

农业信息技术 与信息系统开发

● 胡林 编著

中国农业科学技术出版社

农业信息技术 与信息系统开发

● 胡林 编著

中国农业科学技术出版社

S126
H485

图书在版编目 (CIP) 数据

农业信息技术与信息系统开发/胡林编著. —北京: 中国农业
科学技术出版社, 2008. 7

ISBN 978 - 7 - 80233 - 610 - 0

I. 农… II. 胡… III. 农业 - 管理信息系统 IV. F302.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064647 号

责任编辑 沈银书

责任校对 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109704(发行部) (010)82106625(编辑室)

(010)82109703(读者服务部)

传 真 (010)82109709

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 中煤涿州制图印刷厂

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 16.5

字 数 400 千字

版 次 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价 50.00 元

前 言

随着现代农业的建设和发展，各种信息技术在农业中得到了广泛应用，信息技术在农业上应用的深度和广度达到了前所未有的程度，农业与信息技术的有机结合使得农业技术在各个方面得到了巨大的进步。

农业信息技术是一门非常复杂的科学。之所以这样说，是由于农业技术自身的内容多，它几乎囊括了现代高新技术的全部内容，既有新材料技术、现代制造技术、生物技术，还包括信息技术和控制技术等。因此，农业技术与各种信息技术的结合上具有很大的空间。同时农业作业分散、地域性强，各种农业经营模式可重复性不强，充分利用信息技术的“四个特征”，即智能化、个性化、精确化和虚拟化来促进农业产业的发展，其实质就是利用信息化促进农业现代化。

目前，与信息技术的“四个特征”相适应，产生了现代农业的几个重要发展方向。智能农业、精准农业和虚拟农业已经被提出并在实践中起步，其中精准农业在国内外都有良好的实践，从精准农业机械制造到精准农业信息系统的开发，都取得了很好的成果，形成了较为完整的学科体系；智能农业的着眼点在于农业生产管理过程的模拟，通过人工智能技术的应用，促进农业过程的智能化程度的提高，智能农业生产模拟系统就是利用智能农业信息技术的成果；虚拟农业自从提出后也得到了热烈的响应，国内已有许多的农业科研院所开展了虚拟农业的研究，对农作物的地上地下部分进行了模拟，研究了各种环境因子与农作物生长之间的关系。同时，各种保护栽培措施促进了农业生产的个性化发展，各种类型的特色农业生产得到了前所未有的发展。在信息化的推动下，各种农业经营形式层出不穷，农业生态旅游、都市农业、观光农业、休闲农业、绿色农业等农业经营形式正在城市周边兴起。

信息技术促进了农业和农村的民主建设进程。随着农村信息化建设的推进，农民的民主意识、维权意识、主人意识得到了空前的加强。农村电子政务促进了政务、村务和财务的公开透明，改善了农村干群关系，加强了农村的和谐建设。

农业物流信息化的建设推进了农产品的流通，各地资源都可以被均衡利用，农民不再为产品运不出去而发愁。农业物流信息化不仅提高了农民的收入，同时由于农业物流的发展，从农田到餐桌的科学物流管理，保证了食品生产从根源开始的安全监管和控制，提高了食品的安全性。

农业信息技术二十多年来经历了三个发展阶段。第一个阶段是简单的农业 MIS 的开发和应用、信息系统的应用，提高了生产管理的水平，促进了农业的科学决策。第二个阶段是专家系统和决策支持系统的应用，专家系统可以模拟专家进行农业生产过程的技术支持，决策支持系统在决策理论的支持下，提高了经营管理和风险控制的决策能力和水平。第三阶段是以 3S 技术为主的现代高新信息技术在农业中的应用，传感器技术、无线通信技术为现代农业增加了“千里眼”、“顺风耳”，地理信息系统则为农业空间数据管理和空

间分析提供了良好的工具,使得人们对于农业空间信息的认识达到了前所未有的水平,催生了精准农业、智能农业和虚拟农业。

信息技术在农业的应用实际上还处于起步阶段,更多的工作还有待于开发和深化,农业信息技术的研究还很不成熟,将来生物技术与信息技术在农业上的应用,必将为农业信息技术的研究开辟新的领域,从而使得农业这一最为古老的科学焕发青春,吸引更多人投入到信息农业的研究之中。

有幸作为农业信息技术研究领域的一员,目睹了农业信息技术发展的每一个阶段,从农业信息管理到3S技术的应用,开拓了我对农业信息技术的认知。同时,有幸结识了一大批不同领域的信息专家,与他们的坦诚交流使我受益匪浅。加之几年来参加了国家数字农业领域10多项重大科研项目,使我对农业信息技术有了深刻的认识。如果不是如此广泛地参与农业信息的科学研究,我就不可能系统地研究农业信息技术,也不会有本书的出版。

本书共10章,前2章为基础理论,中间6章为信息技术,最后2章为农业信息系统开发技术。在书稿的写作过程中得到了很多老同学的支持与帮助,中国农业科学院诸叶平博士、福建农林大学刘健博士、西南林学院岳彩荣博士、贵州大学林学院谭伟博士等无私地提供了他们的讲义与书稿,并提出了宝贵的建议,使本书增色不少甚至锦上添花。

在本书付印之际,感谢中国农业科学院农业信息研究所农业信息技术专家周国民博士,在书稿写作过程中,始终给予了无微不至的关心。我的同事邱耘、樊景超、周义桃也给予了大力的帮忙,博士生刘立波、王剑以及硕士生刘阁、潘冲帮助校阅了书稿,在此一并表示衷心的感谢!

胡 林

二〇〇八年四月二日于北京

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 信息技术	(1)
1.2 农业信息技术	(3)
1.3 信息系统	(3)
1.4 农业信息系统	(3)
1.5 现代农业与农业信息技术	(3)
1.6 农业信息技术发展与展望	(6)
第2章 农业信息技术基础	(11)
2.1 农业信息技术体系结构	(11)
2.2 信息采集技术	(12)
2.3 接口技术	(15)
2.4 信息资源的储存与管理	(16)
2.5 信息的分析表达	(17)
2.6 农业信息系统分类	(18)
第3章 农业信息 GPS 技术应用	(26)
3.1 GPS 技术应用概述	(26)
3.2 GPS 系统组成	(31)
3.3 GPS 定位原理	(38)
3.4 GPS 定位技术	(43)
3.5 农业信息采集技术应用系统	(61)
第4章 农业空间信息基础	(64)
4.1 农业空间信息概述	(65)
4.2 农业空间信息元数据与数据质量	(65)
4.3 空间数据质量	(68)
4.4 农业信息空间数据处理	(70)
4.5 矢量数据与栅格数据	(77)
4.6 空间数据模型	(84)
4.7 空间模型研究前沿	(89)
4.8 农业信息数字化空间数据分析	(92)
4.9 GIS 的应用模型	(97)
4.10 地理信息系统的应用	(98)
第5章 农业信息遥感技术	(106)
5.1 遥感基础知识	(106)
5.2 遥感技术系统	(107)

5.3	遥感物理学基础	(108)
5.4	遥感数字图像处理	(115)
5.5	农业遥感应用	(118)
第6章	数据库技术	(128)
6.1	数据库	(128)
6.2	关系式数据库	(129)
6.3	空间数据库	(133)
6.4	数据库设计技术	(135)
6.5	常见数据库软件	(140)
第7章	计算机网络	(149)
7.1	计算机网络原理	(149)
7.2	计算机网络组成	(150)
7.3	计算机网格技术	(170)
7.4	计算机网络安全	(177)
7.5	网络上农业信息的搜索与利用	(177)
第8章	虚拟现实技术	(179)
8.1	虚拟现实技术简介	(179)
8.2	虚拟技术软硬件环境	(181)
8.3	虚拟现实技术应用	(182)
8.4	虚拟现实的应用开发	(187)
8.5	虚拟技术在农业中的应用	(195)
第9章	农业信息系统工程	(197)
9.1	农业信息系统的需求分析	(197)
9.2	农业信息系统设计	(200)
9.3	农业信息系统实现	(205)
9.4	农业信息系统测试	(207)
9.5	信息系统评价	(211)
9.6	计算机辅助软件工程工具 Rational Rose	(215)
第10章	农业信息系统开发	(230)
10.1	农业信息系统类型	(230)
10.2	应用系统开发工具	(231)
10.3	农业信息系统开发	(236)
10.4	农业信息系统开发案例	(239)
参考文献	(253)

第1章 绪论

中国是一个历史悠久的农业大国。农业在中国占有特别重要的地位，它不仅仅是初级生产资源的供应者，更是关系到国计民生的问题。即使不能说中华民族史就是一部农业发展史，至少可以说厚重的中国农耕文化塑造了中华民族的性格。

工业革命的兴起，后工业时代的到来，机器革命极大地解放了生产力，更准确地说是解放了人类的四肢；信息技术带来了所谓的第三次浪潮，不仅仅解放了人类的大脑，还极大地提高了人类的生产力水平，可以说它正在改变和影响人类的生存和生活方式。

农业是一个完整的系统，农业生产离不开农业资源的生产开发以及对生产的组织和管理。任何一个环节出现了问题，都会严重地影响生产的效果和效率。正像其他的任何一个系统那样，农业系统也是由物质流、能量流和信息流构成的。物质流是基础，能量流是物质流运动的源泉，信息流是物质流的状态及物质间的相互关系。人们对信息的利用能力可以说是人类区别于其他动物的最根本的区别。在农业生产过程中，不同的时期着重于对不同过程的控制，但始终贯穿了人类对信息的利用。在生产力水平极低时，人类只能利用人力或畜力作为生产的动力，并制造简单的机械帮助人们提高劳动效率。在工业社会，人们以大型机器为生产工具，以石油作为机器工作的动力，生产力得到了很大的提高，但是现代农业生产的节奏远远高于自然所能适应的节奏，带来很多的问题。信息社会，是以信息的收集、生产、储存和展示为特征的社会。从农业社会、工业社会到信息社会，每个社会的特点不同，但是农业始终是社会的重要基础，并在发展过程中受到工业化和信息化的深刻影响。可以毫不夸张地说，人类社会发展的过程就是人类知识积聚的过程，也就是人类对信息处理能力的提高过程。

农业的工业化与信息化归根到底是为了提高农业生产的效率，并对农业生产的组织形式等进行细分，使农业更好地为社会服务，更好地满足现代人的需求。农业现代化的过程，必须要依靠工业化和信息化的手段。如果说工业化是对人的手脚延伸的话，那么信息化就是对人的大脑的延伸，通过为机器装大脑，使机器具备了智能，大大地提高了生产过程的智能化、精确化和个性化。

1.1 信息技术

要给信息下一个准确的定义很困难。较为抽象的定义是，信息是事物及其属性标识的集合。实际上要鉴定什么是信息很困难，因为自从有了信息的定义后，就一直存在着不同的认识。同样，与信息相关的一些其他术语也就不可能有一个比较统一规范的定义，如信息技术、信息产业等。定义是为了信息交流和管理而制定的标准，这个标准会随着人们社会实践活动而逐步有一个比较清晰的界定。

目前，为大多数人接受的信息的定义是，信息就是人可以感知的各种信号的处理结

果,该结果有助于增强人们对关注对象认识的确定性,从而产生对人们行动有益的效果。这种理解与抽象的定义稍有不同,抽象的定义是对信息定义的形而上的肯定,但没有体现出信息是人类有目的地活动的结果。信息是事物自然属性和人类社会活动选择的结果。信息是对信号的有序化,组织程度高,对应用者就会有意义。信息是信号的子集,是对信号集合的抽象化结果。

信息技术的定义同样五花八门,没有一个统一的标准,但是可以根据对信息的定义进行一下衍生推理。信息技术就是进行信息采集,信息加工和信息传播所需的专门技术。

按照定义,信息技术自古有之,它是人类赖以生存的本质的东西。神经系统是人类的信息系统,大脑是人类信息加工的中心。信息技术就是信息的产生、识别、提取、变换、存贮、传输、处理、检索、检测、分析、决策、控制和利用的技术。电脑的发明是对人脑功能的外化和加强,电脑的发明和应用标志着现代信息技术的诞生,其主要支柱是通信(Communication)技术、计算机(Computer)技术和控制(Control)技术,即“3C”技术。

农业信息是农业系统中的信息,是表征农业系统属性和状态的标识。通过对农业系统中的信息的采集、处理分析,并对系统进行精细的控制,以提高系统的生产效率。由于农业生态系统的特性,农业信息也呈现出自身的特点,主要归结为以下几点。

隐蔽性 由于农业系统是一个非常复杂的庞大的系统,系统中的各个组分间的关系非常复杂,相互间的关联性也很难确定,因此在农业系统中包涵了很多隐性的关系。正因为如此,目前数据挖掘技术和知识发现技术应用到了复杂系统中,用来发现系统中我们难以发现的信息以及相互关系。

地域性 现代技术大大推进了现代农业的发展,设施农业得到了很大的发展。然而,由于其面临的巨大挑战,近自然的农业理念正逐步得到人们的接受,农业生产相对于其他行业受地域的影响更明显,不同的地区农业系统的规律性并不完全相同,一个地区呈现的规律很难被完全复制。

周期性 农业生产的主体是农作物,由于是生物,它就有其生命周期,相应地农业生态系统也有周期性。作为表征生态系统的农业信息也就有了其周期性。

时效性 农业生态系统中物质流的运动调节,由于存在生产的周期性和阶段性,因此对于系统的调控信息一般应具有超前性,而系统中的信息往往具有滞后性,表现出不同的系统间的信息输出的非同步性,在对信息进行控制或进行信息的采集时,要考虑到信息间的非同步性和信息的时效性。

农业信息的类型根据考察的系统不同而不同,如果对其进行形而上的抽象,可以把农业信息概括为自然信息、社会信息;根据信息的来源,可以分为一手(直接)信息和二手(间接)信息。一手信息是指直接从自然采集和从社会调查得到的信息,二手信息是指别人已得到的信息,并以书、文章等形式记录的信息,农业信息包括这两类信息。由于信息的来源不同,这两种信息的采集、加工、处理和表达的形式就有很大的不同。本书中主要是针对第一手农业信息的处理,而不是第二类农业信息的处理,即主要研究农业直接信息的采集、处理、表达的通用技术,研究农业信息化的技术包括软硬件技术的研制和开发。

农业信息技术的研究,以农业信息系统的开发为目标,为农业专业技术人员提供研究

的手段、工具和平台。

1.2 农业信息技术

目前国际上把信息技术与农业的结合称为农业信息技术(熊范纶, 1997年)。农业信息技术是指利用现代信息技术和信息系统为农业产供销及相关的管理和服务提供有效的信息支持, 并提高农业的综合生产力和经营管理效率。农业信息的基础是传感器技术、测量技术、信息储存技术、信息分析技术与信息表达技术。农业信息技术的内容包括数据库技术(DB)、地理信息系统(GIS)、遥感监测(RS)、全球定位技术(GPS)、决策支持系统(DSS)、专家系统(ES)、作物模拟模型(CSM)、网络技术、智能控制技术、虚拟现实技术等。这些技术与农业技术相结合, 应用在农业的方方面面, 使得农业信息化程度正在向更广泛、更深入的方向发展, 从简单信息技术应用向综合性信息集成方面发展, 从通用性的信息技术的应用到通过信息技术集成开发具有农业特色的农业信息平台方向发展。

1.3 信息系统

系统是同类事物按一定的关系组成的整体, 系统具有不同的层次性。信息系统的定义, 按照 ATIS (The Alliance for Telecommunications Industry Solutions) 的定义, A system, whether automated or manual, that comprises people, machines, and/or methods organized to collect, process, transmit, and disseminate data that represent user information. 也就是说信息系统无论是自动的还是手工的, 都是指一个由人、机器和(或)组织的方法来收集、处理、输送和传播可以表达用户信息的数据的系统。现代信息系统都是基于计算机的, 信息系统一般包括数据处理系统、管理信息系统、决策支持系统和办公自动化系统, 目前系统越来越向综合集成的方向发展。

1.4 农业信息系统

农业信息系统是农业信息技术在信息系统上的应用。农业信息技术是现代信息技术与农业科学相结合的新兴交叉学科, 主要研究现代信息技术在农业领域的应用。农业信息技术是指利用现代信息技术和信息系统为农业产供销及相关的管理和服务提供有效的信息支持, 并提高农业的综合生产力和经营管理效率。

农业信息系统类型多样, 按照其应用的领域, 可以分为农业资源信息监测系统、农业信息管理系统、农业信息分析处理系统、农业信息预测系统、农业管理决策信息系统等, 依据其应用领域和集成的技术的不同, 形成众多的形式各异的农业信息系统类型, 但是基本上可以归结为以上一种或两种以上的系统的集成。

1.5 现代农业与农业信息技术

现代农业是一个比较模糊的概念, 它是相对于传统农业而提出的, 很难给出一个明晰

的定义。

现代农业是指处于一个时期和一定范围内具有现代先进水平的农业形态。具体就是指用现代工业力量装备的、用现代科学技术武装的、按现代管理理论和方法经营的,生产效率达到现代先进水平的农业。而农业现代化则是指农业由原来落后的传统形态向先进的现代形态转变的过程,同时也是指农业要达到的现代水平,是一个相对的、动态的历史概念,而不具有规定的模式和发展路径。现代农业的核心是科学化,特征是商品化,方向是集约化,目标是产业化。

农业信息技术是现代农业的重要内容,是现代农业的主要标志,是现代农业发展的强劲引擎。农业信息技术应用于农业的设计过程、生产过程与管理决策过程中,分别形成了虚拟农业、精准(精确)农业与智能农业。虚拟农业长于农业的模拟与仿真过程,它通过对农业现象在计算机中进行预演,可以大大地提高农业生产的效率,提高对农业现象的理解和掌握,适应于农业的设计、科研、教学以及决策的仿真过程,它是对仿真技术的发展;精准农业是对农业生产过程的精细化控制,它是在作业级上的一种农业信息技术的应用方式,着眼于作业的精细控制,并开发精细的生产机器;“智能农业”实际上是“智能化农业信息技术应用示范工程”的简称,其实质是运用人工智能理论中的“专家系统”技术,根据农作物的种类、耕地的条件及自然气候等因素,依靠存储库中的农业专家知识,指导农民进行生产作业(曹涤环,北京农业信息网)。

1.5.1 数字农业

目前,数字农业没有一个统一的定义。从中国知网(www.cnki.net)可以得到7条定义。在其他网络资源也可以得到数字农业的一些定义。

数字农业有多个版本的定义,并且在认识上有着明显的不同。有人认为数字农业就是精确农业,有人认为数字农业是数字地球技术在农业上的应用,还有人仅仅把二手农业信息叫做数字农业。

生命经纬网(www.biox.cn)上的定义是,数字农业(digital agriculture)是用数字化技术,按人类需要的目标,对农业所涉及的对象和过程进行数字化和可视化的表达、设计、控制、管理的农业。数字农业将工业可控生产和计算机辅助设计的思想引入农业,把信息技术作为农业生产力的重要要素,参与到农业各个环节中并使之成为不可缺少的组成部分。数字农业总揽信息技术在农业领域的集成应用,使现代信息技术与农业实现有效的融合。

数字农业是指以现代信息技术为基础,对农业生产要素、有关农业生产的各部门、各行业以及农业生产的全过程进行数字化管理。农业生产包括以光合作用产物为中心的种植业、林业,以畜产品生产为中心的养殖业及水产业、农畜产品加工业等,农业要素包括农业生物要素、农业环境要素、农业技术要素和农业社会经济要素。与农业生产相关的部门包括农业行政主管部门、农业科研教育部门、农产品的流通领域和服务行业等。农业生产过程包括影响农业生产的各种因素(环境的和社会的)及农产品的生产过程。农业生产过程的数字化是指建立农业数学模型,将各种农业生产过程的内在规律与外在关系用数学模型表达出来。实现数字农业,必须实现上述所有内容的数字化。

广州科技网(www.gzkj.gov.cn)关于数字农业的定义是,数字农业是指运用数字地球技术,融合遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、计算机网络等

技术,根据农田的具体情况,做到“系统诊断、优化配方、技术组装、科学管理”的集约化和信息化的高新技术系统。数字农业的根本目的是以最少或最节省的投入,获得最高的经济收益和最佳的环境效益。数字农业是在信息技术、生物工程技术、自动监控、农艺与农机技术等一系列高新技术基础上发展起来的现代新型农业,即在农业生产过程中应用一切与农业有关的先进技术,形成精准选种、精准播种、精准施肥、精准灌溉、动态监控、机械收割以及采后处理的“链条”,以实现最佳投入/产出比,同时能够保护生态环境。

通过对以上各种定义的分析,可以知道数字农业定义的核心内容是农业信息技术在农业生产管理过程中的应用,即农业的数字化。

数字化就是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据,再以这些数字、数据建立适当的数字化模型,把它们转变为一系列二进制代码,引入计算机内部,进行统一处理,这就是数字化的基本过程。对于数字农业来说,数字化的结果促进了农业的智能化、精确化和虚拟化,精确化是数字化的初级目标,智能化是数字化的中级目标,虚拟化是数字化的高级目标。

1.5.2 精准农业

精准农业是当今世界农业发展的新潮流,是由信息技术支持的和根据空间变异定位、定时、定量地实施一整套现代化农事操作技术与管理的系统。

精准农业的核心和要义是精细、准确,精细准确是与传统农业的粗放性相对而言的。它是根据作物生长的土壤性状,调节对作物的投入,即一方面查清田块内部的土壤性状与生产力空间变异,另一方面确定农作物的生产目标,进行定位的“系统诊断、优化配方、技术组装、科学管理”,调动土壤生产力,以最少的或最节省的投入达到同等收入或更高的收入,并改善环境,高效地利用各类农业资源,取得最佳的经济效益和环境效益。

精准农业以3S技术为基础,以作物生产管理专家决策系统为核心,以数字化的农业机械装备为支撑。它的一个重要的特征是要利用机械设备,说明它是一个作业级上的农业数字化过程。

1.5.3 智能农业

智能是一个目前被用滥的词,如智能手机、智能影院等。智能是一个很特别的领域,智能的发生与物质的本质、宇宙的起源、生命的本质一起被列为自然界四大奥秘。

一般地,智能是指个体对客观事物进行合理分析、判断及有目的地行动和有效地处理周围环境事宜的综合能力。有人认为智能是多种才能的总和。对于智能的认识,目前主要有3种理论,分别是思维理论、知识阈值理论和进化理论。思维理论认为智能的核心是思维,知识阈值理论认为智能就是在巨大的搜索空间中迅速找到满意解的能力,进化理论否定抽象对智能及智能模型的必要性,强调分层结构对智能进化的可能性与必要性。

实际上用一种简单的说法来表达的话,智能就是系统与环境交互的能力,是系统通过对自身和环境的调控获得对系统整体利益的能力。

智能的核心是自动化,智能化程度可以用系统对环境的适应能力的大小来度量。人工智能的智能化程度则可以以系统对人的依赖程度来判定,对人的依赖程度越高,系统的智能化程度就越低。

智能农业是一个人工智能的农业系统,它的目的是建立一个具有一定程度智能化的农

业计算机系统。

1.5.4 虚拟农业

虚拟这个词，在中国文化中有一点点的贬义，与虚构的意思差不多。《高级汉语大词典》里的解释是：一是不符合或不一定符合事实的；二是凭想象编造的，分别对应于英语中的 unreal 和 fictitious。而虚拟农业这个词是利用了英文中的虚拟现实（virtual reality）这个词衍生出来的。而 virtual reality 中的 virtual 一词是实际上，几乎的意义，virtual reality 的意思就是几乎与实际一样地真实，也就是达到了以假乱真的程度，它要比仿真有更强的真实感。

虚拟农业就是利用电脑来仿造现实农业，由于它在外观和机理上与真实的农业环境十分的相似，因此可以利用电脑来进行模拟，在电脑中进行农业问题的模拟预演，提高农业资源的利用率，降低农业的决策风险。

随着信息技术的发展，虚拟研究得到了空前的发展，有人认为目前前沿的网格技术就是虚拟研究技术之一。

虚拟农业技术的研究刚刚起步，在国内外的研究还很不成熟。

1.6 农业信息技术发展与展望

1981 年中国建立了第一个计算机农业应用研究机构，即中国农业科学院计算中心，引进了 FELIX—512 系统。以此为标志，20 多年来我国农业信息技术大体上经历了起步、普及、提高的发展过程。

20 世纪 80 年代是从应用起步逐渐转向微型机普及，前 5 年以科学计算、数学规划模型和统计方法应用为主。利用中小型计算机现有方法库和软件资源开发利用。后 5 年迅速转向应用微型计算机。农业部第一次把计算机农业应用研究列入“七五”攻关内容，第一份专业刊物《农业网络信息》（原《计算机农业应用》）于 1986 年创刊并公开发行。1987 年农业部成立农业信息中心，推动了计算机技术在行政管理中的应用。各类专用程序软件包大量开发应用于农业生产和管理。农业系统计算机数量增加，到 1984 年底已达到 1000 台以上。同时培养了一批计算机应用科技人员。

进入 20 世纪 90 年代，计算机应用得到了较快的发展。随着微机性能不断提高和软件开发逐渐增加，专家系统研究出现了高潮，管理信息系统（MIS）和决策支持系统（DSS）应用研究逐步深入，出现了一批科技成果。到 1994 年底，农业系统计算机已超过万台以上，已形成了数千人的专业人员队伍。1996 年以后进入了迅速提高时期。随着计算机价格不断下降，软件开发水平不断提高，运行速度迅速加快，应用功能不断扩大，以及微型计算机数量急剧增加，计算机在农业上的应用出现了第二次高潮。随着国际互联网的发展和数据库技术的提高，上网微机数量也在迅速增加。

21 世纪前期，中国农业计算机的应用出现一个新的发展时期。中国的国民经济信息化和农业信息化计划，以及“863”高技术计划和科技攻关计划都把现代农业信息技术研究和开发列为优先领域。目前国家级和省级农业科技机构及农业高等院校将已经基本实现科技人员一人一台计算机。与此同时，从 2000 年开始，逐步增加新一代计算机的比重，加快原有计算机的更新换代，计算机的容量和速度迅速增加。计算机应用出现了以下几个

新的特点。

①由主要在农业科学研究领域应用逐步扩大到农业生产、流通和消费的各个领域，逐步扩大到农村经济和社会及生态环境的各个领域；

②由主要在单机上应用逐步转向联网应用；

③由主要在情报科学、图书馆、金融财务领域应用逐步渗透到各个学科的深入应用。

从1995年开始农业信息技术的论文发表，到2002年有关论文的发表达到高峰，此后，论文发表数量稳中有降，每年发表的相关论文在百篇左右（图1.1）。目前，我国的农业信息技术的研究以各种形式出现，主要的形式之一就是数字农业。在中国知网里查询，1999年以来开始有相关论文的发表，以后保持了逐年上升的趋势，到2006年，年发表论文量达到了60篇（图1.2）。

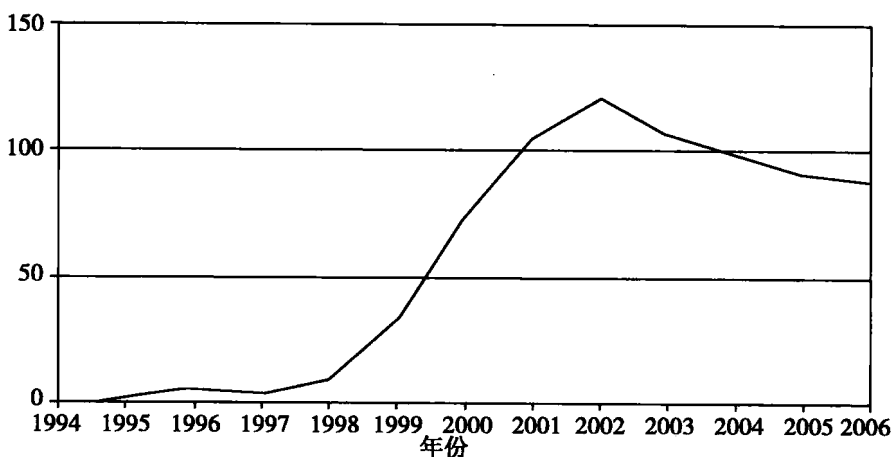


图 1.1 “农业信息技术”相关的文献总量年度变化规律图（引自中国知网）

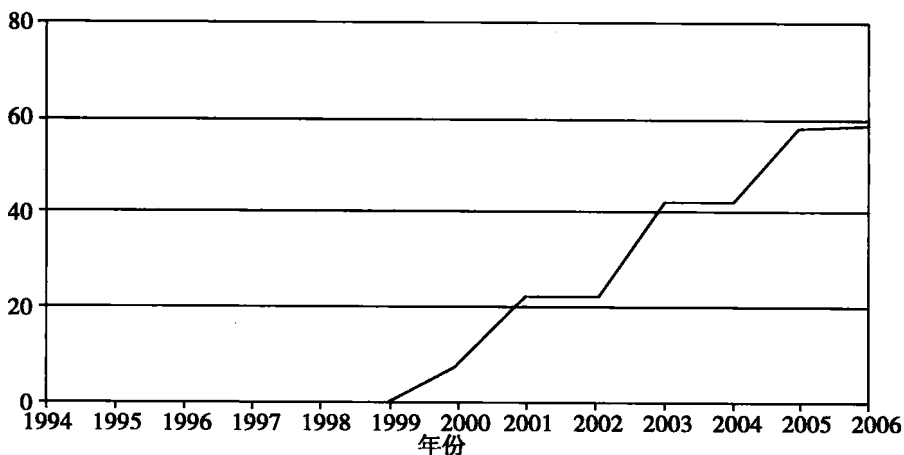


图 1.2 “数字农业”相关的文献总量年度变化规律图（引自中国知网）

通过分析以上资料可以看出，有关农业信息技术的论文量呈现出逐年上升的趋势。

从国家图书馆检索记录，1996年开始出版有关信息技术方面的书籍，到2008年已有2000多册，农业信息类图书170多册。

信息技术在农业中的应用,促进了一门新的农业基础科学——农业信息学(agroinformatics)的诞生。我国自然科学基金委员会的研究资助将其单列进行资助,并有逐年加强的趋势。国家“863”重大科学研究项目计划、国家科技基础平台研究计划等都加强了数字农业的资助。形成了一批成果,培养了一批队伍。

农业信息学的教学科研队伍在不断壮大。先后在各个农林院校中成立了信息学院系或教研室,进行农林信息技术的教学与研究,形成了比较完善的教学与研究体系,在教学大纲、教材建设等方面取得了明显的成绩,培养了大批从事农林信息技术研究的人才,为农林信息工作准备了人才、奠定了基础。

农业类网站或涉农网站发展迅速,到2008年初我国专业农业网站有6000多个,涉农网站数量达到20000多个。其中比较重要的农业网站有中国农业信息网(www.agri.gov.cn)、中文农业搜索(www.sdd.net.cn)、国家农业科学数据共享中心(www.agridata.com)、中国农业科技信息网(www.cast.net.cn)等。

农业信息技术的发展是农业技术与信息技术的结合,随着技术的发展,农业技术与信息技术将融为一体,形成高度综合性的信息农业。在农业的设计、规划、生产作业、经营管理等各个方面,信息技术将扮演越来越重要的角色,信息技术将无处不在。建立管理和维护信息系统将成为少数人的事,大部分人都可以无障碍地使用计算机,一般人无需专门学习信息技术。所有这些都依赖于信息技术的快速发展。

农业信息技术与信息技术发展趋势一致,它的发展方向主要表现在以下几个方面。

(1) 加强复杂系统建模与控制技术

农业是一个超复杂系统,目前建立的农业信息系统,都是面向特定的简单问题的信息系统,如小麦栽培管理信息系统等,而实际上这类栽培系统的大部分功能是一致的。对于不同作物需要构建大量的功能类同的软件,浪费了大量的人力、财力和精力;另一方面,对于涉及各个方面的大型的管理系统又缺乏理论与技术的支持。因此,无法形成有效的不同领域专家的协作。

(2) 建立农业资源监测网络系统

我国地域广大,各地自然资源差异极大,农业资源基础数据对于我国农业的发展具有重要的意义,然而多年来我国并没有一个专业的农业资源数据采集和管理机构。农业资源数据分散在不同的部门,由于采集的目的不同,造成数据的格式和标准的不同,共享性极差。适应农业信息化建设,我国应该考虑建立专业的农业资源数据监测管理部门。目前,虽然在国家科技部科技基础平台项目支持下建立了国家农业科学数据共享中心,但是还没有在农业系统建立专业的数据采集部门,因此在数据共享建设上还存在着种种的不足。充分利用现代科学技术,建立专业的数据采集部门将有助于数据的共享,农业信息化归根结底依赖于对基础数据的掌握和积累。

(3) 进一步加强农业数据共享中心的建设

目前我国建立了农业共享数据中心,数据中心的建设大大推动了科学数据的共享,但是距离现代农业建设的要求还相距甚远。具体表现在,数据来源少,质量差,数据资源不完整,不能满足需求。目前农业数据共享中心的目的是数据的共享,但是还不能在真正的意义上实现数据的共享,在数据的加工和数据的服务上还处于相当低级的阶段,数据的加工目前还局限于统一数据的格式,数据的服务目前还局限于数据的发布。

数据加工今后要在原始数据的基础上进行汇聚,在宏观上,高层次上对数据进行加工,形成不同尺度上的数据,满足不同的需求。

数据的服务,一是要提供在线的数据分析功能。二是对不同来源数据的汇聚功能。如分析农作物产量对渔业发展的影响,分析畜牧业对渔业发展的影响等,数据中心应该提供相关数据的自动汇集功能。

(4) 数据挖掘、规则推理、知识发现与确认

目前的农业研究,大家满足于传统的科学研究的方法,即找一个地方重复几次实验,拿到几个数据,得到一个限制条件很多的结论,由于太多的前提条件,造成无法推广、无法应用的尴尬局面。

基于农业资源监测系统的自动数据采集系统,可以自动获取大量的农业数据,这些数据可以存储在农业数据中心,从中心提取数据进行分析和挖掘,目前还没有专门用于农业数据挖掘的软件平台。

(5) 农业信息专用传感设备研究

农业信息化是策略、方法、技术、设备的信息化,农业信息传感设备是农业信息的入口和出口,关系到农业信息化的程度和最终实现的成败。在这方面,我国处于落后的地位,有必要加紧研究,国家要投入专项资金,促进传感器研究机构和农业部门的合作,加快农业传感器技术的发展。

(6) 农业信息芯片研究

信息芯片技术在医学领域发展很快,主要用来进行疾病的诊断识别,在农业上同样也应该大有作为。首先,在农业领域同样存在各类病害,如动植物的病害,完全可以借鉴医学领域的技术与经验,加快发展信息芯片技术在农业领域的应用。

2003年,西南大学蚕桑学重点实验室成功绘制出家蚕基因框架图,并在《科学》上发表。2005年我国成功制备首个水稻全基因芯片,2006年通过科技部鉴定。到目前,我国研究了农作物重要农艺性状相关基因1200个。

(7) 农业虚拟技术研究

信息技术向虚拟化发展,促进了信息技术的极大进步。虚拟技术促进了虚拟组织、虚拟设备等的发展,非常适合社会大协作的发展要求。随着社会大生产规模的发展,现有的组织方式已经很难适应生产的要求。以国家数据共享项目的实施为例,它是一个多部门共同协作、数据类型多的项目,其组织结构组成复杂,按现在的组织方式,其运作的效率比较低。因为传统的组织管理形式不利于该组织的管理和协作,但是传统的计算机系统还很难提供一种更好的方式。虚拟技术适应社会大规模组织程度的需要,利用虚拟技术可以构建虚拟的机器、开发虚拟的网络环境、管理虚拟的组织,农业虚拟技术与虚拟现实技术在农业上的应用的概念不同,虚拟现实技术是虚拟技术中极小的一个组成部分,虚拟技术将带来思想、技术、方法的重大革新,为现代农业注入新的发展动力。

虚拟组织是一种区别于传统组织的以信息技术为支撑的人机一体化组织,其特征以现代通信技术、信息存储技术、机器智能产品为依托,实现传统组织结构、职能及目标,在形式上没有固定的地理空间,也没有时间限制。但是,所有的组织都是要严格遵守组织纪律的,在这一点上,并不赞同关于虚拟组织其组织成员通过高度自律和高度的价值取向实现团队的共同目标。其管理必须是建立在严格的具有明确奖惩机制基础上的。未来

的农业科学的发展肯定是多学科的高度协作，目前缺少一种良好的协作平台环境，也没有现成的管理方法，因此，这些方面都是今后研究的重要内容。

网格技术是一种重要的虚拟技术，建立网格的目的，不仅仅是资源的共享，通过应用网格技术构建一个良好的协作平台，提高计算机人机接口易用性，降低计算机使用的门槛。

信息农业利用类似网格的技术，可以构建一个地域分散组织化程度高的面向项目的虚拟农业组织，将各种农业机械设备通过虚拟的网格进行管理和调度，可以提高农业机械的利用效率，可以有效地进行农业生产的计划安排，实现农业产品的虚拟销售，通过虚拟的农业环境，实现真正意义的合同农业。可以预见在农业的未来发展中，合同式的合作机制，由于网格的普及其地位将越来越重要。