



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 水利水电类

水利工程测量实训指导书

主编 陈志兰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 水利水电类

水利工程测量实训指导书

主编 陈志兰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《水利工程测量》教材的配套辅助教材,是为配合高职高专教育教学改革,探索“教、学、做”一体化教学模式而编写的,供学生课内实训使用。全书共分3个工作任务,主要介绍了在地形测量技术学习过程中所涉及的实训项目,包括高程控制测量、平面控制测量、水利工程测量3部分。

本书可作为高职高专工程测量技术专业《水利工程测量》课程的实训教材,也可作为水利工程、建筑工程、道路与桥梁、地籍测绘与土地管理等专业的实训教材,还可作为相关专业技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程测量实训指导书 / 陈志兰主编. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2013. 4

普通高等教育高职高专“十二五”规划教材. 水利水电类

ISBN 978-7-5170-0750-0

I. ①水… II. ①陈… III. ①水利工程测量—高等职业教育—教材 IV. ①TV221.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第068111号

书 名	普通高等教育高职高专“十二五”规划教材 水利水电类 水利工程测量实训指导书
作 者	主编 陈志兰
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 3印张 72千字
版 次	2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	12.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

水利工程测量是一门实践性很强的专业技能课程，其实训是教学过程中不可缺少的环节。只有通过实训才能加深对所学基础理论的认识，才能对测量技能获得感性的认知。因此水利工程测量实训环节是培养工程测量专业学生动手能力和解决问题能力行之有效的方法，也为实现工程测量专业人才培养目标起着重要的支撑作用。

本书以项目为导向，任务驱动的模式来进行组织编写，对每一个实训项目从实训目的、实训内容、实训仪器组织安排到具体操作详细步骤等都进行了详细的描述，让测量初学者更容易上手，培养学生具备水利工程测量的基本素质。

本书由陈志兰主编，崔建彪、郭涛担任副主编，湖北电力职业技术学院成晓芳参与了部分章节编写，为保证实训指导书与教材能很好地配合，特请《水利工程测量》主编牛志宏担任本书主审。

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 水利工程测量实训的目的和内容	1
1.2 水利工程测量实训的一般要求	1
1.2.1 测量仪器工具的借领与使用规则	2
1.2.2 测量记录与计算规则	3
第 2 章 高程控制测量	5
2.1 概述	5
2.2 实训项目 1 水准仪、水准标尺的认识与使用	5
2.3 实训项目 2 等外水准测量	7
2.4 实训项目 3 四等水准测量的观测与记录	9
2.5 实训项目 4 四等水准测量的计算和限差检核	11
2.6 实训项目 5 四等水准测量综合训练	13
第 3 章 平面控制测量	17
3.1 概述	17
3.2 实训项目 6 经纬仪的认识与安置	17
3.3 实训项目 7 经纬仪的使用	19
3.4 实训项目 8 全站仪的测角测距	21
3.5 实训项目 9 水平角的观测 (测回法)	22
3.6 实训项目 10 水平角的观测 (全圆测回法)	24
3.7 实训项目 11 垂直角的观测	27
3.8 实训项目 12 导线测量综合实训	29
第 4 章 水利工程测量	32
4.1 实训项目 13 全站仪的施工放样 (一)	32
4.2 实训项目 14 全站仪的施工放样 (二)	32
4.3 实训项目 15 全站仪坐标测量	34
4.4 实训项目 16 全站仪数据传输	35
4.5 实训项目 17 纵断面图的测绘	36
4.6 实训项目 18 土石方的测量与计算	38
参考文献	42

第 1 章 绪 论

1.1 水利工程测量实训的目的和内容

水利工程测量是一门实践性很强的技术基础课，水利工程测量实训是在学习理论知识以后集中一段时间进行的教学实践活动。测量实训是巩固和深化课堂所学知识的实践环节，是理论知识和实践技能相结合的综合运用，对掌握测量学的基本理论、基本知识、基本技能，建立小地区控制测量和地形图测绘的完整概念是非常必要的。通过实训，可以培养学生理论联系实际、分析问题与解决问题的能力以及实际操作能力。

1. 实训目的

水利工程测量教学实训的目的是巩固、扩大和加深学生从课堂上所学的理论知识，获得测量实际工作的初步经验和基本技能，着重培养学生独立分析问题和解决问题的能力，逐步形成严谨求实、吃苦耐劳、团结协作的测量工作作风。具体目的如下：

(1) 通过实训将老师课堂上所讲的知识进行巩固，将课堂中没有掌握的知识点通过实训环节来加深理解。

(2) 掌握测量学的基本理论、基本知识和基本技能。

(3) 掌握自动安平水准仪和 DJ6 型经纬仪、全站仪等测量仪器的使用操作技能。

(4) 掌握控制测量过程中必须具备的专业技能，能独立完成小区域图根控制测量内、外业工作。

(5) 水工建筑物施工放样方法。

2. 实训的内容

根据实训大纲和实训目的要求，实训主要内容如下：

(1) 水准仪的认识和使用。

(2) 水准测量、观测、记录、计算。

(3) 经纬仪的认识与使用。

(4) 水平角、垂直角的观测。

(5) 导线测量。

(6) 全站仪认识与应用。

(7) 水利工程测量实训。

1.2 水利工程测量实训的一般要求

在实验或实训之前，必须复习教材中的有关内容，认真、仔细地预习书本，以明确实训的目的、了解任务，熟悉实验步骤或实训过程，注意有关事项，并准备好所需文具

用品。

实验或实训分组进行，组长负责组织和协调工作，办理所需仪器及工具的借领和归还手续。

实验或实训应在规定的时间进行，不得无故缺席或迟到早退；应在指定的场所进行，不得擅自改变地点或离开现场。

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

应该服从教师的指导，严格按照本书的要求认真、按时、独立地完成每项实验或实训记录，经指导老师审阅同意后，才可以交还仪器工具，结束工作。

在实验或实训过程中，还应遵守纪律、爱护现场的花草、树木和农作物，爱护周围的各种公共设施，任意砍折、踩踏或损坏者都应予以赔偿。

实训中的所有观测数据一律记录在实训指导书上，且要求按正规格式填写。上交实训报告时，如需要上交观测数据，应连同本实训指导书一同上交，而且指导老师定期抽查观测。

1.2.1 测量仪器工具的借领与使用规则

对测量仪器工具的正确使用、精心爱护和科学保养，是测量人员必须具备的素质和应该掌握的技能，也是保证测量成果质量，提高测量工作效率和延长仪器工具使用寿命的必要条件。在仪器工具的借领与使用中，必须严格遵守下列规定：

1. 仪器工具的借领

(1) 在教师指定的地点以小组为单位领取仪器工具。

(2) 借领仪器时应该当场清点检查。检查仪器工具与其附件是否齐全、背带及提手是否牢固、三脚架是否完好等。如有缺损，可以向仪器室的老师说明并要求补领或更换。

(3) 离开仪器室之前，必须锁好仪器箱并捆好各种工具；搬运仪器工具时，必须轻取轻放，避免剧烈震动。

(4) 借出的仪器工具，不得与其他小组擅自调换或转借。

(5) 实验或实训结束后，应及时收装仪器工具，送还到借领处检查验收，消除借领手续。如有遗失或损坏，写出书面报告说明情况，并按相关规定给予赔偿。

2. 仪器的安装

(1) 在三脚架安置稳妥之后，方可打开仪器箱。开箱之前应将仪器箱放在平稳处，严禁托在手上或抱在怀里。

(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，应先松开制动螺旋，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。严禁坐在仪器箱上。

3. 仪器的使用

(1) 仪器安置之后，不论是否操作，必须有人看护，以防止无关人员搬弄或行人、车辆碰撞。

(2) 在打开物镜盖时,或在观测过程中,如发现灰尘,可用镜头纸或软毛刷轻轻拭去,严禁用手指或手帕等物擦拭,以免损坏镜头上的药膜。观测结束后应及时套好物镜盖。

(3) 转动仪器时,应先松开制动螺旋,再平稳转动。使用微动螺旋时,应先旋紧制动螺旋。

(4) 制动螺旋松紧适度,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。

(5) 在野外使用仪器时,应该撑测伞,严防日晒、雨淋。

(6) 在仪器发生故障时,应及时向指导教师报告,不得擅自处理。

4. 仪器的搬迁

(1) 在行走不便的地区搬站时,必须将仪器装箱之后再搬迁。

(2) 短距离迁站时,可将仪器连同三脚架一起搬迁。其方法是:检查并旋紧仪器连接螺旋,松开各制动螺旋使仪器保持初始位置;再收拢三脚架,左手握住仪器基座或支架放在胸前,右手抱住三脚架放在肋下,稳步行走。严禁斜扛仪器,以防止碰摔。

(3) 搬迁时,小组其他人应协助观测员带走仪器箱和有关的工具。

5. 仪器的装箱

(1) 每次使用仪器后,应及时清除仪器上的灰尘及三脚架上的泥土。

(2) 仪器拆卸时,应先将仪器架螺旋调至大致等高的位置,再一手扶住仪器,一手松开连接螺旋,双手取下仪器。

(3) 仪器装箱时,应先松开各制动螺旋,使仪器就位正确。试关箱盖确认妥当后,再拧紧制动螺旋,而后关箱上锁。若合不上箱盖,切不可强压箱盖,以防压坏仪器。

(4) 清点所有附件和工具,防止遗失。

6. 测量工具的使用

(1) 各种花杆、标尺的使用。应注意防水、防潮,防止手横向压力,不能磨损尺面刻画和漆皮,不用时安放稳妥。塔尺的使用,还应注意接口处的正确连接、用后及时收尺等。

(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,如观测者伏于图板上等。

(3) 小件工具如垂球、测钎、尺垫等的使用。应用完即收,防止遗失。

1.2.2 测量记录与计算规则

测量手簿是外业观测成果的记录和内业数据处理的依据,在测量手簿上记录或计算时,必须严格认真、一丝不苟,严格遵守下列规则:

(1) 在测量手簿上书写前,必须准备好硬性(2H或3H)铅笔,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、编号、日期、天气、测站、观测者及记录者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,并复诵回报以资检

核。不得用其他纸张记录事后转抄。

(4) 记录时要求字体端正、清晰，数位对齐，字体的大小一般占格宽的 $1/3 \sim 1/2$ ，字脚靠近底线；表示精度或占位的“0”（如水准尺读数 1.5000 或 0.234，度盘读数 $93^{\circ}04'00''$ 中的“0”）均不能省略。

(5) 观测数据的尾数不得更改，读错后必须重测、重记。例如，角度测量时，秒级数字出错，应重测该测回；水准测量时，毫米级数字出错，应重测该测站；钢尺量距时，毫米级数字出错，应重测该尺段。

(6) 观测数据的前几位若出错时，应用细横画线划去错误的数字，并在原数字上方写出正确的数字。注意不得涂擦已记录的数据。禁止连续更改数字。例如，水准测量中的黑、红面读数；角度测量中的盘左、盘右读数；距离量中往、返测等，均不能同时更改，否则在成果检核时必须要求重测。

(7) 记录数据修改后或观测成果舍去后，都应在备注栏内写明原因（如测错、记错或超限等）。

(8) 每站观测结束后，必须在现场完成规定的计算和检核，确认无误后方可迁站。

(9) 数据运算应根据所取位数，按“4舍6入，5前单进双舍”的规则进行凑整。例如，对 1.4244m、1.4236m、1.4235m、1.4245m 这几个数据，若取到 mm 位，则均应记为 1.424m。

(10) 应该保持测量手簿的整洁，严禁在手簿上书写无关的内容，更不得丢失手簿。

第2章 高程控制测量

2.1 概 述

高程控制测量是控制测量中的一个重要组成部分，通常所说的高程控制测量指的是用几何水准法或三角高程法布设高程控制网，并对其测量的结果进行平差解算，获得各控制点的高程。我国采用的高程系统有1985年国家高程系统和1956年黄海高程系统，但目前大部分采用的是1985年国家高程基准，高程基准为72.260m。另外，高程控制测量是技术要求较高的测量技术，学生要较好地掌握高程控制测量理论知识后，方可进行实际的操作训练。本章在实训设计时是针对整个高程控制测量的过程进行的。

根据工程实际程序，高程控制测量的工作过程可分为以下几项：

- (1) 高程控制测量技术设计。
- (2) 高程控制网的选点、组网、埋石、绘制点之记。
- (3) 高程控制测量外业观测。
- (4) 高程控制测量内业计算。
- (5) 高程控制测量技术总结。

2.2 实训项目1 水准仪、水准标尺的认识与使用

1. 实训目的

- (1) 了解普通水准仪的结构及各部件的功能。
- (2) 熟悉水准标尺的结构和刻画方法。
- (3) 熟悉水准仪的安置、瞄准与读数。
- (4) 理解视差的概念。

2. 实训内容

- (1) 水准仪安置及使用方法。
- (2) 识读水准标尺及如何辨认两根尺子。
- (3) 水准测量读数方法。

3. 实训仪器及工具

每4~5人为一个实训小组，每组领用DS3型水准仪1台套、不同高度的5根水准尺。自备铅笔、小刀、测距手簿。

4. 实训步骤及要点

- (1) 安置仪器。将三脚架张开，使其高度在胸口附近，架头大致水平，并将三脚架脚

尖踩入土中，然后用连接螺旋将仪器连在三脚架上。

(2) 认识仪器。了解仪器各部件的名称及其作用，并熟悉其使用方法。熟悉水准标尺的分划记号。

(3) 粗略整平。先对向转动两只脚螺旋，使圆水准器气泡向中间移动，再转动第三只脚螺旋，使气泡移至居中位置。

(4) 瞄准。转动目镜调焦螺旋，使十字丝清晰；转动仪器，用准星和粗瞄器瞄准水准标尺，拧紧制动螺旋（手感螺旋有阻力），转动微动螺旋，使水准标尺成像在十字丝交点处。当成像不太清晰时，转动对光螺旋，消除视差，使目标清晰。

(5) 精平（自动安平水准没有此项）。在水准管气泡窗观察，转动微倾螺旋，使符合水准管气泡两端的半影像吻合，视线即处于精平状态。

(6) 读数。在同一瞬间立即用中丝在水准标尺上读取 m、dm、cm，估读 mm，即读出 4 位有效数字。

5. 注意事项

(1) 不要在消除视差的情况下进行读数。

(2) 在水准标尺上读数时，符合水准气泡必须居中，不能用脚螺旋调整符合水准气泡居中（注：自动安平水准仪没有此项要求）。

6. 上交资料

实验结束时，每人必须完成实训报告一。

实训报告一

水准仪的认识和使用

1. 完成下列填空

(1) 安置仪器后，转动_____使圆水准气泡居中，转动_____看清十字丝，通过_____瞄准水准标尺，转动_____精确照准水准标尺，转动_____消除视差。

(2) 转动_____使符合水准气泡居中，最后读数（注：自动安平水准仪没这项工作）。

(3) 消除视差的步骤是转动_____使_____清晰，再转动_____使_____清晰。

2. 实验记录计算

(1) 记录水准标尺上读数，见表 2-1。

表 2-1

标尺读数记录表

A 尺	B 尺	C 尺

(2) 计算。

1) A 点比 B 点（高、低）_____ m。

2) A 点比 C 点（高、低）_____ m。

- 3) B 点比 C 点 (高、低) _____ m。
- 4) 假设 C 点的高程 $H_C =$ _____ m, 求 A 点和 B 点的高程 $H_A =$ _____ m, $H_B =$ _____ m, 水准仪的视线高 $H_i =$ _____ m。

2.3 实训项目 2 等外水准测量

1. 实训目的

- (1) 熟悉等外水准测量的观测方法、程序。
- (2) 熟悉等外水准测量的记录方法。
- (3) 进一步理解多测站水准测量的原理。

2. 实训内容

- (1) 等外水准测量的观测方法、程序。
- (2) 等外水准测量记录、计算。

3. 实训仪器及工具

每 4~5 人为一个实训小组, 每组领用水准仪一台、水准标尺 2 根、尺垫 2 个。自备铅笔、小刀、测距手簿。

4. 实训步骤

- (1) 选择一条水准路线。

每组选定一条闭合 (或符合) 水准路线, 长度以安置 4~6 个测站为宜, 中间设 2~3 个待定点。

- (2) “普通水准测量” 操作步骤。

1) 设置转点。背离已知点方向为前进方向, 在其间要设若干转点。第 1 站安置水准仪在 A 点与转点 1 (拼音缩写 ZD_1 、英文缩写 TP_1) 之间, 前、后距离大约相等, 其距离不超过 100m。

- 2) 测量操作程序。

a. 后视 A 点上的水准标尺, 精平, 分别进行目镜和物镜调焦, 使水准尺在十字丝板上成清晰影像, 用中丝读取后尺读数, 记入实训报告二的表 2-2 中。前视转点 1 上的水准标尺, 并精平读数, 记入表 2-2 中。然后立即计算该站的高差。

b. 迁至第 2 站, 继续上述操作程序, 直到最后回到 A 点 (或另一个已知水准点)。

- (3) 测量检核。

1) 根据已知点高程及各测站高差, 计算水准路线的高差闭合差, 并检查高差闭合差是否超限, 其限差公式为

$$f_{h容} = \pm 12\sqrt{n} \quad (\text{mm})$$

或

$$f_{h容} = \pm 40\sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

式中 $f_{h容}$ —— 高差闭合差限值;

n —— 测站数;

L —— 水准路线的长度, km。

- 2) 若高差闭合差在容许范围内, 则对高差闭合差进行调整, 计算各待定点的高程。

5. 注意事项

(1) 在每次读数之前,要消除视差,并使符合水准气泡严格居中(自动安平水准没有此项要求)。

(2) 在已知点和待定点上不能放置尺垫,但转点必须用尺垫,在仪器迁站时,前视点的尺垫不能移动。

6. 上交材料

实训结束时,每人必须完成实训报告二。

实训报告二

等外水准测量

1. 水准测量记录及高差计算

实验数据记入表 2-2 中,并进行高差计算,确保高差总和无误。

2. 待定点高程计算

根据表 2-2 的计算,求待定点高程,填入表 2-3 中。

表 2-2 等外水准测量记录

测站	点号	后视读数	前视读数	高差	高程	备注
Σ						

表 2-3

待定点高程计算

点号	距离	测站数	高差 (m)			高程 (m)	备注
			观测值	改正数	平差值		
辅助 计算							

2.4 实训项目 3 四等水准测量的观测与记录

1. 实训目的

- (1) 熟悉四等水准测量的观测程序和方法。
- (2) 理解四等水准测量的记录和计算方法。
- (3) 独立进行四等水准测量的观测。
- (4) 独立完成四等水准测量记录和计算。

2. 实训内容

- (1) 四等水准测量规范的观测方法和程序。
- (2) 四等水准测量记录、计算的规范。

3. 实训仪器及工具

每 4~5 人为一个实训小组，每组领用水准仪 1 台、水准标尺 2 根、尺垫 2 个。自备铅笔、小刀、测距手簿。

4. 实训步骤及要点

- (1) 首先由辅导老师讲解本次实训的基本要求，并进行示范操作。
- (2) 背离已知点方向为前进方向，在每两点之间观测 2 站，前、后距离大约相等，其距离不超过 100m。
- (3) 每一测站的观测程序如下：
 - 1) 粗平仪器，用脚螺旋使圆气泡居中。
 - 2) 瞄准后视水准标尺，物镜、目镜调焦，消除视差。

3) 精平仪器, 用微倾螺旋使水准管的“两个半影像”完全吻合(自动安平水准仪没有此步骤)。

4) 用十字丝的下丝(自动安平水准仪为上丝)读取后视水准标尺黑面读数, 用上丝(自动安平水准仪为下丝)读取后视水准标尺红面读数, 并将这两个读数记录在记录表格对应的栏目中。

5) 用十字丝中丝读取后视水准标尺黑面读数, 并将读数记录在记录表格对应的栏目中。

6) 用十字丝中丝读取后视水准标尺红面读数, 并将读数记录在记录表格对应的栏目中。

7) 瞄准前视水准标尺, 精平仪器。用十字丝的下丝(自动安平水准仪为上丝)读取前视水准标尺黑面读数, 用上丝(自动安平水准仪为下丝)读取前视水准标尺红面读数, 并将这两个读数记录在记录表格对应的栏目中。

8) 用十字丝中丝读取前视水准标尺黑面读数, 并将读数记录在记录表格对应的栏目中。

9) 用十字丝中丝读取前视水准标尺红面读数, 并将读数记录在记录表格对应的栏目中。

(4) 将所有观测数据记入表 2-4 中, 然后进行各项计算并算出该站的高差。

(5) 迁下一测站, 继续上述操作程序。

5. 注意事项

(1) 在每次读数之前, 要消除视差, 并使符合水准气泡严格居中(自动安平水准仪没有此项要求)。

(2) 在已知点和待定点上不能放置尺垫, 但转点必须用尺垫, 在仪器迁站时, 前视点的尺垫不能移动。

(3) 要求每位同学掌握一测站的观测、记录计算方法。

(4) 在记录表格中注明观测记录顺序(用数字注明即可)。

6. 上交资料

实训结束后每位同学需上交实训报告三。

实训报告三

表 2-4 四等水准测量记录表

测站 编号	后尺	上丝	前尺	上丝	方向及 尺号	标尺读数		K 加黑 减红	高差 中数	备注
		下丝		下丝		黑面	红面			
	后 距		前 距							
	视距差 d		Σd							
					后					
					前					
					后-前					

续表

测站 编号	后尺	上丝	前尺	上丝	方向及 尺号	标尺读数		K 加黑 减红	高差 中数	备注
		下丝		下丝		黑面	红面			
	后 距		前 距							
	视距差 d		Σd							
					后					
					前					
					后—前					

2.5 实训项目 4 四等水准测量的计算和限差检核

1. 实训目的

- (1) 熟悉四等水准测量的记录和计算方法。
- (2) 熟悉四等水准测量的限差规定。
- (3) 独立进行四等水准测量在两点间的往、返观测。
- (4) 独立完成两点间的往、返观测记录并计算。

2. 实训内容

- (1) 讲解四等水准测量记录、计算的快速算法。
- (2) 进一步规范四等水准测量的测量方法。

3. 实训仪器及工具

每 4~5 人为一个实训小组，每组领用水准仪 1 台、水准标尺 2 根、尺垫 2 个。自备铅笔、小刀、测距手簿。

4. 实训步骤及要点

(1) 首先由辅导老师讲解本次实训的基本要求，并进行示范操作。

(2) 背离已知点方向为前进方向，在每两点之间设置偶数站，前、后距离大约相等，其距离不超过 100m。

(3) 每一测站的操作程序是“后—前—前—后”。详细步骤见“实训项目 3 四等水准测量的观测与记录”，并将各观测数据记入表 2-5 中。然后计算各项限差和该站的高差及高差中数。

注：一测站的限差有：

- 1) 前、后视距差 $d \leq 3\text{m}$ 。
- 2) 前、后视距累计差 $\Sigma d \leq 10\text{m}$ 。
- 3) 红、黑面中丝读数差，即 $(K \text{ 加黑} - \text{红}) \leq 3\text{mm}$ 。
- 4) 红、黑面高差之差 $[\text{黑面高差} - (\text{红面高差} \pm 0.1)] \leq 5\text{mm}$ 。
- 5) 后尺红、黑面中丝读数差—前尺红、黑面中丝读数差 = 黑面高差—(红面高差 ± 0.1)。

(4) 在一测站所有限差符合要求后迁下一测站，继续上述操作程序。

(5) 往测完成后，即刻进行返测。

5. 注意事项

(1) 在每次读数之前，要消除视差，并使符合水准气泡严格居中（自动安平水准仪没有此项要求）。

(2) 在已知点和待定点上不能放置尺垫，但转点必须用尺垫，在仪器迁站时，前视点的尺垫不能移动。

(3) 本次只要求每位同学掌握四等水准观测一测站的观测、记录、各项限差的计算方法，其他内容下次再做。

6. 上交资料

实训结束时，每组必须完成实训报告四。

实训报告四

四等水准测量计算和限差检核

1. 水准测量记录及高差中数计算

实验数据记入表 2-5 中，并进行高差计算，确保各项校核无误。

表 2-5 四等水准测量记录

测站 编号	后尺	上丝	前尺	上丝	方向及 尺号	标尺读数		K 加黑 减红	高差 中数	备注
		下丝		下丝		黑面	红面			
	后 距		前 距							
	视距差 d		Σd							
					后					
					前					
					后-前					
					后					
					前					
					后-前					
					后					
					前					
					后-前					