



高职高专“十二五”规划教材

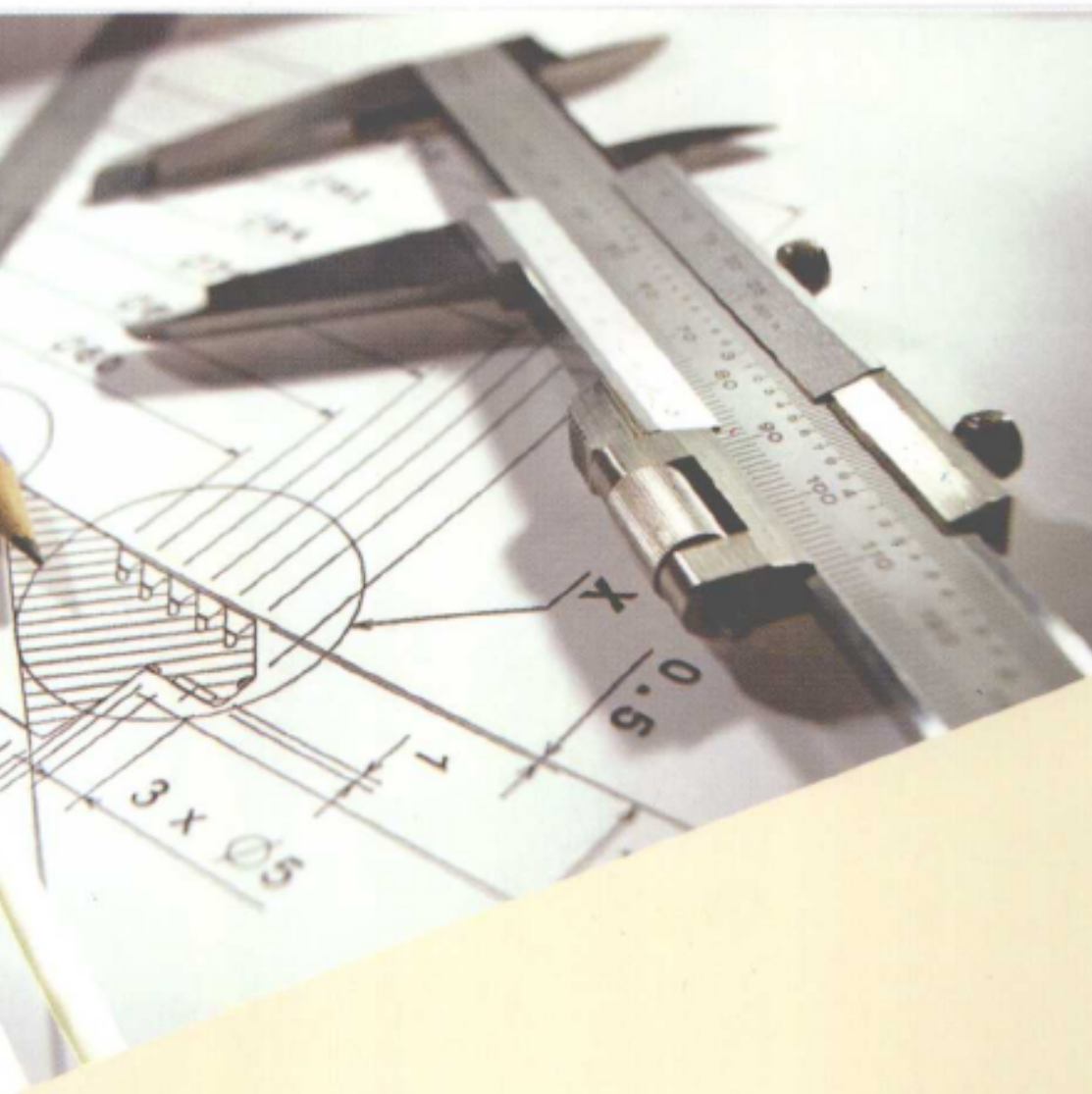
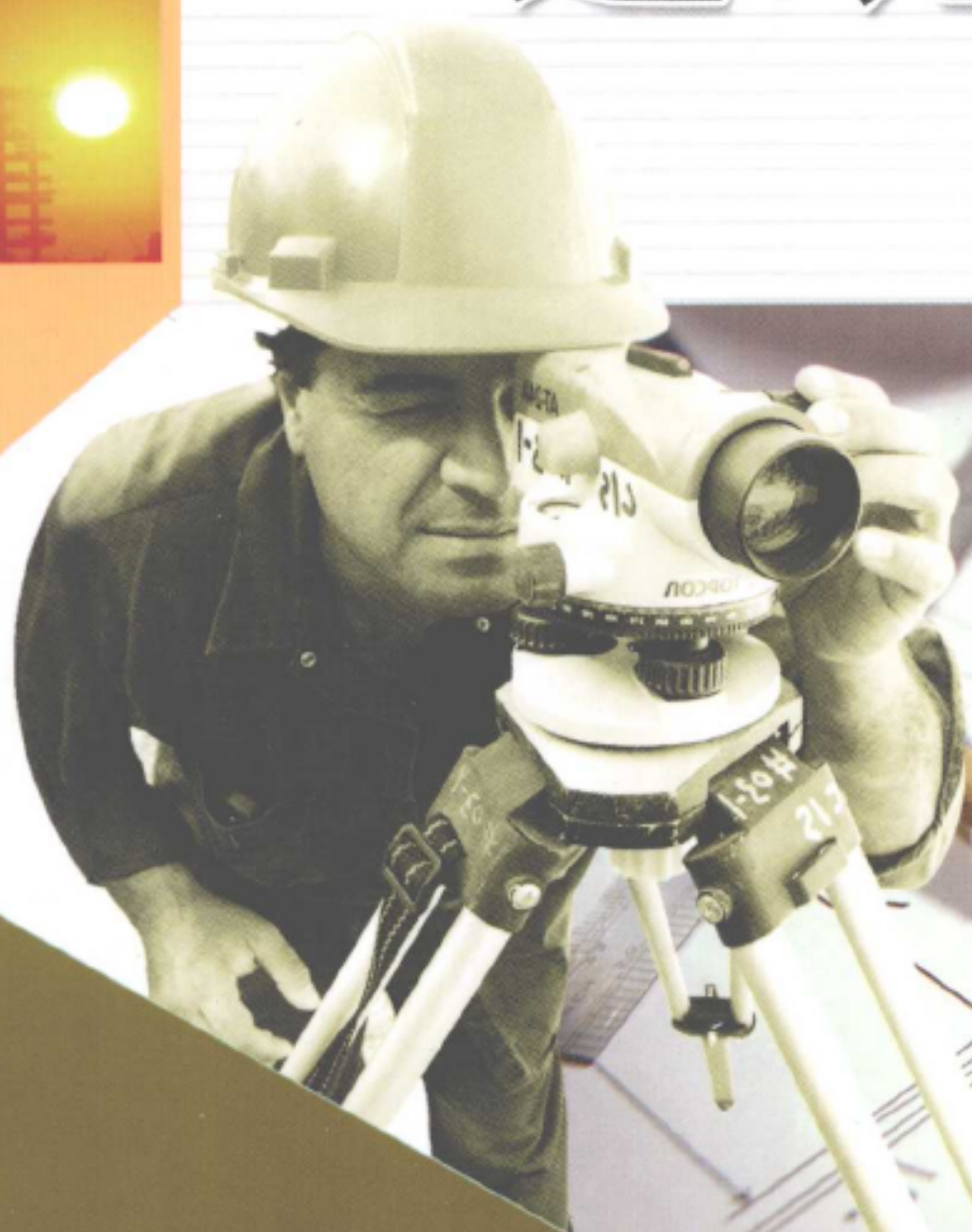
土木建筑工程类

JianZhuGongChengCeLiang

ShiXun

主编 步砚忠 赵新

建筑工程测量 实训



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

高职高专“十二五”规划教材·土木建筑工程类

建筑工程测量实训

主 编 步砚忠 赵 新
副主编 卜文婷 李传红 贾延玲

中国海洋大学出版社
· 青 岛 ·

内 容 简 介

本书根据高职高专院校土建类专业的人才培养目标、教学计划和建筑工程测量实训课程的教学特点及要求,按照国家颁布的相关新规范、新标准编写而成。

本书共分为3章:第1章实训基本知识及实训须知;第2章测量实验理论指导;第3章测量实训。本书结合高等职业教育的特点,立足于基本理论的阐述,注重实际能力的培养,把“理论结合实践、实践验证理论”的思想贯穿于整个教材的编写过程中,具有实用性、系统性和全面性。

本书可作为高职高专院校中建筑工程技术、建筑工程管理、道路桥梁工程技术、工业与民用建筑以及相关专业的建筑工程测量实践课程教学用书,同时也可作为中专院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量实训/步砚忠,新主编. —青岛:中国海洋大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-81125-666-6

I. ①建… II. ①步…②赵… III. ①建筑测量—高等职业教育—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045031 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号

邮政编码 266071

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 bjzhangxf@126.com

责任编辑 王积庆

印 制 北京天正元印务有限公司

版 次 2011 年 4 月第 1 版

印 次 2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数 1-3000 册

成品尺寸 185mm×260mm 1/16

印 张 6.5

字 数 144 千字

定 价 18.00 元

前 言

本书是全国高职高专土建系列技能型规划教材,是根据高等职业技术教育的培养目标,围绕高职高专的教学特点进行编写的实训教材。为使本书具有较强的技能性、实用性、通用性和先进性,参编老师进行了多次的研讨和交流,广泛征求了一些测绘单位和施工单位测量专家的意见,并结合测量规范,力求突出高职高专教育的特点,注重理论与实践相结合,特别强调学生实际动手能力的培养。

本书主要特点如下:

(1) 技能性。注重测量基本技能的叙述,概念阐述准确、简明扼要;仪器操作和观测方法步骤的叙述条理清晰、通俗易懂,强调操作的关键点和技巧。

(2) 通用性。本书适用于土建大类各专业的测量实训,各个专业可根据专业的性质和特点在教学中合理地进行选择。

(3) 实用性。本书按照高职高专教育的培养目标,突出“实用性”,实训内容与工程特点密切结合,达到学以致用目的。

本书由步砚忠、赵新任主编,卜文婷、李传红、贾延玲任副主编,寇清泉、焦凤丽、刘阳花、乔卫华参加编写。

本书的编写得到了编者所在单位有关领导的鼓励与支持,在编写过程中还参阅了许多院校的优秀教材,在此一并表示由衷的感谢。

由于编者水平所限,书中如有不足之处敬请使用本书的师生与读者批评指正,以便修订时改进。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(bjzhangxf@126.com)踊跃提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 实训基本知识及实训须知.....1

- 1.1 实训目的1
- 1.2 实训须知及实训基本知识.....1
 - 1.2.1 准备工作1
 - 1.2.2 实训的组织1
 - 1.2.3 实训的纪律及作业要求.....1
- 1.3 仪器使用须知1
- 1.4 测量记录要求2

第 2 章 测量实验理论指导.....4

- 2.1 水准仪简介4
 - 2.1.1 水准测量的原理4
 - 2.1.2 DS3 型微倾式水准仪的认识
与使用方法4
- 2.2 水准仪的应用——水准测量6
- 2.3 水准测量的误差分析及注意事项.....6
 - 2.3.1 水准测量的误差分析6
 - 2.3.2 注意事项7
- 2.4 经纬仪简介7
 - 2.4.1 经纬仪的测角原理7
 - 2.4.2 DJ6 型光学经纬仪与
使用方法8
- 2.5 经纬仪的应用——水平角的
测量及计算10
 - 2.5.1 测回法10
 - 2.5.2 全圆方向观测法11
 - 2.5.3 全圆方向观测法的计算
与限差11
- 2.6 经纬仪的应用——竖直角
的测量及计算12
 - 2.6.1 竖直角度的构造12
 - 2.6.2 竖直角度的计算公式12
- 2.7 经纬仪测量的误差分析及注意事项.....12
 - 2.7.1 角度测量误差分析12

- 2.7.2 角度测量注意事项..... 13

2.8 距离丈量——钢尺测量 13

- 2.8.1 钢尺测量的工具..... 13
- 2.8.2 钢尺测量的一般方法..... 13
- 2.8.3 钢尺测量的精密方法..... 14
- 2.8.4 成果计算 15

2.9 距离丈量——视距测量 15

- 2.9.1 视距测量的原理..... 15
- 2.9.2 视距测量的施测步骤..... 15
- 2.9.3 注意事项 15

2.10 距离丈量的误差分析及注意事项 16

- 2.10.1 距离丈量误差分析..... 16
- 2.10.2 距离丈量注意事项..... 16

2.11 全站仪简介..... 16

- 2.11.1 全站仪的工作原理..... 16
- 2.11.2 全站仪的应用..... 16
- 2.11.3 注意事项 17

第 3 章 测量实训 18

3.1 日常实训..... 18

实训 1 地形图在平整场地中的 应用 18

- 一、目的与要求 18
- 二、计划与设备 18
- 三、方法与步骤 18
- 四、注意事项 19
- 五、实训报告 19

实训 2 水准仪的认识和使用..... 19

- 一、目的与要求 20
- 二、计划与设备 20
- 三、方法与步骤 20
- 四、注意事项 21
- 五、实训报告 22

实训 3 普通水准测量..... 23

一、目的与要求	23	二、计划与设备	38
二、计划与设备	23	三、方法与步骤	38
三、方法与步骤	23	四、注意事项	38
四、注意事项	25	五、实训报告	39
五、实训报告	25	实训 10 竖直角观测	39
实训 4 路线水准测量	26	一、目的与要求	39
一、目的与要求	26	二、计划与设备	39
二、计划与设备	27	三、方法与步骤	40
三、方法与步骤	27	四、注意事项	40
四、注意事项	27	五、实训报告	40
五、实训报告	28	实训 11 测设点的平面位置 和高程	41
实训 5 坡度线测设	29	一、目的与要求	41
一、目的与要求	29	二、计划与设备	41
二、计划与设备	29	三、方法与步骤	41
三、方法与步骤	29	四、注意事项	42
四、注意事项	30	五、实训报告	42
五、实训报告	30	实训 12 全站仪的认识与使用	43
实训 6 距离丈量	30	一、目的与要求	43
一、目的与要求	30	二、计划与设备	43
二、计划与设备	30	三、方法与步骤	43
三、方法与步骤	30	四、注意事项	44
四、注意事项	31	五、实训报告	45
五、实训报告	31	3.2 集中实训	45
实训 7 经纬仪的认识和使用	32	一、实训目的	45
一、目的与要求	32	二、任务和要求	45
二、计划与设备	32	三、实习组织	46
三、方法与步骤	32	四、实习内容及时间安排	46
四、注意事项	33	五、每组配备的仪器用具	46
五、实训报告	33	六、实习注意事项	46
实训 8 用测回法测三角形的 3 个内角	35	七、内容说明	47
一、目的与要求	35	实训 1 闭合水准路线的水准测量	48
二、计划与设备	35	实训 2 经纬仪闭合导线的测量	49
三、方法与步骤	35	实训 3 测设 12m×30m 矩形	51
四、注意事项	36	实训 4 测设一个正五边形	52
五、实训报告	36	实训 5 测设一条水平线、一条 坡度线	52
实训 9 用全圆方向观测法 测水平角	38	实训 6 用经纬仪和线垂练习 垂直投点	53
一、目的与要求	38		

实训 7 建筑物的定位与龙门板的设置	53	三、工程施工的特点	60
一、计算测设要素	53	四、测量放线工作的基本原则	60
二、测设	53	五、测量记录和计算工作的基本要求	60
三、设置龙门板	54	六、仪器的正确使用	61
3.3 案例分析	55	七、测量控制方案	61
案例 1 桩基定位施工放样	55	方案 2 深基坑施工中的工程测量问题	62
一、任务	55	一、深基坑施工监测的特点	62
二、已知条件	55	二、基坑测量中的仪器	63
三、时间要求	55	三、讨论	65
四、仪器工具	55	方案 3 浅谈桩基础工程施工测量的质量控制	65
五、成果要求	55	一、建筑工程桩基础施工测量的技术要求	65
六、过程情况记录	55	二、建筑物的定位测量	66
案例 2 工业厂房施工放样	56	三、建筑物桩位轴线及承台桩位的测设	67
一、任务	56	四、桩基础竣工测量的质量控制	67
二、已知条件	56	方案 4 建筑物沉降观测工程的施工招标	68
三、时间要求	56	一、招标前须知	68
四、仪器工具	56	二、竞标工程: ×××11#~18#楼沉降观测工程	69
五、成果要求	56	三、工程概况	69
六、过程情况记录	56	四、合同条款的主要内容	69
案例 3 建筑物沉降观测	57	五、竞标书内容	71
一、任务	57	六、竞标	71
二、已知条件	57	七、评标办法	72
三、时间要求	57	方案 5 建筑物沉降观测的方法与实践	72
四、仪器工具	57	一、沉降观测的实施	72
五、成果要求	57	二、沉降观测的精度要求	73
六、过程情况记录	57	三、工程实例	74
案例 4 建筑物基础测量	58	四、几点体会	74
一、任务	58	方案 6 高层建筑物的沉降观测与数据处理	75
二、已知条件	58	一、概述	75
三、时间要求	58	二、沉降观测	76
四、仪器工具	58		
五、成果要求	58		
六、过程情况记录	58		
3.4 专项方案	59		
方案 1 西安市锦园新世纪房产施工测量专项方案	59		
一、工程概况	59		
二、仪器准备、人员准备	60		

三、“蓝色港湾”商住楼的 观测实践	76	二、工程概况	83
四、沉降观测的原则	77	三、施工部署	83
五、沉降观测报告应提交的成果	77	四、施工测量的基本要求	83
方案7 某大厦施工测量专项 方案	77	五、工程定位与控制网测设	84
一、工程概况	77	六、基础测量	86
二、测量定位的方法	78	七、主体结构的施工测量	87
三、建筑物沉降观测	81	八、工程重点部位的测量控制 方法	89
四、测量工程质量保证的技术 措施	82	九、质量保证措施	89
方案8 北京市某工程测量 施工方案	83	十、施测安全及仪器管理	90
一、编制依据	83	附录 基础平面布置图	91
		参考文献	95

第1章 实训基本知识及实训须知

1.1 实训目的

通过测量实训使学生验证和巩固课堂教学的理论知识，使学生熟悉常用测量仪器的构造和使用方法，真正完成理论与实践相结合的过程，使学生增强感性认识，培养学生进行测量操作的基本技能，并通过实验报告与课堂作业加深学生对教学内容的理解，加强学生的数据计算和处理测量结果的能力。

1.2 实训须知及实训基本知识

1.2.1 准备工作

在进行测量实验与实训之前，学生必须巩固课堂所学知识，提前预习测量实训的相关内容，明确实训的目的、要求、方法步骤及注意事项，以便顺利完成各项测量任务。

1.2.2 实训的组织

实训须分组进行。每组指定一名组长，由组长负责本组的全面组织协调工作。所需仪器物品应以小组为单位，由组长负责向实验室管理员借用，办理领借和归还手续。实训所用仪器的种类及数目应清点清楚，如有不符或缺损，应及时向实验室管理员说明，做好书面记录，以分清责任。

1.2.3 实训的纪律及作业要求

(1) 实训是十分重要的实践性教学环节，每个学生都必须严肃、认真地操作。在实训中，应积极发扬团结协作精神、服从组长分配工作，并积极完成。如暂未轮到或未被分配到具体工作，也应注意别人操作，不得在旁边嬉笑打闹或做与实训无关的事情。

(2) 实训应按照教师指定的时间和地点进行，学生不得无故缺席、迟到或早退，不得擅自改变地点或离开实训现场。

(3) 各小组借用的仪器工具均应注意妥善保管。在整个实训过程中，应认真遵守《仪器使用须知》。未经指导教师许可不得转借或调换，若发现有损坏、遗失，应立即向指导教师报告，按有关规定处理。

(4) 当实训结束时，应按要求提交书写工整、规范的实训报告或实习记录。

1.3 仪器使用须知

(1) 当携带仪器时，应注意检查仪器箱是否关紧、锁好，拉手、背带是否牢固。要轻

拿、轻放，以免使其碰撞、振动或背起时滑落摔坏。

(2) 打开仪器箱时，应注意将仪器箱放置平稳；打开仪器箱后，应记清仪器在箱内的安放位置，以便按原样放回；取出仪器时，要轻取、轻放；取出仪器后立即盖上箱盖，在实训中未用到的附件不得挪动。

(3) 提取仪器前，应先松开各制动螺旋；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，一手去拧连接螺栓；最后旋紧连接螺栓使仪器与脚架连接牢固。

(4) 安装好仪器后，注意随即关闭仪器箱盖，防止灰尘和湿气进入箱内。关好仪器箱，严禁在箱上坐人。

(5) 当将仪器放入箱内时，应先松开制动螺旋，至各部位放妥后，再扭紧制动螺旋；关闭仪器箱时不能强压。

(6) 将仪器安于三脚架之前，要注意架腿高度应适当，拧紧架腿螺旋。安置时，应双手握紧仪器及下盘，放平后一手扶持仪器，一手拧紧连接螺旋，注意装置牢固，但不应过紧。

(7) 仪器搬站时，对于长距离的平坦地段，应将仪器装箱，再行搬动；对于短距离的平坦地段，应先检查连接螺旋是否旋紧，松开各部分制动螺旋，再收拢脚架，一手握仪器基座及支架，一手握脚架，面对仪器前进，以免碰伤仪器。严禁横扛仪器搬移。

(8) 在使用过程中，人不得离开仪器。严禁无人看管或将仪器靠在墙边或树上，以防跌损；严禁将水准尺、标杆倚在树上、电线杆上或仪器上，应使其离开仪器平放。各制动螺旋勿扭之过紧，以免损坏；各微动螺旋勿扭至极端，各校正螺旋扭动时应用大小、厚薄合适的螺钉旋具或校正针拧至松紧适度，以免损伤。

(9) 当转动仪器任何部位时，均应先松开制动螺旋，不得用力猛转，动作要准确、轻捷，用力要均匀。当某部分转动不灵时，不得硬扳。

(10) 严禁用手或粗布触拭镜头、度盘与游标，以免污损；严禁随意拆卸仪器。

(11) 使用仪器时，应防止日晒和风尘，应撑伞遮阳、遮风和遮雨。严禁仪器被日晒雨淋，大风沙天气应停止使用，并及时装箱。

(12) 使用钢尺应防压、防扭和防潮湿，用后应擦净涂油，卷入盒内。不可用强力猛拉钢尺，以免扯断。皮尺应注意防潮。

(13) 水准尺、标杆禁止横向受力，以防弯曲变形，不得用水准尺与标杆抬东西或坐压。所有测量仪器工具严禁抛掷或用其打闹玩耍。

1.4 测量记录要求

(1) 所有观测结果均要使用硬性(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。不得另用纸记录事后转抄。

(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。例如, 水准尺读数 1.300 和度盘读数 $30^{\circ}00'00''$ 中的 0 均应填写。

(6) 水平角观测时, 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。垂直角观测时, 分的读数在各测回中不得连续更改。

(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续更改。

(8) 更正错误时, 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结果, 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 进位后均为 1.124。

第 2 章 测量实验理论指导

2.1 水准仪简介

水准仪是在 17~18 世纪发明了望远镜和水准器后出现的。20 世纪初，在制出内调焦望远镜和符合水准器的基础上生产出微倾水准仪。50 年代初出现了自动安平水准仪，60 年代研制出激光水准仪。

2.1.1 水准测量的原理

测定地面上点的高程的工作称为高程测量。根据仪器的不同，高程测量可分为水准测量、三角测量和气压测量 3 种。

水准测量的原理：首先利用水准仪提供一条水平线，借助竖立在地面点的水准尺，测定地面上各点间的高差；然后根据其中一点的已知高程，计算其他各点的高程。计算公式为：已知点高程+后视读数=未知点的高程+前视读数。水准测量原理如图 2-1 所示。

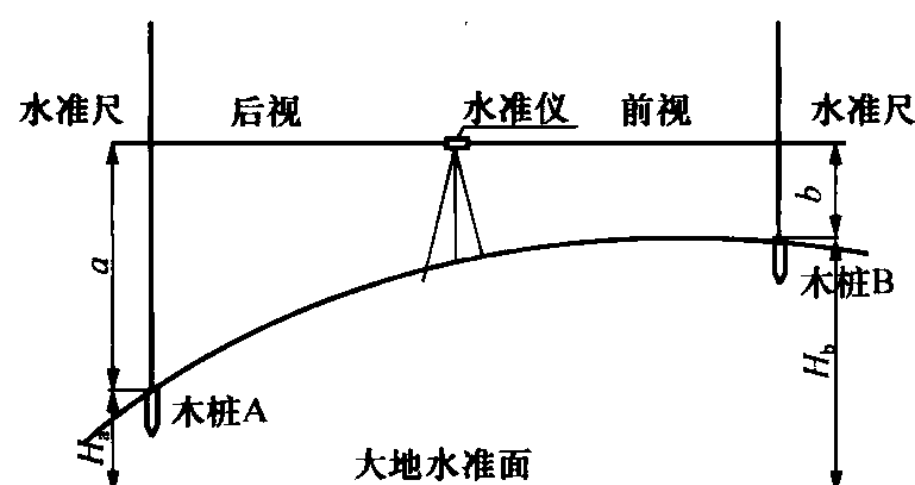


图 2-1 水准测量计算原理

2.1.2 DS3 型微倾式水准仪的认识与使用方法

DS3 型微倾式水准仪是建立水平视线测定地面上两点间高差的仪器。按结构可分为微倾水准仪、自动安平水准仪、激光水准仪和数字水准仪；按精度可分为精密水准仪和普通水准仪。

如图 2-2 所示为 DS3 型微倾式水准仪的实物。

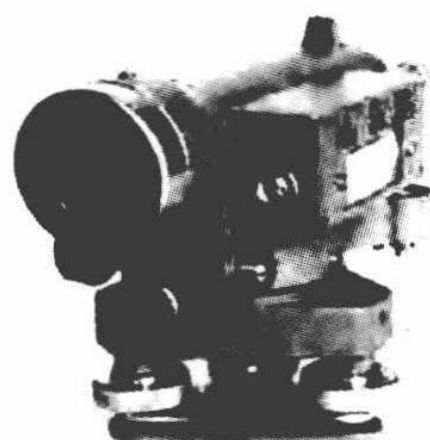


图 2-2 DS3 型微倾式水准仪

DS3 型微倾式水准仪的主要结构如图 2-3 所示。其主要部件由望远镜、水准器(或补偿器)和基座三部分组成。

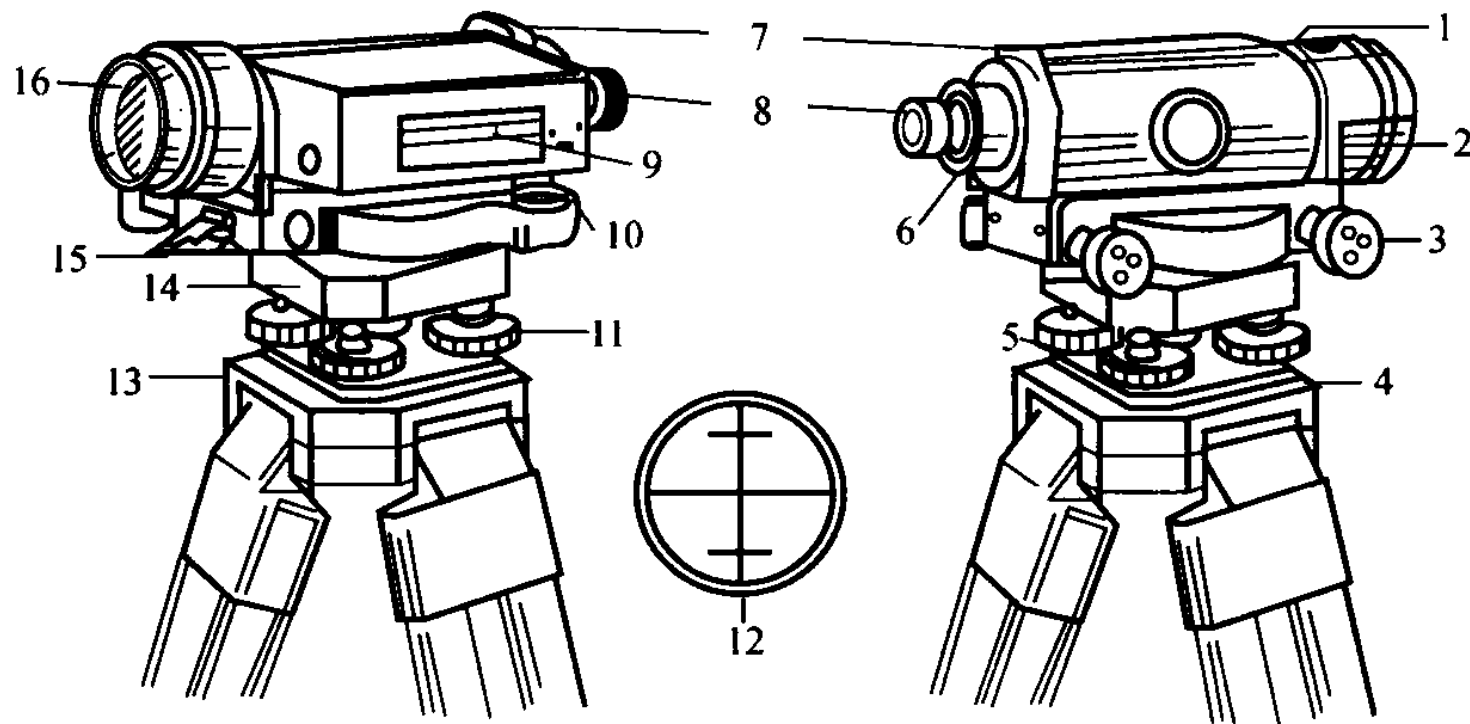


图 2-3 DS3 型微倾式水准仪主要构造

- 1—准星；2—物镜调焦螺旋；3—微动螺旋；4—底板；5—微倾螺旋；6—十字丝分划板护罩；
7—照门；8—目镜；9—管水准器；10—圆水准器；11—脚螺旋；12—十字丝放大像；
13—脚架；14—基座；15—制动螺旋；16—物镜

(1) 望远镜。

用于精确读准远处目标，准确读出十字丝水平视线中线位置上的水准尺的读数。它的主要部件有目镜、物镜、对光透镜和十字丝分刻板等。望远镜的工作原理如图 2-4 所示。

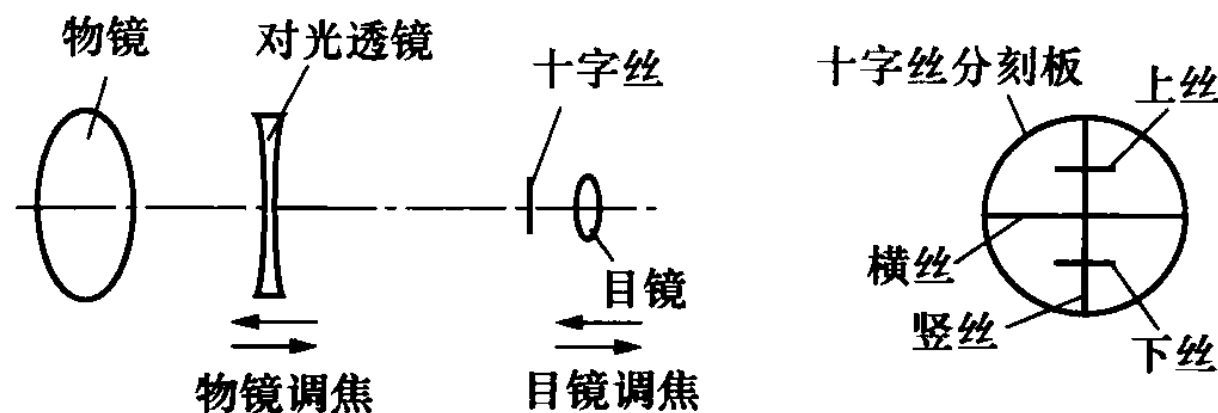


图 2-4 望远镜的工作原理

1) 目镜：将十字丝分刻板上的成像放大，由于观察者的视距不相同，可以调节目镜焦距直到看清十字丝为止。

2) 十字丝分刻板：用来对准目标。

3) 对光透镜：转动调焦螺旋按钮，使对光透镜沿视线方向前后移动，从而使物象清晰地反映在十字丝分刻板平面上。

4) 物镜：使瞄准的物体成像。

5) 视准轴：十字丝交点与光学中心的连线。

(2) 水准器。

用来整平仪器的装置，用来指示视准轴是否水平，仪器竖轴是否垂直。水准器有管水准器和圆水准器。

(3) 基座。

用来支撑仪器的上部并与三角架连接。

2.2 水准仪的应用——水准测量

水准仪的应用主要包括 5 个步骤：水准仪的安置、粗平、瞄准、精平及读数。

(1) 安置。

安置是将仪器安装在可以伸缩的三脚架上，并置于两观测点之间。首先打开三脚架并使高度适中，用目估法使架头大致水平并检查脚架是否牢固；然后打开仪器箱，用连接螺旋将水准仪连接在三脚架上。

(2) 粗平。

粗平是使仪器的视线粗略水平，利用脚螺旋置圆水准气泡居于圆指标圈之中。在粗平过程中，气泡移动的方向与大拇指运动的方向一致。

(3) 瞄准。

瞄准是用望远镜准确地瞄准目标。首先是把望远镜对向远处明亮的背景，转动目镜调焦螺旋，使十字丝最清晰；再松开固定螺旋，旋转望远镜，使照门和准星的连接对准水准尺，拧紧固定螺旋；然后转动物镜对光螺旋，使水准尺清晰地落在十字丝平面上；最后转动微动螺旋，使水准尺的像靠于十字竖丝的一侧。

(4) 精平。

精平是使望远镜的视线精确水平。微倾水准仪，在水准管上部装有一组棱镜，可将水准管气泡的两端折射到镜管旁的符合水准观察窗内，若气泡居中，气泡两端的像将符合而成一抛物线型，说明视线水平；若气泡两端的像不相符合，说明视线不水平。这时可用右手转动微倾螺旋使气泡两端的像完全符合，仪器便可提供一条水平视线，以满足水准测量基本原理的要求。注意：气泡左半部分的移动方向，总与右手大拇指的方向不一致。

(5) 读数。

用十字丝截读水准尺上的读数。现在的水准仪多是倒像望远镜，读数时应由上而下进行，先估读毫米级读数，后报出全部读数。

2.3 水准测量的误差分析及注意事项

2.3.1 水准测量的误差分析

测量工作是使用测绘仪器，在野外条件下由人工进行的，因此，水准测量误差必然存在。水准测量的主要误差包括仪器误差、观测误差和外界的影响。

2.3.1.1 仪器误差

(1) 仪器校正后的角残差。

理论上水准管轴应与视准轴平行，若两者不平等，即使经过校正但仍然残存误差，即两轴线不平行形成角，这种误差的影响与仪器至水准尺的距离成正比，属于系统误差；若观测时使前、后视距相等，可消除或减弱此项误差的影响。

(2) 水准尺误差。

由于水准尺刻划不准确、尺长发生变化、弯曲等原因，会对水准测量造成影响，因此

水准尺在使用之前必须进行检验。若由于水准尺长期使用而导致尺底端零点磨损，则可以通过在一水准测段中测量偶数站来消除。

2.3.1.2 观测误差

观测误差是与观测过程有关的误差项，主要由观测者自身素质、人眼判断能力及仪器本身精度限制所导致。要减弱这些误差项的影响，要求测量工作人员严格、认真遵守操作规程。具体的误差项主要包括：

- (1) 水准管气泡的居中误差。
- (2) 估读水准尺的误差。
- (3) 视差的影响。
- (4) 水准尺倾斜的影响。

2.3.1.3 外界的影响

- (1) 仪器下沉。

由于观测过程中仪器下沉，使视线降低，从而使观测高差产生误差。此种误差可通过采用“后、前、前、后”的观测程序减弱其影响。

- (2) 尺垫下沉。

如果在转点发生尺垫下沉，将使下站的后视读数增大，这将引起高差误差。采用往返观测的方法，取成果的中数，可以减弱其影响。

- (3) 地球曲率及大气折光影响。

水准面是一个曲面，而在观测时水准仪是用一条水平视线来代替本应与大地水准面平行的曲线进行读数，因此会产生地球曲率所导致的误差影响。另外，由于大气密度不均匀，产生大气折光的影响，视线会发生弯曲，大气折光给读数带来的影响与视距长度成比例。前、后视距相等可消除大气折光影响，但当视线距地面太近时，大气会影响水准测量的精度。

综上所述，在水准测量作业时，若控制视线离地面的高度大于 0.3m，并尽量保持前、后视距相等，则可大大减弱地球曲率及大气折光对高差结果的影响。

- (4) 温度影响。

当烈日照射到水准管时，由于水准管本身和管内液体温度升高，气泡向着温度高的方向移动，从而影响仪器水平，产生气泡居中误差。因此观测时要用阳伞遮住仪器，避免阳光直射，或者使测量工作避开阳光强烈的中午时段。

2.3.2 注意事项

水准仪的使用步骤一定要按上面顺序进行。不能颠倒，特别是读数前的符合水泡调整，一定要在读数前进行。

2.4 经纬仪简介

2.4.1 经纬仪的测角原理

经纬仪能够测量水平角和竖直角主要取决于经纬仪的内部构造符合水平角和竖直角的测量要求。

2.4.1.1 水平角的测量原理

水平角是指空间一点到两目标方向线在同一水平面上的垂直投影间的夹角，也是过两条方向线的铅垂面所夹的二面角，通常用 β 表示。

例如， A 、 B 、 C 是地面上3点，过 BA 、 BC 直线的铅垂面在水平面上的交线 B_1A_1 、 B_1C_1 所夹的角度 β ，就是 BA 和 BC 两方向线之间的水平角。

要直接观测该水平角，条件一就是要有与水平面平行的水平度盘，且该度盘的中心能与该空间点在一条铅垂线上；条件二是要有能瞄准两目标点的望远镜，且望远镜能上下、左右转动，并且在转动时能在度盘上分别获取读数 AB 、 AC ，则水平角就是两读数之差，即 $\beta=AC-AB$ 。

由于经纬仪具备上述两个测量水平角的条件，因此可以用来测量水平角。

由水平角的概念可知，水平角取值为 $0^\circ\sim 360^\circ$ 。当测量水平角时，要注意结合略图，计算结果要客观，值得说明的是水平角始终是正的，与此同时还要注意分清锐角和钝角。

2.4.1.2 竖直角的测量原理

竖直角是指在同一铅垂面内，一点到目标的方向线与水平线之间的夹角，测量上又称为高度角、竖角或倾角，用 α 表示。竖直角有仰角和俯角之分，其中，视线在水平线之上为仰角，此时竖直角为正；视线在水平线之下为俯角，此时竖直角为负，因此，竖直角的取值范围为 $-90^\circ\sim 90^\circ$ 。

竖直角是用经纬仪的竖直度盘来量度的。同水平角一样，竖直角是两个方向线在度盘上的两个读数之差。与水平角不同的是，其中有一个是水平方向，即竖直角是一个非水平方向线与水平方向线之间的读数差。在设计经纬仪时，一般将视线水平时的竖盘读数设置成一个固定值，如 0° 、 90° 、 180° 、 270° 等。这样，在测量竖直角时，只要用望远镜瞄准目标点，读出竖盘读数并减去仪器视线水平时的竖盘读数，就可以计算出视线方向的竖直角。

竖直度盘的注记形式很多，主要有天顶式和高度式注记两类。目前，常用的是天顶式顺时针注记，其具体的计算公式为

(1) 盘左， $\alpha_L=90^\circ-L$ 。

(2) 盘右， $\alpha_R=R-270^\circ$ 。

(3) 竖直角的平均值 $\alpha=(1/2)(\alpha_L+\alpha_R)=(1/2)(R-L-180^\circ)$ 。

2.4.2 DJ6 型光学经纬仪与使用方法

2.4.2.1 经纬仪的类型

经纬仪的种类很多，常用的经纬仪有DJ1、DJ2、DJ6、DJ6E等。其中，D、J分别表示“大地测量”和“经纬仪”的汉语拼音的第一个字母；1、2、6表示仪器的测量精度等级，单位为秒；E表示“正镜”。

在建筑工程测量中，常用的经纬仪主要是DJ6型经纬仪。

DJ6型经纬仪适用于各种比例尺的地形图测绘和土木工程施工放样。

2.4.2.2 经纬仪的组成

DJ6型光学经纬仪主要由照准部、水平度盘和基座三部分组成。

(1) 照准部。

照准部主要由望远镜、竖直度盘、读数装置、水准管、竖轴和横轴等组成。

- 1) 望远镜：用以瞄准远处目标。
- 2) 竖直度盘：用于观测竖直角，它固定在水平轴的一端，与水平轴垂直。
- 3) 读数装置：用于观测水平度盘和竖直度盘的读数。
- 4) 竖轴：照准部的旋转轴即竖轴，它保证整个照准部在水平方向内任意的转动。
- 5) 水准管：在照准部一般都装有水准管，用于经纬仪的精确整平。
- 6) 光学对点器：主要用来调节仪器使水平度盘中心与地面点处于同一铅垂线上。

(2) 水平度盘。

水平度盘主要由水平度盘、度盘变换手轮、水平制动螺旋和水平微动螺旋等组成。

水平度盘是用玻璃制成的圆环，环上刻有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 顺时针注记的分划，用来度量水平角。

(3) 基座。

经纬仪基座的构成和作用于水准仪的基座基本相同，不同的是在经纬仪基座上有一锁紧轮，用于控制照准部和基座间的衔接。

基座上有 3 个脚螺旋和连接板，转动脚螺旋可使水平度盘水平。

2.4.2.3 经纬仪的读数装置

DJ6 型光学经纬仪常用测微尺和分微尺测微器两种读数方法。这里重点介绍测微尺读数方法。

(1) 测微尺的读数方法。经纬仪中的“H”或“-”表示“水平”，其所在的度盘是水平度盘，主要用于读取水平角度；“V”或“ $\perp$ ”表示“垂直”，其所在的度盘是垂直度盘，主要用于读取垂直角度。

水平玻璃度盘和竖直玻璃度盘均刻划为 360 个小格，每小格的角度值为 1° ，即 $60'$ ，顺时针注记。

(2) 分微尺测微器的读数方法。

所谓分微尺，就是经纬仪度盘上的两条微尺，其度盘分划值为 1° ，共分 6 个大格，60 个小格，每小格分划值为 $1'$ ，在小格内通过肉眼估读出 $0.1'$ ，即 $6''$ 。

2.4.2.4 经纬仪的使用及操作方法

经纬仪竖盘在望远镜视准轴方向的左侧，称为盘左，也叫正镜；经纬仪竖盘在望远镜视准轴方向的右侧则称为盘右，也叫倒镜。

经纬仪的基本操作为对中、整平、瞄准和读数。

(1) 水平角度测量的操作步骤。

1) 安置仪器，利用光学对中器对准目标点，即粗略对中、整平，方法利用光学对中器，是地面点处于光学对中器的小圆圈中心位置，通过调整三角架的腿长，使圆水准器气泡居中，然后调节脚螺旋使水准管气泡在两个方向均居中。

2) 精确整平，再次调节脚螺旋使水准管的气泡在两个方向均居中。

3) 瞄准，用望远镜十字丝中丝的交点精确照准目标，瞄准时首先是目镜调焦，把望远镜对着明亮的背景，转动目镜调焦螺旋，使望远镜十字丝成像清晰；再进行粗略瞄准，松开经纬仪的水平和竖直制动螺旋，转动望远镜，通过粗略瞄准器照准目标的底部，调整物镜调焦螺旋，使目标成像清晰；最后精确瞄准，调整水平和竖直微动螺旋，使单根十字丝