

KONG ZHI CE LIANG SHI XUN JIAO CHENG

控制测量实训教程

刘 岩 张齐周 谭立萍 主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

控制测量实训教程

刘 岩 张齐周 谭立萍 主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

控制测量实训教程/刘岩,张齐周,谭立萍主编. —北京:科学技术文献出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5189-0377-1

I. ①控… II. ①刘… ②张… ③谭… III. ①控制测量 IV. ①P221

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 137165 号

控制测量实训教程

策划编辑:周国臻 责任编辑:周国臻 赵 斌 责任校对:赵 媛 责任出版:张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司
版 次 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
字 数 160千
印 张 7.5
书 号 ISBN 978-7-5189-0377-1
定 价 22.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

前 言

《控制测量》课程实践操作性强，理论授课与课间实训需要相互结合，交叉进行教学。《控制测量》课程内容分为3个部分，即理论教学、单项实训和控制测量综合实训，实训教学在本门课程所占教学学时数比重较大，约三分之二。本教材编写过程中，注重理论与实践相结合，特别强调培养学生的创新思维和实际动手能力，在巩固课堂所学理论知识的基础上，加深对控制测量基本理论的理解，能够用相关理论指导作业实践，做到理论与实践相统一，提高分析和解决控制测量技术问题的能力；同时要加强学生规范意识，理解并掌握国家规范的相关条款，将其作为进行控制测量工作的技术依据。通过完成控制测量单项实训项目和综合实训项目的基本技能训练，使学生熟悉控制测量外业观测与内业计算工作的全过程，增强规范意识，学会使用测量规范，利用各种技术手段进行各等级控制网的布设、数据采集和处理的基本方法与技能。

《控制测量实训教程》分为五大部分：第一部分是控制测量实训须知，主要内容是仪器的使用制度、实训纪律和实训注意事项；第二部分是控制测量单项实训，是指在控制测量课程的学习进程中所进行的单项测量基本技能训练，主要内容有方向观测法观测水平角、一级导线测量、二等水准测量及测量数据的平差计算等；第三部分是控制测量综合实训，是在控制测量全部课程之后所进行的控制测量综合能力训练，综合实训需要完成（或模拟）一项控制测量任务，即从外业勘测、选点、观测、计算、技术总计等一项完整的任务；第四部分是全站仪简要操作手册，介绍了南方全站仪和托普康全站仪的简要使用方法；第五部分是附表部分，主要是控制测量实训中常用的外业观测记录表格和计算表格。

目 录

第一部分 控制测量实训须知	1
第二部分 控制测量单项实训	4
实训项目一 J ₂ 经纬仪的认识与使用	4
实训项目二 测回法观测水平角和竖直角	7
实训项目三 方向观测法观测水平角	9
实训项目四 经纬仪视准轴误差和垂轴误差的测定方法	11
实训项目五 全站仪角度和距离测量的方法	13
实训项目六 一级导线测量的外业数据采集	14
实训项目七 导线测量外业观测数据的化算	16
实训项目八 附和导线简易平差的计算方法	18
实训项目九 平差易软件计算附和导线	20
实训项目十 三等水准测量观测实习	22
实训项目十一 精密水准仪i角的检验方法	23
实训项目十二 二等水准测量	25
实训项目十三 平差易软件进行水准测量平差	28
实训项目十四 五等三角高程测量	30
实训项目十五 平差易软件进行三角高程测量平差计算	32
实训项目十六 测量坐标系的转换	33
实训项目十七 控制测量技术总结	35
第三部分 控制测量综合实训	39
控制测量综合实习任务书	39
控制测量综合实习指导书	42
控制测量综合实习考核标准	49
控制测量综合实习一般要求	51
第四部分 全站仪简要操作手册	55
南方全站仪简要说明书	55
拓普康全站仪简要说明书	59

第五部分 附表	64
附表1 测回法观测水平角记录表	64
附表2 测回法观测竖直角记录表	66
附表3 水平角方向观测法记录表	68
附表4 导线观测记录表	72
附表5 高、低点法测定视准轴和横轴误差记录表	80
附表6 一（二）等水准观测记录表	84
附表7 水准仪i角检验记录表	92
附表8 三角高程计算表	94
附表9 导线平差计算表	100
附表10 高程平差计算表	106

第一部分 控制测量实训须知

控制测量实训是为掌握控制测量基本技能所进行的训练，对学生良好的职业素养养成起着重要的作用。在实训中，认真进行测量仪器的操作应用和控制测量实践训练，才能真正掌握控制测量的基本原理和基本技术方法。

一、实训与实习一般要求

1. 实训或实习课前，应阅读教材中有关内容和预习《控制测量实训教程》中相应项目。了解学习的内容、方法和注意事项；
2. 实训或实习是分小组进行的。学生班学习委员向任课教师提供分组的名单，确定小组负责人；
3. 实训和实习是集体学习行动，任何人不得无故缺席或迟到；应在指定场地进行，不得随便改变地点；
4. 在实训和实习中认真地观看指导老师的示范操作，在使用仪器时严格按操作规则进行。

二、使用测量仪器规则

测量仪器是精密光学仪器，或是光、机、电一体化贵重设备，对仪器的正确使用、精心爱护和科学保养，是测量人员必须具备的素质，也是保证测量成果的质量、提高工作效率的必要条件。在使用测量仪器时应养成良好的工作习惯，严格遵守下列规则。

1. 仪器的携带
携带仪器前，检查仪器箱是否扣紧，拉手和背带是否牢固。
2. 仪器的安装
 - (1) 安放仪器的三脚架必须稳固可靠，特别注意伸缩腿稳固；
 - (2) 从仪器箱提取仪器时，应先松开制动螺旋，用双手握住仪器支架或基座，放到三脚架上。一手握住仪器，一手拧连接螺旋，直至拧紧；
 - (3) 仪器取出后，应关好箱盖，不准坐在箱上。
3. 仪器的使用
 - (1) 仪器安装在三脚架上之后，无论是否观测，观测者都必须守护仪器；
 - (2) 应撑伞，给仪器遮阳，雨天禁止使用仪器；
 - (3) 仪器镜头上的灰尘、污痕，只能用软毛刷和镜头纸轻轻擦去，不能用手指或其他物品擦，以免磨坏镜面；
 - (4) 制动螺旋不要拧得太紧，微动螺旋不要旋转至尽头。

4. 仪器的搬迁

- (1) 贵重仪器或搬站距离较远时，必须把仪器装箱后再搬；
- (2) 水准仪近距离搬站，先检查连接螺旋是否旋紧，松开各制动螺旋，收拢三脚架，一手握住仪器基座或照准部，一手抱住脚架，稳步前进。

5. 仪器的装箱

- (1) 从三脚架上取下仪器时，先松开各制动螺旋，一手握住仪器基座或支架，一手拧松连接螺旋，双手从架头上取下装箱；
- (2) 在箱内将仪器正确就位后，拧紧各制动螺旋，关箱扣紧。

三、外业记录规则

- 1. 观测记录必须直接填写在规定的表格内，不得用其他纸张记录再行转抄；
- 2. 凡记录表格上规定填写的项目应填写齐全；
- 3. 所有记录与计算均用铅笔（3H或4H）记载。字体应端正清晰，字高应稍大于格子的一半。一旦记录中出现错误，便可在留出的空隙处对错误的数字进行更正；
- 4. 观测者读数后，记录者应立即回报读数，经确认后再记录，以防听错、记错；
- 5. 禁止擦拭、涂改与挖补。发现错误应在错误处用横线划去，将正确数字写在原数上方，不得使原字模糊不清。淘汰某整个部分时可用斜线划去，保持被淘汰的数字仍然清晰。所有记录的修改和观测成果的淘汰，均应在备注栏内注明原因（如测错、记错或超限等）；
- 6. 禁止连环更改，若已修改了平均数，则不准再改计算得此平均数之任何一项原始数。若已改正一个原始读数，则不准再改其平均数。假如两个读数均错误，则应重测重记；
- 7. 读数和记录数据的位数应齐全。如在普通测量中，水准尺读数0325；度盘读数4° 03′ 06″，其中的“0”均不能省略；
- 8. 数据计算时，应根据所取的位数，按“4舍6入，5前奇进偶舍”的规则进行凑整。如1.3144，1.3136，1.3145，1.3135等数，若取三位小数，则均记为1.314；
- 9. 每测站观测结束，应在现场完成计算和检核，确认合格后方可迁站。实验结束，应按规定每人或每组提交一份记录手簿或实训报告；
- 10. 成果的记录、计算的小数取位要按规定执行。各等级导线测量和水准测量的记录与计算的数字取值精度见表1-1和表1-2。

表1-1 精密导线测量的数字取值精度

等级	观测方向值及各项改正数（″）	边长观测值及各项改正数（m）	边长与坐标（m）	方位角（″）
二等	0.01	0.0001	0.001	0.01
三、四等	0.1	0.001	0.001	0.1
一级及以下	1	0.001	0.001	1

表1-2 精密水准测量的数字取值精度

等级	往（返）测距离 总和（km）	往返测距离中 数（km）	测站高差 （mm）	往（返）测高差 总和（mm）	往返测高 中数（mm）	高程 （mm）
二等	0.01	0.1	0.01	0.01	0.1	0.1
三等	0.01	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0
四等	0.01	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0

第二部分 控制测量单项实训

实训项目一 J₂经纬仪的认识与使用

一、实训目的

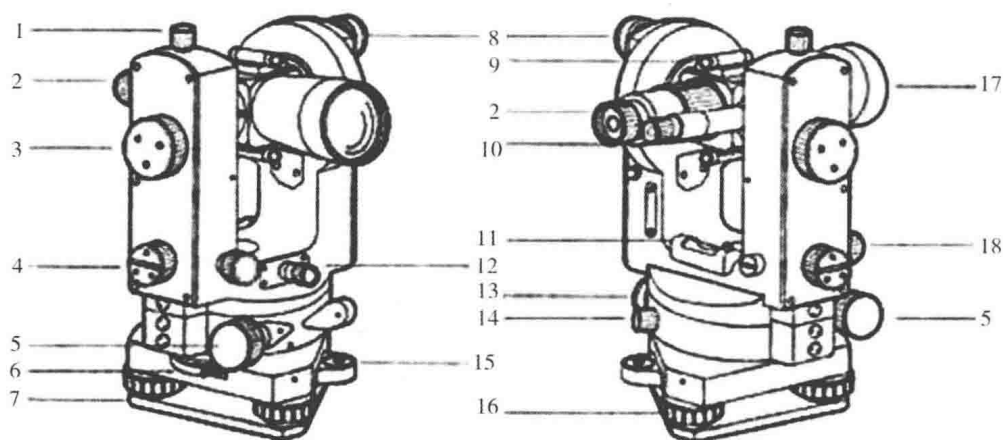
1. 熟悉J₂经纬仪各部件的名称及作用；
2. 熟悉J₂经纬仪的操作步骤、水平角及竖直角读数方法；
3. 熟悉J₂经纬仪度盘配置的方法。

二、实训仪器与工具

每实训小组的仪器：J₂经纬仪1台、测钎2个、记录板1块、自备铅笔1根。

三、经纬仪的认识与使用方法

1. J₂经纬仪的认识（图2-1）



1—垂直制动螺旋；2—望远镜目镜；3—度盘读数测微轮；4—度盘换像轮；5—水平微动螺旋；6—水平度盘位置变换轮；7—基座；8—垂直度盘照明镜；9—瞄准器；10—读数目镜；11—平盘水准管；12—光学对中器；13—水平度盘照明镜；14—水平制动螺旋；15—基座圆水准器；16—脚螺旋；17—望远镜物镜；18—垂直微动螺旋

图2-1 J₂经纬仪的组成部件

2. J₂经纬仪的使用

(1) 经纬仪的安置

1) 三脚架对中

将三脚架安置在地面点上。要求：高度适当，架头概平，大致对中，稳固可靠。伸缩三脚架架腿调整三脚架高度，在架头中心处自由落下一小石头，观其落下点位与地面点的偏差，若偏差在3cm之内，则实现大致对中。三脚架的架腿尖头尽可能插进土中。

2) 经纬仪对中

① 安置经纬仪：从仪器箱中取出经纬仪放在三脚架架头上（手不放松），位置适中。另一手把中心螺旋（在三脚架头内）旋进经纬仪的基座中心孔中，使经纬仪牢固地与三脚架连接在一起。

② 脚螺旋对中：这是利用基座的脚螺旋进行精密光学对中的工作。

a. 光学对中器对光（转动或拉动目镜调焦轮），使之看清光学对中器的分划板和地面，同时根据地面情况辨明地面点的大致方位；

b. 二手转动脚螺旋，同时眼睛在光学对中器目镜中观察分划板标志与地面点的相对位置不断发生变化情况，直到分划板标志与地面点重合为止，则用脚螺旋光学对中完毕。

3) 三脚架整平

① 任选三脚架的两个脚腿，转动照准部使管水准器的管水准轴与所选的两个脚腿地面支点连线平行，升降其中一脚腿使管水准器气泡居中；

② 转动照准部使管水准轴转动 90° ，升降第三脚腿使管水准器气泡居中。

升降脚腿时不能移动脚腿地面支点。升降时左手指抓紧脚腿上半段，大拇指按住脚腿下半段顶面，并在松开箍套旋钮时以大拇指控制脚腿上下半段的相对位置实现渐进地升降，管水准气泡居中时扭紧箍套旋钮。整平时水准器气泡偏离零点少于2或3格。整平工作应重复一两次。

4) 精确整平

① 任选两个脚螺旋，转动照准部使管水准轴与所选两个脚螺旋中心连线平行，相对转动两个脚螺旋使管水准器气泡居中。管水准器气泡在整平中的移动方向与转动脚螺旋左手大拇指运动方向一致；

② 转动照准部 90° ，转动第三脚螺旋使管水准器气泡居中。重复①、②使水准器气泡精确居中。

(2) 瞄准目标

1) 正确做好对光工作，先使十字丝像清楚，后使目标像比较清楚；

2) 大致瞄准，即松开水平、垂直制动螺旋（或制动卡），按水平角观测要求转动照准部使望远镜的准星对准目标，旋紧制动螺旋（或制动卡）；

3) 精确瞄准，即转动水平、垂直微动螺旋，使望远镜的十字丝像的中心部位与目标有关部位相符合。

(3) 水平度盘配置方法

例如将某方向的水平度盘读数配置为 $35^\circ 35' 35''$ ，其操作方法如下：

1) 粗瞄被照准目标，水平制动，利用水平微动螺旋精确照准目标；

2) 调整度盘换像手轮, 使刻划线处于水平位置, 此时读数窗口显示的是水平度盘影像;

3) 打开水平度盘反光镜, 观察读数窗口, 转动度盘测微轮, 在测微器配置出不足 $10'$ 的读数, 即 $5' 35''$;

4) 打开度盘变位钮保护盖 (或挂上挡), 旋转度盘变位钮, 配置度盘读数, 本例为 $35^\circ 30'$ 。特别注意, 此时应使对径分划线尽量精密接合;

5) 关闭度盘变位钮保护盖 (或摘开挡)。检查照准目标的准确性, 通过旋转测微螺旋使度盘的对径分划线精密接合, 然后进行读数 (度盘读数+测微器读数);

6) 对于光学经纬仪, 要使配置的读数与预设值一秒不差几乎是不可能的。通常相差在 $10''$ 之内就可以了, 取实际值。

(4) 水平度盘读数方法

首先调整度盘换像手轮, 使读数窗口显示出水平度盘读数影像, 读数视窗如图2-2所示:

- 1) 先将读数窗口内对径分划线上、下对齐;
- 2) 读取窗口最上边的度数 (74°) 和中部窗口 $10'$ 的注记 ($40'$);
- 3) 再读取测微器上小于 $10'$ 的数值 ($7' 16''$);
- 4) 将上述的度、分, 秒相加, 即水平度盘读数为 ($74^\circ 47' 16''$)。

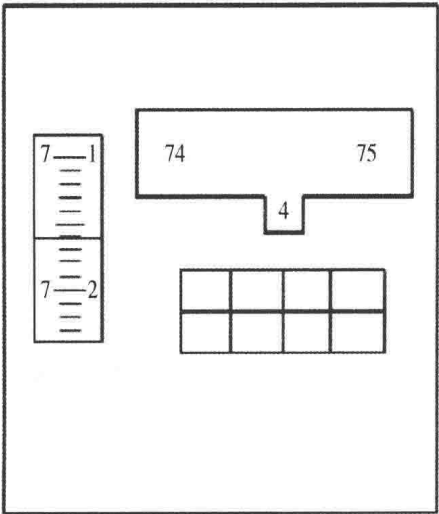


图2-2 J₂读数窗口

(5) 竖直度盘读数方法

调整度盘换像手轮, 使刻划线处于竖直位置, 此时读数窗口显示的为竖直度盘读数影像, 其读数方法同水平角读数方法完全一致。

四、实训内容

- 1. 认识仪器整体结构及各部件的名称、位置、功能, 掌握各部件的使用方法;

2. 固定照准部制动螺旋，慢慢旋转水平微动螺旋，同时观察读数窗内刻划线的运动情况，然后旋转测微轮，观察测微器刻划线运行情况，验证重合读数法的读数原理；

3. 每人在2~4个不同度盘测微器位置上读数并作记录，同时描绘读数窗中的影像图（含度盘读数、测微器读数及度盘对径分划线），掌握对径重合读数方法；

4. 任意瞄准一目标，由组长配置水平度盘读数为 $0^{\circ} 00' 30'' \pm 10''$ ，然后组员分别通过测微器使对径分划线精密结合并读数，记录读数差值；

5. 选择有一定坡度的地点，进行经纬仪对中整平练习；

6. 每实训小组在实训场地选定一个测站点，另选两个目标点，每人独立进行对中、整平、瞄准、度盘的配置、水平度盘读数、竖直度盘读数及观测数据记录等工作。

五、技术要求

1. 对中误差小于2mm；
2. 整平误差小于1格。

六、注意事项

1. 读水平角时，需要将水平角反光镜打开；读竖直角时，需要将竖直角反光镜打开；
2. 瞄准目标后，进行读数时，应旋紧制动螺旋；
3. 度盘对径分划一定要严格对齐才能读数，否则数据将不准确；
4. 配置度盘后，如果对径分划线没有精确重合，需要旋转测微轮，重新进行读数。

七、上交资料

每人编写实训报告编写提纲，其主要内容如下：

1. 实训项目名称、目的、时间及地点；
2. 所用经纬仪的名称与编号；
3. 脚螺旋对中和架腿对中有何区别，都在什么情况下使用；
4. 配置度盘读数的方法。

实训项目二 测回法观测水平角和竖直角

一、实训目的

1. 掌握测回法观测水平角操作步骤、记录和计算方法；
2. 掌握测回法观测竖直角操作步骤、记录和计算方法。

二、实训仪器与工具

每实训小组的仪器： J_2 经纬仪1台、测钎2个、记录板1块、自备铅笔1根。

三、测回法水平角观测方法

1. 在测站点安置经纬仪，对中、整平。
2. 观测方法

(1) 盘左观测：按顺时针转动照准部的方向瞄准目标；在分别瞄准目标后立即读数、记录。

(2) 盘右观测：沿横轴纵转望远镜 180° ，转动照准部使仪器处于盘右位置；按逆时针转动照准部的方向瞄准目标；在分别瞄准目标后立即读数、记录。

3. 计算公式，视准轴误差 $2C=L-R \pm 180^\circ$

$$\text{一测回角值：}\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_{\text{左}} + \alpha_{\text{右}})$$

四、测回法竖直角观测方法

1. 安置好经纬仪后，盘左位置照准目标，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使水准管气泡居中（符合气泡影像符合）后，读取竖直度盘的读数 L 。记录者将读数值 L 记入竖直角测量记录表中；

2. 根据竖直角计算公式，在记录表中计算出盘左时的竖直角 $\alpha_{\text{左}}$ ；

3. 再用盘右位置照准目标，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使水准管气泡居中（符合气泡影像符合）后，读取其竖直度盘读数 R 。记录者将读数值 R 记入竖直角测量记录表中；

4. 根据竖直角计算公式，在记录表中计算出盘右时的竖直角 $\alpha_{\text{右}}$ ；

5. 计算一测回竖直角值和指标差。

$$\text{竖直角：}\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_{\text{左}} + \alpha_{\text{右}}) = \frac{1}{2}(L - R - 180^\circ)$$

$$\text{竖盘指标差：}X = \frac{1}{2}(\alpha_{\text{左}} - \alpha_{\text{右}}) = \frac{1}{2}(L + R - 360^\circ)$$

五、实训内容

1. 每实训小组在实训场地选定4个测站点，组成四边形，用测回法一测回观测出4个内角，要求每名学生最少测量一个角度；
2. 任意选定某一高处目标，每名学生采用测回法观测此点的竖直角，并进行相互比较与核对。

六、技术要求

1. 水平角观测应满足： $2C$ 互差应小于 $18''$ ，各测回互差应小于 $12''$ ；
2. 四边形角度允许闭合差应小于 $10\sqrt{n}$ ，由于 $n=4$ ，故 $10\sqrt{n}=20''$ ；
3. 竖直角观测应满足：竖盘指标差互差应小于 $10''$ ，各测回互差应小于 $10''$ 。

七、注意事项

1. 每一测回的观测中，即使发现水准管气泡偏离，也不能重新整平。本测回观测完毕，下一测回开始前再重新整平仪器；

2. 在照准目标时,要用十字丝竖丝照准目标的明显地方,尽量照准目标下部,上半测回照准哪个部位,下半测回仍照准这个部位;
3. 直接读取的竖盘读数并非竖直角,竖直角通过计算才能获得;
4. 竖盘因其刻划注记和始读数的不同,计算竖直角的方法也就不同,要通过检测来确定正确的竖直角和指标差计算公式;
5. 盘左盘右照准目标时,要用十字丝横丝照准目标的同一位置;
6. 在竖盘读数前,务必要使竖盘指标水准管气泡居中。

八、上交资料

1. 每人一份实训报告:
 - (1) 实训项目名称、目的、时间及地点;
 - (2) 所用经纬仪的名称与编号;
 - (3) 测回法观测水平角和竖直角的方法;
 - (4) 水平角和竖直角的计算方法;
 - (5) 配置度盘读数的方法;
 - (6) 视准轴误差和竖盘指标差的计算方法。
2. 每组一份水平角和竖直角观测记录。

实训项目三 方向观测法观测水平角

一、实训目的

1. 掌握用方向观测法进行四等水平方向观测与记录的方法和操作步骤;
2. 掌握测站各项限差要求及重测的有关规定;
3. 掌握方向观测法中各方向值的计算方法。

二、实训仪器与工具

每实训小组的仪器: J₂经纬仪1台(含脚架)、测伞1把、记录板1块,自备铅笔、小刀、直尺等;

记录表格见本实训教程的附表。

三、实训内容与步骤

1. 先选择好远距离边长均匀的4个以上方向的目标;
2. 安置仪器后,将仪器照准零方向,按度盘位置表配置度盘,见表2-1;

表2-1 水平方向观测（四等和一级）度盘和测微器初始位置表

测回数（等级） 测回序号	6（四等）	2（一级）
1	00° 00′ 50″	00° 02′ 30″
2	30° 12′ 30″	90° 07′ 30″
3	60° 24′ 10″	—
4	90° 35′ 50″	—
5	120° 47′ 30″	—
6	150° 59′ 10″	—

3. 顺转照准部1~2周后精确照准零方向，进行水平度盘和测微器读数（重合对径分划两次）；
4. 顺转照准部，精确照准两方向，仍按上述方法读数；顺转照准部依次进行3、4、…、 n 方向的观测，最后闭合至零方向（当观测方向数 ≤ 3 时，可不必闭合至零方向），以上构成上半测回；
5. 纵转望远镜，逆转照准部1~2周后，精确照准零方向，按上法读数；
6. 逆转照准部，按上半测回的相反次序依次观测 n 、 $n-1$ 、…、3、2直至零方向。构成下半测回。

四、技术要求

1. 观测与记录要严格遵守相应的操作规程和记录规定，对不合格的成果应返工重测；
2. 记录员向观测员回报后再做记录，方向观测法测量的相关要求见表2-2。

表2-2 水平角方向观测法的技术要求

等级	仪器型号	光学测微器两次重合读数之差（″）	半测回归零差（″）	一测回内2C互差（″）	同一方向值各测回较差（″）
四等及以上	1″ 级仪器	1	6	9	6
	2″ 级仪器	3	8	13	9
一级及以下	2″ 级仪器	—	12	18	12
	6″ 级仪器	—	18	—	24

五、重测、补测的有关规定

1. 凡因对错度盘、测错方向、上半测回归零差超限、读记错误和中途发现观测条件不佳等原因放弃的非完整测回，再进行的观测通称为补测。补测可随时进行。
因超出限差规定而重新观测的完整测回，称为重测。重测应在基本测回全部完成之后进行，以便对成果综合分析、比较，正确地判定原因之后再进行重测。
2. 采用方向观测法时，在一份成果中，基本测回重测的“方向测回数”超过“方向测回总数”的三分之一时，应重测整份成果。
重测数的计算：在基本测回观测结果中，重测1个方向算作1个“方向测回”；一测回中

有2个方向重测，算作2个“方向测回”。一份成果的“方向测回总数”（按基本测回计算）等于方向数减1乘以测回数，即 $(n-1)m$ 。

3. 一测回中，若重测的方向数超过本测回全部方向数的三分之一，该测回全部重测。观测3个方向时，即使有1个方向超限，也应将该测回重测。计算重测数时，仍按超限方向数计算。

4. 当某一方向的观测结果因测回互差超限，经重测仍不合规时，要在分析原因后重测，以避免不合理的多余重测。

六、注意事项

1. 观测程序和记录要严格遵守操作规程；
2. 观测中要严格消除视差；
3. 记录者向观测者回报后再记，记录中的计算部分应训练用“心算”完成；
4. 测微器读数的尾数不许更改；
5. 组长应如实填写组员的观测情况统计表。

七、上交资料

1. 每组上交观测成果记录表；
2. 每组上交方向观测法计算表。

实训项目四 经纬仪视准轴误差和垂轴误差的测定方法

一、实训目的

1. 理解经纬仪视准轴误差产生的原因和消除方法；
2. 掌握高低点法测定经纬仪水平轴不垂直于垂直轴之差的操作程序与成果整理方法；
3. 对检验结果进行整理计算。

二、实训仪器及工具

每实训小组的仪器： J_2 型经纬仪1台（含脚架）、测伞1把、记录板1块，自备铅笔、小刀、直尺、少许胶水（或两面胶）。

三、实训内容

1. 设置目标：在距仪器5m以外的地方设置两个目标，一为高点，一为低点。两点应大致在同一铅垂线上，用仪器观测两点的竖角的绝对值应不小于 3° ，其绝对值应大致相等，其差值不得超过 $30''$ ；

2. 测定方法：观测高低两点的水平角6个测回，每测回间应变换度盘和测微器位置，其值见表2-3（ J_2 仪器）；