

农业信息工程的理论、方法和应用

孙九林

(中国科学院自然资源综合考察委员会, 北京 100101)

【摘要】 21世纪人类将跨入信息农业的时代。信息农业将成为合理开发利用农业资源、提高农作物产量、降低成本、减少环境污染、提高农产品国际市场竞争力的前沿研究领域, 并获得实施。专家预见, 生物技术和信息技术, 将是我国21世纪农业技术革命的两大技术支柱, 是实现农业现代化的保证。文章对农业信息科学的产生、理论基础、主要研究内容, 农业信息的主要技术内容, 农业信息工程的理论、技术体系, 现阶段农业信息工程主要实施的领域等做了阐述; 指出面向21世纪的中国农业信息科学、技术和工程应该瞄准国际前沿, 实现跨越式的发展, 通过对农业信息工程的开发, 加快我国农业现代化的进程。

【关键词】 农业信息技术; 信息农业; 农业信息工程; 精确农业; 虚拟农业

21世纪人类将跨入信息农业的时代。信息农业将成为合理开发利用农业资源、提高农作物产量、降低成本、减少环境污染、提高农产品国际市场竞争力的前沿研究领域, 并获得实施。专家预见, “生物技术”和“信息技术”, 将是我国21世纪农业技术革命的两大技术支柱, 是实现农业现代化的保证。笔者根据多年从事农业信息科学研究和实践的体会, 按照科学→技术→工程→产业→产品→商品化, 这样一个科学技术发展的规律, 对农业信息科学、技术、工程做一粗浅的总结。笔者认为, 面向21世纪的中国农业信息科学、技术和工程, 应该瞄准国际前沿, 实现跨越式的发展, 不但要开发应用现有的农业信息技术, 同时要超前研究和试验国际上的热点问题、或者将要成为热点的课题, 通过对农业信息工程的开发, 加快我国农业现代化的进程。

1 农业信息科学

1.1 农业信息科学的理论基础

信息科学是研究客观世界信息资源的理论, 研究生物、人类和计算机如何获取、识别、转换、存

储、传递、再生和控制掌握各种信息的规律, 以及人工智能的科学。信息科学的理论基础是信息论和控制论, 其背景是计算机科学和系统科学。把信息论和信息科学的理论和方法应用于农业信息的研究, 就开创了农业信息科学新领域。系统论的观点指出, 一切事物都是由若干系统组成的一个整体, “农业”显然是一个复杂的复合系统, “信息”是系统内部建立联系的特殊形式, 是系统确定程度(特殊程度, 知识或有序程度, 与外界联系程度)的标记。维纳和申农都给出了一致的数学描述:

$$H = -k \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (\text{比特/信息}) \quad (H \text{ 为每个消息的平均信息量, } k \text{ 为波尔兹曼常数, } p_i \text{ 为各事件出现的概率, 比特是以 2 为底的对数时信息的单位})$$

它反映了物质运动状态和变化程度, 它是物质的基本属性之一。维纳指出“一个系统中的信息量是它的组织化程度的变量, 一个系统的熵就是它的无组织程度的度量”, 因此, “这一个正好是那一个的负数”。显然, 这就指出了“信息”和“熵”是从不同的角度对一个系统的统计特性的描述, 因此, 可以把信息概念推广到一切组织系统。农业是

一个有机结合的复杂巨系统。当然“信息”完全可以对农业系统的特性进行描述,农业信息科学的理论基础是信息论和控制论也就显而易见了。

1.2 农业信息科学的研究内容

农业信息科学的基础研究内容相当丰富,并在不断的发展和充实。如农业信息机理;农业信息的特征;农业信息的分类体系;农业信息的编码体系;农业信息的规范标准;农业信息的传布过程和误差机理;农业信息的反演理论;农业信息的关联性理论等。

2 农业信息技术

农业信息技术是在农业信息科学发展和社会的需要基础上产生和广泛应用的。它是实现农业信息化的技术支撑。农业信息技术是利用信息技术对农业信息进行采集、整理、存储、传输、更新、分析、模拟、决策等的统称。它是改造我国传统农业的重要手段,是实现中国农业现代化的技术支撑。主要类型如下:

农业信息资源的获取技术。农业信息资源的获取是由多种技术组成的立体系统,其中主要的有各种遥感技术;农业信息资源地面监测技术;国家农业信息常规统计方法等。

农业信息资源管理技术。将数据库技术引入到农业信息技术领域中,建立相应的数据库群,是开发和掌握利用农业信息资源的重要途径。目前,农业信息资源数据库可以按照它的内容分为综合性数据库和专业性数据库,它们是面向应用的数据库群。另外有一类信息库,它是面向主题的,即目前所称的数据仓库。

农业信息系统技术。农业信息是跨越时空尺度的空间信息,所以对它的管理必须采取空间信息管理技术,建立具有时空综合分析功能的农业信息管理系统。

农业信息精确定位技术。农业信息的精确定位对充分利用农业资源、针对不同类型地区的农业条件实行监控和调控农业生产是非常重要的。全球定位系统(Global Position System)较好地解决了定位精度、定位速度、定位的可靠性及覆盖面等因素之间的矛盾,为农业信息在地球上的精确定位提供了支持。

农业辅助决策支持技术。在农业信息工程的理论和方法支持下,利用知识和数学模型,通过计算

机分析和模拟,建立协助解决多样化和不确定性问题的辅助决策软件系统,它是一种人机对话式的计算机系统。

计算机模拟、仿真和虚拟现实技术。对农业信息关联和流通过程进行计算机模拟和多维空间仿真,可以把一个真实的农业领域的空间实体,形象地搬到计算机系统中去,使人们进入一个多维信息空间,实现农业开发研究的完全计算机化。

人工智能与专家系统技术。人工智能是研究人类智能活动的规律,构造具有一定智能行为的人工系统,以实现脑力劳动部分自动化的综合性学科,是专家系统的基础。而以知识为基础,在特定问题领域内能象人类专家那样解决复杂问题的计算机系统的专家系统是人工智能研究发展的结果。

农业信息流控制下的自动化技术。进入农业信息化时代的农业自动化,与过去认识上的自动化是不一样的,它是以新的生物技术、信息技术和自动控制技术互相渗透并以信息流为调控运行的全新的农业自动化生产过程。

多媒体技术。是利用计算机技术把文字、声音、图形、图象等多种媒体综合一体化,使之建立起逻辑联系,并能进行加工处理的技术。多媒体产品可加强人们认识现实世界的真实感。

网络技术。网络是利用现代通信手段将地域上分散的多个独立的计算机系统、终端数据设备与中心处理计算机、控制显示系统连接起来,对信息资源进行开发、获取、传输、加工、再生和利用的综合设施体系。我国幅员辽阔,广大农村十分分散,为了及时传布各类农业信息,建立网络是十分必要的,网络技术将在今后的农业领域中发挥巨大的作用。

3 农业信息工程的理论基础

农业信息工程是一个复杂的系统,工程的核心首先是系统的概念,在系统论的指导下,将信息论和控制论与农业科学紧密结合,研究农业实体的信息表示方式,农业系统变成农业信息的表示系统,在计算机科学、地理信息系统技术、遥感技术、全球定位技术的支持下,建立农业信息化与产业化。因此,农业信息工程的理论基础可以理解为系统论、信息论和控制论,它的技术支撑是信息技术,它的实用范围是直接和农业相关的,用“信息流”控制的农业开发、保护、利用的实际工程项目。

4 农业信息工程的技术体系

由于农业信息科学的兴起较晚，若干理论和方法问题有待进一步的探索和实践。对农业信息工程的技术体系分类可以按两个坐标进行，其一，是按农业科学活动的体系进行划分，如农业生产，管理、服务等信息技术体系；其二，是按信息流的阶段进行划分。本文强调的是农业信息问题，所以按农业信息的流程和客观规律分类。在每一个技术体系中，都是若干农业信息技术环节的集成，可见，任何一种农业信息工程技术体系的建立，都是农业信息技术的综合体。

4.1 农业信息获取体系

4.1.1 对地观测系统 利用空间技术对农业信息进行获取，它是理论、技术及其应用的集成，其中对地观测技术，如对地观测平台、传感器、信息处理技术、应用模型及相应科学理论等是本系统的核心技术。

4.1.2 地面动态监测网络系统 地面监测网络系统类型很多，根据农业信息获取的范围、类型、精度要求等不同而采用不同的方式，如定点长期监测，典型地区抽样等。

4.1.3 国家统计局系统 自下而上的农业信息统计是获取农业信息资源的重要途径之一；综合性或单项的定期农业领域考察等。

4.2 农业信息管理体系

现在对农业信息有效管理的系统，主要是地理信息系统。它是近几十年来在计算机科学、信息技术发展和应用中产生的农业信息空间管理系统。它由大型数据库系统、综合制图系统、空间分析模型系统等组成。

4.3 区域农业开发综合模型体系

这是区域资源开发、环境保护、经济发展、人口协调发展的计算机模拟系统，在信息科学技术支撑下，将区域持续发展问题构建成一个持续发展的物理模型，在计算机模拟系统上进行综合研究，实现信息流调控的能力，完成农业开发、区域发展的框架、方案、实现步骤等，达到最后目标。

4.4 农业开发决策支持体系

它实际上是信息管理和综合模拟系统的集成。在农业开发模型体系的支撑下，通过计算机分析和模拟，针对需要决策的问题，经过调查研究，根据实际和可能，制定多个可行方案，然后根据决策标

准，选定最佳或满意的方案。

4.5 农业知识创新虚拟环境体系

在农业信息技术支撑下，引入虚拟现实技术，构建供农业知识创新需要的虚拟科研环境，是农业信息工程发展的前沿领域。

4.6 农业信息服务体系

农业信息服务体系，或信息服务网络，是信息工程系统中的重要技术应用服务系统。它将以大型综合性数据库为主体，与分布式的数据库群结合，在计算机网络系统的支持下，实现区域、全国、乃至全球的农业信息服务。

4.7 信息高速公路网络体系

农业信息源→信息高速公路→用户接收设备→使用者。可见信息高速公路是农业信息工程系统中重要的支持系统，依靠它才能实现信息的高速、准确、及时的传输。

4.8 农业专家知识智能体系

这是农业信息工程技术中可以服务于多层次用户的技术体系，它将根据用户的不同，构建不同用户的专家系统，因此它的技术易难也会有很大的差别。

5 农业信息工程的开发应用

今后我国农业信息工程的开发应侧重在两个方面：

5.1 集成现有的农业信息技术和信息资源

采用现有信息技术，促进农业信息的流通和信息流通机制的形成，满足广大农民、农技人员、管理干部和政府的信息需求，使其产生巨大的效益。

开发一批直接面向农业的先进、实用的农业专家系统和信息咨询服务系统，直接促进农业生产领域的信息化，促进农业信息的流通，使我国广大农民通过信息咨询，不断获得农业生产、市场、科技等方面的有用信息，科学地安排生产和销售。

建立农业信息共享系统，提高信息资源的利用效率。将分散建立在各个单位的有关农业的信息系统、专家系统汇集起来，进行标准化、实用化处理，提高现有信息资源的利用效率，提高我国农业信息产业化的整体水平。

开发一批农业宏观决策支持系统，为国家和省区农业管理干部和机构决策科学化、民主化、自动化提供支持，促进农业管理现代化水平的提高，并逐步建立不同层次的农业动态监测和预报预警系

统。

充分利用国家信息基础设施,建立全国的农情速报网络,以及农业经济市场信息网络,实时提供生产和市场变化信息。

5.2 农业信息工程的前沿技术研究和实验

跟踪是为了赶超,要实现我国农业信息技术的跨越式发展,必须在全面实施农业信息工程项目的同时,跟踪和赶超国际前沿。

5.2.1 积极开展精准农业的试验 精准农业(precision agriculture)是在信息技术支持下,充分挖掘农业资源利用率的一种农业技术。它是多种技术的高度集成,不仅可以保证粮食产量的稳步提高,还可降低成本、保护环境,是发展持续农业的重要途径。

5.2.2 开展虚拟农业(virtual agriculture)的研究

以农作物(对畜、禽、鱼等也可以)为核心,采用先进的信息技术手段,模拟农作物的生长过程和环境因子的影响程度,实现研究对象与环境因子交互作用,达到品种改良、环境改造、环境适应,从而实现增产的目的。我国目前可以集中在提高农业资源利用效率、主要农作物产量和质量、缩短新品种培育周期,提高农产品国际市场竞争能力等目标上开展研究。

5.2.3 构造农业知识创新的虚拟科研环境 这是采用农业信息技术中的遥感、地理信息系统、全球定位系统中的若干技术环节,加上虚拟现实技术,

为知识创新者构建多维信息空间环境,研究者可以身临其境于虚拟环境中,形成和提出新的构想,然后再加以验证,从而实现知识创新活动的全过程。这是目前国际上正在兴起的高度集成的信息技术前沿。

5.2.4 探索数字农业的开发条件 数字农业的产生,将为上述所有农业信息工程的实施提供基础。在数字地球概念的启发下,有农业信息工程实施中对农业信息空间分布的需求,开展数字农业的研究是必然的趋势,通过数字农业的开发为农业信息化、现代化提供支撑。

参考文献

- [1] 薛亮. 农业信息化 [M]. 北京: 京华出版社, 1998
- [2] 邹志仁. 信息学概念 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1996
- [3] 魏宏森. 系统科学方法论导论 [M]. 北京: 人民出版社, 1983
- [4] 杜道生. RS.GIS.GPS的集成与应用 [M]. 北京: 测绘出版社, 1995
- [5] 孙九林. 资源信息科学的兴起与区域可持续发展研究 [M]. 自然资源综合考察研究四十年文集, 北京: 中国科学技术出版社, 1996
- [6] 孙九林. 资源环境虚拟创新环境的探讨 [J]. 资源科学, 1999, 21 (1): 1~8
- [7] Burdea G. Virtual reality system and application [C]. Eledro '93 International Conference, 1993

The Theory, Methodology and Application of Agricultural Information Engineering

Sun Jiulin

(Commission for Integrated Survey of Natural

Resources, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

[Abstract] The era of information agriculture is commencing in the new century. Information agriculture will be the research frontier for the reasonable exploitation and utilization of agricultural resources, increase of crop yield, reduction of agricultural costs, mitigation of environment pollution and improvement of the international market competitive power of agricultural products. It is foreseen that biological engineering and agricultural information technology will be the two technical backbones for China's agriculture in the new century, and will be essential to realize China's agricultural modernization. The agricultural information science, technology and engineering are briefly summarized in this paper. In the 21st century, China's agricultural information science, technology and engineering should closely follow the international frontier and implement span development: not only develop and apply existent agricultural information technologies, those internationally

hotspot topics should also be studied and tested in advance, to speed up the agricultural modernization in China through the development of agricultural information engineering.

With the development and wide application of information science in agriculture as a new branch from agricultural technology system, agricultural information engineering has been gradually developed. It is a promising applied technology and an important technological support for realizing China's agricultural modernization. The scientifically combining of agriculture and information science created the science of agricultural information. The embodiment and application of information technology in all of the agricultural fields have pushed the development of agricultural information technology. Agricultural information engineering results from the research and application of agricultural information science and agricultural information technology. The basic contents of agricultural information science include the mechanism of agricultural information, information feature, information classification and coding, information reproducing and information linkage, etc. Agricultural information technology is associated with the technology of agricultural information resource acquisition and management, technology of information system, technology of information precise positioning, technology of agricultural auxiliary decision-making, computer modeling, simulation and virtual technologies, artificial intelligence and expert system technologies, automation technology, multimedia and network technologies, etc. The technological system of agricultural information engineering consists of agricultural information resource acquisition system, information management system, agricultural exploitation decision-making system, synthesis modeling system of regional resource exploitation, agricultural expert system and the virtual environment system of agricultural science knowledge innovation, etc.

[Key words] agricultural information technology; information agriculture; virtual agriculture; precise agriculture; agricultural information engineering

FEP - BY01 高能聚焦超声肿瘤治疗机

【本刊讯】北京医科大学应用碎石技术研究所与北京成轩经贸有限责任公司密切合作，历经6年努力研制成功一种可供临床实用的完全无创伤、完全无痛苦的FEP - BY01型肿瘤超高温热疗机。这种设备由体外发射超声波并在人体内聚焦，可在肿瘤组织内形成70~100℃高温将癌细胞杀灭，并依靠焦点的移动来杀灭大体积肿瘤。临床应用取得显著效果。

它适用于空腔脏器如胃、肠、膀胱癌瘤，热疗后可以使癌坏死、脱落、消失。另外可以用于腹腔、盆腔内的实质脏器如肝、胰、肾、肾上腺及各种后腹膜肿瘤，热疗后可使癌组织得到完全性杀灭。这种设备还对前列腺肥大、子宫肌瘤有显著疗

效。

经临床验证，这种超高温热疗安全性极高，不会造成内脏穿孔、出血、并发症，治疗时完全无痛、不灼伤皮肤、无需任何麻醉。这一技术的研制成功，为人类抗癌治疗提供了一个手术、放疗、化疗之外的又一个全新方法，使相当数量的不能手术和放化疗无效的病人又可能获得生命的希望。

北医大碎石所是我国体外碎石技术的奠基单位，1987年获国家科技进步一等奖；北京成轩公司是长期从事医学高科技开发应用推广单位，经济实力雄厚、管理先进，他们的合作为中国医学发展作出了贡献。