

◎ 国家高技术研究发展计划
(863计划) 支持成果

倪金生
李道亮 编著
姜 航

地球空间信息技术丛书

农林信息技术



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

地球空间信息技术丛书

农林信息技术

倪金生 李道亮 姜航 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书介绍农林业信息系统在农林业中的发展及应用。农林业信息系统作为传统行业与现代信息技术相结合而产生的新兴交叉学科,主要研究现代信息技术在农林领域的应用。随着信息技术的发展及与农林业之间的相互渗透,农林业信息系统受到越来越多的重视,呈现出蓬勃发展的态势,越来越多的高等院校开设了相关专业。

全书共 10 章。前 6 章是理论部分,主要内容有:农林信息技术发展概述,农林信息的获取、存储与分析技术,农林信息的传播、交换与发布技术,农林信息系统开发原理与方法。后 4 章通过 3 个实际案例讲解了农林信息系统的开发与实践。本书将理论与实践相结合,二者相得益彰。

本书适合作为高等院校农林类、信息技术类等相关专业的本科或高职高专的教材,也可作为农业信息系统开发及应用人员的参考资料。

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。

图书在版编目(CIP)数据

农林信息技术 / 倪金生, 李道亮, 姜航编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.10

(地球空间信息技术丛书)

ISBN 978-7-121-05112-8

I. 农… II. ①倪… ②李… ③姜… III. ①农业—信息系统—研究 ②林业—信息系统—研究
IV. S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 149823 号

策划编辑: 万子芬(wzf@phei.com.cn)

责任编辑: 宋兆武

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 15 75 字数: 403 千字

印 次: 2007 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

近半个世纪以来,信息技术的发展可谓日新月异,从初期简单的电子计算机到信息化,从信息高速公路到数字地球等,信息技术对社会和经济的发展起到了至关重要的作用,不仅渗透到我们生活的方方面面,也影响和改变了众多传统行业。信息技术因其对各行业强大的推动力而促进了整个社会经济的快速发展。

在信息技术快速发展的 21 世纪,作为传统行业的农业和林业在信息技术的推动下发展到一个新的高度,也衍生出一些新的交叉学科和技术,农林信息系统便是其中之一。农林信息系统是农业信息系统和林业信息系统的统称,而二者在信息化的道路上也确有许多相似之处。

农业信息化最早始于 20 世纪六七十年代,目前已成为世界农业发展的必然趋势和农业现代化的新内容。加强农业信息系统建设是推进农业信息化的基础工作。在经济全球化快速发展的背景下,特别是加入 WTO 以后,我国国内农产品市场和国际农产品市场进一步整合,比较优势战略逐渐成为农业发展的基本战略。无论是从农业生产者、经营者的角度,还是从政府的角度看,都是要提高农产品的国际竞争力,其中农业信息系统建设具有极为重要的意义。

我国农村信息化建设始于 20 世纪 80 年代,主要以农业计算机技术应用为标志。进入 90 年代,国家开始规划建设农业信息体系,制定了《“九五”时期农村经济信息体系建设规划》。同时,中国农业信息网和中国农业科技信息网相继开通,使信息技术在农业领域的应用开始进入快速发展阶段。近十年来,尤其是在“九五”期间,国家“863”计划实施的“智能化农业信息技术应用示范工程”、“国家科技攻关计划”、“农业专家决策系统与信息技术系统研究”等项目,逐渐形成了一批农业信息资源数据库,为农业信息化奠定了坚实的基础。

精确农业是农业信息化一个新的发展方向(精确农业即定位的精确、定量的精确、定时的精确),而精确农业是农业工作者长期努力的目标,即以最少的物质(水、肥、杀虫剂)与能量消耗,最大限度地生产出高质量的粮食,给环境造成最小的污染并使土壤肥力得以良性循环,防止土壤退化。精确农业在 90 年代提出来,与高新技术的发展密不可分。特别是近年来,地理信息系统、全球定位系统、遥感技术的民用化为精确农业的发展带来了新的手段和方法。

农业信息系统建设是一项庞大的系统工程,离不开各农业信息使用者的共同参与。建立完善的农业信息系统,充分发挥信息系统的功能,各级政府农业主管部门、各农业龙头企业、农产品市场经营组织,以及广大农户都是我国农业信息系统建设的主体。同时,应根据农业信息的产品特性和受益对象来定位各参与主体在农业信息系统建设中的作用。

林业信息系统有着与农业信息系统相类似的发展历程。从 20 世纪 70 年代初期以来,计算机在发达国家的林业工作中得到了日益广泛的应用,主要体现在森林资源监测、科学研究、决策、规划、森林资源预测与评价等各个领域。20 世纪 70 年代初,美国逐步开发了多种自动化信息系统。这些系统除完成监测任务外,还用于行政管理、科学研究、决策、规划与预测。应用于林业方面的信息系统大致可分为森林火灾监测系统、森林资源预测系统、遥感和实验室自动化等类型。80 年代初期,美国开始使各监测站拥有的计算机逐步形成区、县、州

乃至全国性的网络系统。日本的一些县从 80 年代开始引进地理信息系统技术来管理森林资源信息,各县还建立了以森林调查簿或计算机为基础的资源数据库。国有林建有全国统一的数据库,部分县(营林局)还建立了地理信息系统支持的森林资源数据库管理系统。

我国林业信息系统的发展基本与国际同步,从早期的文件式信息系统到数据库管理信息系统,再到网络化的信息系统,紧跟技术发展的步伐。“数字地球”战略的提出给林业信息化带来了新的挑战,“数字林业”成了林业信息化最具前景也是最具挑战性的发展方向。

“数字林业”的建设在很大程度上将提高我国林业的信息化进程,提高科学规划、科学管理和科学决策的水平。高效的空间数据获取和处理能力可以帮助国家及时、全面地了解生态环境建设的整体状况,进行科学决策,为国家制定生态环境宏观规划提供可靠的依据,减少重大生态建设工程的盲目性,实现可持续发展,对国民经济建设起到促进作用。“数字林业”技术的突破可以带动其他科学技术的进步,为其他科学技术的研究和开发提供新的技术手段。“数字林业”是未来信息林业资源的主体和核心,它不仅可以带动本行业的发展,而且将促进全社会的进步。

作者从事多年遥感技术、地理信息系统技术的开发及农林方向项目的应用,愈加感觉到空间信息技术在农林业中有着广泛的应用空间。结合多年的农林业项目经验,作者编写了本书,旨在推广农林业信息技术及空间信息技术的基本理论,同时结合农林业应用项目介绍项目开发的过程。

在本书稿的编撰过程中,还得到了谭靖、罗凯等人的大力协作,在此深表感谢。

本书适合高等院校农林类、信息技术类本科生或高职高专学生的基本理论学习,结合实际案例对农林信息系统的应用和开发进行辅助指导;也可作为农林信息技术开发及应用人员的参考资料。若研习人员对理论和算法有更深层次的要求,可参考其他有关农林信息技术的理论专著。

编 者

2007 年 7 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 农林业概况	(1)
1.1.1 农业概况	(1)
1.1.2 林业概况	(3)
1.2 农林业与信息化的结合	(4)
1.2.1 3S 技术	(5)
1.2.2 通信技术	(5)
1.2.3 计算机技术	(6)
1.3 信息化在农林业发展中的重要作用	(7)
1.4 发展农林业信息化的重要意义	(9)
习题	(11)
第 2 章 农林信息系统概述	(12)
2.1 农林信息概况	(12)
2.1.1 农林信息的定义	(12)
2.1.2 农林信息的基本特性	(12)
2.1.3 农林信息的类型	(14)
2.2 农林信息系统	(16)
2.2.1 农林信息系统概述	(16)
2.2.2 农林管理信息系统	(17)
2.2.3 农林管理信息系统的发展	(19)
2.2.4 农林决策支持系统	(24)
2.2.5 农林专家系统	(29)
习题	(33)
第 3 章 农林信息的获取	(34)
3.1 实地采集	(34)
3.1.1 农情信息采集	(34)
3.1.2 森林资源调查	(37)
3.2 利用空间信息技术获取	(39)
3.2.1 遥感	(39)
3.2.2 全球定位系统	(49)
3.2.3 地理信息系统	(53)
3.2.4 3S 技术集成	(55)
3.2.5 3S 技术在农林业中的应用	(57)
3.2.6 3S 技术在林业中的应用	(60)
习题	(61)

第 4 章 农林信息存储与分析技术	(62)
4.1 传统数据库技术	(62)
4.1.1 相关概念	(62)
4.1.2 数据库技术的发展	(64)
4.1.3 数据库系统的特点	(67)
4.1.4 数据库系统的结构	(67)
4.1.5 数据库的数据模型	(67)
4.1.6 数据库的概念数据模型	(69)
4.1.7 数据库管理系统	(73)
4.2 空间数据库	(74)
4.2.1 空间数据库概述	(74)
4.2.2 空间数据的管理	(74)
4.3 数据仓库	(75)
4.3.1 数据仓库概述	(75)
4.3.2 数据仓库及其特征	(76)
4.3.3 数据仓库的组成	(77)
4.3.4 数据仓库的实现方法	(78)
4.3.5 数据仓库在农林信息化中的应用	(79)
习题	(80)
第 5 章 农林信息的传播、交换与发布技术	(81)
5.1 计算机网络技术	(81)
5.1.1 计算机网络简介	(81)
5.1.2 计算机网络的分类	(82)
5.1.3 计算机网络的拓扑结构	(82)
5.1.4 计算机网络模型	(84)
5.1.5 网络安全	(88)
5.2 基于网络的农林信息系统	(90)
5.2.1 C/S 结构	(91)
5.2.2 B/S 结构	(92)
5.2.3 B/S 与 C/S 混合的体系结构	(93)
5.3 WebGIS 技术	(94)
5.3.1 WebGIS 简介	(94)
5.3.2 WebGIS 主要实现模型	(95)
5.3.3 WebGIS 主要实现方法	(95)
5.3.4 部分农林业 WebGIS 网站简介	(97)
5.4 电子商务	(100)
5.4.1 电子商务概述	(100)
5.4.2 电子商务的组成	(101)
习题	(105)
第 6 章 农林信息系统开发原理与方法	(106)
6.1 信息系统的开发方法	(106)

6.1.1	信息系统的开发方法	(106)
6.1.2	开发方法的适应分析和选择分析	(113)
6.2	信息系统开发模型研究	(114)
6.3	系统分析与系统设计	(117)
6.3.1	系统分析	(117)
6.3.2	系统设计	(119)
6.4	信息系统的评价	(124)
6.4.1	信息系统评价的必要性	(124)
6.4.2	信息系统的评价	(124)
习题		(127)
第7章	退耕还林(草)信息系统应用分析	(128)
7.1	概述	(128)
7.2	需求分析	(128)
7.3	系统设计	(130)
7.3.1	系统设计原则	(130)
7.3.2	系统结构设计	(130)
7.3.3	系统功能设计	(131)
7.4	开发平台的选择	(133)
7.5	系统主要功能模块设计与实现	(134)
7.5.1	地理信息查询子系统	(134)
7.5.2	实施方案管理子系统	(136)
7.5.3	工程作业设计子系统	(138)
7.5.4	种苗供需管理	(140)
7.5.5	工程进展管理子系统	(141)
7.5.6	检查验收管理子系统	(144)
7.5.7	钱粮兑现管理子系统	(147)
7.5.8	基本情况管理子系统	(148)
7.5.9	Internet 连接	(153)
习题		(154)
第8章	森林资源管理信息系统应用分析	(155)
8.1	概述	(155)
8.2	Titan 林业 3S 应用平台	(156)
8.2.1	总体介绍	(156)
8.2.2	体系结构	(156)
8.2.3	功能简介	(156)
8.3	应用案例分析	(159)
8.3.1	某地区林业地理信息系统简介	(160)
8.3.2	系统总体设计	(160)
8.3.3	数据库设计	(165)
8.3.4	业务逻辑层(应用系统)框架与功能设计	(175)

8.3.5 系统安全设计	(184)
习题	(186)
第 9 章 农业资源与区划信息系统应用分析	(187)
9.1 概述	(187)
9.2 应用案例分析	(188)
9.2.1 全国农业资源空间信息系统 (NASIS) 简介	(188)
9.2.2 系统总体设计	(189)
9.2.3 数据库设计	(192)
9.2.4 系统软、硬件平台配置	(206)
9.2.5 系统应用实例	(206)
习题	(216)
第 10 章 数字园林应用分析	(217)
10.1 概述	(217)
10.2 数字园林框架体系	(218)
10.2.1 数字园林总体框架	(218)
10.2.2 数字园林逻辑结构	(219)
10.2.3 数字园林的关键技术	(220)
10.3 应用案例分析	(222)
10.3.1 概述	(222)
10.3.2 需求分析	(223)
10.3.3 系统总体设计	(223)
10.3.4 系统功能设计	(227)
10.3.5 数据库设计	(231)
10.3.6 开发环境与工具	(232)
10.3.7 系统功能模块的实现	(233)
习题	(240)
参考文献	(241)

第1章 绪 论

1.1 农林业概况

1.1.1 农业概况

农业是我国的传统行业，也是我国国民经济的基础。目前，农业生产总值占国内生产总值的12%左右。我国现有耕地面积为13 004万 hm^2 （2006年），主要集中在东部季风区的平原和盆地地区。种植业是中国最重要的农业生产部门，主要粮食作物有水稻、小麦、玉米、大豆等，经济作物有棉花、花生、油菜、甘蔗和甜菜等。从1990年开始，中国水产品产量就一直位居世界前列，占世界水产品总量的六分之一左右。我国是一个发展中的农业大国，13亿人口中有9亿在农村，这是我国最基本的国情，也决定了“三农”（农业、农村、农民）问题始终是我国社会发展的首要问题。中国仅有全球7%的耕地，却有全球五分之一的人要吃饭。因此，农业在国民经济中占有相当重的份量。国外曾经有人担心“谁来养活中国？”中国领导人和农业专家回答说：“中国人自己养活自己。”

1. 农业对整个国民经济的发展起着重要作用

农业作为人类物质生活资料的主要来源，是人类社会生存的必要条件。农业以外的经济活动的发展规模取决于农业劳动生产率的高低。农业对整个国民经济的发展起着重要作用，主要表现在以下几个方面：

（1）农业是粮食等基本生活必需品的来源。农业能提供多少商品粮和其他农副产品，不仅关系到城镇人民生活的改善，而且直接影响到工业和其他事业的发展速度与规模。历史证明，国民经济持续稳定发展的基础在农业。只有农业稳定增长，才能保障国民经济全局的稳定增长。

（2）农业是发展工业和其他事业所需劳动力的主要来源。只有农业劳动生产率提高了，才能把更多的剩余劳动力输送到国民经济的其他部门。现在国家的各种基础性项目建设的主要劳动力都来源于农村，农民工起着举足轻重的作用。

（3）农业是工业特别是轻工业所需原料的重要来源。只有农业发展了，才能满足轻纺、食品等工业部门发展的需求。

（4）农村是工业的重要市场。随着农业现代化的逐步实现，农村将为工业提供越来越广阔的市场。农村有9亿人口，无论是日常消费还是生产活动都是工业产品的巨大销售市场。

（5）农业是国家资金积累的重要来源。发展国民经济需要的资金来源有很大一部分同农业有直接或间接的关系。

（6）农业是出口物资的重要来源。农业的发展能为外贸出口提供更多的物资，换取更多经济发展需要的外汇。我国的工业与发达国家相比仍存在一定的差距，特别是在高端电子产

品行业中差距更大,但是我国的农产品、农副产品在国际市场上却占据着较大的份额,在国际贸易中占有重要的地位。

因此,农业的稳定增长和农村产业结构的改善,是整个国民经济长期稳定发展的基础。没有农业的稳定和全面进步,就不可能有社会的稳定和全面进步;没有农民生活水平的提高,就不可能有全国人民生活水平的提高;没有农业的现代化,就不可能有整个国民经济的现代化。只有把农业放在十分重要的战略地位,全面发展农村经济,社会主义现代化建设才能获得稳固的基础而顺利地向前发展。

2. 农业生产和经营中存在的主要问题

长期以来,由于我国的农业生产经营方式主要以粗放式经营为主,虽然在农业现代化上取得了较大的进步,但由于农村人口基数大,信息化程度还比较低,因此农业生产和经营中尚存在较多的问题。

1) 化肥、农药、地膜的使用引起的环境问题

我国的农业污染问题已相当严重。我国是世界上使用化肥、农药最多的国家之一。化肥使用量达 $40\text{t}/\text{km}^2$,远远超过发达国家为防止化肥对土壤和水体造成危害而设置的 $2.5\text{t}/\text{km}^2$ 的安全上限。而且,我国还存在着各种化肥之间结构不合理现象,化肥利用率低、流失率高,不仅导致农田土壤污染,还造成了对水体的有机污染、地下水污染和空气污染。农药和化肥的残留污染还会直接破坏农业伴随型生态系统,对鱼类、人类等的生存造成较大的威胁。化肥和农药的使用已经使我国东部地区的水环境受到不同程度的污染,从常规的点源污染转向面源与点源相结合的复合性污染,并产生了农业立体污染。

2) 畜牧业生产对环境的污染问题

资料表明:一个千头奶牛场日产粪便 50t ;一个千头肉牛场日产粪便 20t ;一个千只蛋鸡场日产粪便 2t ;一个万头猪场日产粪便约 20t 。如此大的排粪量若得不到妥善处理,不仅会危害畜禽的生存环境,还会严重影响人类的生存环境。首先是恶臭污染,其中对人畜健康影响最大的有害气体主要有氨、硫化氢、二氧化碳、甲烷等;其次是水质污染,肉屠宰废水也是较大的有机污染源;再次是生物污染,还有饲料添加剂中重金属元素的污染,畜禽产品中抗菌素及药物残留污染,死畜污染及粉尘、垫料、饲料残渣及鳞片物污染等。

3) 其他环境问题

不合理的农业生产方式也造成了一些其他的环境问题,其中最主要的就是我国的水土流失问题。我国是世界上水土流失最为严重的国家之一。近 50 年来,我国因水土流失毁掉的耕地多达 2666.6 km^2 ;造成退化、沙化、碱化草地约 100 万 km^2 ,占我国草原总面积的 50%。严重的水土流失给我国经济社会发展和人民群众生产、生活带来巨大危害。由于不合理的土地开发利用,使土壤沙漠化程度加深,沙尘暴频繁肆虐,导致气候恶化、土地沙化。每年世界上约有 600 万 hm^2 的土地正在变成沙漠,平均每分钟就有约 10 hm^2 良田变为沙漠。全球 35% 以上的土地正处于沙漠化的威胁之中,涉及 100 多个国家和地区,受影响的人口近 10 亿。每年造成的农牧业生产损失达 260 亿美元以上。我国现有沙漠和沙漠化面积约 150 km^2 ,超过全国耕地面积的总和,且仍在以 $1560\text{ km}^2/\text{y}$ 的速度在增加,涉及 11 个省、市、自治区的 212 个县(旗)。

1.1.2 林业概况

林业也是我国的基础性行业。林业与多种行业的发展有着密切的关系,林区为国家经济建设提供重要的原材料。据统计,森林能提供 1100 余种林产品。木材是林区的主要产品,也是我国经济建设和人民生活、生活的重要物资。新中国成立以来,全国累计生产木材 22 亿 m^3 ,生产竹材 73 亿根,各种人造板产量达 9223 亿 m^3 ,锯材 6 亿 m^3 ,松香 1200 万 t,1998 年林业总产值 2729 亿元,为国民经济作出了重大贡献。早在 20 世纪 50 年代,林业已成为国民经济重要的支柱产业。

根据第五次全国森林资源清查结果,目前我国的林业用地面积为 26 329.5 hm^2 ,森林覆盖率为 16.55%;森林面积为 15 894.1 万 hm^2 ,居世界第 5 位;活立木蓄积量 124.9 亿 m^3 ,森林蓄积量 112.7 亿 m^3 ,居世界第 7 位;而我国拥有的人工林面积为 466.67 万 hm^2 ,人工林蓄积量为 10.1 亿 m^3 ,居世界首位。

1. 森林的生态效益

近些年来,随着人们生活水平的提高,森林的生态效益越来越引起了人们的关注。1992 年在巴西召开的世界环境发展大会上,大会秘书长斯特朗指出:“在世界最高级会议要解决的问题中,没有任何问题比林业更重要了。”由此可见,森林已成为人类社会生存和发展不可缺少的环境条件。森林的生态效益主要体现在以下几个方面。

首先,森林能够调节气候,保护环境,消除污染。森林能有效地减缓由于大气温室气体(二氧化碳、甲烷等)的增加所导致的温室效应。研究表明,陆地生态系统碳储量为 5600 亿~8300 亿 t,其中 90% 的碳自然储存在森林中,森林每生长 1 m^3 木材可固定 350 kg 二氧化碳。森林正是陆地上吸收二氧化碳、呼出氧气的最主要的“净化工厂”。全球绿色植物每年通过光合作用可吸收 2300 t 二氧化碳,大大避免了空气中二氧化碳浓度的增高。同时,森林还能通过过滤、吸滞烟尘,吸收有毒气体,降低噪声,分泌植物杀菌素等达到净化空气和改善生活环境的目的。

其次,森林可以有效地涵养水源、保持水土,防止水旱灾害,改善生态环境。森林对于大范围的生态环境的改善有着重要的维护和改良作用。大量的研究已经证明,森林的林冠和枯枝落叶能够有效地截留降水,减缓或避免雨水对地表土壤的冲击与侵蚀。林地土壤较荒地和农田更能够有效地减少地表径流的产生、增加地下水。大面积的森林在雨季时能够调节江河流流量大小,避免洪峰的累积;干旱季节能够补充水源的不足,减轻干旱的程度。

森林对于减少泥石流、崩塌、雪崩等地质灾害也有着较为显著的作用。森林对于维护自然界物种的多样性,减缓水资源危机,防止土地荒漠化,保障农牧业的丰产丰收等也都起着非常重要的作用。

2. 森林面积大幅减少引发的环境问题

由于长期以来我国的林业生产管理都以粗放式经营为主,资源不能得到合理配置,由此导致了林业中的生产经营存在较多问题。随着我国人口的不断增加,高耗能产业的发展,耕地、林地不断减少,人们的生活环境也在不断地恶化。由于森林面积大幅度减少,生态环境严重破坏,引发的环境问题日益突出。

(1) 森林面积减少, 气候不断恶化。由于森林的严重破坏, 人类的生存环境正不断地恶化。全球森林正在遭受毁灭性的破坏, 尤其是热带原始森林。目前世界森林正以每年 1800 万~2000 万 hm^2 的速度在减少, 平均每分钟就有 20 hm^2 的森林被毁。20 世纪全球地面平均气温升高约 0.6 $^{\circ}\text{C}$, 平均海平面升高 0.1~0.2m, 厄尔尼诺现象越来越频繁, 干旱和洪涝同时威胁着人类的生存。我国是一个少林国家, 森林的覆盖率只有 13.9%, 远低于世界平均水平 29.6%。森林的锐减, 不仅使木材和林业产品资源短缺, 珍稀动植物也会减少甚至灭绝, 从而导致一系列严重的环境恶果。例如, 加剧灾害发生的频率和危害程度, 加大水土流失和河湖淤塞, 导致全球变暖等。因此, 保护森林刻不容缓。

(2) 水土流失和沙漠化面积不断增加。据统计, 全球耕地每年的水土流失量约为 240 亿 t, 我国就达 50 亿 t。这相当于把我国耕地从表层平均去掉 1cm 厚的富含有机物的土壤。在自然条件下, 要形成 1cm 厚的富含有机物的土壤需长达 100~400 年的漫长岁月。每年因水土流失而造成土壤中流失的氮、磷、钾约 4000 万 t, 相当于全国一年的化肥总产量。水土流失面积约占全国的六分之一, 全国有三分之一以上的耕地受到水土流失的危害。严重的水土流失造成土层变薄, 肥力下降, 土地生产能力降低。同时又导致河、湖港口淤塞, 降低蓄洪能力, 增加洪涝灾害。我国水土流失面积由解放初期的 116 万 km^2 增至目前的 179 万 km^2 , 仅黄河流域, 每年水土流失就达 16 亿 t, 居世界第一; 长江上、中游水土流失也很严重, 全流域水土流失面积已由 20 世纪 50 年代的 36 万 km^2 增至 80 年代的 56 万 km^2 , 年土壤侵蚀量达到 22.4 亿 t。

(3) 水资源严重短缺。我国的河川径流量居世界第 2 位, 而人均径流量只有 2600 m^3 , 居世界第 88 位。目前我国大多数城市水资源不足, 1979 年有 154 个城市缺水, 1984 年增加到 188 个, 目前 20% 的城市供水困难。由于缺水直接影响了农业生产, 据初步估计, 我国因缺水每年农作物受灾面积达 2000 万~4000 万 hm^2 , 粮食减产约 200 亿 kg。

(4) 生物多样性严重破坏。由于森林资源的破坏, 使土地荒漠化、草原退化、生态环境恶化, 又导致动植物栖息地不断缩小、动植物种类急剧减少、生物多样性遭到严重破坏。地球现存生物 500 万~1000 万种。由于人类的破坏, 地球上每年约有 18 000 个物种灭绝, 平均每天有 50 个物种从地球上消失。我国是世界上生物资源极为丰富的国家, 但目前这些丰富的生物资源也正在遭受极大的破坏。据估计, 我国仅植物物种就有 15%~20% 处于濒危状态。百余年来已有 10 余种野生动物和 200 余种野生植物灭绝。朱鹮已不超过 100 只, 我国云南的亚洲象已不足 50 头, 野外华南虎数量不过二三十只, 我国的特产珍稀动物大熊猫最多也不过 1000 只。

1.2 农林业与信息化的结合

现代信息技术是以传感、通信和计算机技术为主, 包括信息采集技术、信息传输技术、信息处理技术、信息管理技术、信息服务技术、信息应用技术。主要包括以下几类。

1.2.1 3S 技术

3S 技术是指遥感 (Remote Sensing, RS)、地理信息系统 (Geographical Information System, GIS)、全球定位系统 (Global Positioning System, GPS)。3S 技术目前已经被广泛应用于农林的各个方面, 如种植业、林业、养殖业、农业机械、水产业等。主要应用于综合开发、产量估算、生长监测、病虫害预报、森林调查、森林火灾防治等。

(1) RS 包括航空遥感和卫星遥感, 是在 20 世纪 30 年代航空摄影的基础上发展起来的, 60 年代随着太空技术、电子技术和地球科学的发展, 产生了质的变化, 并被广泛利用于各个领域。航空遥感能进行较精确的测量和立体观察。卫星遥感频度大、时间和空间分辨率高、便于数字化分析。

(2) GIS 是 60 年代发展起来的地理学研究的领域, 它是空间数据管理和应用的技术系统, 即在计算机软、硬件的支持下, 对有关空间数据按地理坐标进行输入、存储、查询、检索、运算、分析、显示、更新和提取应用的技术系统。经过 30 多年的发展, 它的应用范围已涉及地理学的各个领域。

(3) GPS 是 1973 年美国为改进原有的海军导航卫星系统 NNSS 而确定研制的。它是以人造卫星组网为基础的无线电导航系统, 主要由卫星星座、地面监控系统和用户信号接收机三部分组成。为全球范围内的用户提供全天候、连续、适时、高精度的 7 维数据 (3 维位置 + 3 维速度 + 1 维时间), 具有解决多种学科重大问题的能力, 目前已经被广泛应用到各个领域。

1.2.2 通信技术

网络通信是现代信息技术交流信息的主要服务项目和工具。现代社会已经发明出很多手段来扩充人们的接触范围和增进人们的互相沟通。比如, 信件、电话 (包括移动电话、可视电话)、传真、寻呼机等, 都是广泛使用且行之有效的手段。不过这些手段均有这样或那样的缺陷, 难以满足人们多方面的需求。例如: 信件联系非常便宜, 也可传送大量的资料, 可惜太慢; 电话既方便又快捷, 但不是什么话都可在电话里讲得清楚; 传真能发文档, 但不能传送数据文件。现代信息技术为人们提供的网络通信工具有电子邮件、网络电话、网络传真、网络寻呼、WAP 等。

(1) 电子邮件 (E-mail) 通过计算机网络系统, 可使你无须用纸张就能方便地写信、寄信、读信、回信和转发信件。你可以在任何一个设有免费邮箱的网站去申请一个属于你自己的私人邮箱, 设定好自己的用户名和密码。使用电子邮箱发送国际邮件也不需付特别费用, 还可以传输文件, 订阅电子杂志, 参与学术讨论, 发送电子新闻, 进行多媒体通信, 发送和阅读包括图像、图形、文本、声音和动画在内的多媒体邮件。

(2) 网络电话通过计算机网络的电话系统, 以多媒体为载体, 加上适当的软件, 进行的通信。常用的软件有 MediaringTalk、NetPhone、NetMeet-ing、DotDialer、VoxPhone、CoolTalk、DeltaThree、Iphone 等, 而且有些网络电话还实现了可视传输。

(3) 网络寻呼像日常生活中大多数人通过“126”等寻呼台联络一样, 通过因特网 (Internet) 你也可以在线联络朋友。目前最常用的有 ICQ 和中文 OICQ 等。中文 OICQ 不仅是一个虚拟寻呼机, 还可以和其他短信通信网络互连, 如无线寻呼网、GSM 无线移动电话短消息、传真甚至电话网。OICQ 具有支持显示朋友在线信息、即时传送信息、即时交谈、即时发送文件等

功能。

1.2.3 计算机技术

计算机是对当今世界生产力影响最大的产物之一, 计算机技术为我们的社会带来了巨大的变革。自从 1946 年在美国诞生第一台电子计算机 (ENIAC) 以来, 发展到今天, 已经由单机运行发展到了网络应用。Internet 的诞生和发展不仅是现代物质文明的体现, 也是现代精神文明的标志。在农业上人们已经把计算机广泛应用于生产、管理、科研、教学、流通等各个方面, 主要表现在网络建设、软件开发、数据库、多媒体及声像技术、数字化图书馆等。

随着现代信息技术快速发展及其向社会各个领域的广泛渗透, 在世界范围内掀起了信息革命的浪潮。信息技术作为现代科学技术的核心, 与传统行业广泛结合, 促使传统行业有了新的发展。农林业发展也不例外, 必将走向信息化。农林业信息化是社会信息化的一部分, 它是指在农林业各个领域广泛应用现代信息技术, 深层次开发和利用信息资源, 针对农林业中出现的环境问题进行对策研究, 从而实现合理配置农林业资源, 促进农林业向集约型生产经营模式发展, 最终形成发达的农林业信息产业, 实现农林业的健康可持续发展。现代农业信息技术是以传感、通信和计算机技术为主, 实现农业生产活动有关的信息采集、数据处理、判译分析、存储传输和应用为一体的集成农业技术, 涉及农业数据库、管理信息系统、地理信息系统、决策支持系统、专家系统、计算机网络系统、卫星遥感系统、全球定位系统、远程通信等技术的综合运用。

农林业与现代信息技术的结合主要体现在以下几个方面:

(1) 信息采集技术。是以遥感系统、全球定位系统、地理信息系统、地面自动化实测技术等对农业生产过程中的各种农林业信息进行适时采集。

(2) 信息传输技术。以通信技术、地理信息系统技术等将采集到的各种农林业信息, 通过接口, 高速度、高质量、准确及时、安全可靠地适时传输至农业信息系统, 实现农林业信息系统资料的及时更新。

(3) 信息处理技术。以数据处理技术、模拟模型技术、虚拟现实技术和地理信息系统技术等对农林业信息按利用目的的需求进行处理分析, 给出指导农林业经营和生产的有用信息, 为农林业发展提供咨询服务和决策支持。

(4) 信息管理技术。以计算机网络技术为基础, 充分利用数据库管理技术、地理信息系统技术对农林业资料、图像和文档等信息进行统一管理, 并实现信息资源共享。

(5) 信息服务技术。以多种服务方式将农林业信息产品快速、准确地服务于用户。

(6) 信息应用技术。根据农林业生产活动和环境资源信息处理结果, 利用控制技术适时确定农林业生产管理控制, 通过智能化的农林业机具及设备控制具体实施。

现代农林业信息技术在发达国家得到迅速发展和广泛应用, 已经成为提高农林业生产力和农林业资源利用水平最有效的手段和工具。美国农业部从 1862 年成立至今, 已形成了庞大、完整、健全的信息体系和制度, 建立了手段先进、渠道畅通的全球电子信息网络。经过长期发展, 目前, 美国农业部的信息网络已形成以下系列: 农产品价格、农业支出、农业劳动力及其工资情况; 农业生产与效率情况; 农业收入情况; 农产品流通中的成本与开支情况; 农产品的消费与利用情况; 土地价值与土地使用情况; 种植业与畜牧业生产测算; 农场合作组织情况; 市场信息; 国外农业情况等。目前, 美国信息产业对国内生产总值的贡献率超过了

50%，信息产业的就业人数也超过 50%。尤其是美国农业信息化强度高于工业 81.6%，而我国农业信息化强度则相当于工业的 1/4。

日本农林水产省的农林水产统计情报组织（日本将“信息”称为“情报”），是 1947 年针对当时粮食严重短缺，需要开展粮食生产状况调查而建立起来的。1995 年以后，又增加了农林水产、畜产品、蔬菜水果、价格政策等统计调查。1964 年开始进行流通统计调查，1967 年又开展了生鲜食品的流通情报服务。随着业务的扩大和组织机构的调整，目前已形成了从中央到地方完整的农业情报系统。

我国农业信息化建设始于 20 世纪 80 年代，以农业计算机技术应用为标志。进入 90 年代，国家开始规划建设农业信息体系，制定了《“九五”时期农村经济信息体系建设规划》，同时，中国农业信息网和中国农业科技信息网相继开通，使信息技术在农业领域的应用开始进入快速发展阶段。近十年来，尤其是在“九五”期间，国家“863”计划实施的“智能化农业信息技术应用示范工程”、“国家科技攻关计划”、“农业专家决策系统与信息技术系统研究”等项目中，形成了一批农业信息资源数据库，为农业信息化奠定了坚实的基础。目前，农村信息化建设已成为农业经济发展、提高农业竞争力的重要支撑手段和推进我国农业战略性转变的一个重要枢纽。

据不完全统计，国内中文农林业网站有近万个，国外网站也有近千个。在国内农业网站中，从中央到地方大多都建立了相关网站，如《中国农业信息网》、《中国畜牧兽医信息网》、《中国种植业信息网》、《中国农机化信息网》、《中国农垦信息网》、《中国水产市场信息网》等，有 23 个省、市、自治区建立了《农业信息网》；1998 年云南省农业厅正式建立了《云南农业信息网》（内网），2000 年 4 月 28 日云南省畜牧科技信息中心主办的《云南畜牧业信息网》正式开通并接入国际互联网。据 1997 年的调查统计报告，在发达国家 40% 拥有计算机的农场中，47% 的农场主已进入 Internet，而美国则有 41.6% 的家庭农场、46.8% 的奶牛农场和 70% 的年轻农场主装备有计算机，并进入 Internet。

尽管我国农林信息化发展迅速，但由于起步较晚，农业和农村信息化总体水平还很低，农林信息资源开发利用程度不高。但随着农林业信息化的不断提高，信息技术在农林业中的作用将越来越重要。

1.3 信息化在农林业发展中的重要作用

21 世纪的农林业将是信息农林业的时代，这一点已经成为人们的共识。计算机和网络技术的出现大大改变了农业高度分散、生产规模小、时空差异大、量化规模程度差、稳定性和可控程度低等行业弱点，为农业信息化提供了有力的技术支撑。信息化在农林业中的重要作用主要概括为以下几个方面。

1. 优化资源配置

市场经济是信息引导的经济，在市场经济条件下，要求农林业生产和经营管理实行市场化，遵循市场经济规律，运用市场机制调节农林业产前、产中与产后各环节，使其实现有效衔接；还要调节农林业生产、分配与消费的动态关系，使农林业供求关系在市场中不断获得新的平衡。而要实现这一目标，必须要有及时、准确、可靠的信息传递及信息处理作保证。在比较优势战略逐渐成为我国农林业发展的基本战略、国内外农产品市场已成为我国农林业

发展平台的大背景下,再简单地根据“以上期的市场价格来确定下期生产规模”的蛛网模型假定来理解农民在资源配置中的信息需求,已不合时宜。在经济全球化背景下,无论是国内外的市场营销信息、科技信息,还是有关国内外农林业政策及其变化的信息,甚至是 WTO 农林业多边贸易谈判的最新进展及其前景的信息,都对农林业生产者优化资源配置有着极其重要的价值。在农林业生产过程中,只有合理利用资源,才能提高资源利用率,增加农林业生产者收入。虽然应用传统现代化的技术和方法,同样可以达到这个目的,但是总成本高,时间效率低。而应用信息技术管理农林业资源,就可以大幅度和高效率地开发利用各种农林业资源。农林业信息化使信息和知识作为新的资源要素,融入农林业产业化的各个环节,可以引导、控制并改变土地、劳动力和资本等传统要素的集约程度和配置关系,使农林业生产、加工、流通等领域的科技和知识含量显著增长,从而极大地提高农林业生产经营能力。比起传统的技术和方法,具有成本低、效率高、资源利用率高等众多优点。例如,中国农科院土壤肥料研究所研制和推广的“中国土壤肥料信息系统”,应用于养分资源管理,成功地指导了区域性的营养要素的合理配置,促进了肥料要素的合理流动,明显地提高了化肥利用率,减少了化肥特别是氮肥的使用量,也降低了化肥对环境的污染,提高作物的产量和质量。1999 年和 2000 年推广 780 万 hm^2 , 共获纯经济收入 1.25 亿元,产生了巨大的经济效益。

2. 提高生产和经营水平

落后的生产管理水平和小农意识经营管理水平,是农民增产增收的一个重要障碍。农林业生产管理包括农田基本建设、农作物栽培管理、农作物病虫害防治、畜禽饲养管理、养殖管理等各个方面。过去农民的种植、养殖,习惯在政府的计划安排下进行,缺乏市场信息观念,往往由于信息不灵而盲目种植、养殖、销售,造成农副产品生产的大起大落,卖粮难、卖猪难等问题时有发生。随着农林业信息化的发展、农林业信息网站的出现,不少精明的农民纷纷上网,利用网上信息指导种植、养殖,利用网络推销农副产品,不再盲目生产,逐渐认识到信息的价值,开始收集信息、利用信息,围绕市场信息进行种植、养殖。这一传统观念的改变将对我国农林业的发展产生深远影响。通过上述领域的信息化和自控化,可以实现信息的自动传输和计算机自动控制,由计算机分析数据并进行模拟运算,确定最佳的管理方法,从而大大提高农林业生产效率和管理水平。应用现代信息技术创造的智能工具改造和装备农林业各部门,建立农林业信息网络体系,可为农林业经营管理决策者提供强大的技术手段和丰富、高效、畅通的信息渠道,将农林业生产经营管理提高到一个新水平,解决管理效率低、调控不及时等问题,促进管理科学化、合理化和最优化,从而加快农林业的全面发展。

3. 提高市场流通效率

农林业市场化要求必须按照市场经济规律去认识、指导农林业的自然再生产和经济再生产过程,而农产品生产具有周期长的特点,但农产品市场信息却瞬息万变,农民生产什么、生产多少的决策往往带有盲目性和滞后性,这使得农产品的生产和交易充满了风险。农林业信息化正是为实现上述各方面的有机衔接、运转提供强大的物质技术手段。农林业信息化将成为农林业市场经济的“润滑剂”,发挥着引导农产品市场运行和农林业生产安排的作用,则可以使市场交易双方直接联系,这在很大程度上减少了流通环节,简化了交易程序,节省了交易费用。有了及时、准确、可靠的交易信息作基础,能够减少生产的盲目性和滞后性,降低市场风险,大大提高农林业市场流通效率。