



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

精细农业

Precision Agriculture

主编 何 勇 赵春江



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

精 细 农 业

主 编 何 勇 赵春江
副主编 杨 青 洪添胜
朱 艳 冯 雷



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP)数据

精细农业 / 何勇, 赵春江主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2010. 12

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-308-08235-8

I. ①精… II. ①何… ②赵… III. ①遥感技术—应用—农业—高等学校—教材②地理信息系统—应用—农业—高等学校—教材③全球定位系统(GPS)—应用—农业—高等学校—教材 IV. ①S127

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010)第 243009 号

精 细 农 业

何 勇 赵春江 主编

责任编辑 李桂云

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 26

字 数 601 千

版 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08235-8

定 价 43.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

《精细农业》编著人员

主 编 何 勇 赵春江

副 主 编 杨 青 洪添胜
朱 艳 冯 雷

参加人员 (以姓氏笔画为序)

方 慧	王宏斌	王金武	王 珂	王福林
邓 烈	冯 雷	刘 飞	刘燕德	朱 艳
何 勇	张海辉	张淑娟	李 震	李道亮
杨术明	杨 青	陈立平	陈天恩	孟志军
郑文刚	洪添胜	赵春江	姚 霞	熊本海

前言

农业经历了原始农业、传统农业和现代农业三个主要发展阶段。20 世纪以来,在石油农业的发展取得成就的同时,也带来了严重的环境问题。对此,人们提出了一系列替代农业对策,如回归型农业、生态农业、有机农业和综合农业等发展模式。自 20 世纪 90 年代以来,随着全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、遥感技术(RS)、变量处理设备(VRT)和决策支持系统(DSS)等的发展,精细农业作为基于信息科技的集约化农业问世了,并成为农业可持续发展的热门领域。精细农业的核心是在获取地块中每个小区土壤、农作物等信息的基础上,诊断作物长势和产量在空间或时间上存在差异的原因,并按每一个小区做出决策,准确地地在每一个小区上进行播种、灌溉、施肥和喷药等作业,以达最大限度地提高水、肥和农药等农资的利用效率,增加产量,减少对环境污染的目的。

精细农业的实践表明,实施精细农业不仅具有重要的经济效益,而且具有显著的社会和生态效益。国外许多大学已经将精细农业课程列为农业工程类专业和其它相关专业的专业基础必修课。我国许多高校和科研院所,已经开始了精细农业关键技术的研究和实践,许多高校都将精细农业课程列为农业工程类各专业的专业基础必修或选修课,或作为相关专业的全校性选修课,并在硕士和博士培养计划中也开设了该门课程。2003 年,由浙江大学牵头,组织了国内相关高校编著了精细农业普通高等教育“十五”国家级规划教材。2006 年通过教育部评审,本教材作为修订版本,被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。因此,我们在原“十五”国家级规划教材的基础上,组织多个院校和研究单位的专家进行重新编著,本教材也可作为研究生的教学参考书。

本教材共分 9 章。第 1 章为概述,主要介绍了精细农业的基本概念、技术思想、技术支撑及国内外精细农业的发展概况。第 2 章为全球定位系统及其应用,系统地介绍了全球定位系统的发展过程,GPS 的组成及定位原理,GPS 接收机的工作原理和测量误差的来源及影响因素。第 3 章为地理信息系统及其应用,系统介绍了地理信息系统的特征及其分类,空间数据的基本特征、结构与组织管理,GIS 的基本功能及



其常用的软件平台,通过实例介绍了 GIS 在精细农业中的应用。第 4 章遥感技术及其应用,介绍了遥感的基本概念与分类,大气的透过特性与大气窗口,航空遥感与航天遥感技术,地物和植物光谱的反射特性,以及精细农业中常用的典型遥感图像处理软件。第 5 章为信息检测与解析,详细介绍了农田和作物信息常见参数的检测方法与相应的传感器,以及信号处理和图像检测的常用方法和手段。第 6 章为智能决策处方生成,介绍了决策支持技术、智能管理分区技术、精确管理决策支持系统,及其在精细农业中的应用。第 7 章为智能化农业机械装备技术,介绍了适应精细农业的智能化农业机械装备,支持精细农业的变量作业机械和农业机器人的工作原理。第 8 章为精细农业技术集成与应用,主要从数据交换、软件集成、硬件通讯及智能控制集成技术三个层面,介绍精细农业技术集成平台及其应用。第 9 章为精细农业典型示范案例,介绍了目前国内各具特色的精细农业发展模式。作为一本完整的教材,本书各章均配备有一定数量的思考题和习题,以利学习。为了配合各高校精细农业教学和学生学习的需要,本教材还配制了与本课程相配套的光盘版和网络版教学课件及教学实验设备。

本书由浙江大学何勇教授和国家农业信息化工程技术研究中心赵春江研究员任主编。西北农林科技大学杨青教授、华南农业大学洪添胜教授、南京农业大学朱艳教授和浙江大学冯雷副教授任副主编。各章分工如下:冯雷(浙江大学)负责第 1、2 章,杨青、王宏斌(西北农林科技大学)负责第 3 章,方慧(浙江大学)负责第 4 章,何勇、刘飞、聂鹏程(浙江大学)负责第 5 章,朱艳、姚霞(南京农业大学)负责第 6 章,洪添胜、李震(华南农业大学)负责第 7 章,赵春江、陈立平(国家农业信息化工程技术研究中心)负责第 8、9 章。参加编写及提供和整理资料的还有山西农业大学的张淑娟,东北农业大学的王福林、王金武,西北农林科技大学的张海辉,宁夏大学的杨术明,国家农业信息化工程技术研究中心的孟志军、郑文凤、陈天恩,浙江大学的王珂,中国农业大学的李道亮,中国农业科学院北京畜牧兽医研究所的熊本海,中国农业科学院柑橘研究所邓烈等,对此表示衷心的感谢。

本书参考了国内外同行的相关论著中的观点和图表资料,由于篇幅限制,没能一一列出,谨此致谢。本书中的部分成果得到了国家科技支撑计划、国家 863 计划、国家自然科学基金和高等学校优秀青年教师教学科研奖励基金等多项课题的资助。浙江大学出版社和浙江大学本科生院也为本书的出版给予了大力支持。在此一并致谢。

限于编著者的水平,书中的不妥和错误之处,恳请专家和读者批评指正。

编著者
2010 年 10 月

目 录

1 概述	1
1.1 精细农业的基本概念	1
1.2 精细农业的技术思想	5
1.3 精细农业的技术支撑	9
1.3.1 全球定位系统	9
1.3.2 地理信息系统与地图软件	10
1.3.3 产量分布图生成系统	11
1.3.4 变量控制技术	13
1.3.5 农业生物信息采集技术	15
1.3.6 遥感技术	16
1.3.7 作物生产模型	18
1.3.8 决策支持系统	19
1.3.9 智能化变量农作机械	20
1.4 国内外精细农业的发展概况	21
1.4.1 国外精细农业的发展	21
1.4.2 国内精细农业的发展	24
2 全球定位系统及其应用	30
2.1 卫星定位技术的发展	30
2.2 GPS 系统构成	34
2.2.1 空间部分	34
2.2.2 地面监控部分	35
2.2.3 用户设备部分	37
2.3 GPS 基本原理和方法	41
2.3.1 GPS 卫星信号	41
2.3.2 GPS 坐标系统	43



2.3.3	GPS 基本原理	44
2.3.4	GPS 定位中的误差源	47
2.3.5	差分 GPS	51
2.3.6	GPS 数据格式	55
2.3.7	GPS 定位信息由大地坐标转换为平面导航坐标	56
2.4	GPS 系统的特点及其应用	57
2.4.1	GPS 系统的特点	57
2.4.2	GPS 的广泛应用	59
2.5	GPS 在精细农业装备中的应用示例	67
2.5.1	农业车辆自动导航集成定位系统	67
2.5.2	便携式 GPS 面积测绘仪	72
2.5.3	基于 GPS 定位的土壤水分快速测量仪	75
2.6	其他卫星定位系统的介绍	78
2.6.1	俄罗斯 GLONASS 系统	78
2.6.2	伽利略系统	79
2.6.3	中国北斗卫星导航系统	81
3	地理信息系统及其应用	83
3.1	地理信息系统概述	83
3.1.1	地理信息与地理信息系统	83
3.1.2	GIS 的特征及分类	84
3.1.3	GIS 的组成	85
3.2	GIS 的数据组织管理	89
3.2.1	空间数据及其特征	89
3.2.2	空间数据结构简介	94
3.3	GIS 的基本功能	102
3.3.1	数据的输入	103
3.3.2	图形与文本编辑功能	104
3.3.3	数据的存储与管理功能	106
3.3.4	空间查询与空间分析功能	108
3.3.5	数据输出与表达功能	111
3.4	GIS 软件平台简介	111
3.4.1	MapInfo Professional 软件	111
3.4.2	ArcView 软件	116
3.4.3	其它 GIS 软件平台	122
3.5	GIS 的发展趋势	122
3.6	GIS 在精细农业中的应用	127
3.6.1	概述	127

3.6.2	GIS 在草原资源调查中的应用	127
3.6.3	GIS 在变量施肥系统中的应用	134
3.6.4	小汤山精细农业示范基地 GIS 的组成与应用	136
3.6.5	基于 WebGIS 的应用	143
4	遥感技术及其应用	154
4.1	遥感的概念及特点	154
4.1.1	遥感的概念	154
4.1.2	遥感技术的特点	154
4.1.3	遥感的基本原理	155
4.1.4	遥感系统组成	156
4.2	遥感技术的分类	157
4.2.1	按遥感平台高度	158
4.2.2	按传感器探测波段	158
4.2.3	按成像信号能量来源	158
4.2.4	按应用特点	158
4.3	大气的透过特性和大气窗口	159
4.3.1	大气的透过特性和大气窗口	159
4.3.2	透射特性与遥感信息的关系	160
4.4	航空遥感技术	160
4.4.1	航空遥感平台	161
4.4.2	传感器	161
4.4.3	信息的传输与处理	161
4.4.4	航空摄像机	162
4.4.5	航空像片的特征	162
4.5	航天遥感技术	164
4.5.1	航天遥感的数据获取	165
4.5.2	陆地卫星 Landsat	166
4.5.3	卫星像片特征	168
4.5.4	RBV 像片	169
4.5.5	多光谱扫描仪(MSS)	170
4.5.6	专题制图仪(TM)图像	171
4.6	地物、植物光谱反射特性	172
4.6.1	地物光谱特性的概念	172
4.6.2	地物的反射光谱特性	173
4.6.3	地物的发射光谱特性	175
4.6.4	地物的透射光谱特性	176
4.6.5	环境对地物光谱特性的影响	176



4.7 典型遥感软件介绍	177
4.7.1 ENVI	177
4.7.2 ERDAS	179
4.7.3 PCI	180
4.8 遥感的农业应用	181
4.8.1 土壤分析和调查	182
4.8.2 农用土地资源的监测与保护	186
4.8.3 农业气象灾害监测、评估与预测	189
4.8.4 农作物的长势与产量的遥感监测与估算	192
4.8.5 农作物生态环境监测和保护	193
4.8.6 遥感技术在国际上的应用状况简介	194
5 信息检测与解析	196
5.1 植物生长信息检测与解析	196
5.1.1 植物营养信息快速检测与解析	196
5.1.2 植物生理生态信息快速检测与解析	201
5.1.3 植物形态信息快速获取与解析	201
5.1.4 植物病、虫、草害信息检测与解析	203
5.2 土壤信息检测与解析	207
5.3 农业小气候信息检测与解析	209
5.4 农产品信息检测与解析	212
5.4.1 农产品形态信息检测与解析	212
5.4.2 农产品色泽信息检测与解析	213
5.4.3 农产品品质指标检测与解析	213
5.4.4 农产品安全指标检测与解析	214
6 智能决策处方生成	218
6.1 决策支持系统的概念、类型与特征	218
6.1.1 决策支持系统的基本概念和结构	218
6.1.2 农业决策支持系统的类型与特征	220
6.2 农业智能管理分区技术	222
6.2.1 农业基础要素的空间插值分析	222
6.2.2 农业智能管理单元的划分	224
6.3 基于模型和 3S 的精确管理决策支持系统	224
6.3.1 模型和 RS 技术的耦合机制与功能	225
6.3.2 模型和 GIS 技术的耦合机制与功能	226
6.3.3 精确管理决策支持系统的结构与功能	227
6.4 精确管理决策支持系统的应用案例	229

7 智能化农业机械装备技术	232
7.1 农业机械自动导航技术及其应用	232
7.1.1 农业机械自动导航技术概述	232
7.1.2 农业机械导航技术及应用	234
7.1.3 农业机械导航控制	242
7.1.4 发展农业导航要注意的问题	244
7.2 智能化农业作业技术装备	245
7.2.1 精细变量施肥机	245
7.2.2 精细变量喷药机	247
7.2.3 精确变量播种机	250
7.2.4 精确变量处方灌溉设备	252
7.3 具有测产功能的谷物联合收获机	253
7.3.1 结构原理	254
7.3.2 谷物联合收获机产量传感器和部件	254
7.3.3 产量图的形成	260
7.3.4 美国“绿色之星”精准农业技术系统简介	261
7.3.5 美国 CASE2366 谷物联合收割机 AFS 系统简介	263
7.4 农业机械通信总线 标准 ISO 11783	266
7.4.1 CAN 协议概述	267
7.4.2 ISO11783 总线标准介绍	267
7.4.3 ISO 11783 农机总线应用举例	271
7.5 精细农业的发展前景	272
7.5.1 精细农业研究展望	272
7.5.2 开展精细农业面临的问题	274
8 精细农业技术集成与应用	276
8.1 精细农业数据模型与交换标准	277
8.1.1 精细农业数据概念模型	277
8.1.2 精细农业数据逻辑模型	280
8.2 精细农业软件集成平台	281
8.2.1 平台架构	282
8.2.2 基础运行环境与工具	284
8.2.3 软构件及其组装规范	286
8.2.4 平台运行机制与应用系统开发	292
8.3 精细农业通讯与智能控制技术集成	300
8.3.1 硬件通讯技术集成平台	300
8.3.2 农机作业单元通讯与控制	303



8.3.3 农田信息获取无线传感器网络	312
8.3.4 农机作业远程通讯与监控	319
9 精细农业典型示范案例	326
9.1 大田精准生产技术集成示范	326
9.1.1 精细农业技术装备引进与应用基地建设	327
9.1.2 精细农业技术应用	329
9.1.3 应用效果与效益	333
9.2 果园精细管理技术集成应用	334
9.2.1 基本情况	334
9.2.2 果园精细管理技术体系规划	335
9.2.3 山地果园营养分布现状图制作与精准施肥技术	336
9.2.4 果园旱情预警与精准水分管理技术	340
9.2.5 柑橘果实品质非损伤检测与成熟期预测技术建立	343
9.2.6 果园产量估测技术与采收管理信息系统建立	345
9.3 设施农业精细管理技术集成示范	348
9.3.1 北京市大兴区设施农业精准生产技术应用总体情况	349
9.3.2 大兴区采育镇鲜切菊花生产基地精细农业应用典型案例	352
9.3.3 大兴区苗圃花卉生产基地精细农业典型应用案例	357
9.3.4 应用效益分析	362
9.4 水产精细养殖技术集成示范	363
9.4.1 基本概况	363
9.4.2 硬件系统	365
9.4.3 软件系统	369
9.4.4 软硬件系统的集成	371
9.4.5 应用效果与效益	372
9.5 畜禽精细养殖技术集成示范	380
9.5.1 主要畜禽精细养殖技术的研发情况	380
9.5.2 种猪与商品猪精细饲养技术与信息平台的构建	381
9.5.3 泌乳奶牛精细饲养技术与信息平台的构建	389
9.6 精细农业技术应用总结分析	395
参考文献	398

1

概述

1.1 精细农业的基本概念

21 世纪,人类正在逐步进入知识经济社会的大门。信息技术的高速发展,已使它迅速渗透到国民经济的各个部门,改变着人们的生活方式、工作方式和思维方式,引发许多传统技术思想和观念的革命。国际竞争,将更多地转向以知识为基础的科学技术与产业技术的竞争。农业是国民经济的基础产业,保障世界的食物安全和农业的可持续发展,是全球性的永恒主题。过去的 50 年里,世界农业发生了重大变化。农业生产通过生物和农艺技术的进步和支持,以及将生物和农艺技术转化为大规模生产力的现代农业工程技术、农业系统经营管理技术的不断改善,使得世界食品产量的增长,超过了人口的增长速度。20 世纪后半叶,世界农业的高速发展,基本上是靠生物遗传育种技术的进步,耕地和灌溉面积的扩大,物理与化学产品投入的大量增加,机械动力与矿物能源大量投入的条件下获得的。由此而引起的水土流失、生态环境恶化、生物多样性损害等问题,已经引起国际社会的严重关切,并成为推动技术创新,实现农业可持续发展的重要驱动力。

改革开放以来,中国农业和农村经济得到了飞速发展,但仍面临严峻的挑战。我国化肥的生产量和施用量居世界首位,单位面积使用量是美国的 2.6 倍。但是,化肥农药利用效率很低,我国化肥的利用率,氮为 30%~35%,磷为 10%~20%,钾为 35%~50%,农药利用率在 30%左右,可见,这必将对环境造成严重威胁。我国水资源严重匮乏,而降水利用率不足 35%,只是发达国家的 1/3,节水已成为一项紧迫而繁重的任务。我国每公顷耕地平均拥有农用动力 1kW 左右,相当于美国的两倍,然而我国的农业发展水平却远远低于美国。我国农业应尽快实现从粗放耕种到精细农作的转变。农业科技发展纲要提出:“推进新的农业科技革命,实现传统农业向现代农业的跨越。”

“实现传统农业向现代农业的跨越,尽快缩小与发达国家的差距,必然要在农业



科学研究与技术开发上取得重大突破,促使先进适用技术及时充分地应用到农业生产中去,加速科学技术、特别是高新技术全面向农业渗透,大幅度提高农业科技整体水平,实现农业生产水平质的飞跃”。知识经济时代,迅速发展与普及的计算机和信息技术将推动人们在科学利用资源潜力,发展节本增效生产方式,改善和保护生态环境,实现基于信息和知识的生产过程管理决策方面,突破许多传统的模式和观念。它对传统产业的改造日益广泛和深刻,对农业更有其特殊意义。

精细农业(Precision Agriculture,缩写 PA)是 20 世纪 80 年代末由美国、加拿大的一些农业科研部门提出的,目前,日本、英国、丹麦、中国等国也正在积极进行这方面的研究并付诸实践。精细农业是一种以现代知识和技术为基础的农业微观管理系统,其核心是根据当时、当地测定的作物实际需要确定对作物的投入。这种具有创新意义的技术思想,已经引起一些国家政府和科技决策部门的重视。美国国家研究委员会(National Research Council)为此曾专门立项组织了一个由一批多学科著名专家组成的专家组对有关发展研究进行了评估,研究报告经过由美国科学院、工程院和医学科学院院士组成的评估组进行审议后,于 1997 年发表了“Precision Agriculture in the 21st Century—Geospatial and Information Technologies in Crop Management”研究专著,全面分析了美国农业面临的压力以及信息技术为改善作物生产管理决策和改善经济效益提供的巨大潜力,阐明了“精细农业”技术体系研究的发展现状,面临的问题及其支持技术产业化开发研究的机遇等。1998 年夏,日本政府拨专款支持若干大学进行“精细农业”应用研究,日本农林水产省已与洋马公司和久保田公司等企业合作成立了研究机构,开发利用卫星定位系统的农业机械技术。据测算:采用精细农业技术,可以节约 30% 以上的肥料和农药,可使作物生产成本降低 20% 以上。在减少投入的情况下增加(或维持)产量,一是节约资源、降低成本,二是减少环境污染、保护生态环境。因此,实行精细农业技术成为近几年兴起的新热点。

遥感(Remote Sensing,缩写 RS)和地理信息系统(Geographic Information Systems,缩写 GIS)技术 20 世纪 80 年代就已用于农业领域并发挥了良好作用。1993 年,美国的全球定位系统(Global Positioning System,缩写 GPS)民用后,使这三项技术构成了一个相得益彰的完整体系,俗称 3S 技术。它在农业中的应用如图 1.1 所示,利用 RS 作宏观控制,GPS 精确定位地面位置点到米级,GIS 将地面信息(地形地貌、作物种类和长势、土壤质地和养分水分状况等)进行储存、处理和输出,再与地面的信息转换、实时控制、地面导航等系统相配合,按区内要素的空间变量数据精确设定最佳耕作、施肥、播种、灌溉、喷药等多种农事操作。传统农业是以亩,甚至百亩为单位的地块作为统一操作单元的,而同一地块单元内的地形、土壤、作物生长状况差异很大,3S 技术则可将操作单元缩小到平方米,使传统的粗放生产变为精细农作,从而显著提高水、肥、药的利用效率,实现以最经济的投入获得最佳产出及减少对环境的污染的目标。精细农业技术不仅适用于种植业,也适用于畜牧业、园艺和林业。精细农业在美国和欧洲一些国家已进行试验和推广应用,并取得了显著效果。以荷兰、以色列两国为例,以色列目前实控面积 $2.78 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中 2/3 为丘陵和沙漠,气候



干燥,年平均降雨量约为 300mm,平均淡水资源仅 $16 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均占有淡水资源不到 300 m^3 ,仅相当于我国的 1/8。从 20 世纪 50 年代至 1995 年,在没有增加水资源的条件下,农业产值增长了 12 倍。荷兰也是人多地少、农业土地资源相当贫乏的国家,经过多年的发展,已成为世界第三大农产品出口国,农产品出口创汇占全国出口创汇收入的 1/4。以色列、荷兰都是小国,他们大力推动农业科技研究与科技创新,对世界农业生产与农业科技发展做出了举世瞩目的重大贡献。荷、以两国在农业工程高新技术应用研究和农业工程设备产业发展方面的经验,对于推动我国农业科技现代化和农业科技创新工程的实践都有重要现实意义。

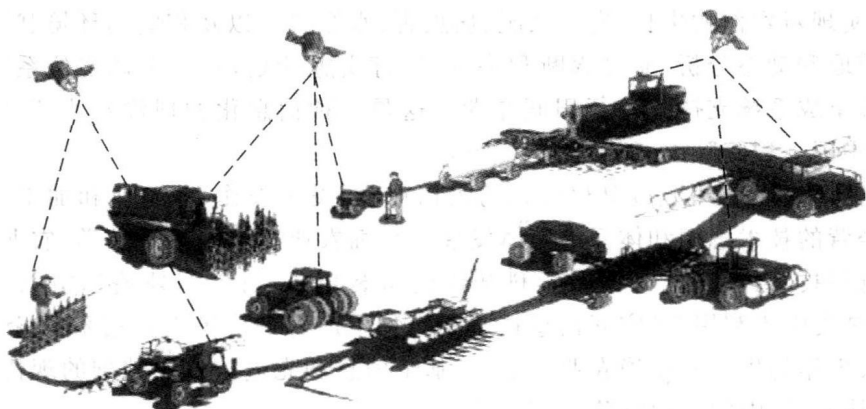


图 1.1 先进农作技术

信息技术支持下的农业,由经验性到量化、规范、集成和智能化;由粗放生产到精细操作;由分散封闭到有效获取和利用信息;由经济判断到宏观测报和科学管理,是传统农业的一次深刻革命。抓住信息化改造的机遇,中国农业就会提升到一个新的水平,就会在向现代农业和市场经济的转变中,显著提高人力、物力和财力的投入效益,减少和避免损失。显然,被认为是 21 世纪农业在信息社会发展必然结果的精细农业也是中国农业发展的必由之路。精细农业是基于现代电子信息技术、作物栽培管理助决策支持技术和农业工程装备技术等集成组装起来的作物生产精细经营管理技术。其主要目标是更好地利用耕地资源潜力,减少投入,提高产量,降低生产成本,减少农业活动带来的不良环境后果,实现农业生产系统的可持续发展。它是走向知识经济时代人们利用信息技术革命和现代农业科技成果经营农业的技术思想的革命。

“精细农业”一词,译自国外近几年来趋于统一的“Precision Farming”或“Precision Agriculture”。20 世纪 80 年代初国外开始的有关技术思想的早期实践,曾使用过:“Spatially-Variable Crop Management”(空间变量作物管理)、“Prescription Agriculture”(处方农业)、“Prescription Farming”(处方农作)等名称,到 90 年代中期,由于 GPS、GIS 等的集成应用和有关装备技术的产业化,统一为“Precision Agriculture”和“Precision Farming”的学术名词在国际科技与产业界广泛采用。国内一些学者曾



将其译作“精确农业”、“精准农业”、“精致农业”、“精细农作”等,本书将其统一为“精细农业”。许多学者和机构对“精细农业”的概念和内涵进行了界定和描述,从不同的角度提出了许多有见地的论述,主要有:

①“精细农业是利用信息技术,收集多种资源的数据,产生相关的作物生产决策的经营管理策略。”(美国国家研究委员会,1997)

②“精细农业是将遥感、地理信息系统、全球定位系统、计算机技术、通讯和网络技术,自动化技术等高科技与地理学、农业生态学、植物生理学、土壤学等基础学科有机地结合起来,实现在农业生产全过程中对农作物、土地、土壤从宏观到微观的实时监测,以实现对农作物生长、发育状况、病虫害、水肥状况以及相应的环境状况进行定期信息获取和动态分析,通过诊断和决策,制订实施计划,并在全球定位系统与地理信息系统集成系统支持下进行田间作业。这是一种信息化的现代农业。”(中国科学院院士、中国工程院院士 李德仁)

③“精细农业是基于知识和信息的大田作物、设施农作、养殖业和加工业的精细管理与经营的技术思想和体系的整体发展。精细农业技术体系是农学、农业工程、电子与信息科技、管理科学等多种学科知识的组装集成,目前国外关于精细农业的研究,主要是集中于利用 3S 空间信息技术和作物生产管理决策支持技术(DSS)为基础的面向大田作物生产的精确农业技术,即基于信息和先进技术为基础的现代农田‘精耕细作’技术。”(中国工程院院士 汪懋华)

④“精细农业”基于土壤精细管理的概念,是在田间按照具体小区的情况调整管理措施,以提高产量、减少环境危害的农业生产方式。

⑤“精细农业”是通过使用产量图和传感器的感应方法、有效的模拟模型方法,用来预测最优的管理实践的时间,从而调整和改善土地和农业管理,以满足异质性田间植物的资源需求,避免产量受到环境极限的限制。

⑥“精细农业”是基于不同尺度的环境及生物生长信息采集、传递、反馈,包括大尺度下的基于 3S(GPS、GIS、RS)的信息和基于生物生产认知水平的全过程精细判别以及基于智能化生产设备的准确控制,实现高效率、高收益、低环境危害的可持续农业生产模式。

⑦“精细农业”是利用 3S 空间信息技术和作物生产管理决策支持技术(DSS)为基础的面向大田农作物生产的农作技术体系。

⑧“精细农业”是信息技术在农业中的应用,是一种以知识为基础的农业管理系统,是关于农业管理系统的战略思想。它的全部概念建筑在“空间差异”的数据采集和数据处理上,核心是根据当时、当地作物实际需要确定对作物施用化肥或农药等的投入。

尽管存在多种不同的表述,但人们对精细农业的理解都包含以下几个共同点。

①精细探索差异,采取针对性调控措施,随时随地挖掘潜力,达到全局优化;

②以 GPS、GIS、RS、DSS、先进传感技术、智能控制技术、计算机软硬件技术、网络技术、通讯技术等作为高新技术手段;



③通过合理调控、提高效率来提升正面效果,抑制负面效应,全面提高经济效益、社会效益和环境效益。

此外,精细农业实践的理论基础是信息论(包括生物信息论)、系统论、控制论和农学理论。

由于目前国外进行的有关精细农业的实践,主要是集中在大田作物管理方面,而实际上农业活动涉及农、林、牧、种、养、加、产、供、销等领域,因此,可将基于大田作物的精细农业实践延伸到整个农业领域,即实施精细调控的精细种植、精细养殖和精细加工等领域。

在上述认识的基础上,我们认为:精细农业是利用遥感技术宏观控制和测量,地理信息技术采集、存储、分析和输出地面或田块所需的要素资料,以全球定位系统将地面精细测量和定位,再与地面的信息转换和定时控制系统相配合,产生决策,按区内要素的空间变量数据精确设定和实施最佳播种、施肥、灌溉、用药、收割等多种农事操作。实现在减少投入的情况下增加(或维持)产量、降低成本、减少环境污染、节约资源、保护生态环境,实现农业的可持续发展。

1.2 精细农业的技术思想

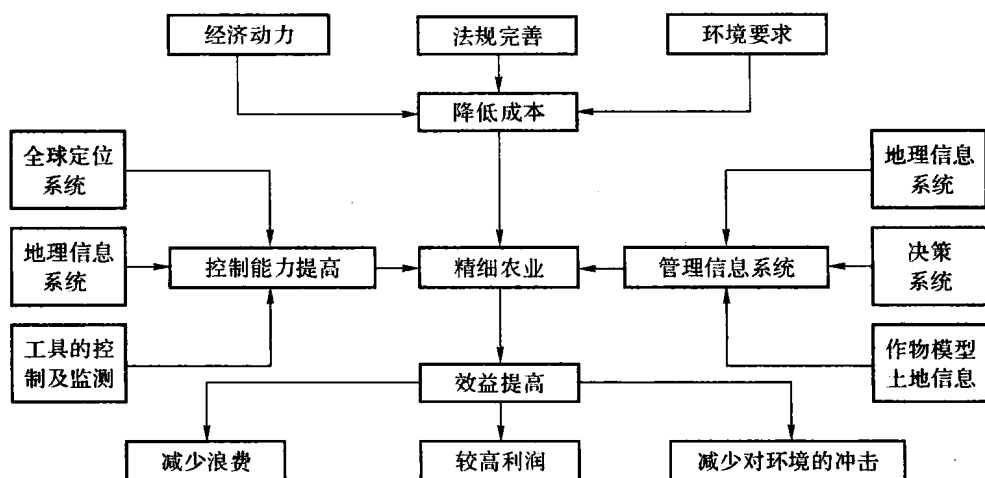


图1.2 精细农业基本技术思想

精细农业技术思想的核心,是获取农田小区作物产量和影响作物生长的环境因素(如土壤结构、地形、植物营养、含水量、病虫草害等)实际存在的空间和时间差异性信息,分析影响小区产量差异的原因,采取技术上可行、经济上有效的调控措施,区别对待,按需实施定位调控的“处方农作”,如图1.2所示。正是信息技术革命为这一技术思想的实践提供了先进的技术手段。千百年来的作物生产,都是以地区或田块为基础,在区域或田块的尺度上,把耕地看作具有作物均匀生长条件的对象进行管理,