

我国数字农业发展的现状、问题与政策建议

许竹青

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘 要: 数字技术与农业的加速融合是推动我国农业产业高质量发展的新机遇。本文分析了我国数字农业发展的意义、我国数字农业的基础和优势, 研究了当前我国数字农业发展的突出问题, 并在此基础上从支持技术研发与集成应用、建设大数据系统、组建数字农业创新中心、提高小农户的参与程度和强化政策创新研究等方面提供了参考建议。

关键词: 农业; 数字农业; 农业数字化转型

中图分类号: F310 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2020.06.004

当前, 全球农业科技投资的重点转向生物技术、农场管理、农业机器人设备等农业产业链上游的技术创新^[1], 数字技术成为关键。党的十八大以来, 我国也高度重视数字农业发展, 陆续发布数字乡村战略、推进“互联网+”现代农业等重要文件, 2020 年 1 月两部门发布《数字农业农村发展规划(2019—2025 年)》, 对数字农业进行了全面部署。今年在疫情影响下, 数字技术保春耕促生产重要性凸显。但本文认为, 当前我国充分发挥数字技术在农业领域中的作用、促进农业高质量发展仍面临现实困难, 亟待充分释放数字技术力量, 全面推进数字农业革命, 加快改造传统农业。

1 加快数字技术与农业生产的深度融合意义重大

1.1 我国处于农业信息化的初级阶段, 数字技术与农业发展的深度融合仍不充分

近年来, 我国农业信息化在基础设施建设、物流改善、农产品电商发展等方面取得了一定成就。全国已经有 28 个省份出台了“互联网+”行动实施方案, 电子商务进农村综合示范已累计支持了 1180 个示范县, “信息进村入户”工程在 18 个

省份开展整省推进, 乡村电子商务站点 7 万多个^[2], 这些举措在一定程度上改善了农民的生产经营环境, 促进了农民增收。已有研究表明, 信息技术能够提高人力资本, 提高农户的市场对接能力, 激发互联网消费、创造就业、改善农业产业组织体系, 为农业产业发展模式和组织形态重塑带来新的机会^[3, 4]。但从农业整体发展来看, 我国农业在主要行业中数字化水平最低。2018 年我国数字经济规模达到 31.3 万亿元, 占 GDP 比重达 34.8%, 其中工业、服务业、农业数字经济占行业增加值比重分别为 18.3%、35.9% 和 7.3%^[5], 农业领域数字渗透不足。特别是在农业生产方面新技术的优势发挥不足, 我国农业生产仍以传统方式为主, 农业产业小散弱的特点明显, 我国仍处于农业信息化的初级阶段。

1.2 大力支持数字技术在农业中的综合集成应用符合我国农业支持政策转型方向

目前我国农业支持政策改革的方向是构建竞争性的农业支持政策体系, 以减少价格扭曲程度、校正资源错配为方向, 围绕一般公共服务、资源环境保护加大农业支持政策力度^[6]。其中, 农业科技

作者简介: 许竹青(1985—), 女, 博士, 副研究员, 主要研究方向为农业农村科技创新政策, 农业农村数字化发展。

收稿日期: 2020-05-14

咨询，是一般公共服务的重要内容，也是发达国家农业支持政策的重点（见表1）。与其他国家相比，我国农业一般公共服务投入较低，在数字技术向各个领域渗透的当下，加大数字农业研发、数字农业

集成应用转化支持，加强数字农业技术推广和培训符合我国农业支持政策的转型方向。

1.3 加强数字技术在农业中的综合集成应用是提高我国农业基础竞争力的重要途径

表1 发达国家（地区）一般服务支持占农业总体支持的比重（单位：%）

	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2016 年	2017 年
澳大利亚	20.7	30.0	43.8	39.0	52.9	53.0	56.3
加拿大	25.0	21.6	25.8	24.3	30.2	27.8	26.5
以色列	13.2	10.6	16.4	16.2	11.9	11.6	12.5
日本	25.6	20.3	17.7	13.8	19.2	17.7	17.1
新西兰	61.4	82.7	60.3	76.2	74.7	66.4	72.4
美国	10.0	7.1	9.5	12.2	9.3	10.2	10.9
欧盟	7.3	7.8	9.7	11.8	11.3	9.6	10.1

数据来源：经济合作与发展组织数据库及《构建竞争力导向的农业政策体系》^[6]。

我国农业高成本、低效率，农业基础竞争力亟待提升。以中美对比为例，就主粮而言，我国小麦亩均产量优势明显，比美国产量高 240 公斤左右，是美国产量的两倍。但玉米、水稻亩均产量都低于美国，且玉米产量差值出现拉大趋势，水稻产量差

距基本在 110 公斤。从生产成本来看（见表2），我国主粮生产人工成本和土地成本较高，两者合计占总成本的将近 60%，美国三种主粮人工成本和土地成本合计占总成本的不到 30%。且纵向来看，我国玉米和小麦的人工成本将近美国的 15 倍，水

表2 中美主粮产品亩均人工成本和土地成本占总成本的比重（单位：%）

	2012 年		2015 年		2017 年		2018 年	
	中国	美国	中国	美国	中国	美国	中国	美国
玉米	0.63	0.28	0.65	0.31	0.63	0.29	0.58	0.28
小麦	0.52	0.25	0.57	0.28	0.56	0.28	0.56	0.28
水稻	0.57	0.17	0.6	0.26	0.59	0.26	0.58	0.27

数据来源：根据全国农产品成本收益汇编 2019 数据计算。

稻则是 5 倍^[7]。

美国农业成本主要集中在物质与服务费用方面，三种主粮产品物质与服务费用占比多年来均维持在 72% 左右（见表3），以农技作业、灌溉及固定资产折旧为主，体现了数字技术及相应服务的投入成本。我国三种主粮产品物质与服务费用占比多年维持在 30%~45%，且以化肥、农药等物质费用为主，近年来机耕费用略有上升。

因此，从农业生产成本结构来看，人工成本差异是拉开中美主粮成本差距的最主要原因，而物质和服务费用则进一步保障美国农业生产优势。单从成本结构来看，中国需要大幅降低人工成本，其次是改善物质和服务，探索以服务换人工的发展模式。但是目前我国农业生产以小农经济为主，与美国精准高效的数字农业和成熟的工厂化运营差异很大。这体现出我国劳动生产率低、农业科技支撑力差，

表 3 中美主粮产品亩均物质与服务费用占总成本的比重（单位：%）

	2012 年		2015 年		2017 年		2018 年	
	中国	美国	中国	美国	中国	美国	中国	美国
玉米	0.37	0.72	0.35	0.69	0.37	0.71	0.34	0.72
小麦	0.45	0.75	0.43	0.72	0.44	0.72	0.44	0.72
水稻	0.43	0.73	0.40	0.74	0.41	0.74	0.42	0.73

数据来源：根据全国农产品成本收益汇编 2019 数据计算。

农业基础竞争力薄弱。强化新一代信息技术在农业领域的综合集成和推广应用，对于提高农业资源利用率、降低农业生产成本，尤其是人工成本，有着重要的作用。

1.4 支持数字技术在农业生产中的综合集成应用是实现农业高质量发展的重要路径

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，农业如何实现高质量发展也成为当前政策研究的热点^[8]。实现农业高质量发展是一项复杂、严峻的系统性工程，不但面临着资源环境的现实约束，也亟待寻找新动能。不少研究表明，为了保障农产品总量供给安全，中国农业主要通过增加农业化学品投入、土地资本要素投入、机械投入等常规动能来实现“总量平衡、丰年有余”，甚至出现了结构性过剩，农业产出不能被及时消化，造成了资源的浪费^[9]。同时，通过常规动能实现农业发展所带来的污染也令人担忧，在以高产优良种子为中心并配合以灌溉和施肥技术改进的农业发展模式下，农业生产可能付出较大的环境代价^[10]。

利用数字技术赋能农业是农业高质量发展的重要路径。利用遥感与地理信息系统、全球定位系统、计算机技术、通讯和网络技术、自动化技术、人工智能、大数据等新一代信息技术全面赋能农业基础学科，通过科学的规划、投入、生产能够实现全过程精准控制、监测、预测和建议，推动农业科技创新，缓解农业资源约束，提高农业生产效率和农产品质量，实现农业可持续发展。

2 我国数字农业应用的基础及优势

2.1 农村信息化基础设施完备

当前我国农村信息化基础设施建设基本完

成，新技术应用基础条件具备。随着智能手机和 4G 网络的普及，农村网民数量也不断增长，根据第 44 次《中国互联网络发展状况统计报告》，截至 2019 年 6 月，我国行政村通光纤和 4G 的比例超过 98%，农村网民规模已达 2.25 亿，占整体网民的 26.3%。除此之外，国务院、商务部和农业部等部门围绕“互联网+农业”、农产品电商、电商扶贫等重要领域提出了一系列推动农业农村信息化的重要战略举措，极大地提高了中国农民触网、用网的能力。

2.2 数字农业创业成为农业科技创业热点

在全球经济增速整体放缓的背景下，农业食品领域的企业投资热度不减。根据相关研究报告，2018 年欧洲农业下游投资额大幅减少，约比 2017 年减少 50%。农业上游投资达 9 亿美元，同比增长率达到 200%，项目数 234 项，增长率达 34%。2018 年中国农业产业链上游科技创业投资成为重点。2018 年中国农业食品领域总投资达到 58 亿美元，投资额同比增长 222%，投资项目 283 项，投资项目数量同比增长 60%^[1]。从投资方向来看，围绕农产品电商等供应链后端的投资迅速减少，面向生物技术、农场管理、农业机器人设备、生物能源、创新农场等农业产业链前端的投资同比增长了 806%，占筹集资金总额的 16.6%，投资项目数量同比增加 129%^[1]。

目前中国农业生产领域已经成长起一批优秀的新技术企业。例如极飞科技、佳格科技、云洋数据、大气候、麦飞科技等等。互联网企业也都围绕农业技术创新领域不断拓展，阿里推出 ET 农业大脑、京东建立京东智慧农业平台、百度推出百度云现代农业种植技术平台。从当前我国农业科技创

业型企业来看，主要以无人机植保企业为主，其次是数据平台服务，即利用物联网和人工智能技术实现作物的精准管理（如表 4 所示）。

2.3 数字农业技术研发初见成效

当前，我国数字农业技术研发初见成效。一是“5S”技术、物联网技术、远程监控系统、射频识

表 4 智慧农业生产环节新技术初创企业

企业简称	成立时间	所在城市	应用领域	融资轮次	最新融资时间	融资金额
大疆创新	2006/11	深圳	无人机植保	股权转让	2015/05	3 000 万美元
极飞科技	2007/04	广州	无人机植保	A 轮	2014/09	2 000 万美元
科百科技	2008/12	北京	数据平台服务	Pre-A 轮	2017/10	未披露
零度智控	2009/02	北京	无人机植保	C 轮	2017/08	未披露
奥科美	2009/10	北京	数据平台服务	战略投资	2017/11	未披露
网易味央	2012/09	杭州	精细化养殖	A 轮	2017/04	1.6 亿人民币
高科新农	2012/10	深圳	无人机植保	战略投资	2017/12	未披露
珈和遥感	2013/04	武汉	数据平台服务	A 轮	2016/11	数百万人民币
常锋无人机	2014/01	深圳	无人机植保	Pre-A 轮	2017/04	1 500 万人民币
博创联动	2014/12	北京	农机自动驾驶	B 轮	2016/10	数千万人民币
佳格天地	2015/07	北京	数据平台服务	A 轮	2017/04	6 000 万人民币
蜂巢农科	2015/11	北京	无人机植保	A 轮	2017/10	6 200 万人民币
农博创新	2015/11	深圳	数据平台服务	Pre-A 轮	2017/08	数百万人民币
农田管家	2016/02	北京	无人机植保	Pre-B 轮	2018/01	千万级美元
麦飞科技	2016/12	北京	无人机植保	Pre-A 轮	2018/03	未披露

资料来源：中国农业食品投资报告，2019，AgFunder。

别（RFID）电子标签技术、水肥药一体化和饵料自动投喂等一些高技术智能化运作技术都已研发成功，并日趋成熟。二是农业物联网示范实验深入推进，在全国范围内总结推广了 426 项节本增效物联网成果，包括遥感监测、温室环境自动控制、水肥药智能管理等技术。三是我国植保无人机技术已非常成熟，目前部分企业已构建起“飞行器系统+地面保障系统+通信链路系统+载荷系统”的一整套技术系统，且近年来我国植保无人机数量快速增长，保有量年均增长率 100%。另随着我国 5G 商业化步伐的加快，新技术在农业生产领域的渗透会进一步加快，5G 以其高速率、低时延、高连接数密度等特点能够将农业领域“万物互联”的特性释放，大幅提升现代农业的自动化、数字化、智能化

水平。

2.4 我国有适合数字农业发展的广阔应用场景

我国地域辽阔、多山多草原、生物资源种类繁多，有着极为丰富多样的农业形态，不同地域不同特色的地域对数字农业有着多样化的需求，使得我国数字农业发展有着不可估量的场景优势。在我国农业版图中，自北至南跨越九个热量带，形成了塔里木盆地、准格尔盆地的绿洲农业，河套平原、宁夏平原、河西走廊的灌溉农业，湟水谷地、雅鲁藏布谷地的河谷农业，云贵高原的坝子农业，东部季风区的耕作农业，不同区域、不同农业产业对应不同的数字农业应用场景。例如，极飞科技植保无人机在新疆棉花生产中找到了最为贴合的应用场景，不断根据场景和需求开展技术创新，使得无人机在

新疆得到广泛应用。

3 当前我国数字农业发展的突出问题

3.1 农业大数据基础较差、质量不高、服务落后

近年来,我国新一代信息技术与农业发展融合加速,但仍面临数据、技术及融合障碍,与欧美国家提出的数字农业高端化发展相比差距较大。发展数字农业,首要解决农业大数据问题。我国农业大数据基础较差、质量不高、服务落后。农业大数据是新一代信息技术与农业融合过程中必不可少的数据基础设施。我国从国家到县域各级政府都缺乏对全面、系统、开放的农业基础大数据的收集、共享和管理,导致农业大数据基础较差,数据服务落后,制约了数字技术在农业中的应用。当前我国农业卫星数据利用难度大,卫星遥感影像的精度在 10 米左右,无法满足精准农业的需求,且收集卫星遥感影像的成本较高。同时数据共享的体制机制未能有效建立,例如,我国 2 799 个国家级的气象站点中仅有 699 个交换站点的数据可以获取。另一个突出问题是我国农业产业链上的数据大部分处于浪费状态,例如种子、化肥、作物保护公司拥有的数据并未得到有效利用。

3.2 我国数字农业仍有不少“卡脖子”技术

我国数字农业共性关键技术有待突破。我国在动植物生长信息获取及生产调控机理模型研究方面落后于美欧国家,我国农机装备专用传感器、农机导航及自动作业、精准作业和农机智能运维管理等关键装备技术也存在突出问题。我国的精准农业领域创新局限于地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感系统(RS)等单项技术与农业领域结合^[1],而很多底层技术专利属于国外,很容易被卡脖子。以农业传感器为例,我国目前自主研发的农业传感器数量不到世界的 10%,且可靠性、稳定性、精准度等性能指标不佳,如土壤墒情监测传感器、二氧化碳浓度传感器、叶表面分析仪等技术和设备在长期暴露于农田自然环境时,故障率高,严重影响使用。同类传感器设备,与国外产品相比维护成本过高,性能差距较大。

3.3 小农户应用数字农业技术存在一定困难

当前我国农业生产经营主体是 2 亿多耕地经营面积在 10 亩以下的小农户,小农户的突出特点是

兼业为主、风险厌恶、信息获取能力较低。小规模经营、兼业为主及学习能力不足等特点从根本上制约了小农户生产的积极性,小规模生产与技术推广、机械化、信息化的矛盾必然存在,在接受和应用数字农业技术等方面,小农户面临一定困难。数字农业技术应用的相关设备投入成本与维护成本较高,小农户难以承担,要大范围推动数字农业发展存在一定困难。另外,小农户老龄化严重,对科技和信息的需求不足,且接纳能力、学习能力与理解能力较难达到数字农业的要求。

3.4 数字农业相关的政策法规变革滞后于技术发展

数字技术不断创新迭代推动数字农业发展,也已带来农业生产及商业模式的变革,在此背景下,相关政策法规建设不健全、不完善、不适用的现象普遍,在一定程度上制约了实践发展。以我国农业无人机为例,2017 年初期,按照原有的无人机管理法规,除了室内飞行、无人机重量不超过 7 公斤且在视距内飞行、在空旷地区且非人口稠密区进行试验三种情况外,无人机驾驶员都必须有“驾照”;同时任何飞行器飞行都必须预先提出申请。植保无人机重量一般为 10kg,按照要求,植保无人机驾驶员必须持照上岗,且必须预先申请。这些条件从程序上给无人机植保作业带来了一定的困难,起步时期不少无人机植保作业属于“黑飞”。但无人机“黑飞”存在很多安全隐患,如不慎进入“禁飞”区域将严重扰乱航空秩序,操作不熟练威胁社会公众的生命安全。同时,在起步阶段无人机植保市场也较为混乱,如飞防药剂的乱配乱用导致作物药害时有发生,提供飞防服务时偷工减料等等。这些实践困境给政策创新提出了挑战,也反向推动相关法律出台。

4 政策建议

加快推动我国数字农业发展既是提升农业竞争力的必然要求,也是推动农业高质量发展的重要路径。当前我国农业信息化集中在产业链后端,对于劳动力使用最多、利润最薄的产业链生产端方面的支持不够,深度融合更是差距较大。因此,我国必须抓住机遇加快推进新技术对传统农业的深层次改造,加快推动农业高质量发展。

(1) 大力支持农业数字技术研发及集成应用。

我国应高度重视农业数字技术相关的跨学科

研发和集成应用，在农业科学中综合运用传感器技术、数据科学、信息学等新技术以提升我国农业生产效率、优化农业生态环境，推进农业高质量发展，为迎接 2035、2050 全球农业发展挑战做好准备。当前我国对农业数字技术的跨学科应用研发支持不足。以国家重点研发计划为例，目前没有以农业数字技术为核心的跨学科计划项目，较为相关的重点专项“智能农机装备”瞄准不同农业产业的技术装备升级，离真正意义上的数字融合还有较大差距。因此，建议将农业领域数字融合跨学科研究纳入未来重点研发计划，在各类重要的涉农前沿研究项目中特别强调以数据为核心的跨学科研究，高度重视农业传感器核心技术研发工作，加大数字技术在农业中综合集成应用的研发投入力度。

（2）加快完善农业大数据系统。

我国亟待加强农业大数据相关制度法规建设，推进和规范各地区、各部门之间涉农数据的管理、共享和开放。建议在长三角地区率先推动农业大数据系统性改革，实现区域农业大数据开放共享。建议积极实施农业科技大数据研发工程，加强农业大数据前沿技术研发，加快布局农业大数据的收集、分析等相关技术，完善农业数据科学和建模平台，夯实农业数据服务基础。建议建设农产品全产业链大数据中心，将农产品产业体系、生产体系，管理体系进行数字化融合，应用人工智能云计算来快速获取、处理、分析农业信息，为农业生产经营者管理提供全维度、高精度的决策建议。

（3）建设数字农业国家技术创新中心。

建议结合地域特征加速技术的综合集成和技术催化，建议在全国不同区域创建以促进新技术改造传统农业为愿景的国家数字农业技术创新中心，支持新技术农业企业和农业高校科研院所广泛合作，推动建设新一代信息技术与农业机械、农业生态、农业土肥等各个方面深度融合的试点试验基地，探索适合不同区域农业发展的农业感知、传输、分析、决策和执行一体化新技术方案。

（4）提高小农户在农业数字化进程中的参与度。

一是通过新型经营主体的连接与带动，提高小农户接触数字农业、应用数字农业的机会。建议在农业数字化项目及创新中心建设中将小农户作为田间应用的重要主体纳入建设体系，实现农业数字化的“共同创新”，实现科技研发、成果转化与农技推广三个环节的零距离相互促进。二是加强数字农业相关培训，提升农户的数字化能力。推进农业科技社会化服务体系的数字化建设，支持农民参与信息化技术培训，鼓励企业在农村地区开展信息化服务。

（5）强化数字农业政策研究与制定。

前述分析中农业无人机应用困境倒逼政策法规改革，体现出新技术新应用发展快、政策法规治理改革慢的突出矛盾。因此推进数字技术与农业发展的深度融合、落地应用，仅仅依靠技术创新还不足以产生效果。新技术应用对政策制度改革有着较强的敏捷性要求，建议加强数字农业技术相关政策研究工作，例如农业大数据管理、农业数字应用社会化支持系统建设等等，通过深入研究及时反映实践需求、预判政策变革方向，大力推动相关政策法规及管理制度变革，为数字化改造传统农业创造基本条件。同时要根据新技术所引发的农业变革来探索相匹配的、高效的管理方法，进一步提升治理能力。■

参考文献：

- [1] AgFunder. 中国农业食品投资报告[R]. 北京：农世界网，2019.
- [2] 商务部电子商务和信息化司. 中国电子商务报告 2018[M]. 北京：中国商务出版社，2018：10.
- [3] 韩旭东，杨慧莲，郑风田. 乡村振兴背景下新型农业经营主体的信息化发展[J]. 改革，2018（10）：120-130.
- [4] 曾亿武，郭红东. 电子商务协会促进淘宝村发展的机理及其运行机制——以广东省揭阳市军埔村的实践为例[J]. 中国农村经济，2016（6）：51-60.
- [5] 中国信息通讯研究院. 中国数字经济发展与就业白皮书（2019年）[R]. 北京：中国信息通讯研究院，2019.
- [6] 国务院发展研究中心农村经济研究室. 构建竞争力导向的农业政策体系[M]. 北京：中国发展出版社，2017：88-90.
- [7] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益汇编 2019[M]. 北京：中国统计出版社，2019：623-628.
- [8] 夏显力，陈哲，张慧利，等. 农业高质量发展：数字赋能与实现路径[J]. 中国农村经济，2019（12）：1-14.

- [9] 钟钰. 向高质量发展阶段迈进的农业发展导向 [J]. 中州学刊, 2018 (5): 40-44.
- [10] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命: 1978—2008 年 [J]. 经济学 (季刊), 2014 (2): 537-558.
- [11] 吴晓燕, 许海云, 宋琪, 等. 精准农业领域专利竞争态势分析 [J]. 世界科技研究与发展, 2020 (2): 25-35.

A Study on the Development Status, Problems and Policy Suggestions of Digital Agriculture

XU Zhu-qing

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: The accelerated integration of digital technology and agriculture is a new opportunity to promote the high-quality development of agricultural industry in China. This paper analyzed the background and the advantages of digital agriculture development in China, and studied the current problems. This paper suggested to foster digital agriculture development in five specific ways: supporting related technology and integrated applications, building a big data system, establishing digital agriculture innovation centers, improving the participation of small farmers and strengthening policy innovation research.

Key words: agriculture; digital agriculture; transformation of agricultural digitalization

(上接第12页)

- indicator.
- [11] 科睿唯安. Web of Science 核心合集 [DB/OL]. [2020-03-20]. <https://clarivate.com/webofsciencigroup/solutions/incites/>.
- [12] 科睿唯安. 2017 年全球百强创新机构 [R]. 北京: 科睿唯安, 2018.
- [13] Klaus Schwab. The Global Competitiveness Report 2018[R]. Switzerland: The World Economic Forum, 2018.

Goals and Indicators in South Korea's S&T Plan and Its Enlightenment to China

HAN Jia-wei, XUAN Zhao-hui

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: South Korea's Fourth Science and Technology Basic Plan set the future prospect, goals and indicators. Its indicators are based on the understandings of the current S&T situation and future society, focusing on the differences and cooperation of innovation actors, the structure, efficiency and quality of innovation, and the quantitative evaluation and stage characteristics of indicators. The experience of Korea in setting S&T goals and indicators is worth studying, and can provide reference for China's science, technology and innovation (STI) plan.

Key words: South Korea; Science and Technology Basic Plan; goals and indicators; S&T plan