从“田块”到“网络”：农业知识生产方式变革下农艺教育的边界跨越

陈娜 盘毅 骆焱平 王兰英 于旭东 *
海南大学热带农林学院，中国·海南 儋州 571737

摘要：在农业知识生产网络化、智能化转型的背景下，涉农高校教育教学改革存在“热启动、冷收场”现象，经验层面的移植难以沉淀为稳定的人才培养能力。本文以高等教育人才培养规律与农业生产和农业知识特殊规律的双重观照为分析框架，将上述困境的深层原因归结为改革的“规律自觉”不足，并将生产端边界趋向开放融合与教育端边界相对固化之间的张力概括为“边界悖论”。研究认为，边界跨越须以规律为前提和限度，生命性、周期性、区域性与具身性规律要求坚守实践边界，系统综合性规律要求跨越学科边界。据此提出四重边界跨越路径——以问题导向的知识整合跨越学科边界、以田间作为知识生产现场跨越场景边界、以多元行动者学习网络跨越主体边界、以能力导向评价跨越评价边界，并将其凝练为可观测的“边界素养”三维目标（边界认知能力、边界跨越能力、边界创造能力），进而构建“目标—课程—实施—评价—保障”闭环式教学改革框架。研究为深化涉农高校教育教学改革提供了规律性解释框架与可操作的方法论方案。

关键词：新农科；农艺教育；教学改革；边界跨越；边界素养；人才培养规律

From "fields" to "networks": Boundary crossing in Agronomic Education under the Transformation of Agricultural Knowledge Production Modes

Chen Na, Pan Yi, Luo Yanping, Wang Lanying, Yu Xudong*
Hainan University Tropical Agriculture and Forestry College, China Hainan Danzhou 571737

Abstract: In the context of the networked and intelligent transformation of agricultural knowledge production, reforms in education and teaching at agriculture-related universities often exhibit a pattern of "hot starts and cold endings", where the transplantation of practices at the experiential level struggles to crystallize into a durable capacity for talent cultivation. Drawing on an analytical framework that encompasses both the general principles of talent cultivation in higher education and the distinctive principles of agricultural production and knowledge, this paper traces the deep causes of the aforementioned predicament to a lack of "law-consciousness" in reform. It conceptualizes the tension between the opening and converging boundaries at the production end and the comparatively rigid boundaries at the education end as a "boundary paradox". The study holds that boundary crossing must proceed within the premises and limits of these laws: while the laws of vitality, periodicity, regionality, and embodiment necessitate holding fast to the boundaries of practice, the law of systemic comprehensiveness necessitates transcending disciplinary boundaries. Building on this, the study proposes four pathways of boundary crossing: problem-oriented knowledge integration to transcend disciplinary boundaries, the field as a site of knowledge production to transcend context boundaries, multi-stakeholder learning networks to transcend actor boundaries, and competency-oriented evaluation to transcend assessment boundaries. These pathways are condensed into an observable three-dimensional objective of "boundary competence" — boundary-cognition, boundary-crossing, and boundary-creation ability — leading to a closed-loop teaching reform framework of "objectives, curriculum, implementation, evaluation, and assurance". The research thus provides a law-grounded explanatory framework and a practicable methodological solution for advancing educational reform in agriculture-related universities.

Keywords: New agricultural science; Agronomic education; Teaching reform; Boundary crossing; Boundary competence; Laws of talent cultivation

0 引言

2026 年中央一号文件提出，深化涉农高校教育教学改革，以需求为导向加快新农科建设，推动涉农专业人才定向培养[1]。自 2019 年新农科建设启动以来，涉农高校在课程重构、产教融合、数智赋能等方面已有大量探索，改革的经验积累不可谓不丰富。但一个必须追问的问题是：为什么同样类型的改革，在不同院校、不同阶段的效果差异显著？为什么一些改革“热启动、冷收场”，难以沉淀为稳定的人才培养能力？

本文认为，深层原因在于改革的“规律自觉”不足。已有讨论多集中于课程体系、实践教学和信息技术应用，多在“如何做得更好”的经验层面展开，较少回到两个根本追问：其一，高等教育自身的人才培养规律是什么，农艺教育改革在何种意义上符合或违背了这一规律；其二，农业生产和农业知识的特殊规律是什么，农艺教育的组织方式如何与之匹配而非相互冲突。经验层面的改革可以移植，规律层面的把握无法照搬。当农业生产的空间形态已从封闭田块延展为多主体协作网络——田间数据上传云端，育种决策借助智能工具，产业问题在跨学科团队中求解——而农艺教育仍按学科划分课程、按学期推进教学、按标准化考试评价能力时，矛盾的本质不是“衔接不足”，而是教育组织逻辑对农业知识生产方式变革的适应迟滞。

本文将这种张力概括为“边界悖论”：生产端的边界已趋向开放与融合，教育端的边界仍相对固化；但我们既不能取消“田块”——农业知识的具身性与生命性决定了田间实践不可被课堂和虚拟仿真完全替代，也不能固守“田块”——知识生产网络化决定了封闭系统无法孕育复杂问题解决能力。因此，教改的关键不是简单的边界拆除，而是遵循规律的边界跨越。本文以“边界跨越”为核心，结合高等教育规律与农科教育教学规律，讨论哪些边界应当坚守、哪些可以弱化、哪些必须跨越，并据此提出教学改革的深化路径。

1 边界跨越何以必要与可能

1.1 边界跨越的逻辑前提

高等教育活动有自身不可移易的基本规律。就农艺教育教改而言，至少有三条规律构成边界跨越的逻辑前提。

第一，知识传递与能力生成相统一的规律。高等教育的根本任务是人才培养，而人才成长的内在机理是“知识—能力—素养”的递进生成。知识是能力的基础，能力在知识运用于问题解决的过程中生成，素养在反复的能力实践中积淀。任何把知识传递与能力培养割裂开来的教学组织方式——无论是重知识轻能力的“传授主义”，还是重活动轻体系的“实践主义”——都违背这一规律。这从规律层面解释了为何“把实践仅看作理论的应用环节”的改革难以奏效。能力不是知识的附属产出，而是与知识生产同一过程的另一面。

第二，教学、科研与社会服务相统一的规律。从洪堡的“教学与科研相结合”到威斯康星的“大学为社会服务”，高等教育发展史表明，高水平人才培养必须扎根于真实的知识生产与社会实践之中。脱离了科研前沿和产业一线的教学，必然陈旧化、空洞化。这解释了为何田间与课堂必须被视为“同一学习过程中的不同维度”，而非两个先后相继的环节——因为只有当学生置身于真实的知识生产现场，教学才能真正与科研、社会服务形成相互滋养的关系。

第三，教育结构适应并引领社会结构的规律。高等教育的学科结构、课程结构必须与社会的产业结构、技术结构相适应，并适度超前引领。农业产业已经发生的网络化、智能化转型，客观上要求农艺教育打破与之不相适应的封闭结构。边界跨越由此不是时髦口号，而是教育结构适应社会结构这一规律在农科领域的具体展开。

1.2 边界跨越的方向约束

农科教育除遵循高等教育一般规律外，还受农业生产和农业知识特殊规律的约束，这些规律为边界跨越划定了方向与限度。

一是生命性规律。农业教育的对象——作物、畜禽、微生物——是有生命的有机体，其生长发育遵循内在的生物学规律，不可催促、不可跨越、不可替代。这决定了农科教学必须“跟着农时走、围着作物转”，课程进度须与生产周期耦合，任何以学期制、课时制为刚性框架的教学安排都须为生命节律留出弹性。这既是场景边界跨越的根据，也是其限度。再先进的技术也不能替代学生对生命过程的亲历。

二是周期性与季节性规律。农业生产“一年一熟”或“一年多熟”的周期，决定了农科教育天然具有长周期、不可逆、不可回放的特征——错过了播种期，就要再等一年。这要求教学设计建立跨学期、跨年度的贯通机制（如“分段式、贯通型”实践教学），把碎片化实践升级为覆盖完整生产周期的学习体验。

三是区域性与情境性规律。“一方水土养一方物产”，农业知识高度依赖地方生态、品种、耕作制度与人文传统，不存在可脱离情境的“通用农艺”。这决定了农艺教育必须

与区域产业深度绑定，决定了“地方性知识”在课程中的合法地位，也决定了统一化、标准化的教学内容和评价工具在农科领域天然的局限性。

四是具身性规律。土壤手感、作物长势判断、病虫害田间诊断等知识具有默会性、具身性，遵循“做中学、学中悟”的习得逻辑，难以通过文本和屏幕完全传递。这决定了实践教学不是理论教学的补充，而是农科知识生成的必要通道；也决定了虚拟仿真、AI 工具只能“增强”而不能“替代”田间亲历。

五是系统综合性规律。农业问题天然是系统问题：一株作物的健康涉及遗传、土壤、气象、数据、经济、政策等多重因素。这决定了单科独进的课程结构无法回应农业问题的真实形态，跨学科整合不是“锦上添花”而是“雪中送炭”。

1.3 当前改革的四个“错位”

以双重规律为标尺检视当前改革，可以发现四个典型的“错位”：一是知识组织错位——按学科逻辑而非按问题逻辑组织知识，违背系统综合性规律；二是场景安排错位——实践依附于理论且碎片化，违背具身性与周期性规律；三是主体配置错位——多元主体合作多呈偶发、松散状态，违背教学科研社会服务相统一规律；四是评价标准错位——以可编码知识的标准化测量替代对复杂能力的判断，违背能力生成规律。边界跨越理论的价值，正在于为弥合这些错位提供可操作的概念工具。

1.4 边界跨越的学术资源

知识生产模式的变化为边界跨越提供了宏观背景。Gibbons 等人提出的“模式 2 知识生产”指出，当代知识生产越来越以问题为导向、以跨学科团队为组织形式，知识有效性取决于其在真实问题中的适用性。Engeström 的“扩展性学习”理论进一步表明，不同活动系统的参与者围绕共同对象协作时，边界不再是障碍，而成为学习发生的条件；南非和津巴布韦的农业学习网络研究显示，讲师在学术知识与农民实践知识之间充当“转译者”是边界跨越学习得以发生的关键[2-3]。行动者网络理论则提示，知识在教师、学生、农民、企业技术员以及传感器、算法等异质行动者的互动中生成，主体的边界本身即在被持续重构。荷兰、丹麦、芬兰通过将农业教育嵌入创新网络、使用系统级路线图和模块化资格框架协调改革的经验表明，教育已成为产业创新网络中的节点而非自足系统[4]。上述理论共同指向，边界跨越既是知识生产方式变革的表征，也是教育适应这一变革的机制。

2 遵循规律的四重边界跨越实践路径

2.1 学科边界：从课程拼盘到问题导向的知识整合

新农科建设强调打破传统农科壁垒，但学科边界重构的难点不在增设交叉课程，而在遵循系统综合性规律建立问题导向的知识整合机制。课程拼盘式的改革（几门学科课程简单叠加）之所以成效有限，正在于它尊重了学科自身的完整性，却违背了问题本身的完整性——真实问题从不按学科边界出现。改革应按照“反向设计”逻辑展开：先凝练农业产业的真实问题谱系，再围绕问题重组知识模块。华中农业大学在智慧农业专业建设中梳理粮油作物耕种管收的 60 余个核心作业场景，引导学生在真实产业场景中综合运用生物、信息、工程技术进行方案设计、实施与优化[5]，正是以产业问题为组织原则、促使学科知识围绕问题重新编排的有益探索。相关研究亦指出，智慧农业交叉学科建设的关键不在学科数量叠加，而在融合逻辑重构[6]。需要强调的是，学科边界的跨越不等于学科深度的取消——没有扎实的学科根基，跨学科整合只会流于浅表。边界跨越的前提是各学科自身逻辑的充分发育，这是“跨”与“拼”的本质区别。

2.2 场景边界：田间作为知识生产的重要现场

针对“理论与实践脱节”，多数改革围绕“加强实践教学”展开，将实践视为理论的验证或补充。从具身性规律与认识论规律看，这一理解仍不充分：田间不仅是知识的应用场所，更是知识生产的重要现场。西北农林科技大学农学院连续八年开展高产竞赛，将学生置于真实小麦和玉米生产周期中，面对倒春寒、病虫害等问题，学生“带着专业知识下地，带着实践问题回课堂”，形成“学习—检验—再学习”的循环[7]。其成效的关键在于问题来自真实生产、方案效果由田间检验，田间由此同时承担检验功能与知识生成功能。宜宾职业技术学院将人工智能引入“植物保护技术”课程，学生在血橙园中利用 AI 识别工具诊断病害、借助物联网传感器监测土壤数据，由系统生成改良建议[8]——在这里，AI 不只是辅助工具，也参与知识生成过程，学习的场景从知识容器转变为师生与智能技术共同创造知识的实践空间。场景边界跨越的限度同样须以规律把握：技术可以增强、延伸田间经验，但不能取消学生对生命过程的具身亲历；虚拟仿真适合替代“高危、高耗、不可见”的环节，而不宜替代本可亲历的关键农时。

2.3 主体边界：多元行动者的学习网络

传统农艺教育主体结构较简单：教师传授，学生接受。从教学科研社会服务相统一的规律看，这一结构把大

学封闭于自身系统之内，切断了人才培养与知识生产前沿、产业实践现场的活水。边界跨越意味着将多元行动者纳入学习网络，消解教师与学生的固定身份界限。潍坊科技学院“四园联动”育人平台整合校园、田园、科技园、创业园，形成校内教师、企业工程师和一线农技专家“三师共育”机制[9]；湖南在农业领域教育科技人才一体改革试点中，从省农科院遴选 367 位科研骨干、从联合企业选聘 532 位高级工程师，与湖南农业大学校内导师共同组建导师团队，推行“教学在高校、科研在平台、实践在企业”的联合培养方式[10]。这些探索的深层意义在于：一线农技专家带来的不只是实践经验，更是基于长期田间观察的情境判断力——这是书本和课堂无法供给的知识形态。值得注意的是，主体边界的纳入若停留在“聘请几位企业导师”的层面，仍是偶发合作而非结构性安排；唯有通过制度设计将其固化为培养方案的刚性要素，多元主体参与才能从“有之未必然”变为“无之必不然”。

2.4 评价边界：从“知道什么”到“能做什么”

如果前三个层面改变知识生产方式，评价体系则决定这种改变能否持续。当前评价仍较依赖标准化考试和课程论文，这些工具假定知识可编码、可脱离情境测量，与能力生成规律相悖。评价改革的方向，是把考核重心从“知道了什么”转向“在特定情境中能做什么”，从终结性甄别转向过程性诊断，从单一主体评判转向多元主体举证。扬州大学构建“技术—场景—能力映射”课程设计方法，将智能农业技术解构为无人机植保、区块链溯源等应用场景，再转化为模块化课程单元，配套“创新学分银行”和“微证书 + 主修”项目；改革后新兴交叉课程占比从 8% 提升至 25%，实践课程占比从 20% 提升至 40%，学生参与真实产业项目比例从 15% 升至 48%，智能技术熟练度从 40% 提升至 82%[11]。“技术护照”认证框架帮助传统农科教师掌握智慧农业工具链，回应了教师能力转型问题。这一案例的启示在于：评价改革须同时解决三个问题——评什么（能力标准）、怎么评（情境化任务与多元证据）、结果如何用（学分银行与微证书实现学习成果的跨场景积累与认证）。三者缺一不可，否则能力评价只会成为旧评价体系的修辞更新。

3 人才培养目标的新维度

四重边界跨越指向一个共同目标：农艺教育的任务不只是传递固定知识体系，更要培养学生在开放网络中生成知识、解决问题的能力。本文将这一能力凝练为“边界素养”，并将其界定为毕业要求层面的可观测目标，包含三个相互关联的维度。

一是边界认知能力。能够识别不同知识领域、实践场景和行动者网络之间的边界，并理解边界对问题求解的影响。例如，土壤问题不只是土壤学问题，也可能涉及经济与政策。这要求学生对边界性质有所反思：哪些边界源自认识论差异，哪些源自制度安排，哪些源自实践中的利益分化。对应课程目标，可通过跨学科案例分析、问题谱系研讨等环节加以培养与考核。

二是边界跨越能力。能够在不同边界之间建立连接，把不同领域的知识资源整合到问题求解中。中国农业大学重构与新设 1448 门课程、整合形成 72 门跨学科大类平台课，其目标之一即在于此。边界跨越不是简单拼接，而是在不同知识传统之间进行翻译和协调——这正呼应了讲师作为“转译者”的跨边界角色。

三是边界创造能力。必要时能够创设新的边界，以保护特定知识的完整性和深度。边界跨越不等于否认一切边界：地方品种资源、传统农耕智慧等需要以适当边界加以保护，避免在无边界的流动中流失。健康的创新生态既需要跨界流动，也需要有边界保护的知识空间。

从目标定位看，边界素养是对“培养什么样的人”的规律性回答。2025 年中央一号文件将“发展农业新质生产力”纳入“三农”工作重点[12]，要求农业人才不仅掌握专业技术，还能在复杂系统中识别问题、整合资源、创造价值。边界素养与 OECD 核心素养框架中“在异质群体中互动”的能力相通，但更深一层，它既强调知识形态的转换，也强调对边界本身的认识论反思。它还与转化素养（关注迁移）、系统素养（关注整体理解）构成互补——三者共同支撑学生在开放网络中“生成”而非仅仅“接收”知识。

4 一个遵循规律的闭环改革

如果说边界素养回答了“培养什么样的人”，教学改革方法论则要回答“如何稳定地培养这样的人”。对照前文揭示的四个“错位”，深化教改应按照“目标—课程—实施—评价—保障”的闭环逻辑展开，并建立持续改进机制。

4.1 目标层面：从学科知识本位转向问题解决本位

范式转型首先发生在教育目标的确立上。传统农艺教育以学科知识为本位，以问题为本位则意味着知识的价值不再由它所属的学科决定，而由它在真实问题解决中的作用来衡量。这一转向须落实为培养方案中可观测的毕业要求，并通过课程目标与毕业要求的逐层支撑矩阵（OBE 反向设计的核心工具）显性化，避免目标话语与实践运行“两张皮”。

4.2 课程层面：建立跨学科知识整合机制

目标转向要求课程围绕问题而非学科重新编排。需要建立凝练农业产业真实问题谱系的常态化机制，以问题链统领课程链；同时以模块化、项目化设计为课程组织的基本单元，使分散知识在具体问题的求解中形成合力。课程重构必须同步解决内容、结构与运行三个问题，防止“方案先进、运行照旧”。

4.3 实施层面：以场景贯通和主体协同落实教学运行

实施环节的深化要点有二：一是以完整生产周期为单位设计实践教学，建立跨学期、跨年度的“分段式、贯通型”实践体系，回应农业的周期性与不可逆性；二是以制度而非倡议保障多元主体协同，把企业导师、农技专家深度参与教学固化为培养方案的刚性要素，并明确各方的权责边界与知识分工。华中农业大学“三田三早”育人模式（种子田、试验田、丰产田和早进实验室、早进课题、早进团队）[13] 表明，场景贯通与主体协同只有进入制度层面才能持续。

4.4 评价层面：构建能力导向的评价体系

评价改革是闭环中最敏感也最要害的一环。应建立“能力标准—情境任务—多元证据—结果运用”四位一体的评价体系：以边界素养三维能力为纲制定能力标准；以覆盖真实农时的项目任务为载体采集学习证据；由教师、企业导师、农技专家等多元主体参与评判；以学分银行、微证书实现成果的跨场景积累与认证。同时应发挥评价的反馈改进功能，形成“评价—反馈—改进”的运行回路，而非仅作甄别排序之用。

4.5 保障层面：制度创新与技术赋能并重

制度层面须正视制度弹性与标准化之间的张力，以灵活学分认定、跨学院课程共享、校企合作长效机制为改革提供空间。全国政协委员昝林森指出，农林领域教育科技人才一体化存在人才培养与产业需求结构性错位、人才流动与评价机制柔性不足、科技成果转化制度性梗阻等问题，建议建立“产业出题、院校解题、共育人才”的产教融合长效机制[14]。这些建议本质上是为人才培养提供制度保障。与此同时，教师是闭环中最活跃的变量：教师角色须从知识传递者重构为学习网络的组织者和不同知识形态之间的协调者，这要求教师自身具备边界素养并获得制度化专业发展支持——扬州大学“技术护照”认证框架说明，教师能力转型不能仅靠教师自觉，更需要制度化的保障[11]。

上述五个层面构成一个自我强化的闭环。目标引领课程，课程依托实施，实施产生证据，评价反馈改进，保障支撑全局；任一环节的缺位都会使改革退回到经验探索的老路。同时，闭环的运行遵循 PDCA 式的持续改进逻辑，使改革成效在时间维度上可检验、可修正、可积累。

5 结语

农艺教育教改的深层问题，不只是“如何教得更好”，更是“在什么知识生产逻辑和什么教育规律之下教”。本文的双重规律观照表明，从“田块”到“网络”的转型，不是对农业教育传统的背离，而是高等教育规律和农科教育规律在农业知识生产方式变革条件下的必然展开——生命性、周期性、区域性与具身性要求守住某些边界，系统综合性、知识生产的网络化要求跨越另一些边界，边界素养则要求具备在二者之间判断和行动的元能力。农艺教育的范式转型，最终须以闭环式的教学改革将其制度化，并以“培养出什么样的人”来检验。守住规律，方能跨越边界；跨越边界，方能守住农艺教育的根本。

需要看到，边界跨越实践仍处于探索阶段，多数案例属于局部尝试，系统性制度设计和基于长周期的效果评估仍不充分。未来研究可在三方面推进：其一，在理论层面，发展更精细的分析工具，理解边界跨越、边界重构、边界消解等策略与不同教育规律的对应关系，为边界素养提供理论支撑；其二，在实证层面，建立跨院校比较研究平台，在覆盖完整农业周期的长时间尺度上评估不同路径对人才培养质量的影响；其三，在制度层面，引入制度分析，探究何种治理结构和学科制度安排能够支撑教育系统的结构性变革。

参考文献：

[1] 任金政. 推动新农科建设向纵深突破[N]. 光明日报，2026-02-10(13).

[2] Engeström Y. Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research[M]. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

[3] Pesanayi T V. Boundary-crossing learning in agricultural learning systems: formative interventions for water and seed provision in southern Africa[D]. Rhodes University, 2019.

[4] Liu Y, Wang Y, Cui H, et al. Digital transformation and green agricultural skills:A cross-case policy analysis of cost-effective competence development[J]. European Journal of Education, 2026, 61(2): e70537.

[5] 华中农业大学植物科学技术学院. 拥抱未来，融创致新——新农科 2.0 人才培养的探索与实践[EB/OL].2025-

08-15. https://cpst.hzau.edu.cn/info/1032/23010.htm.

[6] 姚霞，曹卫星，刘小军等. 新质生产力背景下新农科建设的实践探索——以智慧农业交叉学科为例[J]. 江苏高教，2026(08): 52-56.

[7] 冯丽，李晓燕，杨远远. 一块“练兵场”八年“丰收课”——西北农林科技大学农学院以“高产竞赛”培育知农爱农人才[N]. 中国教育报，2026-07-06.

[8] 张赟芳. 宜宾职业技术学院：科技画笔绘就“智慧橙乡”[N]. 中国教育报，2026-02-02.

[9] 潍坊科技学院：立足地方农业产业发展 培养实用性农技人才[EB/OL]. 山东省教育厅，2026-08-25. http://edu.shandong.gov.cn/art/2026/8/25/art_11972_10350947.html.

[10] 科技日报等多家媒体报道：湖南积极探索农业领域教育科技人才一体改革试点[EB/OL]. 湖南省科学技术厅，2026-09-18. https://kjt.hunan.gov.cn/kjt/xxgk/gzdt/mtgz/202609/t20260918_34067259.html.

[11] SHI J, ZHANG Z F, GAO R, et al. Cultivating talents at tertiary agricultural institutions in China for sustainable and intelligent development[J]. Sustainability, 2025, 17(21): 9754.

[12] 金绍荣. 发展农业新质生产力 新农科人才培育要上新台阶[N]. 光明日报，2025-06-24(15).

[13] 华中农业大学植物科学技术学院.问力耕之要，学耕耘——植科院推进“三全育人”的改革与实践[EB/OL]. 2025-06-05. https://yurenhao.sizhengwang.cn/a/hznydxzwkxjsxyycjys-jgdzb/250605/2164707.shtml.

[14] 李媛. 昝林森委员：探索校地企人才共引共用“带编流动”机制[N]. 中国科学报，2026-03-11(4).

基金项目：海南大学 2026 年度教育教学改革研究课题教师自主项目（编号 Hdjy2026-27）；农艺教育院本科生教学教辅运转经费。

作者简介：陈娜（1988-），女，山东济南人，硕士，讲师，研究方向：从事农艺教育教学工作。

* 通讯作者：于旭东（1973-），男，四川三台人，博士，副教授，研究方向：从事农业教学工作。