

“三农”决策要参

2021 年第 21 期（总第 380 期）

清华大学 中国农村研究院

2021 年 11 月 18 日

融合新兴技术加强智慧农业信息化建设的相关建议*

内容摘要：目前我国农业正处在从传统农业向现代农业迅速推进的过程中，智慧农业信息化发展迅速，但仍然存在没有形成全国范围的统一标准和平台、数据信息缺乏互联互通、智能感知技术覆盖不全面、管理模式不科学、顶层设计缺失、农业信息化基础设施落后、产品溯源体系不健全、专业人才储备不足等问题。当前现代农业的生产、经营、管理、服务等各个环节都迫切要求信息技术的支撑，通过智慧农业相关技术的发展和运用，实现农业现代化发展模式创新和跨越式发展。按照“抓重点、补短板、强弱项”思路，推动智慧农业的信息化建设应是未来智慧农业研究的重中之重。应搭建农业信息服务平台及数据互联共享平台；推动制定智慧农业信息化标准规范；全面促进智慧感知技术发展和应用；通过智慧监管、智慧生产、智慧经营、智慧服务、智慧溯源打造全方位综合化农业服务体系；利用新型互联网技术保证农业信息数据准确与安全；构建完备的智慧农业信息化人才教育体系。

关键词：智慧农业 新兴技术 农业信息化 农业+科技

*本文为清华大学中国农村研究院 2020 年度重点研究课题“我国智慧农业发展战略研究”（编号：CIRS2020-5）的部分研究成果。

伴随着物联网、云计算、大数据、5S、人工智能等新技术逐步运用到农业生产的各个环节，农业智能化已成为我国现代农业发展的新方向，其表现形态就是智慧农业。智慧农业是以知识和信息为核心要素，实现农业信息感知、定量决策、智能控制、精准投入、个性化服务的全新的农业生产方式，是农业信息化发展从数字化到网络化再到智能化的高级阶段。

智慧农业信息化发展已成为全球大势所趋。一些起步较早的西方国家，在政策支持、科技研发、创新科技应用方面都大规模展开并快速发展。美国先后出台了6项与农业信息化相关的法律法规和发展计划，形成了农业精细化、规模化发展的智慧农业生产线系统。日本也早已利用数字技术、传感技术和远程控制等技术，形成了农业运营新模式。以色列农业发展呈现信息化、自动化以及精细化的特征，农业现代化水平达到国际领先。欧洲农机协会提出，农业数字技术革命正在到来，未来欧洲农业的发展方向是以现代信息技术与先进农机装备应用为特征的农业4.0。

近年来，在政府的大力支持下，我国智慧农业信息化发展迅速，农村网络基础设施逐步完善，信息技术推动农业生产实现数字化转型，重点农产品市场信息服务能力不断提升。截至2020年底，全国共建设运营益农信息社45.4万个，累计培训村级信息员198.6万人次，为农民和新型农业经营主体提供公益服务2.3亿人次，开展便民服务4.2亿人次。农村网民规模达3.09亿，农村地区互联网普及率达55.9%。截至2020年8月底，全国供销系统共发展各类综合服务

社 41.98 万个，通过承接益农信息社、气象信息服务站等服务，基本实现一网多能、一网多用，形成为农服务的整体合力。“十三五”期间，农业农村部在全国 9 个省市开展农业物联网工程区域试点，形成了 426 项节本增效农业物联网产品技术和应用模式。

一、我国智慧农业信息化发展存在的问题

我国智慧农业信息化发展，由于缺乏基础研究和技术积累，整体技术水平滞后于发达国家 15~20 年。总体来看，国内农业多以传统信息建设为主，农业还处于信息化、数字化阶段，与智慧农业还有一段距离，存在没有形成全国范围的统一标准和平台、数据信息缺乏互联互通、智能感知技术覆盖不全面、管理模式不科学、顶层设计缺失、农业信息化基础设施落后、产品溯源体系不健全、专业人才储备不足等问题。具体表现为：

第一，农业信息服务平台及数据互联共享平台落后或缺失。一方面，已有平台缺乏全局谋划，整体规划缺失，可配置性、可扩展性、可迁移性较差，海量的结构化、半结构化和非结构化的数据处理困难，同时缺乏模块化与简洁化，不能快速应对复杂多变的应用场景和需求。另一方面，农业信息数据整合程度低，缺乏信息数据共享。智慧农业的正常运转需要自然信息与社会经济信息，比如气候条件、土壤条件、市场信息、生产资料信息、科技信息等。而这些信息的掌控者往往归属于不同部门，又因为制度体制问题导致部门之间的运作相互独立，不能充分共享信息数据，造成信息数据资源的大量浪费与闲置。

第二，信息数据标准化程度低。智慧农业信息化标准对于促进信息数据整合、信息数据共享、信息数据安全等至关重要，统一、规范的标准是“信息”作为一种生产要素，能有效促进智慧农业发展的关键。但是从我国目前的发展情况看：首先，我国智慧农业信息数据库没有一个系统的建设标准，信息数据采集过程中覆盖面窄且不够深入，信息数据整合过程中检校准确力度不足且少有权威认证。其次，信息数据整合不完善，气候、地貌、地质等农业自然信息，以及生产要素价格、市场行情变化、科学技术政策等社会经济信息，很难基于同一标准规范在不同体制机制约束的生产部门、经济部门和政府部门间进行有效分享利用，造成社会资源的严重浪费和大量闲置。

第三，农业专用传感器发展落后，智慧感知技术有待提升。我国传感器产业基础薄弱，核心技术缺乏。对原理的认识，对器件和材料的研发及创新不足，缺乏高精度、高敏感度以及特殊应用的高端传感器产品研发能力，中高档传感器产品几乎 100%从国外进口，90%的芯片依赖国外进口。国内农业种植养殖传感器厂家在以上方面与国外发达国家存在较大的差距，使国内农业种植养殖传感器的发展和应用受到极大的限制，迫切需要国家予以引导，推动国内农业种植养殖监控技术的发展。国内的农业种植养殖传感器在可靠性及稳定性方面与国外产品差距较大。一是生产企业在监测方面缺少电子产品监测标准和技术积累，测试都是传统的误差测试，如大部分农业种植养殖传感器缺少电磁兼容 EMC、环境可靠性等测试，遇

到强干扰、雷击、强静电、高辐射、温湿度变化大、腐蚀气体液体和强降水等情形，将严重影响农业种植养殖传感器的性能和功能。

二是目前国内相关农业种植养殖传感器厂家在此方面基础比较薄弱，亟需相关 IT 技术方面的改进，如纳米技术、生物基因、化学成分及时分析等技术的应用可为农业种植养殖生物传感器的应用奠定基础。

第四，智慧监管滞后，农业管理能力不强。智慧农业发展缺乏战略规划，模式、理念、技术等照搬照抄现象严重，缺乏基于实际发展需要和农业现状的考虑，智慧农业整体发展缓慢。原因是多方面的，比如没有按照统一注册信息、统一电子身份标识、统一追溯编码的原则实施；上联国家、下联企业、横向联部门，确保农产品“从农田到餐桌”全链条信息贯通不畅；政府决策和风险防控能力较弱；没有形成构建农产品质量安全监管新格局等。

第五，智慧化、精准化生产能力有待提升。智慧农业包括无土栽培、智能温室农业、精准农业等现代农业生产经营模式；包括食品溯源防伪、农业电子商务、农业信息服务、农业休闲旅游等新型业态；具有精准感知、精准控制与决策管理的特点。目前我国智慧农业的信息化缺少精准作业装备，作业质量差。在应用推广上，全国各省市先后开展了智慧农业应用试点建设，但大多处于盆景状态，缺乏智慧农业大面积应用的前景。在利用物联网技术，实现智能施肥、智能灌溉、智能喷药等方面仍待普及，在通过精准化作业，降低农业生产成本、提高生产效率、保护农村生态环境等方面仍有发

展空间。目前我国智慧农业多为数据的简单采集与展示，与农业融合深度不够，展示成分大于实际效果，未能解决农业实际问题，形成数字与农业的两张皮，缺乏数据分析及智能决策。除此之外，成本高、难推广也是制约智慧化发展的重要因素。目前国内购买一套相对完备的智慧农业设备，其成本高达数十万元，即使购买智慧农业服务，也需上万元费用，普通农民难以承受，并且部分智慧农业服务或设备使用门槛高、理解难、接受度低，推广更加受限。

第六，智慧农业信息化对产品质量安全支撑力不足。农副产品质量安全是市场对智慧农业生产的最基本、也是最重要的需求。然而，虽然目前信息数据已有发展，但整体上看，智慧农业信息化发展中一个很大的薄弱点在于信息化建设对于产品质量安全的智慧溯源关注不够，支撑不足。用于智慧农业生产、管理、运输与销售阶段的信息数据大多为简单的堆砌，缺乏专业性分析的特色数据，可用于指导智慧农业发展、弥补智慧农业管理与销售信息的不足。信息数据分析程度较浅，利用率较低，忽视信息数据在农业生产者与最终消费终端之间的桥梁作用和链接功能。

第七，信息数据安全和信息采集建设仍有不足。主要体现在信息数据的保密性仍需要不断升级，信息数据的完整性仍需要不断提高，只有通过整合有限资源，才能利用现代化管理技术合理分配资源、降低成本、提高工作效率、最大化农业经济效益。信息采集标准不够规范，涉农部门及涉农信息的交流共享机制仍待完善，全国农业应用系统数据整合不足。物联网、人工智能等新技术发展仍有

较大空间，智慧感知、智慧管理和智能收割等农业智能化发展滞后，农产品从源头到终端信息可追溯仅在较小领域内可实现。

第八，智慧农业信息化复合型高素质人才严重匮乏。智慧农业是物联网、大数据等现代信息技术在农业领域的全新应用，属于知识和技术密集型产业，需要实时关注和搜集互联网上的农业咨询和市场信息，通过对农作物生长环境的智能感知和数据分析，实时监控农业生产过程，实现对农业耕作、经营以及服务的精准化管理和可视化诊断。因此，智慧农业信息化的发展和实践不仅需要掌握现代农业生产技术和操作现代化生产设备的高素质农民，更需要一批了解农业电子信息化的农业科技人员。而现实情况是农村地区大批青壮年劳动力进城务工，留守在农村的农业从业人员整体文化水平偏低，知识老化，传统观念根深蒂固，农业生产决策往往依赖传统经验，具有一定的盲目性，而且缺乏互联网思维，难以理解和吸收新的农业经营理念和农业生产技术。另外，由于缺乏相关技术培训，农民很难真正了解到智慧农业对农业生产带来的便利，更难以操作现代化生产器械和设备。其次，农业技术的院校教育现阶段主要集中在种植业和畜牧业等传统产业，缺乏对农业生产经营管理和电子信息化的复合型人才培养，农业技术人员存在较大缺口，尤其是高职称、高层次的农业人才。高素质农民和高层次专业技术人员的匮乏极大地限制了智慧农业信息化的发展。

二、加强我国智慧农业信息化建设的政策建议

智慧农业的信息化建设是未来智慧农业发展的重中之重，应该

按照“抓重点、补短板、强弱项”思路，实施以下具体策略。

1. 搭建农业信息服务平台及数据互联共享平台

数据是智慧农业运作的第一要素，推动着整个智慧农业向前发展。一是搭建发展智慧农业所需的农业信息服务平台。建议以省为单位，分别建设一个集农业生产、农业信息监测、农业市场管理、农业物流为一体的综合性服务平台。该综合性服务平台具有调度省内一切有关农业产业资源、统筹省内农业发展的功能。比如，当发生病害时，通过综合服务平台调度有关专家对病害进行治疗或者给予病害地区一定的资金支持。二是在有关部门的协调下建设一批示范性农业数据库，尽快成立国家农业数据中心。重视数据库的标准化和规范化建设，包括名词术语、数据编码、数据格式、数据质量、数据管理规章等。同时还要建立相关的法律、法规。农业信息体系建设的重点是农业信息资源建设与开发。国家在摸清情况的基础上，对现存的数据库进行调查、摸底，并给予一定的资金扶持，整合一部分数据库。如此操作，节约人力和财力，投资少，见效快，可以使现有的信息资源焕发活力，使之能够共建共享，扩大服务范围。逐步实现市场化管理、商业化运作，以调动建库单位和个人的积极性，提高效率，使选题准确，布局合理，以消除分散无序、部门分割、信息资源封闭等状态。三是构建智慧农业大数据平台，实现数据互联共享。通过统一规范的数据通讯标准、海量高并发网关、大数据处理技术，实现“三农”数据信息的采集、处理、存储，打破传统数据孤岛现象，实现数据统一汇聚处理，构建国家级智慧大数

据平台。实现数据互联互通，为智慧农业数据分析、远程监视、远程诊断、远程控制、灾害预警、风险分析提供核心基础数据，为智慧监管、智慧生产、智慧经营、智慧服务、智慧溯源应用提供支撑。

2. 推动制定智慧农业信息化标准规范

建设全国性统一的智慧农业平台，其首要问题是建立一套标准规范体系，通过推动相关标准体系的制定为智慧农业建设提供基础支撑。首先，推动制定智慧感知终端设备标准规范，促进农业领域智慧设备应用；其次，推动制定智慧农业数据采集和传输的数据标准规范，为各平台数据共享交互提供基础。再次，建立智慧农业数据使用标准规范，涉及国家安全的农业数据信息在数据处理、存储、使用、发布方面严格遵守规范，确保数据安全。

3. 在农业领域全面促进智慧感知技术发展和应用

随着物联网技术的不断发展，农业物联网作为物联网技术的重要发展方向之一，对农业生产的革新起到了至关重要的作用。探索研发“三农”领域专用智慧传感技术，推动无缝接入国家智慧农业平台，如在农业机械上加装智慧传感装置，在生产基地、存储运输、农业规划和灾害服务等领域，实时感知农业设备、农作物全生命周期内的实时信息，及时进行智慧监管、自动控制、智能预测和服务，使农业生产精细化、远程化、虚拟化、自动化成为可能。

4. 通过智慧监管提升农业管理能力

通过先进的大数据挖掘、智能化分析、可视化技术实现“三农”“微观—中观—宏观”信息数据展示分析，为各级政府、经营单位、

生产者各方的信息监视和管理需求提供支撑。一方面，为各级政府、监管机构在“三农”领域法律法规制定、产业规划、市场调节提供决策依据。另一方面，对于经营单位和生产者，可以根据综合信息，以及农副产品、农作物实时状态，科学调整“规划—生产—管理—经营—服务”全生命周期领域的管理方法和手段，提高科学管理水平和能力。

5. 通过智慧生产提升农业精准化生产水平

通过物联网、移动互联网、云计算、智能终端等技术，实现基于环境智能感知、实时监测、自动控制的网络化农业环境监测系统。构建“空—天—地—人—物—车”一体化的农业物联网测控体系，实现农作物生产智能节水灌溉、智能测土配方施肥、农机高精度定位和作业；实现养殖领域的饲料精准投放、疾病自动诊断、废弃物自动回收等智能设备的精准控制；实现大棚、温室、灌溉等农业设施的远程自动化控制；实现生产流程的标准化管理和精准化生产。

6. 通过智慧经营满足农业经营全过程管理需求

通过大数据挖掘分析，为农业经营全过程提供智慧辅助决策、智慧经营两个方面的服务。智慧辅助决策，即根据生产情况、消费趋势、气象情况、市场信息进行综合分析，为农作物全生命周期提供智慧支撑，辅助生产经营者进行决策，实现农业生产效益最大化。智慧经营，即通过电子商务手段实现农副产品的供销和结算，满足推广、销售、支付、结算管理等农业电子商务智慧服务需求。

7. 通过智慧服务打造全方位综合化农业服务体系

构建包括政策宣贯、资料共享、智慧农村、风险预测、保险服务的综合性农业智慧服务体系，为农业发展提供全方位服务支撑。一是政策宣贯，实时管理和发布各级政府的相关政策、法规。二是资料共享，实现“三农”相关技术信息、资料的管理和下载。三是智慧农村，以农村为服务对象，提供智慧能源、智慧交通、智慧家居、智慧教育、智慧医疗等信息化应用服务。四是风险预测，提供农业经营领域的市场风险、天气风险、政策风险、灾害风险以及健康风险等信息预警预测服务。五是保险服务，与各个保险平台进行关联，为农民提供保险购买、查看和申请赔付等业务。

8. 通过智慧溯源构建高可靠的农副产品质量安全体系

利用先进的物联网、大数据、区块链、北斗网格码技术，构建农副产品质量安全追溯公共服务平台，强化上下游追溯体系对接和信息互通共享，实现农副产品质量安全高可信、高安全、全过程的追溯管理。推进“三农”信用体系制度标准建设，建立产地准出与市场准入衔接机制，根据信用等级为政府监管、政策扶持、信用担保和农业服务提供决策依据。

9. 使用新型互联网技术保证农业信息数据准确与安全

一是发挥互联网技术企业在智慧农业中的作用，使用新型互联网技术保证农业信息数据准确与安全。比如，使用最新的互联网区块链技术，依靠区块链技术的可追溯特性，保证农产品来源可查，保证食品安全。依靠区块链技术信息不可篡改特性，确保农业市场中不会传播虚假信息，保证农民利益。依靠区块链技术的去中介化

特性，减少智慧农业从生产到最终销售的监管，降低智慧农业农产品的成本。二是利用互联网技术，如大数据、云计算等技术深入挖掘农业数据的潜在价值，并转化为有价值的商业模式，提升智慧农业盈利水平。比如，在智慧农业销售阶段，使用大数据技术搜集潜在消费者的消费行为信息，并将其数据化，然后通过云计算技术分析潜在消费者的消费习惯与特征，将适合的农产品推荐给用户，增加智慧农业农产品销量。

10. 构建完备的智慧农业信息化人才教育体系

物联网背景下智慧农业平台的建设，需要高素质的农业人才来实施运行，只有农业人才具有高素质，才能很好地解决智慧农业平台建设过程中遇到的技术难点。智慧农业信息化对技术的依赖，要求技术人员必须具备专业素养和技术水平，才能保证正常农业生产秩序。一方面，企业应大力储备农业科技人才；另一方面，农民的素质和技术水平不是短期内可以快速得到提升的，这需要政府和企业一起付出努力。在培养高素质专业人才的时候，切实强化他们的应用能力以及创新管理，科学强化人才队伍的建设，使得相关农业生产技术人员能够获得更加科学化的培训课程，很好地满足人才的基本发展要求。通常情况下，高素质专业人才的培养工作，需要包括两个方面的工作内容，一是对基础农业工作者开展生产知识的指导与培训工作，二是使基层农业工作人员更加科学地掌握好信息化技术、经营模式以及经营理念。这样才能使农业工作人员科学化利用更加简单的传感器以及通信技术，实时开展信息技术的处理与分

析工作，进而确保农业生产的基本质量水平。

清华大学社会科学学院/全球产业研究院 李正风

北京航空航天大学马克思主义学院 雷小苗

清华大学全球产业研究院 曾劲松



清华大学 中国农村研究院

地址：北京·清华大学公共管理学院 612 室（邮编 100084）

电话：86-10-6277 3526

传真：86-10-6279 6949

电子邮箱：cirs@mail.tsinghua.edu.cn

网址：<http://www.cirs.tsinghua.edu.cn>



欢迎关注清华大学

中国农村研究院官方微信

刊号：TH-T-1021

（使用本文需征得清华大学中国农村研究院同意）