

数字乡村发展研究报告

——逻辑架构、突破重点与可持续模式探索

(2024 年)

中国信息通信研究院政策与经济研究所

中国人民大学农业与农村发展学院

2024年8月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院、中国人民大学农业与农村发展学院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院、中国人民大学农业与农村发展学院”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

前 言

数字乡村是乡村振兴的战略方向，也是以信息化驱动中国式现代化的具体行动。自 2018 年“中央一号文件”首次提出“实施数字乡村战略”以来，数字乡村建设的顶层设计、标准规范逐步完备，数字基础设施持续完善，智慧农业、乡村数字经济、乡村数字治理与乡村数字普惠服务等重点领域典型应用与优秀实践不断涌现，首批国家级数字乡村试点工作顺利如期完成，第二批国家数字乡村试点工作正式开展部署，农业农村数字化发展成效凸显。但也要看到，当前数字乡村建设还面临着区域数字化不均衡、生产领域数字化转型亟待深化拓展、强感知与可持续的乡村数字化发展模式有待探索等挑战，需要持续开展综合性跨界研究、明晰短板挑战与发展路径、探索构建数字乡村各领域商业可持续发展模式，扎实推进数字乡村建设再上新台阶。

鉴于此，本报告旨在从理论与实践层面对数字乡村建设的逻辑架构、突破重点与可持续模式进行研究，一方面希望通过交叉学科、产学研综合分析，为数字乡村建设再上新台阶提供支撑；另一方面希望聚焦数字乡村建设过程中面临的实际问题、真实需求痛点和切实发展挑战，尝试给出商业可持续、农户强感知的建设路径与方案。报告主要观点包括：

——有力有序推进数字乡村建设，需要深入分析数字乡村的基础架构、底层逻辑及关键组成，构筑一个包含信息提取、传输、处理、存储和利用等在内的完整数字孪生“大闭环”。其中，任何一个节点存在未连接的问题，整个数字乡村的数据驱动就难以有效实现；任何一

个数字乡村应用场景如果仅有硬件设施而缺乏配套控制软件与算法模型，整个系统就难以实现精准化、智能化、集约化运行。

——数字乡村不是智慧城市在农村地区的简单复制。加速推进农业农村数字化进程，需要明确乡村核心功能、实际需求，以及发力重点，以“真正”而非“形式”的数字化解解决方案解决好农业农村发展的难点、堵点与弱点。

——数字乡村建设需坚持系统性、创新性思维，着力探索商业可持续与农户强感知的建设模式。一方面，需要各部门汇集有效资源、强化协同合作，聚焦乡村产业、治理、服务等重点领域明确短期目标，开展重点攻关，切忌“大而全”“撒胡椒面”。另一方面，需要解决好“最初一公里”设计研发和“最后一公里”居民应用等问题。当前，开展数字乡村的政策实践者、产品经理与工程师对于农业农村数字化发展的实际情况、重点需求，以及应用场景理解不深，部分平台与产品“不痛不痒”“功能错位”是制约数字乡村走深向实面临的重点挑战。

——加快推进数字乡村建设，需要聚焦提升建设方案的系统性、整体性和协同性，促进产业数字化和数字惠民服务先行发展，提升重点群体数字能力，构建农民共建共享的数字乡村建设新格局。

感谢中国电信广西公司、中国移动云南公司、中国联通数字乡村研究中心、华为 TECH4ALL 团队、淘天集团乡村振兴研究中心、腾讯研究院、杉数科技、智多莓等在案例发掘、内容撰写与报告修订等

的大力支持¹。研究报告仍有诸多不足，望请各界批评指正、共同进步。

¹ 报告相关研究同时得到国家社会科学基金重大项目“乡村振兴背景下数字乡村发展的理论、实践与政策研究”(20&ZD164)、国家自然科学基金项目“数字金融发展在农村金融空间配给缓解和实体经济金融普惠中的作用研究”(71973146)、中国博士后科学基金面上项目“数字乡村发展对农村居民家庭消费的影响研究:理论机制与实证检验”(2022M710208)的支持。

目 录

一、 数字乡村的基础架构和底层逻辑.....	1
（一）数字孪生：数字乡村运行的基础逻辑架构	1
（二）数字乡村数字孪生架构建设重点领域	4
二、 从架构到价值：数字乡村建设的保障条件、首要任务与价值取向.....	6
（一）保障条件：高质量的数字基础设施建设	6
（二）首要任务：提升产业数字化水平	9
（三）价值取向：更加强调数字包容性	13
三、 数字乡村建设政策现状与总体趋势.....	17
（一）数字乡村顶层设计逐步完善	17
（二）重点领域创新探索加快推进	19
（三）数字乡村政策体系的演进脉络与关注重点	22
四、 新阶段数字乡村建设面临的问题与挑战.....	25
（一）部分地区缺乏系统思维和整体规划，协同效率较低	25
（二）部分领域建设运营面临融资与盈利挑战，商业模式可持续性不强	26
（三）部分项目忽视城乡居民数字素养差异，农民参与感和获得感较弱	28
五、 数字乡村建设创新模式与典型案例：基于商业可持续与强感知视角.....	31
（一）农村与偏远地区轻量化基础设施建设探索：华为 AirPON 网络基础设施建设方案	32
（二）千兆光网下的大田精准化生产：金福农业联合多方打造智慧火龙果生产方案	36
（三）边远国营农场的“人工智能+”升级：金平农场与智多莓协力构建智慧柚子种植体系	42

（四）人工智能在农资供应链领域的应用：杉数科技与六国化工建设农资数字化产销协同平台	47
（五）数据驱动下的农产品产供销一体化方案：盒马村“新零售+订单农业”解决方案	52
（六）政企联动推动农文旅融合发展探索：安徽歙县与阿里巴巴共探盘活乡村资源的数字方案	57
（七）以人为核心的乡村治理数字化探索：腾讯“为村”平台	62
六、 数字乡村建设的路径优化建议.....	67
（一）提升数字乡村建设系统性、整体性和协同性	67
（二）聚焦重点领域加快数字乡村建设先行先试	68
（三）构建农民共建共享的数字乡村建设新格局	69
参考文献.....	70

图 目 录

图 1 数字乡村的基础理论框架.....	3
图 2 数字乡村发展与县域创业发生率的相关关系.....	13
图 3 华为小型轻量高集成的 AirPON 设备	34
图 4 牧民通过手机查看牦牛实时状况.....	35
图 5 华为全光网络 FTTR 解决方案	38
图 6 火龙果智慧喷淋系统.....	39
图 7 智慧农业云平台界面.....	40
图 8 火龙果基地万亩灯海景观.....	41
图 9 基于参数和作物模型的智慧种植模式.....	45
图 10 智能化管理模式下灌溉任务执行示例.....	46
图 11 供应链“决策大脑”架构图.....	48
图 12 农资运销面临的难点与痛点.....	49
图 13 农资产销协同的流程图.....	51
图 14 盒马“产-供-销”一体化示意图	54
图 15 海上盒马村订单式生产基地.....	55
图 16 歙县项目架构图.....	59
图 17 歙县数字乡村馆一览.....	60
图 18 为村耕耘者知识分享平台	65
图 19 为村项目“村级事务管理平台”小程序.....	65

一、数字乡村的基础架构和底层逻辑

数字乡村是伴随网络化、信息化和数字化在农业农村经济社会发展中的应用，以及农民现代信息技能的提高而内生的农业农村现代化发展和转型进程，既是乡村振兴的战略方向，也是以信息化驱动中国式现代化的具体行动：**一方面**，数字乡村建设的主体不仅仅是农业产业的数字化，而是包含了农业、农村、农民三个方面的整体性战略布局，是数字技术与“三农”问题的全方位有机结合；**另一方面**，数字乡村建设的内容不仅局限于电子商务或者是智慧农业等产业数字化内容，而是包涵了农业农村生产、生活、治理、服务、生态等的系统性措施，是全面弥合城乡数字发展鸿沟，以数字化、网络化、智能化带动农业农村现代化的创新政策实践。数字乡村的核心是通过数据高频、高速、高效的流动应对复杂自然与社会环境的不确定性，缓解城乡资源配置的不均衡性。因此，建设以“数据驱动”为核心的数字乡村需要形成包含标准、硬件与软件，以及开发者与应用者等在内的完善数字生态，构建一个集“感知、传输、存储、计算、应用”为一体的数字闭环。

（一）数字孪生：数字乡村运行的基础逻辑架构

1948 年，诺伯特·维纳（Norbert Wiener）的代表性著作《控制论（Cybernetics）》问世，用统一的数学观点讨论了通讯、计算机和人类思维活动，标志着一个时代的开启。《控制论》是关于系统内秩序维持的一般法则，该书的副标题为“关于在动物和机器中控制与通信的科学”，维纳认为任何系统（包括物理系统、生物系统和社会系统）都

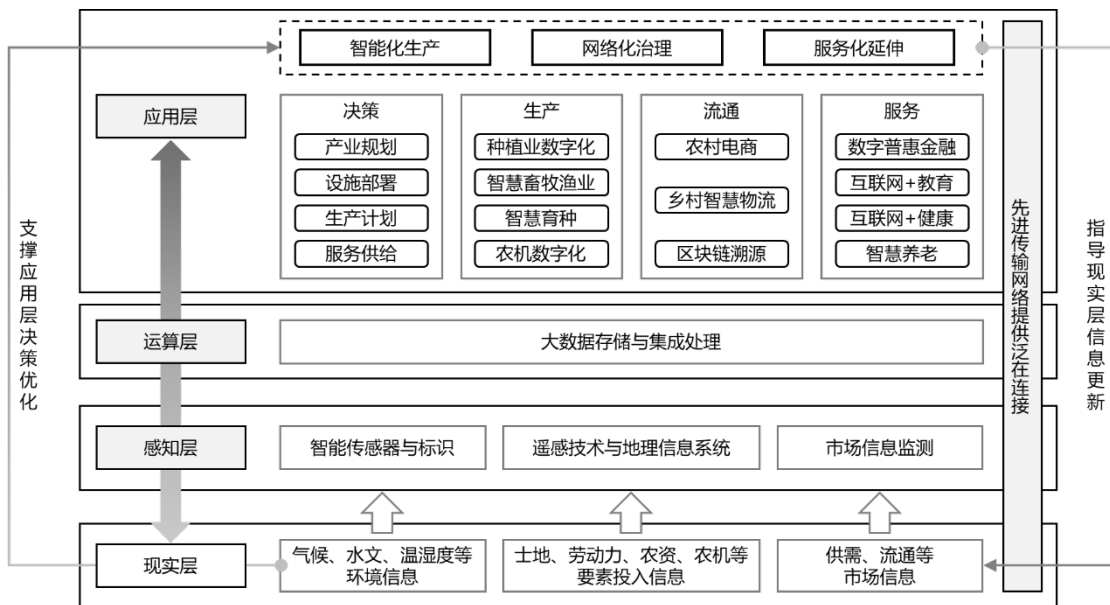
按照一定的秩序运行，并都表现出从有序向无序、从确定向不确定状态的变化倾向。为保持系统正常运行和系统目标的实现，就需要对系统进行控制。一切能够根据环境实际情况、变化趋势而实现优化的“控制”，都需要构建包含信息提取、信息传输、信息处理、信息存储和信息利用等在内的“大闭环”（所谓的智能与优化不过是这样一个大闭环运作的外在表现）。《控制论》以高度抽象的方式揭示了包括生物、机器、经济社会等在内一切简单或复杂系统，在面对不断变化的周边环境与不确定性风险时自主运行的本质规律。

数字技术解构了一个旧世界，建立一个新世界，即数字孪生的世界。数字孪生是维纳《控制论》在数字时代的具体呈现。它始见于 2011 年美国空军实验室的研究文献，最早用于预测飞机结构寿命和保证结构完整性的过程。当前，伴随着 5G、工业互联网、物联网、大数据、人工智能等的推广与应用，工业、能源、交通、水利、城建、自然资源等领域的数字孪生建设日渐提速。数字孪生本质上是用于优化物理对象行为的精准数字化映射，是一种数字技术群综合应用的集成范式。数字孪生根据物质世界客观规律、专业知识、仿真技术、遥感技术等为物理实体在网络虚拟世界创建“孪生体”或应用场景，用以模拟、监测、预测物理世界物体（事务）的状态和行为²（第一次映射，网络虚拟世界“孪生体”的建设）。此后，通过网络、算法、模型等实现与物质世界实现在供需两端的敏捷联系（沟通）、决策的无成本试错（规划）、行动的可能性推演（预测）、虚拟服务的非竞争性供给（共享），

² 数字孪生具有多样化实现形式，一方面它可以表现为“1 比 1”在虚拟空间还原的仿真模拟场景，例如，工业互联网智能工厂、智慧城市智慧管网等；另一方面也可以表现为抽象化的点对点动态连接，例如，电子商务平台、网约车平台等。

并根据所得出的“最优解”指导物理世界行动（第二次映射，网络虚拟世界“孪生体”对于物质世界的指导与优化）。

伴随着物质世界与网络虚拟世界的实时交互，通过数据的自动化流动应对物质世界中复杂系统的不确定性，实现物质世界组织性与连接性的加强、生产与交易精准性提升和不确定性风险的缓解等。数字孪生是对于传统网络虚拟世界的升级，是当前阶段包括数字乡村等在内的全局、全链、全域数字化发展的基本运行逻辑与底层基础架构。



来源：中国信息通信研究院

图 1 数字乡村的基础理论框架

感知与传输层。连续性、多维度、标准化的数据采集与感知是数字乡村“大闭环”的起始点。天气气候、土壤河流、市场供需、人口流动等环境信息时刻变化，因此，及时、准确掌握农业农村内外部环境数据情况是实现有效决策、减小不确定性风险的前提。网络为数据在数字乡村“大闭环”的流动提供管道。“大闭环”的构建需要系统中各部分实时连接、互通有无。过往，实现“人与人的连接”是网络设施建设的首要任务。当前，伴随着“5G+工业互联网”等全面开启万物互联时

代，农村地区网络与标识体系、物联网传感器系统逐步成为获取数据的重要来源、传输数据的重要渠道。这为更加及时、全面、准确的完成农业农村各领域的数据采集与传输工作提供了条件。

运算与应用层。科学的决策分析是数字乡村“大闭环”的关键核心。伴随着机器学习、人工智能等数据科学技术的快速发展，一些在获取、存储、管理、分析方面超出了人类计算能力、传统数据库软件工具能力范围的数据逐步被纳入到决策考量范畴，为农业农村实现更高层次决策优化开辟新路径。精准、高效的数字应用是数字乡村“大闭环”的最终表现。智能化、精准化、绿色化、均衡化的农业生产、乡村治理、社会服务是“数字孪生-数字乡村”在农业农村应用的具象呈现。特别是，由于数字孪生空间无视物理距离的特性，数字乡村实现了基于网络的虚拟经济构建、虚拟服务供给，打破了经济社会机会在地理上分布不均的障碍，不断拓展新经济、新模式、新业态；实现了教育、医疗等公共服务的放大利用、低成本共享复用，提升农村地区公共资源的供给总量与质量。推动农业农村全领域“大闭环”的逐步建设，并逐步推进各“大闭环”间数据的互联互通，才能实现更加动态、精准、全面的数字乡村“数字孪生世界”加速构建。

（二）数字乡村数字孪生架构建设重点领域

充分激发数字乡村建设的实际经济社会效用，数字孪生“大闭环”（至少一个）的完整性是首要前提。数字乡村建设与传统农业农村现代化建设存在一定区别。传统农业农村现代化建设可以由点及面、循序渐进，在保证其他领域要素持续投入的基础上，加速关键要素、重点领域的引领与投入，能够带来整体收益的提升。但是，数字乡村建

设则必须全局部署、整体推进——数字乡村软件与硬件之间、硬件与硬件之间的相互制约更加显著。任何一个节点存在未连接的问题，整个数字乡村的数据驱动就难以有效实现；任何一个数字乡村应用场景如果仅有硬件设施而缺乏配套控制软件与算法模型，整个系统就难以实现精准化、智能化、集约化运行。

在建设过程中，数字乡村建设与传统农业农村现代化设施建设差别显著。厂房、道路、桥梁、水利等传统农业农村基础设施一次性投入大、折旧周期长，建设后在非灾害年份的年均维护费用相对较小。相比而言，数字乡村相关物联网传感器、服务器，电子设备等硬件设施一次性建设投入大、折旧周期短、电力资源消耗多，同时后期维护与迭代持续投入大、延续时间长。因此，在推进数字乡村建设时需要充分考虑到数字乡村建设中数字基础设施建设与传统基础设施之间的区别，提前规划、分级分类、行之有效推进相关基础设施部署。

二、从架构到价值：数字乡村建设的保障条件、首要任务与价值取向

以数字孪生架构为基础，加速推进农业农村数字化进程，需要明确乡村的基础条件、核心功能、实际需求以及其与智慧城市等其他类型的区域数字化发展的区别，找准发力重点，强化数字包容水平，以“真正”而非“形式”的数字化解决方案解决好农业农村发展的难点、堵点与弱点。

（一）保障条件：高质量的数字基础设施建设

数字乡村是一项复杂的大型系统工程，离不开集约高效、安全便利、智能适用的数字基础设施的支撑。农村数字基础设施建设主要包含两方面内容：一是农村地区信息网络基础设施的互联互通，包括宽带通信网、移动互联网等，该项工作的目标是实现全覆盖、高质量、低资费的乡村网络普及化。二是水利、交通、能源、电力、物流等传统基础设施的数字化改造，该项工作的目标是发展农村地区的智慧水利、智慧交通、智慧能源、智慧电力和智慧物流等。

当前，农村数字设施建设的不断加强，为数字乡村建设和农业农村数字化创造了条件。与其他基础设施相比，数字基础设施在农村地区的渗透发展速度更快、应用成本更低（殷浩栋等，2020）。在信息通信服务方面，“宽带中国”“普遍服务”等计划的实施有效提升了我国数字基础设施与服务的发展水平。截至 2023 年底，我国已在农村及边疆、海岛（礁）等偏远地区建设了 8647 个 4G、5G 基站。全国行政村通宽带比例达到 100%，通 4G 比例超过 99%，通 5G 比例超过 80%。

截止 2023 年底，全国农村宽带用户总数达 1.92 亿户，全年净增 1557 万户，比上年增长 8.8%，增速较城市宽带用户高 1.3 个百分点³。在农村互联网渗透率方面，2017 年至 2023 年间，我国城乡总体互联网普及率由 55.8% 上升至 76.4%，显著高于全球 65% 的平均水平。农村互联网普及率从 2017 年底的 35.4% 提升至 2023 年底的 66.5%，年均复合增长率超过 10%，农村互联网用户规模达到 3.01 亿⁴，互联网成为农村居民生产生活主要方式。

纵观人类社会发展史，新兴技术的扩散应用并不是一个自然而然的线性图景，而是需要相应的机制来保障。当前，全球数字基础设施建设进程并不均衡，很大一部分欠发达与发展中经济体网络覆盖率有限。国际电信联盟数据显示⁵，当前全球约有 53 亿人可以上网，但仍有 27 亿人不能上网，数字基础设施覆盖不平衡问题依然突出。我国作为一个幅员辽阔、人口众多的发展中国家，数字基础设施建设和覆盖的难度巨大，但可以看到的是，我国农村网络覆盖率远超全球平均水平。究其原因，是我国政府始终致力于为老百姓提供用得上、用得起、用得好的信息服务，持续出台系列政策举措，科学统筹、集中力量、优化机制，推动行业企业、科研机构、社会组织等共同参与数字基础设施建设，让亿万人民共享互联网发展成果。

³ 数据来源：工业和信息化部，2023 年通信业统计公报，https://www.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/txy/art/2024/art_76b8ecef28c34a508f32bdbaa31b0ed2.html，2024 年 1 月 24 日

⁴ 数据来源：中国互联网络信息中心发布的第 52 次《中国互联网络发展状况统计报告》，2023 年 8 月 28 日

⁵ ITU《事实和数字：聚焦最不发达国家》报告。

专栏 1：农村数字基础设施建设成效显著

2015 年 10 月，经国务院常务会审议通过，工业和信息化部联合财政部建立了“中央资金引导、地方协调支持、企业主体推进”的电信普遍服务补偿机制，采用中央财政资金进行补贴、引导企业开展电信普遍服务建设。

数字基础设施实现全面覆盖。截止 2023 年底，我国行政村宽带网络通达比例由 2015 年的不足 70%提升至达到 100%，脱贫村宽带网络通达比例由 2015 年的 62%提升至 100%。电信普遍服务管理支撑平台的监测数据显示，试点地区平均下载速率超过 100Mbps，远远超过 12Mbps 的最低要求，我国农村及偏远地区宽带网络基础设施落后的面貌已经实现根本性的改变。

信息服务可负担性全面提升。2015 年提速降费行动实施以来，我城乡国固定宽带单位带宽和移动网络单位流量平均资费降幅超过 95%。2017 年至 2023 年，我国互联网普及率由 55.8%上升到 76.4%，高于全球 65% 的互联网普及率水平。同期，基础电信企业面向农村脱贫户持续给予 5 折及以下基础通信服务资费折扣，精准降费举措已惠及农村脱贫户超过 2800 万户，累计让利超过 88 亿元。广大农村地区，居民每月只需要三四十元，用户即可享受个人手机、固定宽带和网络电视的套餐包。

数字基础设施为远程教育、远程医疗、农村电商等应用的快速发展奠定网络基础。截止 2023 年底，我国中小学（含教学点）互联网接入率达 100%，农村及偏远地区学校网络接入条件全面改善。全国范围内所有三甲医院均开展远程医疗服务，远程医疗覆盖全国

近 90% 的县区。我国农村电商网络零售额已由 2015 年的 3530 亿元增长到 2023 年的 2.5 万亿元，规模总体扩大了超 7 倍。同期，越来越多智慧农机走上田间地头，国家农业物联网示范省、数字农业试点项目、农业农村信息化示范基地分别已达到了 9 个、100 个和 210 个。工业互联网融入包括大田农业、设施农业、养殖业、畜牧业等在内的 45 个国民经济大类。

（二）首要任务：提升产业数字化水平

习近平总书记在 2022 年 12 月举行的中央农村工作会议中强调，**产业振兴是乡村振兴的重中之重，也是实际工作的切入点。产业兴旺是乡村振兴的重点，是解决农村一切问题的前提，也是建设数字乡村的首要任务。**农村居民认识、理解与建设数字乡村是一个长期发展过程，也是一个持续资源投入过程。乡村产业数字化是指利用数字技术对农业、乡村制造业、乡村服务业等产业进行数字化改造，主要包括智慧农业、农村电商、智慧旅游、数字普惠金融等方面（曾亿武等，2021）。产业数字化通过提升生产效率、增加就业岗位所带来的经济效益，既能够推动农村居民理解新技术、接受新事务、形成新观念，同时又能够提供乡村治理、农村公共服务等数字化发展所必须的多样资源，塑造人人认同、人人参与、人人创新的数字乡村建设形势。

当前，在我国大多数农村地区，传统农业依然是主导产业。伴随着数字技术向生产端的加速渗透与融合，推进数字乡村建设需要更加注重生产率高、可预测性和气候变化适应能力强的智慧农业生产系统建设，通过全面提升农业生产资源投入的精准度，帮助农村居民更好

的预测与应对病虫害、极端天气，进而实现农村产业“决策-生产-流通-交易”的数字孪生框架的建设。

专栏 2：智慧农业提升农业生产效率助力农民增收

智慧农业是数字技术与农业决策、生产、流通交易等深度融合的新型农业生产模式与综合解决方案，是数据科学、农业与商业知识、智能终端相互结合的有机整体。智慧农业通过充分利用传感器、遥感技术、市场信息检测软件模块等感知手段，将传统农业“靠天靠地靠简单劳动投入”的落后生产模式转变为“可感知、可控制、可预测”智能化生产模式。

草莓是一种经济价值较高的小浆果，深受人们喜爱。同时，草莓种植也属于管理要求较高的一类园艺作物，在传统的种植模式下，一个种植周期内需要根据不同的气候变化与病虫害爆发情况做出 100 至 200 个种植决策（包括 6 至 10 个影响特别重大决策），一旦判断与执行出现问题，轻则减产减收，重则绝产绝收。以往的种植户只能依靠“自我学习-实践-试错-形成经验”来提升自己的种植技术，成效提升门槛高、周期长、代价大。当前，伴随着数字乡村建设的持续深入，通过人工智能、物联网等数字技术能够对草莓的生理发育过程的数字化建模，结合天气预报和传感器数据提供生产决策建议，并通过智能水肥一体化机执行，能够显著降低传统种植者的决策难度，提升种植管理的精确性与有效性。

“智多莓”科技企业团队在丹东草莓的商业化数据显示，**产量方面**，结合了种植模型的智慧农业综合解决方案能提升中等规模地块草莓亩均单产 25%至 50%；**品质方面**，可增加相关产品 2 个白利糖

度，提升百分比达 18%；通过作物模型调整微量元素钙的摄入时间，能显著提高草莓的硬度，货架期延长 1 倍左右；**成本方面**，通过智能病虫害防治预警，植保费用下降 30%-40%；采用智能化营养配方调节可减少水肥费用 35%-55%。

实际上，以数字技术的应用与推广为核心的数字经济为农村地区的商业发展开辟了多样化新增值渠道、创造了大量新兴的生产性就业机会。这种源自于产业的强大内生动力不仅使得我国农村居民更加愿意拥抱新技术带来的改变，同时也使得他们有着充足的激励去完成实践层面的创新与拓展。以电子商务为例，不分地域，不分规模，乃至是最偏远地区的企业、个体，都能够通过网络便利且有效的展现和出售自身具有相对优势的产品。2023 年，我国农产品网络零售额达 5870.3 亿元，同比增长 12.5%，两项增速均快于网络零售额总体。全国农村网络零售额连续三年增长率在 10%以上，进入平稳增长期。直播带货、内容电商等新模式新业态快速发展，推动“原生态”“手工劳作”“慢生活”成为农村地区独具竞争力的标签，助力农业自然景观、文化价值等属性变现。

专栏 3：数字乡村发展促进农民创新创业

党的二十大报告明确提出加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合。实践中，越来越多农民采用数字技术开展形式多样的创业活动。据统计，全国返乡入乡创业项目中，55%运用了数字技术（例如，开办网店、直播直销、无接触配送等⁶）。最近的

⁶ 资料来源：《去年返乡入乡创业创新人员超千万》，http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/25/content_5595514.htm

多项研究也发现，数字技术不仅能提升农民创业概率，还能显著提高农民创业绩效（Deller et al., 2022）。因此，以数字技术为基础，旨在实现数字化、网络化和智能化转型的数字乡村建设或将成为助推农民创新创业活动的新动能。理论上而言，一方面，数字乡村建设通过构建孪生的“数字世界”催生多种数字赋能效应，降低商业活动的交易成本，进而激发农民创业创新活力。另一方面，数字乡村建设的“脱域”性特征赋予其高度的时空延展性，能够打破物理空间限制，激活根植在乡村内部的市场机会、沉睡资本、乡贤人才等创业所需关键要素，促进各要素的优化配置与创新组合，从而有助于开展农民创业活动。

基于北京大学县域数字乡村指数与中国家庭追踪调查（CFPS）在县域层面的匹配数据研究发现，数字乡村建设程度每提高 1 个标准差，农民创业的概率平均提高 2.1%⁷。具体来说，**首先**，数字乡村建设能够通过促进数字基础设施建设提高移动终端的接入率与互联网使用效率，增加农民信息利用的广度与深度。**其次**，数字乡村建设能够推动数字普惠金融服务覆盖至乡村地区，提高了农民信贷融资可得性。再者，数字乡村建设促进乡村生活的数字化，提升了乡村生活的便利性。**最后**，数字乡村建设加速乡村治理效能提升，显著降低了在乡村地区从事商业活动的风险。

分群组分析还发现，数字乡村建设不仅可以提高已接入互联网农民的创业概率，也能提升未接入互联网农民的创业概率，也就是说无论农民是否接入互联网以及采取何种接入方式，数字乡村建设

⁷ 详细分析结果请参考：赵佳佳等. 2023. 数字乡村发展对农民创业的影响及机制研究[J]. 中国农村经济, 5: 61-80.

均能促进农民创业，表明数字乡村建设具有普遍的包容性、普惠性，能有效弥合数字鸿沟导致的潜在创业机会差距。

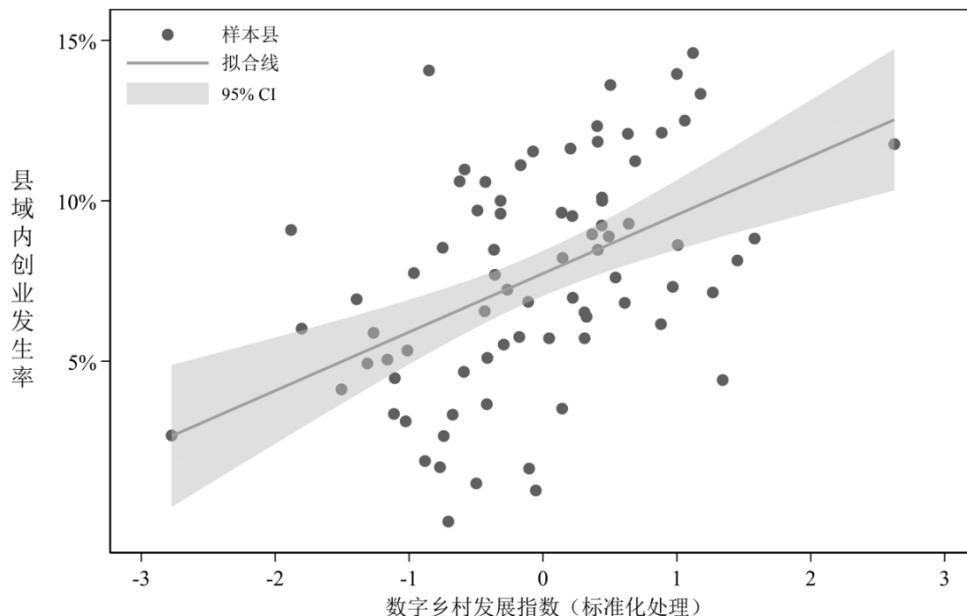


图 2 数字乡村发展与县域创业发生率的相关关系

（三）价值取向：更加强调数字包容性

城市功能更多的体现在通过各种要素的流动、集聚、融合以实现技术与模式的创新，并以此来引领一个地区乃至一个国家经济社会的增长，成为一个地区一个国家的区域增长极与创新高地。与之相对应，城市的问题在于应对由“流动”“聚集”而产生的拥堵、无序和低效。因此，包括智慧城市在内的一系列数字化发展方案强调通过数字技术整合城市地理、交通、市政、应急、管网、教育、医疗卫生、公安消防系统和服务，全面实现资源运用效率的提升及满足大量潮涌式、碎片化的具体需求⁸。

⁸ 中国通信标准化协会标准（YDB 134-2013）《智慧城市总体框架和技术要求》

相比之下，农村在核心功能上更加强调确保粮蔬供给安全，提供生态屏障与生态景观，在价值取向上强调保障发展的均衡性，社会服务的普惠性与包容性。数字乡村与智慧城市虽然都包含了大量规划、公共服务等内容，但是，由于地理情况、人口特征、需求结构等方面差异，数字乡村必然不是智慧城市在农村地区的简单复制。相较于智慧城市等数字化发展方案而言，数字乡村建设更加需要强调“应用”与“包容”而非绝对“引领”或“创造”。具体而言，一方面，全额照搬智慧城市在设施、交通、管网等方面的创新实践，既不现实也不经济。截至“十三五”期末，城市建成区面积达 6.03 万平方公里⁹。针对更加广袤的农村地区，建设资金存在缺口巨大。另一方面，城乡间、涉农与非农行业间的收入差距明显，折射出农村地区的金融资本、人力资本与技术实力可能无法满足发展前沿数字技术的条件。研究表明，当前收入差距的一个主要体现是城乡收入差距。同期，行业收入差距亦极为明显，数字技术类工资最高、农林牧渔工资最低¹⁰。

因此，限于各类资源的差异，在数字乡村建设布局中，一方面，政府、企业尤其需要权衡各类技术与设施的应用成本与价值收益，充分理解各类型、各环节数字技术的基本内涵与实际作用，选择最适合而非最前沿的技术与基础设施，尤其不能因为盲目追求“先进性”“未来感”而导致性能过剩、功能闲置。需要重视数字化“微创新”“微改进”带来的无限可能，尽可能避免农村地区数字技术创新与生产率提升不显著的“生产率悖论”。另一方面，也需要更大力度地吸收城市地区服

⁹ 2024 年 1 月 16 日，IDC 发布《中国智慧城市市场预测，2023-2027》报告 <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHC51776624>

¹⁰ 任泽平等：《中国收入分配报告 2021：根源、影响与建议》

务业、工业等在数字化发展过程中的经验与教训，充分利用工业互联网、数字孪生城市等既有底层设施标准、技术构架，重点探索既有技术与农村生活、农业生产的创新融合，探索出经济效益与社会效益相得益彰的建设方案与推进路径。同时，由于城乡数字化发展受众群体存在实际差异，需要重点探索如何通过简约、直接的数字产品研发，更好的服务老龄人口与弱势人群，全面实现数字包容。

专栏 4：数字乡村发展推动农村消费实现包容性增长

深挖农村消费潜力是应对经济下行压力、加快构建新发展格局、助力乡村振兴战略实施的迫切要求。以数字化、网络化、智能化转型为目标的数字乡村建设或将成为激发农村消费潜力的新动能。长期的城乡二元经济结构背景下，我国农村居民消费面临着人均收入水平相对较低、农村消费市场运行机制尚不健全、农村社保体系有待完善等多重因素的制约（唐博文和郭军，2022）。随着以5G、大数据、人工智能等为标志的新一轮科技与产业革命快速推进，人类社会生产生活方式正在跨入以数字技术为核心发展引擎的新时代。作为乡村建设在数字维度的集中体现，数字乡村发展将通过重塑乡村的时空关系、交互方式及要素组合方式，为优化农村消费结构、释放农村消费潜力提供新思路。

理论而言，**首先**，数字技术所具有的高创新性、强渗透性和广覆盖性，有助于打破时间与空间等物理上的限制，使城镇地区的前沿技术和先进知识加速溢出到农村地区，并通过提高农村地区人力资本、激活乡村市场中的沉睡资源、催生数字新业态新模式等，拓宽农民增收渠道和提高农民可支配收入水平，进而持续提高农民消

费能力。**其次**，数字技术的广泛和深度应用不仅有助于为乡村治理和生活等场景赋能，减少乡村生产生活中的不确定性，稳定农民消费预期，而且还能够通过农村金融服务的网络化、便捷化，减少农户获得金融资源的时间和物质成本，降低农村居民的流动性约束，从而提高家庭消费水平。**再者**，数字乡村建设通过完善网络基站、物流网点、购物平台等基础设施，可有效增加支付便利性、提升交易效率，并增加农民消费尤其是线上消费的比例和金额。**最后**，数字乡村建设加速培育乡村网络消费、体验消费、智能消费等消费新模式，拓展乡村消费的产品和服务内容，并将全新的消费理念嵌入农村日常生活，革新传统消费习惯。

基于北京大学数字乡村指数和中国家庭金融调查（CHFS）的匹配数据采用计量经济学模型分析发现，整体而言，数字乡村建设显著提高了农村居民家庭人均消费水平，数字乡村建设水平每提高 1 个标准差，农村居民家庭人均消费提高 4.8%。从数字包容角度来看，数字乡村建设显著缓解了低保且老龄化程度较高家庭消费的负面效应。此外，与其他地区相比，数字乡村建设也能显著缓解我国东北部地区老龄化程度较高家庭消费的负面效应。一方面，数字乡村的建设有效的补充了农村低保制度，为农村弱势群体提供了基础数字技术与服务，发挥了其基础保障性作用。另一方面，数字乡村的普惠性发展特征，弥补了经济发展相对落后地区的数字化基础设施建设，弥合了东北部、西部地区与东、中部地区的数字发展差距。

三、数字乡村建设政策现状与总体趋势

近年来，我国充分发挥信息化对乡村振兴的驱动赋能作用，加快构建了符合我国国情农情的数字乡村政策体系，为数字乡村建设和发展指明方向和路径，助力乡村振兴取得新进展。

（一）数字乡村顶层设计逐步完善

党中央、国务院高度重视数字乡村建设，明确将其作为乡村振兴的战略方向，出台一系列重要政策推动数字乡村战略实施，逐步搭建起政策体系基石。

——2018 年 2 月，中央一号文件《中共中央 国务院关于实施乡村振兴战略的意见》中首次提出“实施数字乡村战略，做好整体规划设计，加快农村地区宽带网络和第四代移动通信网络覆盖步伐”。

——2018 年 9 月，党中央、国务院印发《乡村振兴战略规划（2018-2022 年）》明确指出“实施数字乡村战略，加快物联网、地理信息、智能设备等现代信息技术与农村生产生活的全面深度融合，深化农业农村大数据创新应用”。

——2019 年 5 月，由中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《数字乡村发展战略纲要》对我国数字乡村发展做出科学规划和系统布局，并对标乡村振兴战略和国家信息化发展战略的阶段目标，明确了短期、中期、中长期、长期等四个阶段战略目标：到 2020 年，数字乡村建设取得初步进展；到 2025 年，数字乡村建设取得重要进展；到 2035 年，数字乡村建设取得长足进展；到本世纪中叶，全面建成数字乡村，助力乡村全面振兴，全面实现农业强、农村美、农民富。为实现上述目标，《纲要》还部署了十大重点任务：加快乡村信息基础设施建设；

发展农村数字经济；强化农业农村科技创新供给；建设智慧绿色乡村；繁荣发展乡村网络文化；推进乡村治理能力现代化；深化信息惠民服务；激发乡村振兴内生动力；推动网络扶贫向纵深发展；统筹推动城乡信息化融合发展。

——2021 年 9 月，中央网信办等七部委印发实施《数字乡村建设指南 1.0》，对省、县两级层面推动数字乡村建设给出指导性建议，提出数字乡村建设的总体参考架构以及若干可参考的数字应用场景。

——2022 年 1 月，中央网信办等十部委印发《数字乡村发展行动计划（2022－2025 年）》，部署了数字基础设施升级、智慧农业创新发展、新业态新模式发展、数字治理能力提升、乡村网络文化振兴、智慧绿色乡村打造、公共服务效能提升、网络帮扶拓展深化等 8 个方面的重点行动，同时设立了乡村基础设施数字化改造提升工程等 7 项重点工程作为落实上述行动的重要抓手。

——2022 年 9 月，中央网信办等四部门印发《数字乡村标准体系建设指南》，明确提出数字乡村标准体系框架，涵盖基础与通用标准、数字基础设施标准、农业农村数据标准、农业信息化标准、乡村数字化标准、建设与管理标准、安全与保障标准等七部分内容。

——2020 年至 2024，中央网信办联合多部委动态发布多期年度《数字乡村发展工作要点》，动态明确数字乡村发展工作目标，部署重点要点工作。

——2024 年 5 月，中央网信办等六部门印发《数字乡村建设指南 2.0》，面向省、市、县三级相关政府部门，指导县域数字乡村建设、运营和管理，涉及乡村数字基础设施、涉农数据资源、智慧农业、乡

村数字富民产业、乡村数字文化、乡村数字治理、乡村数字惠民服务、智慧美丽乡村等八方面建设内容。

（二）重点领域创新探索加快推进

各部委协同发力、持续推进数字乡村标准体系建设、探索重点领域创新实践，发挥试点示范带动效应，有效推动数字乡村建设落地落实，逐步构建起了符合我国国情农情的数字乡村建设政策体系。

一是试点示范方面。2020 年 7 月，中央网信办等 7 部门联合印发《关于开展国家数字乡村试点工作的通知》，要求试点地区因地制宜，结合本地实际和资源禀赋，积极探索集聚提升类、城郊融合类、特色保护类、搬迁撤并类等不同类型乡村的数字化转型路径和发展模式。2021 年 5 月，财政部印发《关于进一步做好农村综合性改革试点试验工作的通知》，提出在确定的试点试验区域内，依托项目建设和运行载体，促进乡村产业高质量发展，建设数字乡村，促进农民增收，改善乡村治理。2021 年 9 月，农业农村部认定 106 家单位为 2021 年度农业农村信息化示范基地，旨在推动信息技术与农业农村深度融合，以信息化引领驱动乡村振兴和农业农村现代化。2024 年 3 月，中央网信办等 11 部门联合印发《关于开展第二批国家数字乡村试点工作的通知》，要按照推进乡村全面振兴、加快建设农业强国的部署要求，以学习运用“千万工程”经验为引领，以信息化驱动农业农村现代化为主线，围绕领域特色（智慧农业、乡村数字富民产业、乡村数字治理、乡村数字文化、乡村数字惠民服务、智慧美丽乡村等 6 个方向）、区域综合（东部、中部、西部、东北等 4 个片区），以及机制共建（城

乡融合发展、东西部协作 2 个方向）等，探索不同区域条件下数字乡村发展路径和方法，不断增强乡村振兴内生动力。

二是基础设施建设方面。2015 年以来，工业和信息化部、财政部等持续推进电信普遍服务，部署深化行政村和自然村的网络覆盖，深入推进边疆、海岛（礁）等偏远地区开展光纤或 4G/5G 等宽带网络建设。2020 年 7 月，中央农办等 7 部门联合印发了《关于扩大农业农村有效投资 加快补上“三农”领域突出短板的意见》，提出了智慧农业和数字乡村建设工程，加快农业农村大数据工程建设，开展农业物联网、大数据、区块链、人工智能、5G 等新型基础设施建设和现代信息技术应用，全面提升农业农村数字化、智能化水平。2021 年 7 月，工业和信息化部等 10 部门联合印发《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》，提出要加强数字乡村与 5G 融合应用，提升乡村治理和公共服务信息化水平。2023 年 12 月，工业和信息化部等 11 部门联合印发《关于开展“信号升格”专项行动的通知》，推动“信号升格”，加强乡镇农村等重点场景网络覆盖，有序推动行政村 5G“点亮”，监测并优化全国行政村 5G 覆盖情况。到 2025 年，行政村移动网络信号覆盖和质量显著提升。

三是智慧农业方面。2019 年 12 月，农业农村部、中央网信办联合印发《数字农业农村发展规划（2019—2025 年）》，对新时期推进数字农业农村建设的总体思路、发展目标、重点任务作出明确部署。2020 年 1 月，农业农村部、中央网信办印发《数字农业农村发展规划（2019—2025 年）》，明确要求以产业数字化、数字产业化为发展主线，以数字化引领驱动农业农村现代化，为实现乡村全面振兴提供有

力支撑。2022 年 3 月，农业农村部印发《“十四五”全国农业农村信息化发展规划的通知》，明确阶段性发展目标：到 2025 年，智慧农业发展迈上新台阶，智慧农业技术、产品初步实现产业化应用，农业生产信息化率达到 27%，农产品年网络零售额超过 8000 亿元，建设 100 个国家数字农业创新应用基地，认定 200 个农业农村信息化示范基地。2024 年 1 月，国家数据局印发《“数据要素×”三年行动计划（2024—2026 年）》，明确实施“数据要素×现代农业”重点行动，提升农业生产数智化水平，支持农业生产经营主体和相关服务企业融合利用遥感、气象、土壤、农事作业、灾害、农作物病虫害、动物疫病、市场等数据，加快打造以数据和模型为支撑的农业生产数智化场景，实现精准种植、精准养殖、精准捕捞等智慧农业作业方式，支撑提高粮食和重要农产品生产效率。

四是农村电商方面。2020 年 7 月，农业农村部等 4 部门联合印发《关于实施“互联网+”农产品出村进城工程的指导意见》，遴选 100 个县开展试点。2021 年 6 月，商务部等 17 部委联合印发《关于加强县域商业体系建设 促进农村消费的意见》，提出实施“数商兴农”工程，发展农村电商新基建，创新农产品电商销售机制和模式，提高农产品电商销售比例。2022 年 4 月，农业农村部、财政部和国家发改委联合印发《关于开展 2022 年农业现代化示范区创建工作的通知》，提出要聚焦农业多种功能和乡村多元价值，做优乡村特色产业，推进电子商务进乡村，促进农副产品直播带货等新业态健康发展。2024 年 4 月，商务部等 9 部门联合印发《关于推动农村电商高质量发展的实施意

见》，制定了农村电商高质量发展 5 年目标，推动农村电商实现数字化转型升级。

五是发展环境方面。2020 年 4 月，农业农村部印发《社会资本投资农业农村指引》，提出要激发社会资本的动力和活力，引导社会资本有序投入农业农村，健全多元投入保障机制，加快形成乡村振兴多元投入格局。2020 年 6 月农业农村部等 9 部门联合印发《关于深入实施农村创新创业带头人培育行动的意见》，提出要培育一批扎根乡村、服务农业、带动农民的农村创新创业带头人，发挥“头雁效应”，以创新带动创业，以创业带动就业，以就业促进增收。2021 年 4 月，科技部、中国农业银行联合印发《关于加强现代农业科技金融服务创新 支撑乡村振兴战略实施的意见》，提出了加大现代农业科技信贷支持力度、支持国家科技计划项目实施和成果转化等内容，意在推动实施创新驱动发展战略和乡村振兴战略。2022 年 8 月，中国科协、国家乡村振兴局联合印发《关于实施“科技助力乡村振兴行动”的意见》，提出科协组织、乡村振兴部门要积极引导和推动各级学会、高校科协、企业科协等建立科技服务乡村振兴目录，促进优质服务与县乡村科技需求精准对接，为农村地区提供科技培训、科普讲座、产业指导等科技服务。

（三）数字乡村政策体系的演进脉络与关注重点

纵观数字乡村建设政策演进历程，自 2018 年中央 1 号文件首次提出“实施数字乡村战略”以来，相关顶层政策设计、领域重点攻关紧密结合地区发展实际、技术演进趋势，不断深化数字技术对于农业农村的赋能、赋值、赋智作用。数字技术应用一方面由东部沿海地区向

内陆、西部地区扩散，**另一方面**由城市向乡镇扩散，促进了人员向农村地区回流，改善了农村居民生活，助力带动了农村社会结构恢复，以产业内生力量将横亘于前的城乡数字鸿沟转化为了数字红利。

第一，夯基固本，以乡村数字基础设施建设为起点，筑牢乡村发展的数字底座。我国各级政府作为数字乡村建设的谋划者、指导者与执行者，充分发挥了其作为基础成本承担主体的重要作用，积极适应农业农村数字化建设对于“统筹整体布局”的需要，协调各部门、社会组织、企业部门参与，形成了“强化资源倾斜、适度超前部署”的农村地区数字基础设施建设模式，缓解了因为单纯依靠自由市场调节失灵而导致的农村地区建设与投资匮乏、高质量企业主体缺失等问题，为农业农村数字化创造了普惠包容的基础条件，逐步实现了对不同层次城乡数字接入鸿沟的跨越。

第二，重点突破，以农村电子商务和智慧农业为重要切入口，全面激发数字赋能效应。政府、社会与企业等不同主体共同参与、共同承担成本打造了农业农村数字化发展底层基础设施架构，但仍需要进一步以数字技术赋能产业发展，提升并保障其发展内生能力。近年来，相关政策聚焦农村电子商务、智慧农业等产业数字化重点方向，重在“做实”地区的产业数字化工作，通过数字技术消除长期以来因物理距离和市场狭小所产生的不利影响，缓解了小农户与大市场之间的链接问题，推动农村产业发展，形成了鲜明的且具有中国特色的乡村数字化发展实践经验。

第三，广泛应用，以数字技术全面赋能治理、生活、生态等领域，加速推进治理现代化、生活便利化、公共服务均等化。伴随着数字乡

村建设水平的持续深化，相关政策聚焦通过服务性赋能的方式增强农村地区的基本公共服务供给水平、生活便利化与治理现代化程度，逐步覆盖农业农村教育、医疗、治理、金融、生态、文化等多个领域，面向更多农业生产经营主体以及老年人、妇女、残疾人、留守儿童等特殊群体开展线上政务、商业、社交、远程教育与医疗等基础数字技能培训，以数字化加快推动了农业农村的“造血能力”与“参与能力”建设，为加快农村与欠发达地区的发展提供全方位的“数字保障”。

四、新阶段数字乡村建设面临的问题与挑战

党的十八大以来，党中央、国务院加快推进农业农村数字化发展，以包容普惠原则引导各类主体深度参与，系统开展网络基础设施部署，推动电子商务进农村，加速提升农村公共服务数字化供给能力，为乡村全面振兴注入新动能。但也要看到，随着数字化进程的持续深化，全面推进数字乡村建设也仍面临着一些问题与挑战：一些数字乡村实践仍存在对于数字化认识不足，部分应用尚未构筑起一个包含信息提取、传输、处理、存储和利用等在内的完整数字孪生“大闭环”，部分应用重硬件设施而缺乏配套控制软件与算法模型，导致整体实践效果不显著；一些数字乡村实践未能找准农业农村经济社会数字化需求、匹配实际应用痛点，部分项目基层政府投入多但回报少，商业模式可持续性弱、农村居民获得感不强。

（一）部分地区缺乏系统思维和整体规划，协同效率较低

一是部分地区对于数字化认知不够，缺乏系统思维和整体规划。一方面，部分地区对于“三农”实践以及数字化缺乏足够的综合性认识，忽视了“大国小农”的基本国情农情和数字孪生客观规律，同时对所辖区域的调研了解不够充分，没有因地制宜、充分挖掘当地特色，照搬其他地区发展模式，未形成数字乡村整体规划或形成的规划缺乏系统性、针对性和建设性。另一方面，一些地区在实践中忽视了“三农”问题的实际需求，不清楚数字基础设施与传统基础设施在建设、监督、维护等方面的巨大差异，导致部分设施设备的建设水平与农业农村实

际需求适配程度不高，未能有效发挥数字技术作用。尤其是，一些乡镇基层主导建设的物联网监测设备、“大屏”等存在稳定性差、功能简单、未预留后期维护经费等问题，实际使用效果欠佳。在多地实地调研中发现，相关工作人员现场演示过程中曾多次出现设备“以往都是好好的，就是这次坏了”的尴尬场面，由于“不恰当部署、不合理施工”而导致的“数字化变脆弱化”问题较为普遍。

二是部分地区在政策协作、数据互联互通等方面存在不足。部分地区由于缺乏有效的数字乡村建设领导小组等机制统筹，各相关部门在政策制定、基础设施建设、重大项目开展等方面存在协同不足，资源浪费、进度滞后、效果打折等问题较为突出，直接影响了数字乡村建设成效。同时，部分地区尚未建成省、市、县三级联动的跨层级数据共享交换机制，不同涉农信息系统未能实现互联互通，涉农数据资源缺乏有效整合，数据资源价值释放仍处于起步期。实地调研看到，乡村治理与公共服务领域，数据仍分布于多个部门和领域，且数据“孤岛化”问题较城镇地区更为严重。此外，农业生产领域，容易采集到的光、水、土、气象等环境数据较多，对农事决策影响最直接的作物表型数据明显缺乏，数据丰富性、准确性、可用性较差。

（二）部分领域建设运营面临融资与盈利挑战，商业模式可持续性不强

一是数字乡村建设部分领域面临融资难、盈利难等问题。互联网企业与电子商务企业主要集中于东部地区，数字技术相关就业岗位供给、交易活动的区域、城乡分布不平衡现象显著，例如，2023 年全国电子商务数据显示，东、中、西部和东北地区农村网络零售额占全国

农村网络零售额比重分别为 75.5%、15.7%、6.7%和 2.1%¹¹。但是，数字化实践与创新高度依赖于市场主体的能动性，经济社会需求往往不能直接带动或转换为有效的数字化供给，而是需要市场主体主动捕捉需求，并通过构建一整套“虚实相融”的数字产品与数字服务来承载需求，甚至是“创造需求”。当前，在城市地区以及部分产业、资源等优势突出的农村地区，以互联网企业为代表的市场主体参与智慧城市、数字乡村建设并因此实现盈利，激励着市场主体全面参与这些地区的数字化建设与解决方案创新。但是，在更为广大的农村与偏远地区推进数字乡村建设，多数市场主体都面对着高昂的建设维护成本、相对较低的预期市场收益，“望而却步”或“浅尝辄止”现象较为常见。

专栏 5：电信运营商成为当前数字乡村建设重要力量

在农村与偏远地区的数字乡村建设实践中，电信运营商的补位效应逐步显现。我们的调研发现，电信运营商已经开始从“单一的基础设施建设者”向农村地区规模最大、方案最全的数字乡村“综合服务提供者”转变，日益成为数字乡村建设的重要有生力量。例如，截止 2023 年 4 月，云南移动已经与全省 7200 多个行政村开展了包含网络部署、平台建设、支持服务在内的“乡村振兴服务体系”建设合作；四川联通“数字乡村”云平台已经覆盖省内 4500 多个行政村。

电信运营商的功能凸显著得益于多年以来推进农村地区电信普遍服务的经验和基础。电信运营商已构建了“全覆盖”的基层团队，并积累了大量的农村数字基础设施建设经验。特别是，电信运营商

¹¹ 数据来源：《2023 年中国网络零售市场发展报告》，商务部，2024 年 1 月 31 日，<https://dzswgf.mofcom.gov.cn/news/5/2024/1/1706682497854.html>

属地化的团队建设与“省、市、县、乡、村”五级覆盖的组织模式，能够更好的匹配广大农村地区的数字乡村建设、运营及维护需求。此外，加快推动农村地区数字基础设施与数字化服务的协同发展，也是电信运营商等市场主体扩展市场范围、提升盈利空间及构筑独特竞争优势的重要着力点。

二是部分领域的应用依然较为初级，相关技术供给低端化、同质化问题严重。人工智能、物联网、大数据、遥感技术等在生产、预警、智慧物流等方面的应用尚处于初级阶段。近年来，物联网、大数据、云计算、人工智能、元宇宙等名词层出不穷，名词概念“拥堵”带来了一个错觉，即技术供给无处不在，甚至是过度的。但是，目前真正能稳定用于农业生产、农村生活各领域、各细分行业的技术系统供给远远不够、供给能力也相对不足。运用人工智能文本分析、聚类分析方法，基于中国国家知识产权局与世界知识产权组织公布¹²的智慧农业专利对比数据分析显示，我国在专利申请总数上已经超过美国，并且已经将人工智能、物联网、区块链等技术应用于农业产业链各环节的改造中。但存在管理管控与数字平台方面专利数量过多，以及相关专利低端化、同质化发展严重等问题。同期，传感和信息采集领域、生长和预测模型领域等的专利研发滞后于美国。高质量技术供给的不足，影响了数字乡村全局、全域、全链数字孪生构架的建设。

（三）部分项目忽视城乡居民数字素养差异，农民参与感和获得感较弱

¹² 数据截至到 2022 年底，中国的专利技术应用数量排在首位，相关专利申请数量占比接近 72%。

一是乡村数字人才缺失导致数字乡村建设的“最先一公里”与“最后一公里”受限。一方面，既熟悉农业农村又懂数字技术的复合型建设型人才紧缺。实际上，各种数字乡村平台、APP 的研发设计，离不开产品经理与工程师对于农业生产、乡村治理、乡土社会结构等实践痛点与具体问题的洞察与凝练。但当前我国城乡间、产业间的收入差距明显，数字化人才主要聚集于城市和非农领域，数字乡村技术人员数量少、就职意愿低等问题突出。与此同时，“互联网产品经理的那些引以为傲的经验、理念，其实不自觉地局限在了城市生活当中，他们为乡村打造产品，本质上是将城市人的需求和生活方式，复制到仍有 5 亿人口的农村去。错位是必然的¹³”。另一方面，农村地区老年人口不断增加，弱势群体较多，许多人不会使用手机等智能设备，农村居民数字素养存在“掉队”风险，或面临在数字化生活中被“代沟式”淘汰的困境。调查数据显示，城乡居民数字素养平均得分差距高达 21.2 分，农村居民比城市居民低 37.5%¹⁴。同时，作为连接数字应用与村民的农村村干部年龄普遍较大、数字能力不高，导致数字乡村平台及应用实际使用效果不佳，“数字技术好用不会用”的情况屡见不鲜。座谈调研中发现，许多基层干部和农村居民对信息惠民相关培训服务“拍手叫好”，但从具体签到表来看，相关培训课却常常“无人问津”。推进农村基层“信息服务”变为“信息惠民”，仍需深入破解数字应用鸿沟难关。

二是农村居民参与数字经济的广度和深度相较于城镇地区居民仍待改善。大多数农村居民对于数字世界的认知和信息消费内容仍停

¹³ 《三联生活周刊》：一个小程序里的乡村治理。

¹⁴ 《乡村振兴战略背景下中国乡村数字素养调查分析报告》，中国社会科学院，2021 年 3 月 11 日，<http://iqt.ccssn.cn/yjjg/fstyjzx/xxhyjzx/xsdt/202103/P020210311318247184884.pdf>

留在简单的社交娱乐方面，抽样调查显示有 35.8% 的农村居民使用智能手机仅仅为娱乐消遣活动¹⁵，其他领域的数字经济活动参与均显著落后于城镇居民。目前，智慧农业部署和使用成本较高、有一定技术门槛，农文旅融合等新模式新业态覆盖面不足，许多农村居民对传统生产方式仍有路径依赖，数字技术产生的实际效果感知不强。随着全社会数字化转型步伐的不断加快，数字乡村建设需要让农村居民有更多实实在在的收益和获得感，激发农村居民提高数字素养和技能、参与数字乡村建设的主动性、积极性。

¹⁵ 《乡村振兴战略背景下中国乡村数字素养调查分析报告》，中国社会科学院，2021 年 3 月 11 日，<http://iqt.ccssn.cn/yjjg/fstyjzx/xxhyjzx/xsdt/202103/P020210311318247184884.pdf>

五、数字乡村建设创新模式与典型案例：基于商业可持续与强感知视角

面对数字乡村在系统化建设以及商业可持续性、居民感知性等方面的挑战，政府部门、互联网企业、农村生产者等多元主体持续探索，**将数字技术与农业生产经营、农产品销售、乡村治理、乡村文旅、基层治理等进行有机结合**，形成了一批具有创新性、代表性、可推广性的优秀案例，具有良好的推广价值。

数字基础设施建设方面，华为在农村与偏远地区积极探索轻量化数字基础设施建设方案，实现了更高的数字基础设施建设投入-产出效益；**金福农业**依托大带宽、低时延、高可靠性的千兆光网搭建了完整高效的农业物联网系统，实现火龙果种植实现的标准化、规模化、智能化，有效助力实现火龙果增产增收、农民收入提升。

人工智能创新应用方面，**金平农场与智多莓**依托作物生长模型构建了智慧柚子种植管理体系，有效缓解了本地种植技术力量薄弱、标准化作业遭遇困难等问题，实现了全流程提质降本增收，为边远地区农场发展经济作物提供了参考；**六国化工与杉数科技**构建了农资供应链产销智能协同解决方案，利用人工智能算法引擎，将数据及经验转化成可执行的业务方案，形成市场、运营、生产、管理等全局互联的高效协作机制，实现了整体效益的显著提升。

农产品销售方面，**盒马**通过“盒马村”数字订单农业实现了“以需定产”指导农业生产、加工、运输、销售等多个环节，保障了稳定的供销关系，探索构建了一整套农产品优质优价良性发展渠道。

农文旅融合方面，**安徽歙县与阿里巴巴**等协同创新“互联网+文旅”“电商+景区”等农文旅发展模式，实现政企良性互动，在文旅资源盘活、品牌打造、内容推广方

面取得了显著成效。腾讯“为村”平台以农民为培育主体，聚焦解决基层党建、村务管理、文化建设等乡村治理难题，着力打通乡村治理的最后一公里，在乡村人才培养、在乡村治理数字化转型方面取得了积极进展。本报告全面总结了这些案例的需求痛点、方案概述与实现效果，希望能够为下一阶段加快推进数字乡村建设提供有益参考。

（一）农村与偏远地区轻量化基础设施建设探索：华为 AirPON 网络基础设施建设方案

偏远地区的数字基础设施建设是筑牢数字乡村底座的关键难点之一。青海省位于我国西北部青藏高原地区，地理位置独特而偏远，全省总面积 72.23 万平方公里，占全国总面积的十三分之一。青海省是世界牦牛主产区，牦牛产业是青海省农牧业发展的“第一产业”和“第一品牌”，年存栏牦牛 518 万头，占全国牦牛总数的 38%，居全国第一。当前，数字技术在畜牧业中的应用不断深化，为牦牛养殖带来了巨大的变革和良好收益前景；然而，数字技术的推广与采纳高度依赖于数字基础设施的建设，而一些数字基础设施在偏远地区建设和维护成本高、投资回报低等独特而严峻的问题不容忽视。华为联合青海联通开展技术攻关，充分利用已有的无线站点资源，以轻量化、适用化理念推出 AirPON 综合解决方案，大幅降低了偏远地区数字基础设施建设成本，为数字技术赋能畜牧业高质量发展打下良好基础。

1. 需求痛点

青海牦牛养殖多位于偏僻地区，地域广、人口密度低、交通运输条件差，由此引致的机房条件不足、光纤跨度长等现实情况使得数字

基础设施建设难度极高、维护困难。具体而言，**一方面，数字基础设施建设与维护成本高**。青海牧区交通便利程度相对较低，设备和建筑材料的运输成本高，远离城市集聚地区使得先进数字技术设备的采购成本更难以负担。在极端气候和自然灾害的影响下，施工进程的中断和额外的设备维护非常常见。同时，青海偏远地区缺乏专业的技术工人和工程师，为建设数字基础设施，可能需要引入外地劳动力，增加雇佣和培训成本。**另一方面，数字基础设施建设投资回报率低**。由于地域广、人口少等特征，青海偏远地区的市场规模相对较小，用户群体数量不足限制了数字基础设施的使用和服务范围。此外，偏远地区经济基础较薄弱，数字技术的应用场景和市场需求小，导致投资回报周期较长。

2. 方案概况

传统上，固定网络与移动网络融合（FMC）部署建设光纤到户（FTTH）在农村生产区域面临缺机房、缺光纤、成本高等问题。华为公司联合青海联通，共同打造出偏远农村地区千兆宽带部署的“青海方案”。基于高度集成的轻量化解决方案，数字基础设施的部署和应用在青海省快速拓展。

一是创新采用 AirPON+F5G 解决方案，使建网成本大大下降。方案无需重新选址，使用已有塔杆，免去机房的建设；同时，铺设 500 米的短光分配网络（ODN），高效连接通信机房和用户设备，在节省光缆基础上，缩减了部署时间、降低了建网成本。通过一个高集成的 AirPON 设备，能够充分利用广覆盖的无线站点资源，让 4 个村的 200 多户村民都享受到高速宽带网络，实现“村通网”。

二是持续拓展高性价比的用网服务，服务当地生产生活。解决方案的部署坚持设备小型化、供电利旧化、施工轻量化、交付便捷化。小型轻便的设备部署，让用网服务在青海山区规模化复制成为可能，在列卜加村落地之后，方案迅速推广至青海 86 个行政村。截止 2022 年底，数字基础设施在青海全省农牧区行政村中覆盖率超过 90%，为后续的生活品质提升、产业升级奠定了良好的数字基础。



来源：华为

图 3 华为小型轻量高集成的 AirPON 设备

三是不断创新符合当地发展的应用。青海列卜加村探索智慧养牛模式，帮助牧民减轻工作强度、提高畜牧业效率。基于此，还探索出电商直播、云认养等新模式，推动产销联合。消费者可以云端认养，每天查看牦牛的情况，成熟屠宰后经由区块链全程溯源快递到家，实现从牧场到餐桌的新消费，推动农牧业价值升级。



来源：华为

图 4 牧民通过手机查看牦牛实时状况

3.现实效果

华为助力运营商建设低碳、高效、智能的千兆光网，采用创新的 AirPON 建网方案，实现 14 小时部署与开通。原先必须安装在机房的建网设备成本约为 7~8 万元，新方案直接组合基站，整套设备成本可控制在 3 万元左右，建设成本节约 50%以上。身处偏远地区的村民们不仅能自由地使用网络满足日常需求，更享受到了传统产业数字化升级带来的红利。

4.小结

在人口密度低的农村与偏远地区加快数字基础设施建设部署，可能面临着建设和维护成本高、投资回报率低等问题。本案例是解决这一问题的有益探索尝试。同时，这一模式的适配应用也不仅局限在畜牧业，大田种植、海产养殖、应急预案、边防监测等领域也能够通过

轻量化的网络基础设施部署，匹配实际需求，持续提升区域内网络覆盖质量、更好地发挥数字技术赋能效果。下一步，可以引导通信设备企业加快研发出更多各类小型化、低成本、易部署的设备和综合解决方案；鼓励地方政府部门和相关企业结合产业发展和群众生活改善需求，加快轻量化设施部署，不断提升投入产出效率。

（二）千兆光网下的大田精准化生产：金福农业联合多方打造智慧火龙果生产方案

大田种植是我国农业生产的重要组成部分。当前，大田作物的耕、种、管、收等多个环节展现出对数字化生产、智能化管理和精准化作业的强烈需求。隆安县隶属于广西壮族自治区南宁市，曾是国家扶贫开发工作的重点县、左右江革命老区振兴规划县、滇桂黔石漠化片区治理县。地处右江河谷，隆安县也是南宁市火龙果种植面积最大的县域，自古便享有“中国水果之乡”等美誉；全县火龙果种植达7万余亩，我国每10个火龙果中就有1个出自广西隆安。传统上，广西火龙果种植面临着种植技术匮乏、农业集约化程度低、种植行业劳动力缺失等问题。广西金福农业有限公司（以下简称“金福农业”）同广西电信、华为等达成多方合作，建设了集感知、连接、传输、运算、应用为一体的农业物联网系统，在隆安县创建了广西连片种植面积最大的数字化红心火龙果种植基地和种苗培育基地，推动当地火龙果种植实现标准化、规模化、智能化。

1.需求痛点

2013年起，隆安县引进火龙果特优新品种，目标实现火龙果种植

的规模化、标准化发展，但产业整体在高质量发展过程中仍然面临着多重挑战。

一是本地农户种植技术匮乏，农业生产集约化程度低。一方面，火龙果属于外来引进水果，隆安当地村民严重缺乏种植经验，同时也缺乏获取种植技术的信息渠道，种植区曾一度出现杂草比作物茂盛的情况。另一方面，以往广西的农业生产多以零散小乡村为主体，一家一户的小农户生产为基本单元，而大型机械技术初期投资大、见效慢、推广难，导致广西农业生产规模化、集约化程度低。

二是农业劳作回报低，本地种植行业劳动力缺失。广西地处边陲，农业产业链条短、产业附加值低，农户辛勤劳作的回报小，直接导致年轻人从事农业工作的意愿较低，青壮年劳动力外流情况严重。此外，农村人口老龄化程度持续加深，农业劳动力缺口日益凸显。产业收益低和劳动力短缺现状对于节约劳动型技术的需求快速攀升。

三是土地与光照资源条件相对较差，广种薄收现象突出。尽管隆安处于低纬度地区，环境温度相对适宜，但广西是世界上地表喀斯特地貌最集中的地区，土地石漠化严重，山多地少，土地的单位产出低。此外，火龙果是长日照作物，传统的山地果园难以满足种植火龙果的日照需求。

2. 方案概况

金福农业协同广西电信、华为等，达成多方合作，在隆安县创建数字化红心火龙果种植基地和种苗培育基地，建设方案主要包括以下三个方面。

一是推进信息基础设施建设，搭建农业物联网系统。华为联合中国电信广西公司，为金福农业提供领先的技术设备和全套 FTTR 解决方案，将千兆 WiFi 送至生产单元的每个角落，推动实现农业生产全流程的网络远程可视、实时可管。依托千兆光网的大带宽、低时延、高可靠的优势，金福农业搭建了完整的农业物联网系统。物联网上的农户能通过大量感知端的传感设备，实时进行田间农艺调查和生长监控，及时掌握作物生长和土壤水肥含量信息，真正实现火龙果生产信息的多源头、多尺度的有效传递。



来源：华为

图 5 华为全光网络 FTTR 解决方案

二是提升火龙果生产全流程智能化水平。一方面，金福农业生产基地引入水肥一体化滴灌设备，结合火龙果生长周期内各时段的营养需求，科学管理和搭配植株的肥料养分，精准控制水肥滴灌时间和流量，增加肥料养分利用率；充分利用大数据、云计算技术进行分析，找到最佳的作物生长时间节点进行合理的养分供应，最大化提高水肥利用率。此外，在生产过程中，农场采用先进的智慧喷淋系统，通过喷淋系统 APP 实现手机远程实时进行喷淋降温，保障火龙果在夏季正常生长。另一方面，金福农业建立可视化溯源体系。在农场部署视频回传设备，实现了农业指标的智能化监控、种植情况直播等功能。



来源：华为

图 6 火龙果智慧喷淋系统

金福农业还搭建了智慧农业云平台。在田间地头配置了高清作物生长智能监测记录仪、农业气象监测站及多层土壤墒情监测仪，实时监测的数据通过高速光网上传至智慧农业移动终端，农户可随时随地掌握田间动态。智慧云平台还具备大数据处理和计算能力，能够实现种植选择评估、营养方案定制、物候期识别等功能和操作，极大提升了种植决策的科学性和时效性。



来源：金福依蜜

图 7 智慧农业云平台界面

三是引入智慧补光，探索绿色生产新图景。金福农业自 2015 年开始尝试采用先进的灯光补给系统模拟不同时段的光照波，用于火龙果补光，促进火龙果光合作用，延长挂果期的同时，提高火龙果的产量和提升品质。

3.现实效果

智慧农业为传统农业赋能，让火龙果增产增收，也带动村民的收入显著提升。生产成效方面，基于水肥一体化管理系统，基地 5500 亩地实现了全自动灌溉。系统同时定期检测土壤成分，精准施肥，每亩每年节约 1 千元肥料费用，优果率达到 90%以上。自动温度控制系统可以在夏季高温时自动喷淋降温，冬季严寒时为果园里火龙果补温，每年可增加 4 个挂果期，大幅提高了产量。产业链管理方面，每天高达 40GB 的火龙果生产数据通过千兆光网快速上云，确保每一位消费者都能随时随地追溯火龙果生产全过程，提升消费者的信任程度，给金福火龙果营造了良好品牌效应。此外，灯光补给系统不仅带来企业

增收、产业增效，还形成了美丽的夜景景观，为隆安县增添了一处景观独特的休闲旅游、生态观光旅游胜地。



来源：金福依蜜

图 8 火龙果基地万亩灯海景观

4.小结

火龙果等高价值大田作物对种植技术、光照、土壤等的要求复杂，很大一部分种植户缺乏与之相匹配的知识、技术与能力，难以根据作物需要进行高精细化生产。本案例通过数字化手段，推动了火龙果种植的标准化、规模化、智能化。未来，这一模式可以拓展到其他高价值经济作物，通过构建从感知、连接、传输，到运算、应用为一体的农业物联网系统，匹配作物生长特点需求，实现对农作物生产的全过程智能化管理，提升作物产量、拓展农文旅融合发展空间。下一步，在推动农业生产数字化转型进程中，需要继续增强对农业数据库构建、作物培育大模型研发等基础项目的支持力度，以及根据不同作物生长

特点，打造更多质优价廉、成效明显的农业数字化综合解决方案，促进新兴数字技术在农业领域的应用。

（三）边远国营农场的“人工智能+”升级：金平农场与智多莓协力构建智慧柚子种植体系

国有农场作为农业发展中的“国家队”，在保障重要农产品有效供给、采纳应用农业新技术、推动农业产业升级等方面具有很强的示范带动作用。国营金平农场于 1955 年建场，前身是原生产建设兵团十八团。农场位于云南省红河州金平苗族瑶族傣族自治县境内，处于红河大断层西南隅的藤条江中下游河谷冲积地带。藤条江纵贯南北、流向越南，把农场分割为东西两片，另有五条藤条江支流，把整个农场分割为大小六块。农场处于低海拔河谷地带，受北热带、亚热带湿润气温的影响，年平均气温 20℃，年降雨量 1813 毫米，年日照时数 1747 小时，冬季无霜雪，为发展热区经济作物生产提供了得天独厚的自然条件。同时，耕地区域条块化分割严重、小区域气候垂直特征显著也成为了当地规模化、标准化作业的最主要堵点。近年来，国营金平农场转型种植柚子等经济作物，并与智多莓公司合作，全面设计了数字化柚子种植管理体系，应用人工智能技术构建柚子生长数字化模型，柚子种植的效率效益显著提高。

1.需求痛点

金平农场拥有 5 万亩土地，过去一直以橡胶种植为主。随着国家橡胶储备战略的调整，金平农场开始尝试进行产业升级，种植经济作物。但由于前期缺乏统一的管理以及过关的技术，农场发展堵点很多。

2022 年，农场将发展模式与发展对象统筹考虑，形成了“数字化支持下的集中管理和技术输出”这一基本发展思路，并选取高经济价值、高种植难度的红宝石柚、青柚为主要作物。区域产业升级按照“农场示范种植-扩大示范-带动周边-区域整体协同”的路径进行规划，在实践过程中面临的主要挑战如下：

一是本地种植技术力量薄弱。由于缺乏种植技术和科学施肥的知识，种植户往往对柚子过度施肥，导致地块土壤板结，甚至出现肥害现象，这不仅影响了柚子的生长，还导致产量降低、品质下降。而且农场地理位置偏远，专家难以到达现场给予有效的技术支持。这导致种植户在遇到问题时无法得到及时的解决，从而影响了柚子的生长和产量。与此同时，种植户通过线上平台等对新技术的了解和应用也相对滞后。

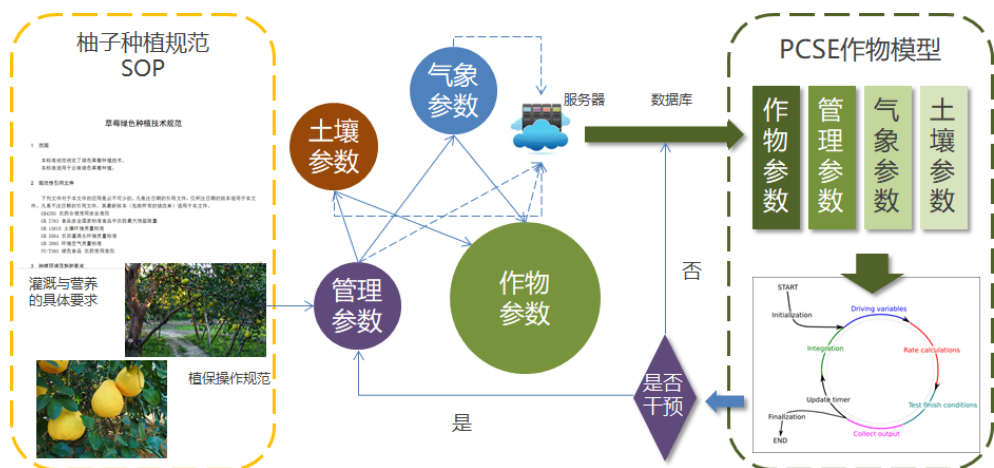
二是气候垂直特征显著，小区域气候迥异，标准化作业遭遇困难。气候的垂直特征可能对不同的病虫害有不同程度的影响，这要求农场的病虫害防治工作需要根据气候特征进行差异化处理。小区域气候特点表明不同区域的土壤类型和水分状况也可能存在较大差异，因此农场的土壤和水管理需要根据不同的气候特点进行针对性调整。

三是耕地条件恶劣，难以实现规模化种植。农场处于低海拔河谷地带，受北热带、亚热带湿润气温的影响，年降雨量较大，可能导致农田积水和土壤湿润度过高，影响作物的生长和根系发展。此外，夏季高温可能导致作物蒸腾作用加剧，增加了对水分的需求，而农场的耕地分布呈条块割裂的情况，可能使得灌溉管理变得复杂。耕地分散、

地形倾斜和气候特点等因素使得农场的农业生产在规模化道路上困难重重。

2. 方案概括

国营金平农场与智多莓公司¹⁶选取金平农场四队与十五队两个区域的新定值苗区 70 余亩作为试点区域。2022 年，在红河州农垦局的支持下，实施了金平农场第一期数字化改造试点项目，全面设计了数字化柚子种植管理体系，构建柚子生长的数字化模型，提高了柚子种植的数字化管理和自动化控制能力。2023 年，金平农场成立专门的果品公司，初步搭建了数字化条件下的技术-生产运营组织架构。为此，智多莓团队不断更新和完善数据库，利用算法模型自动适配，满足不同种植户的需求，实现从土地评估，到产量预测等全方位的服务，最终形成硬件和软件两大服务体系。其中，硬件部分包括种植网关和水肥控制，软件部分包括数据库种植检测系统和服务系统，提供控制和检测服务。具体而言，方案分为以下四个方面。



来源：智多莓

¹⁶ 云南智多莓公司成立于 2020 年 8 月，前身为参加由联合国粮农组织、中国农业大学和拼多多联合举办的第一届“多多农研科技大赛”获得二等奖的“智多莓”团队。

图 9 基于参数和作物模型的智慧种植模式

一是数据采集自动化。通过各类传感器以及物联网技术，建设较为完备的数据采集系统，使专家和作物生产者能够远程观测到柚子的生长情况，获取详细数据，从而商讨种植决策。数据采集之后上传至平台，以基于人工智能的专家系统替代传统专家到现场支持。线上商讨突破地理空间位置的局限，一定程度上弥合因地域人才分布不均而带来的数字鸿沟。

二是生产管理智能化。基于柚子的生长特点，构建柚子全生命周期的数字化模型，通过气候、土壤、作物和管理参数进行柚子生长情况预测、适宜生长环境调节等。将作物的实际生长情况与模型结果相比较，判断是否需要专家干预，从而完成柚子种植的智能化控制。例如，通过对柚子生长的需水条件进行科学预测与分析，智能化控制柚子关键种植期的供水，解决旱季水胁迫自然条件下的种植管理问题。同时，建立数字工作站 IAWS（i-agri Work Station），集成足够的边缘算力运行模型，有效执行水肥机的智能化控制指令。

三是管理记录数字化。对日常基本农事操作进行数字化记录、评估、管理，将数据与前一周期数据进行综合对比评估，优化生长模型，为切实提高柚子产量提供科学决策依据。

四是产量预测精确化。在柚子生长过程中，通过生长模型对当期柚子进行产量预测，基于预测结果，供当地农业销售部门预安排销售，从而避免生鲜产品的浪费，提高当地柚子产业“最后一公里”的运作效率。



来源：智多莓

图 10 智能化管理模式下灌溉任务执行示例

3.现实效果

质量方面，在自然种植条件下，柚子需要三年挂果，而智多莓团队在金平当地搭建的数字化柚子生产体系，使得柚子在第一年、第二年的苗期，生物量积累大于同期的作物 1.5-2 倍。**成本方面**，产业常用工成本下降 50%以上，肥料支出减少 300 元/亩，植保支出减少 100 元/亩。**产量方面**，挂果后产量预计增加 30%-50%。目前，试点期间的整体硬件投资为 2000 元/亩，随着服务范围的扩大，硬件投资将会降到 1500 元/亩以下，每年成本支出降低 800 元/亩，增收 900 元-1500 元/亩。**劳动力使用方面**，节约了大量的灌溉用工。过去 100 亩的原地灌溉需要 2 个常用工，而设施支持下 1 个常用工可以管理 500-1000 亩的灌溉任务，2-3 人的小组便可管理几千亩园区的日常灌溉工作。整体上，金平农场与智多莓协力构建的智慧柚子种植管理体系，在当

地实现了提质降本增收，为边远地区农场发展经济作物提供了可参考的优秀案例。

4.小结

一些国有农场位于偏远地区，面临土地及气候条件复杂、技术专家难以现场指导等问题，可能会影响生产经营效益。本案例依托人工智能技术构建作物生长数字化模型，全面系统发挥了数字技术的赋能作用，显著提高了作物种植效果。未来，这一模式可以向更多国有农场、农业种植合作社等推广应用，通过提供适宜不同土壤情况、气候条件和作物类型的定制化智能化生产种植综合解决方案，帮助农户和农场提高作物产量、降低生产成本。下一步，需要推动更多农业生产经营主体转变思维，尝试利用人工智能、无人机、大数据等新技术优化生产经营管理体系，提升种植效益；需要培育更多农业数字化智能化服务供应商，促进农业数字技术领域产学研用结合，形成更多可落地、有实效的技术产品和服务。

（四）人工智能在农资供应链领域的应用：杉数科技与六国化工建设农资数字化产销协同平台

农资的充足供应和价格稳定是确保农产品产量和质量的关键。安徽六国化工股份有限公司（简称“六国化工”）是一家集化肥、肥料、化学制品等生产、加工和销售为一体的大型企业，于 1987 年建成投产，是国家“七五”计划重点项目。2004 年，六国化工在上海证券交易所上市，是国内大型磷铵企业中唯一一家上市公司。然而，由于农资企业的供应链复杂冗长，长期以来一直面临着管理沟通成本高，产销

协同性相对较差等问题与挑战。六国化工与杉数科技¹⁷于 2020 年 8 月达成合作，设计整套产销智能协同解决方案，根据农药、化肥等在仓储、生产、销售等方面的具体特征、实际需求，利用人工智能算法引擎，将数据及经验转化成可执行的业务运行方案，系统推动农资产品供应链的数字化转型。



来源：杉数科技

图 11 供应链“决策大脑”架构图

1.需求痛点

相较其他化工领域企业，农资企业在供应链领域面临着以下两方面独特问题：

一是农资供应链冗长，管理沟通成本高昂。农资企业需要通过建立省级、市级、县（乡、镇）级等代理与分销体系网络才能触及身处农村地区的终端消费者。链条流程长、涉及面积广，导致了上下层级、网点之间在沟通、管理与协调等方面的效率低下。

¹⁷ 杉数科技是一家致力于决策优化技术的人工智能创新企业，由四位美国斯坦福大学华人博士在 2016 年联合创立。依托于世界领先的深层数据优化算法和复杂决策模型的求解能力，杉数科技为企业生产、仓储、配送、销售等环节提供基于数据驱动的决策优化解决方案。

二是产销协同性差，“不足”“过量”共存。一方面，病虫害具有不确定性、突发性，农资企业产销协同如果不能快速响应突发需求、提供相应的农药、化肥等，意味着错失市场机遇。另一方面，需求旺季未能销售的农资产品往往需要长期保存，但中小农户的离散性、需求的多元化又使得各级网点存储和铺货困难。由此，大量产品冗积于各级经销商，无法及时对应的进行供给，导致产品、仓储浪费严重。



来源：杉数科技

图 12 农资运销面临的难点与痛点

三是已有信息化平台的效能难以释放。近年来，六国化工深入实施数字化转型战略，陆续构建了企业资源管理软件系统（SAP ERP）及销售管理系统（SMS）等。但是，企业依然面临着不同系统间数据存在隔阂、数据驱动绩效效果不明显等问题。特别是，在供应链计划编制方面，存在需要线下手工制定、制定计划耗时长（近3周）、计划可执行性差（颗粒度粗并存在大量反复调整的过程），产销协同动态性低等问题，“数字化收益”亟待提升。

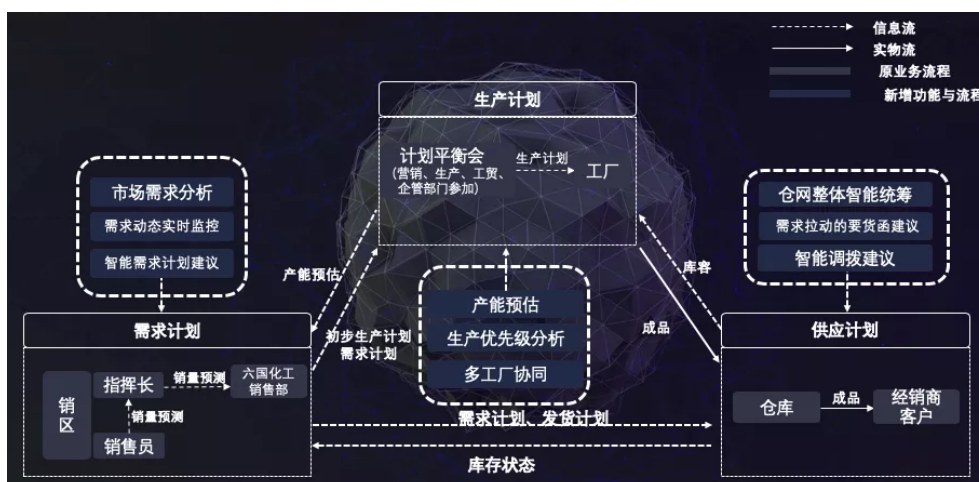
2. 方案概况

针对农资企业流程加工、淡旺季需求差异明显、总体产能过剩，以及供应链层级多与网点广等特殊场景需求，杉数科技引入人工智能预测算法及运筹优化算法，为六国化工搭建了一整套与企业资源管理软件系统，以及销售管理系统相连接的数字化产销协同系统平台。具体而言，解决方案力图实现以下四个方面的优化。

一是需求预测优化。系统平台通过对供应链中的原材料、半成品、散料、成品等供需平衡问题进行建模分析，考虑地区、季节、病虫害等因素对需求的影响，提前对未来一段时间的潜在需求进行预测，最大程度避免淡季滞销、旺季生产力不足的情况。

二是生产计划优化。结合企业近 3 年的历史订单和库存、产能等内部数据，及市场信息、天气与病虫害数据等外部数据，快速生成可落地、可执行、有实际效用的生产经营策略。将下个月的销量预测结合产能分配到每个工厂每个装置，输出成本最优与实际产量最匹配的产品生产计划。

三是平衡供应优化。对六国库存进行全局优化，构建统一调配、全国可用的化肥库存和仓库资源信息库。实现计划的平衡功能，协调产品的供应与需求相匹配。



来源：杉数科技

图 13 农资产销协同的流程图

3.现实效果

六国化工与杉数科技共同建设的农资数字化产销协同平台，基于数据、算法、业务打造新一代农资供应链解决方案，形成市场、运营、生产、管理等全局互联的高效协作机制，带来了显著的效益提升。一是提升了响应市场速度。上线后 24 个月内，市场供需满足率稳定提高了 8%，且计划（急单插单）的快速响应，客户满意度提升 5%。二是优化了库存成本。上线后 24 个月数据表明，使用产销协同系统后平均库存水平下降至 1.5 个月（使用系统前同期平均库存为 2.1 个月），每年节约库存资金占用成本 6000 万人民币¹⁸。三是增强了部门协同能力。企业各部门间协同效率增强 20%。需求计划、生产计划人力投入时间缩短 50% 以上。上线后 24 个月数据表明，运用产销协同系统显著提高每次计算的准确性，避免长时间的反复进行手工调整后再试

¹⁸ 降低库存金额计算方法：（上系统前同期平均库存月数-上系统后平均库存月数）约 0.5×6 万吨平均月销量×2000 元/吨（每年价格有浮动变化）

算，整体计算时间从 48 小时降为 3 小时，平均每位计划员工作效率提高了 64%。

4. 小结

农资供应链环节繁多、管理与沟通成本相对较高、农资供需不均衡（“短缺”与“过剩”并存）等问题较为突出，一定程度上削弱了农资供应的时效性和可持续性。该案例基于人工智能算法的农资供应链产销智能协同解决方案，实现需求预测、生产计划、平衡供应等多方面优化功能，显著提升对市场需求变化的响应速度，同时降低部门之间协同的交易成本，有效提升了传统农资销售模式的效率。该案例呈现的解决方案同样适用于各类农业社会化服务的供应商。后续可以引导科研院所、骨干企业共同搭建产业创新联合体，聚焦“人工智能+农资供应”等领域开展技术协同攻关，以及支持人工智能初创企业与大型农资企业聚焦人工智能技术开展应用探索，推进全链条数字化发展。

（五）数据驱动下的农产品产供销一体化方案：盒马村

“新零售+订单农业”解决方案

订单农业是实现“小农户”与“大市场”有效联结的重要形式之一，在帮助农户对接市场的同时，也有助于推动农业规模化、专业化发展。一直以来，小农户常面临着对接市场的内生动力不足、农业经营主体发展不平衡不充分等问题。盒马是中国首家以数据和技术驱动的新零售平台，目前已经打造了“盒马鲜生”“盒马 X 会员店”“盒马奥莱”等新业态。2019 年，盒马探索出让小农户融入“大产业”、对接“大市场”的订单农业新模式——盒马村。盒马运用数字技术打通农业上下游产业

链，以需定产指导农业生产、加工、运输、销售等多个环节，通过订单农业保障了稳定的供销关系，构建了农产品优质优价良性发展渠道。

1.需求痛点

受制于人均资源不足、农产品市场不完善、农业产业链短等因素制约，小农户在对接更广阔市场过程中的主要问题表现在以下三方面。

一是小农户对接大市场的内生动力不足，自身发展能力有待增强。

小农户老龄化、兼业化、副业化严重，农业经营性收入占家庭收入比重近年来持续下降，客观上造成小农户缺乏主动融入大市场的内在积极性。同时，小农户基数大，占农业经营户总数的 98%以上，土地细碎化问题突出，劳动生产率和资源利用率还不高，科技文化素质整体水平偏低，应用现代生产要素能力有限，自身发展能力不足。

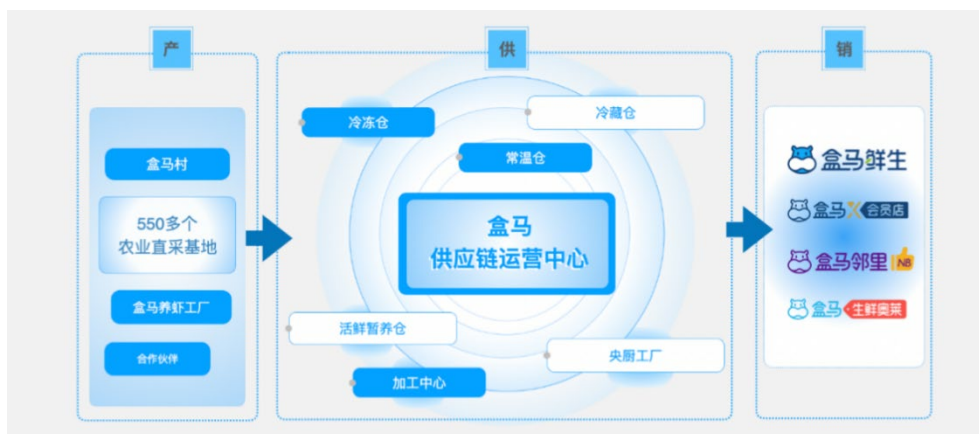
二是农产品供应链不健全，产量和质量波动较大。我国本土农业产业尚未建成标准化的供应链体系，市场中存在销售渠道单一、物流体系落后、品牌优势薄弱等一系列问题。同时，受限于市场信息不对称，农产品常常出现阶段性的供需不平衡和质量不稳定现象。

三是农村人才流失严重，农业现代化建设面临堵点。一方面，传统农业生产的附加值低，新生代乡村青壮年从事农业生产的意愿低，农村对人才的吸引力持续降低。另一方面，一二三产业融合度低，传统农业生产方式难以和加工制造、服务行业建立紧密联系，产业间价值链的各个环节存在不同程度的脱节，不利于农业可持续发展和农业现代化建设。

2. 方案概况

“盒马村”项目在顶层设计中创新提出了“新零售+数字订单”模式，通过与地方合作社或龙头企业紧密合作，促进提升当地高品质农特产规模化、精细化、标准化生产水平，极大解决了由于产销两端信息不对称问题导致的优质农产品的销售渠道不畅、品牌影响力不够及农业产业现代化转型不畅等问题。目前，方案包括以下几个方面：

一是以销定产，通过数据连通消费端和生产端，提升农业产销一体化效率。基于全国 28 个省市 350 多家“盒马鲜生”门店的经营和销售数据，充分发挥大数据预测能力，及时捕捉市场消费需求新动向，快速寻源和调整上游生产基地。在对消费端商品品类和销量数据进行挖掘和分析后，盒马会向合作的产业基地或“盒马村”提出生产需求，搭建以数字农业为内核的“产供销”平台，以需求牵引供给，化解农业供需不匹配难题。



来源：盒马

图 14 盒马“产-供-销”一体化示意图

二是构建特色产业发展格局，立足“一村一品”“一县一业”，积极促进一二三产融合。盒马通过梳理各地的农业资源禀赋，应用数字技术赋能从生产到农产品上行的全链路。在打造规模化、专业化和一体

化生产基础上，以促进乡村观光休闲和文化产业发展为目标，强调农旅结合、农文结合，推进形成休闲农业、创意农业、认养农业、文化农业等新业态，各地农业的多种功能不断被开发，农产品的价值链不断延长。

三是重视当地农业发展的内生动力，企企联合，助力本土企业数字化转型，推动乡村产业可持续发展。“盒马村”项目积极与当地合作社或者龙头企业开展多维度的合作。一方面，盒马扶持当地“新农人”学会利用数字化工具，将传统农产品的育种、加工、流通、销售纳入产业数字化轨道，革新种植或养殖的旧思路。另一方面，盒马持续对上游企业输出解决方案和市场需求标准，制定从源头采摘到重量、外形、包装、运输等质控体系，为本土企业引入先进的运营和产品精细化分层加工理念，辅以产学研对接，实现了地标农产品优种优质优价。



来源：盒马

图 15 海上盒马村订单式生产基地

3.现实效果

多年来，盒马村已从“试点期”向“成熟期”发展，探索出“新零售+数字订单”模式，形成了基于数字化订单农业、产供销一体化、运营灵活的多元组织模式。截至 2023 年，全国累计建立 180 多个盒马村，惠及产业链上下游企业 110 家，覆盖农、林、牧、渔等众多第一产业。目前，“盒马村”在盒马平台销售的产品共 669 个，涉及蔬菜、水果、肉禽、水产、鲜花和标品等大类，年度农产品销售额约 70 亿元，带动农村就业 3.8 万余人，农民人均年度约增收 25000 元，促进农村土地流转 10 余万亩。其中，国家乡村振兴重点帮扶县内的盒马村共计 41 个，在探索乡村产业发展上走通了一套成熟模式。

4.小结

数字订单农业不仅能促进小农户参与到农业“产-供-销”一体化进程中、有效保障小农户收益，还可以通过数据连通消费端和生产端，以需定产指导农业生产、加工、运输、销售等多个环节，是农产品实现优产优质优价的新模式。该案例具有一定的普遍适用性，既能够广泛应用于蔬菜、水果、肉禽、水产等高价值农产品主产区，也可以进一步拓展至休闲农业、创意农业等特色农文旅发展区域，打造定制化农文旅融合服务。后续需加大培育多元化新型农村电商（订单农业）主体，搭建多层次农村电商综合服务平台，开展多种形式的农村电商宣传活动，构建形成协同、创新、高效的农村电商生态圈。

（六）政企联动推动农文旅融合发展探索：安徽歙县与阿里巴巴共探盘活乡村资源的数字方案

发展乡村文旅是振兴乡村文化、提高村民文化获得感的重要方式。歙县位于皖南地区，北倚黄山，东临杭州，南连千岛湖，拥有特色鲜明的主导产业和较为丰富的文化旅游资源。歙县的主导产品是茶叶和菊花，现拥有茶园 28 万亩，菊花种植园 5.5 万亩，大方茶、黄山毛峰、黄山白茶、黄山贡菊被授予国家地理标志保护产品。歙县还是全国历史文化名城、中华优秀传统文化传承区。作为古徽州府所在地，歙县境内的徽州古城是我国保存最完好的四大古城之一，有“东南邹鲁、徽商故里”“文物之海”“程朱故里”“礼仪之邦”等称号。然而，歙县在乡村农文旅产业升级过程中仍然存在资源盘活利用度不高、特色农产品品牌效益较低、县域文旅资源传播媒介匮乏等明显短板。近年来，歙县顺应时代发展，联动阿里巴巴等互联网企业，实现政企良性互动，不断完善相关配套设施，形成“互联网+文旅”“电商+景区”等新模式，打造乡村农文旅新业态，为农业农村大数据应用、乡村文旅融合发展提供了优秀示范。

1.需求痛点

近年来，歙县围绕“一城一江”及全域旅游发展成效显著，但区域农文旅业态仍然较为单一、场景不够鲜活、数字化进程缓慢，延缓了乡村全面振兴的速度。在新环境和新机遇下，歙县在全方位整合农文旅资源、探索数字乡村新业态方面，亟需新动能和新方案。

一是要素盘活利用度不高。歙县虽然坐拥“古城、古村、江畔、云巅、林场、田园”等独特资源，但这些宝贵的财富多处于待利用、待开发状态，缺乏清晰的商业运行模式，导致资源利用效率低下，未能转化为实际的经济效益。

二是特色农产品品牌效益较低。歙县的特色农产品资源丰富，包括茶叶、贡菊、枇杷等各类农作物和经济作物。但品牌效应微弱，缺乏统一的品牌形象和故事，使得农产品在市场上的辨识度和竞争力不高。县域农产品从生产到销售的产业链条不够完善，整体附加值低，导致农业产业经济收益不佳。

三是县域文旅资源传播媒介匮乏，文旅经济难以破层出圈。歙县文旅资源库建设滞后，缺乏全面、系统的文旅资源平台，无法有效整合和展示当地的文旅资源。资讯传播媒介较少、农文旅宣传渠道和方法缺失，借助传统渠道的传播效果有限，难以满足现代旅游营销的需求。

2. 方案概况

2021 年，歙县人民政府与阿里巴巴集团签署战略合作协议，构建政企合作机制，促进产业发展。在顶层设计上确定了“1+3+N”的生态价值转化路径：“1”即探索创建一个歙县新时代“新安山居图”乡村振兴模式；“3”即“闲置资源资产盘活和生态资源价值转化、茶叶菊花产业发展、文旅产业提升”的产业发展三大方向；“N”即围绕“古城、古村、江畔、云巅、林场、田园”等文旅产业资源，结合双方优势，合作中不断探索多领域广泛合作与发展。具体而言，歙县项目从五个方面促进农文旅产业数字化升级。



来源：阿里巴巴

图 16 歙县项目架构图

一是集合数据资源，打好发展基础。对全县资源进行盘点，将线下资源转化为线上资产。形成了歙县生态资源、联农带农乡村产业发展、电商分布 3 张资源数据整合图，为统一协调促进歙县产业振兴提供了有力的资源数据支撑。建设歙县数字乡村馆，承担资源平台管理、展示和歙县文旅推广等任务，激活生态产品价值，推动生态价值转换成为经济价值。



来源：歙县融媒

图 17 歙县数字乡村馆一览

二是面向不同资源禀赋，导入差异化发展新规划。根据产业形态的差异化特点，谋划不同的价值转化路径。首先，搭建歙县“12531”特色产业发展体系。量身打造“1”个农产品区域公用品牌“歙采缤纷”、“2”款精品网货（宝藏茶/菊杞茶）、“5”款天猫联合定制新品开发、组织“3”场整合营销活动，搭建“1”个产业运营公共服务中心，支持特色产业发展。其次，深入推进“互联网+”农产品出村进城，促进农村电商高质量发展，进一步通过网络直播等方式积极开拓销售市场。最后，将歙县特色农产品推至淘宝聚划算、点淘 APP、旗舰店直播间等渠道，同时举办线下产品展销大会，线上线下联动，拓展农特产品互联网消费新模式，有效提升农产品附加值。

三是打造创意 IP，深化网络运营。持续推动歙县文化“具象化”，加速文旅产业数字化转型。一方面，双方利用平台优势，提炼鲜活的文化标识或形象符号，联合推出了“汪小鲤、歙小菊、徽小狮”等 6 款

文旅 IP，形成独具歙县特色的徽文化 IP 矩阵，直观走近消费者。另一方面，在“淘宝人生”游戏中上线“歙县地图”，用户在歙县地图版块可以欣赏徽州古城、许国石坊以及徽州府衙，还可以免费获取明制汉服、徽墨歙砚、徽州鱼灯等充满地域特色的精致道具。双管齐下，高效匹配文旅产品潜在目标人群，促进文化破圈，提升歙县文旅知名度，助力文旅产业发展。

四是健全服务体系，保障稳定发展。首先，完善数字乡村制度体系。歙县县委县政府成立专班，全面加强项目组织保障、制度保障和标准规范体系建设，确保项目可持续运营。其次，打造基于区块链的生态资源交易体系。多方对集体资金、资产、资源实行全程动态监管，有效利用区块链技术，实现透明化交易和在线交易。最后，搭建综合型区域电商产业运营公共服务体系。坚持政府引导、国企牵头、市场运作、合作共赢，协助健全电商公共服务体系，实现“培养本地人，链接外地人，销售本地货”的目标。

3.现实效果

在资源盘活方面，歙县昌溪乡万二村举行了全国首场闲置农房经营使用权竞拍，通过阿里拍卖平台进行了全网直播，在线观看数达 217.8 万人次。在 IP 运营方面，“歙县地图”在“淘宝人生”上线当天，曝光人次超 3500 万，共有 40 多万用户使用了“歙县地图”定制道具，歙县文旅资源知晓度显著提升。**在文旅推广方面**，歙县深化旅游“品质革命”，摄影写生、文创娱乐、徽州民宿等新业态蓬勃兴起，红色狮石、烽火岩源等乡村旅游持续升温，徽州古城民俗文化节、“品味歙县·自在乡村”等旅游品牌知名度不断扩大。截至 2022 年，累计接待

游客 4658 万人次，实现旅游综合收入 407 亿元。2023 年春节期间，全县共接待游客 69 万人次，同比增长 164%，旅游收入 5.8 亿元，同比增长 151%。

4.小结

当前，一些地区的乡村农文旅产业发展面临资源要素利用率不高、农产品品牌价值未充分展现、文旅资源传播渠道有限等发展难题，导致大部分项目的商业模式不清晰，商业可持续性较弱。基于该案例分析表明，“互联网+文旅”“电商+景区”等农文旅创新发展模式正成为推动乡村资源有效整合的强大引擎。通过打造创意文旅 IP、加强网络运营与推广，进一步拓宽了文旅宣传渠道，进而有效提升特色农产品及乡村文旅的品牌影响力。从案例外推性方面看，不仅可推广至特色农产品和文旅资源较为丰富但品牌效应较弱的地区，同样也适合于需要加强文旅宣传的区域。相关政府部门应积极推动 5G、物联网、大数据、云计算、人工智能等数字技术与乡村农文旅产业的融合应用。相关网信企业可通过项目投资、技术支持等方式，广泛参与乡村文旅的数字化转型，多元主体协同发力、共同推动乡村农文旅的可持续发展。

（七）以人为核心的乡村治理数字化探索：腾讯“为村”

平台

乡村治理是推动乡村振兴的保障要素，加快推进乡村治理体系和治理能力现代化是实现乡村振兴的重要支撑。城市化进程的不断加快，乡村的空心化日趋严重，造成了留守者与信息的失连，也进一步加剧了乡村与财富的失连。新形势下，乡村治理面临着中坚力量流失

缺位、部分村党组织带头人素质能力不适应乡村治理新要求等现实问题。2014 年起，腾讯围绕数字时代乡村治理实际需求，开发了“为村”数字平台和“为村”发展实验室，旨在以“互联网+”连接城乡发展、连接村民与村庄，以农民为培育主体，有效解决基层党建、村务管理、文化建设等各种乡村治理的难题，打通乡村治理的最后一公里。

1.需求痛点

当前，我国农村经济社会迅速发展，数字化转型需求也相应增长。同期，新型城镇化进程加速推进，农村人口开始向城市转移，由人口流动所带来的一系列问题，导致现有乡村治理制度无法相匹配相适应。具体来说，乡村在治理可持续性方面主要存在以下痛点：

一方面，参与乡村建设的中坚力量不足、人力结构不优。一是青年劳动力不足，吸引人才返乡、留乡的资源条件也尚不充分，使得乡村振兴在产业发展、基层治理方面缺乏有力的组织领导者。同时，以往部分村党组织带头人素质能力不适应数字时代乡村治理的新要求。二是农村地区以老人、儿童为主的留守群体结构短期内不会改变，“38、61、99 部队”成为农村的生产生活主体，导致乡村基层治理能力不足、治理方案难以落地等。

另一方面，农民群众参与治理程度较低，情感和信息“失连”严重。农民应当是最具有乡村振兴参与权和话语权的群体，但目前，一是面向农村居民的、可操作性强的参与制度和组织规则较为缺乏，二是农民群众可接触的参与基层治理的渠道有限，有效沟通匮乏，导致主动参与乡村振兴的意愿低迷。

2. 方案概况

腾讯研发“为村”智慧乡村平台，致力于乡村移动互联网能力建设，提升乡村人才存量和质量，构建乡村微观个体之间、城乡之间的联系。目前，“为村”项目主要聚焦于两方面的探索。

一是上线面向乡村治理骨干和新型农业经营主体带头人的培训管理系统。2021 年 5 月，农业农村部与腾讯签署《“耕耘者”振兴计划战略合作协议》，面向乡村治理骨干和新型农业经营主体带头人开展免费培训。一方面，腾讯面向乡村治理骨干和新型农业经营主体带头人，研发培训管理系统，构建出递进式、激励式的培训体系，帮助学员主动理解政策，提升其解决问题的能力。另一方面，腾讯上线“为村耕耘者知识分享平台”，借助数字化工具，提供政策、农技、经验、方法等各维度的专业内容，以日记本、班级群、专题社区为形式的网络交流空间。

二是构建系统化、广覆盖、多功能的云端基层治理平台。推出云端基层治理平台——“村级事务管理平台”小程序，开发出“村民说事”“村级事务积分制管理”等模块，确保民情反馈的时效性，促进信息共享。此外，平台还因地制宜，同广东、四川、湖北、青海、福建等地共同推出了个性化定制的“粤治美”“川善治”“鄂参与”“青松治”“闽治行”等五个省级小程序，持续完善数字乡村工具箱模块。



来源：腾讯

图 18 为村耕耘者知识分享平台



来源：腾讯

图 19 为村项目“村级事务管理平台”小程序

3.现实效果

在乡村人才培养方面，“耕耘者振兴计划”已在全国 29 个省（区、市）落地，累计开班 352 期，培训总人数达 4.1 万人。“乡村 CEO 培养计划”首期培养出 46 位青年人才。在乡村治理数字化转型方面，一是“为村”平台快速普及，全国已有 30 个省（自治区、直辖市）中的

1.69 万个村庄（社区）加入为村平台，认证村民超过 254 万人。二是“村级事务管理平台”卓有成效，目前已覆盖全国 3.4 万个村庄，服务村民 455 万余人。截至 2023 年 6 月，平台上有村支书回复的“村民说事”超过 2.5 万件，发布书记公开信 6.6 万条。据统计，有 2129 条“说事”在发布后 5 分钟内就得到了村书记的回复和交办，有力提升基层治理效率和水平，促进基层治理能力现代化。

4. 小结

基层治理是国家治理的基石，统筹推进乡村治理是实现国家治理体系和治理能力现代化的基础工程。在乡村治理实践中，常常面临着中坚力量不足、部分村党组织带头人素质能力与乡村治理新要求不匹配等现实挑战，制约了乡村治理效能的提升，也影响了村民对乡村治理的参与度和满意度。通过剖析这一案例可以发现，构建面向乡村治理骨干的培训管理系统和面向村民和村级事务的云端基层治理平台不仅有效缓解乡村治理中高素质人才短缺的痛点，更能显著提高民情反馈的时效性与准确性，提升村民参与乡村治理的认同感、获得感。该模式具有较强普适性，后续可依托助农信息平台、乡村“微课堂”等载体，网微端群多管齐下，加强数字知识和技能普及。深入推进“互联网+政务服务”，完善服务标准、优化服务流程，提升乡村治理数字化能力。

六、数字乡村建设的路径优化建议

数字乡村建设是农业农村基于数字技术的全方位变革，是推动农业农村现代化和乡村振兴的核心动力。结合当前阶段数字乡村建设的实践进展和推进策略，本报告在深入分析与理解数字化发展的逻辑基础上，系统剖析农业农村的实际功能、需求痛点与问题挑战，从整体设计、重点领域、基本原则等方面进行全局思考，提出针对性的优化建议，以期推动数字乡村建设再上新台阶。

（一）提升数字乡村建设系统性、整体性和协同性

一是持续推进数字乡村标准化建设。支持有条件的地区制定相关标准规范，以标准化为牵引，推动实现“一地创新，全域共享”。强化部门间协同，加强数字乡村与“新基建”相关规划、各部门重大专项与 support 政策的衔接程度，明晰数字乡村建设与传统农业项目在投入、折旧、维护等方面的差异性，实施与数字乡村建设更加匹配的资金项目管理机制。

二是大力培育数字乡村建设主体。发挥数字技术跨越物理空间的作用效能，构建更加多样化的城乡共建渠道，广泛吸纳多元主体参与数字乡村建设。大力培育数字乡村综合解决方案供应商，积极依靠电信运营商等市场主体开展实践创新，探索数字技术赋能农业农村生产、生活的有效路径与机理。发挥村干部带头示范作用，举办手机应用技能培训、数字平台使用教育等专题活动，帮助农村居民了解和使用互联网。

三是积极创新数字乡村“产学研”协作模式。鼓励互联网企业与农业经济、社会、文化、生态等领域高校院所的“产学研”合作，实现“产

品经理农业农村研究者化”，加深认知、实现创新。支持高等院校布局建设智慧农业、农业智能装备工程等新农科专业，加快培养实用型、复合型技术技能人才。

（二）聚焦重点领域加快数字乡村建设先行先试

一是全面推动农业生产经营数字化转型。建立完善农业农村数据采集、传输、存储、共享、安全等标准，全面激发农业农村数据驱动力。持续提升物联网、云计算、大数据、人工智能等在农业生产、经营、管理的应用水平，提高农业装备、农机作业服务和农机管理的数字化程度。促进互联网企业与农业产业相关企业深度合作，以草莓、蓝莓等高产大棚经济作物、畜禽养殖等作为智慧农业商业化建设的先导领域和实践重点。

二是加快培育乡村数字富民产业。拓展农村电子商务、乡村文化等领域数字化应用场景，推动工业互联网、智能传感设备、机器人等在偏远地区农业生产、应急管理、森林防护等劳动力匮乏领域的深入应用，以高水平供需协同带动高质量规模应用。积极培育乡村智慧旅游、创意农业、认养农业等新模式、新业态，创新农村一二三产业融通发展模式。

三是提升乡村公共服务数字化智能化水平。倡导各地区充分考虑不同群体生活需求，保留基本公共服务和协商议事传统等的线下办理渠道，为村民提供上门办理、委托代办等现场服务。加快数字技术产品的适老化、无障碍化改造升级，针对农村地区老年人、残疾人等群体，积极引导厂商生产简单易用、成本低廉的智能终端。逐步建立统

一的“智慧村庄”综合服务管理平台，积极推动村级基础台账电子化和农村集体资产上平台，提升村民在线议事、在线监督参与度。

（三）构建农民共建共享的数字乡村建设新格局

一是持续提升农村居民数字素养与技能。加强对农村干部群众的数字素养培训，推动广大干部群众积极转变思维，提高对数字技术的认知水平、使用意愿与创造能力，增强农村居民防范电信网络诈骗能力。持续开展数字乡村建设专题培训、农民手机应用技能培训等培训活动，做精做细阶段性培训和持续性培训的无缝衔接，为农村居民提供多元化、全方位以及多层面的相关知识教育与技能培训。

二是创造条件让农民全过程参与数字乡村建设。利用数字空间跨越时空的优势，引导村民通过村务云、智慧党建、在线政务服务平台等数字治理平台参与村庄治理，激发村民参与各类数字平台建设的主动性。进一步发挥数字乡村共建共享平台作用，促进数字乡村领域建设项目对接、金融服务支持、科技成果转化等，让农民增收致富。

三是完善机制让农民共享数字乡村建设成果。加强对数字乡村建设项目的监督和评估，注重项目投入产出比的衡量和约束，确保数字乡村建设成果真正惠及广大农村居民。积极防范数字乡村建设中出现信息不对称、数据滥用等问题，加强对网购退款、网络借贷、网络交友等方面诈骗行为的监管力度，让农村居民特别是老年人更加平等、便利、安全地参与数字活动。

参考文献

- [1] 马九杰, 杨晨, 赵永华. 2023. 农产品电商供应链“最初一公里”为何仍然需要代办制? ——基于供应链治理框架与过程追踪法的分析[J]. 中国农村经济, 06: 72-91.
- [2] 马九杰, 高原. 2024. 数字技术助力乡村公共服务普惠供给与城乡公共服务均等化[J]. 中央民族大学学报(哲学社会科学版), 01: 113-122.
- [3] 刘守英, 郑旭媛, 刘承芳. 2024. 数字经济背景下的乡村交易和产业转型[J]. 中国农村经济, 06: 2-24.
- [4] 黄季焜, 苏岚岚, 王悦. 2024. 数字技术促进农业农村发展: 机遇、挑战和推进思路[J]. 中国农村经济, 1: 21-40.
- [5] 安筱鹏. 2021. 数字化转型的八个关键问题[J]. 中国经济评论, 07: 18-21.
- [6] 安筱鹏. 2021. 数字化: 构建新发展格局的关键路径[J]. 中国发展观察, 18: 10-15.
- [7] 安筱鹏. 2022. 数字生产力构筑增长新动能[J]. 信息化建设, 12: 8-11.
- [8] 霍鹏, 肖荣美, 马九杰. 2022. 数字乡村建设的底层逻辑、功能价值与路径选择[J]. 改革, 12: 57-65.
- [9] 霍鹏, 殷浩栋. 2022. 弥合城乡数字鸿沟的理论基础、行动逻辑与实践路径——基于“网络扶贫行动计划”的分析[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 05: 183-196.
- [10] 霍鹏, 殷浩栋. 2023. 构建新发展共识与国际合作框架弥合全球数字鸿沟[J]. 中国发展观察, Z2: 142-145.
- [11] 殷浩栋, 霍鹏, 汪三贵. 2020. 农业农村数字化转型: 现实表征、影响机理与推进策略[J]. 改革, 12: 48-56.

- [12] 殷浩栋, 霍鹏, 肖荣美, 高雨晨. 2021. 智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径[J]. 改革, 11: 95-103.
- [13] 牟天琦, 刁璐, 霍鹏. 2021. 数字经济与城乡包容性增长: 基于数字技能视角[J]. 金融评论, 04: 36-57.
- [14] 赵佳佳, 魏娟, 刘天军. 2023. 数字乡村发展对农民创业的影响及机制研究[J]. 中国农村经济, 5: 61-80.
- [15] 赵佳佳, 孙晓琳, 苏岚岚. 2022. 数字乡村发展对农村居民家庭消费的影响——基于县域数字乡村指数与中国家庭追踪调查的匹配数据[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 5: 114-132.
- [16] 孙晓琳, 赵佳佳, 刘天军. 2024. 数字乡村视角下老龄化与农村家庭消费研究——来自数字乡村指数与中国家庭金融追踪调查的证据[J]. 人口与发展, 01: 56-67.
- [17] 彭超, 李婷婷, 齐心, 马九杰, 朱铁辉, 陈珏颖, 刘合光. 2023. 数字化进程中乡村产业转型升级路径与对策: 发展背景和文献分析[J]. 农业农村部管理干部学院学报, 01: 12-21.
- [18] 高原, 马九杰. 2024. 农业新质生产力: 一个政治经济学的视角[J]. 农业经济问题, 04: 81-94.
- [19] 刘传磊, 张雨欣, 马九杰, 王成军. 2023. 农业全产业链数字化发展的困境与纾解——基于L县坚果产业云平台的案例研究[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 02: 118-128.
- [20] Basso B, Antle J. 2020. Digital Agriculture to Design Sustainable Agricultural Systems[J]. Nature Sustainability, 3(4): 254-256.

- [21] Kim S, Heo S. 2024. An Agricultural Digital Twin for Mandarins Demonstrates the Potential for Individualized Agriculture[J]. *Nature Communications*, 15(1): 1561.
- [22] Malecki E J. 2003. Digital Development in Rural Areas: Potentials and Pitfalls[J]. *Journal of Rural Studies*, 19(2): 201-214.
- [23] McFadden J, Casalini F, Griffin T, Antón J. 2022. The Digitalisation of Agriculture: A Literature Review and Emerging Policy Issues[R]. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Paper*.
- [24] Philip L J, Townsend L, Roberts E, Beel D. 2015. The Rural Digital Economy[J]. *Scottish Geographical Journal*, 131(3-4): 143-147.
- [25] Roberts E, Anderson B A, Skerratt S, Farrington J. 2017. A Review of the Rural-Digital Policy Agenda from a Community Resilience Perspective[J]. *Journal of Rural Studies*, 54: 372-385.
- [26] Trendov M, Varas S, Zeng M. 2019. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas: Status Report[R]. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

中国信息通信研究院 政策与经济研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62303061

传真：010-62302476

网址：www.caict.ac.cn