

编者按：在全球数字化浪潮席卷农业领域的今天，中国农业正经历着从传统向现代、从粗放向精准、从经验向数据的深刻转型。乡村振兴观察员、民建中央农业与农村委员会副主任、中国农业大学经管学院兼职硕士生导师林龙博士，最近提出了“适配农业”理论，试图在新时代为解决当前智慧农业技术推广中普遍存在的水土不服问题提供系统性思考。本期，我们刊登他的研究。

“适配农业”理论，核心在于“动态匹配”与“系统协调”

与传统的智慧农业强调技术先进性不同，“适配农业”更关注技术适用性，即在特定环境约束下的最优技术组合选择。我们将这一理论形象地比喻为“农业技术的中医辨证施治”——不是简单套用高端技术，而是根据各地土壤“体质”、气候“脉象”和经济“气血”状况，开出差异化的技术处方。这种思路打破了长期以来农业技术推广中一刀切的惯性，体现了对农业复杂系统性的深刻认知。

我们认为，“适配农业”体现了生态经济学中的协同进化思想、复杂系统理论中的涌现性原理以及技术社会学中的社会技术系统观点。它既不同于纯粹技术导向的精准农业，也有别于完全回归传统的有机农业，而是在二者之间寻找动态平衡点。例如，在西北干旱地区，“适配农业”可建议采用低成本的土壤墒情传感器+传统覆膜技术的组合，而非全套智能灌溉系统；而在东部沿海设施农业区，则推荐环境控制系统与 AI 病虫害诊断的结合。这种灵活配置体现了理论的高度实践智慧。

“适配农业”的创新价值，还可以体现在其多维评价体系上。传统农业技术评价多以增产增效为单一指标，而“适配农业”构建了包含资源利用效率、生态影响系数、经济可行性、社会接受度等在内的综合评估框架。我们团队曾在北方某县的试验表明，经过适配性改造的智慧农业方案，虽在技术先进性上有所妥协，但农民采用率提高了四成，投资回报周期缩短了三成，水土保持指标改善了近三成，实现了真正的改进。

运用“适配农业”这一理论发展的模式，也反映了中国农业现代化路径的独立思考。在欧美大规模农场智慧化与日本精细化农业两种模式之外，“适配农业”探索的是符合中国“大国小农”基本农情的第三条道路——既不一味追求技术的尖端性，也不固守传统生产方式，而是通过精准匹配实现渐进式、可持续的转型升级。

破解智慧农业推广的三大错配

当前中国智慧农业发展面临的核心矛盾，是先进技术与复杂农情之间的结构性错配。我们在多次调研中发现，许多投入巨大的智慧农业项目最终沦为“展示橱窗”，未能真正融入农业生产体系。这种“技术悬浮”现象背后是三个层面的深刻错配，而“适配农业”正是针对这些痛点提出的系统性解决方案。

其中，资源禀赋错配最为突出。中国农业的自然条件呈现极强异质性——从黄土高原的干旱少雨到长江三角洲的河网密布，从东北平原的规模化耕地到西南山区的零散梯田。然而，许多智慧农业解决

方案却是基于标准化条件设计的，缺乏地域适应性。例如，某些智能水肥一体化系统在华北平原表现优异，但到了云贵高原就因电力不稳、网络覆盖差而难以运行。“适配农业”强调的“一地一策”原则，要求技术方案必须经过本地化改造，如用太阳能替代电网供电、用 LoRa 远距离通信补充 4G 传输等，从而解决资源约束下的技术适用性问题。

同时，经济可行性错配同样不容忽视，一套完整的智慧农业系统动辄数十万元投入，远超普通农户的承受能力。据统计，中国目前仍有约 98% 的农户经营规模在 10 亩以下，让他们承担高昂的智能化改造成本显然不现实。“适配农业”提出了“技术梯度适配”思路——根据经营主体的规模和经济实力提供不同层次的技术选择：对小农户推广手机 APP+ 简易传感器的轻量化方案；对合作社引入中型智能装备共享系统；对农业企业则部署全流程数字化管理系统。这种分层策略可以有效解决“用不起”的难题。

再者，技能认知错配则体现在技术复杂性与使用者能力的不对称上。中国农村老龄化、兼业化趋势明显，相当部分农民难以掌握复杂的智能设备操作。即便是一些政府免费发放的农业物联网终端，因操作繁琐而被束之高阁的案例屡见不鲜。对此，“适配农业”主张“交互适老化”设计原则——简化操作界面、增加语音提示、采用图形化显示，并配套“技术保姆”驻村指导机制。实际经验表明，经过适老改造的智能设备，老年农户的使用率提升明显。

更深层次看，这些错配反映了当前智慧农业推进中的“供给导向”偏差——技术研发者往往从自身能力出发而非用户需求出发设计解决方案。“适配农业”的价值在于将思维转变为“需求牵引”，通过建立“农民—技术—市场”的反馈调节机制，确保技术供给与实际需求动态匹配。因此，智慧农业不是技术的独角戏，而是农民、土地与技术的三重奏。

技术融合与制度创新的双重突破

将“适配农业”从理论转化为实践，需要构建包含技术适配、组织适配和政策适配在内的完整实施体系。这一体系不是简单的技术调整，而是涉及农业生产方式、农村社会结构和农业治理模式的系统性变革。

技术适配体系是基础支撑，“适配农业”绝非降低技术标准，而是通过创新实现“够用就好”的适宜技术选择。具体路径包括：模块化技术设计，使传感器、控制系统等组件能像积木一样灵活组合；边缘计算应用，将部分数据处理任务下放到田间终端，减少对稳定网络的依赖；低功耗广域网络覆盖，解决偏远地区连接问题。同时，操作上，允许农户根据自身需求选择环境监测、自动灌溉、病虫害预警等不同功能模块，组合成本最低可控制在可负担的极少费用以内，大大提高了技术的可及性。

技术适配还需要强化本土化创新能力。当前中国农业传感器、高端农业机器人等核心部件仍依赖进口，不仅成本高昂，而且难以针对

本国特殊农情进行定制化改造。“适配农业”主张建立问题导向的研发机制，集中攻关小农户用得起的低成本技术，这种以用为本的创新思路，正是“适配农业”在技术层面的精髓所在。

值得一提的是，组织适配机制是关键环节。小农户如何有效对接大技术，是“适配农业”面临的核心组织挑战。实践中涌现出多种创新模式，如村集体+技术服务平台模式，由村集体统一投资建设数字基础设施，农户按需付费使用。如合作社+云农场模式，社员共享智能装备和数据服务。如农业企业+订单农户模式，企业向签约农户输出标准化技术包。这些模式通过组织创新降低了技术使用门槛，合作社建设的共享溯源系统，使分散农户都能以低成本实现产品数字化追溯，实现溢价上浮。

组织适配还需培育在地化服务体系，智慧农业的持续运行离不开本地技术支持的“最后一公里”。我们建议，构建县乡村三级服务网络。县级建立智慧农业服务中心，负责技术集成与人员培训。乡镇设立服务站，提供设备维护与数据解读。村级培养数字农技员，解决日常使用问题。这种扎根农村的服务体系，比远距离的技术支持更及时、更贴心，大幅提高了系统运行稳定性。

同时，政策适配框架是制度保障。现行农业补贴政策多针对传统农机具，对智慧农业装备的支持力度不足且标准单一。“适配农业”呼吁建立差异化的政策激励体系，对经济发达地区，补贴重点向技术集成与模式创新倾斜；对欠发达地区，优先支持数字基础设施建设

和农民技能培训；针对不同经营规模主体，设置阶梯式补贴标准，允许农户根据自身需求自主选择补贴技术项目，避免了政策供给与实际需求的脱节。

需要注意的是，政策适配还应重视标准规范建设。当前智慧农业领域标准缺失，不同厂商设备互不兼容，增加了农户的选择风险和使用难度。“适配农业”主张制定“开放接口+最低标准”的规范体系。一方面强制要求设备厂商提供标准化数据接口，确保系统互联互通；另一方面设立技术性能的最低门槛，防止低质产品扰乱市场。这种既保持灵活性又守住底线的监管思路，有利于形成健康有序的技术推广环境。

构建中国特色的智慧农业发展范式

随着数字技术与农业融合的不断深入，“适配农业”理论将展现出更为广阔的应用前景和演化空间。我们坚信，从更长期的视角看，这一模式的广泛实践，不仅能够解决当下的技术应用难题，更有潜力塑造中国特色的农业现代化路径，为全球可持续发展提供新范式。

未来“适配农业”将更加强调跨界创新，推动信息技术、生物技术、装备技术的深度融合。例如，将基因编辑作物的特性与精准农艺措施相匹配，实现生物潜能与技术干预的最佳配合；开发能够适应不同土壤类型的多功能智能农机，提高装备的泛化能力。我们正在研究的“生态化智慧农业平台”，通过 AI 算法动态调整生物防治与化学防治的比例，在保证防治效果的同时将农药使用量大幅度减少，这

种技术协同适配模式，代表未来农业的发展方向。

面对气候变化给农业带来了前所未有的不确定性，“适配农业”动态调整的特性则使其在应对气候风险方面具有独特优势。通过建立气候智慧型农业技术库，可以根据气象预测提前调整技术组合——干旱预警时启动节水技术模块，暖冬预警时调整作物品种选择。这种随气候“起舞”的弹性农业模式，比固定技术路线的智慧农业更具韧性。

“适配农业”还将推动乡村价值重构。传统智慧农业多关注生产环节的提质增效，而“适配农业”则着眼于整个乡村社会的数字化转型。通过将技术适配理念延伸至农村电商、数字文旅、远程医疗等领域，可以创造更加均衡的城乡数字生态。这样的模式，不仅引入了智慧农业技术，还根据各村特点差异化配置了电商服务站、VR 旅游导览、在线教育终端等数字服务，使乡村成为了数字时代的价值高地而非技术洼地。

（作者简介：林龙，乡村振兴观察员、民建中央农业与农村委员会副主任、中国农业大学经管学院兼职硕士生导师）