



面向21世纪课程教材
普通高等院校土木工程“十二五”规划教材

主 编◎常允艳 刘 颖 徐 健

副主编◎杨秀伶 戴 卿 董红娟

土木工程测量实训教程

TUMU GONGCHENG CELIANG SHIXUN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

面向 21 世纪课程教材

普通高等院校土木工程“十二五”规划教材

土木工程测量实训教程

主 编 常允艳 刘 颖 徐 健

副主编 杨秀伶 戴 卿 董红娟

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

土木工程测量实训教程 / 常允艳, 刘颖, 徐健主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2012.7
面向 21 世纪课程教材 普通高等院校土木工程“十二
五”规划教材
ISBN 978-7-5643-1604-4

I. ①土… II. ①常… ②刘… ③徐… III. ①土木工
程—工程测量—高等学校—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 153884 号

面向 21 世纪课程教材
普通高等院校土木工程“十二五”规划教材

土木工程测量实训教程

主编 常允艳 刘颖 徐健

责任编辑	杨 勇
特邀编辑	罗在伟
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	7.625
字 数	189 千字
版 次	2012 年 7 月第 1 版
印 次	2012 年 7 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1604-4
定 价	14.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

测量学实训是学生学习工程测量课程后的重要环节，特别是在培养学生独立工作、提高动手能力等方面有显著作用。本书是高等教育工程测量配套用书，与《土木工程测量》教材内容紧密联系，是学生实训方面不可缺少的实用教材。

本书共分四篇来编写，第一篇为“测量实训须知”，主要介绍实训方面的注意事项和仪器等使用的规则，以及小组同学之间的配合等；第二篇为“实训部分”，主要介绍所有相关实训的目的、仪器、内容、实训方法和记录数据的格式、计算等重要知识；第三篇为“项目部分”，重点结合工程实践，以项目题形式出现，给学生较好的练习空间，增强学生理论联系实际的本领；第四篇为“附录”部分，以龙川县为例向实训学生介绍了针对 $\times\times$ 地区以1:1 000地形图测绘技术设计书的制作，为以后工作中设计书的制作打下基础。

本书由重庆水利电力职业技术学院常允艳、徐健、杨秀伶、戴卿，重庆机电职业技术学院刘颖，内蒙古科技大学董红娟共同编写。

由于编者水平所限，不妥之处敬请读者批评指正。

编 者

2012年4月

目 录

第一篇 测量实训须知	1
第二篇 实训部分	8
实训一 水准仪的认识与使用	8
实训二 普通水准测量	12
实训三 三、四等水准测量（闭合）	15
实训四 三、四等水准测量实训（附和）	19
实训五 经纬仪的认识和使用	23
实训六 测回法测量水平角度	30
实训七 方向观测法观测水平角	34
实训八 竖直角观测	38
实训九 距离测量（一般方法）	42
实训十 距离测量（精密方法）	45
实训十一 视距测量	48
实训十二 闭合导线测量	51
实训十三 三角高程测量	55
实训十四 小范围地形图测绘	58
实训十五 测设基本工作	62
实训十六 圆曲线测设	67
实训十七 渠道/线路纵、横断面测量	73
实训十八 水闸的施工放样	78
实训十九 架空送电线路测量	82
实训二十 宗地图绘制	88
第三篇 项目部分	92
项目一 普通水准测量	92
项目二 四等水准测量	93
项目三 测回法测量水平角	94
项目四 方向法测量水平角	95

项目五	竖直角测量	96
项目六	距离测量	97
项目七	导线测量	98
项目八	小范围地形图测绘	99
项目九	渠道纵断面测量	100
第四篇	附录 测绘技术设计书	101
参考文献		115

第一篇 测量实训须知

一、测量实训要求

(1) 实训前必须阅读与本门课程相关的教材及实训指导书, 初步了解实训的内容、目的要求、方法步骤及注意事项, 以保证按要求完成实训任务。

(2) 实训分小组进行, 组长负责组织和协调小组工作, 并做好所用仪器工具的借领和归还工作。每位同学都必须仔细认真地操作, 培养独立工作的能力, 严谨的科学态度, 同时要发扬相互协作的精神。

(3) 实训应在规定的时间和地点进行, 不得无故缺席或迟到早退, 不得擅自改变地点或离开现场。

(4) 实训中, 如出现仪器故障, 应及时向指导教师报告, 不可随意自行处理。若有损坏或遗失, 先进行登记, 查明原因后, 视情节轻重, 按学校有关条例给予适当赔偿和处理。

(5) 实训结束时, 应把观测记录、计算表交给指导教师审阅, 合乎要求并允许, 方可收拾和清洁仪器工具, 并按领取仪器的位置, 归还仪器与用具。

二、测量仪器工具及操作注意事项

1. 仪器工具的借领及归还

(1) 以小组为单位前往测量仪器室借领仪器工具。仪器工具均有编号, 借领时应当场清点和检查, 如有缺损, 立即补领或更换。

(2) 仪器搬运前, 应检查仪器背带和提手是否牢固, 仪器箱是否锁好, 搬运仪器工具时, 应轻拿轻放, 避免剧烈振动和碰撞。

(3) 实训结束后, 应清理仪器工具上的泥土, 及时收装仪器工具, 送还仪器室。

2. 仪器的安装

(1) 架设仪器三脚架时, 三条架腿抽出的长度和三条架腿分开的跨度要适中, 架头大致水平。如果地面为泥土地面, 将各踩入土中, 使三脚架稳妥, 以防仪器下沉; 如果在斜坡地上架设仪器三脚架, 应使两条架腿在坡下, 一条架腿在坡上; 如果在光滑地面架设仪器三脚架, 要采取安全措施, 仪器脚架打滑。

(2) 仪器箱应平稳放在地面上或其他平台上才能开箱。开箱后, 记清仪器在箱中的位置, 以免装箱时发生困难。取仪器前应先松开制动螺旋, 以免在取出仪器时, 因强行扭转而损坏制动装置。

(3) 取出仪器时, 应握住基座或照准部的支架部分取出, 然后小心地放在三脚架架头上, 一手握住基座或照准部的支架, 另一手将中心连接螺旋旋入基座底板的连接孔内旋紧, 做到连接牢固。

(4) 从仪器箱取出仪器后, 要随即将仪器箱盖好, 以免砂土杂草进入箱内。禁止坐仪器箱。

3. 仪器的使用

(1) 使用仪器时, 避免触摸仪器的物镜和目镜。如果镜头有灰尘, 应用仪器箱中的软毛刷拂去或用镜头纸轻轻擦拭。严禁用手帕或纸张等物擦拭, 以免损坏镜头上的药膜。

(2) 转动仪器时, 应先松开制动螺旋, 然后平稳转动; 制动时, 制动螺旋不能拧得太紧; 使用微动螺旋时, 应先旋紧制动螺旋。

(3) 在任何时候, 仪器旁必须有人看管, 做到人不离仪器, 防止其他无关人员摆弄以及行人车辆等冲撞仪器。在阳光或细雨下使用仪器时, 必须撑伞, 特别注意不得使仪器受潮。

4. 仪器的搬迁

(1) 远距离迁站或通过行走不便的地区时, 必须将仪器装箱后再迁站。

(2) 近距离且平坦地区迁站时, 可将仪器连同三脚架一同搬迁, 方法是: 先检查一下连接螺旋是否旋紧, 然后松开各制动螺旋, 若为经纬仪应使望远镜对着度盘中心, 若为水准仪物镜应向后。在收拢三脚架, 左手握住仪器的基座或支架, 右手抱住三脚架, 近乎垂直地搬迁。

(3) 仪器迁站时, 必须带走仪器箱及有关工具。

5. 仪器的装箱

(1) 仪器使用完毕, 应及时清除仪器及箱子上的灰尘和三脚架上的泥土。

(2) 仪器装箱时, 应先松开各制动螺旋, 将基座上的脚螺旋旋至中段大致等高的地方, 再一手握住照准部支架或水准仪基座, 另一手将中心连接螺旋旋开, 双手将仪器取下装入箱中。试关箱盖, 确认放妥后, 再旋紧各制动螺旋。检查仪器箱内的附件是否缺少, 然后关箱门, 并立即扣上门扣或上锁。

6. 测量工具的使用

(1) 钢卷尺使用时, 应避免扭转、打结, 防止行人踩踏和车辆碾压, 以免钢尺折断; 携尺前进时, 必须提起钢尺行走, 不允许在地面拖走, 以免损坏钢尺刻划; 钢尺使用完毕, 必须用抹布擦去尘土, 涂油防锈。

(2) 水准尺和测杆使用时, 应注意防水、防潮, 不可受横向压力, 以免弯曲变形, 应轻拿轻放。不得将水准尺或测杆往树上或墙上立靠, 以防滑倒摔坏或磨损尺面。测杆不得用于抬东西或作标枪投掷。塔尺在使用时, 应注意接口处的正确连接, 用后及时收尺。

(3) 测图板使用时, 应注意保护板面, 不准乱戳乱画, 不能施以重压。

三、测量记录与计算规则

(1) 各项记录必须直接记在规定的表格内,不准另用纸条记录后再誊写。凡记录表格上规定应填写的项目不得空白。记录与计算均应用 2H 或 3H 的绘图铅笔。

(2) 观测者读数后,记录者应在记录的同时回报读数,以防听错、记错。记录的数据应写齐规定的字数,表示精度或占位的“0”均不能省略。如水准尺读数 1.43 m 应记作 1.430 m,角度读数 $45^{\circ}6'6''$ 应记作 $45^{\circ}06'06''$ 。

(3) 禁止擦拭、涂改。记录数字若有错误,应在错误数字上划一斜杠,将改正数据记在原数上方。所有记录的修改和观测成果的淘汰,必须在备注栏注明原因,如测错、记错或超限。

(4) 原始观测数据的尾数部分不准更改,应将该部分观测废去重测。废去重测的范围如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 观测数据中不准更改与重测范围

测量种类	不准更改的部位	应重测的范围
角度测量	分和秒的读数	一测回
距离测量	厘米和毫米的读数	一尺段
水准测量	厘米和毫米的读数	一测站

(5) 禁止连续更改,如水准测量的黑、红读数,角度测量中的盘左、盘右读数,距离测量中的往、返读数等,均不能同时更改,否则重测。

(6) 数据计算时,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,若取至毫米则 1.456 4 m、1.455 6 m、1.456 5 m、1.455 5 m 都应记为 1.456 m。

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

四、实训成果要求

1. 小组上交的实训资料

- (1) 所有外业原始记录手簿。
- (2) 相关草图。

2. 个人需要上交的实训资料

- (1) 所有经过计算的测量数据。
- (2) 实训日志,并在实训完成后上交,另每人写一份不少于 5 000 字的实训心得体会和收获的实训报告。

3. 实训报告的编写

- (1) 封面(见任务书附件 1):按学校规定格式书写。

(2) 底页一(见任务书附件2):按学校规定格式书写。

(3) 底页二,必须包含下面(4)中的内容,除此之外学生可灵活书写。

(4) 学生在教师指导下,书写以下内容:

① 实训目录:实训内容条理综述。

② 前言:说明实训的目的、任务、过程。

概述本次实训课程的性质、任务,××专业班级在××地方(主要场地)进行了多长时间、××实训教学等内容。

③ 实训目的。与该门实训课程教学大纲(或实训教学任务书、指导书)要求一致。

④ 实训内容。叙述测量的顺序、方法、精度要求、计算成果及示意图等。分项记录本次实训教学的全部内容,每一项含原理、操作过程、结果等。

⑤ 实训日志。实训每天都要如实记录实训情况,分析当日实训中遇到的问题,探讨当日解决方法的过程,体会以及收获,形成实训日志,记录于每天实训工作内容之后。

⑥ 实训心得。介绍实训中遇到的技术问题、处理方法、对实训的意见和建议等。学生个人做本次实训的总结。

4. 成绩评定

(1) 考核的依据:实训中的表现,出勤情况,对所学知识的掌握程度,实际作业技能的熟练程度,分析和解决问题的能力,完成任务的质量,所交成果资料及仪器工具保护的情况、实训报告的编写水平等。

(2) 考核的方式:在实训中了解学生的操作情况,进行口试质疑、笔试或操作演示等。

(3) 说明:凡违反实训纪律或缺勤累计达到或超过2天、实训中发生吵架事件、损坏仪器工具及其他公物、未按时上交成果资料和实训报告,抄袭他人成果、伪造成果等,只要有其中一项,则实训成绩均作不及格处理。

五、实训期间小组长的责任

(1) 实训期间的各项工作以小组为单位进行。组长要切实负责,合理安排,使每人都有练习的机会,组员之间应团结协作,密切配合,以确保实训任务顺利完成。

① 随时掌握小组的实训进度,在规定时间内必须完成任务,没有完成任务,就没有实训成绩。

② 带领小组成员,搞好团结,服从统一安排,决不能随心所欲,无组织无纪律,保证每个同学认真参加实训,学习知识,以达到有效的实训目的。

③ 实训期间,负责保管好小组的各项实训资料,不得丢失,实训完后,负责收集和上交全部资料(包括小组成员个人上交资料)。

④ 负责爱护好小组所使用的各种仪器和工具,不得损坏和丢失。

⑤ 负责本小组成员的考勤,严格做好详细记录,以备老师随时检查。

(2) 实训过程中应严格遵守相关规定。

(3) 每天出测前和收工时都应清点仪器工具,检查是否带齐或遗失。每天晚自习时间应

检查当天外业观测数据并进行内业计算。每一阶段性工作完成后,要及时收还仪器工具,整理成果资料。

(4) 严格遵守实训纪律。病假需有医生证明,事假应经教师批准。禁止下水游泳,严禁在外宿夜,尊重当地风俗,搞好群众关系。爱护花木、农作物和公共财产。注意饮食和环境卫生。

六、实训纪律

(1) 测量仪器,是测量人员的武器,不得损坏,不得丢失,仪器安置好,任何时候都不能离人,即任何时候都有人在仪器面前,认真看守或者操作。严格遵守操作规程。安置仪器,脚架螺旋和中心螺旋要上紧,但也不能过紧,过紧了就会损坏螺旋。

(2) 没有照准目标之前,仪器两个制动螺旋都是放松的,只有当照准目标后,制动螺旋才能制紧,但观测完毕,应该立即把制动螺旋放松。

当要准备测量、照准目标时,首先检查制动螺旋是否是放松的,然后才能转动照准部和望远镜进行观测。

(3) 制紧制动螺旋要有轻重感。即制紧又不能过紧,但又不能不紧。没有制紧,转动微动螺旋不起作用。

不能制紧制动螺旋后,用手转动照准部或望远镜试紧,只能转动微动螺旋试紧。

(4) 实训是严肃的,不准嬉戏打闹,更不准在安置好的仪器面前嬉戏打闹。

(5) 午饭期间,按规定将仪器交回仪器保管室,如考虑怕完不成任务,可中午小组安排轮流吃饭,留人继续工作或者留人看守好仪器,不准把仪器带回宿舍,更不准不收仪器或者仪器收了装入箱内丢弃无人看守,如有仪器损坏,则由看守人员负责。

(6) 仪器箱子不准坐人,仪器不能淋雨和太阳曝晒,大太阳天要撑伞保护好仪器。

(7) 实训过程中谁损坏仪器和工具,谁负责赔偿,或者负责修理全部费用。如出现了损坏仪器,小组负责落实到人,否则小组共同负责。

(8) 为了正常的保证实训秩序和纪律,实训期间辅导老师不批假。如有特殊情况,必须持班级辅导员签字或学生处盖章的请假条,否则按旷课处理。

(9) 实训期间,辅导老师不定时的点名,点名不在场均作旷课处理。

(10) 学校绿化花园草地,是学校环境优雅的象征,全校师生员工都有责任保护和爱护,不许以任何情况,任何理由加以践踏损坏。在实训期间请同学们尤其注意这一点。

附件 1 学生实训报告书

× × × × × × 学院

学生实训报告书

实训课程 _____

系 别 _____

专 业 _____

班 级 _____

姓 名 _____

学 号 _____

年 月 日

附件 2 实训任务书

实训时间 ____年度第____学期			实训地点及内容		
教学周次	星期	年 月 日			
实训指导教师	姓名	性别	职称及研究方向	主要指导内容	
指导教师评语					
实训成绩				教师签字	年 月 日

第二篇 实训部分

实训一 水准仪的认识与使用

高程是确定地面点位的主要参数之一。水准测量是高程测量的主要方法之一，水准仪是水准测量所使用的仪器。本实训通过对水准仪的认识和使用，使同学们熟悉水准测量的常规仪器、附件、工具，正确掌握水准仪的操作。

一、实训目的

- (1) 了解水准仪的构造，熟悉各部件的名称、功能及作用。
- (2) 初步掌握使用方法，学会水准尺的读数。

二、实训器具

DS₃ 型水准仪 1 台，双面水准尺 1 对，尺垫 2 个，记录板 1 块，测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 熟悉 DS₃ 型水准仪各部件名称及作用。
- (2) 学会利用圆水准器整平仪器。
- (3) 学会瞄准目标，消除视差及利用望远镜中的中丝在水准尺上读数。
- (4) 测定地面两点间的高差。
- (5) 实训课时为 2 学时。

四、实训步骤

1. 安置水准仪

打开三脚架，将其支在地面上，并使高度适当，目估使架头大致水平，检查脚架腿是否安置稳固，脚架伸缩螺旋是否拧紧，然后打开仪器箱取出水准仪，置于三脚架头上并用连接

螺旋将仪器牢固地固连在三脚架头上。

2. 熟悉 DS₃型水准仪

了解 DS₃ 型水准仪（见图 2.1.1）各部件名称、作用及使用方法。

（1）调节目镜，使十字丝清晰可见；旋转物镜调焦螺旋，使物像逐渐清晰。

（2）转动脚螺旋使圆水准器气泡居中（此为粗平）；转动微倾螺旋使水准管气泡居中或符合（此为精平）。

（3）用准星和照门来粗略照准目标；旋紧水平制动螺旋，转动水平微动螺旋来精确照准目标。

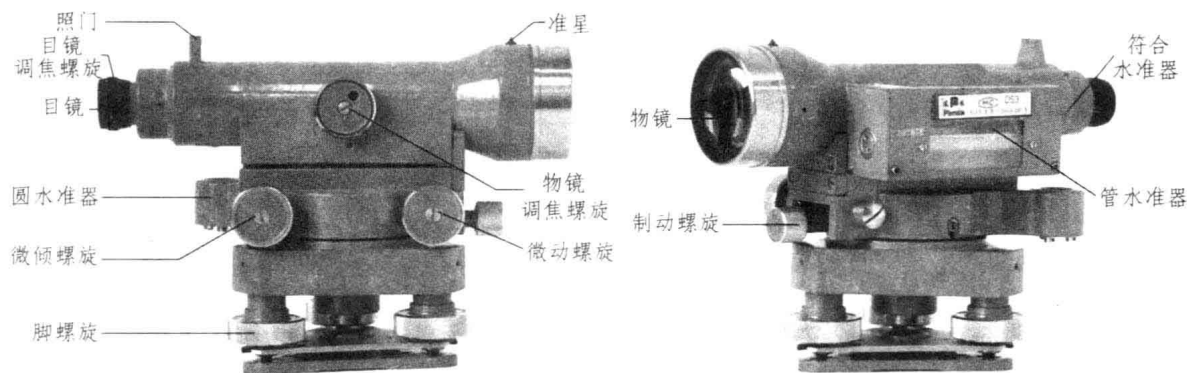


图 2.1.1 DS₃型水准仪

3. 概略整平练习

概略整平是借助圆水准器的水准仪各部件名称及作用使仪器竖轴大致铅直，从而使视准轴粗略水平。如图 2.1.2（a）所示，气泡未居中而位于 a 处，则先按图上箭头所指的方向用两手相对转动脚螺旋①和②，使气泡移到 b 的位置，如图 2.1.2（b）所示。再转动脚螺旋③，即可使气泡居中。在整平的过程中，气泡的移动方向与左手大拇指运动的方向一致。

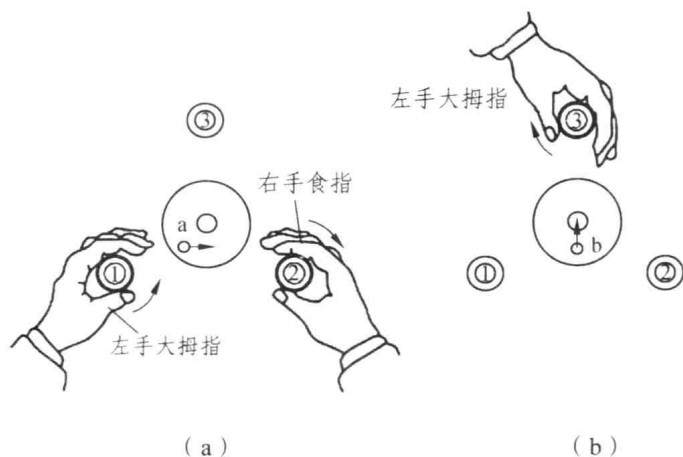


图 2.1.2 圆水准器的整平

4. 瞄准水准尺练习读数

- (1) 使望远镜对向远方明亮的背景, 转动目镜对光螺旋, 直到十字丝清晰为止。
- (2) 松开制动螺旋, 转动望远镜, 通过镜筒上部的瞄准器瞄准水准尺, 然后拧紧制动螺旋。
- (3) 转动物镜调焦螺旋, 使水准尺成像清晰。
- (4) 转动微动螺旋, 使十字丝的竖丝贴近水准尺的边缘或中央。
- (5) 使眼睛在目镜端上下微动, 若看到十字丝与标尺的影像有相对移动时 (这种现象称为视差) 表明存在视差。产生视差的原因是标尺影像所在平面没有与十字丝分划板平面重合。由于视差的存在, 当眼睛与目镜的相对位置不同时, 会得到不同的读数, 从而增大了读数的误差, 应予以消除。消除视觉现象的方法是仔细调节目镜和物镜调焦螺旋, 直到眼睛上、下移动时读数不变为止, 如图 2.1.3 所示。

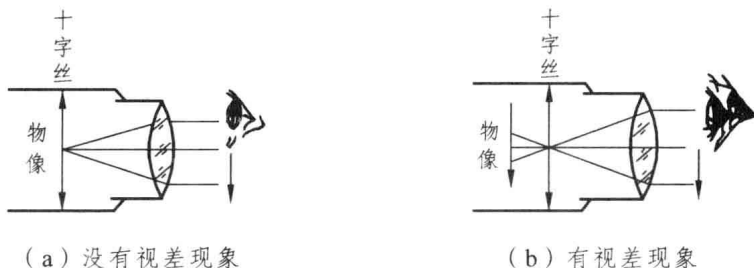


图 2.1.3 视差现象

5. 精确整平与读数练习

使眼睛靠近气泡观察窗, 同时缓慢地转动微倾螺旋, 当气泡影像吻合并稳定不动时, 表明气泡已居中, 视线处于水平位置。此时应及时用中丝在水准尺上截取读数。首先估读水准尺与中丝重合位置处的毫米数, 然后报出全部读数。如图 2.1.4 所示, 十字丝中丝的读数为 0 907 mm, 或 0.907 m。十字丝下丝的读数为 0989 mm (或 0.989 m), 十字丝上丝的读数为 0 825 mm (或 0.825 m)。读完数后, 还需再检查气泡影像是否仍然吻合, 若发生了移动需再次精平, 重新读数。

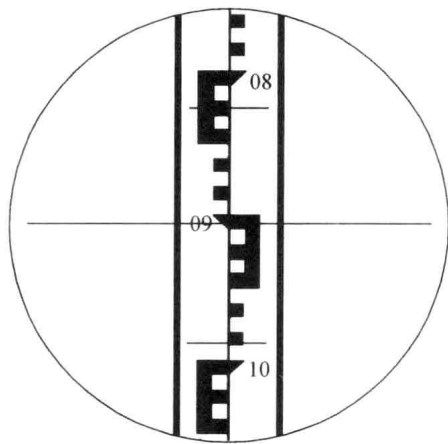


图 2.1.4 水准尺读数

五、观测记录表

将在实训过程中测得的数据如实填写到表 2.1.1 中。

表 2.1.1 水准仪观测记录表

仪器号 _____ 观测者 _____ 记录者 _____
日期 _____ 天气 _____ 班组 _____

安置仪器次数	测点	后视读数 (m)	前视读数 (m)	高差 (m)	高程 (m)
第 次					
第 次					
第 次					
第 次					

六、注意事项

- (1) 读数前，必须精平，符合水准气泡必须严格符合，视差应消除。
- (2) 微动和微倾螺旋不要旋到极限，应保持在中间运行。
- (3) 观测时身体不得接触脚架。
- (4) 每个同学都必须熟悉实训内容，首先完成前三项，然后再安置仪器做第四项两次。

七、实训问答

- (1) 简述水准测量的原理，并绘图说明，若将 DS₃ 型水准仪立于 A、B 两点之间，在 A 点的尺上读数 $a = 1\,586\text{ mm}$ ，在 B 点的尺上的读数 $b = 0\,435\text{ mm}$ ，请计算高差 h_{AB} ，并说明 A、B 两点哪点高。
- (2) 何谓高差？高差的正负号的意义是什么？
- (3) 使用水准仪时，在圆水准器气泡居中时为什么水准管气泡不一定居中，须转动微倾螺旋才能使水准管气泡居中，这是什么原因？
- (4) DS₃ 型水准仪由哪些主要部件组成？各起什么作用？
- (5) 什么叫十字丝视差？如何消除十字丝视差？
- (6) 什么是水准器的分划值？有什么作用？
- (7) 对于 DS₃ 型水准仪，尽管可以调节微倾螺旋使符合气泡居中，但安置仪器时也应该使圆气泡尽可能居中，何故？
- (8) 水准仪的等级大致是如何划分的，DS₃，DSZ₃ 各字母表示的含义是什么？数字“3”表示的含义又是什么？