



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

测量学

第四版

Celiangxue

李秀江◎主编

 中国农业出版社

122
2014.4

P1

阅 览

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

测 量 学

第 四 版

李秀江 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

测量学 / 李秀江主编. —4 版. —北京: 中国农业出版社, 2013. 6

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-18587-6

I. ①测… II. ①李… III. ①测量学-高等学校-教材 IV. ①P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 270599 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 夏之翠

文字编辑 夏之翠

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

1979 年 7 月第 1 版 2013 年 12 月第 4 版

2013 年 12 月第 4 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16

字数: 368 千字

定价: 31.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第四版编写人员

- 主 编** 李秀江 (河北农业大学)
- 副主编** 齐建国 (山东农业大学)
- 王永东 (四川农业大学)
- 施拥军 (浙江农林大学)
- 编 者** (按姓名笔画排序)
- 王永东 (四川农业大学)
- 王海波 (黑龙江八一农垦大学)
- 王震星 (天津农学院)
- 艾 晏 (四川农业大学)
- 齐建国 (山东农业大学)
- 李旭东 (河北兴冀工程项目管理有限公司)
- 李秀江 (河北农业大学)
- 张梅花 (甘肃农业大学)
- 陈改英 (北京农学院)
- 施拥军 (浙江农林大学)
- 徐文兵 (浙江农林大学)
- 董文明 (新疆农业大学)
- 谭光营 (仲恺农业工程学院)
- 主 审** 赵德熊 (河北农业大学)

第一版编写人员

主 编 河北农业大学
编 者 河北农业大学 曾宪思 赵德熊 梁玉坤
华中农学院 梁闰光 郭宏俊
华南农学院 梅仰生
山东农学院 陈子澜

教材发展历程

1979 年 7 月	第一版	
1986 年 8 月	第二版	农业部高等教育教材优秀教材二等奖
2007 年 1 月	第三版	2008 年全国高等农业院校优秀教材
2013 年 12 月	第四版	

第四版前言

河北农业大学主编的《测量学》教材自 1978 年出版以来,就受到大家的好评。之后,多次修订再版,一直是农业出版社的畅销教材之一,该书 20 世纪 90 年代获得农业部优秀教材。2007 年又由李秀江教授继续主编修订更改,传承了原教材的诸多优点,内容更加符合高等农林院校教学的需要,尤其得到了武汉大学教授、中国工程院院士、全国高等院校测绘学科教学指导委员会主任宁津生先生的肯定并作序,而后受到全国许多院校的好评和广泛的应用,实现了打造精品教材、品牌教材的目标,2008 年再次获得全国农业院校优秀教材殊荣。许多院校说,30 多年来,一直使用该教材,教材也很受学生好评,可见该教材对农林院校的实用性。在此,对多年来使用和支持本教材的老师和同学表示衷心感谢!从初版到第四版的一版再版,足以说明教材在全国农林大学的影响是根深蒂固的,具有良好的、广泛地可持续性。通过此次再版,相信教材更好用了,更适于教学了,使用的院校会更多了。

根据出版社的建议,经过广泛征求意见,修改的地方不多,此次修订不进行大幅度调整,主要是把一些新技术、新知识进一步丰富,把一些过时的、陈旧的知识删除,并压缩精简相关内容。考虑到学校的经费紧张、老师们教学任务重,修订之前没有集中开大纲讨论会,主要通过网络交流、沟通,各位老师积极配合,结合本校的教学大纲和教学体会畅所欲言,提出了许许多多宝贵意见和建议,使此次修订受益匪浅,对提高质量起到了很好的保障作用。

修订后的第四版主要有以下特点:

1. 为了指导学生进行试验,增加了测量学实验与实习指导的内容。
2. 教材更具有代表性和广泛性、兼容性,更适于农林大学的所有相关农林专业。
3. 删除了农林院校基本不用或使用极少的地下管道施工测量、机械求积仪求面积、等精度直接平差、地形图的修测、沉降观测。把地理坐标中难于理解的天文地理坐标系和大地地理坐标系合为地理坐标,这样更便于学生的理解。
4. 有些章节的顺序做了适当调整,如第一章的高斯直角坐标系移到地形图

的基本知识中,手持GPS精简后并入前面的用户设备部分。

文字叙述更加精炼,前后更加流畅。我们有理由相信,通过修订,该教材会更加具有广泛性、代表性和先进性。

本教材适于高等农林院校相关专业40学时左右授课,内容精炼,图文并茂,言简意赅,重点突出,注重理论联系实际,并体现教材的实用性和先进性。在编写过程中参阅和吸收了国内外许多文献资料及国内同类测量学教材,并均在书后逐一列出,在此向这些文献的作者表示诚挚的谢意。对专业名词的解释仍然以《测绘学名词》和《测绘词典》为准。每章仍附有复习思考题、课后参考书目和言简意赅的本章小结。

修订编写分工如下:

李秀江:第四版前言、第一章、第十三章、各章的本章小结、部分插图;齐建国:第二章;张梅花:第三章;董文明:第四章;谭光营:第五章;陈改英:第六章;王海波:第七章;王震星:第八章;王永东:第九章;施拥军:第十章;徐文兵:第十一章;艾晏:第十二章。河北兴冀工程项目管理有限公司李旭东工程师参加了测量学实验指导的内容的编写、绘制了部分插图,并提供了部分很有价值的文献资料。最后由李秀江教授对全书进行了统一修改定稿。

本书承蒙河北农业大学城乡建设学院赵德熊先生审阅,并提出了中肯的修改意见和建议,特此衷心致谢!

由于时间紧、任务重,加之科学视野和水平所限,对于第四版中出现的任何疏漏,恳请广大读者批评指正,以便第五版时进一步完善。

编 者

2013年3月

第一版前言

本教材按测量仪器的使用、测图、用图、专业应用的顺序安排章节，由浅入深，循序渐进。测量仪器以常用的基本仪器为主，考虑到当前农业部门的实际，游标经纬仪仍列入篇幅。同时，适当编入部分行之有效的简易仪器及其使用方法。在第五章（平板仪测量）编入小平板测绘平面图，是为地形图的测绘打下控制到碎部的成图概念。此外，考虑到航测的广泛应用和学科的发展，本书附录中对航测像片的应用和电磁波测距作了简单介绍。在渠道及道路测量一章里除了叙述基本测量方法外，对果园规划中小渠道和道路设计的基本知识也作了简介。

鉴于我国幅员辽阔，自然条件差异较大，各地建园测量要求不完全一致，故在测图部分以地形图为主还是以平面图为主，各院校可视所在地区的具体情况而定。测图控制部分，各院校也可根据具体情况酌情选教解析法或图解法，相应的对经纬仪教学时数可适当增减。本书各章附有一定数量的复习题。

本书编写过程中，全国各地测绘仪器厂寄来不少资料和图片，给我们帮助很大。西南农学院、东北农学院、西北农学院、浙江农业大学、华南农学院、河南农学院均派人参加审稿；福建农学院、湖南农学院、广西农学院、安徽农学院、河南百泉农学院、河北林业专科学校均对书稿提出了宝贵意见。我们在此表示衷心的感谢。

一九七八年七月

目 录

第四版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务与作用	1
一、测绘学与测量学	1
二、测量学的分支学科	1
三、测绘学的发展简括	2
四、测量学的任务	2
五、测量学的作用	2
第二节 地球的形状和大小	3
一、地球的形状	3
二、参考椭球定位	3
第三节 地面点位的确定	4
一、测量坐标系	4
二、测量高程系	7
第四节 地球曲率对测量工作的影响	7
一、地球曲率对水平距离的影响	8
二、地球曲率对高差的影响	8
第五节 测量工作的基本概念	9
一、测量的基本问题	9
二、测量的基本工作	10
三、测量的基本原则	10
第六节 测量误差的基本知识	11
一、真误差与观测条件	11
二、观测误差的分类	11
三、偶然误差的特性	12
四、衡量精度的指标	12
五、误差传播定律	13
六、算术平均值及其中误差	14
小结	16
复习思考题	16

第二章 水准测量	17
第一节 水准测量原理	17
一、高差测量	17
二、高程计算	17
第二节 水准测量的仪器与工具	18
一、微倾水准仪的构造	18
二、水准尺和尺垫	20
三、微倾水准仪的使用	21
第三节 水准测量的方法与校核	22
一、水准点	22
二、水准路线	23
三、普通水准测量的方法	23
四、水准测量的校核	25
第四节 水准测量的成果整理	26
一、高差闭合差的计算	26
二、高差闭合差的调整	26
三、待定点高程的计算	26
第五节 自动安平水准仪的使用	27
一、自动安平水准仪的原理	28
二、自动安平水准仪的使用	28
第六节 数字水准仪简介	29
一、数字水准仪的原理	29
二、数字水准仪及条形码尺	29
三、数字水准仪的特点	30
四、数字水准仪的使用	30
第七节 水准测量误差分析及减弱措施	30
一、水准测量误差来源	30
二、水准测量注意事项	31
小结	31
复习思考题	32
第三章 角度测量	33
第一节 角度测量原理	33
一、水平角测量原理	33
二、竖直角测量原理	33
第二节 光学经纬仪	34
一、DJ ₆ 型光学经纬仪	34
二、读数装置与读数方法	35

三、经纬仪轴线及其应满足的条件	36
四、经纬仪的使用	36
第三节 水平角测量	38
一、测回法	38
二、方向观测法	39
第四节 竖直角测量	40
一、竖盘的构造	40
二、竖直角计算方法	41
三、指标差的计算	42
四、竖直角的观测	43
第五节 电子经纬仪	43
一、光栅度盘测角原理	43
二、电子经纬仪的使用	44
第六节 角度测量误差简析	45
一、仪器误差	45
二、观测误差	45
三、外界条件的影响	46
小结	46
复习思考题	46
第四章 距离测量与直线定向	48
第一节 钢尺量距	48
一、量距工具及方法	48
二、钢尺量距的误差来源及注意事项	49
第二节 视距测量	50
一、视准轴水平时的视距原理	50
二、视准轴倾斜时的视距原理	51
三、视距测量的观测与计算	52
四、视距测量的误差来源	52
第三节 光电测距	53
一、光电测距的基本原理	53
二、相位式光电测距仪的工作原理	54
三、光电测距仪的使用	55
四、光电测距的成果整理	55
五、手持激光测距仪简介	56
第四节 直线定向	56
一、标准方向的种类	56
二、表示直线的方法	56
三、三种方位角之间的关系	57

四、正、反方位角的关系	57
第五节 罗盘仪测定磁方位角	58
一、罗盘仪的构造	58
二、罗盘仪测定磁方位角	58
小结	59
复习思考题	59
第五章 全站仪及其使用	61
第一节 概述	61
一、发展	61
二、分类	62
三、结构	62
第二节 全站仪的基本操作	63
一、角度测量模式	64
二、距离测量模式	65
三、坐标测量模式	65
四、星键模式	66
第三节 全站仪的存储管理	66
第四节 使用全站仪进行数据采集	68
第五节 高端全站仪简介	70
一、测量机器人	70
二、三维激光扫描仪	71
小结	73
复习思考题	74
第六章 小地区控制测量	75
第一节 控制测量概述	75
一、国家基本控制网	75
二、城市控制网	77
三、小地区控制网	78
四、图根控制网	78
第二节 导线测量	79
一、导线的布设形式	79
二、导线测量的外业工作	80
第三节 导线测量的内业计算	81
一、闭合导线的计算	81
二、附和导线的计算	84
三、支导线的计算	85
第四节 导线测量错误的检查	85

一、一个转折角错误的检查方法	85
二、一条边长错误的检查方法	86
第五节 高程控制测量	87
一、三、四等水准测量	87
二、电磁波测距高程导线	89
小结	91
复习思考题	91
第七章 全球定位系统 (GNSS) 定位技术	92
第一节 GNSS 概述	92
第二节 GPS 定位技术的特点	93
第三节 GPS 的组成	93
一、空间星座部分	93
二、地面监控部分	94
三、用户设备部分	95
第四节 GPS 定位的基本原理	96
一、GPS 卫星信号	96
二、GPS 定位的基本原理	96
三、伪距定位	97
四、载波相位定位	98
五、实时差分定位	99
六、GPS 的定位模式	100
第五节 GPS 测量的实施	101
一、GPS 测量的误差分析	101
二、GPS 控制网的设计	102
三、GPS 控制网的施测	105
四、GPS 控制网限差规定	105
第六节 手持 GPS 及其使用	106
一、手持 GPS 的特点	106
二、手持 GPS 的基本功能	106
三、手持 GPS 的使用	107
小结	107
复习思考题	108
第八章 大比例尺地形图测绘	109
第一节 地形图的比例尺	109
一、比例尺的表示方法	109
二、比例尺精度	109
第二节 大比例尺地形图图式	110

一、地物符号	113
二、注记符号	113
三、地貌符号	113
第三节 地貌的表示	113
一、等高线	113
二、典型地貌的等高线	115
第四节 测图前的准备	117
一、图幅的划分	117
二、图纸准备	117
三、绘制坐标方格网	117
四、展绘控制点	118
第五节 碎部测量	118
一、碎部点的选择	118
二、测定碎部点的方法	119
三、经纬仪测绘法	119
四、地形图的绘制	121
第六节 地形图的拼接与整饰	121
一、地形图的拼接	121
二、地形图的检查验收	122
三、地形图的整饰	123
小结	123
复习思考题	123
第九章 地形图的识读	125
第一节 地形图的分幅与编号	125
一、梯形分幅法	125
二、矩形分幅法	129
第二节 地形图的基本内容	129
一、辅助要素	129
二、地理要素	131
三、数学要素	132
第三节 地形图的判读	132
一、读图的方法及程序	132
二、地物判读	133
三、地貌判读	133
第四节 电子地图及应用	134
一、电子地图的概念	134
二、电子地图的优点	134
三、电子地图的应用	135

小结	136
复习思考题	137
第十章 地形图的应用	138
第一节 地形图的一般应用	138
一、点位坐标的量测	138
二、点位高程的量测	139
三、两点间距离的量测	139
四、坐标方位角的量测	140
五、地面坡度量测	140
第二节 地形图在工程建设中的应用	140
一、在图上设计等坡线	140
二、绘制某一方向的断面图	141
三、确定汇水周界	142
四、计算地表斜面积	142
五、土地平整中的土石方量计算	142
第三节 地形图的野外应用	143
一、地形图定向	143
二、确定站立点位置	144
三、调绘填图	145
第四节 地形图在城镇规划中的应用	146
一、城镇建设用地的地形分析	146
二、地形条件与建筑布局的关系	147
三、地形条件与给排水的关系	148
第五节 面积量测	148
一、解析法	148
二、图解法	150
三、求积仪法	150
小结	152
复习思考题	152
第十一章 大比例尺数字化测图	155
第一节 数字化测图概述	155
一、概述	155
二、数字化测图的发展与应用	157
第二节 数字化测图的硬件和软件环境	157
一、硬件环境	157
二、软件环境	159
第三节 数字化测图的方法	160

一、地理信息的编码与数字测图的作业模式	161
二、全站仪野外数据采集	164
三、GPS-RTK 野外数据采集	164
四、数字地形图的绘制	167
五、数字地面模型与等高线的生成	171
第四节 地形图的数字化	173
一、数字化仪 (Graphic Digitizer) 作业模式	173
二、扫描仪及其作业步骤	175
小结	176
复习思考题	176
第十二章 测设的基本工作	178
第一节 角度、距离和高程的测设	178
一、角度的测设	178
二、距离的测设	179
三、高程的测设	179
第二节 坡度线与圆曲线的测设	180
一、坡度线的测设	180
二、圆曲线的测设	181
第三节 点的平面位置测设	184
一、直角坐标法	184
二、极坐标法	185
三、距离交会法	186
四、角度交会法	186
五、全站仪极坐标法	186
小结	187
复习思考题	187
第十三章 工程测量	188
第一节 建筑施工测量	188
一、建筑基线的测设	188
二、建筑方格网的测设	189
三、高程控制点的测设	190
四、施工测量	191
第二节 路线工程测量	193
一、踏勘选线	193
二、中线测量	194
三、曲线测设	194
四、路线纵断面测量	195

五、路线横断面测量	198
第三节 土地平整测量	199
一、合并田块平整的测算方法	199
二、方格水准测量法计算土方	199
第四节 建园放样测量	202
一、平原地区建园放样	202
二、山丘地区建园放样	204
小结	206
复习思考题	206
附录 测量实验与测量实习指导	207
第一部分 测量学实验	207
实验 1 水准仪的认识与使用	208
实验 2 普通水准测量	210
实验 3 光学经纬仪的认识与使用	211
实验 4 测回法观测水平角	212
实验 5 方向观测法观测水平角	214
实验 6 竖直角观测与光学视距测量	215
实验 7 全站仪的认识与使用	217
实验 8 钢尺量距与罗盘仪定向	218
实验 9 经纬仪导线测量及内业计算	219
实验 10 GPS 的认识和使用	221
实验 11 经纬仪测绘法测绘地形图	221
实验 12 数字化测绘地形图	223
实验 13 地形图的识读	223
实验 14 地形图的室内应用	224
实验 15 地形图的野外应用	226
实验 16 建筑物轴线测设	226
实验 17 高程测设与坡度线测设	227
实验 18 圆曲线测设	228
第二部分 测量综合实习	230
参考文献	235