

GONGCHENG CELIANG SHIJIAN ZHIDAO

工程测量实践指导

主编 王建雄

主审 杨志强



黄河水利出版社

工程测量实践指导

主 编 王建雄

副主编 周利军

主 审 杨志强

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实践指导/王建雄主编. —郑州:黄河水利出版社,2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0871 - 0

I. ①工… II. ①王… III. ①工程测量 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 191352 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371 - 66026352 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:5.75

字数:132 千字

印数:1—3 100

版次:2014 年 8 月第 1 版

印次:2014 年 8 月第 1 次印刷

定价:12.00 元

编写人员

主 编 王建雄(云南农业大学)

副主编 周利军(绥化学院)

主 审 杨志强(长安大学)

参加编写人员 李浩宇(绥化学院)

何春香(云南农业大学)

陈劲松(云南农业大学)

杨雪银(西南林业大学)

刁建鹏(西南林业大学)

刘丽丽(西南林业大学)

夏永华(昆明理工大学)

陈鸿兴(昆明理工大学)

前 言

《工程测量实践指导》是与工程测量基本教材相配套的辅助教材,旨在帮助学生巩固课堂所学知识,培养学生分析问题和解决问题的能力,训练学生野外实际测量作业的基本技能,提高工程测量课程的教学质量。全书共分四个部分:第一部分是测量实验须知,强调仪器借领和使用注意事项及测绘资料的记录计算规则;第二部分是测量实验指导,共有18个课堂实验;第三部分是测量实习指导,主要包括大比例尺地形图解析法测绘、数字测图和施工放样;第四部分是实验报告。全书偏重于要求、方法与步骤的介绍,具有很强的实用性和可操作性。

参加本书编写的人员和分工如下:第一部分由王建雄编写;第二部分与第四部分的实验一、实验二、实验三由何春香编写,实验四、实验五、实验六由陈劲松编写,实验七、实验八、实验九由周利军编写,实验十、实验十一、实验十二由李浩宇编写,实验十三、实验十四由杨雪银编写,实验十五、实验十六由刁建鹏编写,实验十七、实验十八由刘丽丽编写;第三部分由夏永华、陈鸿兴编写。全书由王建雄统一修改定稿,由杨志强教授主审。在此,致以诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中可能存在不少缺点和错误,谨请读者批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

前 言

第一部分 测量实验须知	(1)
一、测量实验规定	(1)
二、测量仪器工具的借领与使用规则	(1)
三、测量记录与计算规则	(2)
第二部分 测量实验指导	(4)
实验一 水准仪的认识及使用	(4)
实验二 普通水准测量	(5)
实验三 水准仪检验与校正	(6)
实验四 经纬仪的认识及使用	(7)
实验五 测回法观测水平角	(8)
实验六 全圆测回法观测水平角	(9)
实验七 竖直角测量	(10)
实验八 视距测量	(11)
实验九 钢尺量距与罗盘仪定向	(12)
实验十 全站仪的认识及使用	(13)
实验十一 经纬仪导线测量及内业计算	(15)
实验十二 全站仪控制测量	(16)
实验十三 四等水准测量	(18)
实验十四 GPS 的认识及使用	(19)
实验十五 经纬仪测绘法测绘地形图	(20)
实验十六 数字化测绘地形图	(21)
实验十七 地形图的识读与应用	(23)
实验十八 全站仪坐标放样	(25)
第三部分 测量实习指导	(30)
一、实习概述	(30)
二、大比例尺地形图解析法测绘	(36)
三、数字测图	(38)
四、施工放样	(53)
第四部分 实验报告	(57)
实验一 水准仪的认识及使用	(57)
实验二 普通水准测量	(58)
实验三 水准仪检验与校正	(60)

实验四	经纬仪的认识及使用	(61)
实验五	测回法观测水平角	(63)
实验六	全圆测回法观测水平角	(64)
实验七	竖直角测量	(65)
实验八	视距测量	(66)
实验九	钢尺量距与罗盘仪定向	(67)
实验十	全站仪的认识及使用	(68)
实验十一	经纬仪导线测量及内业计算	(71)
实验十二	全站仪控制测量	(73)
实验十三	四等水准测量	(74)
实验十四	GPS 的认识及使用	(76)
实验十五	经纬仪测绘法测绘地形图	(77)
实验十六	数字化测绘地形图	(78)
实验十七	地形图的识读与应用	(79)
实验十八	全站仪坐标放样	(81)

第一部分 测量实验须知

一、测量实验规定

(1) 在测量实验之前,应复习教材中的有关内容,认真仔细地预习实验指导书,明确目的与要求、熟悉实验步骤、注意有关事项,并准备好所需文具用品,以保证按时完成实验任务。

(2) 实验分小组进行,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。

(3) 实验应在规定的时间进行,不得无故缺席或迟到早退;应在指定的场地进行,不得擅自改变地点或离开现场。

(4) 必须严格遵守本书列出的“测量仪器工具的借领与使用规则”和“测量记录与计算规则”。

(5) 服从教师的指导,每人都必须认真、仔细地操作,培养独立工作的能力和严谨的科学态度,同时要发扬互相协作精神。每项实验都应取得合格的成果并提交书写工整规范的实验报告。

(6) 实验过程中,应遵守纪律,爱护现场的花草、树木和农作物,爱护周围的各种公共设施。

二、测量仪器工具的借领与使用规则

(一) 测量仪器工具的借领

(1) 在教师指定的地点办理借领手续,以小组为单位领取仪器工具。

(2) 借领时应该当场清点检查。实物与清单是否相符,仪器工具及其附件是否齐全,背带及提手是否牢固,三脚架是否完好等。如有缺损,可以补领或更换。

(3) 离开借领地点之前,必须锁好仪器箱并捆扎好各种工具;搬运仪器工具时,必须轻取轻放,避免剧烈震动。

(4) 借出仪器工具之后,不得与其他小组擅自调换或转借。

(5) 实验结束,应及时收装仪器工具,送还借领处检查验收,消除借领手续。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,并按有关规定给予赔偿。

(二) 测量仪器使用注意事项

(1) 携带仪器时,应注意检查仪器箱盖是否关紧锁好,拉手、背带是否牢固。

(2) 打开仪器箱之后,要看清并记住仪器在箱中的安放位置,避免以后装箱困难。

(3) 提取仪器之前,应注意先松开制动螺旋,再用双手握住支架或基座轻轻取出仪器,放在三脚架上,一手握住仪器,一手去拧连接螺旋,最后旋紧连接螺旋,使仪器与三脚架连接牢固。

(4)装好仪器之后,注意随即关闭仪器箱盖,防止灰尘和湿气进入箱内。仪器箱上严禁坐人。

(5)人不远离仪器,仪器必须有人看护;切勿将仪器靠在墙边或树上,以防跌损。

(6)在野外使用仪器时,应该撑伞,严防日晒雨淋。

(7)若发现透镜表面有灰尘或其他污物,应先用软毛刷轻轻拂去,再用镜头纸擦拭,严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免损坏镜头。观测结束后应及时套好物镜盖。

(8)各制动螺旋勿扭过紧,微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端。使用各种螺旋都应均匀用力,以免损伤螺纹。

(9)转动仪器时,应先松开制动螺旋,再平衡转动。使用微动螺旋时,应先旋紧制动螺旋。动作要准确、轻捷,用力要均匀。

(10)使用仪器时,对仪器性能尚未了解的部件,未经指导教师许可,不得擅自操作。

(11)仪器装箱时,要放松各制动螺旋,装入箱后先试关一次,在确认安放稳妥后,再拧紧各制动螺旋,以免仪器在箱内晃动受损,最后关箱上锁。

(12)测距仪、电子经纬仪、电子水准仪、全站仪、GPS等电子测量仪器,在野外更换电池时,应先关闭仪器的电源;装箱之前,也必须先关闭电源,才能装箱。

(13)仪器搬站时,对于长距离或难行地段,应将仪器装箱,再行搬站。在短距离和平坦地段,先检查连接螺旋,再收拢三脚架,一手握基座或支架,一手握三脚架,竖直地搬移,严禁横扛仪器进行搬移。装有自动归零补偿器的经纬仪搬站时,应先旋转补偿器关闭螺旋将补偿器托起才能搬站,观测时应记住及时打开。

(三)测量工具使用注意事项

(1)水准尺、标杆禁止横向受力,以防弯曲变形。作业时,水准尺、标杆应由专人认真扶直,不准贴靠树上、墙上或电线杆上,不能磨损尺面分划和漆皮。塔尺的使用,还应注意接口处的正确连接,用后及时收尺。

(2)测图板的使用,应注意保护板面,不得乱写乱扎,不能施以重压。

(3)皮尺要严防潮湿,万一潮湿,应晾干后再收入尺盒内。

(4)钢尺的使用,应防止扭曲、打结和折断,防止行人踩踏或车辆碾压,尽量避免尺身着水。携尺前进时,应将尺身提起,不得沿地面拖行,以防损坏分划。用完钢尺,应擦净、涂油,以防生锈。

(5)小件工具如垂球、测钎、尺垫等应用完即收,防止遗失。

(6)测距仪或全站仪使用的反光镜,若发现反光镜表面有灰尘或其他污物,应先用软毛刷轻轻拂去,再用镜头纸擦拭。严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免损坏镜面。

三、测量记录与计算规则

(1)所有观测成果均要使用硬性(2H或3H)铅笔记录,同时熟悉表上各项内容及填写、计算方法。

(2)记录观测数据之前,应将表头的仪器型号、日期、天气、测站、观测者及记录者姓名等无一遗漏地填写齐全。

(3)观测者读数后,记录者应随即在测量手簿上的相应栏内填写,并复诵回报,以防

听错、记错。不得另纸记录事后转抄。

(4)记录时要求字体端正清晰,字体的大小一般占格宽的一半左右,字脚靠近底线,留出空隙作改正错误用。

(5)数据要全,不能省略零位。如水准尺读数 1.300,度盘读数 $30^{\circ}00'00''$ 中的“0”均应填写。

(6)水平角观测,秒值读记错误应重新观测,度、分读记错误可在现场更正,但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。垂直角观测中分的读数,在各测回中不得连环更改。

(7)距离测量和水准测量中,厘米及以下数值不得更改,米和分米的读记错误,在同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。

(8)更正错误,均应将错误数字、文字整齐划去,在上方另记正确数字和文字。划改的数字和超限划去的成果,均应注明原因和重测结果的所在页数。

(9)按四舍五入,五前单进双舍(或称奇进偶不进)的取数规则进行计算。如数据 1.1235 和 1.1245 进位均为 1.124。

第二部分 测量实验指导

实验一 水准仪的认识及使用

一、实验目的

- (1) 掌握 DS_3 型水准仪的基本构造, 认识各个操作部件的名称和作用。
- (2) 练习水准仪的整平、瞄准, 能准确地读出水准尺读数。
- (3) 初步掌握两点间高差测量的方法。

二、实验要求

- (1) 认识水准仪各个操作部件的名称和作用。
- (2) 对 DS_3 型水准仪进行整平、瞄准水准尺并转动微倾螺旋使水准管气泡居中后读数。

三、仪器工具

DS_3 型水准仪 1 台、水准尺 1 把。

四、实验内容

3 人为一实习小组, 每人独立完成仪器认识、整平、读数。

五、实验方法与步骤

(1) 安置仪器。先将三脚架张开, 使其高度适当, 架头大致水平, 将架脚踩实; 再开箱取出仪器, 将其固连在三脚架上。

(2) 认识仪器。指出仪器各部件的名称和位置, 了解其作用并熟悉使用方法, 同时掌握水准尺的分划记注。

(3) 粗略整平。双手食指和拇指各拧一对脚螺旋, 同时对向(或反向)转动, 使圆水准器气泡向中间移动; 再转动另一只脚螺旋, 使气泡移至圆水准器居中位置。一次不能居中, 应反复进行。(练习并体会圆水准器气泡移动方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向一致。)

(4) 水准仪的操作。

瞄准: 转动目镜调焦螺旋, 使十字丝清晰; 松开制动螺旋, 转动仪器, 用缺口和准星瞄准水准尺, 旋紧制动螺旋; 转动微动螺旋, 使水准尺位于视场中央; 转动物镜调焦螺旋, 消除视差使目标清晰(体会视差现象, 练习消除视差的方法)。

精平:转动微倾螺旋,使符合水准管气泡两端的半影像吻合(成圆弧状),即符合气泡严格居中。

读数:从望远镜中观察十字丝在水准尺上的分划位置,读取四位数字,即直读出米(m)、分米(dm)、厘米(cm)的数值,估读毫米(mm)的数值。

(5)观测练习:在仪器两侧各立一根水准尺,分别进行观测(瞄准、精平、读数)、记录并计算高差。

六、注意事项

(1)安置时应使三脚架头大致水平,才能保证脚螺旋粗略整平圆水准器。

(2)三脚架跨度不能太大,以免摔坏仪器。

(3)实验的同时必须认真填写实验数据及计算结果。

实验二 普通水准测量

一、实验目的

(1)掌握水准测量的施测方法、记录并计算。

(2)熟悉高差闭合差调整及高程计算的方法。

二、实验要求

(1)布设闭合水准路线。

(2)仪器与前、后尺距离应大致相等。

(3)根据观测结果,计算水准路线高差闭合差、高差闭合差改正数及待定点高程。

(4)高差闭合差允许值为:平地 $f_h = \pm 40\sqrt{L}$ mm,山地 $f_h = \pm 12\sqrt{n}$ mm。式中, L 为以km为单位的单量程路线长度; n 为测站数。

三、仪器工具

DS₃型水准仪1台、水准尺1对。

四、实验内容

3人为一实习小组,完成闭合水准路线测量。

五、实验方法与步骤

(1)选定一条闭合水准路线,其长度以安置4~6个测站为宜。确定起始点及水准路线的前进方向。

(2)在起始点和第一个待定点分别立水准尺,在距该两点大致等距离处安置仪器,分别观测得后视读数 a'_1 和前视读数 b'_1 ,计算高差 h'_1 ;改变仪器高度(或换水准尺另一面),再读取后、前视读数 a''_2 和 b''_2 ,计算高差 h''_1 。检查互差是否超限。计算平均高差 h_1 。将仪

器搬至第一、第二点中间设站观测,按前述方法测出 h_2 并依次推进,测出 $h_3, h_4 \cdots$ 。

(3) 根据已知点高程及各测站的观测高差,计算水准路线的高差闭合差,并在限差内对闭合差进行配赋,推算各待定点的高程。

六、注意事项

(1) 仪器的安置位置应保持前、后视距大致相等。每次观测读数前,应使水准管气泡居中,并消除望远镜视差。

(2) 立尺员要思想集中,立直水准尺。已知水准点和待定水准点不放尺垫。仪器未搬迁,后视点尺垫不能移动;仪器搬迁时,前视点尺垫不能移动。迁站时应防止摔碰仪器或丢失工具。

(3) 超限应重测。

(4) 实验的同时必须认真填写实验数据及计算结果。

实验三 水准仪检验与校正

一、实验目的

(1) 了解 DS_3 型水准仪各轴线之间应满足的几何关系。

(2) 掌握 DS_3 型水准仪检验与校正的操作。

二、实验要求

(1) 每位学生应按照检验与校正的步骤独立进行检验,并在老师的指导下进行校正。

(2) 仪器检验与校正的次序不能颠倒。

三、仪器工具

DS_3 型水准仪 1 台、水准尺 1 对、拨针 1 根、小螺旋刀 1 把。

四、实验内容

3 人为一实习小组,完成水准仪的检验与校正。

五、方法与步骤

(一) 圆水准器的检验与校正

(1) 检验:安置水准仪,用脚螺旋调整圆水准器气泡居中,再将望远镜旋转 180° ,若气泡偏离圆心,则须校正。

(2) 校正:用拨针拨动圆水准器校正螺旋,使水准器气泡返回偏离量一半,用脚螺旋调整一半,反复进行几次,直至仪器转到任何位置,圆水准器气泡都在圆心。

(二) 十字丝横丝与竖轴的检验与校正

(1) 检验:用十字丝横丝一边照准一小点,旋转微动螺旋,若横丝明显的离开小点,则

须校正。

(2)校正:取下护盖,用螺旋刀松开十字丝固定螺丝,微微旋转十字丝环直至符合要求,最后拧紧固定螺丝。

(三)视准轴平行于水准管轴的检验与校正

(1)检验:选定相距 80 ~ 100 m 的 A、B 两点等距离处安置仪器,测出 A、B 两点高差,然后改变仪器高,再测出 A、B 两点高差。若差值不大于 5 mm,则取平均值作为 A 的高差 h_{AB} 。

仪器搬至 A 点附近(距 A 点 2 ~ 3 m 为宜),A 点水准尺读数为 a' ,B 点水准尺读数为 b' ,若 $b' \neq a' - h_{AB}$,且差值大于 5 mm,则需要校正。

(2)校正:旋转微倾螺旋,用十字丝对准 B 点水准尺上读数 $b'_{\text{算}}$ ($b'_{\text{算}} = a' - h_{AB}$),此时水准管气泡偏离,用拨针拨动水准管一端校正螺旋,使气泡居中,反复进行。

六、注意事项

(1)选定水准仪检验与校正的场地应平坦。

(2)拨动水准管一端校正螺旋时,应先松后紧,松紧适当,校正好后再拧紧该螺旋。

实验四 经纬仪的认识及使用

一、实验目的

掌握 DJ₆ 型光学经纬仪的基本构造、各操作部件的用途及使用方法。

二、实验要求

(1)认识各个操作部件的名称和作用。

(2)练习经纬仪对中、整平、瞄准及读数方法。

(3)练习盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

三、仪器及工具

DJ₆ 型光学经纬仪 1 台、花杆 2 根、测钎 2 根。

四、实验内容

(1)操作仪器,熟悉 DJ₆ 型光学经纬仪操作部件的名称和作用。

(2)熟悉 DJ₆ 型光学经纬仪的度盘读数并进行练习。

(3)每人用盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

五、实验方法与步骤

(1)安置三脚架于测站上,三脚架高度应按照自己的身高而定,架头大致水平,垂球尖顶与测站点大致重合。

(2)用中心连接螺旋将经纬仪连接在三脚架上,连接不要太紧,使经纬仪基座板在架头上可以滑动,滑动经纬仪基座精确对中,对中后旋紧中心连接螺旋。

(3)整平:水准管平行于任意两个脚螺旋的连线,转动脚螺旋使水准管气泡居中;将仪器旋转 90° ,转动第三个脚螺旋使水准管气泡居中,反复进行几次,直到水准管转到任何位置气泡均居中为止。

(4)认识经纬仪各部件的名称及其作用;练习仪器在任意方向的读数,直读到分,估读(最小分划值的0.1个格)到秒。

(5)盘左(正镜)位置瞄准目标A,读出水平度盘读数并记入手簿中,顺时针旋转仪器瞄准目标B,读数并计算水平角(用B读数减去A读数)。

六、注意事项

(1)将经纬仪由箱中取出并安置到三脚架上时,必须一只手拿住经纬仪,另一只手托住基座的底部,并立即将中心螺旋旋紧,以防仪器从三脚架上掉下摔坏。

(2)实验的同时必须认真填写实验数据及计算结果。

实验五 测回法观测水平角

一、实验目的

(1)熟悉DJ₆型经纬仪的基本构造及主要部件的名称与作用。

(2)掌握经纬仪的操作方法及水平度盘读数的配置方法。

(3)掌握测回法观测水平角的观测顺序、记录和计算方法。

二、实验要求

(1)按测回数配置水平度盘的起始方向读数。

(2)用测回法观测水平角。

三、仪器工具

经纬仪附三脚架1台、花杆2根、记录板1个。

四、实验内容

要求3人为一实习小组,每人观测一个测回并完成相应的记录与计算。

五、实验方法及步骤

(一)对中、整平

利用光学对点器:将三脚架打开,使其高度适当,架头大致水平,并使架头大致位于点标志的竖直上方,踩紧三脚架,将仪器固连在三脚架上。调整光学对点器目镜,使对点器中的对中标志(十字丝或小圆圈)清晰,再调整光学对点器物镜,使地面成像清晰。调整

脚螺旋,使对中标志与地面点标志重合。利用三脚架三个架腿的伸缩使圆水准器的气泡居中,再用脚螺旋精平仪器(转动照准部,使水准管平行于任意一对脚螺旋,同时相对旋转这两个脚螺旋,使水准管气泡居中;将照准部绕竖轴转动 90° ,再转动第三只脚螺旋,使气泡居中)。从光学对点器中观察,检查对中标志是否仍与地面点标志重合,如有小的偏离,稍松连接螺旋,在架头上平移仪器,使两标志重合,再用脚螺旋精平仪器。然后检查对中,如此反复,直至对中、整平都符合要求。

(二)瞄准

用望远镜上的照门和准星瞄准目标,使目标位于视场内,旋紧望远镜和照准部的制动螺旋;转动望远镜的目镜螺旋,使十字丝清晰;转动物镜调焦螺旋,使目标影像清晰;转动望远镜和照准部的微动螺旋,使目标被十字丝的纵丝单丝平分,或被两根纵丝夹在中央。

(三)度盘配置

设共测 n 个测回,则第 i 个测回的度盘位置为略大于 $(i-1) \times 180^\circ/n$ 。

(四)一测回观测

盘左:瞄准左目标 A ,将读数记作 a_1 。读数时,调节反光镜的位置,使读数窗亮度适当;旋转读数显微镜的目镜调焦螺旋,使度盘及分微尺的刻划清晰;读取度盘刻划线位于分微尺所注记的度数,从分微尺上该刻划线所在位置的分数估读至 $0.1'$ 。顺时针方向转动照准部,瞄准右目标 B ,将读数记作 b_1 ;计算上半测回角值 $\beta_{\text{左}} = b_1 - a_1$ 。

盘右:瞄准右目标 B ,将读数记作 b_2 ;逆时针方向转动照准部,瞄准左目标 A ,将读数记作 a_2 ;计算下半测回角值 $\beta_{\text{右}} = b_2 - a_2$ 。

检查上、下半测回角值互差是否超限。若不超限,计算一测回角平均值 $\beta = (\beta_{\text{左}} + \beta_{\text{右}})/2$ 。

六、注意事项

- (1)瞄准目标时,尽可能瞄准其底部,以减少目标倾斜引起的误差。
- (2)同一测回观测时,切勿转动度盘变换手轮,以免发生错误。
- (3)观测过程中若发现气泡偏移超过一格,应重新整平重测该测回。
- (4)计算半测回角值时,当左目标读数 a 大于右目标读数 b 时,则应加 360° 。
- (5)限差要求为:对中误差应小于 3 mm ;上、下半测回角值互差不超过 $\pm 40''$,超限则重测该测回;各测回角值互差不超过 $\pm 24''$,超限则重测该测站。
- (6)实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

实验六 全圆测回法观测水平角

一、实验目的

- (1)掌握全圆测回法观测水平角的操作顺序、记录及计算方法。
- (2)弄清归零、归零差、归零方向值、两倍视准差 $2c$ 变化值的概念以及各项限差的规定。

二、实验要求

3 人一组,用全圆测回法观测水平角。

三、仪器工具

经纬仪附三脚架 1 台,花杆 3 根、记录板 1 个。

四、实验内容

要求 3 人为一实习小组,每人观测一个测回并完成相应的记录与计算。

五、实验方法与步骤

(1)在指定的地面点 O 安置仪器。在测站周围确定 3 个以上目标。

(2)按实验五的方法对中、整平并进行度盘配置。

(3)盘左:瞄准起始方向目标读数,顺时针方向依次瞄准各方向目标读数,转回至起始方向仍瞄准目标读数。检查归零差是否超限。

(4)盘右:瞄准起始方向目标读数,逆时针方向依次瞄准各方向目标读数,转回至起始方向仍瞄准目标读数。检查归零差是否超限。

(5)计算:同一方向两倍视准差 $2c = \text{盘左读数} - (\text{盘右读数} \pm 180^\circ)$;各方向的平均读数 $= \text{盘左读数} + (\text{盘右读数} \pm 180^\circ)$;归零后的方向值。

(6)测完各测回后,计算各测回同一方向的平均值,并检查同一方向值各测回互差是否超限。

六、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。如果方向数只有 3 个,可以不归零。

(2)限差规定为:半测回归零差为 $\pm 18''$,同一方向值各测回互差为 $\pm 24''$ 。超限应重测。

(3)实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

实验七 竖直角测量

一、实验目的

(1)掌握竖直角测量的操作顺序、记录及计算方法。

(2)弄清指标差的概念以及限差的规定。

二、实验要求

3 人一组,每人完成两个竖直角(一个仰角、一个俯角)测量。