

普通高等教育“十三五”规划教材

设施农业 实践与实验

李建明 主编

胡晓辉 程瑞锋 副主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

设施农业实践与实验

李建明 主编

胡晓辉 程瑞锋 副主编



化学工业出版社

·北京·

《设施农业实践与实验》围绕设施农业科学与工程本科专业实习实践教学内容进行撰写。全书共 8 章内容, 主要介绍了温室基础建设, 设施环境调控的设施设备, 工厂化育苗的实践技能训练, 果树、蔬菜和花卉生理生态与生产技能及园艺作物无土栽培生产与钢结构及管理技术实例, 设施农业园区的规划与效益等内容。每节实践或实验内容包括了实践技能概述、实验或技能训练的目的意义、材料工具、实验或实践内容、重点环节、作业、思考题。通过实验与实践, 使学生能够得到系统的温室大棚等设施的建造、自动化控制技术的系统训练, 以及对无土栽培各个环节技术和园区规划设计与效益分析技能训练。

本教材实用、简便、图文并茂, 满足设施农业科学与工程、园艺学、农学等专业的专科、本科及专业研究生, 设施农业相关技术人员的生产实践与技术研究的需要, 并可作为相关专业师生教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

设施农业实践与实验/李建明主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 3
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-26314-8

I. ①设… II. ①李… III. ①设施农业 IV. ①S62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 031824 号

责任编辑: 尤彩霞

装帧设计: 关 飞

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 字数 504 千字 2016 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

《设施农业实践与实验》编写人员名单

主 编 李建明

副主编 胡晓辉 程瑞锋

编写人员

李建明 西北农林科技大学

郭世荣 南京农业大学

黄丹枫 上海交通大学

姜 武 上海交通大学

程瑞锋 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

张 义 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

胡晓辉 西北农林科技大学

张 勇 西北农林科技大学

何 斌 西北农林科技大学

丁 明 西北农林科技大学

甄 爱 西北农林科技大学

尹明安 西北农林科技大学

冯嘉玥 西北农林科技大学

张潮红 西北农林科技大学

文颖强 西北农林科技大学

张 浩 西北农林科技大学

朱明旗 西北农林科技大学

王忠宏 西藏农牧学院

徐伟荣 宁夏大学

张 毅 山西农业大学

李清明 山东农业大学

高洪波 河北农业大学

蒲亚峰 西北农林科技大学

孙养学 西北农林科技大学

王征兵 西北农林科技大学

齐 辉 聊城大学

罗衍良 河南省濮阳市林业局

前 言

设施农业是现代农业发展的必然趋势和发展方向，是传统农业产业升级的基础，是实现农业现代化的必由之路。设施农业加强了资源的集约高效利用，大幅度增进了系统生产力，提高了经济效益，增加了农民收入。我国是设施农业大国，但不是设施农业强国。农业生产对设施农业人才需求量直线上升，特别是具有较强实践操作能力的人才极其缺乏。

设施农业科学与工程专业是具有多学科性、综合性、交叉性的新型专业，涉及生物、环境、工程、控制、信息等多个领域。实践性、应用性、产业性极强，是一个知识复合型专业。社会不仅对设施农业专业人才的需求量剧增，而且对人才具备复合型能力的要求越来越高，这给设施农业专业教学特别是实践教学方面带来了巨大的挑战和压力。综上所述，构建我国设施农业科学与工程专业实践教学新体系十分必要。

为了进一步提高实践教学质量，培养学生的实践技能和创新能力，进行实践教学教材建设，促进实践教学模式的改革与完善，增强学生的实践动手能力，这既是用人单位对人才质量的要求，也是国家教育部改善本科教学质量的重点。针对这些制约学生实践技能素养和创新能力培养的不利因素，开展实践教学创新模式的研究与实践是设施农业专业建设发展的重要环节。在原有实验课的基础上，增加实训实习、操作技能训练、课程设计的实用性，提高学生的实际设计和管理的案例练习，鼓励学生在读期间深入企业第一线进行工作体验，锻炼自己、发现不足，有针对性地开展查漏补缺性地学习、巩固和提高，从而找到一种符合我国实际、并具有实效的学生实践技能素养和创新能力的培养方法，对培养具有优良实践能力和创新意识的高级设施农业技术人才具有重大意义。为此，西北农林科技大学设施农业科学与工程系组织了中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、南京农业大学、河北农业大学、山西农业大学、山东农业大学、西藏农牧学院等高校编写了《设施农业实践与技能》教材。参加编写人员按章节次序是：第一章由张勇、何斌编写；第二章由程瑞锋、张义编写；第三章由丁明、黄丹枫、姜武、甄爱编写；第四章由李建明、王忠红、张浩、朱明旗、尹明安、高洪波、李清明，齐辉、罗衍良编写；第五章由张潮红、文颖强编写；第六章由冯嘉玥编写；第七章由胡晓辉、郭世荣、张毅编写；第八章由蒲亚峰、孙养学、王征兵编写。本教材主要包括温室大棚设施建造工程，设施环境调工程，无土栽培设施建造与操作管理，设施蔬菜、果树及花卉栽培管理，设施作物生产管理关键技术与实验实习方法，现代农业园区调研与分析等内容。教材编写力求实用、简便、图文并茂，满足设施农业科学与工程、园艺学、农学等专业的专科、本科、专业研究生及设施农业相关技术人员的生产实践与技术研究的需要。

由于水平有限，全面编写设施农业实践教材尚属首次尝试，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正，以便今后修改完善。

主编 李建明
2016年3月

目 录

第一章	设施农业工程实践	1
第一节	工程测量实训.....	1
第二节	土建施工技术实训.....	8
第三节	温室钢结构实践训练.....	18
第四节	温室钢结构焊接实训.....	31
第五节	温室工程概预算实训.....	36
第二章	温室环境调控实践	45
第一节	设施类型的调查.....	45
第二节	温室加温系统构成的调研与评价分析.....	46
第三节	温室降温系统调研与评价分析.....	47
第四节	温室补光与遮阴系统调研与评价分析.....	49
第五节	设施灌溉系统构成调研与评价分析.....	52
第六节	温室环境自动化控制系统构成调研分析.....	54
第七节	温室环境测量与分析.....	56
第八节	温室灌溉及营养液系统安装训练.....	58
第九节	温室供配电系统的安装训练.....	60
第十节	温室控制器的识别与应用.....	62
第三章	工厂化育苗技术	64
第一节	工厂化育苗设备与生产物资调研.....	64
第二节	工厂化育苗生产流程.....	69
第三节	工厂化育苗企业的参观与设计.....	71
第四节	穴盘播种育苗与管理技术.....	71
第五节	蔬菜种子质量检验.....	73
第六节	种子活力快速测定.....	77
第七节	扦插育苗与管理技术.....	79
第八节	嫁接育苗设备与生产物资调研.....	80
第九节	蔬菜砧木选择与常用砧木种类的识别.....	83
第十节	瓜类蔬菜嫁接育苗技术.....	85
第十一节	茄果类蔬菜嫁接育苗技术.....	86
第十二节	植物组织培养室的参观与设计.....	87
第十三节	MS培养基母液的配制与保存.....	88
第十四节	MS培养基的配制与灭菌.....	90
第十五节	外植体的选择与初代培养.....	92
第十六节	植物离体培养物的形态观察.....	93
第十七节	植物离体培养物的继代培养操作技术.....	94
第十八节	植物离体培养物的生根培养操作技术.....	95

第十九节	试管苗的驯化、移栽和管理	96
------	--------------	----

第四章	设施蔬菜生产技能与实验	98
------------	--------------------	----

第一节	蔬菜种子识别实践	98
第二节	蔬菜的识别与分类	103
第三节	蔬菜种子播前处理技术	104
第四节	蔬菜育苗营养土的配置	106
第五节	蔬菜的分苗技术	109
第六节	设施蔬菜灌溉方案的制定	110
第七节	土壤水分检测方法	112
第八节	蔬菜的配方施肥方案制定与实施	113
第九节	土壤营养测定方法	115
第十节	温室果菜植株调整技能训练	120
第十一节	温室果菜的植株调整对比实验	122
第十二节	植物生长调节剂的配置及在蔬菜上的应用	123
第十三节	瓜类蔬菜的花芽分化和性型分化	124
第十四节	南瓜的形态观察及植株调整	125
第十五节	茄子嫁接育苗技术	127
第十六节	茄果类蔬菜的花芽分化观察	128
第十七节	葱蒜类蔬菜的形态特征和产品器官构成	131
第十八节	绿叶类蔬菜形态特征观察	132
第十九节	豆类蔬菜植株形态及开花结果习性观察	133
第二十节	蔬菜病害的田间诊断与标本采集	134
第二十一节	蔬菜病虫害田间调查	137
第二十二节	蔬菜病虫害药剂防治实验	141
第二十三节	蔬菜的采收技能	144
第二十四节	蔬菜的净菜化处理	146
第二十五节	蔬菜的包装	147

第五章	设施果树操作技能	150
------------	-----------------	-----

第一节	果树设施栽培的类型调查	150
第二节	设施果树需冷量的测定	151
第三节	果树休眠和人工打破技术	153
第四节	设施果树花芽分化的观察	155
第五节	设施果树树体结构和枝芽类型观察	156
第六节	设施果树生长结果习性观察	159
第七节	果树设施育苗技术	161
第八节	设施果树栽植技术	163
第九节	设施果树花粉生活力的测定和贮藏	165
第十节	设施果树人工辅助授粉技术	167
第十一节	设施果树疏花、疏果和套袋	168
第十二节	设施果树整形修剪——葡萄	170
第十三节	设施果树整形修剪——桃树	173
第十四节	设施果树整形修剪——樱桃	175

第十五节	设施果树营养外观诊断与施肥技术	177
第十六节	设施果树主要病虫害调查及防治	179
第六章	设施花卉实践与技能	184
第一节	花卉种子的识别与分类	184
第二节	花卉的种类与品种识别	186
第三节	花卉种子处理及发芽实验观察	188
第四节	花卉花期调控实验	191
第五节	花卉种子的采收和贮藏实验	193
第六节	花卉花芽分化的观察实验	196
第七节	球根花卉球根的形态构造观察	197
第八节	一、二年生花卉的种子繁殖	199
第九节	花卉的上盆、换盆	201
第十节	花卉的扦插繁殖	203
第十一节	花卉的嫁接繁殖	205
第一部分	仙人掌的嫁接	205
第二部分	菊花的嫁接繁殖	206
第三部分	木本花卉的嫁接	207
第十二节	花卉的修剪整形	209
第十三节	花卉的组织培养	211
第十四节	水仙花雕刻造型	214
第十五节	阴生植物园植物选择与造景	215
第七章	设施无土栽培操作技能与实验	216
第一节	无土栽培类型和设施的调查	216
第二节	无土栽培设施的建造	218
第三节	无土栽培规划与布局	227
第四节	基质混配与消毒	228
第五节	无土育苗技术	231
第六节	营养液的配制技术	233
第七节	蔬菜营养液膜水培技术	235
第八节	蔬菜深液流水培技术	237
第九节	蔬菜无土立体栽培技术	239
第十节	蔬菜袋培技术	242
第十一节	蔬菜有机生态型基质栽培技术	246
第十二节	芽苗菜的无土栽培技术	249
第十三节	常见固体基质物理性状测定	252
第十四节	常见固体基质化学性状测定	255
第十五节	基质及其配比对作物生长的影响(设计性实验)	257
第十六节	无土栽培成本与效益调查分析	257
第八章	农业园区调研与分析	259
第一节	农业园区产业结构的构成与分析	259
第二节	农业园区基础设施调研与分析	262
第三节	农业园区景观设计调研与分析	265

第四节	设施农业组织经营管理与调研分析.....	270
第五节	设施农业生产效益调研与分析.....	272
附录	花坛用花栽培管理及应用.....	277
参考文献	281

第一章 设施农业工程实践

第一节 工程测量实训

一、概述

工程测量实践是在理论课学习完成后掌握实际操作技术的重要环节，对培养学生在独立工作、提高动手能力方面起着显著作用。每个实践内容均有明确的目的、设备、具体内容、步骤、注意事项等，并针对实验内容提出一定量的实践要求，由学生做过相应实验后来完成。这样可进一步帮助学生理解和巩固实验内容。

坚持理论与实践的紧密结合，认真进行测量仪器的操作应用和测量实践训练，掌握工程测量的基本原理和基本技术方法。

二、目的意义

1. 进一步巩固和加深测量基本理论和技术方法的理解和掌握，并使之系统化、整体化。
2. 通过实践，提高使用测绘仪器的操作能力、测量计算能力和绘图能力，掌握测量基本技术工作的原则和步骤。

在各个实践性环节培养应用测量基本理论综合分析问题和解决问题的能力，训练严谨的科学态度和工作作风。

三、任务和内容

(一) 水准仪的使用与普通水准测量

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。水准路线一般布置成为闭合、附和、支线的形式。通过对微倾水准仪的认识和使用，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；通过对一条闭合水准路线按普通水准测量的方法进行施测，掌握普通水准测量的方法。

1. 目的和要求

- (1) 了解微倾式水准仪及自动安平水准仪的基本构造和性能，掌握使用方法。
- (2) 练习水准仪的安置、瞄准、精平、读数、记录和计算高差的方法。
- (3) 练习水准路线的选点、布置。
- (4) 掌握普通水准测量路线的观测、记录、计算检核以及集体配合、协调作业的施测过程。
- (5) 掌握水准测量路线成果检核及数据处理方法。
- (6) 学会独立完成一条闭合水准测量路线的实际作业过程。

2. 仪器和工具

- (1) 微倾式水准仪 1 台、脚架 1 个、水准尺 2 根、尺垫 2 个、记录板 1 块、记录纸

若干。

(2) 自备：2H 铅笔、草稿纸、计算器。

3. 方法步骤

(1) 水准仪的使用

① 选择场地架设仪器：从仪器箱中取水准仪时，注意仪器装箱位置，以便使用后装箱。

② 认识仪器：对照实物正确说出仪器的组成部分，各螺旋的名称及作用。

③ 粗整平：先用双手按相对（或相反）方向旋转一对脚螺旋，观察圆水准器气泡移动方向与左手拇指运动方向之间的运行规律，再用左手旋转第三个脚螺旋，经过反复调整使圆水准器气泡居中。

④ 瞄准：先将望远镜对准明亮背景，旋转目镜调焦螺旋，使十字丝清晰；再用望远镜瞄准器照准竖立于测点的水准尺，旋转对光螺旋进行对光；最后旋转微动螺旋，使十字丝的竖丝位于水准尺中线位置上或尺边线上，完成对光，并消除视差。

⑤ 精平：旋转微倾螺旋，从符合式气泡观测窗观察气泡的移动，使两端气泡吻合。

⑥ 读数：用十字丝中丝读取米、分米、厘米、估读出毫米位数字，并用铅笔记录。

⑦ 计算：读取立于两个或更多测点上的水准尺读数，计算不同点间的高差。

⑧ 练习用视距丝读取视距的方法：十字丝的上下两根短丝为视距丝。视距丝在标尺上所截取的长度为视距间隔 l ，视距间隔 l 乘上 100 为仪器至标尺的视距。

(2) 普通水准测量

① 根据给定的已知高程点，在测区选点。选择 4~5 个待测高程点，在地面上进行标记，形成一条闭合水准路线。

② 在距已知高程点（起点）与第一个转点大致等距离处架设水准仪，在起点与第一个待测点上竖立尺。

③ 仪器整平后即可进行观测，同时记录观测数据。用双仪器高法（或双尺面法）进行测站检核。

④ 第一站施测完毕，检核无误后，水准仪搬至第二站，第一个待测点上的水准尺尺底位置不变，尺面转向仪器；另一把水准尺竖立在第二个待测点上，进行观测，依此类推。

⑤ 当两点间距离较长或两点间的高差较大时，在两点间可选定一或两个转点作为分段点，进行分段测量。在转点上立尺时，尺子应立在尺垫上的凸起物顶上。

⑥ 水准路线施测完毕后，应求出水准路线高差闭合差，以对水准测量路线成果进行检核。

⑦ 在高差闭合差满足要求 ($f_{h容} = \pm 12\sqrt{n}$ ，单位：mm) 时，对闭合差进行调整，求出数据处理后各待测点高程。

4. 注意事项

(1) 三脚架应支在平坦、坚固的地面上，架设高度应适中，架头应大致水平，架腿制动螺旋应紧固，整个三脚架应稳定。

(2) 安放仪器时应将仪器连接螺旋旋紧，防止仪器脱落。

(3) 各螺旋的旋转应稳、轻、慢，禁止用蛮力，螺旋旋转部分最好使用其中间部位。

(4) 瞄准目标时必须注意消除误差，应习惯先用瞄准器寻找和瞄准。

(5) 立尺时，应站在水准尺后，双手扶尺，以使尺身保持竖直。

(6) 读数时不要忘记精平。

(7) 做到边观测、边记录、边计算、边检核，误差超限应立即重测。记录应使用铅笔。

(8) 避免把水准尺靠在墙上或电线杆上，以免摔坏；禁止用水准尺抬物，禁止蹲、坐在

水准尺及仪器箱上。

(9) 前、后视距应大致相等。

(10) 双仪器高差法进行测站检核时，两次所测得的高差之差应小于等于 6mm；双面尺法检核时，两次所测得的高差尾数之差应小于等于 5mm（两次所测得的高差，因尺常数不同，理论值应相差 0.1m）。

(11) 尺垫仅在转点上使用，在转点前后两站测量未完成时，不得移动尺垫位置。

(12) 闭合水准路线高差闭合差 $f_h = \sum h$ ，容许值 $f_{h容} = \pm 12\sqrt{n}$ ，单位 mm。

5. 上交资料

实验结束上交普通水准测量记录及测量实验报告。

(二) 经纬仪的使用与角度观测

经纬仪是测定角度的仪器。水平角测量是角度测量工作之一，测回法是测定由两个方向所构成的单个水平角的主要方法，也是在测量工作中使用最为广泛的一种方法。竖直角是计算高差及水平距离的元素之一，在三角高程测量与视距测量中均需测量竖直角。竖直角测量时，要求竖盘指标位于正确的位置上。通过本实践了解经纬仪的组成、构造及特点等。掌握测回法测量水平角的步骤和过程，熟悉用经纬仪按测回法测量水平角的方法。掌握用经纬仪进行竖直角测量的过程，熟悉竖直角的测量方法。

1. 目的和要求

(1) 了解光学经纬仪或电子经纬仪（具体类型及型号根据实验室条件选定，如 DJ6 光学经纬仪等）的基本构造，以及主要部件的名称与作用。

(2) 掌握经纬仪的安置方法，学会使用经纬仪。

(3) 掌握测回法进行水平角的观测、记录和计算方法。

(4) 了解用经纬仪按测回法观测水平角的各项技术指标。

(5) 掌握竖直角观测、记录、计算的方法。

(6) 了解竖盘指标差检验和校正的方法。

2. 仪器和工具

(1) 光学经纬仪（或电子经纬仪）1 台、记录板 1 块、测伞 1 把、测钎 2 根。

(2) 自备：铅笔、计算器。

3. 方法步骤

(1) 经纬仪使用

① 安置仪器：在给定的测站点上架设仪器（从箱中取经纬仪时，应注意仪器的装箱位置，以使用后装箱）。在测站点上撑开三脚架，高度应适中，架头应大致水平；然后把经纬仪安放到三脚架的架头上。安放仪器时，一手扶住仪器，一手旋转位于架头底部的连接螺旋，使连接螺旋穿入经纬仪基座压板螺孔，并旋紧螺旋。

② 认识仪器：对照实物正确说出仪器的组成部分、各螺旋的名称及作用。

③ 对中：对中有垂球对中和光学对中器对中两种方法。

④ 整平：转动照准部，使水准管平行于任意一对脚螺旋，同时相对（或相反）旋转这两只脚螺旋，使水准管气泡居中；然后将照准部绕竖轴转动 90° ，再转动第三只脚螺旋，使气泡居中。如此反复进行，直到照准部转到任何方向，气泡在水准管内的偏移都不超过刻划线的一格为止。

⑤ 瞄准：取下望远镜的镜盖，将望远镜对准天空（或远处明亮背景），转动望远镜的目镜调焦螺旋，使十字丝最清晰；然后用望远镜上的照门和准星瞄准远处一线状目标，旋紧望

望远镜和照准部的制动螺旋，转动对光螺旋（物镜调焦螺旋），使目标影像清晰；再转动望远镜和照准部的微动螺旋，使目标被十字丝的纵向单丝平分，或被纵向双丝夹在中央。

⑥ 读数：瞄准目标后，调节反光镜的位置，使读数显微镜读数窗亮度适当，旋转显微镜的目镜调焦螺旋，使度盘及分微尺的刻划清晰，读取落在分微尺上的度盘刻划所示的度数，然后读出分微尺上 0 刻划到这条度盘刻划之间的分数，最后估读至 $1'$ 的 0.1 位（如图 1-1 所示，水平度盘读数为 $117^{\circ}01.9'$ ，竖盘读数为 $90^{\circ}36.2'$ ）。

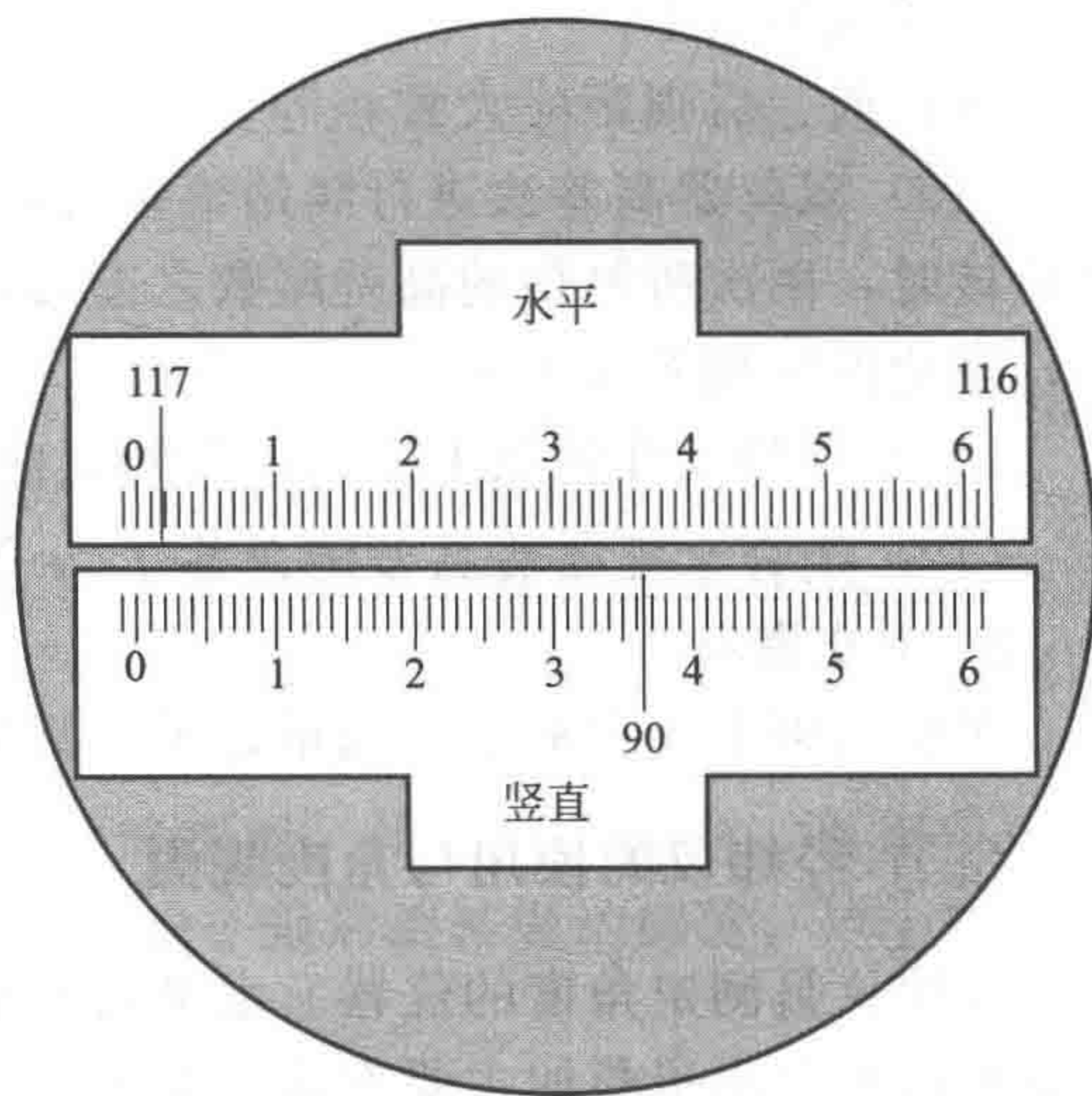


图 1-1 DJ6 光学经纬仪读数窗

⑦ 设置度盘读数：可利用经纬仪的水平度盘读数变换手轮，改变水平度盘读数。做法是打开基座上的水平度盘读数变换手轮的护盖，拨动水平度盘读数变换手轮，观察水平度盘读数的变化，使水平度盘读数为一定值，关上护盖。

有些仪器配置的是复测扳手，要改变水平度盘读数，首先要旋转照准部，观察水平度盘读数的变化，使水平度盘读数为一定值，按下复测扳手将照准部和水平度盘卡住；再将照准部（带着水平度盘）转到需瞄准的方向上，打开复测扳手，使其复位。

⑧ 记录：将观测的水平方向读数记录在表格中，用不同的方向值计算水平角。

(2) 测回法观测水平角

① 在指定的场地内，选择边长大致相等的 3 个点打桩，在桩顶钉上小钉作为点的标志，分别以 A、B、O 命名。

② 在 A、B 两点插上测钎。

③ 将 O 点作为测站点，安置经纬仪进行对中、整平。

④ 使望远镜位于盘左位置（即观测员用望远镜瞄准目标时，竖盘在望远镜的左边，也称正镜位置），瞄准左边第一个目标 A，即瞄准 A 点，用经纬仪的度盘变换手轮将水平度盘读数拨到 0° 或略大于 0° 的位置上，读数并做好记录。

⑤ 按顺时针方向，转动望远镜瞄准右边第二个目标 B，读取水平度盘读数，记录，并在观测记录表格中计算盘左上半测回水平角值 $(b_{左} - a_{左})$ 。

⑥ 将望远镜盘左位置换为盘右位置（即观测员用望远镜瞄准目标时，竖盘在望远镜的右边，也称倒镜位置），先瞄准右边第二个目标 B，读取水平度盘读数，记录。

⑦ 按逆时针方向，转动望远镜瞄准左边第一个目标 A，读取水平度盘读数，记录，并在观测记录表格中计算出盘右下半测回角值 $(b_{右} - a_{右})$ 。

⑧ 比较计算的两个上、下半测回角值，若限差 $\leq 40''$ ，则满足要求，取平均求出一测回平均水平角值。

⑨ 如果需要对一个水平角测量 n 个测回，则在每测回盘左位置瞄准第一个目标 A 时，都需要配置度盘。每个测回度盘读数需变化 $\frac{180^{\circ}}{n}$ （ n 为测回数）（如：要对一个水平角测量 3 个测回，则每个测回度盘读数需变化 $\frac{180^{\circ}}{3} = 60^{\circ}$ ，则 3 个测回盘左位置瞄准左边第一个目标

A 时,配置度盘的读数分别为: 0° 、 60° 、 120° 或略大于这些读数)。

采用复测结构的经纬仪在配置度盘时,可先转动照准部,在读数显微镜中观测读数变化,当需配置的水平度盘读数确定后,扳下复测扳手,在瞄准起始目标后,扳上复测扳手即可。

⑩ 除需要配置度盘读数外,各测回观测方法与第一测回水平角的观测过程相同。比较各测回所测角值,若限差 $\leq 25''$,则满足要求,取平均求出各测回平均角值。

(3) 竖直角观测

① 领取仪器后,在各组给定的测站点上安置经纬仪,对中、整平,对照实物说出竖盘部分各部件的名称与作用。

② 上下转动望远镜,观察竖盘读数的变化规律,确定出竖直角的推算公式,在记录表格备注栏内注明。

③ 选定远处较高的建(构)筑物,如:水塔、楼房上的避雷针、天线等作为目标。

④ 用望远镜盘左位置瞄准目标,用十字丝中丝切于目标顶端。

⑤ 转动竖盘指标水准管微倾螺旋,使竖盘指标水准管气泡居中(有竖盘指标自动归零补偿装置的光学经纬仪无此步骤)。

⑥ 读取竖盘读数 L ,在记录表格中做好记录,并计算盘左上半测回竖直角值 $\alpha_{左}$ 。

⑦ 再用望远镜盘右位置瞄准同一目标,同法进行观测,读取竖盘读数 R ,记录并计算盘右下半测回竖直角值 $\alpha_{右}$ 。

⑧ 计算竖盘指标差 $x = \frac{1}{2}(\alpha_{右} - \alpha_{左}) = \frac{1}{2}(R + L - 360^{\circ})$,在满足限差 ($|x| \leq 25''$) 要求的情况下,计算上、下半测回竖直角的平均值 $\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_{左} + \alpha_{右})$,即一测回竖角值。

⑨ 同法进行第二测回的观测。检查各测回指标差互差(限差 $\pm 25''$)及竖直角值的互差(限差 $\pm 25''$)是否满足要求,如在限差要求之内,则可计算同一目标各测回竖直角的平均值。

4. 注意事项

① 测量水平角瞄准目标时,应尽可能瞄准其底部,以减少目标倾斜所引起的误差。

② 观测过程中,注意避免碰动经纬仪的复测扳手或度盘变换手轮,以免发生读数错误。

③ 日光下测量时应避免将物镜直接瞄准太阳。

④ 电子经纬仪在装、卸电池时,必须先关掉仪器的电源开关(关机)。

⑤ 观测过程中,若发现气泡偏移超过一格时,应重新整平仪器并重新观测该测回。

⑥ 计算半测回角值时,当第一目标读数 a 大于第二目标读数 b 时,则应在第一目标读数 a 上加上 360° 。

⑦ 上、下半测回角值互差不应超过 $\pm 40''$,超限须重新观测该测回。

⑧ 各测回互差不应超过 $\pm 25''$,超限须重新观测。

5. 上交资料

实验结束后上交测量实验报告。

(三) 全站仪的认识与使用

1. 实践目的

① 了解全站仪的构造和原理。

② 掌握全站仪进行数字化测图的一般方法。

③ 学会用全站仪放样点位的一般方法。

2. 仪器设备

全站仪（以南方全站仪为例）一台，棱镜附对中竿一个，3m 小钢尺一把，皮尺一把，电脑一台。

3. 实习任务

每组根据提供的控制点成果提交一幅 1:500 地形图。

4. 数据采集方法与步骤

数据采集前，保证仪器能存储测量的坐标数据。

- (1) 对中、整平，安置仪器于测站点上（仪器安置方法同经纬仪）。
- (2) 开机，进入数据采集菜单。按 menu 进入主菜单，再选择数据采集进入。
- (3) 输入测站点坐标，量取仪器高并输入，按记录键保存。
- (4) 输入后视点坐标或者后视方位角，输入棱镜高，瞄准后视点并进行测量，按设置键保存。
- (5) 开始进行数据采集。
- (6) 数据采集结束后，要正常退出到主菜单（按 Esc 键）。

5. 数据传输

在进行数据传输之前，首先要检查通讯电缆连接是否正确，电脑与全站仪的通讯参数设置是否一致。

(1) 参数设置

波特率：1200

字符/校验：8 位无校验

通讯协议：单向

(2) 传输

通过各种传输软件。

6. 绘制地形图

- (1) 展点（AutoCAD+CASS）。绘图处理——展野外测量点点号。
- (2) 利用屏幕菜单中提供的图式绘制各种地物。
- (3) 展高程点（AutoCAD+CASS）。绘图处理——展高程点。
- (4) 对测得的地形图进行修剪。
- (5) 加图框并打印出图。

数据采集时全站仪具体操作详见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 全站仪显示屏上显示符号及其含义

显示	内 容	显示	内 容
V%	垂直角(坡度显示)	*	EDM(电子测距)下在进行
HR	水平角(右角)	m	以 m 为单位
HL	水平角(左角)	f	以英尺(ft)/英尺与英寸(in)为单位
HD	水平距离		
VD	高差		
SD	倾斜		
N	北向坐标		
E	东向坐标		
Z	高程		

表 1-2 操作键名称及功能说明

键	名称	功 能
★	星键	星键模式用于如下项目的设置或显示： (1)显示屏对比度；(2)十字丝照明；(3)背景光；(4)倾斜改正；(5)定线点提示器 (仅适用于有定线点指示器类型)；(6)设置音响模式
	坐标测量键	坐标测量模式
	距离测量键	距离测量模式
ANG	角度测量键	角度测量模式
POWER	电源键	电源开关
MENU	菜单键	在菜单模式和正常模式之间切换,在菜单模式下可设置应用测量与照明调节、仪器系统误差改正
ESC	退出键	<ul style="list-style-type: none"> • 返回测量模式或上一层模式 • 从正常测量模式直接进入数据采集模式或放样模式 • 也可用作正常测量模式下的记录键
ENT	确认输入键	在输入值末尾近此键
F1-F4	软键(功能键)	对应于显示的软键功能信息

(四) 施工放样测量

在温室建造施工中,往往要将已知的高差、已知的水平角、已知的水平距离、已知点的位置按设计施工图纸的要求,在地面上测设出来,以便指导施工。

1. 目的和要求

通过本实验使学生对测设工作有一个综合性的了解,加深测量工作在工程中应用的认识,提高测量的综合能力。

2. 仪器和工具

(1) 水准仪、全站仪各 1 台、小钢卷尺 1 把、测钎 4 根、木桩和小钉若干个、斧子 1 把、记录板 1 块、测伞 1 把、地形图 1 张。

(2) 自备: 2H 铅笔、三角板、计算器。

3. 方法步骤

(1) 准备工作

① 实验指导教师交代实验程序,提供控制点位置、坐标数据及测设数据。

② 有必要时,应对仪器进行参数预置。

(2) 用水准仪进行高差放样

① 在离给定的已知高程点 A 与待测点 P (可在墙面上,也可在给定位置钉大木桩上) 距离适中位置架设水准仪,在 A 点上竖立水准尺。

② 仪器整平后,瞄准 A 点读取的后视读数 a ; 根据 A 点高程 H_A 和测设高程计算靠在所测设处的 P 点桩上的水准尺上的前视读数应该为 b :

$$b = H_A + a - H_P$$

③ 将水准尺紧贴 P 点木桩侧面,水准仪瞄准 P 点读数,靠桩侧面上下移动调整 P 点,当观测得到的 P 点的前视读数等于计算所得 b 时,沿着尺底在木桩上画线,即为测设(放样)的高程 H_P 的位置。

④ 将水准尺底面置于设计高程位置,再次作前后视观测,进行检核。

⑤ 同法可在其余各点桩上测设同样高程的位置。

(3) 用全站仪测设水平角及距离

① 水平角度测设

A. 在给定的方向线的起点安置(对中、整平)全站仪,安装电池后按“开关”键开机,屏幕显示测量模式的第一页。

B. 仪器瞄准给定的方向线的终点,按“置零”键,使显示的水平方向值为 $0^{\circ}00'00''$ 。

C. 旋转照准部,直到屏幕显示的水平方向值约为测设的角度值,用制动螺旋固定照准部,转动微动螺旋,使屏幕显示的水平方向值为测设的角度值,在视线方向可作标志表示。

② 水平距离测设

A. 按照水平角度测设第1步、第2步进行,量取仪器高,记录。

B. 按“测量”键,仪器直接显示平距,比较待放样距离与实测距离是否一致,如果有差值,改正之即可得到正确距离。

4. 坐标测设

(1) 在测设点安置仪器后,开机,量取仪器高,记录。

(2) 按“程序”键,进入测量模式选择的页面,选择“放样”功能,按“回车”键确认,进入“放样”状态页面。

(3) 先设站,输入测站点名称和坐标、仪器高后,按“回车”键确认。

(4) 定向,进入坐标放样状态,输入定向点名称和坐标,按“回车”键确认。

(5) 进入放样状态,翻页后输入待放样点名称和坐标,翻页可以看到仪器显示待放样点需要偏转角度,旋转仪器照准部,当需要偏转角度为零时,仪器照准方向即为待放样方向,利用反光镜测距,屏幕显示反光镜到待放样点之间的距离,移动反光镜改正之,即可得放样点位正确位置。

按同样方法测设其它点。

5. 注意事项

(1) 测设数据经校核无误后才能使用,测设完毕后还应进行检测。

(2) 在测设点的平面位置时,计算值与检测值比较,检测边长 D 的相对误差应小于等于 $1/2000$ 。检测角 $\angle APQ$, $\angle AQP$ 的误差应小于等于 $60''$ 。在测设点的高程时,检测值与设计值之差应小于等于 8mm ,超限应重新测量。

(3) 全站仪的仪器常数,一般在出厂时经严格测定并进行了设置,故一般不要自行进行此项设置,其余设置应在教师指导下进行。

(4) 在关闭电源时,全站仪最好处于主菜单显示屏或角度测量模式,这样可以确保存储器输入、输出的过程完整,避免数据丢失。

(5) 全站仪内存中的数据文件可以通过I/O接口传送到计算机,也可以从计算机将坐标数据文件和编码库数据直接装入仪器内存,有关内容可参阅仪器操作手册。

6. 上交资料

实验结束上交测量实验报告。

第二节 土建施工技术实训

一、概述

施工技术是工程建设中的重要环节,是将建设思想付诸实施并建设成为工程实体的过程。也是学生从理论学习到实际工程的一次基本训练机会。通过本次实训,使学生对温室主