

农业现代化评价:基于农业资本的关键指标构建与应用*

易福金 支晓旭

(浙江大学中国农村发展研究院 杭州 310058)

摘要:农业现代化是“十四五”时期农业部门的主要发展目标和重要考核指标。然而,农业现代化概念的多元化增加了评价工作的主观性、复杂性和不可比性。本文基于农业资本构建了农业现代化评价的关键指标,从经济学视角加深了对农业现代化的理解。首先,本文梳理与农业现代化相关的概念、经济学内涵和演变,其次提出利用单位面积资本环比构建动态评价农业现代化的指标,并做国别、区域间和省际比较,最后使用 ARIMA 模型对农业现代化进程进行预测。结果表明,与国际农业现代化先进水平相比,至 2025 年有条件的地区率先基本实现农业现代化的目标有很大不确定性,至 2035 年全国基本实现农业现代化的任务同样艰巨,约有五分之一的省份农业发展较为滞后,需要通过大规模投资来加速这一进程。

关键词:农业现代化;农业资本;单位面积资本环比;评价指标

一、引言

党的二十大**报告指出,中国式现代化是未来的重点工作。其中,农业现代化是实现该目标的基础和短板,同时也是我国“十四五”时期的重要发展目标。本文从中国各地典型农业发展模式的比较出发,举例说明已有农业现代化指标评价体系的局限性。就粮食生产的现代化进程而言,既可以通过以东北地区为代表的机械化,也可以通过以黄淮海地区为代表的化学化来提高生产效率。就经济作物生产而言,现代化模式更加多样:山东省寿光县与各类涉农企业和科研院所紧密合作,形成具有绿色无公害品牌特色的蔬菜产业;上海市崇明县利用先进的物联网与信息技术打造植物工厂,实施自动化和精准化操控。上述农业发展形态的多样性一方面丰富了农业现代化的内涵,同时也给现代化水平测度带来了空前挑战。20 世纪 60 年代起,中国的农业现代化内涵主要是指农业的机械化、化学化、水利化和电气化,上世纪 90 年代中期调整为科学化、集约化、社会化和商品化。近十余年的中央“一号文件”以及政府工作报告对农业现代化的讨论又新增了信息化、产业化、规模化、绿色化、多功能化等内容***。为适应内涵的多元化倾向,学术界多采用指标体系的方法来反映农业现代化的丰富内

* 项目来源:国家自然科学基金国际合作重点项目“农业综合天气指数保险研究与实施”(编号:72261147758),国家社会科学基金项目“有效提升农业风险管理需求研究”(编号:22VRC178),浙江省哲学社会科学领军人才培育项目“农业安全生产支持政策体系研究”(编号:24YJRC01ZD)。支晓旭为本文通讯作者

** 中国共产党第二十次全国代表大会,简称党的二十大

*** 2007 年的中央“一号文件”提出“用现代物质条件装备农业,用现代科学技术改造农业,用现代产业体系提升农业,用现代经营形式推进农业,用现代发展理念引领农业,用培养新型农民发展农业”;2015 年的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》提出“走产出高效、产品安全、资源集约、环境友好的农业现代化道路”

涵,这无疑给农业现代化的评价工作带来了巨大难度:一是评价体系的主观性。由于对农业现代化的理解不同,地方政府和学者可以根据观察对象和主观经验设定评价体系的指标和权重,有时还为满足绩效考核需要和凸显本地资源禀赋而有偏好性地选择指标;二是评价体系的复杂性。学者试图将农业现代化理念中的内容一一映射到单独的技术指标上,比如选取科技进步贡献率、信息服务覆盖率、要素生产率等指标分别衡量技术水平、信息化程度和生产效率,计算复杂、内容有重合,甚至部分现代化内容难以被量化,如管理方式的升级等;三是不可比性。我国农业生产要素的空间分布差异导致各地区的农业现代化路径和表现形态各不相同,例如,或是通过购置农机、或是通过跨区服务、或是通过合作社托管,不同地形的地区都能因地制宜地发展机械化而没有既定的标准,且农业现代化具有时间上的动态性,这意味着不仅同一时点不同地区的指标绝对值不具有可比的经济学意义,即使同一地区在不同时点上的指标也不能相互比较。据此而论,各地的农业现代化水平非多项指标的线性组合所能衡量与比较的。

为构建一个相对客观、便于测算和可比的指标度量农业现代化水平,需要回归农业经济发展的经济学本质。由于农业现代化本质上是现代资本要素不断替代劳动、土地等传统要素的过程,且资本可以捕捉由技术进步、制度改革、管理方式升级、人力资本积累、要素替代等因素引起的农业经济增长,本文提出使用单位面积资本量来衡量农业现代化水平。进一步地,为克服资源禀赋差异引起的单位面积资本量不可比问题,本文基于发展经济学中的“追赶效应”理论,提出使用单位面积资本环比作为横向对比不同地区的农业现代化阶段的指标。同时,通过与发达国家的经验数据比较,本文提出判断农业现代化实现的参考标准,并利用 ARIMA 模型预测我国农业现代化发展趋势。

二、文献综述

依循“概念—机理—实践—评价”的思路,本部分从文献视角详述农业现代化的概念理解、实现机制、我国农业现代化的实践探索,以及农业现代化的指标评价体系构建。

(一) 农业现代化的概念辨析与理解

首先,本文认为中国语境下的农业现代化与国际语境下的农业转型相近。农业转型是指向农业部门投入现代生产要素并获得农业产出迅速增长的过程,这一过程伴随劳动力不断从农业部门向外转移和先进技术、物质资本等现代要素不断投入,以农业生产率提高为特征(Schultz, 1964; Schuh, 1976; Kurosaki, 2003; Bachewe 等, 2018)。农业现代化是指从使用传统要素获得递减报酬的传统农业和不发达农业转变为使用先进技术和知识获得高回报发达农业的过程(Yang 等, 2010; 柯炳生, 2000)。可见,农业转型与农业现代化的涵义基本相同,都可用于描述传统农业转向现代农业的过程或手段。许多学者都不加区分地使用这两个概念(Pingali, 2007, 2010; Liu 等, 2022),本文也如此。

其次,对于农业现代化的概念,我国学术界讨论的重点在于应从狭义还是广义去理解。21 世纪初,持狭义农业现代化观点的学者通常将其等同于科学技术、组织方式和服务体系的现代化,有时仅指种植业部门生产环节的现代化(柯炳生, 2000; 郑有贵, 2000);持广义农业现代化观点的学者认为应当在社会经济发展的宏大背景下讨论农业现代化,并认为农业现代化与农村现代化、农民现代化紧密相关,其内涵包括农业产业现代化、农业环境现代化和农业主体现代化(傅晨, 2001; 周洁红等, 2002)。此后的学者鲜少重新系统梳理农业现代化概念,更多是直接借鉴已有文献对农业现代化的定义加以汇总,因此农业现代化的范畴有逐渐扩大的倾向。至 2022 年,党的二十大将“中国式现代化”作为重要主题,在此政策背景下产生诸多讨论“中国式农业现代化”和“农业强国”的文献,在一种更宏观的视角下将农业现代化视为我国实现社会主义现代化的重要组成部分,其内容涉及高效高质农业、共同富裕、可持续发展等领域(魏后凯等, 2022; 洪银兴等, 2023; 宋洪远等, 2023; 张永江等,

2023)。

(二) 农业现代化的实现机制

学术界通常将农业现代化的实现机制归纳为技术进步、制度改革和结构转型。在技术进步方面,马克思、熊彼特、舒尔茨等经济学者都肯定了技术进步是现代生产的必要前提,认为农业转型必然依靠新技术的引入,通过重新组合生产要素和生产条件来达到节约成本、提高要素效率和产出收益的目标*。许多研究支持这一观点,如梅方权(2001)提出信息技术对农业现代化具有战略性作用;Hayami等(1971)论证农业技术在国际市场上的直接转移和间接改良对加速发展中国家农业转型的积极作用。

制度改革论认为,土地制度改革、农业补贴政策有利于农业转型。这可以从日本的经验中得到证实:上世纪90年代末,日本推行税收减免、农业补贴、土地流转等政策,极大提高了土地生产率,突破了人多地少的限制(卢荣善,2007);对非洲的研究同样发现,农业转型依赖政府对基础设施的投资,对现代生产资料和农产品价格的补贴,以及农场的规模化(Bachewe等,2018;Jayne等,2019);我国典型的经验是,家庭联产承包责任制改革带来了1980—1984年20%的农业生产力增长和60%的农业产量增加(Lin,1992)。

结构转型论认为,农业现代化不是孤立发生的,受到经济社会环境的交互作用影响。持这一论点的学者通常从社会经济结构出发,讨论工业化、城镇化与农业现代化的关联(Tsakok等,2007;Li等,2014)。其中,工业化的核心观点认为工业部门的发展为农业现代化提供了廉价、充足的化肥农药等生产资料,使生物技术和机械技术进步得以发挥作用(Chang,1949;焦长权等,2018);城镇化的核心观点是,农业剩余劳动力的转移破除了农业“内卷化”的困境,加之农业社会化服务不断发展,有利于农业部门的规模经营、资本深化和技术采纳(黄宗智等,2007;杨子等,2019;罗必良,2022)。

(三) 我国农业现代化的实践探索

20世纪50年代提出“现代化的农业”以来,我国对此进行了长达60余年的实践探索。根据各时期对农业现代化的政策定位,可以将这60余年大致划分为三个阶段。第一阶段始于20世纪60年代,农业现代化被视为发展的远景目标,其内涵主要是指农业生产部门的技术进步。为实现这一远景目标,我国最初效仿苏联形成了以土地公有制、农产品统购统销和农业机械化服务为特征的集体发展模式;改革开放后,在机械化、化学化、水利化和电气化同步推进的政策背景下,我国的农业经营体制逐渐转变为以家庭联产承包责任制、水利基础设施建设和生物化学技术推广为特征(杨志良,2021)。

第二阶段始于20世纪90年代中期,农业现代化通常用来指代农业发展的措施和手段,其内容逐渐扩展到生产技术、经营管理、市场销售、生态环境等领域。相应地,这一阶段我国对农业现代化的探索也在逐步深入。90年代,农业现代化主要指科学化、集约化、社会化和商品化(顾益康,1990),故实践中以农产品市场化改革为主;进入21世纪,理论和实践层面都将农业现代化等同于农业发展措施,提出“用现代物质条件装备农业,用现代科学技术改造农业,用现代产业体系提升农业,用现代经营形式推进农业,用现代发展理念引领农业,用培养新型农民发展农业”(张鸣鸣,2013;周振等,2019);“十三五”时期以来,考虑到石油农业的不可持续性,学术界建议“走产出高效、产品安全、资源集约、环境友好的农业现代化道路”,故数字农业、绿色农业、生态农业、循环农业也成为这一时期主要探索的农业发展方式(李国祥,2017;阮俊虎等,2020)。

* 马克思在《机器、自然力和科学的应用》中提出,由于机器的使用和不断更新升级,生产费用得以大幅降低、生产效率得以大幅提高;熊彼特在《经济发展理论》中提出“创造性破坏”的概念,认为新技术对旧技术的淘汰将促进经济的增长;舒尔茨在《改造传统农业》中提出,技术进步是以更高生产率的现代要素替代低生产率的传统要素的过程,因而可以提高经济效率

第三阶段始于“十四五”时期,农业现代化成为国家在短期内亟需实现的任务和考核指标。2021年的中央“一号文件”指出,到2025年有条件的地区率先基本实现农业现代化;2022年党的二十大报告提出建设现代化经济体系,其要求包括至2035年基本实现农业现代化。自此,农业现代化的政策定位不再停留于远景目标或发展措施,过去对农业现代化宽泛的理解也不再适合。这意味着,新阶段需要重新界定农业现代化的概念,并制定出清晰明确、可度量、可考察的标准。

(四) 农业现代化评价指标的构建和应用

为响应评价农业现代化水平的要求,21世纪以来我国学者使用指标体系法量化农业现代化水平,并取得一些成果。学者们就指标选取的原则达成了部分共识:一是坚持充分性原则,即选择的指标既要尽量全面,又要有所侧重地反映农业现代化的发展现状,但究竟应全面到何种程度,或应侧重哪一方面,尚无定论。二是坚持易操作性原则,即使用规范的统计数据来量化指标,但已有研究的数据调查和处理方法均不相同,且追求数据可得性在某种程度上制约了指标的选择。三是坚持可比性原则,从动态的角度看,农业现代化是从传统农业向现代农业转变的过程,其可比性一方面表现为纵向比较,即自身与以往的状态相比,另一方面为横向比较,需要与国际现代农业的水平进行比较。这要求设计的指标不仅能够体现农业现代化进程的阶段性,而且能够进行跨国比较。但是,由于各国农业现代化起点不同、发展路径不同,实际上很难找到适合横向比较的指标。同时,学者对横向可比性也有不同的理解:一种观点认为,同一时期农业现代化的基本特征应当是类似的,因此农业现代化应以发达国家既有的最高水平为参照体系(郑有贵,2000;陶武先,2004);另一种观点认为,农业现代化在不同的国家具有不同的特征,应选择一些具有本国特色的现代化标准(康芸等,2000;张红宇等,2015;杜宇能等,2018)。

上述争论导致我国农业现代化的评价指标在过去20年不断发展变化,呈现以下两个特点:一是指标数量不断增加。柯炳生(2000)使用10个指标衡量农业现代化,而2015年后多数学者选择的指标都保持在20个以上。例如,杜宇能等(2018)使用机械化水平、无公害农产品及绿色食品认证比重等23个指标构建评价体系。一方面是由于我国学者对农业现代化的理解比较模糊,且农业现代化的范畴逐步扩散至农村、农民现代化的领域,多放一些指标可以实现内涵的“全覆盖”;另一方面,则是为满足微观层面评价的需要:在评价省级、地市级和县级的农业现代化水平时,现代化指标不得不越划越细,以反映某个特定区域的特殊性(徐贻军等,2009;刘玉洁等,2022)。二是指标涵盖的内容不断扩大。20世纪初,学者们主要关注土地生产率、劳动生产率、科技进步贡献率等农业生产环节的投入、产出变量(程智强等,2003;刘晓越,2004);2005年后,学术界逐渐开始关注农村公共服务,包括农业气象观测站、农村卫生机构等内容(徐贻军等,2009);2010年前后,绿色农业、商品化、产业化成为新的焦点,相关的指标选择有绿色农产品商品率、有机废弃物利用率(黄祖辉等,2009;龙冬平等,2014);2015年后,部分学者注意到农业可持续发展问题,选择农业环境污染排放量、农村空心化程度等指标进行衡量(周迪等,2015;杜宇能等,2018);党的二十大报告提出以来,“以农民为中心”“共同富裕”成为中国式农业现代化的核心内容之一,选择的指标包括农民合作社辐射带动农户比例、农业企业带动农户比例(国务院发展研究中心农村经济研究部课题组,2023)。

基于以上选取的指标,学者们运用不同方法构建出多种评价体系。一是多指标综合评价法,包括主成分分析法、灰色关联分析法和层次分析法。这类方法要求确定权重和赋值,部分研究采用专家咨询法,具有较强的主观性(杜宇能等,2018);部分研究使用熵权法或变异系数法,虽然避免了主观性,但增加了评价的复杂性(安晓宁等,2020;田野等,2021)。二是利用数据包络分析方法,选取一部分指标作为投入变量,一部分指标作为产出变量,计算得到每一个决策单元的最优解(曾福生等,2013)。这类方法实际上是将农业现代化等同于农业生产效率。利用上述两类方法得到的农业现代

化指数,一般是100以内的分值。在此基础上,有学者划分了农业现代化的不同阶段,分别将0~30分、30~50分、50~70分、70~90分和90分以上划分为准备阶段、起点阶段、初步实现阶段、基本实现阶段和发达阶段(徐貽军等,2009;王国敏等,2012)。

此外,学术界应用评价指标体系进行了大量的纵向和横向对比研究。纵向对比通常用于判断某一地区的农业现代化程度是否提高,而结论也基本一致。这是因为,大多数指标的数值随经济发展均在增加,自然反映在农业现代化指数的提高上。横向对比则集中在三个方面,一是省内不同县域的对比,如刘玉洁等(2022)对比了青藏高原不同县域的农业现代化程度,发现高原北部、西南部、南部的部分县域现代化水平较高。二是省际间的对比,结论差异较大。如龙冬平等(2014)认为福建省的农业现代化水平处在第一梯队,而田野等(2021)认为其处在第三梯队。三是区域间的对比,尽管县域和省际间的差异较大,我国农业现代化的空间分布仍有一定的规律可循。许多学者研究发现,农业现代化水平与经济发展水平之间存在较强的正相关关系,经济发展水平越高的地区,往往率先开始并实现了较高水平的农业现代化(刘晓越,2004;龙冬平等,2014;杜宇能等,2018)。例外是,安晓宁等(2020)发现,东北地区农业现代化发展水平高于东部地区。

(五) 文献评述

以上文献讨论了农业现代化的概念理解、实现机制、实践探索与指标评价体系,但尚未形成评价农业现代化的统一标准。造成这一问题的原因有很多,最根本的原因是对农业现代化的理解不能达成一致。一方面,农业现代化概念的多元化造成指标选择的主观化和复杂化。学者们倾向于不断创造出新的二级指标来描述农业发展的新动向,这不仅是向逐渐泛化的农业现代化概念妥协,而且放弃了对农业现代化本质思考的努力。甚至部分学者把农业现代化的概念无限扩大,混淆了其与农村现代化概念的边界,也模糊了农业作为产业经济的根本属性。另一方面,一些研究试图根据农业发展的具体表现“形式”代替农业现代化的“内涵”,但是,各地区农业现代化的特征不同,归纳选择一两种表现形式来概括而非深究其内在本质往往得到以偏概全的结论。

因此,已有的农业现代化指标评价体系主观而复杂,且不具有推广性和可比性。本文提出,农业现代化不等于农村现代化,也不等于农业农村现代化,应当从农业的产业发展本身理解这个概念。本文将从农业最核心的种植业生产部门的角度,重新梳理和界定农业现代化,设计出更合适、更简便的指标,为具体评价农业现代化提供思路。若非特别说明,下文所述农业均特指种植业。

三、理解和评价农业现代化的新框架

不同于已有研究将农业动态发展的表现形式全部列为农业现代化的内涵,进而将这些内涵的线性组合作为指标评价体系的做法,本部分从经济学视角提出理解和评价农业现代化的新框架,详述基于农业资本的农业现代化内涵及特征,并阐明使用单位面积资本环比评价农业现代化的理论逻辑。

(一) 农业现代化的经济学内涵及特征

农业现代化的本质是资本不断替代传统要素的过程(Schultz,1964)。如图1所示,这一要素替代过程包括技术进步、人力资本积累、管理方式升级等内容,而资本始终是最活跃的要素,它能够敏感捕捉由任何因素引起的农业生产方式变化带来的收益增长。第一,农业技术进步和人力资本积累带来的要素生产率提高,可以被视为用更高生产率的资本要素替代传统要素的结果。机械技术进步和生物化学技术分别需要以机械设备和化肥、良种为载体(Caunedo等,2021);发挥高技能农业劳动力的人力资本价值也必须提供与之匹配的物质装备(Ito,2010),进而替代报酬递减的低技能劳动要素和土地要素。第二,管理方式升级带来的产出增长,实质是优化资本和其他要素配置关系的结果。无论是农业生产的规模化、专业化、标准化,还是合作社等新型农业经营体系的构建,都需要资本在要

素配置过程中发挥关键的重组作用,以提高生产要素整体的使用效率(赵晓峰等,2020;罗必良,2022)。其余如经济结构转型、制度变革等因素,对农业现代化的作用机制也无外乎上述两种:如工业化为农业部门提供了更高效率的机械和化肥(Chang,1949),城镇化和耕地制度改革均通过农业规模化优化了资本和劳动、土地要素的比例(北京天则经济研究所《中国土地问题》课题组等,2010;毛飞等,2012)。因此,已有文献中提及的与农业发展相关的因素,归根结底都依赖于对物质资本的投资,且最终表现为农业生产中的资本要素变化。换句话说,从农业长期持续发展维度来看,推动农业现代化的各类因素会因时因地表现不同,但是,对农业现代化水平的把握可以从伴随各项制度改革与生产方式进步的农业资本投入量来度量。

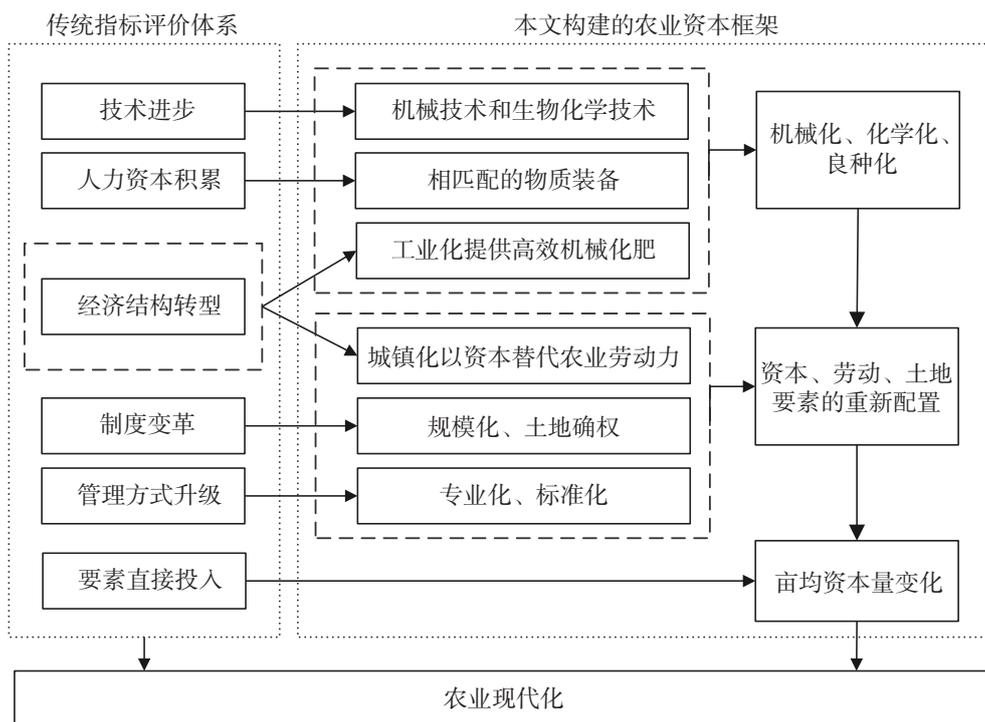


图1 理论框架

纵观发达国家的农业现代化历程,也同样满足农业资本替代其他传统要素的普遍性规律。资本要素不断注入传统农业的过程具体表现为两种模式:一是劳动节约型模式。例如,美国从19世纪末开始大力发展农业机械化来解决劳动力不足的问题,用拖拉机、联合收割机等大型现代农机具替代畜力和传统农具;到20世纪中期,美国已在农业部门累计投资252亿美元用于购置汽车、货车和拖拉机;至20世纪末,这一数值超过了752亿美元(Ball等,1997)。二是土地节约型模式。例如,日本在二战后迅速推广生物化学技术来缓解耕地面积不足的问题,鼓励建设试验站、改良作物品种、增施化肥。20世纪中期,日本农业的化肥施用量约为100万吨;到20世纪末,这一数值超过了200万吨^①。总的来说,无论是以农业机械化为代表的劳动节约型模式,还是以生物技术为代表的土地节约型模式,都是通过资本源源不断地汇入农业,缓解自然要素的约束,实现了道路并不相同的农业现代化目标。因此,这种资本进入农业的本质特征表现为每亩土地承接的资本量迅速提高,也为农业现代化提

① 数据来源:1961—2000年联合国粮农组织(FAO)数据库

供了可供测度的潜在指标。

在中国经济不断发展过程中,农业劳动力转移、居民膳食结构升级和水土等自然资源约束趋紧是资本进入传统农业并大规模改造农业生产方式的源动力。一方面,受改革开放以来较大城乡收入差距的引导,我国农业劳动力流动愈加频繁。1990—2020年,农业劳动力转移规模从18.4%上升到38.5%^①,导致农业生产要素组合方式发生根本变化。如果土地可以自由流转,生产方式将从传统的小农经营转变为现代的规模化经营,并对水利设施、农业机械和专业化服务产生更高的要求;如果受土地制度制约,小农生产方式则需要增加化肥等流动资本以提高土地生产率,或种植资本相对密集的作物。上述情况均需要用资本替代不断向外转移的农村劳动力。另一方面,随着人均收入水平稳步提高,我国居民膳食结构从“吃得饱”转向“吃得好”,摄取热量源的重点从谷类等淀粉质食品逐渐转向畜产品等高蛋白食品。2013—2019年,我国居民人均谷物消费量从138.9公斤下降至117.9公斤,人均肉、蛋、奶类消费量从45.5公斤上升至50.1公斤^②。面对食品需求结构的升级,需要我国传统的种植结构从以粮食作物为主,向粮食作物、饲料作物、经济作物多元化种植结构进行转变,而产业结构的转型必须依赖资本进行新品种、新技术、新装备的研发投入。第三,中国的城市化和工业化进程伴随大量农业用地向城市和工业用地转移,同时伴随环境污染和资源耗竭,在大国小农国情下,我国农业面临的耕地资源和水资源约束进一步趋紧。对此,高标准农田建设和水利基础设施建设的投资需求增加,并且在农业水价综合改革背景下,农户投资决策也会向节水技术和设备方向转换。总而言之,为适应农业劳动力转移和水土资源约束趋紧,我国农业生产方式必然向节约劳动力要素、节约水土自然资源和增加资本要素投入方向转变。

(二) 农业现代化评价指标构建

基于以上理论分析,本文提出基于单位面积资本量的指标来反映农业现代化水平。单位面积资本量不仅解决了农业现代化指标选择的主观、不可比问题,而且极大精简了原本泛化的概念和为多重目标设定的系列指标,允许投入的资本以不同形式发挥作用,有利于指导各地区因地制宜地探索适合本地特点的农业现代化道路。

本文讨论的资本既包括固定资本存量,也包括流动资本,二者都是农业现代化的重要体现。其中,固定资本存量通常用固定资产投资或固定资本形成总额来表示(Kuijs, 2005),包括农业灌溉、防洪排涝等水利基础设施建设,修筑梯田、营造护田林等土地改良活动,以及农户对大型现代农机具的购买行为,同时还可以反映某地区的资源禀赋,如土地规模较小的地区固定资本存量分摊程度较低;流动资本通常指用于购买种子、化肥、农药、燃料、专业化服务等中间投入的资金(孔祥智等, 2018),可以反映现代良种、农资的使用情况,生产要素之间的相互替代,包括绿色防控技术、节水技术等不同生产技术的采纳程度,以及地区的种植结构和资源禀赋,例如水资源稀缺的地区需要依靠深井灌溉,这种生产方式需要更高的灌溉、燃料和机械等流动资本投入。

然而,单位面积资本量只适用于考察某一地区的纵向变化,而难以横向动态比较不同地区的农业现代化水平。一方面,如上所述,农业资本投入与国家或地区的资源禀赋和种植结构紧密相关,如较高的单位面积资本量可能是资本相对劳动力价格较低或者农业规模化程度较低的结果,而不能等同于高水平农业现代化,因此不考虑禀赋差异或种植结构而直接对比单位面积资本量可能导致判断偏差。另一方面,农业现代化是传统农业向现代农业转型的过程,应当在动态而非静态的视角下进行比

^① 数据来源:中国农村统计年鉴. 中国统计出版社,1990—2020;农业劳动力转移规模=(乡村从业人数-乡村第一产业从业人数)/乡村从业人数×100%

^② 数据来源:中国统计年鉴. 中国统计出版社,2013—2019

较分析。各地区农业发展的起点不同,且伴随着经济、产业、人口结构的变化,资本投入的特征也会发生转变,而某一时期某一地区的单位面积资本量不能反映出这种变化。

基于发展经济学中的“追赶效应”理论,本文构建出横向对比指标单位面积资本环比,即两期单位面积资本量的比值,以动态反映农业资本的积累速度*。理论依据在于,经济发展具有“快速增长—增长放缓”的阶段特征。也就是说,尽管在初期,落后经济体与发达经济体差距极大,但此时落后经济体的投资回报率更高,有利于通过吸引投资来加速追赶发达经济体,直到两者的投资回报率不断下降并趋同,此时资本涌入落后国家的动力就会减弱,落后经济体最终达到与发达经济体相似的低增长的稳态(Amable, 1993; Rozelle 等, 2004)。

以上讨论说明,随着经济发展,宏观经济整体的资本投资速度将逐渐放缓,资本环比也不断下降。这一规律同样适用于农业部门。根据 Fuglie(2018)和 Liu 等(2022)的观察,21 世纪初,以日本为代表的发达国家已进入农业缓慢发展的阶段,农业生产率增长逐渐下降。相比之下,发展中国家的农业水平明显滞后、发展速度较快,但也有部分发展中国家出现农业投资放缓的迹象。原因有两方面,一是农业发展依赖于对农业研究、技术推广和其他基础设施项目的投资,随着时间的推移,技术推广和农业基础设施建设逐渐饱和,其投资回报率下降,已不再能够通过新建项目来创造新的价值;二是农业现代化滞后于工业化,因此在工业相对发展的国家,农业部门的资本回报率高于非农部门,资本会从非农部门流向农业部门,最终平衡部门间的回报率差异,使得农业资本注入的动力减弱。此时,新增的农业资本只是完成对固定资产损耗的边际替代和更新,以及用于技术研发和管理制度改善,农业转型就此接近完成,农业进入缓慢增长的阶段(Timmer, 1988; Liu 等, 2022)。因此,本文提出研究假说:

假说 1: 开启农业现代化进程后,随着农业现代化水平提高,农业单位面积资本环比会不断降低。

农业单位面积资本环比下降的规律也同样适用于其他国家。一方面,对于已经实现农业现代化的国家,投入更多的要素和技术都不再能够带来更多的产出增长,农业进入相对稳定的阶段。Hayami 等(1971)发现,尽管新技术不断引进,美国农业仍会进入与传统经济发展模式相同的报酬递减时期,表现为机械设备替代劳动力和基础设施建设基本饱和,生物化学技术的有效性受到土壤肥力耗竭的限制。另一方面,农业现代化具有世界性特征,开放经济条件下,农业欠发达国家可以从发达国家获得技术和知识转移,从而加速传统农业向发达国家的现代农业靠齐。上述技术和知识转移都伴随着农业资本在国际间的流动,因此同样会受到投资回报率的影响。在没有技术壁垒的情况下,各国都会最大限度地利用已有的先进技术以及具有本国比较优势的资源进行农业生产,以实现最大的投资回报率、吸引资本流入。但是,在边际报酬递减规律下,最终的结果是各国的资本回报率达到均衡,农业资本的国际流动放缓。因此,本文提出研究假说:

假说 2: 世界范围内,农业现代化会表现为农业单位面积资本环比逐渐趋同。

如果以上两个研究假说经验证成立,则意味着通过比较不同地区的农业单位面积资本环比,可以推断出各地区所处的农业现代化阶段。尤其是,通过计算世界发达国家的农业单位面积资本环比,可以量化我国农业部门与现代农业的差距,并据此预测完成农业现代化目标的时间。除此以外,与已有的评价指标相比,使用单位面积资本环比作为横向对比指标还具有两方面优势:一是单位面积资本环比是相对数值,能够反映农业现代化的动态趋势;二是单位面积资本环比不需要预设现代农业的

* 在这一点上,使用单位面积资本环比和使用单位面积资本增长率进行比较是一致的,但由于两期流动资本相减没有经济学意义,本文使用环比而非增长率作为衡量指标

标准*。

(三) 评价指标的进一步讨论

需要说明的是,首先,本文论及的农业资本投入不仅包括产出导向型投入,而且可以反映为了兼顾农业高质量发展、农民增收和可持续发展目标,如为实现农业机械化、规模化、产业化和绿色化进行的投资,这与我国大国小农的国情是一致的。大国小农意味着我国需要突破人多地少的资源约束、实现人与自然和谐共生。一些学者过于谨慎地谈论资本,认为过高的农业资本投入容易造成环境污染和生态破坏,而忽视了植物工厂等高效农业和生态友好型农业同样需要资本投入来实现更优的技术和生产方式这个事实(Lee,2005)。换句话说,农业资本投入与大国小农国情下农业现代化内涵的发展与阶段性目标的突破升级是一致的。

其次,本文在农业资本框架下评价农业现代化,与“以农民为主体”的中国式农业现代化并不矛盾。一方面,党的二十大报告强调,高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务,没有坚实的物质技术基础,就不可能全面建成社会主义现代化强国;马克思同样指出,资本有利于生产力和生产关系的发展,有利于更高级的、新形态的各种要素的创造^①。因此,中国式农业现代化需要以农业高质高效发展为基本目标,更需要以资本作为生产要素的粘合剂,在此基础上才能实现共同富裕(洪银兴等,2023)。另一方面,强调农业资本对农业现代化的重要作用,并不意味着走“资本主义式”农业现代化道路。前者是指农业生产中资本投入的日益增长,成为推动农业变革的关键要素;后者则是指用追求资本收益替代追求社会总体福祉的过程,并伴随着农民的大规模“无产化”和农村社会的阶级分化。

再次,本文在农业资本框架下评价农业现代化,是对农业现代化特征及结果的理论归纳,而不是将农业现代化简单地等同于资本投入。在评价时,技术进步、制度改革这些促进农业现代化的因素可以被技术性映射为资本要素投入,但在方法论层面并非意味着资本投入即现代化的唯一条件。例如,土地制度改革吸引资本要素投入农业部门,促进农业经济增长。在此例中,评价时可以用单位面积资本要素变化来捕捉土地制度改革的影响,同时,在实际操作过程中并不否认国家政策改革、农村市场建设等的作用。

最后,考虑到农业投资行为会受到某些经济冲击的影响,本文构建的单位面积资本环比指标存在适用范围,即主要在和平稳定的发展环境下考察农业现代化的长期轨迹,在此设定下,资本要素遵循基本的经济规律,在各部门间充分流动并不断优化配置,直到农业部门进入投资报酬递减的高质量发展阶段。相反,地区冲突、环境重大变化等引起农业投资波动的冲击则不在此框架讨论的范畴。

四、农业现代化的测算与比较

根据以上经济学分析,农业现代化的本质是使用现代农业生产要素逐步替代传统自然的农业生产要素,本文使用单位面积资本量来刻画这一进程。进一步来说,由于不同地区的资源禀赋不同、农业现代化的起点不同,因此不能简单地比较同一时点不同地区的单位面积资本量,故本文进一步采用单位面积资本环比进行地区间的横向比较。本部分首先介绍单位面积资本量的估算方法、数据来源

* 已有研究通常直接给定目标值,如徐贻军等(2009)将农业科技贡献率的标准值定为75%。但是,现代农业具有动态的阶段性特征,并没有一个可以预知的最终形态和水平,各项标准伴随经济发展均会发生变化,如90年代对农业科技贡献率的要求显著不同于现在的要求,忽略这个差异将导致农业现代化评价失去可比性的稳定根基

^① 马克思·资本论(第3卷). 人民出版社,2004:927~928

和相应的测算结果;其次,应用构建的单位面积资本环比指标进行国别和区域间的横向比较。

(一) 数据来源与测算方法

本文使用了中国 1990—2022 年 30 个省份的种植业生产数据*。其中,固定资产投资数据来源于各省份历年《统计年鉴》和历年《中国统计年鉴》,缺失部分根据《中国固定资产投资统计年鉴》补充,1990 年的存量数据来源于《新中国 60 年统计数据资料汇编》,并参考孔祥智(2018)的方法估算种植业的固定资产投资**。流动资本投入量来源于历年《全国农产品成本收益资料汇编》,包括种子费、化肥费、农家肥费、农药费、农膜费、机械费、燃料费、排灌费、畜力费和材料费。各省份不同作物的播种面积数据来源于历年《中国农村统计年鉴》。另外,以 1990 年为基期,固定资产投资根据各省份的固定资产投资价格指数进行平减,流动资本根据各省份的农业生产资料价格指数平减,其余涉及数值的指标均按照各省份的居民消费价格指数平减,价格指数数据均来源于《中国统计年鉴》。

本文估算的农业资本包括固定资本存量和流动资本,故 1990—2022 年我国各省份的单位面积资本量为:

$$k_{i,t} = k_{f,i,t} + k_{v,i,t} \quad (1)$$

其中, $k_{i,t}$ 表示第 t 年省份 i 的单位面积资本量, $k_{f,i,t}$ 表示该年该省份的单位面积固定资本存量, $k_{v,i,t}$ 表示该年该省份的单位面积流动资本量。

对于单位面积固定资本存量 $k_{f,i,t}$,通常使用永续盘存法(PIM)进行测算。永续盘存法由 Goldsmith(1951)提出,被广泛应用于经济增长核算中,其公式为:

$$k_{f,i,t} = (1 - \delta) k_{f,i,t-1} + I_{i,t} \quad (2)$$

其中, $k_{f,i,t}$ 和 $k_{f,i,t-1}$ 分别表示第 t 年和第 $t-1$ 年省份 i 的单位面积固定资本存量。 $I_{i,t}$ 为第 t 年省份 i 的投资,本文用各省份的农业固定资产投资衡量。 δ 是资本折旧率,采用孔祥智等(2018)设定的 5.3%***。

对于单位面积流动资本 $k_{v,i,t}$,考虑到农业生产具有季节性和周期性,流动资本在一个生产过程内完成全部价值转移,以及不同作物所需的化肥、农药等投入均不相同,本文分别估算谷物、棉麻、糖料、油料和蔬菜的单位面积流动资本量,并以各类作物的播种面积为权重求和,估算公式为:

$$k_{v,i,t} = \sum_{j=1}^{10} w_{i,j,t} k_{v,i,j,t} \quad (3)$$

其中, $k_{v,i,t}$ 表示第 t 年省份 i 的单位面积流动资本量。 $k_{v,i,j,t}$ 表示该年该省份作物 j ($j=1, \dots, 10$, 代表 10 种作物)的单位面积流动资本量****。 $w_{i,j,t}$ 表示该年该省份作物 j 的播种面积占该省份总播种面积的比例。

(二) 单位面积资本量的测算结果

图 2 展示了 1990—2022 年全国种植业部门的单位面积资本量。总体来看,过去 30 年我国的农业单位面积资本量不断增长,至 2022 年达到 1203 元/亩,约为 1990 年的 10 倍。单位面积资本量的

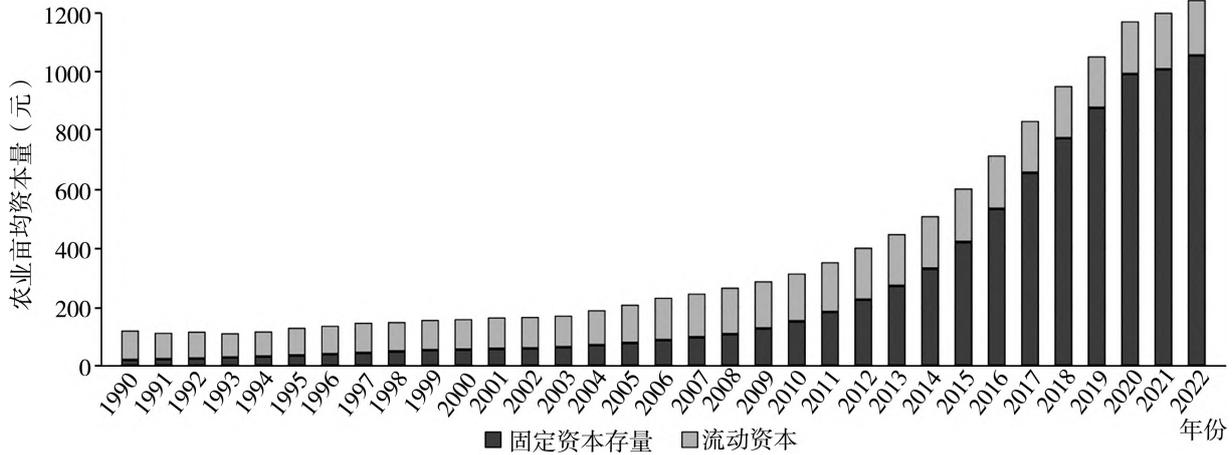
* 由于数据缺失,不包括西藏

** 计算公式为:种植业的固定资产投资=(种植业 GDP/农林牧渔业 GDP)×农林牧渔业固定资产投资。对缺失的 1990—2003 年农林牧渔业固定资产投资数据,依据 2003 年之后的农林牧渔业固定资产投资额占全社会固定资产投资额的平均比例向前估算缺失值

*** 当前针对农业固定资产折旧率,不同学者使用依据存在差异。陈昌兵(2014)估算发现折旧率在 5%左右且年度之间基本不变;Hall 等(1999)认为折旧率为 6%;孔祥智等(2018)在估算 1993—2016 年农业固定资产投资时,采用 1992 年国家统计局公布的粮食部门固定资产折旧率,即 5.3%,并认为其与现有研究使用的折旧率差异并不大。基于同样的理由,本文将 5.3%作为农业固定资产投资折旧率

**** 10 种不同的作物包括水稻、小麦、玉米、大豆、甘蔗、甜菜、花生、油菜籽、棉花和露地西红柿为代表的蔬菜

提高主要是由固定资本存量拉动的,1990 年单位面积固定资本存量为 20 元,到 2022 年该数值超过 1000 元,年均增长 14%。相应地,固定资本存量占单位面积资本量的比例也从 1990 年的 17% 增长到 2022 年的 85%。与之相比,单位面积流动资本投入的变化较小,年均增长 2%。其中,肥料费占比最大,超过流动资本总投入的 40%;种子费、农药费稳步上升,2022 年的投入量约为 1990 年的 2 倍;机械租赁费用上涨最快,年均增加 7%。



数据来源:《中国统计年鉴》、各省《统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《全国农产品成本收益资料汇编》《中国固定资产投资统计年鉴》和《新中国 60 年统计数据资料汇编》

图 2 1990—2022 年全国单位面积资本投入情况

上述农业要素投入的变化反映出我国农业现代化的特征。第一,固定资本存量快速积累为农业技术进步奠定了良好基础。例如,2020 年全国水利建设完成投资 8182 亿元,用于水库、灌区和农村水电建设;投资高标准农田建设 165 亿元,用于土地整治,以及集中连片、设施配套的基本农田建设;中央财政农机购置补贴资金 1.4 亿元,补贴农机具 4 万台(套)^①。上述投资一方面有利于提高农业抵御自然灾害的能力,推广化肥、良种等生物化学技术,另一方面可以促进农业资源高效利用,减少水土资源约束对农业发展的制约;同时还有助于实现农业规模化经营,推动农业机械化,提高投入要素的生产力。第二,以生物化学技术为主,提高土地生产率。生物化学技术进步以良种化和高化肥施用量为特征。至 2021 年,我国农作物良种覆盖率超过 96%,农用化肥施用量超过 5250 亿吨^②。良种、化肥和农药的应用,打破了因土地供给缺乏弹性产生的限制。第三,机械技术逐渐成为农业发展的新驱动力。机械租赁费用的迅速增长和农业劳动力人数的减少,说明我国农业对劳动力的依赖程度正在大幅减弱,资本替代劳动力成为当前农业生产方式变革的主要特征。数据显示,1990—2020 年,我国第一产业就业人员数量从 3.9 亿人下降到 1.8 亿人,与此同时,农业机械总动力从 2871 亿瓦上升到 1.1 万亿瓦,全国平均农业机械化率超过 70%^③。总体来说,我国整体的农业现代化是由固定资本投资和生物化学要素投入共同推动的。

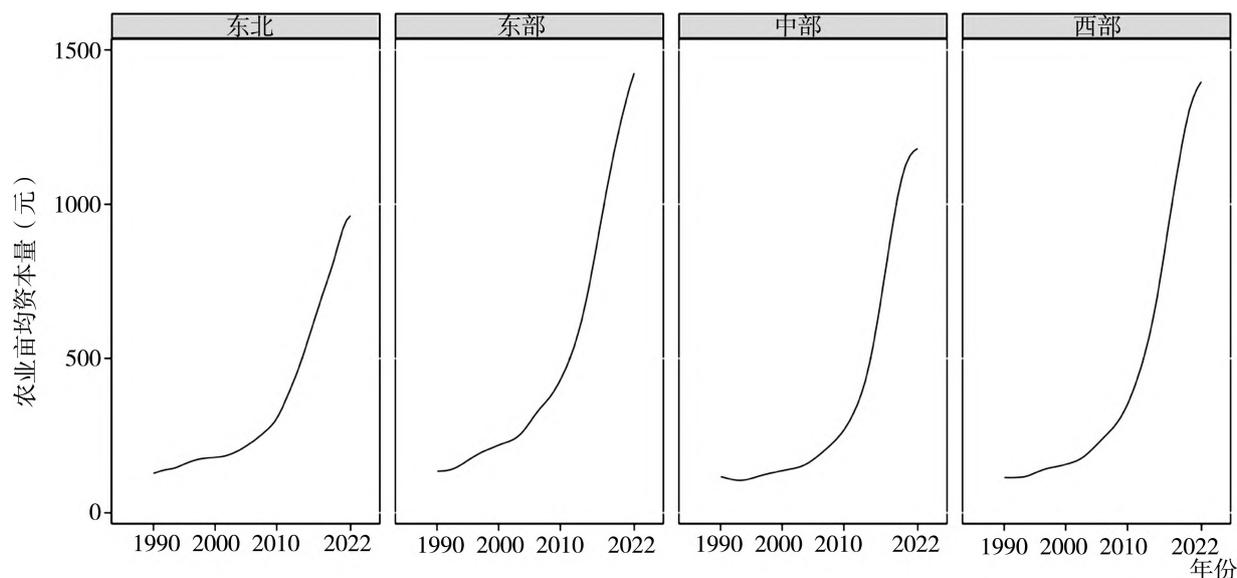
图 3 展示了我国各地区历年的单位面积资本量。可以发现,区域间的单位面积资本量差异较大,且随时间变化有不断加剧的趋势。1990 年,各地区差距尚不明显,单位面积资本量的极差仅为 70

① 数据来源:2020 年全国水利发展统计公报。中国水利水电出版社;农业农村部农业机械化推广司,农业农村部农田建设管理司

② 数据来源:中国统计年鉴。中国统计出版社;中华人民共和国农业农村部

③ 数据来源:中国农村统计年鉴。中国农业出版社;2020 年全国农业机械化发展统计公报。农业机械化推广司

元;至2022年,东、中、西部地区的单位面积资本量都超过了1200元/亩,而东北地区不到1000元/亩。生产要素空间分布不均导致农业资本投入更多地体现出区域特征:尽管东北地区的农业机械化水平和灌溉面积覆盖率最高,但由于农业规模化程度高,农机、水利基础设施等不可分割性要素能够在空间上得到更充分有效的利用,因此单位面积分摊成本较低;而东、中、西部地区的农业生产更多是小农经营的模式,其成本难以分摊(徐灏龙等,2021)。除此以外,种植结构差异也解释了各地区资本投入的差异。东北地区是我国的重要粮仓之一,而粮食作物所需的资本投入少于蔬菜等经济作物。因此,从这个角度看,单位面积资本量不能直接用于地区间的横向比较。



注:依据国家统计局标准,东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南;中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南;西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆;东北地区包括辽宁、吉林和黑龙江

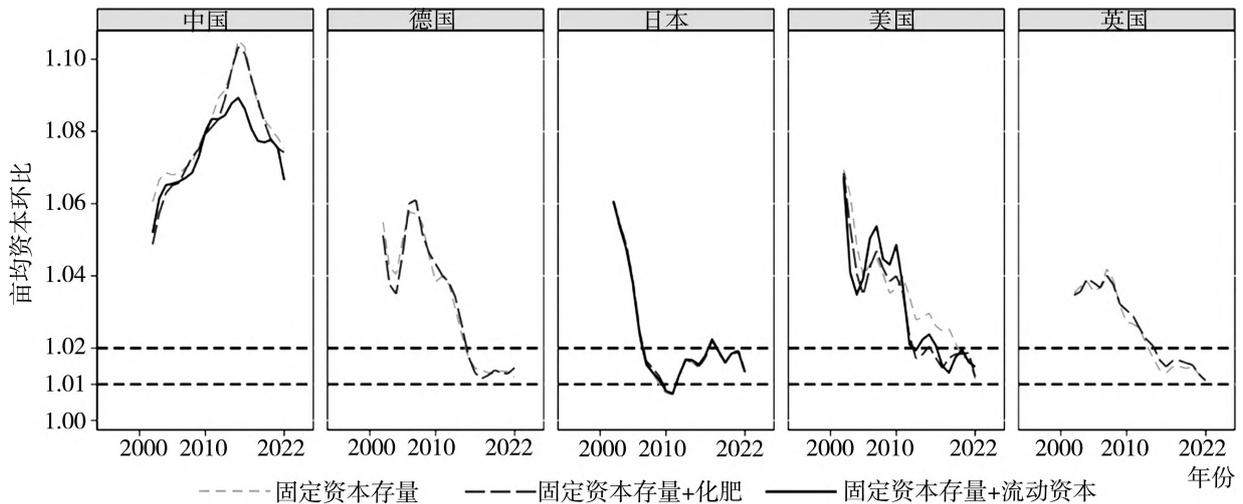
图3 1990—2022年各地区单位面积资本量

(三) 农业现代化的国别比较与地区差异

如上所述,单位面积资本量只适用于某一地区的纵向比较,而要判断农业现代化所处的阶段,或横向对比区域间的农业现代化水平,则需要依靠单位面积资本环比,即 $rr_t = \frac{k_t}{k_{t-1}}$ 。本部分首先运用代表性国家的农业数据来检验本文第三部分提出的两个假说,即验证单位面积资本环比这一指标的科学性和可行性;其次,利用单位面积资本环比横向对比我国各地区的农业现代化水平,并量化其与发达国家现代农业的差距。

本文收集了2001—2022年部分发达国家在种植业部门的投资数据,并计算得出各国历年的单位面积资本环比(见图4)。在不同制度、不同资源禀赋的发达国家,无论是固定资本存量,还是固定资本存量加化肥,或是固定资本存量加流动资本,其环比均表现出了相同的下降趋势。尤其是2015年前后,发达国家的农业单位面积资本环比下降到1.02左右。这也意味着,单位面积资本环比下降与农业现代化水平提高之间存在较紧密且稳定的相关关系,使用单位面积资本环比作为横向比较的指标具有科学性。对于新世纪的中国而言,伴随农业税赋的减免与政府农业投资的持续增长,尽管近年来投资速度有所下降,单位面积资本环比仍保持在较高的水平。这与第三部分所述经济发展的特征

相一致,说明中国农业部门还存在资本进一步进入的空间,现代农业生产方式仍有提升的潜力。更进一步地,根据代表性发达国家的经验数据,本文提出在当前农业技术水平下,农业单位面积资本环比下降并保持在经验值 1.02 及以下的水平,即可认为该地区实现了农业现代化。当然,本文认为精确的数值选择一定会带来很多争论,但是,为进一步比较地区之间的差异,牺牲某种精确性的妥协是必要的。



注:基期资本存量根据 Hall 等(1999)提出的公式 $K_{2001,i} = I_{2001,i} / (\delta + g_i)$ 进行估算, $K_{2001,i}$ 表示 2001 年国家 i 的农业资本存量, $I_{2001,i}$ 表示 2001 年国家 i 的农业投资额, δ 为折旧率, g_i 为 2001—2022 年投资几何平均增长率;对数据进行 3 年滑动平均处理

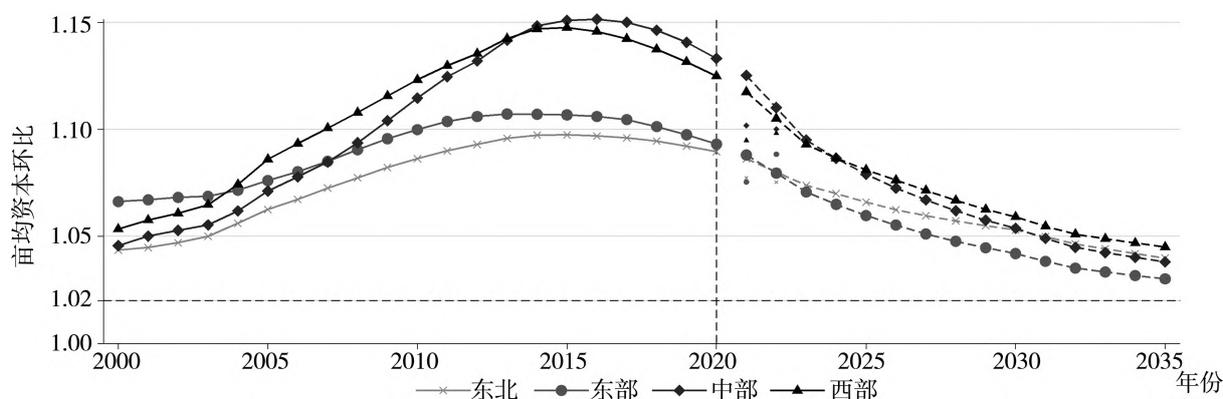
数据来源:历年单位面积资本形成数据来源于联合国粮农组织 (FAO),化肥费和其他流动资本数据来自于 USDA、Statistics Bureau of Japan、European Statistics 和国家统计局

图 4 各国单位面积资本环比

基于单位面积资本环比,本文对比了我国不同地区所处的农业现代化阶段(见图 5)。整体来看,各地区的单位面积资本环比都经历了“上升—下降”的倒“U”型过程。其中,21 世纪初我国各地区的低单位面积资本环比是受当时社会背景影响的结果:一是土地流转程度低导致投资缓慢;二是国家支持政策仍以工业和城市发展为主,且农村物质资本更为匮乏。直到 2006 年正式取消征收农业税、推行农业补贴,我国才逐渐进入“以工补农、以城带乡”的发展阶段。但是,早期阶段低单位面积资本环比并不能说明农业现代化水平高,本文隐含的假设是农业经济发展以及经济发展都存在“快速增长—增长放缓”的倒“U”型过程,因此对农业现代化的判断应基于后期农业资本环比下降阶段。

整体上看,我国农业现代化发展存在收敛和空间集聚现象,且农业现代化速度的空间分布随时间动态变化。21 世纪初,各地区的单位面积资本环比相差较小,呈现东部引领的局面;2004 年前后,西部地区的单位面积资本环比逐渐赶超东部;2007 年前后,中部地区的单位面积资本环比也超过东部,与西部地区一起进入高速发展时期;东北地区的单位面积资本环比则较为平稳。根据接近或到达拐点的趋势,经济发展水平较高的东部地区和粮食主产区东北地区的农业现代化起步较早,而经济欠发达的中西部地区稍滞后,但投资回报更高、增长潜力更大且速度更快。这与刘晓越(2004)、安晓宁等(2020)的研究结论基本一致。本文认为,发展后期经济欠发达地区农业现代化速度较高,一是因为中西部地区的基础设施投资回报高,相同投资带来的边际报酬更高;二是受益于 1996 年和 2004 年开展的东西部协作结对帮扶和促进中部地区崛起计划,通过区域间技术和知识转移促成随后十余年中

西部地区农业的高速发展。



注:虚线右侧(即2020年以后)的虚线数值根据第五部分的ARIMA模型预测;散点是各地区2021和2022年的实际值。预测值与实际值的差距主要来源于疫情冲击下全社会固定资产投资放缓,尤其是中西部财政压力较大的地区受影响相对更大。若不受系统性冲击影响,资本环比变化应遵循预测轨迹

图5 各地区的单位面积资本环比

五、农业现代化的趋势预测

与发达国家的现代农业相比,即使是东部地区,其种植业部门的单位面积资本环比仍较高,尚未进入农业现代化的高级阶段。由此看来,2025年有条件的地区率先基本实现农业现代化的任务仍十分艰巨。为更好把握我国所处的农业现代化阶段和发展趋势,本部分进一步使用ARIMA模型对地区的农业现代化水平进行了预测。

(一) 预测方法

预测需满足没有系统性冲击的条件。本文基于1990—2020年数据估计我国2021—2035年各省份单位面积资本环比的变化趋势。未使用2020年后的数据,主要是因为疫情冲击下政府各部门放缓了对农业的固定资产投资。如图2所示,2021和2022年的固定资本存量增速明显降低。因此,考虑到指标的适用范围,以及近期数据在ARIMA模型中具有较高权重,为避免重大冲击影响投资行为、带来预测误差,本文将样本期限定为1990—2020年。单位面积资本环比是投资行为主体决策的结果,而投资行为依赖于政府和农户对投资潜在收益的判断,以及对过去投资数量与实际所需数量的预测误差的调整,这些信息都隐含在t时期之前的单位面积资本环比中。因此,本文利用单位面积资本环比的历史数据来分别预测各省份t时期的单位面积资本环比:

$$rr_t = \varphi_0 + \varphi_1 rr_{t-1} + \varphi_2 rr_{t-2} + \cdots + \varphi_p rr_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (5)$$

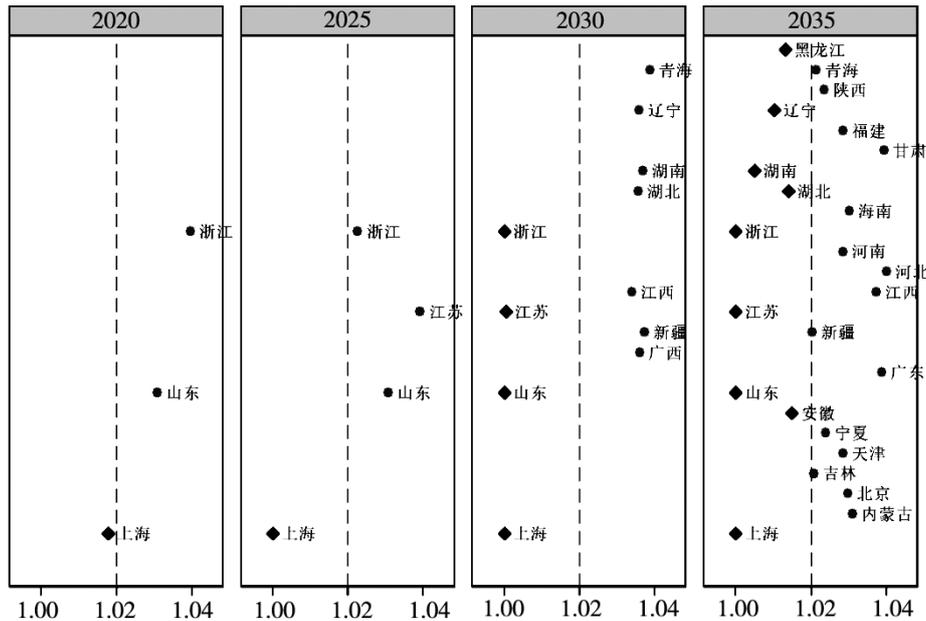
其中,rr表示单位面积资本环比, φ 和 θ 是待估参数, ε 是误差项。p指定了单位面积资本环比滞后的阶数,q指定了历史预测误差的期数,经济理论通常不能提供估计p和q的信息,故只能根据数据的自相关和偏自相关统计量来推断*。

(二) 预测与讨论

分地区和分省份的预测结果分别如图5和图6所示。图5显示,未来几年尤其是2030年后我国

* 关于ARIMA模型中的参数p,q,d,大部分省份的p和q选择1或2,即当期单位面积资本环比与近期数据相关程度较高;大部分省份的d确定为1,即对该省份的单位面积资本环比进行一阶差分,以消除趋势获得平稳序列。各省份的上述三个参数根据具体数据特征进行判断,受限于篇幅限制并未列出,如有需要,相应的估计结果可以向作者索取

各地区的单位面积资本环比逐渐接近,这与钟水映等(2016)的研究结论一致。这一趋同现象可以用资本边际报酬递减和技术转移来解释:一方面,尽管中西部地区的农业现代化起步较晚,但是资本投入的回报率较高,在经历2007—2015年的大规模投资后,其资本回报率迅速下降,最终由于资本的逐利性和流动性,我国各地区的资本回报率趋向一致,农业资本投入速度下降到较低水平;另一方面,技术进步依赖于物质资本投资,机械技术和生物化学技术从东部地区向中西部欠发达地区的转移必然伴随资本的转移,进一步缩短了中西部地区单位面积资本环比下降所需的时间。



注:为便于展示,该图保留单位面积资本环比小于1.04的部分省份2020、2025、2030和2035年的数值,且若资本环比<1,则设定为1。图中2020年的是实际值,此后为预测值;菱形图标代表该省份的单位面积资本环比小于1.02,即已经实现农业现代化,圆形图标代表该省份的单位面积资本环比小于1.04,即基本实现农业现代化。由于1991—2020年我国各省份的单位面积资本环比本身存在一些波动,故ARIMA模型的预测结果同样存在一些波动,但不影响对各省份农业现代化阶段的基本判断

图6 各省份农业现代化水平的预测结果

图6预测了各省份基本实现农业现代化的时间点。为比较未受冲击影响下的农业现代化发展轨迹,展示2020年的实际值,以及2025年、2030年和2035年的预测值。2020年,单位面积资本环比达到并维持在1.02左右的有上海市、浙江省和山东省;2025年在此基础上新增江苏省;2030年又增加了湖北省、湖南省等8个省份;至2035年,基本实现农业现代化的共有24个省份。尽管随时间推移有越来越多的省份相继迈入农业现代化,但严格来看,除少数东部沿海省份,大部分地区要完成2025年基本实现农业现代化的目标仍是十分艰巨的。平均来看,我国30个省份2025年、2030年和2035年的单位面积资本环比分别约为1.06、1.04和1.03,结合发达国家的经验,倘若未来没有颠覆性的生产方式革命或其他经济冲击,可以认为到2035年我国大部分省份基本实现农业现代化,到2045年我国整体的农业部门达到发达国家现代农业的水平。本文的判断与Wei等(2021)关于农业农村现代化指标评价体系的研究基本一致,其提出到2035年中国可以基本实现农业现代化,到2040年前后可以接近部分发达国家。

总体而言,农业发展是缓慢的,但可以通过大规模投资来加速农业现代化进程。Gollin 等(2002)指出,经济体收敛到稳态的速度与资本投入的速度高度正相关,如果资本积累速度快,那么经济体达到稳态所需要的时间相对更短。因此,增加资本投入是促进实现农业现代化的可行路径,尤其是对于农业发展相对滞后的地区,需要通过一系列制度、技术变革来推动资本要素流入农业部门。

六、结论和政策含义

“十四五”时期,农业现代化成为我国短期内亟需实现的目标和完成的考核指标,这要求重新界定农业现代化,并制定出可量化、可比的评价标准。本文通过梳理农业发展的相关观点,提出资本才是农业现代化的最核心内容,并基于固定资本和流动资本计算得到各省份的单位面积资本量。研究发现,各地区的单位面积资本量均不断上升,且我国过去 30 余年的农业现代化过程以基础设施建设和生物化学技术革新为主要特征。

本文提出以单位面积资本环比作为评价农业现代化的单维指标。根据发达国家的农业发展经验,在既定的农业技术水平下,当单位面积资本环比下降并维持在 1.02 的水平,即可认为该地区实现了农业现代化。国际对比表明,我国整体的农业现代化程度较低且存在空间差异。农业现代化阶段与经济发展阶段正相关,东部和东北地区率先开始农业现代化,并较早进入农业投资放缓的阶段,而中西部地区尚处在农业现代化速度较快、农业资本迅速积累的时期。更进一步地,本文使用 ARIMA 模型预测了未来 15 年我国各地区的单位面积资本环比。结果显示,在不发生重大变化的情况下,到 2030 年和 2035 年,我国农业部门的单位面积资本环比将分别下降到 1.04 和 1.03 左右,距离发达国家的 1.02 尚有一段距离。根据国家社会主义现代化建设工作的战略部署,该结果说明,2050 年农业现代化的目标可以达成,但 2035 年全国基本实现农业现代化的任务仍然艰巨,约有五分之一的省份农业发展较为滞后,需要通过大规模投资来加速这一进程。

上述发现具有重要的政策含义。首先,基于单位面积资本量特征,以高标准农田建设、水利基础设施、大型农机具、数字基础设施为代表的固定资本和以化肥、农药、良种为代表的流动资本是我国农业现代化的重要源泉,两者不可偏废。必须在这两方面加强农业资本投入,尽快推进以之为载体的机械技术、化学技术和生物技术充分运用到农业生产中,促进单位面积资本环比进一步下降。其次,基于我国整体较高的单位面积资本环比,有必要通过制度改革提高农业部门资本回报率,畅通资本流动渠道。具体来说,尽快完善农村产权制度和要素市场化配置,提升资本要素配置效率,并促进资本要素在部门间自由流动,以使全国各地区的农业部门根据预期轨迹向现代化转型。第三,基于我国单位面积资本环比的空间差异,一方面需要加大对农业现代化滞后地区,即中西部欠发达地区的财政支持力度和社会资本帮扶力度,以加速这些地区的资本积累,促进基于资本的技术进步、制度改革和人力资本提高,为实现农业现代化创造有利条件。另一方面,在区域特征基础上,也应该在不同地区的投资多样性和差异化方面予以考虑。例如,东北地区黑土地资源丰富、农业经营规模较大,是我国传统的粮食生产基地,其农业现代化路径应更多关注推广适宜的农业机械和土壤生物改良技术,以及增施有机肥料、采用绿色生物制剂来减少化肥、化学农药的使用,保障黑土地的可持续生产力。当然,在资本进入并改造传统农业的过程中,也需要有相应的制度规定或引导资本投入方向,使其符合中国式农业现代化的特点。

本文也存在一些不足。第一,本文在各国和平稳定发展的基本假定下讨论农业现代化,因此构建的指标存在一些特定的适用条件,需要在使用时甄别哪些是长期趋势,哪些是短期冲击;第二,本文论证了资本是农业现代化的根本驱动力,并提出短期大规模投资有利于加速实现农业现代化,但并未论述我国现阶段资本进入农业部门的潜力。实际上,保持一定水平的农业资本回报率是农业资本投资

的必要前提,后续研究将对此进行估算,为理解我国农业现代化的发展潜力提供新的视角。第三,本文从资本视角讨论“农业现代化”的经济学本质,初衷是解决农业现代化度量的问题。但受篇幅限制,与“中国式农业现代化”相关的利益分配机制、可持续发展等问题,本文未能进行深入讨论,此项工作也留待未来进行。第四,受数据可得性限制,本文仅在省级层面测度并比较种植业部门的现代化水平,期待未来能够在合适的条件下,在“大农业”视角下做更加细致的国别与县级之间的比较。同时,由于缺乏农业固定资产投资的分类数据,本文难以区分传统生产技术投资与先进的数字技术、智能设施投资的折旧率,可能高估近年的农业固定资本存量。

参 考 文 献

1. Amable, B. Catch-up and Convergence: A Model of Cumulative Growth. *International Review of Applied Economics*, 1993(7): 1~25
2. Bachewe, F. N., Berhane, G., Minten, B., Taffesse, A. S. Agricultural Transformation in Africa? Assessing the Evidence in Ethiopia. *World Development*, 2018: 286~298
3. Ball, V. E., Bureau, J. C., Nehring, R., Somwaru, A. Agricultural Productivity Revisited. *American Journal of Agricultural Economics*, 1997(4): 1045~1063
4. Caunedo, J., Keller, E. Capital Obsolescence and Agricultural Productivity. *The Quarterly Journal of Economics*, 2021: 505~561
5. Chang, P. K. *Agriculture and Industrialization*. Cambridge: Harvard University Press, 1949
6. Fuglie, K. O. Is Agricultural Productivity Slowing. *Global Food Security*, 2018: 73~83
7. Goldsmith, R. W. A Perpetual Inventory of National Wealth. *Studies in Income and Wealth*, 1951: 5~61
8. Gollin, D., Parente, S., Rogerson, R. The Role of Agriculture in Development. *American Economic Review*, 2002(2): 160~164
9. Hall, R. E., C. I., Jones. Why do Some Countries Produce so Much More Output Per Worker Than Others? *The Quarterly Journal of Economics*, 1999(1): 83~116
10. Hayami, Y., Ruttan, V. W. *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore. The Johns Hopkins Press, 1971
11. Wei, H. K., Cui, K. China's Agricultural Modernization Strategy Towards 2035. *China Economist*, 2021: 18~41
12. Ito, J. Inter-regional Difference of Agricultural Productivity in China: Distinction Between Biochemical and Machinery Technology. *China Economic Review*, 2010(3): 394~410
13. Jayne, T. S., Muyanga, M., Wineman, A., Ghebru, H., Stevens, C., StICKLER, M., Chapoto, A., Anseeuw, W., Van der Westhuizen, D., Nyange, D. Are Medium-scale Farms Driving Agricultural Transformation in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Economics*, 2019: 75~95
14. Kuijs, L. Investment and Saving in China. *World Bank Policy Research Paper Series*, 2005: 3633
15. Kurosaki, T. Specialization and Diversification in Agricultural Transformation: The Case of West Punjab, 1903~92. *American Journal of Agricultural Economics*, 2003(2): 372~386
16. Lee, D. R. Agricultural Sustainability and Technology Adoption: Issues and Policies for Developing Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 2005(5): 1325~1334
17. Li, Y., Wang, J., Liu, Y., Long, H. Problem Regions and Regional Problems of Socioeconomic Development in China: A Perspective From the Coordinated Development of Industrialization, Informatization, Urbanization and Agricultural Modernization. *Journal of Geographical Sciences*, 2014(6): 1115~1130
18. Lin, J. Y. Rural Reforms and Agricultural Growth in China. *American Economic Review*, 1992: 34~51
19. Liu, S., Wang, B. The Decline in Agricultural Share and Agricultural Industrialization—some Stylized Facts and Theoretical Explanations. *China Agricultural Economic Review*, 2022: 469~493
20. Pingali, P. Agricultural Growth and Economic Development: A View Through the Globalization Lens. *Agricultural Economics*, 2007: 1~12
21. Pingali, P. Agriculture Renaissance: Making 'Agriculture for Development' Work in the 21st Century. *Handbook of Agricultural Economics*, 2010(4): 3867~3894
22. Rozelle, S., Swinnen, J. F. Success and Failure of Reform: Insights From the Transition of Agriculture. *Journal of Economic Literature*, 2004: 404~456
23. Schuh, G. E. The New Macroeconomics of Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 1976(5): 802~811

24. Schultz, T. W. Transforming Traditional Agriculture. Yale University press, 1964
25. Timmer, C. P. The Agricultural Transformation. Handbook of Development Economics, 1988(1):275~331
26. Tsakok, I., Gardner, B. Agriculture in Economic Development; Primary Engine of Growth or Chicken and Egg. American Journal of Agricultural Economics, 2007; 1145~1151
27. Yang, D. T., Zhu, X. Modernization of Agriculture and Long-term Growth. Journal of Monetary Economics, 2013; 367~382
28. 安晓宁, 辛岭. 中国农业现代化发展的时空特征与区域非均衡性. 资源科学, 2020(9):1801~1815
29. 北京天则经济研究所《中国土地问题》课题组, 张曙光. 土地流转与农业现代化. 管理世界, 2010(7):66~85+97
30. 陈昌兵. 可变折旧率估计及资本存量测算. 经济研究, 2014(12):72~85
31. 程智强, 程序. 农业现代化指标体系的设计. 农业技术经济, 2003(2):1~4
32. 杜宇能, 潘驰宇, 宋淑芳. 中国分地区农业现代化发展程度评价——基于各省份农业统计数据. 农业技术经济, 2018(3):79~89
33. 傅晨. 基本实现农业现代化:涵义与标准的理论探讨. 中国农村经济, 2001(12):4~9+15
34. 顾益康. 依靠科技进步 建设高产出农业——兼论中国农业的根本出路. 中国农村经济, 1990(7):3~7
35. 国务院发展研究中心农村经济研究部课题组, 叶兴庆, 程郁, 张诩, 伍振军, 殷浩栋, 韩丹. 中国农业现代化与农村现代化协调发展战略研究. 农业经济问题, 2023(4):13~27
36. 洪银兴, 杨玉珍. 现代化新征程中农业发展范式的创新——兼论中国发展经济学的创新研究. 管理世界, 2023(5):1~8+53+9
37. 黄宗智, 彭玉生. 三大历史性变迁的交汇与中国小规模农业的前景. 中国社会科学, 2007(4):74~88+205~206
38. 焦长权, 董磊明. 从“过密化”到“机械化”:中国农业机械化革命的历程、动力和影响(1980—2015年). 管理世界, 2018(10):173~190
39. 康芸, 李晓鸣. 试论农业现代化的内涵和政策选择. 中国农村经济, 2000(9):9~14
40. 柯炳生. 对推进我国基本实现农业现代化的几点认识. 中国农村经济, 2000(9):4~8
41. 孔祥智, 张琛, 张效榕. 要素禀赋变化与农业资本有机构成提高——对1978年以来中国农业发展路径的解释. 管理世界, 2018(10):147~160
42. 李国祥. 论中国农业发展动能转换. 中国农村经济, 2017(7):2~14
43. 刘晓越. 中国农业现代化进程研究与实证分析. 统计研究, 2004(2):10~16
44. 刘玉洁, 吕硕, 陈洁, 张婕, 邱双娟, 胡一帆, 葛全胜. 青藏高原农业现代化时空分异及其驱动机制. 地理学报, 2022(1):214~227
45. 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 于正松. 中国农业现代化发展水平空间分异及类型. 地理学报, 2014(2):213~226
46. 卢荣善. 经济学视角:日本农业现代化经验及其对中国的适用性研究. 农业经济问题, 2007(2):95~100+112
47. 罗必良. 基要性变革:理解农业现代化的中国道路. 华中农业大学学报(社会科学版), 2022(4):1~9
48. 魏后凯, 叶兴庆, 杜志雄, 樊胜根, 罗必良, 刘守英, 黄承伟. 加快构建新发展格局, 着力推动农业农村高质量发展——权威专家深度解读党的二十大精神. 中国农村经济, 2022(12):2~34
49. 罗浩轩. 中国区域农业要素禀赋结构变迁的逻辑和趋势分析. 中国农村经济, 2017(3):46~59
50. 马克思. 资本论. 人民出版社, 2004
51. 马克思. 机器、自然力和科学的应用. 人民出版社, 1978
52. 毛飞, 孔祥智. 中国农业现代化总体态势和未来取向. 改革, 2012(10):9~21
53. 梅方权. 农业信息化带动农业现代化的战略分析. 中国农村经济, 2001(12):22~26
54. 阮俊虎, 刘天军, 冯晓春, 乔志伟, 霍学喜, 朱玉春, 胡祥培. 数字农业运营管理:关键问题、理论与方法与示范工程. 管理世界, 2020(8):222~233
55. 宋洪远, 江帆. 农业强国的内涵特征、重点任务和关键举措. 农业经济问题, 2023(6):18~29
56. 陶武先. 现代农业的基本特征与着力点. 中国农村经济, 2004(3):4~12+33
57. 田野, 黄进, 安敏. 乡村振兴战略下农业现代化发展效率评价——基于超效率DEA与综合熵值法的联合分析. 农业经济问题, 2021(3):100~113
58. 王国敏, 周庆元. 我国农业现代化测评体系的构建与应用. 经济纵横, 2012(2):69~74
59. 熊彼特. 经济发展理论. 商务印书馆, 1990
60. 徐灏龙, 陆铭. 求解中国农业困局:国际视野中的农业规模经营与农业竞争力. 学术月刊, 2021(6):58~71

61. 徐贻军,任木荣. 湖南现代农业发展水平评价. 经济地理,2009(7):1166~1171
62. 杨志良. 中国式农业现代化的百年探索、理论内涵与未来进路. 经济学家,2021(12):117~124
63. 杨子,张建,诸培新. 农业社会化服务能推动小农对接农业现代化吗——基于技术效率视角. 农业技术经济,2019(9):16~26
64. 曾福生,高鸣. 中国农业现代化、工业化和城镇化协调发展及其影响因素分析——基于现代农业视角. 中国农村经济,2013(1):24~39
65. 张红宇,张海阳,李伟毅,李冠佑. 中国特色农业现代化:目标定位与改革创新. 中国农村经济,2015(1):4~13
66. 张鸣鸣. 新型农业经营体系和农业现代化——“新型农业经营体系和农业现代化研讨会暨第九届全国农经网络大会”综述. 中国农村经济,2013(12):84~88
67. 张永江,袁俊丽,黄惠春. 中国特色农业强国的历史演进、理论逻辑与推进路径. 农业经济问题,2023(12):4~16
68. 赵晓峰,陈义媛,周娟,赵祥云. 农业现代化的中国道路. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2020(5):120~133
69. 郑有贵. 农业现代化内涵、指标体系及制度创新的探讨. 中国农业大学学报(社会科学版),2000(4):56~59+68
70. 钟水映,李强谊,徐飞. 中国农业现代化发展水平的空间非均衡及动态演进. 中国人口·资源与环境,2016(7):145~152
71. 周振,孔祥智. 新中国70年农业经营体制的历史变迁与政策启示. 管理世界,2019(10):24~38

Agricultural Modernization Evaluation: A Key Indicator Based on Agricultural Capital and Application

YI Fujin, ZHI Xiaoxu

Abstract: Agricultural modernization is the main development goal and evaluation index of the 14th Five-Year Plan period. However, the concept of agricultural modernization has become increasingly broad in its meaning, which renders its evaluation much more subjective, complicated, and incomparable. This study aims to advance the understandings of agricultural modernization from an economic perspective by constructing the key indicators for evaluation based on capital. For this purpose, this study first identifies the concepts, economic implications, and transitions associated with agricultural modernization. The paper then applies the annulus of capital per mu as a key indicator to dynamically evaluate agricultural modernization. The paper makes comparisons among countries, regions, and provinces. And lastly, the paper makes predictions of agricultural modernization using the ARIMA model. The results show that, compared with modern agriculture in developed countries, uncertainty remains regarding the goal of achieving basic agricultural modernization in areas with qualified conditions by 2025. Similarly, it's difficult to achieve basic agricultural modernization nationwide by 2035, with about one-fifth of the provinces lagging behind and still needing large-scale investment to accelerate their modernization process.

Keywords: Agricultural modernization; Agricultural capital; Annulus of capital per mu; Evaluation index

责任编辑:鄂昱州