

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20190101

· 问题研究 ·

# 以精准农业驱动农业现代化 加速现代农业数字化转型

刘海启

(农业农村部耕地利用遥感重点实验室/农业农村部规划设计研究院, 北京 100125)

**摘要** [目的] 学习贯彻习近平总书记关于发展数字经济的重要论述, 充分认识发展精准农业的重要性紧迫性, 总结推广精准农业的成功经验和模式, 加速我国现代农业数字化转型。[方法] 文章认为精准农业是现代农业数字化转型的动力和载体, 现代农业数字化转型为数字农业发展提供了关键生产要素和技术支撑。精准农业是利用现代空间信息技术, 在现行农业生产方式的基础上实现农业生产精准作业的一种生产方式, 通过梳理国内外精准农业发展的不同阶段, 分析形成了1S、3S和5S等3个发展阶段的理论概括。[结果] (1) 精准农业从技术上保障了农作物生长需求与农业生产要素投入之间的及时、定位、平衡, 构建了资源节约和环境友好型的生产方式, 与传统的现代农业方式相比, 节约了资源、降低了成本、减少了排放, 是构建绿色农业生产体系和实现农业可持续发展的根本途径。(2) 农业遥感等3S空间信息技术是农业数字化的重要手段, 是获取农业数据这个关键生产要素的基本路径, 是数字农业发展的必由之路。(3) 精准农业是农业现代化的重要表现形式, 是数字农业发展的实现路径, 是数字经济发展的本质要求。[结论] 我国发展精准农业的基本条件已经成熟, 形成了空间基础设施、农业空间数据和大数据分析系统的有利条件, 需要进一步加强数字经济和数字农业知识的宣传普及, 提高数字农业发展必然性的规律性认识, 加强精准农业示范应用, 加快构建数字农业经济体系。

**关键词** 精准农业 数字农业 数字经济 农业遥感 3S技术

**中图分类号**: S127; TP79 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2019]01001-07

## 0 引言

习近平总书记在2018年11月30日的二十国集团领导人峰会上指出, 世界经济数字化转型是大势所趋, 新的工业革命将深刻重塑人类社会<sup>[1]</sup>。从我国农业数字化转型的发展历程来看, 在习近平总书记关于加快数字中国建设、发展数字经济的号召下<sup>[2]</sup>, 在数字化、网络化、智能化技术的推动下, 在国内外精准农业应用实践的示范下, 精准农业(Precision Agri.)作为数字农业的基本阶段, 已经成为现代农业的实现形式, 成为推进农业绿色发展的根本手段。精准农业是现代农业数字化转型的动力和载体, 现代农业数字化转型为数字农业发展提供关键生产要素和技术支撑。总结推广精准农业的成功经验和模式, 对于加速我国现代农业数字化转型、发展数字农业经济体系至关重要, 对于实施数字乡村战略、实现农业可持续发展具有重大的理论与现实意义。

## 1 学习贯彻发展数字经济的重要论述, 充分认识发展精准农业的重要性和紧迫性

习近平总书记2018年11月07日向第五届世界互联网大会致贺信时指出, 为世界经济增添新动能, 迫切需要我们加快数字经济发展<sup>[3]</sup>。习近平总书记在2018年4月20日召开的全国网络安全和信息化工作会议上强调指出<sup>[4]</sup>, 要发展数字经济, 加快推动数字产业化, 依靠信息技术创新驱动, 不断催生新

产业新业态新模式,用新动能推动新发展。要推动产业数字化,利用互联网新技术新应用对传统产业进行全方位、全角度、全链条的改造,提高全要素生产率,释放数字对经济发展的放大、叠加、倍增作用。要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,加快制造业、农业、服务业数字化、网络化、智能化。这一重要论述为我们发展数字农业、构建数字农业经济体系指明了方向、提出了要求。当前,信息化发展正在从数字化、网络化向智能化阶段推进,也正在快速地由理论转向实践、由技术转向产业,各国都在抢占先机。

### 1.1 精准农业是现代农业数字化转型的动力和载体,是农业现代化的实现路径和表现形式

精准农业是数字农业的基本组成部分。数字农业是数字经济的重要组成部分,数字农业将沿着数字技术产业化和农业产业数字化两条主线发展<sup>[5]</sup>。这两条主线融合发展到现代农业当中,成为现代农业的实现途径和表现形式,最终形成数字农业经济体系。数字农业包括精准农业和智慧农业(Smart Agri.)等发展阶段。精准农业是产业数字化的必然结果,是数字农业的成熟应用和基本阶段,在当今发达国家已经普遍实现。智慧农业发展正在参照工业4.0的理念加速研究应用。当前世界发达国家都在利用现代空间信息技术以及工业4.0技术,加速改造现代农业生产方式,努力提高农业产业体系、经营体系和生产体系的数字化、网络化、智能化水平,推动现代农业向精准农业发展、并向智慧农业阶段升级<sup>[6]</sup>。我国正处在数字技术和产业经济融合发展、数字技术推动经济发展转型升级的关键阶段,精准农业发展刚刚起步,任重道远。

### 1.2 现代农业数字化转型可为数字农业发展提供关键生产要素,从而推动精准农业建设和智慧农业研究

习近平总书记在2017年12月10日中共中央政治局第二次集体学习时强调:实施国家大数据战略,加快建设数字中国<sup>[7]</sup>。同时指出,要构建以数据为关键要素的数字经济。推动实体经济和数字经济融合发展,推动互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合。在当今信息化时代,数据已经成为现代经济发展的关键要素。有了数字化这个根本前提,就能够实现网络化传递,就能够实现精准化、智能化作业。2018年1月2日中共中央国务院发布的关于实施乡村振兴战略的意见(2018年“中央一号文件”)<sup>[8]</sup>中要求:大力发展数字农业,实施智慧农业林业水利工程,推进物联网试验示范和遥感技术应用。同时要求,实施数字乡村战略,开发适应“三农”特点的信息技术、产品、应用和服务。这为发展精准农业和实施数字乡村战略做出了部署、指明了路径。《全国农业现代化规划(2016-2020)》<sup>[9]</sup>提出了“加强农业遥感基础设施建设,建立重要农业资源台账制度。”以及“建设基于卫星遥感、航空无人机、田间观测一体化的农业遥感应用与研究中心”的建设要求,这为发展精准农业和实施数字乡村战略提供了条件、打下了基础。

### 1.3 精准农业是构建绿色农业生产体系的根本途径,是现代经济的本质要求

精准农业是在现行农业生产方式的基础上,利用卫星导航、遥感、地理信息系统等现代空间信息技术,实现农业生产精准作业的一种生产方式。精准农业从技术上保障了农作物生长需求与农业生产要素投入的及时、定位、平衡,构建了资源节约和环境友好型的生产方式。传统方式的现代农业的特点是高投入、高产出,高强度利用农业资源环境,其不良后果是环境污染、资源退化、生态破坏。农业部门从资源环境问题发生的原因以及一些地方治理的经验总结着手,规划明确了“一控、两减、三基本”的目标来治理农村污染。即控制农业用水的总量;把化肥、农药的施用总量降下来;基本解决畜禽污染处理、地膜回收、秸秆焚烧问题。但是,除了采取种养业循环利用和一些政策性措施外,缺乏有效的技术措施和生产措施。如何能够从生产环节做到“一控两减三基本”的要求,无论从理论上还是从实践上来看,只能是发展精准农业生产方式。

## 2 精准农业发展的实践总结与理论评价

精准农业的核心技术支撑是卫星导航定位技术。习近平总书记在2018年11月5日向联合国全球卫星导航系统国际委员会第十三届大会的贺信中指出<sup>[10]</sup>,卫星导航系统是重要的空间基础设施,为人类社会生产和生活提供全天候的精准时空信息服务,是经济社会发展的重要信息保障。同时强调,2018年底,北

斗系统将面向“一带一路”国家和地区开通服务,2020年服务范围覆盖全球,2035年前还将建设完善更加泛在、更加融合、更加智能的综合时空体系。按照北斗系统边发射边应用的原则,我国产学研各界广泛开展了精准农业实践,取得了预期的成效。尤其是新疆石河子棉花精准作业方式较为系统<sup>[11]</sup>,具有典型示范意义。

## 2.1 北斗棉花精准作业实践及其成效

从北斗卫星在棉花精准生产方面的应用来看,共有五大环节。每个环节的作业方式及其成效分述如下。

### 2.1.1 整地环节

在土地平整方面,利用北斗卫星信号接收基站、北斗拖拉机控制系统以及产地装备,组成一套系统进行平地作业,平整精度可以达到5cm左右,远高于激光平地仪10cm的平整精度。从灌溉后的水面情况可以知道,北斗系统的平地效果完全能够满足农业生产的需要。同时,通过去除一些田埂、填平一些沟壑,还能增加7%左右的耕地面积。综合评估土地平整成本,每667m<sup>2</sup>土地不超过800元。在土地深翻方面,将两台北斗接收机分别安装在拖拉机和深翻犁上,利用两台北斗接收机的高差来控制翻地深度,精度可以达到2cm左右,这一精度完全可以有效监控深翻过程、评价深翻效果。

### 2.1.2 除草剂环节

传统作业方式中,要在田间作记号以防止重复和缺漏,现在改为北斗卫星导航定位以后,由拖拉机手根据卫星导航指示即可完成作业,精度可控制在2cm左右,大大节省了人工成本和时间,提高了工作效率。

### 2.1.3 播种环节

传统作业方式完全由人工控制垄行的方向,经常发生偏差和弯曲。现在改由北斗卫星导航定位以后,可以做到直线播种,误差不超过2cm。与过去相比,由于取直作业可以增加播种面积达到5%左右。

### 2.1.4 农药环节

在棉花生长期,共有10次左右的农药喷施作业。利用棉花种植每两行窄距15cm、宽距70cm的特点,利用北斗卫星导航定位以后,在宽距70cm的空间里,大约有40~50cm的空间不需要施用农药,由此可减少30%以上的农药用量。

### 2.1.5 采棉环节

在每台采棉机上安装北斗卫星导航定位系统以后,开发一套采棉机定位管理信息系统,一方面可以实时显示采棉机工作状态,另一方面还可以有效计算每台采棉机的实际工作量,实现对采棉过程的动态监管。

以上五大环节构成了棉花精准作业的全过程。这一精准作业实践得到了新疆石河子市政府部门的大力支持,得到了国内多家相关企业研究成果的集成应用,从理论、技术、装备等方面形成了我国精准农业相对完整的初步形式。

## 2.2 国内外经验总结及理论评价

精准农业生产方式从生产环节做到了合理利用资源、保护生态环境的目的,为实现“一控两减三基本”的目标提供了有效手段。与传统的现代农业方式相比,节约了资源、降低了成本、减少了排放,实现了可持续发展。精准农业发展,从技术支撑和理论指导上可分为3种方式或者叫做3个阶段。

### 2.2.1 基于1S的精准农业模式

1S是指卫星导航定位系统(GNSS),该文谈到的棉花生产精准作业模式仅仅是基于北斗导航系统的精准作业模式。在整地、除草剂、播种、农药、采棉等5个环节实现了精准作业。事实上,与这项1S技术集成使用的成熟技术还有遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术,即我们通常所说的由3S技术支撑的精准农业模式。目前,在石河子棉区,已经开展了利用RS和GIS支撑的精准作业方式研究,效果也不错,但尚未实际应用到生产当中。

### 2.2.2 基于3S的精准农业模式

3S分别是指GNSS、RS、GIS技术。由这3种技术集成支撑的精准作业方式正是目前发达国家正在运行的方式。这种作业方式在1S技术支撑基础上,提高了精准农业的空间应变能力,实现了针对作业空间变化的要素配给功能,形成了典型意义上的精准农业方式。比如,在施肥和打药环节,是先用遥感的办法取得田间一定空间尺寸上的肥力和病虫害分布,将这种空间分布状况输入到GIS管理系统中,由此实现与GNSS的匹配作业。其他物质生产要素的使用原理与此一样,从而实现施肥和打药用量在空间上的精准性。从世界范围来看,美国、欧盟发达国家均已在大农场实现了这种精准作业方式,从机械化走到了信息化,完成了数字化转型,从而由传统的现代农业方式过渡到后现代农业方式。

### 2.2.3 基于5S的精准农业模式

理想状态下的精准农业模式应该是5S技术集成的模式。5S是在上述3S技术支撑模式的基础上,再加上2S。其中,一是专家系统(ES)。因为3S专家必须要与相应的农业专家紧密结合,整地、播种、施肥、打药等等均需要配方、配比,什么状态需要多少用量在每个生产季节都不一样,不能做成固定的配方和配比,需要农业内部各细分行业专家的及时指导,才能由3S技术去实现。二是决策支持系统(DSS)。由于农业生产受自然状况的影响较大,每个季节作物的墒情、长势、单产及其生长过程中的表现均不一样,政府部门和生产大户迫切需要及时掌握田间信息,以便采取措施、指导生产。另外,当生产季节结束后,产量情况、需求情况、价格情况、贸易情况、效益评价等等,以及下一年度的生产建议、长远产业布局等等均需要进行综合分析。这些工作均需要决策支持系统参与其中。

## 3 加快精准农业发展的相关问题及其措施

当前,我国发展精准农业的基本条件已经成熟。从空间基础设施上看,北斗卫星系统已经付诸应用,高分系列卫星已经成功发射6颗,并已提交数据应用,国产超图等GIS软件已经在各行业成熟应用。这些空间基础设施及其网络化管理软件为开展精准农业建设提供了空间数据获取的基本条件。从空间基础数据来看,全国农户土地确权空间数据已经全部完成野外工作,空间数据库已经基本建成,农村集体资产调查包括集体建设用地、集体资产用地等调查工作很快完成,农村宅基地调查正在开展。农村三块地包括农民承包地、集体资产用地、宅基地等调查入库工作即将完成。农村三块地的空间数据库为开展精准农业提供了地理信息的基础条件。从技术、人才、试点探索来看,也具备了开展精准农业工作的条件。各部门都在开展大数据建设,据专家估计,大数据的80%与空间位置有关。“互联网+”给卫星对地观测与导航创造了大众化、普及化、智能化和实时化天基信息服务的有力条件<sup>[12]</sup>。地球空间信息学将在构建智慧地球和智慧城市面临更多的发展机遇和艰巨任务,必将为人类社会进步和可持续发展做出更大的贡献<sup>[13]</sup>。当前全国具有甲乙丙丁资质的地理信息企业已有近2万家,在完成全国各行业调查监测的同时,还开展了地理信息调查分析和政府决策支持工作。农机北斗卫星导航技术已在新疆兵团精准农业中得到应用,具有定位精度高、作业标准高、适应能力强等特点<sup>[11]</sup>。尽管当前发展精准农业的基本条件已经成熟,但还急需加强以下几方面工作。

### 3.1 加强数字经济和数字农业知识的宣传普及

有人说,数据是生产不出粮食来的,中国的农业现代化还是要靠机械化。具有这种认识的人还不算少数。数据是知识和信息的载体。把土地的位置、肥力分布、缺水打药的需要量等各种物质性的生产要素转化为一种属性数据,输入计算机系统,由此控制各种机械装备实现精准化作业,做到在需要的地方、需要的时间、需要的数量精准施用各类生产资料。虽然各类传统的生产要素不可缺少,但各种传统生产要素的数据成为了生产过程中不可或缺的关键因素,因为没有数据就不能驱动机械设备作业,所以数据成为了关键生产要素。由此看来,数字经济就是以数据作为关键生产要素、以网络化作为重要载体、以自动化智能化操作为有效手段的一系列生产经营活动的总称<sup>[5]</sup>。从理论和技术上来看,此时达到了系统论、信息论、控制论这老三论的集成统一,也实现了5S技术的集成统一。这就是产业数字化的道理,数字农业经济就是这样的道理。从数字技术应用上来说,当前现代农业的实现形式或者表现形式就是数字农业方式,这是

因为,生产力的发展必将引发生产关系的调整,形成新型的生产体系、产业体系和经营体系。

### 3.2 提高数字农业发展必然性和规律性认识

信息化时代,首先是一切都要数字化,这是根本前提,否则无法实现互联互通。虽然机械代替了人力,但是没有数据,机器就无法工作。这是技术发展的必然趋势。同时,国家经济结构的模式并非一成不变,随着政治、科技、社会等要素的变化,经济结构始终处在不断的调整 and 适应之中,我国经济发展新常态下正在经历速度变化、结构优化、动力转换的关键时期,寻求发展新动能是现实发展的必然要求。另外,从农业发展的历史阶段来看,石器时代对应着原始农业,铁器时代对应着传统农业,机器时代对应着现代农业,信息时代对应的应该是数字农业。数字农业包括了精准农业和智慧农业不同发展阶段,是信息化时代所对应的农业发展方式。习近平总书记致信祝贺首届数字中国建设峰会开幕强调:以信息化培育新动能,用新动能推动新发展,以新发展创造新辉煌。因此,加快数字中国建设成为当前我国经济社会发展的重大战略选择。数字经济概念提出以来,我国先后在十九大会议、世界互联网大会、G20 峰会等多个重要会议上进行部署,2017 年更是将数字经济写入政府报告<sup>[14]</sup>之中,国务院总理李克强 2017 年 7 月 12 日主持召开国务院常务会议,讨论通过的《关于强化实施创新驱动发展战略进一步推进大众创业万众创新深入发展的意见》<sup>[15]</sup>中,要求制定发布促进数字经济发展战略纲要。这些部署将不断开创我国数字经济发展的新篇章。

### 3.3 加强农业遥感及其农业数字化工作

遥感技术在我国早已走过了技术攻关期,多数部门已经进入了产业化运行阶段。开展精准农业建设的前提是数字化,没有数字化,就谈不上数字农业和数字经济。遥感工作首先是一个数字化的过程,同时也是求真的过程。在对地观测过程中,遥感器通过一个一个像元对地表进行数字化记录,使得“黑地”无法隐瞒、作物清晰可辨,同时在生产过程中还可以实现“人在干、天在看”的监管效果。近年来,农业农村部借鉴欧盟农业补贴中的遥感核查方法<sup>[16]</sup>,开展了全国轮作休耕遥感核查工作,但是距离形成倒逼机制还有差距。当前,我国已经形成了对地对气对海的三大卫星系列,各部委相关行业相继实现了业务化运行。比如在对地观测方面,自然资源部利用卫星查“违占”,实现了违法占用耕地的业务督查;住建部利用卫星查“违建”,实现了违法建筑的业务督查;生态环境部利用卫星查“违排”,实现了违法排污的业务督查,同时还开展了自然保护区内开发情况监管。据专家估计,就我国自主运行的卫星数据应用来看,在全国 22 个较大的应用部门中,农业部门排在第 14 位,这与农业农村发展的地位和要求极不相称。急需加大工作力度,仿照有关部委做法,形成符合农业农村实际的农业遥感系统。

### 3.4 加强精准农业理念普及和示范应用

据《中国互联网发展报告 2018》<sup>[17]</sup>显示,我国数字经济总量 2017 年达到 27.2 万亿元,占 GDP 比重达到 32.9%,数字经济对 GDP 增长贡献达 55%。其中,数字经济对服务业、工业、农业的渗透率分别为 32.6%、17.2% 和 6.5%。可见,数字农业发展的潜力非常大。近年来,数字农业新业态新模式刚刚纳入政府视野,农业农村部开展了数字农业项目的示范试点,但是这些项目大多数是大棚里和鱼塘里的物联网项目,而大田里的精准农业试点比较少见。有人说,精准农业适宜于大规模生产,我们国家地块破碎不适宜发展。其实精准农业与规模化发展并无本质上的联系。即使是面对千家万户的农业生产,首先,在理念上宣传、政策上支持,生产上示范,让精耕细作的传统生产方式转向精准作业的现代生产方式,实现生产生态上的根本统一。其次,是用信息把小农户和大市场连接起来、用网络把乡村和城市连接起来,开展全产业链条的综合服务,形成市场主导的新型农业服务体系。这些都是数字技术产业化发展的必然结果。同时,面对企业和大户等新兴经营主体,应该尽快分品种分区域开展 3S 技术支撑的精准农业试点,加强示范推广的力度。最后,通过数字技术产业化和农业产业数字化转型的集成发展,加快构建我国数字农业经济体系。

总之,数字经济发展、数字农业建设是中央决策的方向、是国家战略的部署,是技术进步的必然,是经济转型的需要,是新型经济形态的诞生。决不能错过这个机遇,错过这个机遇将会错过一个时代。要破除精准农业发展的思想认识误区,加快推动产业数字化和数字产业化进程,努力赶上数字经济发展的时代

要求。形势逼人，事业催人，我们要坚持目标导向和问题导向，加快农业数字化、网络化、智能化建设，努力开创数字农业发展的新时代！

## 参考文献

- [1] 习近平. 登高望远牢牢把握世界经济正确方向. 二十国集团 (G20) 领导人峰会, 2018-11-30.
- [2] 习近平. 致首届数字中国高峰论坛贺信. 2018年数字中国高峰论坛, 2018-04-22.
- [3] 习近平. 致第五届世界互联网大会贺信. 第五届世界互联网大会, 2018-11-07.
- [4] 习近平. 敏锐抓住信息化发展历史机遇, 自主创新推进网络强国建设. 在全国网络安全和信息化工作会议上的讲话, 2018-04-20.
- [5] 刘海启. 加快数字农业建设为农业农村现代化增添新动能. 中国农业资源与区划, 2017 (12): 1-6.
- [6] 韩长赋. 智慧农业——粮食安全和食品安全的创新性解决方案. 在中国—中东欧国家农业部长会议上的讲话, 2018-05-25.
- [7] 习近平. 审时度势精心谋划超前布局力争主动实施国家大数据战略加快建设数字中国. 人民日报, 2017-12-10 (1).
- [8] 中共中央国务院. 中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见. 2018年中央一号文件, 2018-02-04.
- [9] 中共中央国务院. 全国农业现代化规划 (2016-2020年). 国发 [2016] 58号, 2016-10-20.
- [10] 习近平. 致世界导航大会贺信. 联合国全球卫星导航系统国际委员会第十三届大会, 2018-11-05.
- [11] 赵岩, 陈学庚, 温浩军. 北斗卫星导航系统助力新疆兵团精准农业发展. 农业工程技术, 2018, (18): 28-33.
- [12] 李德仁. 论“互联网+”天基信息服务. 遥感学报, 2016, 20 (5): 708-715.
- [13] 李德仁. 展望大数据时代的地球空间信息学. 测绘学报, 2016, 45 (4): 379-384.
- [14] 李克强. 2017年国务院政府工作报告. 第十二届全国人民代表大会第五次会议, 2017-03-05.
- [15] 李克强. 关于强化实施创新驱动发展战略进一步推进大众创业万众创新深入发展的意见. 2017-07-27.
- [16] 刘海启, 游炯, 王飞, 等. 欧盟国家农业遥感应用及其启示. 中国农业资源与区划, 2018, 39 (8): 280-287.
- [17] 中国互联网协会与中国互联网络信息中心. 中国互联网发展报告 2018. 2018-07-12.

# ACCELERATING THE DIGITAL TRANSFORMATION OF MODERN AGRICULTURE BY DRIVING THE AGRICULTURAL MODERNIZATION WITH PRECISION AGRICULTURE

Liu Haiqi

(Key Laboratory of Cultivated Land Use, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/ Chinese Academy of  
Agricultural Engineering Planning & Design, Beijing 100125, China)

**Abstract** Under the call of General Secretary Xi Jinping on accelerating the construction of digital China and the development of digital economy, it is important and urgent to develop precision agriculture. Precision agriculture, as the basic stage of digital agriculture, has become the realization form of modern agriculture and become the fundamental means that promotes agricultural green development, which is driven by digital, networked and intelligent technologies, along with the demonstration of precision agriculture application practice at home and abroad. Precision agriculture is the driving force and carrier of the digital transformation of modern agriculture, which provides key production factors and technical support for the development of digital agriculture. This paper reviewed General Secretary Xi Jinping's important discussion on the development of digital economy, forming a point of view that precision agriculture is a kind of production mode that using modern spatial information technology to realize precision operation of agricultural production on the basis of current agricultural production mode, and systematically summarized the significance of developing precision agriculture, introduced the preliminary practice of precision agriculture at home and abroad. On this basis, the main stages of 1S, 3S and 5S precision agriculture developmental models were analyzed, and the related issues of accelerating the development of precision agriculture were discussed. Then the major results are generated as follows. First, precision agriculture technically ensures the timely, positioning and balance between crop growth demand and input of agricultural production factors, and constructs a resource-saving and environment-friendly mode of production, and has been proven to save resources,

(下转第 73 页)

- [10] 王慧敏, 何多兴, 涂文国, 等. 农地适度规模化经营综合效益比较研究——以崇州市粮食类经营组织为例. 广东农业科学, 2017 (10): 148-155.
- [11] 蒋和平. 农业适度规模经营多种形式实现路径探讨. 农村工作通讯, 2013 (3): 56-59.

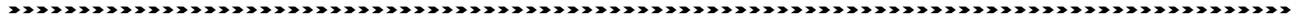
## **MEASUREMENT OF AGRICULTURAL MODERATE SCALE BENEFIT IN SHANDONG PROVINCE BASED ON AHP\***

**Zhou Jie**

(School of Business Administration, Zibo Vocational College, Zibo, Shandong 255000, China)

**Abstract** To summarize the moderate scale management model of agricultural production in Shandong province and its regional distribution, and to study its economic, social and ecological benefits, in order to provide reference for the sustainable development of agricultural moderate scale operations in Shandong province. The paper adopted the Analytic Hierarchy Process (AHP) to construct the evaluation index system of agricultural moderate scale operation benefit in Shandong province and determine the weight of the indicators. Then, according to the actual situation of the agricultural scale operation practitioners and local farmers, the evaluation value and weight value of each index were weighted to calculate and analyze the operation benefit index of each region. The moderate scale operation benefits of agriculture in the Lunan and Peninsular regions were significantly better than those in the other four regions; the economic benefits brought about by the moderate scale operation of agriculture far outweighed the social and ecological benefits, especially the agricultural land utilization rate and the agricultural output value. The increase was more obvious and the per capita net income of farmers had also been greatly improved. The moderate scale operation mode of agriculture in Shandong province has diversified development, and the regional differences in scale operation benefits are obvious. The benefits of Lunan and Peninsula are the best. The economic benefits of moderate scale operation are more prominent, significantly increasing the utilization rate and output value of agricultural land. Moderate scale operation of agriculture is a new model of agricultural development that can effectively change the traditional agricultural development model and bring great economic benefits under the new situation, and it is worth promoting and implementing in a larger area.

**Keywords** agricultural development; moderate scale operation; operation model; operating efficiency; Shandong province



(上接第 6 页)

reduce costs and emissions and achieve sustainable development, which compare with traditional modern agricultural methods. Second, 3S spatial information technology, such as agricultural remote sensing, is an important means of agricultural digitalization, and is the basic way to obtain agricultural data, which is the key factor of production, and is also the only way to develop digital agriculture. Finally, precision agriculture is an important manifestation of agricultural modernization, the realization path of digital agriculture development, and the essential requirement of digital economy development. The basic conditions for the development of precision agriculture in China have matured, forming favorable conditions for space infrastructure, agricultural spatial data and big data analysis systems. It is also necessary to further strengthen the publicity and popularization of digital economy and digital agriculture knowledge, improve the regular cognition of the inevitability of the development of precision agriculture. Strengthen the demonstration application of precision agriculture and accelerate the construction of a digital agricultural economic system.

**Keywords** precision agriculture; digital agriculture; digital economy; remote sensing of agriculture; 3S