

我国智慧农业 标准化建设模式探析

发展智慧农业是建设现代化农业强国的必要途径。我国是农业大国，又是数字经济强国，在走向现代化的过程中，发展智慧农业是我国的重要战略。但我国发展智慧农业起步晚，基础弱，因而他山之石可以攻玉，借鉴其他发达国家的经验十分必要。本文分析了世界多个智慧农业强国发展智慧农业的特点、经验，为我国智慧农业标准化建设提供了参考。

文 | 刘颖 中国网络空间研究院副院长 李玮 中国网络空间研究院信息化研究所副研究员

当前，数字乡村已经成为乡村振兴的重要战略方向，也是以信息化驱动中国式现代化的具体行动。2020年10月，中央网信办、农业农村部等七部门开展了首批国家数字乡村试点。2024年3月，中央网信办、农业农村部等11部门印发通知，在全国开展第二批数字乡村试点，并将试点领域划分为包括智慧农业在内的6个方向。由此可见，智慧农业已成为数字乡村建设的重要方向。智慧农业是融合新一代信息技术与农业农村现代化的集成体系，经过信息革命以来



长期的技术迭代与经验积累，国内外智慧农业发展正在加速进入规模应用期。发展智慧农业既能助力农业发展摆脱自然和人力等资源的约束，也能打造新的农业增长点。当前，我国智慧农业建设快速起步，正在从“盆景”走向“风景”，开始进入多种现代信息技术系统集成、协同高效的新阶段，但与欧美等发达国家相比仍处于初级阶段。因此，加快智慧农业建设是当前我国推进农业现代化的重要方向。而推动智慧农业的标准化建设，通过将农业生产、经营、服务等

环节标准化，能够有效地促进农业科技成果转化成为农业生产力，不断引领传统农业转型升级。

智慧农业标准化建设的国际经验

智慧农业（Intelligent agriculture）已成为现代农业发展的重要趋势。一般来讲，智慧农业是以数据为关键生产要素，将大数据、物联网等现代信息技术与农业生产经营活动进行深度融合，实现精准管控、预测预警、优化配置等目的的新型农业发展模式，是未来农业的最高形态。目前，美国、德国、日本、以色列等发达国家的农业生产已走向机械化和自动化等标准化作业，智慧农业标准化在农业产业业态迭代升级过程中发挥了重要作用。以美国为代表的大田智慧农业、以德国为代表的智慧养殖业、以日本为代表的小型智能装备业均取得较快进步，形成了相对成熟的技术、产品和商业化发展模式，为我国发展智慧农业提供了可借鉴的经验。

美国：集约化、远程化发展模式

广袤的土地、高昂的人力成本与发达的工业与信息技术是美国农业发展的基本背景，使其形成了以较高的人力资源成本和相对较低的机械成本为基本特征的农业成本结构。美国是目前全球智慧农业标准化建设的领跑者，其农业生产水平和机械化程度都处于世界领先地位。早在上世纪 80 年代，美国就开始将信息技术应用到农业生产当中。1980 年，全球地理信息系统（GIS）和遥感（RS）系统农业应用推动了“定位农作”实践，

开启了智慧农业的建设步伐。1993 年，美国将全球空间定位系统（GPS）民用化，推动了精细农业系统的创新实践。美国智慧农业主要做法包括：借助农业物联网及大数据分析，实现农产品全生命周期和全生产流程的数据共享及智能决策；借助农业电子商务不断改造升级，推动农产品流通环节高效运行；借助部署的 100 多个信息收集处，每天汇总分析并发布全美各类农业信息等。当前，美国智慧农业的发力点主要集中在发展集约化生产和智能化远程控制，促进美国农业资源的高效利用与经营效益的稳步提升。

德国：重视农业信息资源整合

欧盟是全球智慧农业的发源地，智慧农业标准化发展模式也较为成熟。欧盟高度重视智慧农业人才培养，通过举办各种农业科研技术交流活动 and 培训班等方式来提高农民科学文化素质和生产技能，并积极搭建农业信息服务平台，以促进农民增产增收。德国的智慧农业在欧盟成员国当中的发展最为先进，有着较高的数字化水平和领先世界的农业生产技术设备，更有一批受过专业农业教育的高素质人才。德国高度重视资源系统整合，充分依靠数字技术高效串联农业现代化发展链条，准确联通高端化、高效化农业信息技术服务资源，确保快速、准确地共享信息服务。德国以合作社联盟形式，通过构建高效资源整合平台，推进农业经营主体在数据共享、信息互通领域合作。例如，在水产养殖领域，积极建设养殖在线监测系统，不断健全水产养殖管理系统，打通生产过程

管理系统和综合管理保障系统的数据库，以系统集成为基础构建高质量的数字农业公共服务平台。

日本：智能装备推动精细化经营

随着日本人口老龄化进程的加剧，日本农业面临着农村人口“过疏化”、农业生产“老人化”和“兼业化”、粮食自给率走低与农田抛荒共存等问题，在此背景下，日本政府大力推进农业机械化和自动化建设，大力发展农用无人机和农业机器人，积极推行农业精细化调节和扁平化经营。

目前，日本农业生产已经基本实现了机械化、自动化、智能化等标准化作业。从智能温室大棚来看，日本采用了先进的土壤检测系统、智能控制系统等设备和技 术，实现了自动浇水、施肥等功能，不仅提高了生产效率，也使农作物质量有了明显提升，在畜牧业领域也广泛应用了自动化机械设备。此外，日本开发了数量众多的农业电商平台，为农民提供了销售渠道和服务。

以色列：大力发展设施农业

以色列淡水资源严重匮乏，通过大力推进智慧农业标准化建设，成为世界上人均拥有土地最多、粮食产量最高、人均综合产值最高、农民收入最高的国家。以色列智慧农业的发展，主要得益于其先进的农业技术及成熟的管理模式。以色列农业部门在土壤测试、土壤分析、灌溉系统设计、温室设计等环节充分应用现代信息技术，大力发展设施农业，例如在温室种植中，广泛应用电脑控制灌溉系统、智能监控系统及水肥一体化

技术、无人驾驶拖拉机和农业机器人等，不仅实现了化肥和农药零排放，而且实现了全程可追溯的有机种植模式，为以色列成为世界上最大的蔬菜出口国奠定了坚实基础。

我国智慧农业标准化建设任重道远

我国尽管加大了智能农业的发展力度，但农业农村信息化发展水平仍处于初级阶段。《中国数字乡村发展报告（2022年）》数据显示，2021年农业生产信息化率为25.4%，其中，大田种植信息化率为21.8%，设施栽培信息化率为25.3%，畜禽养殖信息化率为34.0%，水产养殖信息化率为16.6%。相比之下，美国当前已有80%的大农场实现了生产数字化，2020年日本已有75%的农业市场运用农业云端计算技术。受国内田地条件复杂多变、农业经营缺乏规划、农业技术研究推广相对滞后等因素影响，国内农业种植的精准化、数字化落后于欧美发达国家，在农作物生长模型建立和生产过程控制监测软件等高新技术领域与发达国家存在较大差距。受农机产品需求多样化、机具作业环境复杂等因素影响，我国目前的农机化和农机装备的智能化水平与发达国家相比仍有10～20个百分点的差距。

同时，我国智慧农业发展不平衡不充分。我国智慧农业基础设施整体薄弱，大型现代化农机设备较少，难以满足广阔土地的需求。分区域来看，我国智慧农业发展仍呈现出东中强西弱、区域失衡的总体特征。《中国数字乡村发展报

告（2022年）》的数据显示，东、中、西部地区的农业生产信息化率分别为29.2%、33.4%和19.1%，西部地区与东中部地区差距明显。分省份来看，农业生产信息化率高于全国平均水平的有13个省份，其中东部地区省份6个，中部地区省份5个，西部地区省份1个，东北地区省份1个，由此可见东中部地区的农业生产信息化水平领先于西部地区。此外，国内相关技术设备成熟度与适应性不足。尽管智能技术和装备已在很多农村地区得到应用，但农户层面应用比例依然不高，而且小农户相对于规模经营农户应用智能技术的比例更低。智能技术的应用主要集中在打药和耕地环节，得到应用的技术仍以无人机和GPS装备为主，其他如环境监测、自动化控制等技术的应用非常有限。

我国智慧农业发展还有一个问题就是涉农数据潜力释放不足。我国农业大数据系统的开发和建设工作相对滞后，数据采集、分析和处理能力都有待提升，管理水平和技术创新能力不强。目前，智慧农业生产经营主体信息资源分散，系统建设部署杂乱无序，农业数据采集覆盖面不足，缺乏系统的智慧农业行业标准。由于智慧农业技术的发展尚处于初级阶段，各个领域的技术标准和规范还不够统一，存在着互操作性和兼容性的问题，不同厂商开发出的智慧农业产品之间无法很好地进行信息交换和数据共享。农业信息数据的整理分析程度不够，缺少资源信息共享，智慧农业的发展需要许多信息之间的共享，例如自然

信息与社会信息的共享，而这些信息数据的来源属于不同的部门管理，各部门的运作互相独立，未能实现信息数据的有效及时分享，导致信息资源的浪费。

我国农民信息素养缺失，农业发展人才缺乏也是制约我国智慧农业发展的重要因素。“大国小农”依然是我国当前的农情现实，在各类农业经营主体中，有98%左右的经营主体都是小农户，在我国农业领域的从业人员中，有90%以上的从业人员是个体农户和农民，所经营和耕地的土地面积占到了我国总体耕地面积的75%。目前，从事农业生产相关人员的年龄普遍偏大、受教育程度偏低，数字素养和数字能力的总体水平偏低，对现代信息技术不了解，应用数字技术的主动性、积极性、创造性有待引导和提升。智慧农业应用本身面临较高的知识门槛，且由于建设和维护资金较多，导致农业劳动者的参与程度不高，往往仅是部分农业合作社、家庭农场、农业企业等新型经营主体作为主力，多数小农户只能望而却步。智慧农业更倾向于复合型专业人才，不仅要求对传统农业技术的掌握，还应掌握大数据、物联网等技术知识。而越来越多的年轻人选择外出务工，大量农技、农机人才不断流失，加之老龄化进程明显加快，农村劳动力严重匮乏，具备智慧农业经营管理能力的专业技术人才严重不足，受教育水平较高的年轻人返乡意愿普遍不强。

社会化服务体系欠缺也是我国智慧农业发展动力不足的重要因素。智慧农业经营门槛较高，尽管智慧农业试点快

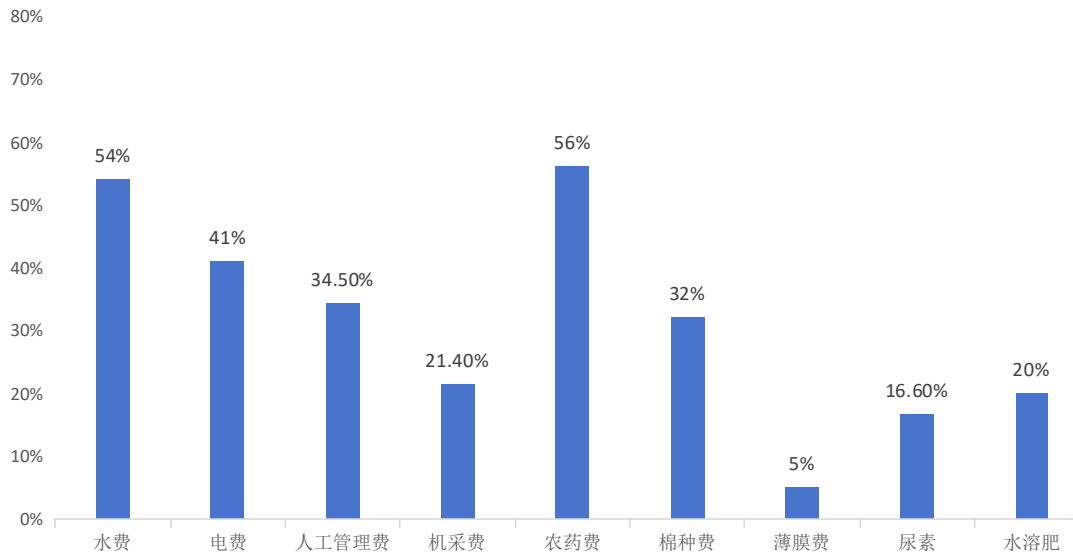
速增长，但目前各地仍普遍缺乏成熟可靠、适应性强、具备大规模推广条件的配套解决方案。此外，智慧农业本身所具备的规模效应要求土地流转制度比较灵活，但是从现实情况来看，农民流转土地的意愿并不强，农村土地流转率整体较低，由于农业生产收益从以前的支柱性收入转变为现在的保障性收入，过低的租金同样降低了农民对土地经营权流转的意愿。由于缺乏配套的社会化服务体系，细碎化的耕地产权配置极大地抬升了企业交易成本，且土地流转面临国家政策规定与违约风险等多方面因素制约，短期的土地流转合约使集约化生产难以维持，严重影响了智慧农业的建设成效。

新疆某万亩农场样本分析

近年来，农业信息技术不断更新迭代，农业种植集约化规模迅速扩张，现

代农业模式逐步倒逼现有的分散型、粗放化的生产方式向着集约型、精细化转型。通过剖析新疆某万亩农场的具体案例，梳理总结出大规模种植条件下的智慧农业标准化建设模式。

新疆的地理环境和耕地现状决定其具备推广智慧农业标准化建设的天然优势。一方面，新疆地广人稀、人均耕地面积较多。新疆是我国陆地面积最大的省级行政区，约占国土总面积的六分之一。截至2022年年末，全区常住人口2587万人。最新数据显示，新疆现有耕地面积1.06亿亩。根据全国各省份人均耕地面积排名，新疆排到全国第四位，是全国平均水平的两倍。另一方面，新疆耕地的机械化、集约化程度较高。截至2020年9月底，新疆家庭承包耕地流转面积达1065.77万亩，占家庭承包耕地总面积的36.5%。最新资料显示，目前新疆农业生产综合机械化率超过88%，



来源：中国网络空间研究院

图 1 棉花种植单项成本节约百分比

小麦、玉米、棉花等主要作物耕种收综合机械化率达到96%，水肥一体化覆盖率超过耕地面积的60%。

虽然如此，但新疆涉农数据潜力释放不足，数字基础设施建设不够完善。在涉农数据方面，新疆绝大多数县域的涉农数据尚未实现汇聚整合，应用潜力没有得到真正释放。根据《新疆数字乡村发展调研报告（2023）》，接近九成的县域尚未建设数据中心和智慧农场，95.29%的县域没有建立单品种全产业链数据库，87.06%的县域未建立重要农产品市场监测预警体系。在数字基础设施方面，新疆大多数县域建设不够完善，存在一定滞后性，制约着数字乡村建设的成效。根据《新疆数字乡村发展调研报告（2023）》，超过80%的受访对象认为新疆数字乡村建设存在数字基础设施不完备的问题，25.88%的县域5G应用试点覆盖到村级层面，29.41%的县域

覆盖到乡镇层面，40.00%的县域只覆盖到县级层面，超过半数的县域尚未开通5G应用试点。

新疆的智能农业发展模式主要包括农业企业自主型智慧农业、加工流通企业带动型智慧农业、专业化服务企业主导型智慧农业、数字化农机企业主导型智慧农业和农技推广体系依托型智慧农业五种模式，新疆某万亩农场的模式属于专业化服务企业主导型智慧农业，即专业化服务企业利用其在数字资源、农业数据模型、智能决策及生产服务能力等方面的优势，通过生产托管、作业服务或“订阅信息”方式，推动数据链向生产环节延伸，构建起以服务为纽带的智慧农业体系。新疆某万亩农场的具体做法如下：

（1）汇集打通涉农数据，上线智慧农业服务平台。借助物联网、5G、大数据等新一代信息技术，通过在本地设立

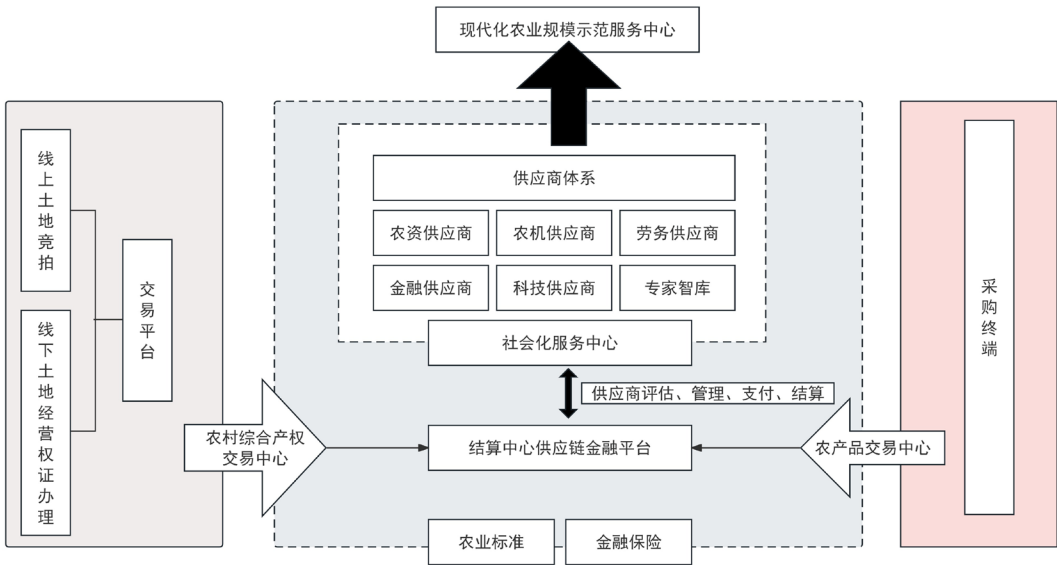


图2 新疆某万亩农场现代农业综合服务中心运营逻辑图

来源：中国网络空间研究院

数据库服务器等方式，该万亩农场建设完成了涵盖农业全产业链的全域农业大数据库。数据库贯穿汇总各级数据来源，以土地地块信息为基本索引，打通政策数据、种植数据、历史数据、运营数据等所有涉农数据，并在此基础上形成了智慧农业服务平台。服务平台汇集了各类新型经营主体信息，集成了产权交易流转公开、线上交易、信息服务等功能，实现了摸清农业家底、拓宽信息公开渠道、进行一站式交易等目标。

(2) 建设线下综合服务中心和基层服务站。通过构建较为完整的农业服务网络，为农民提供覆盖“耕、种、管、收、销”的全产业链运营服务体系，弥补了农民在产权交易、土地流转、产品销售、与服务组织对接等方面所面临的不足和困境。

(3) 开展线下培训和职业技能认证。为推动各类农业信息技术快速落地应用，运营方已为种植户培训 160 余场共计 8000 余人次，向广大种植户免费分享先进种植技术，通过提高种植管理水平，来促进就业和提高收入。此外，与新疆农科院共同举办“新疆棉田数字化转型项目专题培训暨绿洲农业职业经理人 OPCA 认证”，为相关骨干人员开展培训累计超过 200 人次，进一步提高相关人员专业理论素养、先进科技应用和通识管理的能力，推动实现从传统农户向农业职业经理人的转型。

某万亩农场通过打造城乡、产业、数据“一张网”和“一张图”，汇集各类涉农数据、释放数据要素潜力，同时

打造配套社会化服务体系、强化相关职业培训和认证，有效缓解了农业经营主体“不会转、不敢转、不想转”的难题，形成了“线上+线下”“服务+培训”的智慧农业标准化建设模式。该模式通过自主研发集线上、线下立体作业，满足耕、种、管、收、销农作物全产业链需求的运营服务体系，实现了减少能耗投入和提升产量价格的管理目标。例如，经过智能化改造后的香梨种植园实现每亩节水 50%、提高肥料利用率 28%、节约农药 25%，单产提高 30%，特别是在引入 RFID 溯源后，整体销售价格提高 35%。

加快我国智慧农业标准化建设的启示建议

实施标准化规划和作业是发展智慧农业的基础和条件。国外发达国家和新疆某万亩农场的实践经验表明，农业实施标准化规划和精细化管理，可为大规模高效率利用智能农业创造良好条件，提升农业作业效率、产量和品质，是推进智慧农业规模部署的重要途径。

重视发挥数据要素的乘数作用

数据要素作为生产要素具备了价值创造效应，能够赋能其他生产要素从而产生价值倍增效应，同时还能替代其他生产要素产生价格归零效应。因此，在智慧农业标准化建设过程中，应紧紧抓住涉农数据要素这个“牛鼻子”，做好涉农信息资源的整合共享。针对智慧农业的农业大棚、农机定位、农作物生长和精准化种植等重点领域，加快编制更具规范性的信息数据标准，主要包括质

量标准、数据形式、数据适应性等方面的具体规范和流程标准。加快建立健全农业全产业链数据资源体系，把农业物联网作为数据采集最重要的渠道之一，确保各个关键节点的智能决策都有数据支撑。推动形成政务数据、行业数据、社会数据、企业数据汇聚、共享、利用的机制，统筹建设“三农”专题数据库和农业农村大数据决策信息服务平台。

健全智慧农业社会化服务体系

在推进智慧农业标准化建设过程中，要坚持“硬软结合”原则，避免“重硬轻软”“顾此失彼”，既要有农业信息设备和技术等方面的“硬投入”，也要注重配套服务如土地流转、产权交易、品牌培训、在线服务等方面的“软投入”。应坚持市场化和需求导向，对适应当地智慧农业发展思路并能切实提升农业经营效益的社会化服务机构采取灵活的扶持政策，将社会化服务体系的完善更多地交由市场力量完成。要健全智慧农业社会化服务体系，积极整合农资、农机、技术、人才等各类生产要素和服务主体，围绕智慧农业的需求开展覆盖产前、产中、产后全过程的农业社会化服务，打造组织结构合理、专业水平较高、服务能力较强、全产业链覆盖的智慧农业社会化服务体系。

坚持试点先行，注重推广应用

智慧农业本质是用大数据、物联网、人工智能等信息技术持续降低农业生产经营活动中的不确定性。现代信息技术具备高固定投入成本、低边际使用成本的特性，随着智慧农业标准化进程的

不断深入，其所需投入的技术和设备的平均成本和边际成本将会不断降低，规模经济效应将会持续显现。因此，应充分发挥信息技术本身所具备的规模经济效应，注重在经济条件、自然资源、气候条件等禀赋接近的地区优先推广应用已成熟的智慧农业建设模式。我国国土面积较大、幅员辽阔，农业生产经营面临着各种各样的地形、土壤和气候条件，在开展智慧农业建设过程中，应针对不同禀赋条件的农业生产制定适配的解决方案，形成可供复制推广的标准化建设模式后，再向类似地区拓展，从而达到降本增效的目的。

重视培养职业化经营主体

城镇化步伐加速和农业市场发育不完善，导致信息技术人才向城市流动，而智慧农业技术人才相对缺乏。人才是智慧农业建设的关键保障，智慧农业较传统农业相比，对于从业者的信息素养要求较高，要大力培养兼具技术开发能力和农业知识的复合性人才，推动智慧农业进一步落地。应构建适应智慧农业发展的培养体系，培养适应智慧农业发展需求的新型职业农民。加快推出针对智慧农业相关领域的项目管理培训，培养职业经理人推动智慧农业项目开展。研究出台智慧农业领域的职称评定制度和方案，提升智慧农业职业化经营主体的荣誉感和专业性。

责任编辑：徐培炎 xupy@staff.ccidnet.com