对脚螺旋（左手拇指运动的方向与气泡移动的方向是一致的），使气泡居中；

第二步：将照准部旋转 90°，若气泡仍然居中，则已整平。否则，只转动第三个脚螺旋，重新使气泡居中；

第三步：重复前面第一、第二步操作，直到仪器照准部转到任何一个位置，气泡均居中为止。

(二) 观测水平角

水平角观测采用测回法。其具体操作步骤为：

(1) 将竖直度盘放在望远镜左侧（称盘左），用竖丝瞄准左边目标最底部，用水平制动螺旋将照准部制动，用度盘变换手轮调整水平度盘读数略大于 0°，并

关上保险，然后再检查竖丝是否仍瞄准目标 A（否则应重新瞄准），若已精确瞄准目标（即竖丝平分目标，也可以使竖丝都切准目标的左边或右边），便在读数显微镜中读取 A 方向上的水平度盘读数，并作记录（本例为 0°00'18"）。

(2) 松开制动螺旋，顺时针方向转照准部，正确用制动和微动螺旋使竖丝精确地瞄准右边目标 B 的低部，读取 B 方向上的水平度盘读数（50°25'36"），并作记录。

以上操作称为上半测回，用右边目标的读数减去左边目标的读数，即得上半测回测得的水平角，本例为 50°25'18"。

(3) 为了检核及消除仪器误差对测角的影响，倒转望远镜使竖盘在望远镜右边（称盘右）位置，用盘右再测半测回。注意，此时的观测顺序是：先瞄准右边的目标 B 并读数，然后再瞄准左边的目标 A 读数。记录及计算格式见列表 1 所示。

上、下半测回合起来称为一测回。为了及时发现观测错误，当进行下半测回时，应对读数进行检核，其方法是：盘左、盘右对准同一个目标的水平度盘读数之差，应为 180 度（但由于仪器误差，瞄准误差及估读误差等原因，其差值一般不可能正好为 180°。其容许误差由实习指导老师视情况而定）。

第二测回的观测步骤与第一测回类似。不过，需按式 $\frac{180^\circ}{n}$ （ n 为测回数）来配置度盘。即，使第二测回的盘左位置瞄准 A 目标的度盘读数为 90 度左右。若第一测回的角值与第二测回的角值差不大于 40"，则取两测回角值的平均值，作为所测角的最后结果。否则应重新观测，直至有两个测回满足如上规定为止。

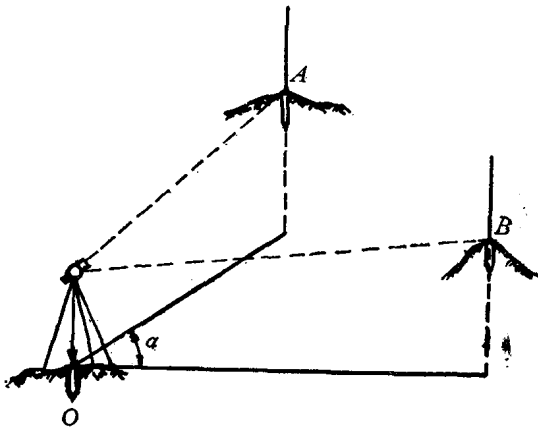


图 1-1

列表 1 测回法水平角观测手簿

日期 1988.4.3

天气 晴

仪器型号 J6

观测者 王亮

记录者 刘英

测站名	目标名	观测顺序	竖盘位置	水平度盘读数	半测回角度值 (右目标读数减左目标读数)	一测回角值 (上半测回角值加下半测回角值再除以2)	各测回角值平均值	备注
				° ' "	° ' "	° ' "		
0	A	(1)	左	0 00 18				
	B	(2)		50 25 36	50 25 18			
	A	(4)	右	180 00 00				
	B	(3)		230 25 00	50 25 00	50 25 09		
	A	(5)	左	90 00 24				
	B	(6)		140 25 36	50 25 12			
	A	(8)	右	270 00 18				
	B	(7)		320 25 24	50 25 06	50 25 09	50 25 09	

四、注意事项

(一) 每一个测回中，先用盘左位置，自左至右地顺时针观测；然后再用盘右位置，自右至左地逆时针观测。

(二) 每测回中，只须在盘左位置的第一个目标上按 $\frac{180^\circ}{n}$ 来配置度盘读数。

(三) 瞄准目标时，一定要消除视差。

(四) 尽可能照准目标的底部。

(五) 在观测中，千万不要动轴座上的固定螺旋。

实习三 竖角观测

一、目的与要求

- (一) 掌握竖盘指标差的测定方法；
- (二) 掌握竖角的观测和计算方法；
- (三) 要求每人独立测定本组所使用仪器的指标差，并用盘左测定地面某一目标的竖角。

二、准备工作

每小组在仪器室领取经纬仪一台，脚架一个，记录表格。自带铅笔。

三、实习内容及操作步骤

(一) 选好测站点安置经纬仪，对中后整平

(1) 在测站上安置仪器，对中、整平后，取盘左位置。松开水平制动螺旋，使望远镜中丝接近目标后，拧紧望远镜制动螺旋和水平制动螺旋，再转动望远镜微动螺旋，使中

丝精确切准目标；

(2) 转动指标水准管微动螺旋，使气泡居中，再检查中丝是否离开目标。当指标水准管气泡居中，同时中丝切准目标时，读取竖盘读数(L)；

(3) 以盘右位置按上述操作步骤及要求，读取竖盘读数(R)；

(4) 按下式计算指标差：

$$X = \frac{360^\circ - (L + R)}{2}$$

(二) 竖角观测

竖角观测的方法及步骤同(1)、(2)款，当已知仪器指标差之后，便可按下式计算竖角：

1. 当用盘左观测时：

$$\delta = 90^\circ - \text{读数}(L) - X$$

2. 当用盘右观测时：

$$\delta = \text{读数}(R) - 270^\circ + X$$

四、注意事项

(一) 每次读取竖盘读数之前，一定要使指标水准管气泡居中；

(二) 测定竖角时，必须用中丝切准目标（称中丝法）；

(三) 竖角应记录“+、-”号，以表示仰、俯角。

实习四 视距测量

一、目的与要求

(一) 掌握经纬仪测定水平距离及高差的方法；

(二) 学会使用计算器计算距离和高差；

(三) 三丝读数应满足 $\frac{\text{上} + \text{下}}{2} - \text{中} \leq \pm 6 \text{ mm}$

(四) 竖盘读数读至分；视距尺估读至毫米 (mm)；水平距离计算至厘米 (cm)，保留到分米 (dm)；高差计算至厘米 (cm)，每人测一个测回。

二、准备工作

每小组在仪器室领取经纬仪一台，视距尺一根，钢卷尺一根(或短皮尺)，视距记录表，计算器。自带铅笔。

三、实习内容及操作步骤

(一) 安置经纬仪

同实习二的要求。

(二) 测定仪器竖盘指标差

方法同实习三。

(三) 量取仪器高 i (从地面标志到仪器横轴)

取位至厘米，并记录于手簿中。

(四) 在待测点上立视距尺

在高于(或低于)测站点且相距 30—50m 处选一点，作为待测点，立上视距尺(注意，

刻有“0”的一端朝下)。

(五) 观测

1. 视距读数

(1) 以盘左位置照准视距尺，调节目镜及物镜的调焦螺旋，使十字丝视距尺的成像清晰，即以不存在视差为止；

(2) 为计算的方便，调整望远镜，使中丝切视距尺于某一整数刻划；

(3) 读取中丝、下丝和上丝读数（注意 $(上+下) \div 2 \leq 中 \pm 6 \text{ mm}$ ）；

(4) 使指标水准管气泡居中，读取竖盘读数。

以上操作为盘左测定视距的过程。

2. 记录与计算

将观测合格的数据填入记录表格后，口算出尺间隔 t ($t = \text{下丝} - \text{上丝}$)，并由竖盘读数及指标差求竖角 δ 。然后，用计算器按以下步骤计算水平距离和高差：

视距计算（开机，使之处于 DEG 状态）

公式：
$$D = c \times t \times \cos^2 \delta$$

[1] 输入 δ 角

[2] 若为“-”则按 $\boxed{+/-}$ 键

[3] 按 $\boxed{\text{DEG}}$ 键

[4] 按 $\boxed{X \rightarrow M}$ 键

[5] 按 $\boxed{\cos}$ 键

[6] 待 $\cos \delta$ 值显示后，按 $\boxed{X^2}$ 键

[7] 按乘号键 $\boxed{\times}$

[8] 口算出 $c \times t$ 的值后，输入计算器

[9] 按乘号键 $\boxed{\times}$ 。

此时显示器上即显示出水平距离，抄下计算值填入相应栏（注意，不要消除此值或关机）。

高差计算

公式：
$$h = D \times \tan \delta + i - l$$

[10] 待水平距离记录后，接着按 $\boxed{\text{RM}}$ 键

[11] 按 $\boxed{\tan}$ 键

[12] 按加号键 $\boxed{+}$

[13] 输入仪器高 i 值

[14] 按减号键 $\boxed{-}$

[15] 输入中丝读数 l 值

[16] 按等号键 $\boxed{=}$ ，此时所显示的数字，即为高差。

四、注意事项

(一) 观测时，一定要有人扶尺，尺要正。

- (二) 在读上丝或下丝时，一定要使中丝切在原来的读数位置。
- (三) 在读取竖盘读数时，指标气泡要居中。
- (四) 三丝读数检核误差若大于 6 mm，则需要重新观测，否则结果无效。

例表 2 视距测量手簿

测站 I 仪器高 $i = 1.52\text{m}$ 测站高程 $H = 100.00\text{m}$ 日期 1980.1.15 观测者 刘佳 记录者 王群

观测点号	尺上读数(m)			尺间隔 $a - b$ m	竖盘读数		指标差	倾斜角 仰正俯负			高差 m	水平角 β	水平距离 m	观测点程 m	附注
	中丝	下丝	上丝		°	'		±	°	'					
	l	a	b	t			'				'	h	D	H	
1	2.000	2.530	1.470	1.060	81	11	+2	+	8	47	+15.52		103.5	115.52	
2	1.420	1.880	0.960	0.920	265	28	+2	-	4	30	-7.20		91.4	92.80	

实习五 水准测量

一、目的与要求

- (一) 认识水准仪的构造；
- (二) 掌握等外水准测量及计算的方法；
- (三) 用改变仪器高法观测，两次所测得的高差之差 $\leq 6\text{mm}$ ；前后视距不等差 $\leq 10\text{m}$ ，前后视距之累积 $\leq 50\text{m}$ ；
- (四) 高差闭合差允许值 $\Delta h_{\text{容}} \leq \pm 35\sqrt{L}$ (mm)。L 为水准路线全长，以公里 (km) 为单位。

二、准备工作

每组在仪器室领取水准仪一台，脚架一个，水准尺一对，尺垫一对，水准测量记录表格，计算器一个。自带铅笔。

三、实习内容及步骤

(一) 水准仪的认识

1. 望远镜

由物镜、目镜、对光螺旋、管水准器（或复合水准器）组成。

2. 制动螺旋、微动螺旋（有的水准仪还装有一个微倾螺旋）

用以调整望远镜视准轴成水平视线。

3. 基座

三个脚螺旋及圆盒水准器。

4. 脚架。

(二) 水准观测

1. 每测站的观测程序

现以如图 1—2 所示的闭合水准路线 A—1—2—3—4—5—A 为例，观测方向如箭头所示。

(1) 在 A 和 1 点上竖立水准尺 设仪器置于 A、1 两点间约等距离处(三脚架的两脚位于两立尺点连线的两侧,成一→型,以便观测)。

(2) 整平仪器 用脚螺旋使圆盒水准气泡居中(这时要求符合水准气泡偏离不大于 1 cm)。

(3) 照准后视尺,使复合气泡居中后,依中丝读取后视读数,并依上、下丝测量后视视距(测至 0.1 m)。

(4) 照准前视尺,依(3)操作法读取前视读数及测量前视视距。

(5) 改变仪器高,整平仪器后,先照准前视尺读取前视读数,然后照准后视尺读数。

2. 测站点上的计算工作

测站点上的计算工作可分为视距、高差、检核计算三部分。若计算无误,且观测符合限差要求,则可迁站。

3. 高程计算

水准测量外业工作结束后,应先仔细检查观测记录,算出各测段的高差,然后进行平差计算,求出各水准点的高程。

(1) 计算高差闭合差 Σh 和允许误差 Δh_x ;

(2) 计算高差改正数: $V_i = \frac{\Sigma h}{\Sigma s} \times s_i$ 和改正后的高差;

(3) 计算各点高程。

四、注意事项

(一) 仪器安置要便于观测,应踩牢脚架,观测中不要碰动脚架,每次中丝读数前,一定要使复合水准气泡(或管水准气泡)严格居中,读数要果断,每一读数均须读至毫米,观测中,设站时要注意测段中视距差累积值的抵消,使之不超过 50 m,为了少设站,在设站时,要尽可能观测较大的高差。

(二) 记簿者应先掌握好计算规律,熟悉各项限差要求,清楚正规地记录观测值,如有超限立即重测,把好质量关,计算时注意高差的正负号。

(三) 扶尺员应注意水准尺距离、通视情况,选土质坚硬不易下沉的地方放置尺垫;立尺时,随时注意水准尺上的圆水准器气泡居中,将尺扶稳扶直;仪器不迁站,则不得移动尺垫使其离开立尺点。仪器迁站,将后尺垫移向前,但前尺垫不得移动。

(四) 高差平差值 \bar{h} 之和应为 0,即 $\Sigma \bar{h} = 0$ 。

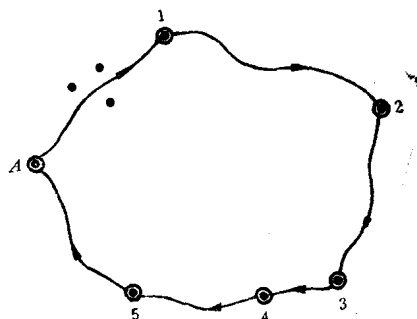


图 1-2

实习六 闭合导线计算

一、实习目的及要求

(一) 通过实习必需掌握导线计算的方法;

(二) 角度计算精确到秒;坐标计算应保留至小数点后两位;

(三) 取 $f_{\alpha} = \pm 40'' \sqrt{n}$; $K_{\alpha} = 1/2000$ 。

二、闭合导线计算步骤

(一) 计算准备工作

1. 绘出闭合导线略图。
2. 方便计算, 将导线点按逆时针方向编号, 以使导线前进方向左转角即为导线闭合环内角。
3. 将导线起始点坐标、导线各边边长、各内角等数据填入导线计算表中, 并检查是否抄错。

(二) 角度闭合差计算及调整

1. 计算闭合导线内角和理论值

$$\Sigma \beta_{理} = (n-2) \times 180^\circ$$

2. 由角度观测值计算内角和

$$\Sigma \beta_{测} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n$$

3. 角度闭合差计算及调整

(1) 闭合差: $f_\beta = \Sigma \beta_{测} - \Sigma \beta_{理}$

(2) 闭合差调整 若 $f_\beta \leq f_{容}$, 则平均分配, 即角度平差值 $\beta'_i = \beta_i + \frac{f_\beta}{n}$; 分配不

均时, 考虑较短边的邻角多分配一点。

(3) 检核 闭合差分配后应有 $\Sigma \beta'_i = \Sigma \beta_{理}$, 否则需再次调整不符值, 直至 $f_\beta = 0$ 。

(三) 坐标方位角推算

(1) 按下式推算已知坐标方位角 $\text{tg} \alpha_{AB} = \left(\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \right)$

(2) 推算其他各导线边方位角 $\alpha_{i,i+1} = \alpha_{i-1,i} + \beta'_i \pm 180^\circ$

式中 $\alpha_{i-1,i} + \beta'_i \geq 180^\circ$ 时, 取减号; 否则, 取加号。

(3) 检核 由所推算出的导线最后一条边的方位角 $\alpha_{n-1,A}$, 推算的起始边方位角应为:

$$\alpha_{A1} = \alpha_{n-1,A} + \beta'_n \pm 180^\circ$$

若上式不成立, 则说明计算过程有误。

(四) 坐标增量计算

根据各边边长及坐标方位角, 计算各边坐标增量, 即:

$$\begin{cases} \Delta X_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \cos \alpha_{i,i+1} \\ \Delta Y_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \sin \alpha_{i,i+1} \end{cases}$$

亦可利用计算器特定功能键进行计算。如 EL-5003 计算器的固定计算程序为:

键 操 作 步 骤	显 示
S \downarrow α DEG 2ndF xy	ΔX
	ΔY

其中, S、 α 分别为边长及对应方位角。

(五) 坐标增量闭合差计算及调整

1. 增量闭合差计算

$$\begin{cases} f_x = \sum \Delta X_{\text{测}} - \sum \Delta X_{\text{算}} = -\sum \Delta X_{\text{闭}} \\ f_y = \sum \Delta Y_{\text{测}} - \sum \Delta Y_{\text{算}} = -\sum \Delta Y_{\text{闭}} \end{cases}$$

2. 导线全长闭合差及全长相对闭合差

导线全长闭合差: $f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

导线全长相对闭合差: $K = \frac{1}{[S]/f_s}$

如 $K > 1/2000$, 若计算无误, 则野外观测边长数据有问题。

如 $K \leq 1/2000$, 可继续后面计算。

3. 增量闭合差调整

(1) 改正数计算 一般 f_x 、 f_y 按边长成比例分配, 即:

$$v_{x_{i,i+1}} = \frac{f_x}{[S]} S_{i,i+1}$$

$$v_{y_{i,i+1}} = \frac{f_y}{[S]} S_{i,i+1}$$

(2) 检核 改正数应满足, $\sum \Delta v_x = f_x$, $\sum \Delta v_y = f_y$ 。若不满足, 则可能是由凑整所致, 应调整 v_x 、 v_y , 直至两式成立为止。

改正后的坐标增量为:

$$\begin{cases} \Delta X'_{i,i+1} = \Delta X_{i,i+1} + v_{x_{i,i+1}} \\ \Delta Y'_{i,i+1} = \Delta Y_{i,i+1} + v_{y_{i,i+1}} \end{cases}$$

4. 检核

闭合差分配后, 应有:

$$\begin{cases} \sum \Delta X' = \sum \Delta X_{\text{算}} = 0 \\ \sum \Delta Y' = \sum \Delta Y_{\text{算}} = 0 \end{cases}$$

(六) 计算各导线点坐标

$$\begin{cases} X_{i+1} = X_i + \Delta X'_{i,i+1} \\ Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y'_{i,i+1} \end{cases}$$

检核:

$$\begin{cases} X_A = X_{n-1} + \Delta X'_{n-1,A} \\ Y_A = Y_{n-1} + \Delta Y'_{n-1,A} \end{cases}$$

若上式不成立, 说明计算过程有误。

三、习题

闭合导线起始点 A 坐标为 (500.00m, 500.00m), 定向点 B 坐标为 (626.23m, 321.58m)。观测数据为:

连接角: $\angle MA_1 = 176^\circ 24' 34''$

各内角及水平距离为:

$$\begin{array}{ll} \angle A = 95^\circ 51' 06'' & S_{A1} = 98.20\text{m} \\ \angle 1 = 98^\circ 04' 42'' & S_{12} = 117.31\text{m} \end{array}$$

$$\angle 2 = 95^{\circ}10'30''$$

$$S_{23} = 133.20\text{m}$$

$$\angle 3 = 70^{\circ}53'00''$$

$$S_{34} = 147.32\text{m}$$

实习七 三角高程近似平差计算

一、目的与要求

(一) 通过本次实习, 要求掌握三角高程近似计算平差方法

(二) 取 $\Delta h_s = \pm 0.70\text{m}$ 。

二、平差步骤

(一) 计算高差闭合差 Δh

$$\Delta h = (H_B - H_A) - \sum h'_i$$

H_B 、 H_A 为起迄点的高程; h'_i 为高差观测值。

(二) 计算高差改正数

按与距离成正比改正:

$$v_i = \frac{\Delta h}{[S]} \cdot S_i$$

式中 $[S]$ 为三角高程路线总长

检核: $\sum v_i = \Delta h$ 应成立, 否则再次调整 v_i 值, 直至此式成立为止。

(三) 计算高差平差值 h_i

$$h_i = h'_i + v_i$$

(四) 计算高程

$$H_i = H_{i-1} + h_i$$

检核:

$$H_{n-1} + h_n = H_B$$

若上式不成立, 则说明 h_i 或 H_i 计算过程有错。

三、习题 (见本书 P.77~78)

实习八 内插等高线

一、目的与要求

(一) 进一步理解等高线的特性, 掌握等高线的内插方法。

(二) 曲线要光滑, 线条粗细要均匀。

(三) 等高距为 2m, 计曲线要注记高程且字头朝向山头。计曲线粗 0.3mm, 首曲线粗 0.15mm。

二、内插等高线的步骤

(一) 找出特征的点和线, 即山头、鞍部、山脊线和山谷线, 并分析坡度升高或降低的方向。

(二) 根据等高距, 在山脊线上和山谷线上相邻的两个高程注记点之间内插出等高线所应通过的点。

(三) 将高程相等且相邻的点, 用光滑的曲线连接起来。