



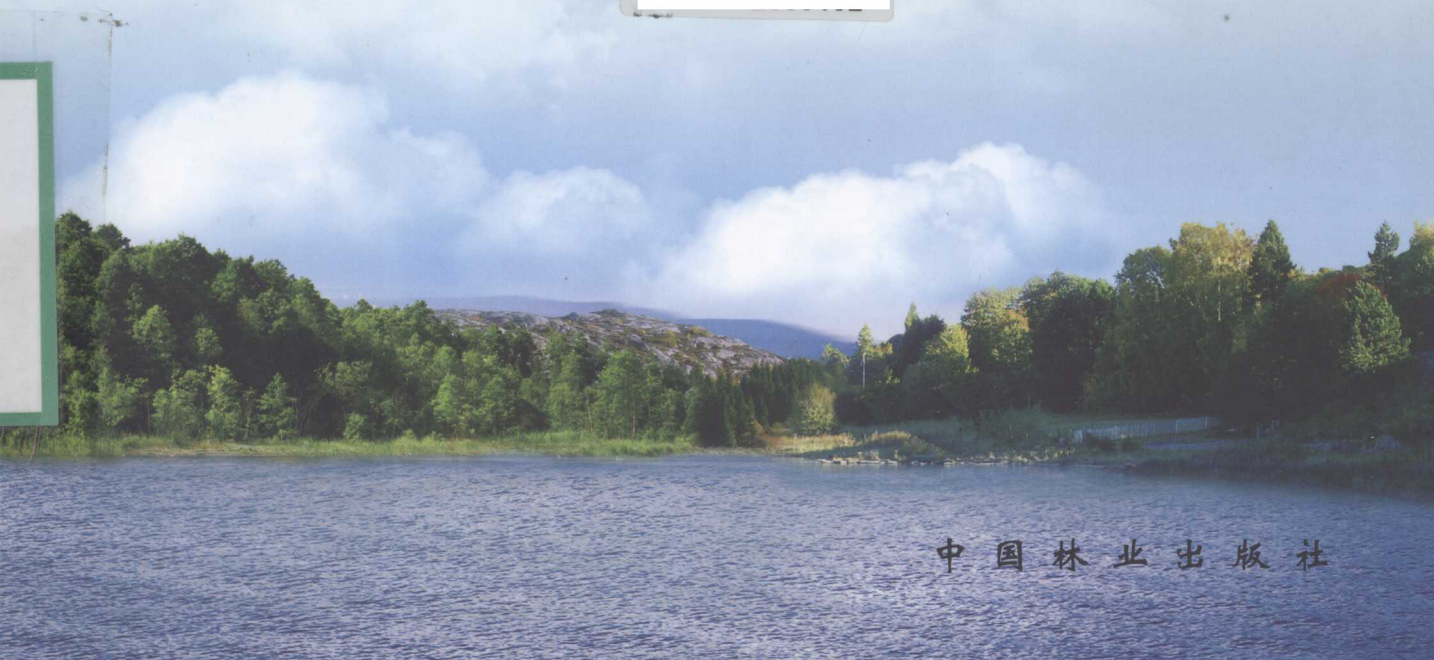
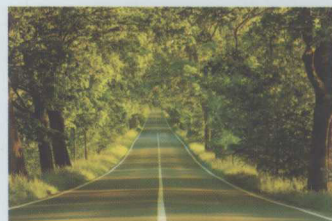
普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材



M odern Surveying & Mapping

现代测量学

董斌 徐文兵 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

现代测量学

董 斌 徐文兵 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本教材对传统测量学教学内容进行了合理的精简和梳理,保留了基础知识,秉承了经典理论,紧密结合现代测绘新仪器、新技术、新方法,优化了测量学的教学体系和教学内容。在注重测量学基本理论和方法的同时,以现代农林业的生产实际为导向,紧密结合农林院校专业的要求,体现了现代测绘技术(尤其是“3S”技术)在资源与环境中的应用特色。在阐述测量学经典理论和方法的基础上,删除陈旧的测量手段、测图方法和施工测量技术,紧密结合现代测量新仪器、新技术和新方法,保证教材的科学性和先进性。本教材编写时力求做到基本概念准确,具体测量工作以国家或行业最新颁布的行业标准、技术规程为依据,体现教材的实用性;新增内容充分反映测绘科学技术的新发展,以提高教材内容的与时俱进;同时每章后附有思考题,以利于学生学习、实践和解决测量工程中的实际问题。

本教材适用于高等农林牧渔类、经济类等院校的测绘工程、地理信息系统、农学、林学、园林、园艺、农业经济、资源与环境、水产养殖、土地资源管理、水土保持、城市(乡)规划、旅游管理、农田水利工程等专业,也可作为其他院校相关专业的师生、成人教育及广大的科技工作者学习或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代测量学/董斌,徐文兵主编. -北京:中国林业出版社,2012.5
普通高等教育“十二五”规划教材. 全国高等农林院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5038-6612-8

I. ①现… II. ①董…②徐… III. ①测量学-高等教材-教材 IV. ①P2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第101034号

中国林业出版社·教材出版中心

责任编辑:吴 卉 牛玉莲

电话:83220109 83221489 传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话:(010) 83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
版 次 2012年5月第1版
印 次 2012年5月第1次印刷
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 21.25
字 数 488千字
定 价 38.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《现代测量学》编写人员

主 编：董 斌 徐文兵

副主编：李希灿 姚 山 过家春

编写人员：(以姓氏笔画为序)

田劲松 安徽农业大学

过家春 安徽农业大学

刘 琳 安徽农业大学

刘 新 安徽农业大学

李卫国 石家庄经济学院

李希灿 山东农业大学

陈红华 南京林业大学

赵立中 山东农业大学

姚 山 北京农学院

施拥军 浙江农林大学

徐文兵 浙江农林大学

梁 丹 浙江农林大学

董 斌 安徽农业大学

主 审：高 飞 合肥工业大学

前 言

随着国民经济和科学技术的飞速发展，空间信息技术也随之发展迅速，现代测量仪器在测绘工程中的应用越来越广泛，传统测量技术难以满足 21 世纪的农林业、市政园林、土地管理测绘工程、地理信息系统等测量工作的需求，传统的测量方法和手段已逐步被新技术、新方法所取代，测量学教学内容和方法也应随之变革。同时，随着高等教育改革的不断深化，1998 年教育部《普通高等学校本科专业目录》提出了拓宽基础、淡化专业、加强素质教育和能力培养的要求，专业课学时数被大量压缩，对高等学校教学内容和课程体系的改革提出了更高的要求。为了更好地培养新世纪农林业、测绘、地信等专业人才，适应现代测绘技术的迅速发展和测绘仪器的不断更新，本教材在国内多所农林、经济类等院校测量学教师的精诚合作下，参阅了国内外大量测量学教材、专著、论文和测量规范的基础上，遵循教学内容服务于社会生产需要、培养创新型实践人才的指导思想，顺应时代发展的潮流，实时地改革教学内容、教学手段和教学方式，结合现代测量学教学特点和科学研究成果编写而成。

本教材对传统测量学教学内容进行合理的裁减和梳理，保留基础知识，秉承经典理论，又紧密结合现代测绘技术的新仪器、新技术、新方法，优化测量学教学体系和教学内容。本教材具有以下特色：

(1) 在学习现代测量学基本理论和方法的同时，以农林业的社会生产需求为导向，紧密结合农林类院校相关专业的要求，以突出本教材的特色。在专业测量知识部分增添了园林工程测量、土地资源测量、渠道测量、林区公路测量和地籍测量等内容，以更好地满足学生学以致用用的要求。

(2) 在阐述测量学经典理论和方法的基础上，删除陈旧的测量手段、测图方法和施工测量技术，紧密结合现代测量新仪器、新技术和新方法，保证教材的科学性和先进性。增添了 GNSS 理论与技术、CORS 技术、自动陀螺仪、GIS 以及测量机器人等新技术；加强了全站仪数字化测图、GPS RTK 数字化测图、基于影像的数字化测图等新知识；增加了 GIS 在数字地

形图、专题地图和数字影像图中的应用以及地形图在飞机播种和造林中的应用等新内容。

(3) 教材内容和体系作了调整和重新编排。如测量坐标系统部分的内容在现有测量学教材中都安排在绪论部分,学生刚接触这门新课程时难以接受和理解;本教材将高程系统部分放在水准测量章节,球面坐标系及其他坐标系统放在新增章节——坐标测量中,增加了地籍测量及土地资源整治与测绘的内容。全书力求简洁全面,理论结合实践,有助于学生更好地选取相关内容自学。

(4) 本教材编写时力求做到基本概念准确,具体测量工作以国家或行业最新颁布的行业标准、技术规程为依据,如《工程测量规范》《国家三四等水准测量规范》《城市测量规范》,体现教材的实用性;新增内容充分反映测绘科学技术的新发展,以提高教材内容的与时俱进;同时每章后附有思考题,以利于学生学习、实践和解决测量工程中的实际问题。

本教材适用于测绘工程、地理信息系统、林学、园林、农学、土地资源管理、城市(乡)规划、园艺、资源与环境、旅游管理、水土保持、国土资源调查、农业水利工程、水产养殖、土木工程、农业经济等专业的测量类课程教学。

全书共15章,由董斌、徐文兵主编。参加编写工作的单位有安徽农业大学、浙江农林大学、山东农业大学、北京农学院、南京林业大学、石家庄经济学院。编写分工如下:第1章由赵立中、李希灿编写;第2、3、4章由董斌编写;第5章由徐文兵、梁丹编写;第6章由徐文兵、李卫国编写;第7、8章由过家春编写;第9章由徐文兵、施拥军编写;第10章由李希灿编写;第11章由田劲松编写;第12章由李卫国编写;第13章由陈红华、刘新编写;第14章由姚山、董斌编写;第15章由刘琳编写。安徽农业大学硕士生钱国英参与了部分文稿和图片的校对工作。全书由董斌统稿。

本教材由教育部全国高校测绘学科教学指导委员会委员、中国测绘学会工程测量分会理事、合肥工业大学高飞教授主审,并提出了诸多中肯的、非常有价值的修改意见和建议,在此表示衷心地感谢。

在本教材编写过程中,编者参考了大量文献,感谢这些文献作者的辛勤劳动;本教材的编写得到广州南方测绘仪器有限公司的友情资助,在此表示感谢;中国林业出版社、安徽农业大学和浙江农林大学等单位领导对本教材的立项、出版等给予了大力的支持和帮助,在此深表谢意。

限于编者的水平,书中疏漏之处敬请专家和广大读者批评指正。

编 者
2012年2月

前 言

第1章 绪论	1
1.1 测量学与测绘学	2
1.1.1 测量学与测绘学的概念	2
1.1.2 测量学的分类	2
1.1.3 测量学的任务	3
1.1.4 测量学的作用	3
1.2 测量学的发展概况	4
1.2.1 传统测量技术	4
1.2.2 现代测量技术	4
1.3 测量工作概述	5
1.3.1 测量的基本工作	5
1.3.2 测量工作的基本原则	5
1.3.3 几个基本概念	6
1.4 地球曲率对基本观测量的影响	6
1.4.1 地球曲率对水平距离的影响	6
1.4.2 地球曲率对水平角度的影响	7
1.4.3 地球曲率对高程的影响	7
1.5 测量中常用单位及换算	7
1.5.1 测量基本单位	7
1.5.2 测量单位换算	8
1.6 几种常见的地图	8
1.6.1 平面图与地形图	8
1.6.2 地理图与专题图	8
1.6.3 数字地图与电子地图	9
1.6.4 影像图	9
1.7 测量误差的基本知识	9

1.7.1	测量误差及分类	9
1.7.2	衡量精度的标准	11
1.7.3	误差传播定律	12
1.7.4	观测值的算术平均值及其中误差	13
第2章	水准测量	16
2.1	地球的形状与高程系统	17
2.1.1	地球的形状与大小	17
2.1.2	高程系统	18
2.2	水准测量的方法	19
2.2.1	水准测量原理	19
2.2.2	连续水准测量	20
2.3	微倾水准仪及其使用	22
2.3.1	微倾水准仪的构造	22
2.3.2	水准尺和尺垫	26
2.3.3	水准仪的使用	26
2.4	普通水准测量与数据处理	28
2.4.1	水准路线的种类	28
2.4.2	水准测量的校核方法	28
2.4.3	水准测量的成果整理	30
2.5	三、四等水准测量	31
2.5.1	三、四等水准测量的技术要求	31
2.5.2	三、四等水准测量的成果整理	34
2.6	水准仪的检验与校正	35
2.6.1	圆水准器轴的检验与校正	35
2.6.2	十字丝横丝的检验与校正	36
2.6.3	水准管轴的检验与校正	37
2.7	水准测量的误差来源及注意事项	38
2.7.1	误差来源	38
2.7.2	注意事项	39
2.8	自动安平水准仪和电子水准仪	39
2.8.1	自动安平水准仪	39
2.8.2	电子水准仪	40
第3章	角度测量	42
3.1	角度测量原理	43
3.1.1	水平角及其测量原理	43
3.1.2	竖直角及其测量原理	43

3.2	DJ ₆ 型光学经纬仪及其使用	44
3.2.1	经纬仪的构造及轴系关系	44
3.2.2	经纬仪的读数设备及读数方法	46
3.2.3	经纬仪的使用	47
3.3	水平角测量	48
3.3.1	测回法	49
3.3.2	方向观测法	50
3.3.3	水平角观测注意事项	51
3.4	竖直角测量	51
3.4.1	竖直度盘的构造	51
3.4.2	竖直角测量	52
3.4.3	竖盘指标差	53
3.5	电子经纬仪	54
3.5.1	电子经纬仪的结构	54
3.5.2	电子经纬仪的功能	55
3.5.3	电子经纬仪的测角原理	55
3.5.4	电子经纬仪的使用	57
3.5.5	电子经纬仪使用的注意事项	59
3.6	水平角度测量的误差来源	59
3.6.1	仪器误差	59
3.6.2	观测误差	60
3.6.3	外界条件的影响	61
3.7	经纬仪的检验和校正	61
3.7.1	照准部水准管轴的检验与校正	61
3.7.2	十字丝的检验与校正	62
3.7.3	视准轴的检验与校正	63
3.7.4	横轴的检验与校正	64
第4章	距离测量与直线定向	66
4.1	钢尺量距	67
4.1.1	丈量工具	67
4.1.2	直线定线	67
4.1.3	距离丈量的一般方法	68
4.1.4	距离丈量的精度	69
4.1.5	钢尺量距的误差来源	69
4.1.6	钢尺量距的注意事项	69
4.2	视距测量	70
4.2.1	视距测量的基本概念	70

4.2.2	视距测量的原理与方法	70
4.2.3	视距测量的观测与计算	72
4.2.4	视距测量的误差来源	72
4.3	光电测距	73
4.3.1	电磁波测距概述	73
4.3.2	光电测距的基本原理	73
4.3.3	相位式光电测距仪工作原理	74
4.3.4	光电测距仪的使用	75
4.3.5	光电测距的成果整理	76
4.3.6	手持激光测距仪简介	76
4.4	直线定向	76
4.4.1	标准方向的种类	77
4.4.2	直线方向的表示方法	77
4.4.3	正、反方位角的关系	78
4.4.4	三种方位角之间的关系	78
4.5	罗盘仪定向	79
4.5.1	罗盘仪的构造	79
4.5.2	罗盘仪的使用	80
4.5.3	罗盘仪在森林资源调查中的应用	81
4.5.4	罗盘仪测量的注意事项	81
4.6	陀螺经纬仪定向	81
4.6.1	陀螺经纬仪的定向原理	81
4.6.2	陀螺经纬仪的构造	82
4.6.3	真方位角的观测	82
4.6.4	陀螺经纬仪的应用	82
第5章	坐标测量	84
5.1	坐标系统	85
5.1.1	地理坐标系统	85
5.1.2	空间直角坐标系统	87
5.1.3	平面直角坐标系统	88
5.2	坐标计算	90
5.2.1	坐标方位角推算	90
5.2.2	坐标增量计算	91
5.2.3	坐标正算	91
5.2.4	坐标反算	91
5.3	全站仪及其使用	92
5.3.1	全站仪概述	92

5.3.2	NTS355 型全站仪的基本结构及其功能	92
5.3.3	NTS360 型全站仪的基本结构及其功能	99
5.3.4	NTS660 型全站仪的基本结构及其功能	101
第 6 章	小地区控制测量	105
6.1	控制测量概述	106
6.1.1	平面控制测量	106
6.1.2	高程控制测量	109
6.2	导线测量	110
6.2.1	导线的布设形式	110
6.2.2	导线的外业工作	111
6.3	导线内业计算	113
6.3.1	闭合导线坐标计算	113
6.3.2	附和导线坐标计算	116
6.3.3	支导线坐标的计算	117
6.3.4	无定向导线坐标的计算	117
6.4	高程控制测量	120
6.4.1	三、四等水准测量	120
6.4.2	三角高程测量	120
6.4.3	GPS 拟合高程测量	122
第 7 章	大比例尺地形图测绘	123
7.1	比例尺及其精度	124
7.1.1	比例尺的种类	124
7.1.2	比例尺精度	124
7.2	地物地貌在地形图上的表示方法	125
7.2.1	地形图图式	125
7.2.2	地物符号	126
7.2.3	地貌符号	127
7.2.4	地图注记	131
7.3	传统测图前的准备工作	133
7.3.1	图幅的划分	133
7.3.2	图纸的准备	133
7.3.3	坐标方格网的绘制	134
7.3.4	展绘控制点	134
7.4	大比例尺地形图的传统测绘方法	135
7.4.1	碎部点的选择	135
7.4.2	测定碎部点的方法	136

7.4.3	经纬仪法测绘地形图	137
7.4.4	地物、地貌的勾绘	138
7.4.5	碎部测图的注意事项	139
7.4.6	地形图的拼接、整饰和检查	140
7.5	数字测图	140
7.5.1	数字测图的有关概念	141
7.5.2	数字测图的作业模式及其基本流程	142
7.5.3	地面数字测图作业模式的基本过程与方法	144
7.5.4	全站仪法野外数据采集	146
7.5.5	GPS RTK 野外数据采集	146
7.5.6	地面数字测图的内业	149
第8章	地形图的基本知识	154
8.1	地形图的分类与用途	155
8.1.1	地形图的分类与用途	155
8.1.2	国家基本比例尺地形图系列	156
8.2	地形图的分幅和编号	156
8.2.1	梯形分幅和编号	156
8.2.2	矩形分幅和编号	160
8.3	地形图的构成要素	162
8.3.1	数学要素	162
8.3.2	地理要素	163
8.3.3	整饰要素	163
8.4	地形图的识图	166
8.4.1	地形图识图概述	166
8.4.2	地形图识图的一般方法和程序	166
第9章	地形图的应用	168
9.1	地形图应用概述	169
9.2	地形图的一般应用	169
9.2.1	确定点的平面位置	169
9.2.2	确定点的高程	170
9.2.3	确定两点间的距离	170
9.2.4	确定地面坡度	171
9.2.5	确定直线的方向	172
9.2.6	绘制纵断面图	172
9.2.7	利用地形图平整土地	172
9.3	地形图在野外调查中的应用	174

9.3.1	野外调查前的准备工作	174
9.3.2	地形图的定向	174
9.3.3	确定站立点在图上的位置	175
9.3.4	地形图与实地对照的方法和原则	176
9.3.5	调绘填图	176
9.4	面积测量	177
9.4.1	解析法	177
9.4.2	图解法	178
9.4.3	求积仪法	179
9.4.4	屏幕数字化法	182
9.4.5	确定斜坡面积	182
9.5	地形图的修测	183
9.5.1	地形图修测概述	183
9.5.2	地形图修测的准备工作	183

第10章 园林工程施工测量

10.1	概 述	187
10.1.1	施工放样的原则	187
10.1.2	施工放样的特点	187
10.1.3	园林工程施工测量的任务	187
10.1.4	施工坐标与测量坐标的换算	188
10.2	施工放样的基本工作	188
10.2.1	水平角测设	188
10.2.2	水平距离测设	189
10.2.3	高程测设	189
10.3	测设点位的基本方法	190
10.3.1	直角坐标法	190
10.3.2	极坐标法	191
10.3.3	角度交会法	191
10.3.4	距离交会法	192
10.4	建筑场地的施工控制测量	193
10.4.1	平面施工控制网	193
10.4.2	高程控制	195
10.5	园林建筑物的测设	195
10.5.1	准备工作	195
10.5.2	园林建筑物的定位	196
10.5.3	园林建筑物的测设	197
10.5.4	基础施工测量	198

10.5.5	墙体施工测量	199
10.5.6	不规则图形的园林建筑测设	200
10.6	园林主要工程测设	200
10.6.1	园路的测设	201
10.6.2	公园水体测设	201
10.6.3	堆山测设	201
10.6.4	平整场地的测设	202
10.7	园林树木种植定点放样	202
10.7.1	公园树木种植放线	202
10.7.2	规则园林的种植放线	203
10.7.3	行道树定植放线	204
10.8	地下管道施工测量	204
10.8.1	地下管道放线测设	204
10.8.2	地下管道施工测量	205
第 11 章	土地资源测量	209
11.1	平原地区土地平整测量	210
11.1.1	地块合并测算	210
11.1.2	用方格法平整土地	210
11.2	山地修筑梯田平整测量	213
11.2.1	梯田规划设计	213
11.2.2	梯田定线测量	217
11.2.3	水平梯田施工	219
11.3	果园、桑园放样测量	220
11.3.1	平原地区建园放样	220
11.3.2	山丘地区建园放样	222
11.4	土地整理工程与测量	222
11.4.1	土地整理工程概述	222
11.4.2	土地整理测量	223
第 12 章	渠道测量	227
12.1	渠道选线及中线测量	228
12.1.1	渠道选线	228
12.1.2	渠道控制测量	229
12.1.3	中线测量	230
12.2	渠道纵断面测量	232
12.2.1	纵断面测量外业	232
12.2.2	纵断面测量新方法	234

12.2.3	渠道纵断面图的绘制	234
12.3	渠道横断面测量	235
12.3.1	横断面测量外业	235
12.3.2	横断面图的绘制	236
12.4	渠道土方计算	237
12.5	渠道边坡放样	240
12.5.1	标定中心桩的挖深或填高	240
12.5.2	渠道边坡桩的放样	240
12.5.3	验收测量	241
第 13 章	林区公路测量	242
13.1	概 述	243
13.2	勘测设计	243
13.2.1	林区线路勘测	243
13.2.2	公路选线	244
13.3	路线中线测量	245
13.3.1	转向角的测定	245
13.3.2	里程桩设置	245
13.4	圆曲线测设	246
13.4.1	圆曲线测设	246
13.4.2	困难地段曲线的测设	246
13.5	回头曲线测设	248
13.5.1	回头曲线的计算公式及测设	248
13.5.2	立交回曲线测设	249
13.6	路线纵、横断面测量	249
13.6.1	纵断面测量	249
13.6.2	横断面测量	251
13.7	竖曲线设计	253
13.7.1	竖曲线要素	253
13.7.2	竖曲线的设计和计算	254
13.8	路基设计与放样	255
13.8.1	路基设计	255
13.8.2	路基放样	256
13.9	土石方计算	257
第 14 章	地籍测量	259
14.1	地籍与地籍管理	260
14.1.1	地籍	260

14.1.2	地籍管理	262
14.1.3	地籍测量在地籍管理中的作用	262
14.2	地籍调查	263
14.2.1	土地权属调查	263
14.2.2	土地利用现状调查	270
14.2.3	土地等级与土地税收	272
14.2.4	土地划分与地籍编号	272
14.3	地籍测量	273
14.3.1	地籍平面控制测量	273
14.3.2	界址点坐标测量	274
14.4	地籍图测绘	281
14.4.1	地籍图的分类	281
14.4.2	地籍图的基本内容	282
14.4.3	地籍图的测绘	283
14.5	数字地籍测量	287
14.5.1	数字地籍的主要内容	287
14.5.2	数字地籍的作业模式	288
14.5.3	数字地籍的流程和特点	288
14.5.4	数字地籍的硬件环境	290
14.5.5	数字地籍的软件环境	290
14.5.6	数字地籍测量数据采集	291
14.5.7	数据处理	291
14.5.8	地籍图原图数字化	291
第 15 章	“3S”技术及其应用	294
15.1	全球定位系统(GPS)	295
15.1.1	全球定位系统的组成	295
15.1.2	全球卫星导航系统的定位特点	296
15.1.3	全球定位系统的定位原理	297
15.1.4	GPS 定位模式	298
15.1.5	GPS 测量的实施	300
15.1.6	CORS 技术简介	305
15.2	地理信息系统(GIS)	306
15.2.1	地理信息系统概述	306
15.2.2	GIS 的基本组成	307
15.2.3	常用 GIS 软件简介	308
15.2.4	GIS 的功能	309
15.3	遥感技术(RS)	310

15.3.1	遥感的概念	310
15.3.2	遥感的分类	310
15.3.3	遥感的特点	311
15.3.4	遥感图像目视解译	311
15.3.5	遥感图像处理技术	312
15.4	“3S”技术集成及其应用	313
15.4.1	“3S”技术在农业中的应用	313
15.4.2	“3S”技术在林业中的应用	314
15.4.3	“3S”技术在土地资源管理中的应用	315
参考文献		318