



普通高等教育“十二五”高职高专规划教材

专业课（理工科）系列

工程测量 实验实训指导书

中国高等教育学会 组织编写

主 编 李 梅

副主编 刘学军 牛志宏

主 审 陈正耀 许金渤

GONGCHENG CELIANG
SHIYAN SHIXUN ZHIDAOSHU

 中国人民大学出版社



普通高等教育“十二五”高职高专规划教材·专业课（理工科）系列

工程测量实验实训指导书



中国高等教育学会 组织编写

主 编 李 梅

副主编 刘学军 牛志宏

主 审 陈正耀 许金渤

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

工程测量实验实训指导书/李梅主编;中国高等教育学会组织编写. —北京:中国人民大学出版社, 2013.7

普通高等教育“十二五”高职高专规划教材·专业课(理工科)系列

ISBN 978-7-300-17815-8

I. ①工… II. ①李… III. ①工程测量-实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①TB22-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 165084 号

工程测量实验实训指导书

中国高等教育学会 组织编写

主 编 李 梅

副主编 刘学军 牛志宏

主 审 陈正耀 许金渤

Gongcheng Celiang Shiyun Shixun Zhidaoshu

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京昌联印刷有限公司

规 格 185mm×260mm 16 开本

版 次 2013 年 7 月第 1 版

印 张 7.75

印 次 2013 年 7 月第 1 次印刷

字 数 150 000

定 价 16.00 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

根据高职高专培养技术应用型人才的目标要求,为了使土木类、测绘类专业的学生更好地掌握实用测量技术,编写了本书。本书在编写形式及内容上,充分体现了“以学生为主体、以能力为本位、以就业为导向、强化素质教育”的最新教学改革方向,力求做到知识点到位、覆盖面够用、语言叙述简洁,既防止长篇大论,又力求深入浅出,强调学生的动手训练环节,具有简洁适用性。本书是土木类、测绘类专业测量学实践性教学的必备用书,也可供有关工程技术人员学习参考。

本书共包括五部分,第一部分为测量实验实训须知;第二至第四部分分别介绍了基础测量、专业测量和工程测量的相关实验和实训指导;第五部分为技能操作模拟试题。每个实验实训项目都按照常用授课顺序编排,对每个实验的目的、任务、操作步骤等都作以简易描述,以方便学生实际操作;每个实验实训项目都附有相应的数据记录表、成果计算表和实验实训报告表,以方便学生记录。在实际使用过程中,可根据学生所学专业的不同,酌情选择本书相应的实验实训项目。

本书由辽宁城市建设职业技术学院李梅担任主编,德州职业技术学院刘学军、长江工程职业技术学院牛志宏担任副主编,辽宁城市建设职业技术学院王巍巍、赵凯、刘丹、矫丽娜、宋霜霜、周佳佳、商云霞和德州职业技术学院姚玲云参与了编写。编写人员分工如下:第一部分、第二部分由李梅编写;第三部分实验一由牛志宏编写,实验二至实验四由刘学军编写;第四部分实训一和实训二由李梅和赵凯编写,实训三由矫丽娜和宋霜霜编写,实训四由周佳佳和刘丹编写,实训五由王巍巍和商云霞编写;第五部分由姚玲云编写。全书由李梅统稿。

本书由辽宁城市建设职业技术学院陈正耀教授、许金渤高级工程师担任主审,他们对书稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中欠妥之处敬请读者提出宝贵意见。

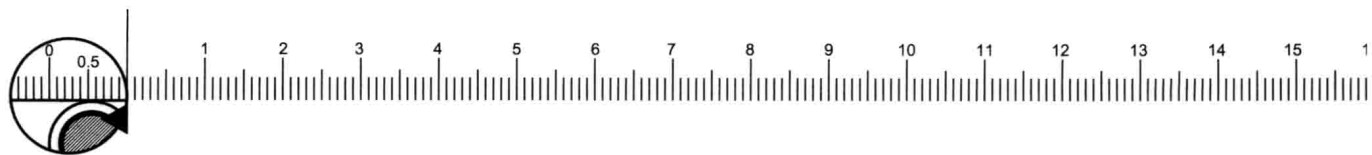
感谢中国高等教育学会和中国人民大学出版社对本书编辑出版工作的大力支持。

编者

2013年5月

目 录

第一部分 测量实验实训须知	1
第二部分 基础测量实验指导	5
实验一 DS ₃ 型微倾式水准仪的认识与使用	5
实验二 普通水准测量	9
实验三 DS ₃ 型微倾式水准仪的检验与校正	14
实验四 自动安平水准仪的认识与使用	18
实验五 DJ ₆ 型光学经纬仪的认识与使用	21
实验六 测回法观测水平角	24
实验七 全圆方向观测法观测水平角与竖直角观测	27
实验八 DJ ₆ 型光学经纬仪的检验与校正	31
实验九 DJ ₂ 型光学经纬仪的认识与使用	34
实验十 钢尺一般量距与直线定向	37
实验十一 四等水准测量	41
实验十二 三角高程测量	46
实验十三 经纬仪测绘法测图	49
实验十四 全站仪的基本操作与使用	53
实验十五 数字成图软件技术	59
第三部分 专业测量实验指导	61
实验一 点的平面位置测设和高程测设	61
实验二 中平测量	64
实验三 圆曲线测设	69
实验四 标杆钢尺法道路横断面测量	72
第四部分 工程测量综合实训指导	75
实训一 普通测量实训指导（二周）	75
实训二 建筑施工测量实训指导（二周）	85



实训三	控制测量实训指导（二周）	92
实训四	工程测量实训指导（二周）	97
实训五	数字化成图实训指导（二周）	105

第五部分	技能操作模拟试题	113
------	----------------	-----

第一部分 测量实验实训须知

工程测量课是一门实践性很强的专业骨干课，测量实验实训是课程教学中必不可少的环节，是理论联系实际的重要途径。学生只有通过实验实训，才能巩固课堂所学的基本理论，掌握测量仪器操作的基本技能和测量作业的基本方法，培养独立思考、分析和解决实际问题的能力，真正达到提高实践动手能力的目的。因此，每位同学务必在教师的指导下，按时保质保量完成好各项实验实训任务，以满足本专业后续课程学习和日后工作的需要。

一、测量实验实训规定

1. 在实验实训前，必须复习教材中的有关内容，认真仔细地预习，明确目的，了解任务，熟悉实验实训步骤，注意有关事项，并准备好所需文具用品。
2. 实验实训须分小组进行，采取组长负责制，负责组织协调实验工作，办理所用仪器工具的借领和归还手续。小组成员应团结协作，相互配合。
3. 实验实训应在规定的时间和场地进行，不得无故缺席、迟到、早退，不得擅自改变地点或离开现场。
4. 必须严格遵守本指导书中的“测量仪器工具的借领与使用规则”及“测量记录与计算规则”，爱护仪器工具，遵守操作规程。
5. 服从教师的指导，严格按实验实训的要求，认真、按时、按质、按量完成各项任务，经指导教师审阅同意后，才可交还仪器工具，并提交书写工整的实验实训报告。如发现超限，应及时进行重测，严禁编凑数据、伪造成果，如有伪造行为，经教育不改者，取消本课程成绩。
6. 在实验实训过程中，应遵守学院纪律，爱护现场的花草树木及农作物，爱护各种公共设施，严禁砍折、踩踏或损坏公物，爱护环境卫生。

二、测量仪器工具的借领与使用规则

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



（一）仪器工具的借领

1. 因测量仪器比较贵重，故借领时须以小组为单位，由小组长在“仪器借用表”上填好所借仪器工具、班级、组号、日期、借用者签名并经指导教师签字同意后，才能借领仪器工具。

2. 借领时应当场清点检查，实物与清单是否相符，仪器工具及附件是否齐全，背带及提手是否牢固，脚架是否完好等。如有缺损，应当及时更换。

3. 离开实验室之前，必须锁好仪器箱并拿好各种工具。搬运仪器工具时，必须轻拿轻放，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. 实验实训结束后，应及时收装仪器工具，送还实验室检查验收。如有遗失或损坏，应写出书面报告说明情况，并按有关规定予以赔偿。

（二）仪器的使用

1. 在三脚架安置稳妥之后，方可开启仪器箱。取出仪器前，要看清仪器在箱中的存放位置，避免装箱困难。

2. 提取仪器前，应先松开制动螺旋，再用双手握住支架或基座轻轻取出仪器，放在三脚架上，保持一手握住仪器，一手去拧连接螺旋，并做到连接牢固。

3. 安置仪器之后，应随即关好仪器箱，防止灰尘和湿气进入箱内。严禁坐在仪器箱上，仪器不论是否操作，必须有人看护，防止无关人员搬弄或行人车辆碰撞。

4. 在观测过程中，如发现镜头上有灰尘，可用镜头纸或软毛刷轻轻拂出，严禁用手指或手帕等物擦拭，以免损坏镜头上的护膜。

5. 转动仪器，应先松开制动螺旋，再轻轻转动。使用微动螺旋时，先旋紧制动螺旋。微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端，使用各种螺旋用力应轻而均匀，以免损伤螺丝。

6. 在野外使用仪器时，应该撑伞，严防日晒雨淋。

7. 在仪器发生故障时，应及时报告指导教师，不得擅自处理。

（三）仪器的搬迁

1. 在行走不便的地方或远距离搬迁时，必须将仪器装箱后再搬迁。

2. 短距离搬迁时，可以仪器和脚架一起搬，其方法是：检查并旋紧中心连接螺旋，松开各制动螺旋（经纬仪物镜应对向度盘中心，水准仪物镜应向后）；再收拢三脚架，左手抓住仪器，右手抱住脚架，近于垂直地搬移。严禁斜扛仪器，以防碰摔。

3. 搬移时，小组其他人员应协助观测员带走仪器箱和其他工具。

（四）仪器的装箱

1. 每次使用仪器之后，应及时清除仪器的灰尘及脚架上的泥土。

2. 仪器拆卸时，应先将脚螺旋旋至大致同高的位置，然后一手握住仪器，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，试关箱盖确认放妥后，关箱上锁或上扣，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。



(五) 测量工具的使用

1. 钢尺应防止扭结、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，以防损坏刻度。用完后，应及时擦净，以防生锈。
2. 皮尺应均匀用力拉伸，避免着水、受压。如受潮应及时凉干。
3. 标尺、花杆应注意防水、防潮、防止横向受压，不能磨损尺面刻度和漆皮，不用时平放在地面或斜靠在墙角处。
4. 小件工具如垂球、测钎、钉锤等，要做到用完即收，防止遗失。
5. 一切测量工具都应保护清洁，由专人保管，不能随意放置，更不能作为捆扎、坐垫、抬扛等其他用具。

(六) 实验实训组织

每个测量实验实训班级应分成 6~7 个实验小组，每个测量实验小组设组长一人。实验实训小组组长负责组员具体工作的安排、测量仪器的安全操作和保管、填写仪器的借条等事项。

三、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，必须严肃认真，一丝不苟，严格遵守下列规则：

1. 在测量手簿上书写之前，应自备硬性（2H 或 3H）铅笔，熟悉表格各项内容、记录及计算方法。
2. 记录观测数据之前，应将表头的仪器型号、日期、天气、观测者和记录者姓名等无一遗漏地填写齐全。
3. 观测者读数后，记录者应随即在记录手簿上的相应栏内填写，不得另纸记录事后转抄。
4. 记录时要求字体端正清晰，数位齐全，数字齐全，字体大小一般占格宽的 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ ，字脚靠底线，零位不能省略。
5. 观测数据不得随意更改，读错、记错后必须重测重记。不得涂擦已记录的数据，应按有关修改数字的规定，在错误数字上画一斜线，再将正确数字记于右上角或另行记录，并在备注栏内说明原因。
6. 应保持记录手簿整洁，严禁乱写乱划，更不得撕毁或丢失记录手簿。

第二部分 基础测量实验指导

工程测量实验是“工程测量”课程的重要组成部分，是与课堂教学紧密配合的实践性教学环节。按土木工程类、测绘类专业“工程测量”课程教学大纲的要求，基础部分测量实验共设计了15个实验项目。在实验过程中要求认真细致，人人动手，对观测结果做到随测随记、及时检查，发现超限应仔细分析原因并及时纠正，按时上交实验报告。

实验一 DS₃型微倾式水准仪的认识与使用

一、目的与要求

1. 了解 DS₃型微倾式水准仪的基本构造，了解各螺旋的名称和作用。
2. 掌握工具水准尺的正确读数方法。
3. 练习水准仪的正确安置、瞄准和读数。
4. 掌握用 DS₃型微倾式水准仪测定地面上两点间高差的方法。

二、实验任务

每人要熟悉仪器的基本构造，每组用变动仪器高法观测与记录两点间的高差。

三、仪器与工具

每组：DS₃型微倾式水准仪一套，水准尺两根，尺垫两个，铅笔（自备）。

四、操作步骤

1. 安置仪器：先将三脚架张开，使其高度适当，架头大致水平，并将架腿踩实，再开箱取出仪器，将其固定在三脚架上。
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。
3. 掌握水准尺的读数方法（见图2—1）。
4. DS₃型微倾式水准仪操作步骤如下：

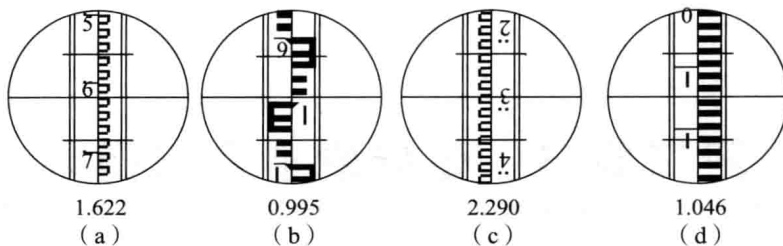


图 2—1 水准尺读数

(1) 粗略整平：调节三个脚螺旋使圆水准器气泡居中。

原则：气泡移动方向和左手拇指移动方向一致，如图 2—2 所示。

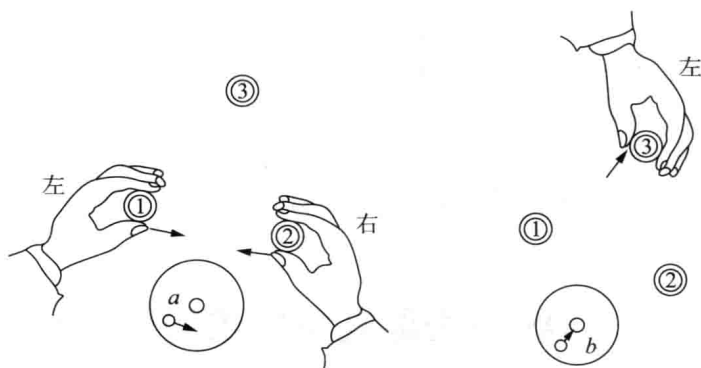


图 2—2 粗略整平

(2) 目镜对光：转动目镜调焦螺旋，直到看清十字丝。

(3) 粗略瞄准：在地面上选定两立尺点，用准星瞄准地面一点上的水准尺，固定制动螺旋。

(4) 物镜对光：调节物镜对光螺旋，直到看清水准尺。

(5) 精确瞄准：转动微动螺旋，使十字丝竖丝平分水准尺。

(6) 视差消除：当眼睛在目镜端上下移动时，十字丝平面与目标平面有相对运动，这种现象叫做视差。若有视差，仔细调节物镜和目镜对光调焦螺旋，消除视差。

(7) 精确整平：如图 2—3 所示，调节微倾螺旋，使水准管气泡两端的半影像吻合成抛物线，即气泡居中。精平和读数应作为一个整体，即精平后立即读数，读数后再检查符合水准器气泡是否居中。若不居中，应再次精平，重新读数。只有这样，才能保证水准测量的精度。

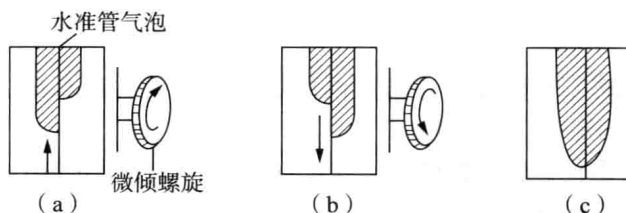


图 2—3 精确整平



(8) 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，即直接读出米、分米、厘米，并估读毫米数值。

(9) 重复步骤 (3) ~ (8)，读取地面上另一立尺点读数，并计算出对应高差。

(10) 变动仪器高后，重新测定上述两点间高差。

五、限差要求

采用变动仪器高法测得的相同两点间的高差之差不得超过 $\pm 5\text{mm}$ 。

六、注意事项

1. 安置仪器时应将仪器中心连接螺旋拧紧，防止仪器从脚架上脱落下来。
2. 读取中丝读数前，一定要使符合水准器气泡严格居中，并消除视差。
3. 看清十字丝，不能把上、下丝看成中丝读数。
4. 水准尺必须要有人扶着，绝对不能立在墙边或靠在树上等，以防砸人或损坏水准尺。
5. 各螺旋转动时，用力应轻而均匀，不得强行转动，以防脱扣。

七、上交资料

每人上交实验报告一份。



实验一

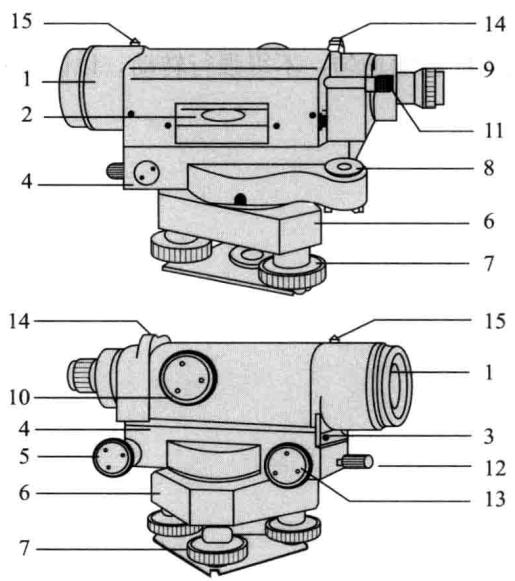
实验报告

实验名称		成绩	
实验目的			
主要仪器与工具			

1. 填空。

安置仪器后，调节_____使圆水准管气泡居中，转动_____看清十字丝，通过_____粗略瞄准水准尺，调节_____消除视差，转动_____使水准管气泡居中，最后读取读数。

2. 写出下图编号对应的各部件的名称。



3. 实验总结：



实验二 | 普通水准测量

一、目的与要求

1. 熟悉 DS₃ 型微倾式水准仪的构造及使用方法。
2. 掌握普通水准测量的观测、记录与计算方法。
3. 掌握水准测量中一条闭合水准路线的施测方法、校核方法和成果处理方法。

二、实验任务

在校园内指定场地选定一条闭合路线，其长度以安置 5~7 个测站为宜，采用变动仪器高法施测该闭合水准路线。

三、仪器与工具

每组：DS₃ 型微倾式水准仪一套，水准尺两根，尺垫两个，2H 铅笔（自备）。记录手簿及记录夹统一发放。

四、操作步骤

1. 选定一条闭合水准路线（5~7 条边的多边形）进行施测，以求得各待定点高程。先确定起始点及水准路线的前进方向。

2. 在每一测站上，观测者首先应安置仪器、粗平（圆水准气泡居中）、瞄准后视尺、对光、调焦、消除视差、精平（水准管气泡居中）、读中丝读数，记录者将后视读数记入记录表格中。再瞄准前视尺，用同样方法读取前视读数并记入记录表格中，然后立即计算本站高差。

3. 用步骤 2 的方法依次完成闭合水准路线的水准测量。观测过程中记录者要特别地细心，当记录者听到观测者所报的读数后，应复读给观测者，正确后方可将读数记录在表格中。

4. 观测结束后，立即计算出高差闭合差 f_h ，并与高差闭合差的容许值 $f_{h容}$ 进行比较，以确定该闭合水准路线观测成果是否合格。如果观测成果合格，即可计算各待定点高程；否则，要进行重测。

五、限差要求

1. 普通水准测量的精度要求：

对于平坦地区： $f_{h容} = \pm 40 \sqrt{L} \text{mm}$ （式中， L 为水准路线的总长，以 km 为单位）

对于山区和丘陵地区： $f_{h容} = \pm 12 \sqrt{n} \text{mm}$ （式中， n 为水准路线的总测站数）

2. 两次仪器高度变动范围 $\geq \pm 10 \text{cm}$ ，两次高差之差 $\leq \pm 5 \text{mm}$ 。



六、注意事项

1. 每次读数前，应使符合水准管气泡严格居中，并注意消除视差。
2. 水准尺不得倾斜，必须立直。
3. 做到边测、边记、边计算、边检核。

七、上交资料

每人上交水准测量记录表格、成果计算表格和实验报告各一份。



实验二

普通水准测量记录表（一）

日期：
时间：

仪器型号：
天 气：

观测者：
记录者：

测站	点号	后视读数（m）	前视读数（m）	高差（m）		平均高差（m）	备注
				+	-		