



社区搜索

关键字:

类型: =整站搜索=

专业委员会

地方学会

学会章程

## 数字农业浅谈

作者: 缪青海

随着计算机技术的广泛应用,人类社会进入信息化时代,农业作为人类最古老最重要的生产活动,也必然受到数字化浪潮的冲击。在信息化的大环境下,“数字农业”的概念应运而生,并且受到越来越多的重视。所谓数字农业(digital agriculture),是指是用数字化技术,按人类需要的目标,对农业所涉及的对象和全过程进行数字化和可视化的表达、设计、控制、管理的农业。数字农业建立在信息技术、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之上,力求最大限度的节省资源,重视环境保护和生态均衡,追求以最少的资源消耗获得最大的优质产出的高效益,以保持农业可持续发展。数字农业是几千年来农业生产的巨大发展,必将对人类社会产生深远地影响。

### 中外数字农业概况

目前,以美国为代表的发达国家在数字农业领域已经取得相当高的成就。自上世纪50年代首次利用计算机研究饲料问题,美国农业的信息化已经有50多年的历史,其内容也从最初简单的农业科学计算发展到七、八十年代的农业决策支持与自动控制,自九十年代进入网络化时代以来,以人工智能、3S技术为依托的数字农业、虚拟农业、精准农业更是飞速发展。数字化已经渗透到从单株植物生长到宏观农业经济分析的各个环节,为美国农业产值的增长做出了巨大贡献。综观美国农业体系,主要有以下特点:

#### 1. 农业生产高度专业化、规模化、企业化

美国农业生产的专业化是多层次的,这主要表现在地区专业化、农场专业化和生产工艺专业化。美国大陆划分为几个主要的作物带,每个作物带中最适合一种作物的生长,如著名的“玉米带”、“奶牛带”等;绝大多数的农场只生产一种作物,进行大规模种植;而有的农场只生产一种作物的一个品种,或只做一种作物的育种。这样因地制宜、各有所专,达到了专业化与规模化的很好结合,形成了专业化生产、集约化经营、企业化管理现代产业模式。

#### 2. 农业生产体系完善

目前,美国已形成发达的产前、产中、产后紧密衔接的农业生产体系,包括农业生产资料的生产和供应,以及农产品的收获后的储藏、运输、加工和销售等部门。他们分工明确,高效协作,在相关农业法律体系的维护下,农业生产有序而高效。

#### 3. 农业教育、科研和推广“三位一体”

美国的农业是由私人经营的,但各级政府积极支持农业科学技术的发展,建立了富有特色的“三位一体”的农业教育科研和推广体系,农学院同时承担农业教育、科研和推广三项职能,使教学科研和推广紧密地结合起来,为农业发展提供强大的技术推动力。

这些特点或者说优势的形成无一不与数字化、信息化直接相关。以美国番茄生产为例,首先由大学的实验室提供育种技术,专门的公司负责生产,以保证优质的种源。接下来是播种前的一系列准备工作,包括根据气候、土壤、地理环境选择产区,大规模的种植一定是选择在最适宜番茄生长的种植带。播种后的一些列工作包括土壤湿度、营养度的测定,相应的进行灌溉和施肥,同时,杂草和病虫害都始终处于系统监控之下,待到果实开始发育时,由计算机栽培系统参照番茄虚拟生长模型对果实进行形状、大小、颜色、酸度甚至口味的控制,使得果实在全方面有一致而优良的品质。收获的过程繁忙而重要,由专家决策系统来决定最佳的采摘时间,机械化采摘后进行果实的自动分类和包装储藏,分类有不同的标准,而包装储藏的容器也多达七八种,以此达到果实的保质保鲜,避免微生物感染。如果采摘后直接进行深加工,首先要将分类的番茄浸泡、漂洗,然后去皮。仅去皮的方法就有蒸汽去皮法、碱液去皮法、红外去皮法等多种工艺,均由计算机系统控制。之后,番茄就可以运上生产线,制作成罐头、果浆、果汁、果酱等,通过发达的产销服务体系摆上千家万户的餐桌。整个生产过程在保证产品质量的同时最大限度的降低成本,育种、栽培、收获、加工都在计算机控制下有序高效的进行,可以说是数字化生产的典范。

我国的信息农业发展较晚,自80年代初期开始,农业信息技术的发展经历了起步、普及、发展和提高等阶段,在农业自然资源数据处理、农业信息管理与推广服务、农业规划与决策、农业生产过程实时处理与控制、人工智能专家系统开发与应用、信息网络研究与建设等方面已经取得了长足进步,为我国农业向信息化迈进打下了良好的基础。

进入21世纪以来,国家对农业数字化的投入逐年加大。国家“十五”科技攻关计划将农业信息化列为七大重点攻关任务之首,2003年科技部发布863计划“数字农业技术与示范”重大专项第一批课题申请指南,在数字农业信息采集技术与产品开发,农林植物生长模型与数字化设计技术研究,土壤-作物系统过程模型与数字化设计技术研究,数字农业精准生产技术平台构建与应用,数字农业精细养殖技术平台构建与应用,数字林业技术平台构建与应用,数字农业技术应用示范等七个方面进行资助,以“精准农业”、“虚拟农业”、“智能农业”和“网络农业”等内容为切入点,大力发展数字化农业的基础研究。

中国农业科学院、中国科学院以及各大农业高校在我国农业数字化进程中起到巨大推动作用,取得了一批成果,如中国农科院的“棉花生产管理系统”,中科院上海植物生理研究所建立的“水稻群体物质生产的计算机

模拟模型”等。目前，信息科学与植物学、农学等传统农业学科相互交叉，涌现出一批从事“植物生长建模”等课题研究的信息领域科学家，其中中科院合肥智能所“农业专家系统”，在东北三省、云南山地、黄土高原、华北平原等全国各地得到了广泛的应用，被誉为科学种田的“电脑农业专家”。目前，国家已经在北京怀柔、山东潍坊等地建立了22个数字化农业示范区，新增产值23亿元，400多万农户受益，数字农业初显威力。我国农业信息化建设虽然具备了一定的发展基础，但与发达国家相比还落后很多，主要表现在：农业信息基础设施薄弱，信息化与网络化发展不均衡，城乡信息鸿沟加大；农业信息网络建设缺乏统一的协调和规划；农用软件研究与开发明显滞后；成果转化与实际应用的推广存在严重困难，产业化水平低等等，数字化兴农还有很长的路要走。

#### 关于我国数字农业发展的一些思考

改革开放25年来，我国工业化、城市化程度大为提高，但农业这一我国社会最基础的一环却相对落后和发展缓慢，城乡人民生活水平两极分化严重，农业政策、农业生产和农民收入的“三农”问题日益突出，已经成为制约我国建设和谐社会的瓶颈问题之一。党的十六大报告指出：统筹城乡经济发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的重大任务。2005年2月8日，中央时隔18年后再次把农业和农村问题作为中央一号文件下发，将“三农”问题作为全党工作重中之重。可见，农业问题至关重要，数字化兴农刻不容缓。

中国农业的数字化过程既要吸取欧美国家数字农业发展的精华，也要结合中国国情，因地制宜的发挥自身优势。对比中美农业，美国土地多平原少山地，而我国少平原多山地丘陵：美国农业人口占3%，而我国到2004年仍有农业人口75,705万，占总人口的58.2%，并且受教育水平明显偏低，因此美国农业的生产运作模式不一定适合中国农业的生产现状，建设有中国特色的现代化农业体系势在必行。经过20多年的努力，我国在人均资源极为贫乏的条件下已基本解决农民温饱问题，但怎样使广大农民阶层富裕起来，是摆在我们面前的重大挑战，而数字农业正是我们应对挑战的有力武器。

然而，我们必须认识到，农业生产由最庞大的农业人口参与其中，受到环境、气候的影响，与政策制度、社会文化、工业发展密切相关，是一个开放的复杂巨系统。“三农”问题涉及社会的方方面面，不可能仅靠一两项高科技就可以彻底解决。特别是几千年来，农民阶层一直处于社会的最底层，“富商贱农”的思想可谓根深蒂固，这种社会思想不转变，农民阶层的最底层状态就不可能得到扭转，和谐社会的建设也将因此受到阻碍。

社会各领域的科技工作者必须结合起来，站在以人为本的高度，以社会学家的眼光去观察、分析，以自然科学的方法去改造和建设新型农业体系。“如果要组织有效果的行动并达到预期的目的，就必须对社会制度的功能进行细致的分析，而且要同它们意欲满足的需要结合起来分析，也要同它们运转所依赖的其它制度联系起来分析，以达到对情况的适当的阐述”，著名社会学家费孝通先生上世纪30年代论断仍然掷地有声，他当时说这是社会科学者的工作，但在今天看来，这不仅仅是社会科学者的工作，也是自然科学者的工作，更是重大政策、工程决策者的工作，兴农富农是国之大计，建设和谐社会人人有责！

自然科学与社会科学历来是各自独立的分支，研究的内容与方法也十分迥异，相互之间更谈不上互相借鉴。但随着信息时代的飞速发展，科学与人文这原本就是一体却被人为分割的两个领域开始交叉融合，社会计算等信息科学的技术被用到社会研究中，社会科学的思想也用来指导科学技术更合理的应用，社会科学与自然科学研究的实际上是同一个自然界在不同层次上呈现出来的特征和规律，它们之间有着深刻的联系。我国数字农业的建设也势必要从分析、改革农业制度，建立健全农业法规，关切农民阶层意愿要求，联系农业以外的工业、金融等制度体系的高度来统筹规划，而不是传统的孤立的发展农业数字化技术，农业的发展既是技术问题也是社会问题。可喜的是，自然科学与人文的再融合，特别是社会计算等复杂系统的研究理论和方法已经为此提供了理论基础和技术手段。

#### 农作物平行种植系统研究的展望

复杂系统的研究越来越受到人们重视，而农业作为一个开放的复杂巨系统，其数字化的建设过程也必将按照复杂系统的规律来研究和发展。社会计算作为复杂系统研究的重要理论之一，可为数字农业的建设提供理论框架和技术支持。社会计算理论由王飞跃教授首先提出，其中心思想是人工社会、计算试验和平行系统

(Artificial Society, Computational Experiment and Parallel Systems, ACP)理论的有机结合。

人工社会的概念首先由美国著名的智囊机构——兰德公司提出，它利用人工系统比较容易操纵和重复的形式，抓住复杂系统的特征，进行精确可控的各种试验，对其行为和各种影响因素进行“量化”的分析和评估。美国学者已经利用人工社会的原理进行天花袭击的社会仿真，其结果为卫生当局应对病毒恐怖袭击提供决策依据；社会学家运用Agent技术复原古代社会，研究美国亚利桑那州长屋谷古代普布罗部落衰败和迁徙的原因，对人类保护生态，建设可持续发展的社会模式具有指导意义。半个世纪前人们便开始用计算机进行仿真研究，随着计算机性能的飞速提高和并行计算、分布式计算、网格计算理论的出现，计算机仿真正在上升到计算试验的高度，通过涌现等方法，在人工社会这个试验平台上可以进行不同方案的重复试验，评估各个参变因素单独或同时对复杂系统的影响。平行系统，是指由某一个自然的现实系统和对应的一个或多个虚拟的或理想的人工系统所组成的共同系统。通过平行系统可以完成对实际系统的管理与控制，对相关行为和决策的试验与评估，对有关人员和系统的学习与培训等等。科技领域里，我国科学社会主义的实践和模型参考自适应控制等都是平行系统的实例；在生活中，理想和榜样对我们成长的作用也都体现出平行系统的思想。人工社会、计算试验和平行系统(ACP)是一个有机体，人工社会提供试验平台，与实际系统一同组成平行系统，计算试验为人工社会的建立和平行系统的运行提供试验手段和方法。

人工社会、计算试验和平行系统(ACP)运用到数字农业中也将发挥它的优势，可以对农业政策进行预评估，对农业生产进行管理与控制，对农业科技与操作人员进行培训等等。当前，建立农业平行种植系统，实现农产品生产的工业化、标准化显得十分有意义。所谓农业平行种植系统，就是把平行系统的概念引入到农作物生产中，综合作物栽培学、计算智能、虚拟现实和三维图像建模等多门学科知识，通过虚拟植物和真实物质间的

交互进行作物生长控制，使植株生长大规模标准化，从而实现产品的标准化，提高产品整体质量，减少采摘、分类和后期加工的成本。平行种植系统由两部分组成：计算机虚拟种植系统和真实作物的栽培管理系统。计算机虚拟种植系统的主要目标是利用计算智能方法(如模糊数学和神经网络等)和代理 (Agent) 技术，融合作物生长机理和栽培管理的规律，实现作物的可视化三维生长建模，作为真实作物管理的参考模型。在这个模型中，每一片 (支) 根、茎、叶以及花和果实都可以作为一个Agent，例如一个叶Agent便是一个有自主功能 (光合作用、蒸腾作用) 的智能体，它通过茎与其他器官交换信息和提供能量，并受环境制约，它的生成、发育、成熟和枯萎等一系列动力学过程都可以用糊规则和神经网络等计算智能方法来描述。各个Agent之间相互支持也相互制约，组成了整个植株的生命过程。另一方面，真实作物的栽培管理系统是指一个作物生长模型对应的大规模的作物群的生长控制和管理系统，它与传统的种植园看上去差别不大，但有实质的不同：以番茄为例，所有的植株都是以同一个虚拟番茄植株为参考模型进行管理，目标是不但使果实有相同的形、色、味，还要使每棵番茄植株形态结构高度相似，如结出果实的多少和位置等等。采用这种管理，建立类似于工业生产线的种植方式，不但提高农产品整体质量，还大大减少了采摘和分类储藏、销售的成本。

建立农业平行种植系统存在两个关键问题，一是作物生长模型的准确性与合理性，只有建立符合作物生长机理的模型才对实际作物生长有指导意义，这需要虚拟作物与真实作物之间的交互作用，对虚拟作物而言，这是个样本学习的过程，而对真实植株则是受控生长过程，只有采用合适的方法才能高效的使两者相似程度不断提高，实现作物的大规模标准化生长；二是真实作物田间管理，它要求从育种、播种、灌溉、施肥、修剪、防病虫害到采摘、加工等一系列过程的标准化，同时也要求能够对环境的控制，如湿度、温度等等。

数字农业工厂在美国已经出现，但符合我国国情的数字化农业生产仍在不断试验中前进，农作物平行种植系统显然是一个值得研究的方向。

转自《复杂性与智能化》杂志

---

地址：北京市海淀区中关村东路95号 邮编：100080

电话：010-62544415 82673037 传真：010-62620908

Email:wangh@iamail.ia.ac.cn , zdhxh@hotmail.com

