

金中仁 成建权 沈 健

农业信息化与精确农业*

摘 要 21世纪农业完全脱离了传统农业,进入了精确农业的新阶段。精确农业是使各种农业决策支持系统能即时地取得所需的数字数据,并加以迅速分析,实现可视化传输。它包括:对农业各个方面的各种过程全面实现数字化;要求各种农业信息技术最广泛地应用于农业;要求农业的各个部门全面地实现数字化与网络化管理。图1。参考文献5。

关键词 农业信息化 农业产业化 精确农业 农业数学模型
分类号 G350

ABSTRACT The agriculture in the twenty-first century is no longer the traditional one. It has entered a new stage of accurate agriculture, when various agricultural decision support systems can get data in time, analyze them, and realize visualization transmission. It includes the full digitization of various agricultural processes, wide application of agricultural information technologies, and the digitization and networking of all agricultural sectors. 1 fig. 5 refs.

KEY WORDS Agricultural informatization. Agricultural industrialization. Accurate agriculture.
CLASS NUMBER G350

随着信息技术的迅速发展及其20多年来在农业上的广泛应用,到20世纪末,国际上形成了“精确农业”的概念。它预示着21世纪农业将呈现出一个以数字化为生产特征的崭新面貌。我国2000年发布的农业科技发展纲要中,将“精确农业”放在信息技术的首要位置,使“精确农业”引起人们的兴趣与关注。

1999年在美国,阿尔巴马州州立大学召开的美国遥感应用大会上,Ronald Birk教授指出:“精确农业”的概念是使各种农业决策支持系统能即时地取得所需的数字数据,并加以迅速的分析,实现可视化传输。美国伊利诺州州立大学是开展“精确农业”研究最早的学术机构之一。它有一个数字农业图书馆,为本校与外界开展数字化的农业信息服务。

从长远发展看,“精确农业”应该包含3个内容。

(1)“精确农业”要求对农业各个方面的各种过程全面实现数字化,即各种农业过程都要应用数字的形式进行描述以及用数学模型加以表达。

(2)“精确农业”要求各种农业信息技术最广泛地应用于农业。

(3)“精确农业”要求农业的各个部门(生产、科

研、教育、行政、流通、服务等)全面地实现数字化与网络化管理。

可以预期,精确农业的发展必将使农业实现更高的效率,农产品达到更高的质量,使农业更好地满足人们不断增长的需求,同时又使农业环境得到更有效的保护,实现农业现代化的可持续发展。

1 农业生产过程的全面信息化

“精确农业”首先要求农业各种过程的全面信息化。这里包含两个步骤。

第一步,各种因素的信息化。任何农业系统都由四大要素组成,即:农业生物要素、农业环境要素、农业技术要素和农业社会要素。每个要素都包含有许多因素。如环境要素中的气象方面,就有:气温、日照、降水、湿度、风等因素。生物要素中的作物方面,有水稻、小麦、玉米、棉花等因素,而同一种作物的生长发育,又包含许多因素,如光合、呼吸、蒸腾、营养等因素。所有这些因素,根据“精确农业”的要求,都需要用数字(电子数字)来表达。

第二步,各种过程的信息数字化:农业数学模型(简称农业模型)。农业因素的数字化本身并不能说明农业的过程。将各种农业过程的内在规律与外在

*本文为浙江省海宁市重大科技项目“都市农业发展与研究”课题报告之一。

关系用数学模型表达出来,就是农业模型的任务。农业模型起始于20世纪60年代,是20世纪农业科学发展的一项十分重要的成就,是继生物统计之后,农业科学在方法论上的又一个突破。虽然农业模型刚出现时,一些农业科学家还将信将疑,但到今天,农业模型已被公认为是农业科学研究的一个重要的新方法。

农业模型由于将农业过程数字化,使得农业科学从经验的水平提高到理论的水平。它可以进行许多传统的农业试验无法进行的研究,可以提高它们的研究质量与效率;可以大大地节省研究的经费;可以使农业研究的成果在更大的范围、更长的时间内推广应用。

要实现农业数字化,如果不以农业模型为基础,就只能停留在农业问题的表面,而不能深入各种农业的过程,就不可能对农业作出各种优化与决策。农业模型可以认为是“精确农业”的科学基础与核心技术。

2 信息技术在精确农业中的全面应用

2.1 应用于农业的计算机数据库与软件系统

(1) 农业数据库系统(DBS)。其中,农业生物数据库方面,农业科研单位与院校对各种农作物、园艺作物、畜禽水产生物、食用菌藻生物,都需要建立其品种、品系、近缘生物的数据库。各种农业病菌、农业昆虫、农业微生物都需要建立其分类体系、特性特征、生态类型、生理小种的数据库。农业环境资源数据库方面,各地需要建立尽可能完备的气候、气象数据库、详尽的土壤资源数据库、水资源数据库、农业环境数据库。农业经济数据库方面,各地需要建立完备的人口、土地、耕地、各种作物面积、产量、各种畜禽生物的数量、农民收入、农民消费、农民就业、乡镇财政等数据库。计算机农业数据库的广泛建立,为精确农业奠定了稳固的基础。

(2) 农业多媒体技术(MM)。许多数据库都采用多媒体技术,例如农业生物数据库配有各种生物与品种照片,使其适用性更广泛。

(3) 农业生物信息与基因组学。农业生物信息学是研制与应用与农林业有关的分子生物学数据库与软件,并运用在精确农业中,使生物品种发生根本性的变化。生物信息学将生物技术与信息技术这两门当代最活跃的高新技术密切结合起来。当前及今后,它将支持分子生物学的研究和生物技术的运

行。从长远看,基因组学将对农业动植物品种的改良产生极深远影响。农业模型的应用必然使遗传工程与育种学密切结合,使农业动植物的育种工作有更强的针对性与预见性,有更高的效率和产量及更优的质量。

2.2 应用于农业决策系统

(1) 农业规划系统(PS):应用各种运筹学中的数学规划方法(如:线性规划,非线性规划,动态规划,整数规划,决策论等)对农业问题进行决策。

(2) 农业专家系统(ES)。ES是一种直接应用专家经验的计算机软件。对一些主要依靠专家经验进行决策的农业问题,ES是一个有效的有强大竞争力的技术。

(3) 农业模拟决策系统(SDS)。SDS是将农业模拟与决策相联系,一般采用两种方法:一是通过计算机的模拟性试验;二是将模拟结果与专家系统结合。这种方法在决策时会受到专家经验的局限,在应用于新品种、新技术或新地区时,有一些困难。

(4) 农业模拟优化决策系统(SODS)。SODS是将农业过程的模拟与农业的优化原理相结合并在此基础上作出各种农业决策的完整软件系统。实践证明,SODS在农业生产指导上十分有效。它既有较强的机理性,又有很强的应用性,特别是具有广泛适用性,同时它还有预测的功能,可以提高农业生产的预见性。目前我国已建立起水稻、小麦、玉米、棉花4种主要农作物的SODS系统,初步形成了我国的作物模型系列,在各地的粮棉生产上,发挥了有效作用。

2.3 农业监测系统

地理信息系统(GIS)与遥感技术(RS)是信息技术应用于农业环境资源监测的主要手段。地理信息系统与遥感技术的结合应用,使农业资源环境的研究与监测方法得到根本改观。其应用领域十分广泛,主要有:农业土地、耕地、土壤、森林、草原、水面等各种农业资源的探测、评价与动态监测;各种农业灾害的实时预测与监测;各种农作物面积与产量的预测与监测;农业环境污染的预测与监测;各种农业与园艺作物、畜禽水产生物、经济林木的地区适应性分布的研究,可以为农业产业结构调整提供依据。

以上任务的完成需要与各种相应的农业模型相结合。

2.4 农业控制系统

(1) 农业自动化(AA)。对于可以在一定程度上进行控制的农业环境条件,应用电子信息技术完全

有可能实现农业的自动化或半自动化。农业自动化的监控系统,是将环境监测、数据采集、数据分析、数据传送与环境控制的软件与设施相结合的整套系统。目前在温室与大棚的自动化控制方面已经相当成功。可以对温室及大棚内的温度、湿度、光强、二氧化碳含量、营养、水分等环境因子进行全天候的监测与智能化的自动调控,不管天气与环境如何变化,都可以培育出高质量、无污染、规格化的农产品。在田间作物的灌溉方面,根据天气、土壤水分与作物需求的变化,控制灌溉量和灌溉时间。其他在粮食、果品、蔬菜、花卉、畜禽等产品的保鲜与储藏的设备中,自动化的技术也都获得成功。在微生物的发酵工程、农业菌藻生物的培育工程与农产品加工工程等方面也可以应用信息技术,实现全面的自动化。

3 精确农业对我国农业信息化的影响

3.1 对农业生产技术水平的影响

我国农民人均占有耕地极少,财力有限。我国农业的生产技术水平与发达国家相比,也是比较低的。这些因素制约着我国的农业发展,制约着我国农产品的质量与我国农民的致富。随着信息技术的发展,农业科学知识将在我国农村得到迅速普及。适用于我国条件的各种农业优化决策系统与专家系统都将通过网络系统,使各种农业科学的优化原理与专家经验直接传播到农村的千家万户;各种智能化的温室自动化的灌溉与施肥系统将在我国逐步普及,从而加快提高我国的农业生产技术水平。

3.2 对农业科研的影响

在我国各农业科研单位,各种农业仪器都将更多地利用电子信息技术以提高自动化水平,农业科研的各种测定将会更正确、效率更高。农业科研的数据处理、统计分析以及报告写作,全都将充分利用计算机。我国的农业生物技术研究将与信息技术密切地结合起来,农业生物信息学与基因组学将在我国得到重大发展,从而大大加快我国农业生物技术的进展。

3.3 对农业教育的影响

制约我国农业发展的突出问题是我国农民的文化科学素质较低。在精确农业发展过程中,我国各农业大学都将打开大门,农民将终身地接受最先进的农业教育。精确农业将加快提高我国广大农民的文化科学素质。同时,精确农业的发展必将显著地加快提高我国高等农业教育的水平。各种农业课程

中都将加强数学模型与信息技术的内容,从而提高各农业学科的水准。我国各农业大学与国际联合与合作将极大地增强。中国的学生将通过因特网更多地接受国际上先进的农业科学教育。培养研究生将更多地采用国际合作的方式。

3.4 对农业的优质、高效、高产的影响

由于农业生物信息学的发展,我国的生物技术研究会得到加强,再加上各种作物的育种模型的研制成功,我国必然会在作物的优质高产育种方面取得更大成绩,会以更快的速度培育出受到市场欢迎的,在国际上有竞争力的优良品种。各种适用于我国条件的作物栽培模型、施肥模型、灌溉模型的研制成功,精确农业在更大面积上的普及,都会使我国的农业生产达到更高的产量,更高的效率与效益,会使农民降低成本,增加收益,从而更快地致富。

3.5 对农业加工业与销售服务业的影响

精确农业发展过程中,各种农产品加工、保鲜、储藏等都将得到电子信息技术的武装,自动化的程度有很大的加强;各种农业加工产品的质量会更高,规格更统一,出口竞争力更强。

精确农业与电子商务的发展必将扩大我国农产品的国内外市场。将使我国农民从根本上改变信息难以获取的闭塞状态,广大农民将有可能直接与国内外市场建立联系,了解国内外的市场动向,以决定农产品的生产与营销策略。

农业信息将成为我国农业服务业的支柱产业,我国的农业金融业、农业保险业、农业运输业、农业供销业等也都将得到电子信息技术的支持,从而提高农业服务的整体效益。

3.6 对农业持续发展的影响

近几年,我国农业环境资源的污染与破坏情况一直很严重,这个情况对我国农业发展有长远性的不利影响。精确农业的发展,必将十分有利于我国农业环境资源的治理与保护。各地都将依靠宏观农业模型与宏观决策系统的支持,使当地的农业发展与农业环境资源治理得到更合理的协调。农业遥感与GIS技术与农业模型的结合,将使我国对农业环境资源动态监测工作更为完善。各种环境污染与破坏的情况将能得到更及时的发现与制止。

依靠因特网、局域网与数据库技术,我国农业行政主管部门对全国与各省农业环境资源的数据,会有更及时与正确的掌握,从而及时地制定或调整政策与对策,使我国农业沿着最合理的方向得到持续的发

展。

4 建立农业信息化系统工程的概念框架

农业信息系统工程是以计算机技术为基础的,以遥感技术、地理信息技术、全球定位技术、人工智

能技术和网络技术为支撑技术而建成的一个极其复杂的高新技术体系。初步建议由总系统-系统-分系统-子系统-模块等5级构成农业信息技术体系。它是实现农业现代化的支撑技术,也是实施信息农业的标志技术。其概念框架图见图1。

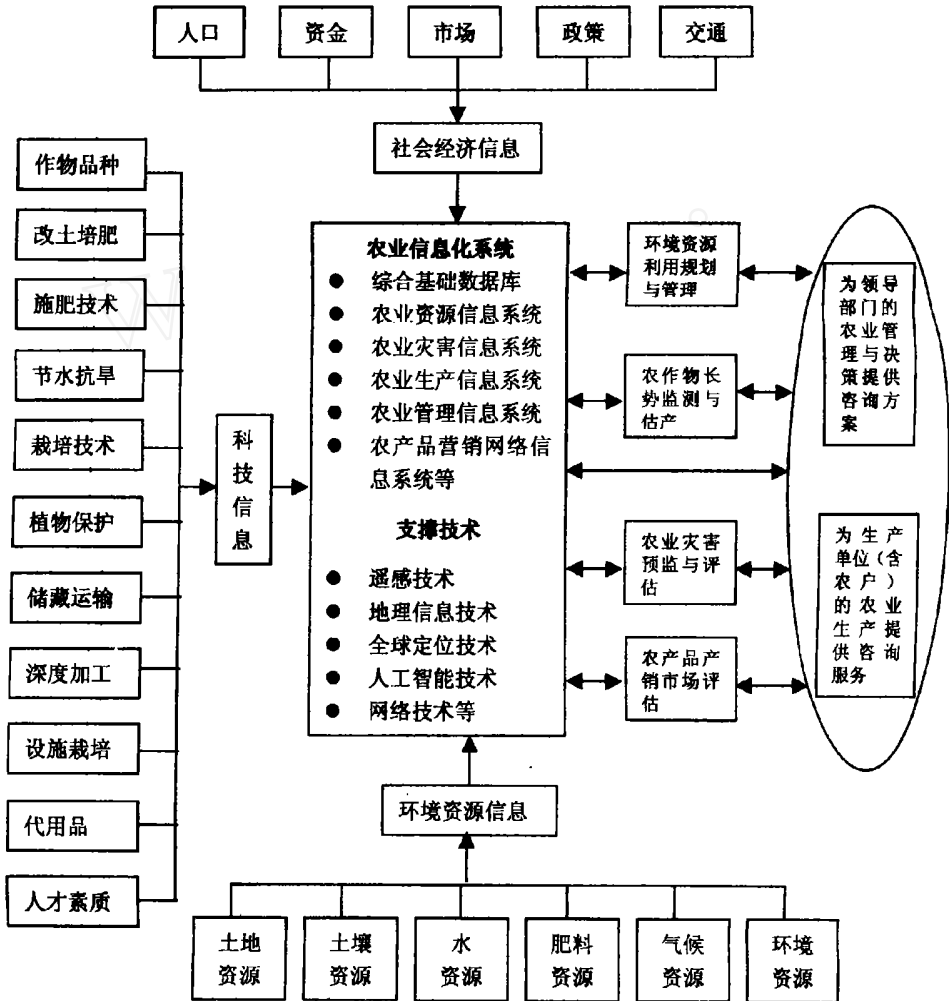


图1 农业信息化系统工程概念框架图

参考文献

1 Jay T. Akridge. 2000 Precision Agricultural Services and Enhanced Seed Dealership Survey Results. Purdue: Center for Agricultural business, 2000

2 刘爱民. 现代精确农业及我国精确农业的发展方向. 中国农业大学学报, 2000(2)

3 杨印生等. 日本精确农业的研究现状. 农业机械学报, 2000(2)

4 王克林. 农业高新技术产业发展与农业现代化建设. 21世纪青年学者论坛, 1999(2)

5 徐可英. 国内外精确农业发展现状与对策. 中国农业资源与区划, 2000(2)

金中仁 浙江大学华家池校区图书馆副研究馆员. 通讯地址: 杭州市. 邮编 310029.

成建权 沈 健 浙江大学华家池校区图书馆馆员. 通讯地址: 同上. (来稿时间: 2002-10-08)