

我国农业生态工程建设探析

黄本柱 (合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009)

摘要 当前我国正处于从传统农业向现代农业转型的时期, 特别是生态农业为我国农业的发展奠定了良好基础, 但同时也面临着建设现代化农业、合理高效利用农业资源等一系列长期、复杂而艰巨的任务。简要介绍了我国农业生态工程和西方精确农业发展的状况, 比较了农业生态工程和精确农业的异同, 指出了我国农业生态工程建设中的不足和发展方向, 针对我国农业生态工程和精确农业研究建设现状, 提出了目前可以着重开展的工作。

关键词 生态农业; 农业生态工程; 精确农业

中图分类号 S181 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)27-11962-03

Analysis on the Construction of Agricultural Eco-engineering in China

HUANG Ben-zhu (College of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract China is in the transformation period from the traditional agriculture to the modern agriculture at present. Especially, the ecological agriculture has laid a good foundation for the development of agriculture in China. At the same time, Chinese agriculture are faced with a series of long-term, complex and arduous tasks, such as building modernized agriculture and reasonable and efficient utilization of agricultural resources. The development situations of Chinese agricultural eco-engineering and western precision agriculture were briefly introduced. The similarities and differences between agricultural eco-engineering and precision agriculture were compared. The deficiencies and developmental direction of Chinese agricultural eco-engineering construction were pointed out. Aiming at the research and construction situations of agricultural eco-engineering in China, the main works at present were put forward.

Key words Ecological agriculture; Agricultural eco-engineering; Precision agriculture

我国是一个农业大国, 改革开放以来, 农业特别是生态农业生产取得了举世瞩目的成绩。但是, 由于我国农业人口多, 土地资源相对较为短缺的现实情况, 影响了我国经济社会健康有序的发展。进入21世纪后, 我国农业迈入了一个新的发展阶段, 调整优化农业生产与农村经济结构, 完成农业生产由数量型向质量型方向转化, 实现农业增长方式由粗放型经营向集约型经营转变已成为必然的发展趋势。这就要求必须坚持农业生态工程建设, 努力推进农业向信息化、精细化方向发展。该文对精确农业与农业生态工程进行了比较, 针对现有农业生态工程建设存在的不足, 指出了精确农业与农业生态工程相结合的模式应是我国未来农业发展方向。

1 精确农业与农业生态工程的比较

1.1 农业生态工程基本概念 生态工程是在20世纪60年代以来, 由于人口剧增、资源破坏、能源短缺等因素造成的全球生态危机的暴发和人们为了解决环境问题的条件下所提出来的, 生态工程的概念最早是由美国的H.T.Odum在1962年提出。在80年代, 我国著名的动物学家和生态学家马世骏教授将生态工程定义为“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理、结构与功能协调原则, 结合系统最优化方法设计的分层多级利用物质的生产工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下, 充分发挥物质的生产潜力, 防止环境污染, 达到经济效益与生态效益同步发展。既可以是纵向的层次结构, 也可以发展为几个纵向工艺链索横向联系而成的网状工程系统^[1]。在此基础上, 1987年又进一步将农业生态工程定义为“将生态工程原理应用于农业建设即形成农业生态工程, 也就是实现农业生态化的生态农业。可以认为, 农业生态工程就是有效地运用生态系统中各生物种充分利用空间和资源的生物群落共生

原理、多种成分相互协调和促进的功能原理以及物质和能量多层次多途径利用和转化的原理, 从而建立能合理利用自然资源、保持生态稳定和持续高效功能的农业生态系统^[2]。我国的生态工程研究始于20世纪70年代末, 时间不长, 但发展迅速, 取得了明显的效果。尤其是在生态农业的建设和发展上, 得到了国内外广泛的关注和肯定。

1.2 精确农业基本概念 信息技术和人工智能技术的高速发展促使新颖农业生产管理思想的诞生, 从而产生了对农作物实施定位管理、根据实际需要进行变量投入等农业生产的精准管理思想, 进而提出了精确农业的概念。精确农业(Precision Agriculture)或精确农作(Precision Farming)是由美国农学家于20世纪90年代初期提出来的, 这一概念还先后被译成“精细农业”、“精准农业”等。精确农业是一种基于空间信息管理和变异分析的现代农业管理策略和农业操作技术体系。它根据土壤肥力和作物生长状况的空间差异, 调节对作物的投入, 在对耕地和作物长势进行定量的实时诊断, 在充分了解大田生产力空间变异的基础上, 以平衡地力、提高产量为目标, 实施定位、定量的精准田间管理, 实现高效利用各类农业资源和改善环境这一可持续发展目标。

1.3 农业生态工程与精确农业的异同

(1) 产生时代背景。农业生态工程和精确农业是在全球生态危机日益严重背景下提出来的, 都是为了解决农业环境问题, 提高农业生产力, 来实现农业的可持续发展, 符合我国农业发展的要求。

(2) 总体目标。农业生态工程和精确农业的总体目标都是追求农业的可持续发展, 但其侧重点不同。农业生态工程追求经济、社会、生态效益高度的统一, 并将把提高生产能力与经济效益放在首要地位。而精确农业是把环境改善和降低生产成本放在首位。

(3) 投资和运转费用。在农业生态工程建设过程中很多的能源设备大多是利用自然界存在的生物体, 包括自然的或人工的生物种群、群落, 其投资和运转费用都较低。而精确农业需要采用各种高科技信息化技术, 其投资和运转费用相

对较为昂贵。

(4) 技术手段。由于农业生态工程往往是面对一个区域范围内,以第一性生产为主要内容的工程设计,我国农业生态工程技术构成主要体现在现代农业技术与传统农业技术精华有机的结合、现代农业技术及系统工程方法的优化组装和资源再生、高效利用几无(少)废弃物生产的接口技术的开发3个方面^[7]。在农业生态工程建设中,运用生态学、生态经济学原理和系统科学的方法,实现高产、高效与持续发展的目标。而精确农业是在遥感技术(RS)和地理信息技术(GIS)农业应用的基础上,并在全球定位系统(GPS)民用后才开始发展起来的,是利用RS宏观控制,GIS采集、存储、分析和输出地面或田块所需的要素资料,以GPS将地面精确测量,再与地面的信息转换和定时控制系统相配合,按区内要素的空间变量数据精确设定最佳播种、施肥、灌溉、用药等多种农事操作。所以,也称“3S技术”^[3]。一般而言,现代农田“精确农业”技术体系是基于农业信息技术的发展。主要包括GIS、RS、GPS构成的3S技术、数据库与管理信息系统、专家系统(ES)^[14]、决策支持系统(DSS)、计算机及网络通讯技术等农业上的应用。

(5) 应用进展。农业生态工程在国内外,尤其在具体的农场或工厂的实践方面取得了辉煌的成就。如国外生态农业的典范——菲律宾的玛雅农场,还用瑞典、德国、阿根廷、捷克等国生态农业的发展都取得了可喜的成绩。精确农业在欧美发达国家也取得了良好的效果,并已经形成了一种高新技术与农业生产相结合的产业,被广泛认为是可持续发展农业的重要途径。精确农业一直是近年来国际农业科技研究的热点领域。美国是最早将精确农业应用于生产实际,也是取得成果最为丰富的国家。在北美、欧洲和澳大利亚等地,精确农业技术体系不仅已试验用于小麦、玉米、大豆、甜菜和土豆的生产管理和作物生产上,而且还应用于土地资源的详查及监测,农作物生长状况的监测和产量预测,灾害性天气、旱情、涝情和水情的监测,农作物病虫害的监测与精细防治和人地块农田的优化施肥等方面^[16-18]。除此,日本、韩国等国近年来已加快开展精准农业的研究工作,并得到政府部门和相关企业的大力支持。而我国科学家在1994年才提出发展精确农业的建议,其研究与发展在我国尚处于初级阶段,仅在少数地方如黑龙江、新疆、上海、北京等地的大农场进行了试点研究。到2000年10月中旬,农业信息技术及精确农业国际会议在北京召开,才标志着以我国农业精耕细作传统技术为基础,加上现代高新技术、现代生物技术、现代信息技术和计算机人工智能技术的有机结合将能够形成有中国特色的“精确农业体系”^[19-20]。

2 我国农业生态工程建设的不足与发展方向

我国生态农业初步形成了生态农业理论指导体系、生态农业模式分类体系、生态农业技术体系、生态农业建设体系和生态农业保障体系等^[4],已有不同类型、不同规模的生态农业试点2000多个,其中有160多个县级规模、10多个地(市)级规模^[4],另有海南、福建、浙江等都制订生态省建设规划。我国的农业生态工程建设蓬勃发展,逐步走向成熟,促进了我国农业的可持续发展。

2.1 缺乏定量化模型的指导 目前,我国农业生态工程尚难像精确农业那样,依据可靠参数,标准化地设计出令人满意、易于操作的生态工程样板^[5]。虽然有些工程如太阳能温室大棚、养猪、沼气池、蔬菜种植四位一体的能源生态工程,已有了地方性的技术标准^[6]。但是,由于受到模式中众多参数具有不可移植性并带有人为可调整性的特点等多方面因素的影响,限制了生态工程设计标准化,从总体上看,我国的农业生态工程设计模型还处于经验摸索阶段,应借鉴精确农业定量化的思想,利用信息和人工智能技术改进生态数据采集方式和处理手段,使参数标准化,使设计向定量化、精细化、模型化方向发展。正如马世骏先生要求的“要达到模型化和定量化,能够按设计的模式进行施工,通过定量化过程进行优化组合,才能使生态工程真正建立在立足于科学化的基础上”。

2.2 盲目的理论研究与实践脱节 我国农业生态工程模式在全国范围内种类繁多、形式多样,出现了不同生产力水平下的各种生态工程模式。但是,有的模式建造好后束之高阁,很难用于指导生产实际,更难进行全面的总结和进一步的高度理论概括^[8]。在建造模型时,只注意了其形式和方法的选择,且数据采集困难,周期长,准确性差,反映不出实际情况,缺乏深入的研究,理论研究赶不上实践发展的需要,甚至在有些地方,生态农业简单解释为化肥+有机肥。

2.3 难以形成规模化生产和高科技含量的产业链 从规模上说,我国生态农业建设多集中于户、村的层次发展,例如小型的桑基鱼塘到大型生态农场都是强调以农户或农村为单位进行农田与庭院相结合的生态农业建设。但是,户式、村式生态农业建设很难达到一定的经济规模,也不是最佳的自然资源利用模式。同时,由于资金、技术等因素的限制,很难实现能量、物质的多级转化循环,反而可能出现物质流、能量流的中断,从而限制了含有高科技的农业生态链的延伸。从户、村式生态农业向以县为单位的生态农业转变是我国生态农业工程的必然趋势。以高科技的田间管理、节水灌溉、环境监测等实用技术抵御外界环境风险,以先进的管理和网络技术保证农产品市场畅通无阻,这为实现经济规模的快速扩大提供了可能。实现基于信息和知识的农业生态系统精细管理的技术思想,不应仅限于农田生态系统,还应该扩展到种、养、加,产前、产中、产后的整个过程^[5]。利用信息技术、生物技术等高新生态技术,努力发展设施园艺、集约养殖、农产品品质优选、加工增值产业等,对于实现区域特色农业互补和延伸产业链具有重要的意义。

2.4 实用生态农业技术到位率低、现代农业技术装备落后

我国农业生态工程注重传统的农业技术和现代技术的结合^[8]。发展现代生态农业需要具备现代生态农业技术和现代农业技术装备,但是,现阶段各地推广的大多数是一般的生态农业技术,真正的食物链加环技术、减环技术、物能多级转化技术实践推广应用比较少,还需要进一步的研究,而支撑我国生态农业技术装备明显落后,现代农业机械化程度较低,且南北和东西地区农业机械化水平存在很大差异。

我国农业发展的道路必须走现代化、信息化的道路,精确农业是一种有效的途径。发展精确农业有利于大力提高

我国的农业技术水平,针对不同地区基于不同生态农业水平上可开展不同集成水平的精确农业研究和实践。喻歌农等提出^[9],在我国绝大部分地区可以开展无机械化精确农业,只对某项或几项因子空间、时间变化利用GIS查询和辅助决策;北方平原已形成规模化、机械化到达一定程度的大农场,可以开展半机械化精确农业的研究即采用VRT(变率处理设备)机械化设备,用于收割、播种、施肥或灌溉,部分设备实现了自动控制和监测,其余部分仍由GIS进行查询,然后人工实施。大力实现不同水平的精确农业,不仅有利于促进我国农业机械化水平的提高,而且为将来实现自动化、智能化的精确农业打下良好基础。

2.5 学科构成和农业人才结构单一 农业生态工程是一个集成系统,它涉及到多种学科知识的支持,需要学习应用不同子系统已经形成的软硬件设计规范、数据格式与通信协议^[10],应用已有的单项技术成果,研究建立某些技术的新标准,但目前农业生态工程研究与信息技术、工程技术结合不够,学科较为单一^[11]。今后,生态工程学在解决复杂社会、经济和生态复合系统重大设计时,单纯依赖各种单项自然科学技术则难以实现农业可持续发展^[15],必须学会金字塔型的跨学科综合研究^[12],特别要重视包括电子学与信息系统、自动化技术、3S技术等信息科学的专业人才的培养,加强健全研究机构和研究队伍,开展国际国内研究交流,强调学科与行业的综合性。

3 对我国农业生态工程建设的建议

精确农业是具有超前性的农业高新技术,代表了当前国际上农业发展的新趋势,对我国农业的发展将发挥日益重要的作用。长期以来,我国的农业一直是投入产出效率较低的行业,推广农业生态工程与精确农业的结合是我国未来农业发展的基本趋势。在我国农业生态工程建设取得一定成绩的同时,我国农业面临的人多地少、资源短缺、环境污染等问题日趋严重,因此精确农业的发展在我国显得尤为迫切重要。

3.1 着手解决资金问题 我国农业的发展的资金不能仅靠政府的扶持,还应该坚持开源节流的方针,大力吸引企业的投资,农业生态工程建设要建立在稳定的资金投入机制上,千方百计的增加收入,科学的投入。

3.2 因地制宜,发展具有中国特色农业 由于我国地域发展水平不平衡,各地开展的生态农业的规模不同,因此,应该因地制宜地开展不同层次的现代化生态农业的研究,吸收精确农业的思想建设不同集成水平的生态农业。

3.3 加快农业信息化基础设施的建设 农业信息化的建设有利于合理有效地利用农业自然资源,减少生产投入成本。

施肥、灌溉等都需要精细化、信息化,应大力开发各种支撑现代化农业的软件,建立农业数据库,为农业的科学发展提供预测。农业信息化将是我国农业今后的必然趋势。

3.4 完善生态农业技术体系,加强生态农业与精细农业的渗透 生态农业既需要高新技术的龙头带动作用,也需要典型性强、效益好、易推广的专项生态农业技术的普及和传统技术的挖掘和提高^[13]。因此,应当重视技术的引进和运用,着重发展高新技术在农业中的应用,加强生态农业与精确农业的其他农业模式之间的渗透。

3.5 努力培养和完善人才结构 农业生态工程不仅涉及生态学、农学、环境科学等各学科,随着信息化和高新技术的飞速发展,将涉及信息、电子、计算机、自动化等各个领域。一定数量的农业人才和完善的人才结构将是生态农业工程建设和精确农业发展的必要保障,在高校中开展农学与其他学科交叉研究并培养相关的人才是一种有效模式,还可以开展技术培训,提高了农民科技、文化素质,为实施“科教兴农”战略打下了良好基础。

参考文献

- [1] 马世骏.生态工程[J].北京农业科学,1984(4):1-2.
- [2] 马世骏,李松华.中国的农业生态工程[M].北京:科学出版社,1987.
- [3] 季彪俊.南方山区发展精确农业浅议[J].2002:445-450.
- [4] 张放.生态农庄与生态园区实用技术[M].北京:化学工业出版社,2006:6.
- [5] 王克林,李文祥.精确农业发展及农业生态工程创新[J].农业工程学报,2000,16(1):5-8.
- [6] 孙鸿良,张工年,韩纯孺,等.农业生态工程的产生、研究进展及我们的任务[J].农村生态环境,1999(2):23-30.
- [7] 计文瑛,周连启,张壬午.我国农业生态工程的兴起与发展[J].农业环境保护,1991,16(2):87-89.
- [8] 李维炯,李季,许艇.农业生态工程基础[M].北京:中国环境科学出版社,2004:15-16.
- [9] 喻歌农,周泳.试论精确农业及我国行动对策[J].自然资源学报,1998,14(1):69-74.
- [10] 汪卫民.RS和GIS在农业领域的应用与展望[J].计算机与农业,1998(2):4-6.
- [11] 刘燕德,应义斌.信息技术的发展与农业生态工程创新[J].农机化研究,2003(2):9-11.
- [12] 齐文虎,石玉林.计算机控制农业[J].资源科学,1998(2):34-38.
- [13] 范志平,曾德慧,余新晓.生态工程理论基础与构建技术[M].北京:化学工业出版社,2005:204.
- [14] Proceedings of the 3rd International Conference: Precision Agriculture[C]. Minneapolis MN U.S.A,1996:23-25.
- [15] NITSCH W. Ecological engineering: An introduction to Eco-technology[C]. Journal of Valley & Sons,1989:472.
- [16] 汪懋华.精细农业发展及工程技术创新[J].农业工程学报,1999,15(1):1-8.
- [17] MILLA DJ. The past, present and future of precision farming [M]. NK: Precision Farming Conference Edmonton Canadian,1998:21-22.
- [18] EARL R, HEHLER WP N, BLACKMORE GODWIN R J. Precision farming the management of variability[J]. Landwards, 1996, 51(4):18-23.
- [19] 金继运.“精准农业”及其在我国的应用前景[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):1-7.
- [20] 石磊,徐芳森,王运华.精确农业的内涵及发展前景[J].山地农业生物学报,2003,22(3):253-258.
- [6] 青木淳一.土壤动物学[M].东京:北隆馆,1973.
- [7] 尹文英.中国亚热带土壤动物[M].北京:科学出版社,1992.
- [8] 尹文英.中国土壤动物检索图鉴[M].北京:科学出版社,1998.
- [9] 傅荣恕,肖锋,李常月.千佛山地区土壤动物群落结构的研究[J].山东林业科技,1992(S1):76-79.
- [10] 朱永恒,赵春雨,王宗英,等.我国土壤动物生态学研究综述[J].生态学杂志,2005,24(12):1477-1481.

(上接第11851页)

- [3] 尹文英.中国土壤动物学研究10年进展[J].中国科学基金,1997(1):48-51.
- [4] 李淑梅,马克世,李季平.土地不同利用类型下土壤动物群落多样性研究[J].安徽农业科学,2008,36(2):695-696,744.
- [5] 王振中,张友梅,胡觉莲.长沙岳麓山森林生态系统中土壤动物群落结构的研究[J].湖南师范大学自然科学学报,1990,13(3):268-274.