

---

# 农业必须从碎片化创新走向系统转型

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42605.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

**农业必须从碎片化创新走向系统转型。**近日，中国农业大学资源与环境学院张福锁院士在中国工程院Engineering集群子刊ENGINEERING Agriculture上发表了题为From fragmented innovation to agricultural system transformation的观点文章。文章指出，现代农业长期以增产为核心，但这一目标已不再充分。面对资源、环境、健康、气候、市场与生计等多重压力，农业应被视为相互耦合的农食系统。其核心挑战在于：如何在整个系统中统筹创新、做好权衡取舍、管理非预期影响，并推动多方协同行动，以实现共同发展目标。

文章指出，农业研究通过专业化取得了长足进步，但把单一学科、环节或指标内部的改进，视为整个系统改善的证据，已不再充分。各学科通常用本领域标准衡量成功，难以全面评估生产、环境质量、健康、市场和生计等方面的全部综合效应；农业研究的各类分析边界过窄，可能把负担转移误读为系统优化；创新往往只优化产量、排放或技术采用等单一结果，科研、开发、服务、市场与政策各环节缺乏协调，导致技术与生产现实脱节，成本收益分配失衡。未来需从孤立单项技术转向农业系统的整体配置、协调与综合绩效。

文章提出，农业系统创新是对知识、技术、生产过程、价值链和治理安排的协调性重新设计，以改善整个农食系统的综合绩效，强调重新设计、互动和系统级成效。重新设计意味着在必要时变革系统的结构和运行规则，而不是简单地将新技术叠加到原有生产模式中；要素互动意味着将生物、环境、技术、经济和制度条件视为因果链条中相互关联的组成部分；系统层级评估意味着追踪成本收益的产生来源、受益主体，以及如何随时间重新分配。

首先，农业系统创新依赖六类能力互补：农学与环境科学、动物科学与兽医学、食品科学与健康、人工智能与数字技术、经济-市场-社会科学、农业政策与治理。重大关键突破往往发生在学科交叉接口，以及跨部门与跨学科之处，没有任何单一学科能够决定最终系统设计方案。跨领域整合不要求人人成为通才，而是要建立明确接口和共享指标，让相互作用、溢出效应和权衡关系显性化。

其次，农业系统不能只重生产，生产活动必须更直接地回应社会在营养、安全、质量、可负担性和环境绩效方面的需求。消费者的食品偏好只有转化为可验证的产品属性和经济回报，才能真正驱动生产变革。全链条整合还应关注物质流和价值流管理，目标并非在每个地方都实现闭环，而是要减少整个系统中的总资源消耗和环境负担。干预尺度应随问题而定，多尺度分析视角有助于识别协调需求、影响分配以及成本转移。

第三，亟需开展适应性系统设计，系统创新不是研究—推广—采用的线性流程，而是一种迭代过程：明确结果与约束，识别阻碍，多方人员共同设计干预，并将监测评估嵌入设计。复杂干预也

---

可能产生非预期结果，而持续绩效取决于学习、适应和协调的能力。文章以图1进行概括，农业系统创新整合了跨学科互补能力（X轴）、连接农食系统链条各项活动（Y轴）、协调跨空间和组织尺度的干预（Z轴），核心是一个由共享目标、诊断、共同设计、协调干预、监测和反馈构成的适应性循环，以此实现持续学习和系统转型。

文章将农业绿色发展（AGD）作为系统创新的演进案例。AGD促进了农业科学中的跨学科研究和系统创新，有三个特征与上述框架尤为相关：一是研究重心从孤立绿色技术转向生产-环境耦合系统；二是将系统边界从生产端扩展到消费端，要求生产系统回应膳食需求和可信市场信号；三是将科研与区域行动联系起来，科技小院（STB）等平台模式为长期参与、共同解决问题、技术适配和实践反馈提供了机制。文章还指出，系统创新决定应指导重新设计的结果、边界、相互作用和制度条件，工程化农业则将技术和制度模块组织成可在现实条件下运行、可调整、可规模化推广的解决方案。

文章提出了指导未来科研与实践的三项优先事项：第一，农业研究需要共同的系统目标和一套有限且相互兼容的指标。评估应覆盖核心成效，并识别成本与收益在何处产生以及如何分配，避免关键权衡、溢出效应、分配效应被排除在分析框架之外；第二，科研工作应更聚焦要素互作、反馈机制和非预期后果。需要更加重视种养结合、环境与健康、生产与消费、数字信息与决策，以及技术与制度之间的交叉界面；第三，系统创新需要区域平台来支持多方协同设计和适应性学习。长期生活实验室和示范区可在真实生产与市场条件下，将大学、生产者、企业、服务提供者、公共机构和消费者聚集在一起，对比不同系统设计方案并动态修订完善。

综上所述，农业面临的重大挑战源于自然资源、作物、动物、食品、健康、市场、数字系统和公共机构之间的相互作用，无法通过单个学科或单个环节内部的局部改进来解决。农业系统创新提供了一个综合框架，用于识别应当改变什么、哪些组成部分需要联动，以及哪些结果应指导评估。农业研究的六个主要领域为这一任务提供互补能力，但其价值日益取决于这些能力在系统边界和决策过程中的有效联动。未来的进步，不在于向现有系统中增加更多创新成果，而在于围绕连贯的多维系统绩效，来统筹组织知识、技术、激励和集体行动。

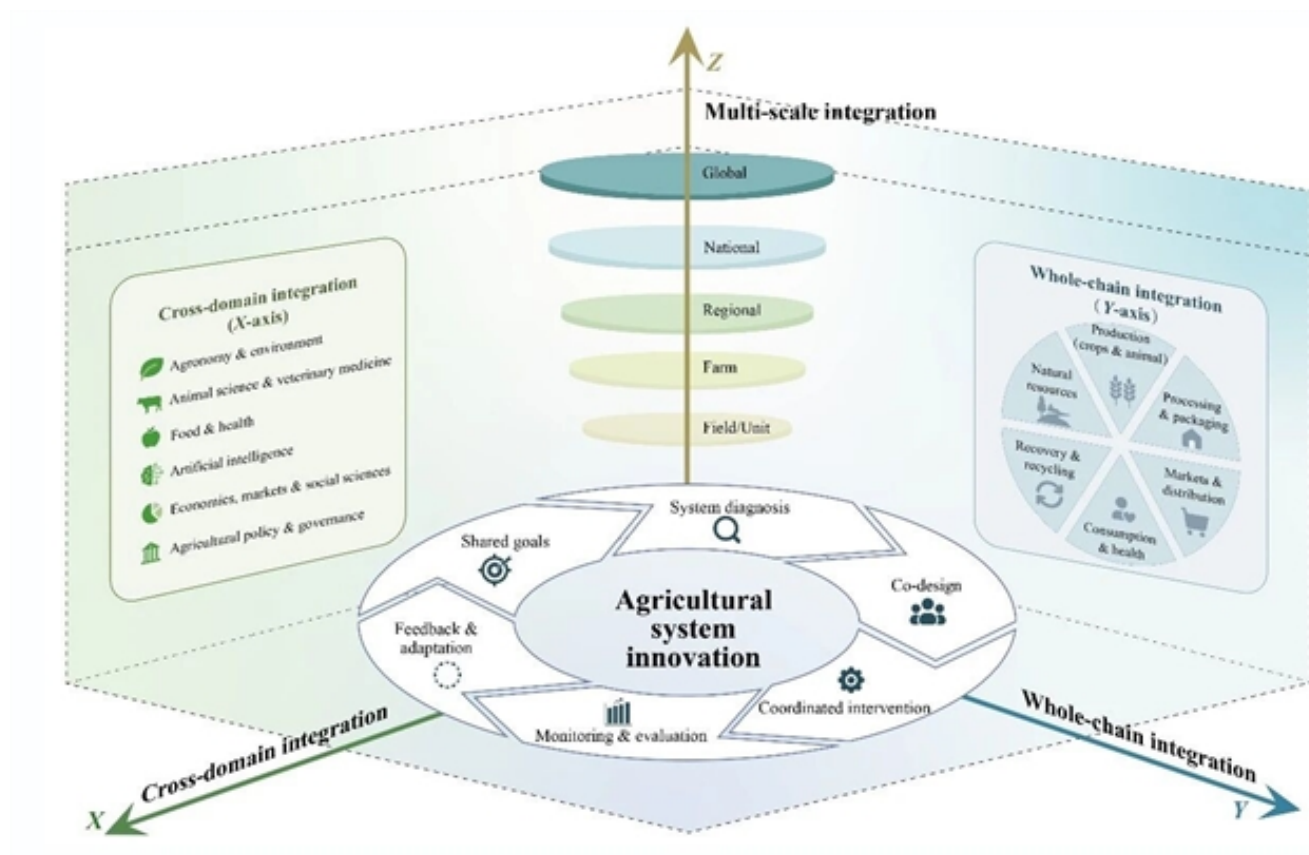


图1.农业制度创新的三个维度。

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2026697>

作者：张福锁 来源：《工程·农业》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发