

农情遥感监测

杨邦杰等 著

 中国农业出版社



农情遥感监测

杨邦杰等 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农情遥感监测 / 杨邦杰等著. —北京: 中国农业出版社, 2005. 4

ISBN 7-109-09715-3

I. 农... II. 杨... III. 遥感技术-应用-农业-监测 IV. S127

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 040451 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 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 孟令洋 赵立山

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16.25 插页: 4

字数: 400 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 60.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

农情监测是对农业资源、环境与农业生产过程的监测。农情监测的主要任务是对关系国计民生的耕地、草地、海洋渔业资源，主要粮食与经济作物生长过程进行监测，为生产者、消费者与政府管理部门提供耕地、草地的数量与质量的变化，海洋渔业环境与渔情，主要作物面积、长势、灾害和产量等农情信息。可靠、及时、全面地收集农情信息，对各级政府制订政策，对生产者经营管理是至关重要的。农情监测是确保国家粮食安全、主要农产品供给充足、社会安定与农业可持续发展的重要工作。

近 20 多年来信息技术有了重大的突破，应用遥感 (RS)、地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 技术，以及网络通讯技术监测耕地变化、作物长势与灾害、估计作物种植面积与产量在欧美各国与我国已进入实用阶段。美国与欧盟建立了以遥感技术为基础的农情监测运行系统，应用遥感与通讯技术为农场提供农情信息；监测全球作物长势并预测产量，为国际农产品市场提供服务。农情信息在粮食期货市场、对外贸易等事务中也正产生重要影响，甚至左右农产品市场。国内从 20 世纪 80 年代到 90 年代前期主要研究遥感估产，90 年代后期转向农情遥感监测运行系统的研究与开发。

我国是农产品生产与消费大国。一方面我们对国际市场有着巨大的影响，另一方面国际农产品生产的丰歉、价格的变化，往往直接影响国内的生产和市场。农业面对国际、国内市场的竞争，承担农业结构调整与农民增收，以及确保国家粮食安全重任，迫切需要可靠、及时、全面地获取主要作物的生产信息。中国需要国家一级尺度上的农情遥感监测运行系统。

“九五”期间 (1996—2000) 我们完成了国家级农情遥感监测系统的研究与开发。国家级农情遥感监测系统是以下项目的研究成果：

(1) 农业部农情监测系统预研究，农业部“九五”部重点高新技术和基础研究项目，1996—2000。

(2) 基于多时相 NDVI 特征提取的作物长势模型，国家自然科学基金资助项目，1999—2000。

(3) 农业部资源环境信息服务系统——“九五”国家科技攻关课题“国家级基本资源与环境遥感动态信息服务体系的建立”专题，1996—2000。

(4) 中巴资源卫星数据评价与应用示范——新疆棉花遥感监测系统, 国防科学技术工业委员会, 2000—2001。

国家级农情遥感监测系统实现了以 RS、GIS、GPS (3S 技术), 以及网络通讯等技术为基础, 结合地面监测系统, 研究农业资源与主要农作物农情要素监测的关键技术, 开发覆盖全国的农情监测运行系统并投入应用。研究成果获 2000 年北京市科技进步奖。

“十五”期间 (2001—2005) 继续农情遥感监测系统的研究与运行, 承担的科研与运行项目有:

(1) 农情信息分析系统研究, “十五”国家科技攻关课题“农业信息资源开发与共享技术研究”专题 (2002—2003)。

(2) 大尺度农作物种植面积空间统计方法与可靠性研究, 国家自然科学基金资助项目, 2005—2007。

(3) 全国主要农作物遥感监测, 农业部发展计划司 (1999—现在)。

(4) 东北、华北农用地资源监测, 农业部发展计划司 (2003—2005)。

本书是作者近 10 年来在中国农业工程研究设计院农业部农业资源监测总站从事国家级农情遥感监测系统研究与运行工作的初步总结, 是在研究报告以及曹卫彬、吴全、钱永兰等研究生论文的基础上写成的。全书分三部分共 15 章:

第一部分 (第 1~2 章): 农情遥感监测的技术体系。讨论农情遥感监测的概念与任务, 在回顾国内外发展的基础上提出系统设计方案, 并用作物监测的实例介绍农情遥感监测的技术体系。

第二部分 (第 3~11 章): 数据处理方法与应用分析模型。分析农情遥感监测的关键技术, 包括数据处理方法如遥感图像融合与多源数据复合分析, 以及作物识别、长势评估、面积量算、灾害监测、产量估计等应用分析模型。

第三部分 (第 12~15 章): 国家级农情遥感监测系统的实现与运行。介绍国家级农情遥感监测运行系统的实现与运行, 包括地面调查、背景数据库、运行系统数据流程与应用实例并展望应进一步研究的问题。

书中提供的方法通过实践证明是实用可行的。本书重在系统性、可操作性与实际运用, 可供从事资源、环境、作物遥感监测与决策的科研与管理人员, 以及相关专业的院校师生参考。遥感技术正在高速发展, 农情遥感监测技术需要不断探索。希望读者能从我们的研究、开发与运行工作经验中得到启示, 研究开发更好的方法, 为国家以及全球粮食安全与农业可持续发展, 提供可靠、及时、完备的信息支持。

国家级农情遥感监测系统研究开发与运行项目参加者如下:

中国农业工程研究设计院农业部农业资源监测总站

杨邦杰 博士 研究员
 裴志远 硕士 高级工程师
 焦险峰 博士研究生 高级工程师
 张松岭 硕士 高级工程师
 吴 全 硕士 高级工程师
 王 飞 工程师
 汪庆发 硕士研究生 工程师
 何亚娟 硕士
 孙 丽 硕士

国家卫星气象中心

肖乾广 研究员

中国气象科学研究院

王茂新 研究员

新疆石河子大学

曹卫彬 博士 教授

中国科学院水土保持与生态环境研究中心

钱永兰 博士研究生

全书由杨邦杰组织与统稿,写作分工如下:

前言 杨邦杰

第1章 农情与农情遥感监测 杨邦杰

第2章 农情遥感监测的系统设计与技术体系 杨邦杰

第3章 遥感图像与数据融合 钱永兰

第4章 多源数据复合分析 吴全

第5章 基于光谱特征的作物识别模型 曹卫彬

第6章 作物面积监测 焦险峰、曹卫彬 (§ 6.5)

第7章 长势监测 杨邦杰、裴志远 (§ 7.4, § 7.6)

第8章 干旱监测 肖乾广、孙丽 (§ 8.4)

第9章 洪涝监测 肖乾广、裴志远 (§ 9.4)

第10章 冻害监测 王茂新

第11章 产量估计 何亚娟、肖乾广 (§ 11.5, § 11.6)、焦险峰 (§ 11.3)

第12章 地面调查 吴全、王飞 (§ 12.3.3.2 (2))

第 13 章 背景数据库 吴全

第 14 章 国家级农情遥感监测系统的实现与运行 裴志远、张松岭
(§ 14.4, § 14.5, § 14.6)

第 15 章 结论与展望 杨邦杰

农业部规划设计研究院 (中国农业工程研究设计院) 副院长兼总工程师

杨邦杰 博士

2005 年 4 月 23 日

目 录

前言

第一部分 农情遥感监测的技术体系

第 1 章 农情与农情遥感监测	3
1.1 农情遥感监测系统	3
1.1.1 农情监测	3
1.1.2 农情地面监测	3
1.1.3 农情遥感监测	3
1.2 大尺度农情遥感监测研究进展	4
1.2.1 美国与欧盟的农情遥感监测系统	4
1.2.2 中国资源与作物遥感监测进展	5
1.2.3 农情遥感监测运行系统	6
1.3 农情信息需求调查	6
1.3.1 需求调查总体设计	7
1.3.2 需求调查结果分析	7
1.3.3 农情信息技术需要研究的问题	11
1.4 国家级农情遥感监测系统的研究与开发	12
1.4.1 目标	12
1.4.2 基本思路	12
1.4.3 研究与开发	13
1.4.4 实现与运行方案	13
1.5 小结	14
第 2 章 农情遥感监测的系统设计与技术体系	15
2.1 资源监测与作物监测	15
2.2 资源监测系统设计	15
2.2.1 系统目标	15
2.2.2 资源监测要素	15
2.2.3 系统设计	16

2.2.4 系统实现与运行方案	17
2.3 作物监测系统设计	17
2.3.1 作物监测要素	17
2.3.2 系统设计	17
2.3.3 系统实现与运行方案	18
2.4 作物监测的技术体系——东北大豆生产遥感监测	19
2.4.1 作物监测的技术体系	19
2.4.2 东北大豆的种植制度与布局	19
2.4.3 遥感监测技术路线	20
2.4.4 种植面积的抽样调查	20
2.4.5 重点地区遥感调查	24
2.4.6 管理决策	24
2.4.7 结果分析	526
2.5 小结	26

第二部分 数据处理方法与应用分析模型

第3章 遥感图像与数据融合	29
3.1 数据融合的概念	29
3.2 数据融合的层次	30
3.3 数据融合的应用现状	30
3.3.1 数据源	30
3.3.2 方法与应用	31
3.4 遥感图像融合	33
3.4.1 常用的遥感图像类型	33
3.4.2 常用的融合模型	40
3.4.3 融合流程	41
3.5 遥感图像融合实例	42
3.5.1 数据源及研究区概况	42
3.5.2 试验目标与方案设计	43
3.5.3 数据处理过程	43
3.5.4 结果评价与讨论	45
3.6 小结	47
第4章 多源数据复合分析	48
4.1 概述	48
4.1.1 多源数据复合分析的概念	48

4.1.2 多源数据复合分析的应用	48
4.2 多源数据复合分析方法	48
4.2.1 RS数据之间的复合	49
4.2.2 RS与GIS数据复合	53
4.2.3 RS与GPS数据复合	54
4.2.4 GIS数据之间复合	55
4.2.5 GIS数据与属性数据复合	57
4.3 基于多源数据复合分析的作物识别	58
4.3.1 应用背景数据库提取和处理数据	59
4.3.2 地面调查	59
4.3.3 数据复合分析	60
4.3.4 技术流程	61
4.4 小结	61
第5章 基于光谱特征的作物识别模型	62
5.1 作物识别方法	62
5.1.1 作物识别	62
5.1.2 遥感图像特征	62
5.1.3 作物的光谱特征	62
5.1.4 作物识别的基本过程	64
5.1.5 基于光谱特征的作物识别模型	65
5.2 基于光谱特征的作物识别模型的建立	65
5.2.1 基本思路	65
5.2.2 技术路线	65
5.2.3 作物光谱测定与最佳时相确定	66
5.2.4 作物光谱测定数据处理与分析	67
5.2.5 棉花遥感识别模型的建立	69
5.2.6 棉花识别模型的验证	73
5.3 新疆棉花遥感监测区划	74
5.3.1 棉花区划与遥感监测区划	74
5.3.2 自然地理特点与种植制度	75
5.3.3 遥感监测区划的内容与方法	77
5.3.4 遥感监测图像信息源区的划分	78
5.3.5 棉花遥感识别最佳时相区的划分	78
5.3.6 根据作物农时历进行最佳时相区划分	78
5.3.7 根据作物地面光谱测量数据进行最佳时相区划	80
5.3.8 新疆棉花遥感监测棉花识别区划	80
5.3.9 新疆棉花遥感监测区划	82

5.4 模型应用——新疆棉花种植面积监测	83
5.4.1 棉花种植面积监测的技术流程	84
5.4.2 遥感图像处理与预判	85
5.4.3 棉花识别与提取	89
5.4.4 棉花种植面积估算	89
5.4.5 新疆棉花种植面积遥感估算外推	92
5.5 小结	94
第6章 作物面积监测	95
6.1 概述	95
6.1.1 作物面积监测	95
6.1.2 目标	95
6.2 作物面积监测的技术路线	95
6.2.1 美国与欧盟的技术路线	95
6.2.2 中国的技术路线	96
6.3 全国作物面积遥感监测抽样设计——以棉花为例	97
6.3.1 新疆棉区	97
6.3.2 黄淮海和长江中下游棉区	101
6.4 作物面积总量估计	103
6.5 线状地物面积提取与扣除方法	104
6.5.1 线状地物对面积监测的影响	104
6.5.2 线状地物面积提取与扣除方法	104
6.5.3 田间试验	106
6.5.4 结果分析与验证	107
6.6 作物面积遥感监测	108
6.6.1 调查范围	108
6.6.2 遥感数据	109
6.6.3 地面调查	109
6.6.4 图像解译	111
6.6.5 面积量算与统计	112
6.7 小结	112
第7章 长势监测	114
7.1 概述	114
7.1.1 长势监测	114
7.1.2 长势监测的目的	114
7.1.3 长势遥感监测特点	114
7.2 长势的定义与参数	114

7.2.1 长势的定义	114
7.2.2 长势参数的差异与共性	115
7.3 长势遥感监测的可行性	115
7.3.1 基本思路	115
7.3.2 NDVI 与 LAI	116
7.3.3 长势遥感监测的可行性	116
7.4 NDVI 的时空特征提取与作物长势模型设计	116
7.4.1 长势模型设计的思路	116
7.4.2 多时相 NDVI 数据库	117
7.4.3 多时相 NDVI 数据库的特征提取	118
7.4.4 作物长势模型设计	119
7.5 长势监测的遥感模型	120
7.5.1 评估模型	120
7.5.2 诊断模型	120
7.6 冬小麦与秋粮的长势监测	121
7.6.1 长势遥感监测过程	121
7.6.2 全国作物长势图	121
7.6.3 长势遥感监测报告	122
7.7 小结	124
第 8 章 干旱监测	126
8.1 概述	126
8.1.1 干旱遥感监测	126
8.1.2 干旱遥感监测进展	126
8.1.3 目标	127
8.2 干旱遥感监测指标	128
8.2.1 干旱的气象学标准	128
8.2.2 干旱监测指标	128
8.3 干旱遥感监测模型	129
8.3.1 热惯量方法	129
8.3.2 植被指数距平法	131
8.3.3 植被干旱指数	132
8.3.4 植被供水指数	132
8.3.5 缺水系数	132
8.3.6 模型应用	132
8.4 干旱遥感监测运行系统	134
8.4.1 系统设计	134
8.4.2 关键技术	136

8.4.3 运行系统技术方案	137
8.5 小结	138
第9章 洪涝监测	140
9.1 概述	140
9.1.1 洪涝遥感监测	140
9.1.2 技术路线	140
9.2 洪涝监测原理	141
9.3 洪涝监测方法	141
9.3.1 云干扰检测	142
9.3.2 水体识别	143
9.3.3 洪涝面积计算	144
9.3.4 微波遥感洪涝监测	145
9.4 洪涝监测运行系统	145
9.4.1 洪涝水体的判别	145
9.4.2 洪涝区面积量算	145
9.4.3 数据处理流程	146
9.4.4 应用试验	146
9.4.5 结果分析	147
9.5 小结	148
第10章 冻害监测	149
10.1 概述	149
10.2 技术路线	149
10.3 气象数据预处理	150
10.4 遥感数据预处理	152
10.5 监测分析与讨论	154
10.5.1 监测分析	154
10.5.2 结果讨论	154
10.6 小结	155
第11章 产量估计	156
11.1 产量估计的技术路线	156
11.1.1 基本思路	156
11.1.2 单产模型	156
11.1.3 总产模型	158
11.2 水稻单产气象模型	158
11.2.1 单产气象模型	159

11.2.2	单产估计流程	160
11.2.3	单产模型建立	160
11.2.4	试验结果分析	160
11.2.5	模型验证与误差分析	161
11.3	玉米单产遥感模型	162
11.3.1	单产遥感模型	162
11.3.2	数据采集	162
11.3.3	模型建立	163
11.3.4	试验结果分析	166
11.4	基于作物生长模型的小麦单产估计	166
11.4.1	作物生长模型	166
11.4.2	作物生产模型的建立	166
11.4.3	试验结果分析	169
11.5	根据单产估计总产量	170
11.5.1	根据单产估计总产量	170
11.5.2	根据单产估计总产量的变化率	170
11.6	基于净初级生产力估计的总产模型	170
11.6.1	模型建立	171
11.6.2	净初级生产力计算	171
11.6.3	产量估计	172
11.6.4	结果分析	173
11.7	小结	174

第三部分 国家级农情遥感监测系统的实现与运行

第 12 章	地面调查	177
12.1	地面监测与地面调查	177
12.1.1	地面监测系统	177
12.1.2	地面调查	177
12.1.3	地面调查目标	177
12.2	地面调查方法	178
12.2.1	调查方法	178
12.2.2	调查时间	179
12.2.3	抽样方案	179
12.2.4	地面样方设计	181
12.3	基于 GPS 的地面调查数据采集	182
12.3.1	准备工作	182

12.3.2 随机点采样与线采样	183
12.3.3 样方采样	184
12.4 数据处理	187
12.4.1 航迹点	187
12.4.2 样点	187
12.4.3 样线	187
12.4.4 样方	188
12.4.5 遥感图像与照片编辑	188
12.4.6 文件入库	188
12.5 地面调查数据的应用	188
12.5.1 解译分区	188
12.5.2 解译标志	188
12.5.3 遥感图像的几何纠正	188
12.5.4 样方数据的使用	188
12.5.5 数据更新	189
12.6 小结	189
第 13 章 背景数据库	191
13.1 概述	191
13.2 目标与需求分析	191
13.3 功能与结构设计	192
13.3.1 数据采集与编辑	192
13.3.2 数据检索	192
13.3.3 空间数据库与属性数据库的联结	193
13.3.4 结构与系统设计	194
13.3.5 制图	199
13.3.6 系统日志	199
13.4 数据源分析	200
13.4.1 空间数据	200
13.4.2 属性数据	200
13.5 信息分类编码体系	201
13.5.1 空间信息分类及编码体系	201
13.5.2 属性信息分类及编码体系	203
13.6 统计数据处理	203
13.6.1 数据特点	203
13.6.2 数据处理	203
13.6.3 数据一致性	204
13.7 小结	205

第 14 章 国家级农情遥感监测系统的实现与运行	206
14.1 国家级农情遥感监测	206
14.2 运行系统实现	206
14.2.1 系统功能	206
14.2.2 数据流程	207
14.3 作物监测系统运行	208
14.3.1 监测内容	208
14.3.2 监测范围	209
14.3.3 时间与进度	209
14.3.4 作业流程	209
14.3.5 运行系统管理	214
14.4 资源监测系统的实现	214
14.4.1 基本思路	214
14.4.2 地面调查	214
14.4.3 图像处理和解译	215
14.4.4 统计分析汇总	216
14.5 土地利用遥感调查的关键技术	216
14.5.1 遥感图像波段选择	216
14.5.2 遥感图像时相选择	217
14.5.3 解译标志库的建立	217
14.5.4 解译过程中的经验	217
14.5.5 线状地物的扣除方法	218
14.5.6 野外地面调查样区的选择	218
14.6 东北地区土地利用遥感调查	218
14.6.1 监测区的基本情况	218
14.6.2 图像的选择与处理	219
14.6.3 解译标志建立	220
14.6.4 统计结果分析	222
14.7 小结	222
第 15 章 结论与展望	224
15.1 结论	224
15.2 展望	224
参考文献	226
附录：彩图	

第一部分

农情遥感监测的技术体系

