

农业“卡脖子”技术：系统解读及应对路径

匡远配, 贺昭*

(湖南农业大学 经济学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 农业的弱质性、风险性、基础性与公益性等特点使得农业“卡脖子”技术呈现出技术、经济与社会的多维内涵及特征。这决定了农业“卡脖子”技术复杂多元的形成逻辑：既有旧模式与新阶段内生性矛盾的制度逻辑和强公共物品性的属性逻辑，也有风险高、收益低的经济逻辑和长期忽视基础研究的政策逻辑。基于农业“卡脖子”技术的多维内涵，本文遵循“技术本质→市场响应→战略价值”的渐进识别路径构建了农业“卡脖子”技术三阶段漏斗式识别框架并就中国农业作存在性判断，结果表明，中国在农业种业、农业机械、智慧农业三大领域均不同程度地存在“卡脖子”技术。据此提出应构建“体制创新-机制优化-主体协同-基础强化”四位一体的系统方案应对农业“卡脖子”技术问题。

关键词: 农业技术；“卡脖子”技术；形成逻辑；识别框架

中图分类号: F303.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-2013(2025)03-0018-10

Agricultural “chokepoint” technologies: A systematic analysis and coping path

KUANG Yuanpei, HE Zhao*

(College of Economics, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The characteristics of agriculture, such as its vulnerability, riskiness, fundamental nature, and public welfare attribute, endow agricultural “chokepoint” technologies with multi-dimensional connotations and features in terms of technology, economy, and society. This determines the complex and diverse formation logic of agricultural “chokepoint” technologies: there are not only the institutional logic of the endogenous contradictions between the old model and the new model and the attribute logic of strong public goods attribute, but also the economic logic of high risks and low returns and the policy logic of long-term neglect of basic research. Based on the multi-dimensional connotations of agricultural “chokepoint” technologies, the study constructs a three-stage funnel-shaped identification framework to assess the existing problems of agricultural “chokepoint” technologies according to a progressive identification path of “technological essence→market response→strategic value”. The research shows that there are “chokepoint” technologies in three major fields: agricultural seed industry, agricultural machinery, and smart agriculture. To address the agricultural “chokepoint” technology issues, it is proposed to construct an integrated four-pillar system encompassing institutional innovation, mechanism optimization, multi-agent coordination and infrastructure enhancement.

Keywords: agricultural technology; “chokepoint” technologies; formation logic; identification framework

一、问题的提出

2023 年中央一号文件提出，要立足国情农情，体现中国特色，建设供给保障强、科技装备强、经营体系强、产业韧性强、竞争能力强的农业强国。

收稿日期: 2024-10-08

基金项目: 湖南省社科重大项目(242WA10)

作者简介: 匡远配(1973—)，男，湖南武冈人，教授，博士生导师，主要研究方向为农业经济理论与政策。*为通信作者。

只有不断加大对农业科技和专业化人才的支持力度，才能为加快建设农业强国提供全方位的支撑^[1]。2024 年，习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调，科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素。科技创新可以拓展劳动资料和劳动对象的边界，实现关联结构和组合方式的优化。其中，关键核心技术的研发创新和推广具有“牵一发而动全身”的作用，而“卡脖子”技术的突破性进展更能起到“以点破

面”的效果，能够带动、实现技术的整体性跃迁^[2]。目前，我国农业科技已经跻身世界前列，初步形成了少量领跑、多数并跑和跟跑的基本格局。然而，农业科技发展面临的一批“卡脖子”难题也逐渐凸显，成为我国建设农业强国的关键堵点^①。精准识别并突破农业“卡脖子”技术，提升农业关键核心技术自主能力，助力催生农业新质生产力是建设农业强国的必由之路。

已有研究对于一般“卡脖子”技术的概念内涵、形成原因、技术特征进行了详尽的分析^[3,4]，并在此基础上，采用专利分析、专家评价、层次分析、指标评估等多种方法进行筛选，建立了较为完备的识别“卡脖子”技术的指标体系，针对如何破解现有“卡脖子”技术难题也提出了重要思路和策略^[5-11]。然而，截至目前，学界对农业“卡脖子”技术如何界定尚未达成共识，缺乏一个能够有效识别农业“卡脖子”技术的系统性分析框架。尤其是，对于农业中某些关键产业（如种业）是否存在真正构成发展瓶颈的“卡脖子”技术，学界仍存有不少争论^[12,13]。相比于一产业，农业具有弱质性、风险性、基础性与公益性等特点，相应地，农业“卡脖子”技术也有其独特内涵，那么，在农业这类具有特定复杂性的技术领域，用于识别“卡脖子”技术的一般方法是否依然适用？农业“卡脖子”技术具有怎样的内涵及特征？应遵循怎样的识别逻辑？这些问题亟需进一步阐明。本文拟对农业“卡脖子”技术进行系统解读，探索应对策略。

二、农业“卡脖子”技术的多维内涵及特征

要探究农业“卡脖子”技术相较于一般“卡脖子”技术的核心差异，首要且关键的研究议题在于清晰界定农业“卡脖子”技术的多维内涵。

“卡脖子”技术一词的起源可以追溯到2018年美国对中兴通讯的制裁事件以及随后《科技日报》对这一现象的报道和描述。结合已有研究，本文将农业“卡脖子”技术定义为：在农业领域内具备一定复杂创新性、短期内难以克服、研发滞后且对外依赖性强，对农业科技领域技术创新、农业产业链安全、社会民生已经产生影响或存在潜在制约的农业关键核心技术或高技术产品^[3,14,15]。农业是人类借助自然环境，依靠生物体机能，并通过劳动调控生物的生命过程从而获取所需物质产品的社

会生产部门。农业“卡脖子”技术既具备一般“卡脖子”技术的共性特征，又因其产业特点而呈现出独特的内涵和特征。

（一）技术属性维度

从技术自身的属性来看，一般“卡脖子”技术具有难以攻克性和复杂创新性，往往是行业或企业发展中科技含量最高的关键核心技术，同时也是覆盖多领域、多学科的复杂技术体系^[5]。农业生产涉及复杂的生物质生产过程，其“卡脖子”技术更具有如下特征：

一是长周期迭代刚性。该属性根植于生物有机体作为技术载体的固有特性，具体表现为两个维度的刚性约束：其一，生物遗传周期不可压缩。研究显示，畜禽遗传改良周期需持续多个世代（约8~15年），显著超过机械装备3~5年的迭代周期^②。这种刚性源于生物体遗传物质表达必须经历完整的生理发育过程，凭借技术手段难以突破遗传代际传递的自然规律^[16]。其二，生态系统验证不可跨越。部分农业技术创新须通过全生育期验证与跨年度实证研究双重检验：品种适应性评价需覆盖目标生态区3~5个完整气候周期；生态安全评估要求持续观测次级生态效应2~3年。这种双重刚性约束导致农业“卡脖子”技术的突破周期呈现显著滞后效应，加大了其技术攻关难度。

二是多维环境适配性。多维环境适配性是指农业“卡脖子”技术在推广应用中必须跨越地理、气候、社会等多重环境屏障的特性，这一属性根植于农业生产的生态复杂性和地域异质性^[17]。相较于一般技术，农业技术往往需针对特定作物、标准化种植模式及产品目标进行专门设计。例如，荷兰面向加工型番茄的温室技术非常先进，而我国的主导栽培品种多为鲜食型番茄，其光温需求与荷兰的加工型番茄存在显著差异，这凸显了技术转移中的环境适配挑战。因此，农业技术的采纳与应用无法简单奉行“拿来主义”。进一步地，在农业机械、节水灌溉、配方施肥等技术领域，地形适应性、土壤条件匹配度及气候适应性等方面的差异增加了农业“卡脖子”技术突破的复杂性。此外，农业技术的成功应用还需经受农业生产主体适应能力的考验。鉴于我国“大国小农”的基本国情，小农户占据农业生产的主体地位，倾向于沿用传统技术，其技术采纳率、成本接受度以及智能装备渗透率普遍较低。这要求农业“卡脖子”技术的研发与推广必须充分考虑小农户

的使用需求,降低技术的使用门槛与操作难度^[18]。因此,农业“卡脖子”技术的突破不仅需要克服自然环境的限制,还需充分考虑社会经济因素,特别是小农户的技术接纳能力与使用习惯,具有相当的复杂性。

(二) 经济属性维度

从市场可获得性和市场依赖程度等经济因素来看,“卡脖子”技术具有研发滞后性和垄断依赖性^[19]。后发国家与先发国家会存在短期内难以缩小的技术差距,加上自身研发滞后且难以追赶,导致技术垄断程度提高,供应链断裂风险加大。在现有的国际分工体系中,大量关键核心技术被某些国家的强势垄断团体所掌握,迫使后发国家形成深度依赖,催生出“卡脖子”技术。而农业本身具有一定的“弱质性”,使得农业“卡脖子”技术在市场上显示出如下特征:

一是市场隐性风险大。市场隐性风险是指受限于市场机制固有缺陷,某些系统性风险长期处于不可观测状态,直至外部冲击触发阈值时显性化的现象。其本质是价格信号对产品或服务供需深层矛盾的失真映射。农业技术与农业生产息息相关,诸如大米、小麦等关乎民众日常生活的农产品,其需求价格弹性相对较低,相关的农业生产对特定技术(如种源、农机等)存在较强的依赖性,这就导致农业技术应用对价格变动高度不敏感。当部分农业技术(如转基因抗虫棉种等)供应的市场价格上涨时,农户仍被迫购买,市场无法通过“价格上涨,需求下降”的市场规律性变化自然暴露技术供给风险,短期市场信号失真,这种“需求无弹性陷阱”掩盖了技术垄断的真实威胁,进而会造成部分农业技术研发滞后,以“温水煮青蛙”的方式悄然演变成“卡脖子”技术。

二是复合型市场失灵。复合型市场失灵是指多个导致市场失灵的因素同时存在。农业“卡脖子”技术的形成可溯源于其特殊的市场失灵机制,该机制从双重维度弱化技术攻关的市场投资激励。从市场供需结构视角看,这种失灵本质上是农业技术经济属性与市场运行规律的系统性错配。农业技术作为农业科研人员的劳动产品,不能简单看成是公共物品,而应该根据其在消费上是否具有排他性、竞争性和外部性,将其分为“私人技术”“公共技术”及“半公共技术”(或“准公共技术”)三类^[20]。而农业技术之所以被“卡脖子”,是因为其正外部性与非

排他性。首先,技术效益外溢引发投入-收益失衡。农业技术创新的正外部性特征使得其社会边际收益显著超越私人边际收益,尤其在粮食安全保障、生态服务功能等公共价值方面更为突出。现行价格机制无法有效捕获这些跨域价值,导致私人投资回报率持续低于社会预期水平,产生典型的“公地效应”^[16]。其次,产权实施障碍导致技术独占性失效。这种非排他性困境在农业领域表现为两个层面的制度约束:其一,物理非排他困境源于生物遗传信息的自发扩散机制,种质资源性状漂移等自然过程形成不可控的技术外溢通道;其二,制度非排他困境表现为基础性农业技术(如土壤保育方法)难以构建有效的产权界分机制,知识产权制度在农业知识累积性创新中的保护效能显著衰减^[18]。上述双重失灵机制的耦合作用,导致农业技术研发市场出现严重的“市场失灵”,私人投资边际回报率低于社会边际收益率,进而,私人投资拒绝进入农业技术供给不足的“市场盲区”,从而产生已经被“发现”却迟迟无人突破的农业“卡脖子”技术,最终形成对技术引进的高度依赖。

(三) 社会属性维度

从技术的社会影响视角来看,一般“卡脖子”技术的突破关乎国计民生,具有民生性和国家战略性。民生性是指“卡脖子”技术与其所支撑的社会基础功能间的强关联性,表现为技术供给安全对社会成员基本生存权、发展权的保障作用。国家战略性是指“卡脖子”技术影响大而广泛,兼具短期紧急性与长期战略性,涉及产业链的关键环节和产业发展的关键领域,对经济社会发展、产业链安全、经济安全、国家安全等影响重大^[5]。农业对整个社会而言,始终是一个保证粮食等基本农产品供给、维持国民经济稳定和促进工业发展的重要生产部门,这使得农业“卡脖子”技术更具有基础民生性。

农业“卡脖子”技术的基础民生性特征,源于其对人类社会生产生活的底层架构作用,其发展水平直接规制农业产业生态与社会治理结构的耦合效能,本质上构成社会基本秩序的物质基础。这种特性通过双重路径作用于民生保障体系:其一,改变就业结构。农业技术突破能通过重构生产要素配置效率产生双重就业优化机制,纵向维度上,技术升级释放的人力资源(大量农民)通过技能重塑实现职业跃迁,推动劳动力市场向非农领域动态迁移;横向维度上,技术突破催生的新兴业态(如智慧农业

服务)创造新的就业空间,形成传统农作与现代技术相结合的新岗位。这使得农业“卡脖子”技术关系亿万农民的生计。相较于一般农业技术,农业“卡脖子”技术的突破因其系统集成特性,更能触发产业链就业岗位的乘数效应,产生“技术突破-产业扩展-就业衍生”的正向循环^[21]。其二,促进农民增收。农业技术突破能通过重构农业生产函数实现农民的普惠性增收,在微观层面,技术应用产生的边际成本递减效应直接提升经营主体收益;在中观层面,技术外溢引致的全要素生产率增长,推动农业价值链向微笑曲线两端延伸;在宏观层面,技术自主可控性增强产生的产业安全溢价,转化为可持续的民生福利。值得注意的是,受益于技术扩散过程中知识壁垒的破除与要素获取门槛的降低,农业技术突破的增收效能呈现边际收益递增特征,使得弱势农户群体的福利改善弹性系数显著高于其他社会群体^[22,23]。

由于技术供给能力对粮食系统控制权的支配作用越来越突出,农业“卡脖子”技术的国家战略性愈加表现为粮食安全关联性。科技是粮食安全问题的根本出路,是突破农业发展“瓶颈”的源动力^[24]。从大食物观的角度看,多数农业技术对粮食安全存在或直接或间接、或强或弱的影响,其中,处于产业链关键节点的核心技术短板(例如基因编辑技术、智能农机操作系统等)往往通过支配关键环节的生产,对粮食供应链形成全局性影响。在此框架下,判定技术“卡脖子”风险的核心标准在于农业技术与粮食安全体系的耦合深度。因此,与粮食安全紧密相关的技术成了最可能被“卡脖子”的环节。

三、农业“卡脖子”技术形成的多元逻辑

技术、经济与社会的多维内涵及特征决定了农业技术“卡脖子”的影响因素多样,形成逻辑复杂。

(一) 旧模式与新阶段的内生性矛盾是农业“卡脖子”技术形成的制度逻辑

习近平总书记在党的十九大报告中指出:“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。”在高质量发展要求下,旧模式与新阶段的矛盾冲突更加激烈。从制度的角度来看,农业“卡脖子”技术的出现,说明我国农业经济发展的驱动要素结构不合理,原有的增长模式难以适应新的发展阶段和外部环境。在经济发

展初期,我国主要依赖自然资源以及低廉的劳动力等“低级生产要素”来实现经济增长,而非以科学技术作为核心驱动力^[4]。同时,受城乡二元经济结构影响,我国农业形成了“内卷化”的“过密型增长”模式,习惯于以劳动力代替资本和技术^[25]。到了经济发展中期,进口产业发展所需的农业关键核心技术成了我国基于现实发展情况的适宜选择。在旧的农业增长模式下,虽然我国凭借低成本优势能够承接发达国家的技术转移,但劳动替代技术和资本发展模式无法很好地发展高新科技,使得一大批农业核心技术逐步出现“卡脖子”难题。在成熟技术转移的红利被“收割”完毕后,技术引进主体既不能实现技术水平的提升,又无法将应用性技术转型为原创性技术,科技水平逐渐不满足新发展阶段创新驱动的要求,农业增长的旧模式与新发展阶段产生矛盾。而相对于一般技术,农业技术的变革又往往具有一定的滞后性,由此,大量的农业关键核心技术被“卡脖子”。

(二) 强公共物品性是农业“卡脖子”技术形成的属性逻辑

农业“卡脖子”技术的公共物品属性强,使得技术因缺少投入而被“卡”。农业是利用动植物的生长发育规律,通过人工培育来获得产品的产业。农产品生产过程中的所有技术要点几近公开透明,保密性差,具有较一般技术更强的公共物品属性。因此,私人部门缺乏研究动力,农业技术必须由政府干预。而政府作为提供农业技术的间接主体,往往“有心无力”,只能激励作为直接市场主体的企业进行研发供给。但是,农业技术“非排他性”带来的正外部性难以通过市场内部化,导致成本高而投资收益低,企业投资意愿低。企业的趋利性与农业“卡脖子”技术的公共物品属性之间的矛盾使得农业企业在投入上“有力无心”^[26]。农业关键核心技术的高壁垒性(攻关难度高、周期长、投入大)叠加公共产品属性,致使市场驱动力弱化、研发投入不足,最终催生农业“卡脖子”技术。

(三) 风险高、收益低是农业“卡脖子”技术形成的经济逻辑

农业“卡脖子”技术的创新风险高。一是农业技术的投资回收期长,其投资风险随动植物有机体生长的周期性和季节性的延长而增大,对于短期内难以攻克的农业“卡脖子”技术来说其风险更甚^[27]。二是农业技术研发面临自然与技术风险的双重约束。农作物生产依托非可控自然环境,叠加技术迭代不确定性,导致研发主体抗风险能力弱化。三是

研发的专门性强,区域性明显。农业不同区域的地域性决定了其应用范围的有限性,市场狭小导致收益受限,技术供给主体缺乏研究动力。

农业“卡脖子”技术的创新收益低。一是农业“卡脖子”技术涉及大量需要长期投入但回报缓慢的基础研究,收益空间狭小,无法有效吸引资本。农业技术供给主体往往更愿意研发投资周期短、收益更高的一般农业技术。二是虽然农业“卡脖子”技术运用于生产后能够带来农产品产量的显著增长,但农产品需求弹性小,技术采纳后农产品边际产出可能大于需求增量,农产品面临“丰产不丰收”的风险,最终导致收入增长缓慢甚至下降,技术研发成本难以收回,收益不确定性大^[28]。

农业技术创新的高风险性和低收益性通常使得很多农业企业望而却步,导致农业“卡脖子”技术研发缺乏激励,增大了突破的难度。

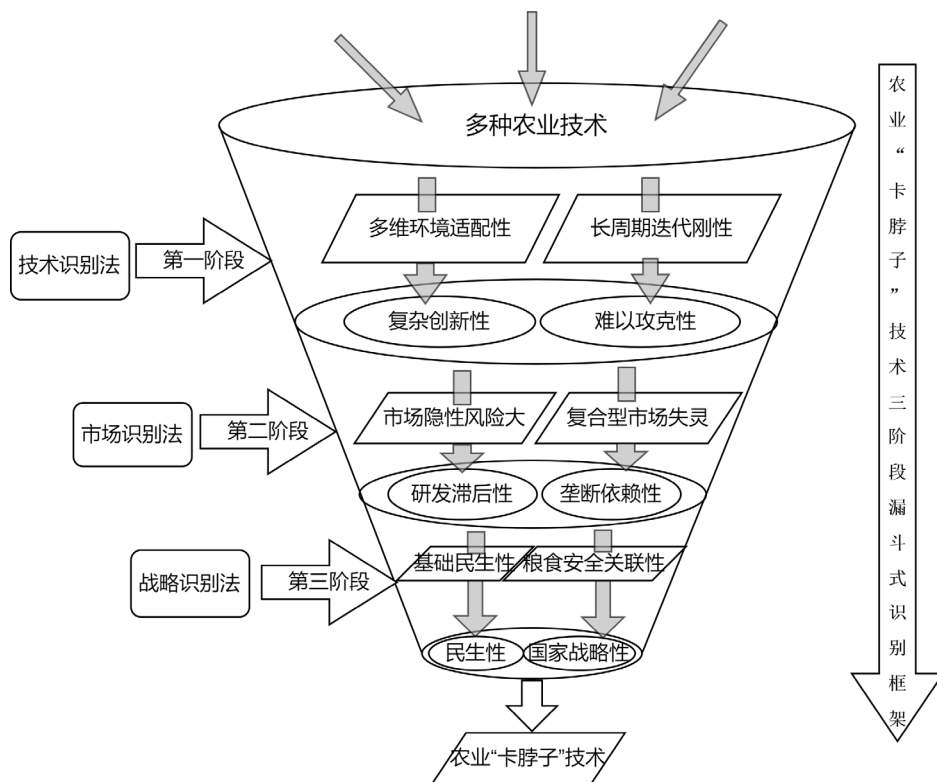
(四) 长期忽视基础研究是农业“卡脖子”技术形成的政策逻辑

改革开放以来的国家战略偏差助推了农业“卡脖子”技术形成。改革开放初期,我国大量引入西方技术,这在带来生产效率提高、经济飞速发展的同时也在无意中偏离了科技发展的正常轨道。科技创新是先进生产力的核心驱动力,然而在片面追求

短期GDP增长的导向下,我国未能重视增长质量,对基础研究的投入明显不足。例如,我国的研发经费投入强度从2011年的1.76%增长到2021年的2.23%,提升了0.47个百分点,增幅达到26.7%,但是,在基础研究方面的投入却相对较低,仅占研发经费的6.3%,远低于其他科技强国^⑧。基础研究是驱动科技革命的核心引擎,不仅为构筑科技先发优势提供关键支撑,更是孕育重大技术突破的源头活水。当政策持续将资源集中注入应用端时,表面上会带来技术迭代的短期繁荣,实则会使整个科学技术的发展出现“上游断流、下游淤塞”的结构性矛盾^[29],农业技术的复杂系统特性(需多学科理论支撑)使这种断裂效应成倍放大,加上基础研究投入不足导致技术进步后劲不足,形成农业领域关键技术核心技术被“卡”的局面。

四、农业“卡脖子”技术存在性判断

“卡脖子”技术识别框架是一种用于系统性地识别“卡脖子”技术问题的结构化方法或工具。基于上述分析,借鉴江瑶、陈劲、邓岩等^[5,6,8,27]的研究,本文遵循“技术本质→市场响应→战略价值”的渐进识别路径,构建农业“卡脖子”技术三阶段漏斗式识别框架(图1)。



首先,基于技术属性维度采用技术识别法做符合技术演进规律的识别。农业技术研发的对象多涉及动物、植物和微生物等生命体,而长周期迭代刚性和多维环境适配性会强化农业“卡脖子”技术的难以攻克性和复杂创新性,因此,识别框架应纳入农业技术评估体系,揭示农业技术区别于工业技术的生物性约束特征。其次,基于经济属性维度采用市场识别法做符合市场供需特征的识别。供需关系是判断一项技术需求的重要“显示器”,能够判断农业技术的市场满足程度和市场可获得性。市场隐性风险容易形成价格对农业关键核心技术的识别盲区,从而导致研发滞后。复合型市场失灵则会引发投资收益外溢,造成技术投资不足,从而加剧对外的垄断依赖。因此,识别框架也需要解析农业市场特征对技术市场供需关系的影响。最后,基于社会属性维度采用战略识别法做符合国情、农情的技术识别。基础民生性最能反映农业“卡脖子”技术的基础社会影响力,粮食安全关联性最能体现其国家战略性,依据农业技术与农民就业、收入和粮食安全的关联程度,可以判断其对于国计民生的重要程度。

基于以上判断准则的依次满足程度,本文构建了三阶段农业“卡脖子”技术的识别框架。该递进识别框架能够有效规避单一维度识别的系统性偏差,确保技术识别兼具科学性与政策指向性。

参照上述识别框架,本文对我国种业、农业机械、智慧农业三大农业技术领域做农业“卡脖子”技术的初步识别,即存在性判断。

(一) 种业领域“卡脖子”技术的存在性判断

种业是农业的“芯片”,是建设现代农业的标志性、先导性工程,是实现农业科技自立自强的关键。种业领域是否存在“卡脖子”技术呢?从技术识别法的角度来看,2019年,我国种业植物品种权国外申请仅有40件,占国内外申请总量的0.54%,这说明我国在种业知识产权国际布局方面远远落后于发达国家,存在发展严重滞后的问题^[30]。不仅如此,我国种业存在育种数量多而质量不高的问题。即便在育种相关专利申请数量上,我国已经超过美国,但在全球高价值的8379件生物育种核心专利中,我国仅有461件,说明我国种业技术与世界先进水平仍存在差距^[31]。从市场识别法的角度看,我国种业技术存在较高的对外依赖。如2021年,我国种子存在高达3.5亿美元的贸易逆差^⑥;耐储番茄、甜椒等种子多数依赖进口,玉米、大豆等重要

粮食作物单产水平不到世界先进水平的60%^⑤;种猪、奶牛、白羽鸡、牧草等的核心种质资源70%以上依赖进口;生猪的饲料转化率、奶牛产奶量都只勉强达到国际先进水平的80%^[32,33]。此外,我国在农业科技领域的投入仅占农业GDP的0.71%,相较于发达国家2%~3%的投入水平存在显著差距,且超过80%的投入集中于农业应用技术领域,而对于育种研发的投资则相对匮乏^[34]。可见,在农业领域中,种业正面临较为明显的“卡脖子”技术问题。从战略识别法的角度来看,种业作为农业的“芯片”,在维护国家安全,尤其是粮食安全方面发挥着关键性作用。实践经验充分显示,种质资源对于粮食产量提升的贡献率超过45%,在推动畜牧业发展方面的贡献率也高达40%^[35]。科学试验表明,优质种子在提高粮食作物单产方面起着决定性作用,在发达国家,良种对粮食增产的贡献率普遍在50%~60%的水平^[36]。据预测,至2035年,我国多种食物的国内需求量将超过生产量,供需缺口将持续扩大,玉米的自给率或将下降至82%,牛羊肉及奶制品的自给比例预期降至70%~80%,食糖的自给率则将下降至40%,而大豆的供需不平衡状况亦将加剧^[37]。因此,在“粮食安全观”逐渐扩展为“食物安全观”的时代背景下,农业领域中的“卡脖子”技术攻关还需着重于玉米、大豆等重要粮食作物研发领域的突破性进展,同时,亦需加大对牛羊等畜产品种源研发的投入力度,以期提升品种效益与生产效率^[38]。

(二) 农业机械领域“卡脖子”技术的存在性判断

农业机械化对于提高生产力具有关键作用。从技术识别法的角度看,截至2018年的数据显示,在农机装备领域,我国一般专利在全球专利授权中的占比高达64.34%,这一比例超过了全球其他国家农机装备领域的专利授权总和^[39]。然而,从专利强度的角度看,在代表技术核心竞争力的核心专利方面,我国却极少,仅拥有1件核心专利,在自身全部专利总量中的占比微乎其微,仅为0.02%^[39]。这一数据直观地揭示了我国农机装备领域专利数量庞大但质量不高的问题,特别是在农业机械装备的关键核心技术领域,存在着明显的短板与不足。从市场识别法的角度来看,关键技术、核心零部件及高端农机装备严重依赖进口,高端农机研发能力不足,市场被进口农机垄断。在国内,虽然北方平原

和旱田地区农业机械化发展较快,尤其是小麦、水稻、玉米三大主粮生产基本实现全程机械化,但是南方水田地区特别是西南丘陵山区农业机械化发展较慢,主要经济作物面临“无机可用”的困境^[40]。从战略识别法的角度来看,在农业劳动力向非农产业大量转移的背景下,农业机械化发展能够实现机器对劳动力的替代,通过直接效应、替代效应和技术进步效应三个路径增加农民收入,保证农户种粮积极性,降低自然或人为因素导致的粮食减产的风险,保障粮食安全^[41,42]。尽管我国农业机械化水平持续提高,但从区域差异和作物差异等方面来看,农业机械化发展仍面临不少困难,影响“谁来种粮”问题的进一步解决。例如,我国丘陵山区农作物在生产过程中的耕种收综合机械化水平不足 50%,尤其在西南地区,该比率仅为 29%,与全国 69%的总体平均水平存在较大差距,这对丘陵山区粮食产量的增长造成了较大制约^[43]。与主要粮食作物普遍实现 85%以上的机械化水平相比,其他一些粮食作物的机械化水平相对较低。例如,2021 年,马铃薯的机械化水平只有 50.76%,油菜和花生的机械化水平分别仅为 61.92%和 65.65%,蔬菜生产的机械化水平更低,仅为 36.5%^[44]。因此,农业机械领域“卡脖子”技术问题较为突出。

(三) 智慧农业领域“卡脖子”技术的存在性判断

智慧农业对农业强国建设具有标志性作用。智慧农业是一种将现代信息技术与农业生产、经营、管理、销售和服务全流程紧密结合的农业形态。它通过互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能以及智能机械等技术的综合应用,实现了信息的广泛采集、智能决策和自动化控制。智慧农业以数据为核心,推动农业向智能化、精准化和集约化方向发展,从而提升农业生产效率和管理水平^[45]。智慧农业领域是否存在“卡脖子”技术呢?从技术识别法的角度来看,我国在智慧农业领域总体还处于跟跑状态。从数量上看,截至 2023 年 9 月,我国发明专利申请量累计达到 330 014 件,是美国的 4.3 倍;但从质量上比较,我国智慧农业在高端技术领域与美国存在较大差距:2017 年,我国与美国的专利平均权利要求数分别为 13.1 项和 16.3 项,我国智慧农业发明专利主要集中在 3~5 项和 6~10 项权利要求区间,而美国智慧农业发明专利则主要集中在 16~20 项和 21~30 项的区间^[46]。从市场识别法的角

度来看,我国智慧农业基础研究尤为不足,不仅存在技术上的“短板”问题,还存在总体技术水平较低的“短桶”问题,整体技术水平与发达国家相差 15~20 年^[47]。因此,智慧农业领域也存在制约发展的“卡脖子”技术问题。从战略识别法的角度来看,智慧农业能够显著提高农业生产质量、安全和效率,降低生产成本,也将有效解决我国未来长期持续面临的“谁来种地、怎样种好地”的重大问题。目前,我国传统粮食生产方式遇到持续增产瓶颈。一项研究针对我国 1978 年以来的粮食产量与化肥施用量之间的关系进行了深入分析,结果显示两者之间存在着极为显著的相关性。该研究亦指出,随着化肥施用量的增加,其对粮食产量提升的边际效应逐渐递减,表明我国粮食增产已步入一个相对稳定的平台期^[48]。以大豆和玉米为例,我国作为世界上最大的粮食进口国,大豆与玉米的进口量位居全球前列,两者进口量合计占我国粮食进口总量的 76%。然而,我国大豆与玉米的单产水平相对较低,且单位生产成本约为美国的 2.1 至 2.2 倍,表明我国在提升农业生产效率、降低成本方面具有巨大的潜力与空间。一项针对过去 15 年间玉米单产增长因素的研究揭示,气候因素和田间管理对增产的贡献率分别为 48%和 39%,可见精细化管理对促进粮食单产提升的重要作用^[49]。发展智慧农业,推动粮食生产过程的精细化、精准化管理,增强田间管理在粮食单产增加中的作用,减弱气候变化对粮食生产的影响是未来农业的发展方向。

五、农业“卡脖子”技术问题的应对路径

突破农业“卡脖子”技术瓶颈是构建我国农业科技自主创新体系、推进农业强国建设的战略需求。相较于工业等领域的技术突破路径,农业技术攻关需遵循其特有的内生性演进规律,既要摆脱生物生产周期刚性、多维环境适配性等天然约束,又要突破市场隐性风险与复合型市场失灵的多重市场扭曲机制耦合的困境。由此,本文提出“体制创新-机制优化-主体协同-基础强化”四位一体的应对路径,与农业产业特质适配,助力实现农业“卡脖子”技术的突破。

(一) 体制创新:构建农业关键核心技术攻关的新型举国体制

要建立健全以农业产业领军企业为主导、政府多维政策为支撑的农业关键核心技术攻关新型举

国体制。举国体制的优势在于能够统一调配和集聚有限资源,突破资源规模临界点,通过统一管理打破部门分割,确保决策和管理效率最大化^[50]。农业“卡脖子”技术的突破直接关系到粮食安全、农业效率提升和可持续发展,建立适宜的关键核心技术攻关新型举国体制才能更好地处理社会主义市场经济体制下政府和市场之间更为复杂的关系,解决市场机制扭曲带来的突破能力受限问题,对农业关键核心领域的创新生态系统进行前瞻性布局。首先,政府部门需在农业关键核心技术攻关中发挥核心的组织与统筹作用。在新型举国体制下,政府要有清晰的战略目标、高效的组织能力和强大的资源分配能力,以保障粮食安全为核心,围绕重大战略性新兴产业创新工程,聚焦农业“卡脖子”技术,依托国家实验室、科技创新中心等新型研发机构,整合全社会资源,引导政策与资金向核心科技集成、新生产要素集聚及优势产业集群倾斜,推动跨行业、跨领域、跨团队、跨学科的协同攻关。同时,政府应积极推动探索大规模协同的农业关键“共性技术”研发,突破农业关键共性技术瓶颈,为农业供应链、产业链与创新链的安全性、引领性、协同性、颠覆性及原创性提供坚实的制度保障与机制支持。其次,推动符合新型举国体制需要的有为政府与有效市场的共建。要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,通过构建高标准市场规则体系,强化农业技术创新知识产权保护。具体而言,政府应加快推进相关法律法规的修订与完善,支持相关部门优化技术检测手段,充分利用基因检测、大数据等先进工具,提升新技术审定效率及知识产权侵权查处能力,从而切实激发农业企业等市场主体的技术创新活力与潜力。此外,需重点完善税收优惠(如加计扣除)、金融支持、人才配置及资源共享等方面的政策,进一步优化营商环境,鼓励私营部门积极参与农业重大问题的协同研究与技术应用开发。

(二) 机制优化: 建立健全农业“卡脖子”技术分级识别、动态预警与协同攻关机制

识别农业“卡脖子”技术是集中资源加快创新突破的前提,在农业“卡脖子”技术对农业发展形成制约之初即能识别并加大创新投入是巩固自身技术壁垒从而避免自身安全遭受威胁的必然要求。农业本身具有一定的“弱质性”,作为“显示器”的市场供需往往因农产品的需求弹性弱而失灵,即便是关键核心技术,也难以充分吸引市场主体的关

注与投入。因此,政府要站在粮食安全战略的角度提高对农业“卡脖子”技术的识别能力,科学评估各项农业技术对于粮食安全的影响程度,根据农业“卡脖子”技术的技术属性维度、经济属性维度与社会属性维度的三维技术特征建立农业“卡脖子”技术识别指标体系,建立健全农业“卡脖子”技术识别甄选机制。由于农业“卡脖子”技术的攻关突破具有长期性和复杂性,且受资源配置范围的限制,因此,需要根据技术突破的紧迫性构建分层次的政策推进体系。衡量技术攻关紧迫性的核心维度包括产业安全性和国家战略竞争力,具体到农业领域,主要体现在对国家粮食安全战略的影响程度。因此,农业技术的紧迫性评估应以粮食安全的关联性为核心标准,政府应围绕这一指标精准界定农业关键核心技术攻关的优先级,基于粮食安全的“低度安全-中度安全-相对安全”分级框架,构建农业“卡脖子”技术攻关技术图谱,并据此制定分类推进的政策支持体系。此外,需建立常态化的风险排查与预警机制,系统梳理主要的农业技术“卡脖子”情景,并推举科技领军企业承担农业“卡脖子”技术的深度分析与动态监测任务,为技术攻关提供科学依据和实时反馈。

(三) 主体协同: 设计国有企业“卡位攻坚”与民营企业“迭代创新”的协同模式

农业企业是承担农业“卡脖子”技术系统研发与攻关突破任务的主要技术创新主体。然而,农业技术创新呈现显著的“风险-收益不对称”特征,其公共物品属性与市场价值实现之间形成内生性张力。因此,在推进农业“卡脖子”技术攻关时,政府必须统筹协调国家战略安全目标与市场经济效益之间的关系。对创新主体的选择应遵循分类逻辑,充分发挥不同类型主体在技术攻关中的主导或关键作用,以确保农业“卡脖子”技术攻关的高效推进。国有企业因其显著的公共产权属性,其使命更倾向于符合社会公共逻辑,因而在公共属性较强的农业“卡脖子”技术领域具备独特优势,能够胜任关键核心技术及基础研究“卡位攻坚”的关键任务,推动基础研究与应用开发的深度融合。为此,政府需进一步强化涉农国有企业的创新主导作用,将其定位为创新链的“链主”,协同其他知识主体,构建针对特定任务突破的创新联合体及整体攻关的创新共同体,从而实现农业关键核心技术的系统性突破。民营企业以市场逻辑、逐利导向及企业家

精神为核心驱动力,其技术创新活动通常遵循“成本-收益”原则,以成本最小化或利润最大化为目标。然而,受企业生命周期及风险承担能力的限制,尤其是我国农业企业普遍缺乏足够的市场竞争力,民营企业在投资回报周期长、风险较高的农业技术领域难以进行持续性投入,制约了技术攻关的范围与深度。因此,在部分农业关键核心技术攻坚以后,农业技术具有了较强的市场属性,这时应以民营企业为主导,联合其他创新主体构建技术不断“迭代创新”的科研共同体,保持技术的先进性。同时,政府应支持农业企业通过兼并整合,提升专业化与规模化水平,培育一批创新能力强、产业带动力高的农业领军企业,增强其品牌影响力与市场竞争力。

(四) 基础强化: 强化农业“卡脖子”技术基础研究政策支持

基础研究是农业“卡脖子”技术突破的根基与源泉。然而,根据技术创新规律,基础研究与关键核心技术并不必然与市场需求直接对应,需要政府在技术创新过程中对两者进行不断调整与优化。企业作为技术创新的主体,受市场逻辑驱动,往往更注重应用开发研究而忽视基础研究。加之农业技术创新的收益相对较低,进一步加剧了我国涉农基础研究领域企业研发投入不足的问题。此外,由于缺乏专注于基础研究的创新型农业企业,我国难以在农业领域实现关键核心技术的突破,阻碍了高复杂度技术及基础科学知识的积累与创新。因此,针对我国农业科技领域长期存在的对基础性和交叉性研究重视不足的问题,需要政府以农业高质量发展需求为导向,优化资源配置,将要素投入向具有根本性和长远性的涉农基础研究领域倾斜。通过设立专项计划等措施,为重点领域农业“卡脖子”技术的基础理论研究提供持续、稳定的支持。政府需建立健全财政资金的常态化投入机制,设立农业“卡脖子”技术专项或基础研究专项,确保相关研发投入在农业科技计划总经费中占比合理,为核心技术攻关提供充足资金保障。政府还应进一步强化农业企业在技术创新中的主体地位,通过建立和完善激励机制,如财政补贴、研发项目支持、税收优惠等,激发企业创新活力。同时鼓励企业加大基础研究投入,推动其积极参与农业“卡脖子”技术的基础研究与原始创新,为农业科技发展注入持续动力。

注释:

- ① 参见《锻造现代农业的科技翅膀》,经济日报, http://paper.ce.cn/pc/content/202404/02/content_292291.html.
- ② 参见《实录 | 农业农村部介绍新一轮畜禽遗传改良计划有关情况》, <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1698264210281600080&wfr=spider&for=pc>.
- ③ 数据来源于国家统计局:《2011 年全国科技经费投入统计公报》和《2021 年全国科技经费投入统计公报》。
- ④ 参见《解锁涉农“卡脖子”难题》,中国经济网, http://paper.ce.cn/pc/content/202209/03/content_260374.html
- ⑤ 参见《“农业芯片”卡脖子,中国种业如何变局?》,中国经济网, <http://tech.ce.cn/news/202103/10/t20210310-36371288.shtml>

参考文献:

- [1] 魏后凯,崔凯. 建设农业强国的中国道路:基本逻辑、进程研判与战略支撑[J]. 中国农村经济,2022(1):2-23.
- [2] 姜长云. 新质生产力的内涵要义、发展要求和发展重点[J]. 西部论坛,2024,34(2):9-21.
- [3] 李静.“卡脖子”技术的成因分析、攻关能力体系与路径研究[J]. 高科技与产业化,2022,28(8):58-63.
- [4] 李昱璇,方卫华.“卡脖子”技术概念辨析——内生性矛盾、国家主体与外部限制的共同建构[J]. 科学学研究,2024,42(1):31-37,135.
- [5] 江瑶,陈旭,胡斌.“卡脖子”关键核心技术两阶段漏斗式甄选模型构建及应用研究[J]. 情报杂志,2023,42(3):94-101.
- [6] 江瑶,陈旭,张凌恺. 专利视域下“卡脖子”技术三阶段识别研究[J]. 情报杂志,2023,42(10):132-139,55.
- [7] 董坤,白如江,许海云. 省域视角下产业潜在“卡脖子”技术识别与分析研究——以山东省区块链产业为例[J]. 情报理论与实践,2021(11):197-203.
- [8] 陈劲,阳镇,朱子钦.“十四五”时期“卡脖子”技术的破解:识别框架、战略转向与突破路径[J]. 改革,2020(12):5-15.
- [9] 张治河,苗欣苑.“卡脖子”关键核心技术的甄选机制研究[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2020,49(6):5-15.
- [10] 周海球,黄晓林,李维思,等. 基于 MD-AHP 的关键核心技术攻关任务甄选方法研究[J]. 情报杂志,2023,42(9):149-154.
- [11] 杨武,王爽. 特征分析视角下核心技术动态趋势识别——以光刻技术为例[J]. 情报杂志,2021,40(12):36-44.
- [12] 黎茵. 种业创新与国家粮食安全——我国种业资源优势及“卡脖子”技术攻关[J]. 北京交通大学学报(社会科学版),2021,20(3):108-114.

- [13] 靖飞, 王玉玺, 宁明宇. 关于农作物种源“卡脖子”问题的思考[J]. 农业经济问题, 2021(11): 55-65.
- [14] 王璐瑶, 曲冠楠, ROGERS J. 面向“卡脖子”问题的知识创新生态系统分析: 核心挑战、理论构建与现实路径[J]. 科研管理, 2022, 43(4): 94-102.
- [15] 阳镇, 陈劲. 拨开迷雾: “卡脖子”技术的再审视及其破解[J]. 开放时代, 2023(4): 79-92, 7.
- [16] 陈会英, 周衍平. 中国农业技术创新问题研究[J]. 农业经济问题, 2002(8): 22-26.
- [17] 尹洪娟, 宋俊骥, 陈光. 农业技术创新: 特点、困难和政府介入[J]. 科学学与科学技术管理, 2003(10): 57-59.
- [18] 辜胜阻, 黄永明. 加快农业技术创新与制度创新的对策思考[J]. 经济评论, 2000(6): 25-28.
- [19] 陈旭, 江瑶, 熊焰, 等. “卡脖子”技术甄别模型构建及应用——以工业软件为例[J]. 情报杂志, 2024(4): 106-113, 95.
- [20] 周衍平, 陈会英, 胡继连, 等. 市场经济条件下农业科技推广运行机制研究[J]. 农业技术经济, 1997(3): 20-23.
- [21] 周波, 于冷. 农业技术应用对农户收入的影响——以江西跟踪观察农户为例[J]. 中国农村经济, 2011(1): 49-57.
- [22] 杨义武, 林万龙. 农业技术进步的增收效应——基于中国省级面板数据的检验[J]. 经济科学, 2016(5): 45-57.
- [23] 郭华, 李后建. 农业科技采纳对中国农村收入及分配效应的影响[J]. 宏观经济研究, 2018(8): 115-130.
- [24] 高芸, 钟钰. 再论“藏粮于技”战略: 内涵辨识、理论支撑与未来取向[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(3): 311-322.
- [25] 黄宗智. 重访“大分流”: 澄清中西历史和现实中两大不同农业演变模式[J]. 东南学术, 2023(3): 40-47, 246.
- [26] 熊鹰. 基于不同属性的农业科技服务供给博弈研究[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(11): 29-32.
- [27] 邓岩, 陈燕娟. 种源“卡脖子”问题的识别、成因与破解路径研究——以农作物种源为例[J]. 农业现代化研究, 2022, 43(1): 20-28.
- [28] 黄祖辉, 钱峰燕. 技术进步对我国农民收入的影响及对策分析[J]. 中国农村经济, 2003(12): 11-17.
- [29] 许先春. 新时代推动基础研究高质量发展的战略意义和实施路径[J]. 当代世界与社会主义, 2024(3): 52-60.
- [30] 邓岩, 陈燕娟. 如何破解种源“卡脖子”问题?——基于种子进出口和种业知识产权布局的比较分析[J]. 江苏农业科学, 2022(17): 1-8.
- [31] 裴瑞敏, 张超, 陈凯华, 等. 完善我国农作物种业国家创新体系 促进创新链产业链深度融合[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(7): 967-976.
- [32] 孔祥智. 必须彻底解决种质资源“卡脖子”问题[J]. 农村工作通讯, 2021(6): 55-57.
- [33] 金京波, 王台, 程佑发, 等. 我国牧草育种现状与展望[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(6): 660-665.
- [34] 张亨明, 尹小贝. 我国种业发展的现实困境及其破解之道[J]. 改革, 2022(12): 78-88.
- [35] 王洪秋, 朱光明. 我国粮食安全的潜在风险及对策研究——基于对种业发展现状分析[J]. 中国行政管理, 2021(4): 99-102.
- [36] 王圆荣. 现代种业是农业现代化的战略核心[J]. 中国种业, 2013(6): 6-7.
- [37] 钟钰, 崔奇峰. 从粮食安全到大食物观: 困境与路径选择[J]. 理论学刊, 2022(6): 102-109.
- [38] 罗必良. 种业振兴与粮食安全[J]. 华南农业大学学报, 2023, 44(6): 827-836.
- [39] 刘勤. 全球农机装备专利技术信息分析及启示[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2020(2): 153-160, 170.
- [40] 孙立新, 白人朴. 我国农业机械化发展历程与展望[J]. 农业农村部管理干部学院学报, 2022, 13(1): 58-63.
- [41] 唐林, 罗小锋, 张俊飏. 购买农业机械服务增加了农户收入吗——基于老龄化视角的检验[J]. 农业技术经济, 2021(1): 46-60.
- [42] 伍骏骞, 方师乐, 李谷成, 等. 中国农业机械化发展水平对粮食产量的空间溢出效应分析——基于跨区域作业的视角[J]. 中国农村经济, 2017(6): 44-57.
- [43] 张宗毅. 农机“卡脖子”技术识别: 综述与展望[J]. 农业农村部管理干部学院学报, 2022(2): 34-40.
- [44] 周晓时, 樊胜根. 破解“谁来种粮”难题: 全面推进农业机械化的基础与路径[J]. 中州学刊, 2023(12): 54-60.
- [45] 刘长全. 关于智慧农业的理论思考: 发展模式、潜在问题与推进策略[J]. 经济纵横, 2023(8): 63-70.
- [46] 张杨勋. 我国智慧农业相关专利现状分析[J]. 南方论刊, 2023(12): 84-86.
- [47] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究[J]. 智慧农业, 2019, 1(1): 1-7.
- [48] 高树琴, 胡兆民, 王竑晟, 等. 智慧农业助力粮食生产节本增产增效的“九步法”[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 198-209.
- [49] RIZZO G, MONZON J P, TENORIO F A, et al. Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the united states of America, 2022, 119(4): 1-6.
- [50] 曾宪奎. 我国构建关键核心技术攻关新型举国体制研究[J]. 湖北社会科学, 2020(3): 26-33.

责任编辑: 李东辉