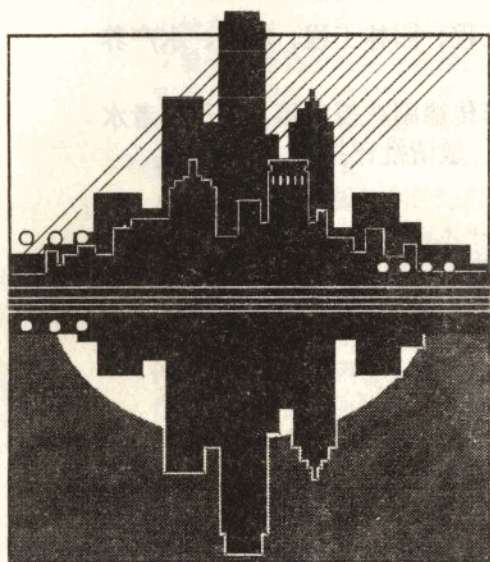




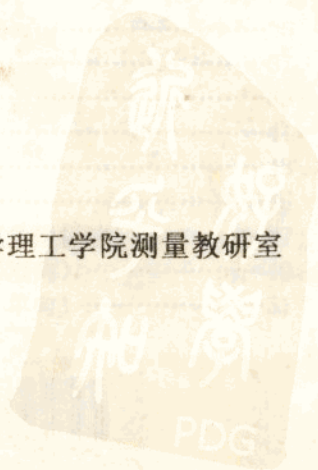
测量学实验指导书

赵世平编



海南大学理工学院测量教研室

33
03
I
6277



前 言

近几年来,随着全国改革开放形势的发展,测绘技术日新月异,测绘仪器的更新换代进一步加快,技术手段更加先进。为了适应 21 世纪对人材培养的需要,培养学生的动手能力和综合应用所学测量知识的能力,同时也为今后测量实验室的开放,我们编写了这本实验指导书。

本书适用于建筑工程、水利工程、园林工程、农学、水产养殖等专业。

全书由赵世平实验师编写,彭传德副教授审稿。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请批评指正。

编者

1997 年 3 月

目 录

第一部分 测量实验与实习须知

- 一、实验与实习的目的及有关规定.....16
- 二、仪器、工具使用注意事项.....18
- 三、记录与计算规则.....19

第二部分 测量实验及课堂作业

- 实验一 水准仪的使用..... 5
- 实验二 水准测量..... 5
- 实验三 微倾式水准仪的检验与校正..... 6
- 实验四 经纬仪的使用..... 8
- 实验五 测回法测量水平角..... 9
- 实验六 全圆方向法测量水平角..... 9
- 实验七 竖直角测量与竖盘指标差检验.....10
- 实验八 经纬仪的检验与校正.....11
- 实验九 距离丈量和磁方位角的测定.....13
- 实验十 视距测量.....14
- 实验十一 小平板仪测绘地形.....15
- 实验十二 测设水平角与水平距离.....17
- 实验十三 测设已知高程和坡度线.....17
- 实验十四 圆曲线测设.....18
- 实验十五 D3030A 型红外测距仪的使用.....21
- 作业一 附和(闭合)导线的计算.....23
- 作业二 解析法面积计算.....24
- 作业三 地形断面图的绘制.....24
- 作业四 土方量的计算.....25

第三部分 测量教学实习..... 26

第四部分 CASIO fx-4500P 计算机测量计算程序

- 程序一 视距测量(求平距、高程).....27
- 程序二 经纬仪平距辐射法坐标计算.....29
- 程序三 经纬仪视距辐射法(求平距、高程、坐标).....31
- 程序四 边长及方位角反算(单一法).....33
- 程序五 边长及方位角反算(导线法).....35
- 程序六 前方交会(侧方交会).....37
- 程序七 后方交会.....39
- 程序八 测边交会.....41
- 程序九 测边三角形角度计算.....43
- 程序十 解析法面积计算.....45
- 程序十一 圆曲线的细部点放样(直角坐标法).....47
- 程序十二 三角高程测量高程计算(双向).....49
- 程序十三 三角高程测量高程计算(单向).....51

附录 测量仪器、工具借用办法

第一部分 测量实验与实习须知

一、实验与实习的目的及有关规定

1. 测量实验与实习的目的的一方面是为了验证、巩固在课堂上所学的知识；另一方面是熟悉测量仪器的构造和使用方法，培养学生进行测量工作的基本操作技能，使学到的理论知识与实践紧密结合。

2. 在实验与实习之前，必须复习教材中的有关内容，认真仔细地预习实验与实习指导书，明确目的要求、方法步骤及注意事项，以保证按时完成实验和实习任务。

3. 实验或实习分小组进行，组长负责组织协调工作，办理所用仪器工具的借领和归还手续。每人都必须认真、仔细地操作，培养独立工作能力和严谨的科学态度，同时要发扬互相协作精神。

4. 实验或实习应在规定的时间和地点进行，不得无故缺席或迟到早退。

5. 各小组借用的仪器、工具，未经许可不得任意转借或调换，若发现有损坏、遗失、故障，应立即向指导教师报告，视情节轻重给予适当处理。

实验或实习结束时，应提交书写工整、规范的实验报告或实习成果。

二、仪器、工具使用注意事项

以小组为单位到指定地点领取仪器、工具，领借时应当场清点检查，如有缺损，可以报告实验室管理员给予补领。

1. 携带仪器时，应注意检查仪器箱是否扣紧、锁好，拉手和背带是否牢固，并注意轻拿轻放。开箱时，应将仪器箱放置平稳。开箱后，记清仪器在箱内安放的位置，以便用后按原样放回。提取仪器时，应用双手握住支架和基座轻轻取出，放在三脚架上，保持一手握住仪器，一手拧紧连接螺旋，使仪器与三脚架牢固连结。仪器取出后，应关好仪器箱，严禁在箱上坐人。

2. 严禁无人看管仪器，切不可将仪器靠在墙边或树上。应撑伞，以防仪器日晒雨淋。

3. 若发现透镜表面有灰尘或其它污物，须用软毛刷或镜头纸拂去，严禁用手帕或粗布或其它纸张擦拭，以免磨损镜头。

4. 各制动螺旋勿拧过紧，以免损伤，各微动螺旋勿转至尽头，以防失灵。

5. 近距离搬站，应放松制动螺旋，一手握住三脚架放在肋下，一手托住仪器放置于胸前稳步行走。不准将仪器斜扛肩上，以免损伤仪器。若距离较远，必须装箱搬站。

6. 仪器装箱时，应松开各制动螺旋原样放回后先试关一次，确认放妥后，再拧紧各制动螺旋，以免仪器在箱内晃动，最后关箱上锁。

7. 水准尺、标杆不准用作担抬工具，以防弯曲变形或折断。不准抛扔钢尺、垂球等测量工具，严禁用测量工具逗逗玩耍，或在测站旁开玩笑、相互推攘，以防损坏测量仪器、工具。

8. 钢尺须防压、防扭、防水，携尺前进时，应将尺身提起，不得沿地面施行，以防损坏刻划。用毕应擦净上油。

三、记录与计算规则

1. 实验所得各项数据的记录和计算，必须按记录格式用铅笔认真填写。字迹应清楚并随观测随记录。不准先记在草稿纸上，然后誊入记录表中，更不准伪造数据。

观测者读出数字后，记录者应将所记数字复诵一遍，以防听错、记错。

2. 若记录有错, 不得用橡皮擦拭, 应将错误的数字整齐划去, 在原字上方补记正确数字。修改后应在备注栏内注明原因(如测错、记错、超限等)。

3. 禁止连续更改数字, 例如: 水准测量中的红、黑面读数; 角度测量中的盘左、盘右读数; 距离丈量中的往测与返测结果等, 均不能同时更改, 否则, 必须重测。

简单的计算与必要的检核, 应在测量现场及时完成, 确认无误后方可迁站。

4. 记录数字要全, 不得省略零位。如水准尺读数 1.300, 度盘读数 $151^{\circ} 00' 00''$ 、 $121^{\circ} 02' 06''$ 中的“0”均应填写。

5. 数据运算应根据所取位数, 按“四舍六入、五前单进、双舍”的规则进行数字凑整。

第二部分 测量实验及课堂作业

实验一 水准仪的使用

一、目的和要求

1. 了解 DS3 级水准仪的基本构造, 认清其主要部件的名称及作用;
2. 练习水准仪的安置、整平、瞄准与读数;
3. 测定地面两点间高差。

二、仪器和工具

DS3 级水准仪 1 台, 水准尺 1 对, 尺垫 1 对, 记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 安置仪器于 A、B 两点间, 用脚螺旋进行粗略整平;
2. 了解仪器各部件的名称、作用并熟悉其使用方法, 同时弄清水准尺的分划与注记, 掌握读数方法;
3. 转动目镜调焦螺旋, 看清十字丝;
4. 利用准星和照门粗瞄后视点 A 的水准尺, 再转动物镜对光螺旋看清水准尺影像, 消除视差, 转动水平微动螺旋利用十字丝精确照准水准尺。
5. 转动微倾螺旋使符合水准气泡两端的影像吻合 (即成一圆弧状);
6. 用中丝在水准尺上读取 4 位读数, 即米、分米、厘米、毫米; 读数时应先估出毫米数, 然后按米、分米、厘米、毫米, 一次读出四位数;
7. 仿照 4~6 项读出 B 点的前视读数, 分别记入手簿;
8. 计算 A、B 两点的高差

$$h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

四、记录与计算

参见实验记录表或教材。

实验二、水准测量

一、目的和要求

1. 练习等外水准测量的观测、记录、计算与检核的方法;
2. 由一个已知高程点 BMA 开始, 经若干个待定高程点 B、C、D, 进行闭合水准测量, 求出待定高程点 B、C、D 的高程。高差闭合差的容许值为:

$$\text{平地 } f_h = \pm 40 \sqrt{L} \text{ mm}$$

$$\text{或 山地 } f_h = \pm 12 \sqrt{n} \text{ mm}$$

式中 n —测站数;

L —水准路线的公里数。

3. 实验小组由 5 人组成, 一人观测、一人记录、二人扶尺, 一人打伞, 轮换操作。

二、仪器和工具

DS3 级水准仪 1 台,水准尺 1 对,记录板 1 个,伞 1 把,尺垫 1 对。

三、方法和步骤

1. 在地面选定 B、C、D 三个坚固点作为待定高程点, BMA 为已知高程点, 其高程值由教师提供。安置仪器于点 BMA 和转点 TP.1 之间, 目估前、后视距离大致相等, 进行粗略整平和目镜对光。测站编号为 1;

2. 后视 BMA 点上的水准尺, 精平后读取后视读数, 记入手簿;

3. 前视 TP.1 上的水准尺, 精平后读取前视读数, 记入手簿;

4. 计算测站高差: 高差等于后视读数减前视读数;

5. 同法继续进行, 中间连测待定高程点 B、C、D 后返回原水准点 BMA;

6. 计算检核: 后视读数之和减前视读数之和应等于高差之和;

7. 高差闭合差的计算与调整, 详见教材;

8. 待定点高程的计算。根据已知高程点 BMA 的高程和各点间改正后的高差计算 B、C、D 三个点的高程。

四、注意事项

1. 在每次读数之前, 应使水准管气泡严格居中, 并消除视差;

2. 应使前、后视距离大致相等;

3. 在已知高程点和待定高程点上不能放置尺垫, 转点用尺垫时, 应将水准尺置于尺垫半圆球的顶点上;

4. 尺垫应踏入土中或置于坚硬地面上, 在观测过程中不得碰动仪器和尺垫, 迁站时应保护前视尺垫不得移动。

5. 水准尺必须扶直, 不得前、后倾斜。

五、记录与计算

参见实验记录表或教材。

实验三、微倾式水准仪的检验与校正

一、目的和要求

1. 了解微倾式水准仪各轴线间应满足的几何条件;

2. 掌握微倾式水准仪检验与校正的方法;

3. 要求校正后的 i 角不得超过 20 秒, 其它条件检验到无明显偏差为止。

二、仪器和工具

DS3 级水准仪 1 台, 水准尺 1 对, 皮尺 1 把, 木桩 2 个, 记录板 1 个, 伞 1 把, 拨针 1 个, 斧 1 把。

三、方法和步骤

1. 一般性检验按实验报告所列项目进行。

2. 园水准器轴平行于竖直轴的检验与校正

● 检验: 调圆水准器气泡居中, 旋转仪器 180° , 若气泡偏离圆圈, 则需要校正。

● 校正: 拨圆水准器底部的校正螺丝, 使气泡向居中方向退回偏离量的一半, 再用脚螺旋使气泡居中。如此反复检校直到圆水准器转到任何位置气泡都居中为止。

3. 十字丝横丝垂直于竖轴的检验与校正

● 检验: 用十字丝交点照准墙上一明显点状物, 转动水平微动螺旋, 若该点明显偏离横丝, 则需校正。

● 校正: 松开目镜座 4 个固定螺丝, 微微旋转目镜座, 至误差 insignificantly 为止, 最后拧紧 4 个固定螺丝。

4. 视准轴平行于水准管轴的检验与校正

● 检验: 在相距 80 米的 A、B 两点等距离处安置仪器, 并两次测得 A、B 的高差, 若其差值不大于 3 毫米, 则取其平均值作为 A、B 的高差。

搬仪器到 A 点附近 (离 A 点约 3 米), 读 A、B 点水准尺读数, 设为 a 、 b' , 再根据 A、B 两点的正确高差算出 B 尺上应有读数 $b = a - h$, 与 B 尺上的读数 b' 比较, 得误差为 $\Delta b = b' - b$, 由此计算 i 角值。

$$i'' = \frac{\Delta b}{D_{AB}} \times \rho''$$

式中 $\rho = 206265''$, D_{AB} 为 A、B 两点间的距离。

● 校正: 转动微倾螺旋, 使十字丝的中丝对准 B 尺上的正确读数 b , 这时水准管气泡必然不居中, 用拨针拨动水准管一端上、下两个校正螺丝, 使气泡居中。反复检校, 直到 $i \leq \pm 20''$ 为止。

四、注意事项

1. 检验仪器时, 必须按上述的规定顺序进行, 不能颠倒;
2. 拨水准管校正螺丝时, 要先松后紧, 松紧适当。

五、记录格式

参见实验记录表

实验四、经纬仪的使用

一、目的和要求

1. 了解 DJ6 级经纬仪的基本构造及其主要部件的名称及作用;
2. 练习经纬仪的对中、整平、瞄准与读数的方法, 并掌握基本操作要领;
3. 要求对中误差小于 3mm, 整平误差小于 1 格。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台, 木桩 1 个, 伞 1 把, 记录板 1 个, 锤子 1 把。

三、方法和步骤

1. 经纬仪的安置

- 松开三脚架安置于测站上, 使高度适当, 架头大致水平。
- 对中 用连接螺旋将经纬仪连在三脚架上, 用垂球或光学对点器对中。
- 整平 转动照准部, 使水准管平行于任意一对脚螺旋的连线, 两手同时向内

(或向外)转动这两只脚螺旋,使气泡居中。将仪器绕竖轴转动 90° 使水准管垂直于原来两只脚螺旋的连线,转动第三只脚螺旋,使气泡居中。如此反复进行,直到仪器转到任何方向,气泡中心不偏离水准管零点一格为止。

2. 瞄准目标

- 将望远镜对向天空(或白色墙面),转动目镜使十字丝清晰;
- 用望远镜上的瞄准器瞄准目标,再从望远镜中观看,若目标在视场内,可固定望远镜制动螺旋和水平制动螺旋。

- 转动调焦螺旋使目标影像清晰,再调节水平微动螺旋和望远镜微动螺旋,用十字丝纵丝精确照准目标。

- 眼睛微微左右移动,检查有无视差,若有转动调焦螺旋予以消除。

3. 读数

- 调节反光镜使读数窗亮度适中;

- 旋转读数显微镜的目镜,使度盘及分微尺的刻划清晰,并区别水平度盘与竖直度盘读数窗;

- 读取位于分微尺上度盘刻划线所注记的度数,从分微尺上读取该刻划线所在位置的分数,估读到 $0.1'$ (即 6 秒的整倍数)。

盘左、盘右分别瞄准目标,分别读取度盘读数,两次读数之差约为 180° , 以此检核瞄准和读数是否正确。

四、记录与计算

参见实验记录表或教材

实验五、测回法测量水平角

一、目的和要求

1. 进一步熟悉经纬仪的使用;
2. 掌握测回法测量水平角的方法、记录和计算;
3. 限差要求:上、下半测回之差不得超过 $\pm 40''$, 各测回角值之差不得超过 $\pm 24''$ 。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台,木桩 1 个,伞 1 把,记录板 1 个,锤子 1 把。

三、方法和步骤

1. 每组选一测站点 O 安置仪器,对中、整平后,再选定 A、B 两个目标;
2. 盘左,先瞄准目标 A,后拨度盘变换器,使读数稍大于零,将读数记入手簿,设为 a_1
3. 顺时针转动照准部,瞄准目标 B,读数为 b_1 盘左测得 $\angle AOB$ 为:
$$\beta_{\text{左}} = b_1 - a_1$$
4. 纵转望远镜为盘右,先瞄准目标 B,读数为 b_2 并记录,逆时针方向转动照准部,瞄准目标 A,读数为 a_2 并记录,盘右测得 $\angle AOB$ 为:
$$\beta_{\text{右}} = b_2 - a_2$$
5. 计算一测回角值:

$$\beta = \frac{1}{2} (\beta_{\text{左}} + \beta_{\text{右}})$$

6. 当观测 n 个测回时, 起始方向 A 按 $\frac{180^\circ}{n}$ 变换度盘位置, 各测回角值互差不超限时, 则计算平均角值。

四、记录格式

参见实验记录表

实验六、全圆方向观测法测量水平角

一、目的和要求

1. 掌握全圆方向观测法观测水平角的操作方法、记录和计算;
2. 限差要求: 半测回归零差 $\leq \pm 18''$, 各测回方向值互差 $\leq \pm 24''$ 。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台, 木桩 1 个, 伞 1 把, 记录板 1 个, 锤子 1 把。

三、方法和步骤

1. 在测站点 O 安置仪器, 对中、整平后, 选定 A、B、C、D 四个目标, 其中 A 为起始方向;

2. 盘左瞄准目标 A, 并使水平度盘读数稍大于零, 读数并记录;

3. 顺时针方向转动照准部, 依次瞄准 B、C、D、A 各目标, 分别读数并记录, 检查归零差是否超限;

4. 纵转望远镜, 盘右, 逆时针方向依次瞄准 A、D、C、B、A 各目标, 读数并记录, 检查归零差是否超限;

5. 计算

● 两倍照准差 (2C) 值:

$$2C = \text{盘左读数} - (\text{盘右读数} \pm 180^\circ)$$

● 各方向的平均读数:

$$\text{平均读数} = \frac{1}{2} (\text{盘左读数} + (\text{盘右读数} \pm 180^\circ))$$

● 归零后的方向值:

将各方向的平均读数减去起始方向的平均读数, 即得各方向的归零后方向值, 起始方向的归零值亦为零。

● 各测回归零后方向值的平均值:

取各测回同一方向归零后方向值的平均值作为该方向的最后结果。

● 各目标间水平角值:

相邻两方向值相减即可求得。

四、注意事项

1. 应选择远近适中, 易于瞄准的清晰目标作为起始方向;
2. 如果方向数只有三个时, 可以不归零。

五、记录格式

参见实验记录表。

实验七、竖直角测量与竖盘指标差的检验

一、目的和要求

1. 练习竖直角观测、记录和计算的方法；
2. 掌握竖盘指标差的计算方法；
3. 限差要求：对 DJ6 型经纬仪，垂直角互差和指标差互差均不能超过 $\pm 25''$ 。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台，木桩 1 个，伞 1 把，记录板 1 个，锤子 1 把

三、方法和步骤

1. 在测站点 O 安置仪器，对中、整平后，选定 A、B 两个目标；
2. 盘左，用十字丝中丝切于目标顶端，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使竖盘指标水准管气泡居中，读取竖盘读数 L，记入手簿；
3. 盘右，同法观测 A 目标，读取盘右读数 R，记入手簿；以上合称为一个测回。

4. 计算竖直角（顺时针刻划的竖盘结构）：

上半测回竖直角： $\alpha_L = 90^\circ - L$

下半测回竖直角： $\alpha_R = R - 270^\circ$

一测回竖直角： $\alpha = \frac{1}{2} (\alpha_L + \alpha_R) = \frac{1}{2} (R - L - 180^\circ)$

5. 计算竖盘指标差： $x = \frac{1}{2} (\alpha_R - \alpha_L) = \frac{1}{2} (L + R - 360^\circ)$

6. 同法测定 B 目标的竖直角并计算出竖盘指标差，检查指标差互差是否超限。

四、注意事项

1. 观测过程中，对同一目标应使十字丝中丝切准目标顶端（或同一部位）；
2. 每次读数前应使竖盘指标水准管气泡居中；
3. 计算竖直角和指标差时，应注意正、负号。

五、记录格式

参见实验记录表。

实验八、经纬仪的检验和校正

一、目的和要求

1. 了解 DJ6 级经纬仪各主要轴线之间应满足的几何条件；
2. 掌握经纬仪检验和校正的操作方法。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台，拔针 1 各，伞 1 把，记录板 1 个，

三、方法和步骤

1. 一般检查按实验报告所列项目进行。

2. 照准部水准管轴垂直于竖轴的检验和校正

● 检验：将仪器大致整平，转动照准部使水准管平行于一对脚螺旋的连线，转动该对脚螺旋使气泡严格居中，将照准部旋转 180 度，若气泡仍居中，说明条件满足，若气泡中点偏离水准管零点超过一格，则需校正。

● 校正：用拨针拨动水准管一端的校正螺丝，应先松后紧，使气泡退回偏离量的一半，再转动脚螺旋使气泡居中。如此反复检校，直到水准管在任何位置时气泡都无明显偏离为止。

3. 十字丝竖丝应垂直于横轴的检验和校正

● 检验：用十字丝交点瞄准一清晰的点状目标 P，上、下微动望远镜，若 P 点始终不偏离竖丝，该条件满足，否则需要校正。

● 校正：旋下目镜端十字丝分划板护盖，松开四个压环螺丝，转动十字丝分划板座，使竖丝与 P 点重合。反复检校，直到该条件满足为止。校正完毕，应旋紧压环螺丝，并旋上护盖。

4. 视准轴应垂直于横轴的检验与校正

① 四分之一法（适用于 J6 仪器）

● 检验：在 O 点安置仪器，从该点向两侧量取 30~50 米，定出等距离的 A、B 两点。于点 A 设置目标，点 B 横置一根有毫米刻划的小钢尺，尺身与 AB 方向垂直并与仪器大致同高。盘左瞄准目标，固定照准部，纵转望远镜在 B 点尺上读数为 B_1 ；盘右瞄准目标 A，固定照准部，纵转望远镜在 B 点尺上读数为 B_2 。若 B_1 与 B_2 重合，该条件满足。否则，按下式计算出视准轴误差 C：

$$C'' = \frac{B_1 B_2}{4 \times OB} \times \rho''$$

对 J2 经纬仪，当 $2C > \pm 16''$ ；J6 经纬仪，当 $2C > \pm 20''$ 时，则需校正。

● 校正：先在 B 尺上定出一点 B_3 ，使 $B_2 B_3 = B_1 B_2 / 4$ ，旋下分划板护盖，用拨针拨动十字丝左、右两个校正螺丝，一松一紧，使十字丝交点与 B_3 点重合即可。

② 读数法（适用于 J2 仪器或度盘偏心差较小的 J6 仪器）

● 检验：选择一与仪器同高的目标点 A，盘左、盘右观测其水平角，则 $2C = L - (R \pm 180^\circ)$ ，对 J2 经纬仪，当 $2C > \pm 16''$ ；J6 经纬仪，当 $2C > \pm 20''$ 时，则需校正。

● 校正：首先计算盘右的正确读数， $R_{\text{正确}} = R + C$ ，转动水平微动螺旋使度盘读数为 $R_{\text{正确}}$ ，这时目标偏离十字丝，用拨针拨动十字丝左、右两个校正螺丝，一松一紧，使十字丝交点与目标点重合即可。

5. 横轴应垂直于仪器竖轴的检验与校正

● 检验：在距墙约 30m 处安置仪器（用皮尺量出该距离 D），盘左瞄准墙上一高目标点 P（竖直角大约 30° ），并观测计算出竖直角 α ，再将望远镜大致放平，将十字丝交点投在墙上定出 P_1 点；纵转望远镜，盘右，同法又在墙上定出 P_2 点，若 P_1 与 P_2 重合，该条件满足，否则按下式计算出横轴误差

$$i'' = \frac{P_1 P_2 \times \operatorname{ctg} \alpha}{2 \times D} \times \rho''$$

对 J2 经纬仪, 当 $i > \pm 15''$; J6 经纬仪, 当 $i > \pm 20''$ 时, 则需校正。

- 校正: 此项校正应送实验室, 用专用的高低差校正仪进行。

6. 竖盘指标差的检验与校正

- 检验: 盘左、盘右观测同一目标点 P, 按下式计算出竖盘指标差。

$$x = \frac{1}{2} (L + R - 360^\circ)$$

对 J2 经纬仪, 当 $x > \pm 16''$; J6 经纬仪, 当 $x > \pm 20''$ 时, 则需校正。

- 校正: 仪器位置不变, 仍以盘右瞄准目标点 P, 转动竖盘指标水准管微动螺旋使竖盘读数为 $(R - x)$, 这时, 气泡必然偏离, 用拔针松、紧水准管一端的校正螺丝, 使气泡居中。反复校正直到 x 不超过限差为止。

7. 光学对点器的检验与校正

- 检验: 整平仪器, 并将仪器对准地面上一点, 将仪器旋转 180° 若对点器仍对准该点, 则满足条件。否则需校正。

- 校正: 此项校正应送实验室进行。

四、注意事项

必需按实验步骤进行检验、校正, 顺序不能颠倒。

五、记录格式

参见实验记录表。

实验九、距离丈量和磁方位角的测定

一、目的和要求

1. 掌握钢尺量距的一般方法;
2. 学会使用罗盘仪测定直线的方位角;
3. 要求往、返丈量距离, 相对误差不大于 $1/3000$, 往、返测定磁方位角, 误差不大于 $\pm 1^\circ$ 。

二、仪器和工具

钢尺 1 把, 罗盘仪 1 台, 花杆 3 根, 测钎 6 根, 木桩 2 个, 锤子 1 把, 记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 在地面选定相距约 100 米的 A、B 两点, 打下木桩, 在桩顶钉一小钉或画十字作为点位, 在 A、B 点外侧竖立花杆。
2. 后尺手执尺零端, 插一根测钎于起点 A, 前尺手持尺盒 (或尺把) 并携带其余测钎沿 AB 方向前进, 行至一尺段处停下。
3. 一人立于 B 后 1~2 米处定线, 指挥持花杆者将花杆左、右移动, 使其插在 AB 方向上。

4. 后尺手将尺零点对准点 A, 前尺手沿直线拉紧钢尺, 在尺末端刻线处竖直地插下测钎, 这样便量完一个尺段。后尺手拔起 A 点测钎与前尺手共同举尺前进, 同法继续丈量其余各尺段, 每量完一个尺段, 后尺手都要拔起测钎。

5. 最后, 不足一整尺段时, 前尺手将某一整数分划对准 B 点, 后尺手在尺的零端读出厘米和毫米数, 两数相减求得余长。往测全长 $D_{往} = nl + q$ (n —整尺段数, l —钢尺长度, q —余长)

6. 同法由 B 向 A 进行返测, 但必须重新进行直线定线, 计算往、返丈量的平均值及相对误差。检查是否超限。

7. 将罗盘仪分别安置于 A、B 点测定磁方位角, 两者之差与 180° 相比较, 其误差不得超过 $\pm 1^\circ$, 取其平均值作为直线 AB 的磁方位角。

四、注意事项

1. 爱护钢尺, 勿沿地面拖擦, 严防打圈、受压, 用毕擦净上油, 不得握住尺盒 (或尺把) 来拉紧钢尺, 以免拉断尺尾;

2. 钢尺要拉平、拉直、拉稳, 用力要均匀;

3. 测钎要插直, 若地面坚硬, 可在地面划记号;

4. 测磁方位角时, 应避开铁器干扰。搬迁罗盘仪时要固定磁针。

五、记录格式

参见实验记录表。

实验十、视距测量

一、目的和要求

1. 练习用视距法测定地面两点间的斜距、平距和高差;
2. 水平距离和高差要往、返测量, 往返测得水平距离的相对误差不大于 $1/300$, 高差之差应不大于 5cm 。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台, 视距尺 1 把, 计算器 1 个, 木桩 2 个, 伞 1 把, 记录板 1 个, 锤子 1 把

三、方法和步骤

1. 在地面上任意选择 A、B 两点, 相距约定 100 米, 各打一木桩;
2. 安置仪器于 A 点, 量仪器高 i , 在 B 点竖立视距尺;
3. 盘左, 用上丝对准尺上整分米处 (如 1.000 处), 设为 b , 然后读取下丝读数 a (精确到毫米) 并且记录, 立即算出视距间隔 $l_L = a - b$, 则 A 到 B 点的斜距 $S = K \times l = 100 \times l$;
4. 转动望远镜微动螺旋使中丝对准尺上的仪器高 i 处 (或任意位置), 转动竖盘指标水准管微动螺旋, 使竖盘指标水准管气泡居中, 读竖盘读数并记录, 算出竖直角 $\alpha_L = 90^\circ - L$;
5. 盘右, 重复步骤 3 与 4, 测得视距间隔为 l_R 与 α_R ;
6. 用盘左、盘右观测的视距间隔平均值和竖直角平均值, 计算 A、B 两点的水平距离和高差:

$$\text{水平距离 } D_{AB} = Kl \cos^2 \alpha$$

高差 $h_{AB} = D \tan \alpha + i - v$

7. 将仪器安于 B 点, 重新量仪器高, 在 A 点竖尺, 同法测左、测右观测竖直角和尺间隔, 计算水平距离和高差。检查往、返测得水平距离和高差是否超限。

四、记录格式

参见实验记录表。

实验十一、小平板仪测绘地形

一、目的和要求

1. 了解小平板仪的构造和使用方法;
2. 实地熟悉地形, 能合理地选定地物、地貌特征点;
3. 了解地形图测绘的方法、步骤;
4. 测图比例尺 1:500, 等高距为 0.5 米;
5. 分工负责、密切配合、轮换作业,
6. 控制点及其坐标由教师提供。

二、仪器和工具

小平板仪 1 台, 视距尺 1 把, 皮尺 1 把, 计算器 1 个, 伞 1 把, 地形图图式 1 本, 小三角板 1 副, 小花杆 3 根, 垂球 1 个, 记录板 1 个, 木桩 2 个, 测图纸 1 张。

三、方法和步骤

1. 小平板仪的安置

● 首先用目估法将平板粗略定向、整平和对点, 再以相反的顺序进行精确的对点、整平和定向。

● 对中: 是使图上的已知点和地面上相应点, 位于同一铅垂线上。对中是使用移点器来进行, 对中的容许误差为 $0.05\text{mm} \times M$, M 为测图比例尺的分母。

● 整平: 是使图板成水平位置。将圆气泡放在图板中央, 稍松脚架上的连接螺旋, 轻压图板板沿使圆气泡居中。

● 定向: 是使图板上已知方向线与地面上相应方向线一致或平行。用已知方向定向时, 将照准器的直尺边紧靠图上已知直线, 转动图板, 使照准器瞄准地面上另一已知点, 旋紧连接螺旋即可。

由于平板仪的对中、整平和定向三项操作, 往往是互相干扰, 一次难于把它安置好, 因此要反复多次, 至到满足要求为止。

2. 安置好平板仪后, 用 2m 钢尺量出仪器高 i , 然后在碎部点立尺, 用照准仪瞄准尺子, 读取视距 S 、切尺高 (中丝读数) v 、垂直角 α , 并记入手簿。

3. 计算水平距离和高程

$$D = S \times \cos^2 \alpha$$

$$H = H_{\text{站}} + D \times \tan \alpha + i - v$$

4. 将测得的碎部点, 依水平距离按比例, 紧靠照准仪直尺边画在图纸上, 并注明高程, 同法测定其它碎部点的点位, 并根据地形边测边进行描绘。

四、注意事项

1. 视距尺要立直;

2. 记录时,应在备注栏注记地形的种类;
3. 要注意图面正确整洁,注记清晰,字头一律朝北书写,并做到随测随绘,随检查。
4. 当每站工作结束后,在确认地物、地貌无测错或漏测时,方可迁站。

五、记录格式

参见实验记录表

实验十二、测设水平角与水平距离

一、目的和要求

1. 练习用一般方法测设已知水平角,要求角度误差不超过 ± 60 秒;
2. 练习测设已知水平距离,测设精度要求相对误差不应大于 $1/3000$;
3. 理解极坐标法放样点的平面位置的方法和步骤。

二、仪器和工具

DJ6 级经纬仪 1 台,钢尺 1 把,计算器 1 个,木桩 3 个,测钎 6 根,记录板 1 个,锤子 1 把

三、方法和步骤

1. 测设角值为 β 的水平角
 - 在地面选 A、B 两点打桩,作为已知方向,将经纬仪安置于 B 点,盘左,瞄准 A 点,并使度盘读数为 $0^\circ 00' 00''$,
 - 顺时针转动照准部,使度盘读数为 β ,在此方向打桩为 C 点点位,在桩顶标出视线方向和点位 C' ;
 - 盘右,同法在桩顶定出另一点位 C'' ,取 $C' C''$ 的中点为 C 点的最后点位。
2. 测设长度为 D 的水平距离
 - 利用测设水平角的桩点,沿 BC 方向测设水平距离为 D 的线段 BE。
 - 仪器仍然安置于 B 点,用 C 点定向,沿 BC 方向概量距离 D 由观测员指挥将木桩打在 BC 方向上,而且 E 点点位还要位于桩顶上。
 - 根据给定的水平距离和已知方向 BC,从 B 点用钢尺丈量的一般方法,量得线段的另一端点 E。
 - 再检测 BE 的距离,其值与设计值的相对误差不应大于 $1/3000$ 。

四、记录格式

参见实验记录表。

实验十三、测设已知高程和坡度线

一、目的和要求

1. 练习测设已知高程点, 要求误差不大于 $\pm 8\text{mm}$;

2. 练习测设坡度线。

二、仪器和工具

水准仪 1 台, 水准尺 1 根, 木桩 6 根, 伞 1 把, 皮尺 1 把, 锤子 1 把, 记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 测设已知高程 $H_{\text{设}}$

● 在水准点 A 和待测点 B (打一木桩) 之间安置水准仪, 读取 A 点的后视读数 a , 根据水准点高程 H_A 和待测点高程 $H_{\text{设}}$, 计算出 B 点的前视读数 $b = H_A + a - H_{\text{设}}$;

● 使水准尺紧贴 B 点木桩侧面上、下移动, 当视线水平, 中丝对准尺上读数为 b 时, 沿尺底在木桩上画线, 即为测设的高程位置

● 重新测定上述尺底线的高程, 检查误差是否超限。

2. 测设坡度线

欲从 A 至 B 测设距离为 D , 坡度为 i 的坡度线, 规定每隔 10 米打一木桩。

● 从 A 点开始, 沿 AB 方向量距, 打桩并依次编号;

● 起点 A 位于坡度线上, 其高程为 H_A , 根据设计坡度及 AB 两点的距离, 计算出点 B 的设计高程, 并用测设已知高程点的方法将 B 点测设出来。

● 安置水准仪于 A 点, 使一个脚螺旋位于 AB 方向上, 另两只脚螺旋连线与 AB 方向垂直, 量取仪器高 i ;

● 瞄准 B 点上的水准尺, 转动位于 AB 方向的脚螺旋, 使中丝读数为 i ;

● 不改变视线, 依次立尺于各桩顶, 轻轻打桩, 待尺上读数为 i 时, 桩顶即位于坡度线上。

若受地形限制, 不许可将桩顶打在坡度线上时, 可读取水准尺上的读数, 然后计算出各中间点桩顶距坡度线的填、挖值: 填(挖)数 $= i - \text{尺上读数}$, “-”为填, 即坡度线在桩顶上面; “+”为挖, 即坡度线在桩顶下面。

四、记录格式

参见实验记录表。

实验十四、圆曲线测设

一、目的和要求

1. 掌握圆曲线要素的计算, 曲线主点的放样方法;

2. 掌握偏角法放样圆曲线细部点的计算和放样方法。

二、仪器和工具

DJ6 型经纬仪 1 台, 30 米钢尺 1 把, 木桩 12 根, 计算器 1 台, 小花杆 6 根, 垂球 2 个, 锤子 1 把, 记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 圆曲线主点的放样

1) 曲线要素的计算

曲线起点 A (ZY), 中点 M (QZ) 和终点 B (YZ) 称为曲线的主点。线路转向