

农业科技资源配置效率与农业科技创新能力耦合协调研究^{*}

杨传喜^{1,2}, 梁慧楠², 黄馨怡³

(1. 桂林旅游学院商学院, 广西 桂林 541006; 2. 桂林理工大学商学院, 广西 桂林 541004;

3. 中国人民大学经济学院, 北京 100872)

摘要:【目的】探究农业科技资源配置与农业科技创新能力的耦合协调机制, 从政策层面推动农业高质量发展。【方法】运用超效率DEA模型和熵值法, 测算2010—2020年30个省级行政区(不包含西藏和港澳台)农业科技资源配置效率与农业科技创新能力, 计算二者的系统耦合度和耦合协调度, 并分析两系统耦合协调发展趋势。【结果】1) 农业科技资源配置效率、农业科技创新能力自2010年以来呈现波动上升趋势。从四大经济区来看, 农业科技创新能力东部地区最高, 中部和东北部次之, 西部地区相对较低; 农业科技资源配置效率基本满足东部>西部>中部>东北部的规律。2) 2014年是两系统耦合协调发展的重要转折点, 系统耦合度和耦合协调度到达最低值。【结论】本研究提出畅通农业科技成果落地应用渠道、提高要素投入转化为创新成果的效率等举措, 有助于实现生产要素转变为经济效益的目标, 提升农业科技创新能力, 推动农业高质量发展, 提高我国竞争力。

关键词: 农业科技资源配置效率; 农业科技创新能力; 耦合协调度

中图分类号: F323.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3872.2025.12.001

资源配置理论萌芽于1662年威廉·配第提出的“劳动是财富之父, 土地是财富之母”。现代经济社会的一切管理问题, 几乎都可以归结为资源的合理配置问题。资源配置优化反映的是使资源价值最大化的过程, 合理的资源配置有助于塑造可持续竞争优势。随着资源环境约束不断趋紧, 农业发展面临着关键转型, 优化农业农村要素配置是实施质量兴农战略的关键环节^[1]。长期以来, 宏观发展政策存在城市偏向, 农业部门在国民经济和资源配置上都处于相对弱势地位^[2]。农业科技资源配置效率对农业科技创新具有重要影响, 而农业科技创新是农业高质量发展的动力源泉。优化农业科技资源配置不仅需要发挥市场的决定性作用, 还要利用好政府这只“有形的手”。因此, 资源配置理论为探究农业科技资源配置与农业科技创新能力的耦合协调机制提供理论支撑, 有助于从政策层面为推动农业高质量发展提供参考。

1 农业科技资源配置效率与农业科技创新能力的耦合机理

农业科技资源配置过程涉及多主体共同参与及主体间相互利益和观念的调整、相关法规和机制的

完善、资金投入和人才队伍培育、各层面科技计划的衔接, 特别是涉及现有的体制, 是一个复杂的系统工程。农业科技创新过程涉及多个行为主体参与, 由多重环节构成。农业科技创新系统承担了组织和运行各种农业科技创新活动的功能, 创建高效协同的农业科技创新系统是农业科技创新发展的有力保障。农业科技创新系统经历了从农业科研系统、农业知识信息系统到农业创新系统的研究范式的变化^[3]。随着农业产业规模持续扩大、生态环保压力日益增强, 农业科技创新活动的复杂性也有所提高, 传统农业科技创新系统需要通过转型升级来适应新发展阶段。

对于农业科技资源配置与农业科技创新构成的二元系统, 二者的耦合关系反映出在农业科技创新过程中资源的配置效率和成果转化强度, 体现了区域农业科技创新能力的强弱。科技创新凸显经济属性, 其核心在于以市场价值为指引, 在经济活动中实现科学发现和技术发明的有效应用^[4]。农业科学技术、人力和资金投入等均会对农业科技创新资源配置效率产生影响^[5], 而政府扶持、人力资本及信息技术等又对提高农业科技创新水平具有明显的推进作用^[6]。区域科技资

基金项目: 国家自然科学基金项目“农业科技资源配置优化助推农业高质量发展的作用机理、效应识别及实现路径研究”(72264008); 广西哲学社会科学课题一般项目“农业科技资源配置与农业高质量发展的耦合机制及实现路径研究”(23BGL003)

作者简介: 杨传喜(1977—), 男, 河南息县人, 博士, 教授、硕导, 研究方向为农业科技资源配置与高质量发展。

资源配置和自主创新之间存在非常显著的协同特征，因为科学合理的区域科技资源配置是实现区域自主创新的前提条件，同时区域科技资源配置的方向、机制等又会直接影响区域自主创新能力的形成与效率的提升^[7]。一方面，研发资源的高度密集和研发重心的高度集中是一个富有创新力区域的重要特征；另一方面，科技资源配置效率综合反映一个区域运用和整合科技资源的能力，直接影响区域科技创新的整体实力^[8]。

2 研究设计

2.1 农业科技资源配置效率测度

DEA 效率评价方法由 Chames、Cooper 和 Rhode 于 1978 年提出，在评价多投入、多产出模式下决策单元间的相对有效性方面具有特别的优势，因此被广泛应用于科技资源配置效率的测算^[9]。DEA 方法的发展历程可分为三个重要的演变阶段，第一阶段是以 CCR、BCC 为基础的传统模型阶段，第二阶段是考虑转置及距离函数的非期望产出阶段，第三阶段是考虑松弛变量的超效率阶段^[10]。Nersen 等为克服 CCR 模型无法对多个决策单元做出进一步评价和比较的缺陷，基于 CCR 模型改进并提出了可以对有效决策单元进一步比较、排序的超效率 DEA 模型^[11]。农业科技资源配置效率本质上是一个产出与投入之比的效率评估问题。因此，在保证不影响低效率评价主体结果的情况下，需要能够准确比较出高效率评价主体之间的相对效率大小。本文借鉴以上成果，用超效率 DEA 模型测算农业科技资源配置效率。

2.2 农业科技创新能力测度

本文使用《全国农业科技统计资料汇编》中农业科研机构发表论文量、出版著作量和专利受理数量经熵值法计算出的综合值表示农业科技创新能力。考虑到数据的可得性及完整性，本研究未将鉴定科技成果数量、审定新品种数量、软件著作权及制定的国家和行业标准等作为衡量指标。

2.3 耦合协调度模型

1) 农业科技资源配置效率与农业科技创新能力综合协调指数 (T)。综合协调指数表示两者的发展水平对协调度的贡献，反映两个系统之间的真实协同水平，规避了虚假耦合现象。测算公式如下：

$$T = \alpha E + \beta Q \tag{1}$$

其中， α 和 β 分别表示农业科技资源配置效率和农业

科技创新能力贡献系数。本研究中，农业科技资源配置效率和农业科技创新能力处于同等重要的地位，二者应互相促进、共同发展，故设 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

2) 农业科技资源配置效率与农业科技创新能力的耦合度数值越大，表明两个体系发展越和谐。两系统耦合度 (C) 计算公式如下：

$$C = \frac{\sqrt{E \times Q}}{T} \tag{2}$$

3) 两系统耦合协调度 (D) 计算公式如下：

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{3}$$

两系统协调发展度越接近于 1，则表示二者协调发展程度越高。参照孟凡蓉等^[12](2019)及杨传喜等^[13](2023)的研究，根据耦合度 C 和耦合协调度 D 的数值大小，进行划分，具体如表 1 所示。

表 1 耦合度和耦合协调度划分标准

耦合度 C	耦合强度	耦合协调度 D	协调强度
$0.0 \leq C < 0.3$	强无序	$0.0 \leq D < 0.3$	强失调
$0.3 \leq C < 0.5$	弱无序	$0.3 \leq D < 0.5$	弱失调
$0.5 \leq C < 0.8$	弱同步	$0.5 \leq D < 0.8$	弱协调
$0.8 \leq C \leq 1.0$	强同步	$0.8 \leq D \leq 1.0$	强协调

2.4 数据来源

农业科技资源相关数据来自《全国农业科技统计资料汇编》(2010—2020 年)，其余数据来自《中国统计年鉴》、各省统计年鉴、各省国民经济和社会发展统计公报。

3 实证结果及分析

3.1 农业科技资源配置效率和农业科技创新能力发展趋势分析

3.1.1 农业科技资源配置效率

基于超效率 DEA 模型，采用 MaxDEA 6.0 软件测算 2010—2020 年中国 30 个省级行政区 (不包含西藏和港澳台) 的农业科技资源配置效率。鉴于篇幅所限，不详细列出具体的数值。从整体看，我国农业科技资源配置效率出现一定程度波动，农业科技资源配置效率值超过 1 的省份较少。2013 年处于有效状态的省份最多，这可能与《技术市场“十二五”发展规划》的颁布有着密切的关联。技术市场作为科技成果转化主要通道，其核心作用在于利用市场机制对科技资源进行优化配置。该规划的出台，为各地技术市场的健康发展提供了有力的科学指引和支撑。

根据测算结果，将各省农业科技资源配置效率均值划分为三个梯队。第一梯队为农业科技资源配置

效率数值大于1,包括江苏和青海两个省份,说明这两地的农业科技资源投入产出结构合理,农业科技人力资源和财力资源在农业科技研发和成果转化中被充分利用。第二梯队效率值较高(0.8~1),包括北京、上海、福建,农业科技资源配置效率均值超过0.8,且在不同年份出现效率值大于1的情形,说明部分年份达到效率前沿,但波动趋势明显,隐约有下降的趋势。原因在于农业科技资源投入产出结构失衡,特别是农业科技R&D经费内部支出不断增大,而农业科技产出未取得相应的成果,这表明农业科技成果转化渠道不完善。第三梯队效率值偏低(0.8以下),包括天津、陕西、河北、山西等25个省(区、市),其中,天津、安徽、内蒙古、江西、山东、广东、广西、吉林、海南、辽宁和湖南呈波动上升趋势;河北、山西、黑龙江、浙江、河南、湖北、重庆、贵州和云南呈波动下降趋势,政府需采取一定的措施进行调控。

由于不同地区农业科技资源配置结构、技术市场发育程度和农业科技基础存在较大差异,导致在同一时期内各省农业科技资源配置效率差异显著。为进一步观察农业科技资源配置效率的地区间差异,以四大经济区为划分依据,绘制农业科技资源配置效率均值折线图,2010—2020年四大经济区农业科技资源配置效率均值如图1所示。农业科技资源配置效率基本呈现东部地区>西部地区>全国>中部地区>东北部地区的规律。东部地区农业科技资源配置效率均值最高,历年均值为0.771,处于较高水平;西部地区农业科技资源配置效率均值次之,与全国平均水平变化趋势同步性较高;中部地区效率均值居于第三位,在2010—2017年间呈波动上升趋势,后转为逐年下降;东北部地区效率均值最低,历年均值仅为0.462。其中,2014年东北部地区农业科技资源配置效率大幅度提升。东北三省是我国老牌重工业基地,对新中国的工业和经济发展起到了至关重要的作用。但该区严重依赖工业的经济发展方式带来了资源消耗过快和环境污染问题,给农业可持续发展带来挑战。2014年是科技体制改革的关键之年,通过紧紧依靠创新驱动发展、创新现代农业发展体制,夯实了农业发展基础,提升了东北地区的农业科技资源配置效率。

3.1.2 农业科技创新能力

运用熵值法计算2010—2020年各省农业科技创新能力。研究表明,2010—2020年全国农业科

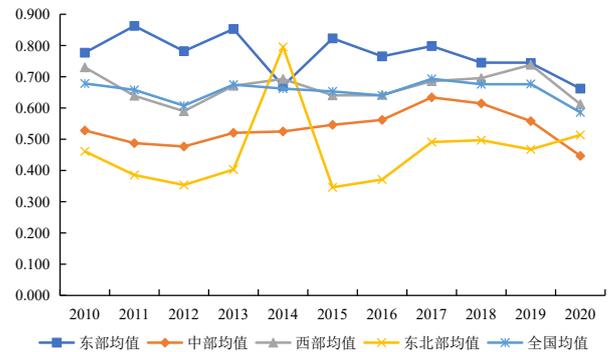


图1 2010—2020年四大经济区农业科技资源配置效率均值
 技术创新能力综合指数呈稳步上升趋势,由0.081攀升至0.226,增长了1.79倍,发展势头良好。2010—2013年全国农业科技创新能力不断提升,2014年出现短期下降,究其原因很可能是2014年深化科技体制改革的系列举措推动了农业科技创新体制机制调整。2015—2020年农业科技创新能力呈现出不断上升趋势且增长速度有所加快,2016年农业科技创新能力增长率接近97%,这表明全面深化科技体制改革为提升农业科技创新能力、推动农业高质量发展带来了长足的正向效用。农业高质量发展是惠及各地区、全体农民的发展,而地区农业科技创新能力差距的拉大不利于区域协调发展,各地农业科技创新能力差距较大这一现实仍不可忽视。纵向比较各地区2010—2020年农业科技创新能力变化情况,多数地区取得较大提升,但横向比较下发现地区间差距在扩大。

农业科技创新能力分地区情况如图2所示,四大经济区发展趋势呈现出较高的同步性,即均在2014年出现重要转折。以2014年为界,可划分为两个阶段。第一阶段为2010—2013年,这一阶段农业科技创新能力稳步提升,增长幅度较为平缓;第二阶段为2014—2020年,农业科技创新能力表现出“触底反弹”的特征,具体表现为2014年农业科技创新能力骤降,到达最低点;但在2016年四大经济区农业科技创新能力均出现迅速攀升,逐渐超过2014年以前的水平。此外,中部地区和东北部地区农业科技创新能力在2015—2020年出现交替上升的特征,这很可能与两地区间人才和资本的流动有关。如何利用东北振兴带动中部地区崛起,实现两地区的优势互补是当前全面提升农业科技创新能力需重点关注的问题。

3.2 耦合度和耦合协调度发展趋势分析

农业科技资源配置与农业科技创新的耦合协调水平反映的是农业科技资源配置效率与农业科技创

新能力的相对发展关系。农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合度及耦合协调度测算结果如表 2 所示，只列出部分年份的数值。

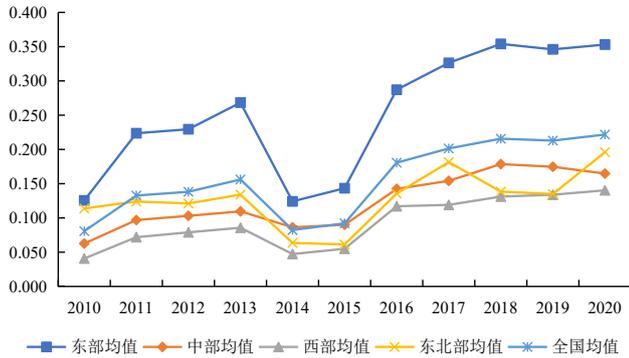


图 2 2010—2020 年四大经济区农业科技创新能力均值

根据表 2 中耦合度测算结果，可将农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合度变化划分为三个阶段。第一阶段为 2010—2012 年，农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合度呈现上升趋势，两系统同

步发展程度逐渐加强，增长速度有放缓趋势。第二阶段为 2013—2014 年，两系统耦合度出现下降，下降幅度逐渐加大，两系统耦合度在 2014 年降至 0.591。第三阶段为 2015—2020 年，两系统耦合度逐渐上升，同步发展强度稳步增强，在 2020 年由弱同步向强同步类型转变。对比分析 2010 年和 2020 年两系统耦合度和同步发展类型可知，两系统耦合度均值由 0.584 提升至 0.805，增长幅度接近 38%；处于强同步发展阶段的省份也由 2 个增长至 21 个，农业科技资源配置与农业科技创新系统同步发展能力显著增强。

由表 2 可知，农业科技资源配置与农业科技创新系统协调发展水平整体低于耦合发展水平，观测期内呈波动上升趋势，经历了弱失调阶段到弱协调阶段的转变。从耦合协调度来看，大致可分为两个阶段，第一阶段为 2010—2013 年，耦合协调度波动上升；第二阶段为 2014—2020 年，耦合协调度呈逐年上升趋势

表 2 农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合度及耦合协调度情况

	2010 年	同步发展类型	2020 年	同步发展类型	2010 年	协调发展类型	2020 年	协调发展类型
北京	0.735	弱同步	0.992	强同步	0.615	弱协调	0.917	强协调
天津	0.588	弱同步	0.611	弱同步	0.613	弱协调	0.508	弱协调
河北	0.656	弱同步	0.849	强同步	0.465	弱失调	0.510	弱协调
山西	0.710	弱同步	0.572	弱同步	0.467	弱失调	0.631	弱协调
内蒙古	0.586	弱同步	0.782	弱同步	0.257	强失调	0.481	弱失调
辽宁	0.754	弱同步	0.836	强同步	0.428	弱失调	0.545	弱协调
吉林	0.833	强同步	0.856	强同步	0.463	弱失调	0.509	弱协调
黑龙江	0.796	弱同步	0.946	强同步	0.537	弱协调	0.628	弱协调
上海	0.486	弱无序	0.778	弱同步	0.450	弱失调	0.686	弱协调
江苏	0.799	弱同步	0.928	强同步	0.680	弱协调	0.809	强协调
浙江	0.740	弱同步	0.962	强同步	0.590	弱协调	0.672	弱协调
安徽	0.545	弱同步	0.808	强同步	0.394	弱失调	0.510	弱协调
福建	0.645	弱同步	0.845	强同步	0.600	弱协调	0.581	弱协调
江西	0.570	弱同步	0.818	强同步	0.371	弱失调	0.506	弱协调
山东	0.837	强同步	0.989	强同步	0.615	弱协调	0.769	弱协调
河南	0.619	弱同步	0.958	强同步	0.497	弱失调	0.616	弱协调
湖北	0.603	弱同步	0.873	强同步	0.447	弱失调	0.616	弱协调
湖南	0.609	弱同步	0.920	强同步	0.355	弱失调	0.563	弱协调
广东	0.784	弱同步	0.992	强同步	0.462	弱失调	0.735	弱协调
广西	0.527	弱同步	0.847	强同步	0.359	弱失调	0.782	弱协调
海南	0.279	强无序	0.930	强同步	0.280	强失调	0.493	弱失调
重庆	0.466	弱无序	0.761	弱同步	0.332	弱失调	0.449	弱失调
四川	0.659	弱同步	0.901	强同步	0.460	弱失调	0.631	弱协调
贵州	0.410	弱无序	0.748	弱同步	0.508	弱协调	0.519	弱协调
云南	0.742	弱同步	0.904	强同步	0.479	弱失调	0.513	弱协调
陕西	0.058	强无序	0.481	弱无序	0.202	强失调	0.292	强失调
甘肃	0.405	弱无序	0.841	强同步	0.402	弱失调	0.546	弱协调
青海	0.191	强无序	0.097	强无序	0.282	强失调	0.280	强失调
宁夏	0.372	弱无序	0.516	弱同步	0.450	弱失调	0.543	弱协调
新疆	0.506	弱同步	0.821	强同步	0.403	弱失调	0.612	弱协调
均值	0.584	弱同步	0.805	强同步	0.449	弱失调	0.582	弱协调

势。值得注意的是,2014年农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合协调度也出现拐点,即农业科技资源配置与农业科技创新系统的协调发展水平也有一个下降的过程,并从2015年开始逐渐上升,印证了科技创新体制改革对农业科技资源配置、农业科技创新系统的调整作用。从协调强度类型来看,与2010年相比,处于失调阶段的省份明显减少,大部分地区进入弱协调发展阶段,北京市和江苏省率先进入强协调发展阶段,实现了农业科技资源配置与农业科技创新系统的同步协调发展。

4 结论与建议

4.1 结论

农业科技资源配置效率、农业科技创新能力自2010年以来呈现波动上升趋势,且表现出明显的区域异质性。其中,农业科技创新能力东部地区最高,中部和东北部次之且呈现出两地“互补”的特征,西部地区排于最末;农业科技资源配置效率则是基本满足东部>西部>中部>东北部的规律。

通过分析农业科技资源配置与农业科技创新系统耦合度、耦合协调度的分布类型,发现2014年是系统耦合协调发展的重要转折点,系统耦合度和耦合协调度到达最低值,这很可能与2014年科技领域全面深化改革有关。随着发展动力不断切换到以创新驱动为主,农业科技领域出现短期调整,2014年后各系统耦合协调发展程度不断提升,并逐渐高于以前年度最高水平,表明科技领域全面改革有力推动了农业科技领域不断向前发展。

4.2 建议

畅通农业科技成果落地应用渠道,提高要素投入转化为创新成果的效率,实现将生产要素转变为经济效益的目标。农业科技水平始终是衡量一个国家现代化发展程度的重要标志。在我国农业发展方向从追求产量和依赖资源消耗向质量效益并重转变的过程中,提升农业科技创新能力是提高我国竞争力的重要举措。提升农业科技创新能力的关键在于提高科技成果转化能力,让科研成果成为改变农民生产生活方式的实用技术尤为重要。近年来,我国不断增加农业科技创新财政投入,农业科技成果也不断增加,但由于起步晚、基础差,我国农业科技成果转化还存在研究成果与市场需求不符、技术研究与生产实际

脱节、科技与经济结合不紧密等问题。具体来说,可以从农业科研院所联合攻关入手,首先,整合多方农业科研力量形成合力,研究出操作性强、可落地的科研成果;其次,搭建农业科技成果转化平台,充分调动各方资源,加强信息共享,通过线上线下结合的方式,建立起一个覆盖面广的农业科技成果转化联动交易网络;最后,重中之重是打造一支高素质的人才队伍,配备具有专业背景、专门从事成果转化工作的专业化团队。

参考文献:

- [1] 郑宏运,李谷成.城乡政策偏向对农业资源配置效率的影响研究[J].农业技术经济,2020(7):79-92.
- [2] MENG L, ZHAO M Q. Permanent and temporary rural-urban migration in China: Evidence from field surveys[J]. China Economic Review, 2017, 51: 228-239.
- [3] SPIELMAN D J, BIRNER R. How Innovative is Your Agriculture? Using Innovation Indicators and Benchmarks to Strengthen National Agriculture Innovation Systems[Z/OL]. (2008-01-01). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/696461468316131075/pdf/448700NWP0Box327419B01PUBLIC10ARD0no1041.pdf>.
- [4] 张来武.科技创新驱动经济发展方式转变[J].中国软科学,2011(12):1-5.
- [5] 李勇辉,白利鹏.云南省农业科技创新资源配置效率及影响因素研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(6):63-69.
- [6] 徐维祥,王睿,刘程军,等.中国农业科技创新的时空演进特征及其影响机制研究[J].中国科技论坛,2021(8):108-119.
- [7] 赵金龙.面向自主创新的区域科技资源优化配置[J].学术交流,2012(6):102-105.
- [8] 梅姝娥,陈文军.我国副省级城市科技资源配置效率及影响因素分析[J].科技管理研究,2015,35(6):64-68.
- [9] 郭莉.工业共生进化及其技术动因研究[M].北京:经济科学出版社,2008.
- [10] 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[J].农业经济问题,2021(3):100-113.
- [11] 付丽娜,陈晓红,冷智花.基于超效率DEA模型的城市群生态效率研究:以长株潭“3+5”城市群为例[J].中国人口·资源与环境,2013,23(4):169-175.
- [12] 孟凡蓉,陈子韬,袁梦.科技创新、科技资源与经济增长的耦合研究[J].科学学与科学技术管理,2019,40(9):63-74.
- [13] 杨传喜,梁慧楠.农业科技资源配置效率与农业高质量发展耦合协调研究[J].中国科技资源导刊,2023,55(6):83-91.