# 涉农上市公司技术创新效率研究

徐金海，陈　真

（扬州大学 商学院，江苏 扬州 225127）

**摘　要：**对技术创新的动力机制和影响因素的作用机理进行了分析，利用 BCC 模型和 Malmquist 指数从整体和行业两个角度对 200 家涉农上市公司的技术创新能力进行评价，并利用 Tobit 面板回归模型分析了影响因素。研究发现，涉农上市公司的综合效率处于非 DEA 有效状态，整体技术水平仍然较低，食品制造业和农副食品加工业技术水平相对较高，种业水平最低。企业的创新资源配置存在一定不合理。研究还发现，涉农上市公司的企业规模与技术创新效率呈显著倒 U 型相关，与股权结构、企业家学历、盈利能力和政府补助呈显著正相关。与企业家性别、企业家年龄、企业家技术背景，企业的运营能力、偿债能力和国际化经营没有显著的相关性。

**关键词：**涉农上市公司；技术创新效率；研发资金投入；企业家

**中图分类号：**F324　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－0202（2021）05－0059－11

## 一、引言

创新是经济发展的重要驱动力[1]，技术变革是提高技术创新能力的有效途径，其源动力是研发[2]。现代农业的高质量发展，关键在于农业创新研发及其成果的应用。涉农上市公司是推动农业技术创新的重要主体，对我国现代农业发展具有重要的示范引领作用。按照大农业和产业链划分，涉农上市公司可以分为六类，即传统的农林牧渔业、农副食品加工业、农药化肥化工业、造纸业、纺织业、农机企业等[3]。目前与涉农上市公司技术创新有关的研究，主要包括现状研究[4－6]、创新模式分析[7－8]、技术创新影响因素研究[9－12]等。但对其技术创新效率及其影响因素进行综合实证研究的文献相对较少。论文基于现有基础，理论考察了技术创新的动力机制及影响因素机理，实证分析了涉农上市公司的创新效率和影响因素。应用格兰杰因果关系检验的方法确定了投入和产出指标的滞后期，对不同行业涉农上市公司的技术创新效率进行了分类讨论，对企业技术创新效率的影响因素进行了实证研究，进而为涉农上市公司技术创新能力提高提供有益借鉴。

## 二、技术创新的动力机制及影响因素的机理分析

### （一）技术创新的动力机制

技术创新的动力机制是企业进行创新活动时，各个创新要素之间的相互作用和相互制约的关系以及要素与外部创新环境形成的相互作用关系的总和[13]。技术创新动力机制分为启动系统和支撑系统。启动系统是企业技术创新的激发动力，相当于机车启动的“点火”系统，企业家创新特质在其中起着决定性作用，他在市场供需拉动力和产品附加值诱导力的双重作用下，使其动力增强。当机车启动后，需要足够的动能，支撑系统是企业技术创新的储能系统，为企业技术创新提供

**收稿日期：**2021－05－09　　**DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2021.05.006

**基金项目：**江苏高校哲学社会科学研究重点项目（2018SJZDI081）

**作者简介：**徐金海（1966—），男，江苏海安人，扬州大学商学院教授，主要研究方向为农村人力资本理论、农业经济组织制度创新理论。E－mail：xujh@yzu.edu.cn

源源不断的能量。

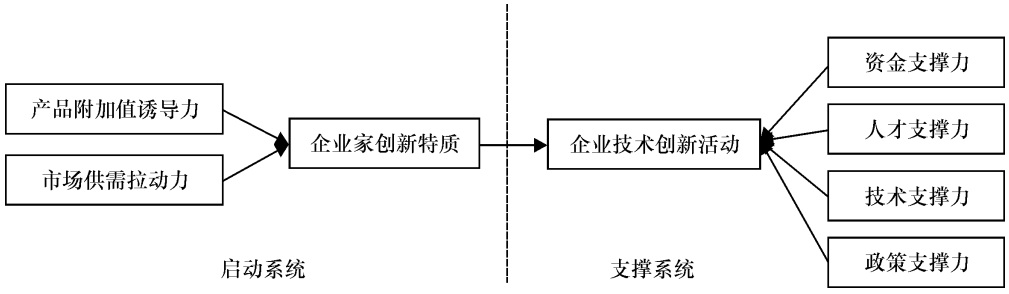



**图1 技术创新的动力机制**

### (二)技术创新影响因素的作用机理

企业技术创新的动力系统在运行过程中会受到内外部多重影响。论文从企业规模、股权结构、企业家要素、财务状况、国际化经营和政府补贴几个角度进行了综合考虑。如图2所示。

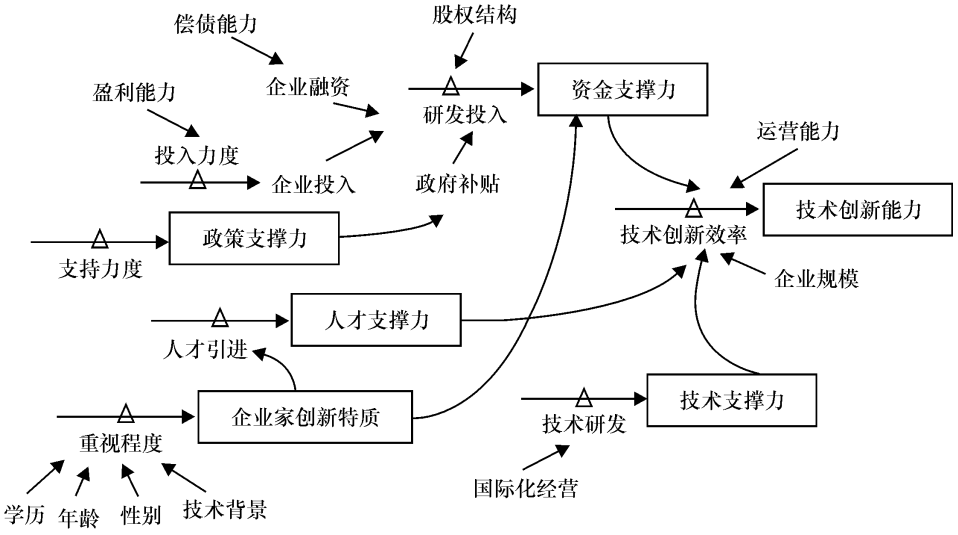



**图2 技术创新能力影响因素的作用机理**

企业进行技术创新活动时,企业规模存在“改善效应”和“抑制效应”。企业规模在扩张过程中,市场和资源都会逐渐累加。此时,企业规模的“改善效应”占据优势,企业技术创新会更具动力。但是在扩张过程中,企业会面临资金的压力,规模效应对于创新效率具有边际递减的特征,“抑制效应”会逐渐占据上风,当企业规模扩张到一定程度时,“抑制效应”会取代“改善效应”,因此,企业规模与企业的技术创新效率可能存在非线性关系。

股权集中度是企业股权结构“量”的体现。随着股权集中度的提高,大股东会逐渐强化监督功能,更加倾向于增加企业的研发支出[14]。股权过度分散会导致股东对管理层监督不力的问题,管理层的寻租行为会得不到有效的遏制,对企业的技术创新效率产生不良影响。

企业家创新特质,即企业家要素,包括其学历、年龄、性别和技术背景等。他通过资金、人才对企业的技术创新效率产生间接影响。高学历的企业家对行业的前沿资讯和新鲜事物具有更高的敏锐度和接受度,他们具有更全面和专业的知识基础,能够更准确地把握企业的经营战略。高阶理论认为,企业家随着年龄的增长,会趋向于保守和稳健的管理方针,会对企业技术创新产生不利影响。但是有部分研究表明,企业家随着年龄增长,会具有更多的工作经验和管理经验,具有“百

事通”效应。社会学习理论认为,女性和男性具有不同的思考和逻辑推理方式,性别的差异会影响企业家所识别机会的创新性。从事过技术研发和企业生产活动的企业家更加关注企业的技术创新,并且他们对于企业的技术发展前景具有更大的把握度。

企业的盈利能力、运营能力和偿债能力会对企业的融资能力和研发资金的投入力度产生影响。目前我国企业进行技术研发的资金主要包括企业内部资金、政府补助、外部融资三个方面。基于系统过程理论,企业的盈利能力越强,企业会投入越多的研发资金,企业的技术创新效率得到提高,这是一个良性循环。企业运营能力体现了企业对资源的配置能力,熊彼特认为企业创新就是对资源的重新配置,企业在进行技术创新活动时,除了需要优秀的人才、先进的技术设备和充足的研发资金,还需要能够合理配置资源的内部管理系统。外部融资也是技术研发资金的来源之一,企业偿债能力的高低会影响投资机构对企业财务风险的评估,决定了企业的融资偏好,财务风险越低,企业的融资空间就越大。

拥有海外市场的企业相比于专注国内市场的企业,虽然拥有更大的市场,但是他们面临的竞争也会更加激烈,他们会更加倾向于进行技术研发活动,提高企业技术水平,在国际市场上能够占有一席之地。并且他们可以更快的接触到世界领先的技术水平,对企业的技术创新的影响具有双面性。

企业的技术研发活动通常需要经历较长的周期才能投产转化为效益,如果完全依靠企业资金和社会资金会存在创新动力不足的风险,因此,政府补助对企业技术创新活动十分重要,可以给企业带来大量的研发支持,并且可以起到激励的作用。

## 三、涉农上市公司技术创新效率评价

### (一)模型设定

1. BCC 模型

1978 年美国运筹学家 Charnes、W. Cooper 和 Rhode 提出了 DEA 模型。BCC 模型是以规模报酬可变为基础。BCC 模型如下:

$$\begin{cases} \sum_{j-1}^{n} \lambda_j Y_j \geqslant Y_0 \\ \sum_{j-1}^{n} \lambda_j = 1 \\ \sum_{j-1}^{n} \lambda_j Y_j \leqslant \theta X_0 \end{cases}$$

式中 $X_0$ 代表决策单元的投入项,$Y_0$代表产出项,$\lambda$ 是 BCC 模型相对于 CCR 模型中决策单元的比例,$\theta$ 代表决策单元的效率值。

2. Malmquist 指数模型

1957 年 Farrell 提出了分析生产效率变化的 Malmquist 指数,该指数由技术效率的变化(EC)和技术水平的变化(TC)组成,能够体现相对效率动态变化情况,目前主要用于分析不同行业和地区的面板数据。Malmquist 主要通过距离函数进行运算,具有多个投入和产出变量,距离函数为:

$$D_0(x,y) = \inf\{\delta: (x, \frac{y}{\delta}) \in p(x)\} \tag{1}$$

式(1)中,$x$ 和 $y$ 分别代表投入、产出的变量矩阵;$p_{(x)}$代表生产集合;$\delta$ 为效率指标的代表变量。

从 $t-1$ 到 $t$ 时期,Malmquist 指数的表达式是:

$$M_0(x_t,y_t,x_{t-1},y_{t-1})=\left[\frac{D_0^{T-1}(x_t,y_t)}{D_0^t(x_{t-1},y_{t-1})}*\frac{D_0^t(x_t,y_t)}{D_0^t(x_t,y_t)}\right]^{1/2} \quad (2)$$

式(2)中,$(x_{t-1},y_{t-1})$和$(x_t,y_t)$是$t-1$和$t$期的投入、产出向量;$D_0^t$和$D_0^{t-1}$分别是$t-1$、$t$期的距离函数。由此得出产出导向的 Malmquist 指数的表达式:

$$M_0^{t-1}(x_t,y_t,x_{t-1},y_{t-1})=\frac{D_0^{t-1}(x_t,y_t)}{D_0^{t-1}(x_{t-1},y_{t-1})} \quad (3)$$

Farrell 等人在生产效率测算中将规模报酬考虑进去后,t 期的生产效率 M 指数为:

$$M_{t-1,t}=\left[\frac{D_t^u(x_t,y_t)}{D_{t-1}^u(x_{t-1},y_{t-1})}\times\left[\frac{D_{t-1}^u(x_{t-1},y_{t-1})}{D_t^c(x_{t-1},y_{t-1})}\Big/\frac{D_t^u(x_t,y_t)}{D_t^u(x_t,y_t)}\right]\times\left[\frac{D_{t-1}^c(x_{t-1},y_{t-1})}{D_t^c(x_{t-1},y_{t-1})}\cdot\frac{D_{t-1}^c(x_t,y_t)}{x_t^c(x_t,y_t)}\right]\right]^{1/2} \quad (4)$$

式(4)中:$D^c(x,y)$和$D^u(x,y)$分别是规模报酬不变和可变情况下的距离函数;$\frac{D_t^u(x_t,y_t)}{D_{t-1}^u(x_{t-1},y_{t-1})}$代表 PTEC;$\frac{D_{t-1}^u(x_{t-1},y_{t-1})}{D_t^c(x_{t-1},y_{t-1})}$代表 SEC;$\frac{D_{t-1}^c(x_{t-1},y_{t-1})}{D_t^c(x_{t-1},y_{t-1})}\cdot\frac{D_{t-1}^c(x_t,y_t)}{x_t^c(x_t,y_t)}$代表 TC,技术效率变化的值 EFFC = PTEC × SEC。当$M_{t-1,t}>1$时,生产效率提高;当$M_{t-1,t}=1$时,生产效率不变;当$M_{t-1,t}<1$时,生产效率下降。

**(二)指标选取及数据说明**

1. 投入指标

(1)研发支出(亿)。研发支出是研究企业创新的重要指标,能够体现企业对创新的重视程度。创新产出具有时滞性,不仅与企业当前的资金投入相关,同时也会与企业过去的投入具有相关性。目前企业年报中披露的研发支出为流量数据,因此,论文采用了吴延兵(2008)[15]中的"永续盘存法"计算涉农上市公司研发支出的资本存量。

(2)研发人员数量(人)。企业研发人员数量是企业进行技术创新的重要人力资本资源,是企业进行技术研发的一线工作人员,对企业技术创新具有重要的作用。

(3)本硕博人数(人)。该指标可以间接反映企业的人力资本现状,代表了企业尖端人才储备,人才储备和引进对于企业的技术创新至关重要。

2. 产出指标

(1)专利申请数量(个)。专利是企业重要的创新产出,同时也能够让企业的知识产权受到法律保护。

(2)专利授权数量(个)。专利授权数量是企业已经得到相关行政部门认可并获得专利权的专利,体现了企业的研发成果。

(4)主营业务利润(亿)。企业的专利数量只能从一个方面体现企业的创新产出。企业进行创新的最终目的是为了获取更高的利润,因此论文选取了主营业务利润作为企业的创新绩效。

3. 样本选取及数据处理

目前国内对涉农上市公司的界定仍未形成统一的标准,论文参考2020年中国农业科学院发布的《2020年中国涉农企业创新能力评价》报告中对涉农企业的定义,涉农企业是指农林牧渔产品及其加工品为原料进行工业生产以及间接为相关农业生产活动提供生产资料和服务的企业。论文选取了2020年上市公司涉农主营业务占比达到50%以上或企业为多元化经营但其涉农主营业务占比最高并且达到30%以上的企业,共349家,剔除了ST股、PT股及数据缺失严重的企业后,筛选出200家涉农上市公司4年的数据,共800个观测值。

论文的指标来自于 Wind、CSMAR 数据库、公司年报及国家知识产权局网站。同时,为了提高

数据的科学性和可靠性,论文对原始数据做了处理。首先,针对个别年份缺失的数据,采取了平均增长率的方法对数据进行了补充,保持了数据的准确和有效;其次,对于数据中出现的负值和零,采用了极小值标准化的方法进行了处理。

**(三)滞后期的选择**

企业进行技术创新具有一定的周期,因此投入和产出往往具有滞后性,目前的研究主要以定性描述为主,进行定量研究的较少,论文采用格兰杰因果检验对涉农上市公司投入和产出指标的滞后性进行选择。以研发支出和主营业务利润为代表测度滞后期,其余变量选择相同的滞后期。由于受数据的限制,论文选择滞后 1 期和 2 期进行了格兰杰因果检验。检验方法使用的是卡方检验,滞后 1 期的研发支出是主营业务利润的原因,因此论文选择滞后 1 期。

**表 1　格兰杰因果关系检验结果**

| 滞后期数 | 检验方法 | p 值 | 检测准则 |
|---|---|---|---|
| 滞后 1 期 | chi2(1) = 1.1941 | 0.073 | AIC = 1.71341 * |
| | | | BIC = 5.74479 * |
| 滞后 2 期 | chi2(2) = 1.2591 | 0.262 | AIC = 2.54125 |
| | | | BIC = 9.26982 |

**(四)描述性统计与相关性分析**

**表 2　指标体系描述性统计**

| 变量 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|
| 研发支出 | 4.136 | 6.789 | 0.010 | 58.200 |
| 研发人员数量 | 264.452 | 285.054 | 4.000 | 1635.000 |
| 本硕博人数 | 976.728 | 1800.956 | 4.000 | 19030.000 |
| 专利申请数量 | 21.578 | 33.096 | 0.000 | 242.000 |
| 专利授权数量 | 18.243 | 25.886 | 0.000 | 221.000 |
| 主营业务利润 | 17.230 | 29.387 | 0.100 | 334.420 |

表 2 是指标体系所有变量的描述性统计,表中可见,涉农上市公司的研发人员数量和本硕博人数的最小值都为 4,最大值为 1635 人和 19030 人,标准差十分大,说明企业的人力资本储备水平差距很大。涉农上市公司的专利申请数量和授权数量的最小值都为 0,最大值分别为 242 个和 221 个,平均值依次为 21.578 和 18.243,且标准差也相对较大。企业对专利申请的重视程度不同,专利创新意识存在差距。亦或部分企业为了技术保密,知识产权的披露意愿低。主营业务利润的平均值为 17.230 亿元,最小值仅 0.1 亿元且标准差大,企业取得的绩效差距较大。

DEA 模型的评价指标体系需要通过相关性检验,指标之间需要符合正相关关系。论文对涉农上市公司的数据进行了 Person 相关性检验,结果如表 3 所示。

**表 3　涉农上市公司技术创新效率评价指标的 Person 相关性检验**

| 变量 | 研发支出 | 研发人员数量 | 本硕博人数 | 专利申请数量 | 专利授权数量 | 主营业务利润 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 研发支出 | 1.000 | | | | | |
| 研发人员数量 | 0.724 ** | 1.000 | | | | |
| 本硕博人数 | 0.505 ** | 0.490 ** | 1.000 | | | |
| 专利申请数量 | 0.351 ** | 0.429 ** | 0.513 ** | 1.000 | | |
| 专利授权数量 | 0.481 ** | 0.487 ** | 0.642 ** | 0.722 ** | 1.000 | |
| 主营业务利润 | 0.600 ** | 0.444 ** | 0.796 ** | 0.432 ** | 0.576 ** | 1.000 |

**注:** ** 在 1% 的水平上显著相关。

从表3可以看出,投入和产出指标在1%水平上呈显著相关性,说明我国涉农上市公司技术创新的投入和产出指标是显著相关的,满足DEA分析方法的前提条件,可以对其进行技术创新效率评价。

**(五)涉农上市公司技术创新效率的静态评价**

根据建立的技术创新效率评价指标体系,利用DEAP2.1软件对涉农上市公司2016—2019年的数据进行了整体和分行业的技术创新效率静态评价。

1.涉农上市公司技术创新效率整体静态分析

表4是我国涉农上市公司2016—2019年基于DEA-BCC模型进行效率评价的整体情况,从表中可以看到2016—2019年涉农上市公司的综合效率都小于1,处于DEA无效状态,企业整体的技术创新水平低,创新资源利用不合理。纯技术效率和规模效率与综合效率水平趋势保持一致,处于DEA无效的状态。在生产规模已经达到最佳的情况下,企业的技术产出没有达到最大化。企业创新要素的投入和产出的比例存在不合理,规模效应没有得到充分发挥,存在资源的冗余或者短缺,人力资本投资和资金投资规模不合理,内部创新管理制度需要加以改进。达到DEA有效的企业数量十分少,占总体样本量7%左右。

**表4 涉农上市公司2016—2019年技术创新效率**

| 平均值 | 2016—2017 | 2017—2018 | 2018—2019 |
|---|---|---|---|
| 综合效率 | 0.191 | 0.371 | 0.298 |
| 纯技术效率 | 0.328 | 0.465 | 0.429 |
| 规模效率 | 0.638 | 0.809 | 0.719 |
| DEA有效数量 | 7 | 15 | 14 |

2.主要子行业涉农上市公司技术创新效率静态分析

表5是我国涉农上市公司13个细分行业的技术创新效率情况,从综合效率来看,十三个子行业的综合效率平均值为0.278,处于非DEA有效,整体的技术创新效率水平低。综合效率排名前两名的为农副食品加工业和食品制造业,两个行业水平接近。农副食品加工业和食品制造业相较于其他行业研发周期相对较短,研发投入较低,企业效益回收快。种业的综合效率和纯技术效率排名都最低,目前我国除了杂交水稻育种处于国际领先水平,其余品种的农作物品种的品质与国际水平仍然存在差距,并且目前我国的育种创新机制较为落后,企业研发投入的商业化育种与政府投入为主导的公益化育种在市场上的不公平竞争,大大降低了企业自主研发农作物育种的积极性。现代种业的管理和监督系统不够完善,常常会出现优质品种被套牌和侵权现象。以上原因都导致了我国种业技术创新能力较弱。但从整体来看,大部分行业2017年和2018年与2016年相比综合效率都是提升的,说明各个行业虽然目前技术创新水平较低,但是有较大的提升空间。

**表5 涉农上市公司2016—2019年子行业技术创新效率**

| 行业 | 排名 | 综合效率 | 纯技术效率 | 规模效率 |
|---|---|---|---|---|
| 农业 | 10 | 0.206 | 0.335 | 0.690 |
| 畜牧业 | 5 | 0.349 | 0.608 | 0.513 |
| 渔业 | 4 | 0.352 | 0.538 | 0.687 |
| 种业 | 13 | 0.108 | 0.145 | 0.726 |
| 中药 | 9 | 0.236 | 0.332 | 0.747 |
| 农副食品加工业 | 1 | 0.426 | 0.544 | 0.760 |
| 食品制造业 | 2 | 0.409 | 0.541 | 0.749 |
| 饲料加工业 | 12 | 0.168 | 0.358 | 0.626 |
| 兽用药品制造业 | 11 | 0.182 | 0.272 | 0.740 |
| 肥料与农药制造业 | 7 | 0.254 | 0.345 | 0.780 |
| 农业机械制造业 | 3 | 0.402 | 0.632 | 0.490 |
| 农林牧渔产品批发与零售业 | 8 | 0.254 | 0.300 | 0.826 |
| 木材加工与木竹藤棕草制品业 | 6 | 0.272 | 0.387 | 0.708 |
| 平均值 | | 0.278 | 0.411 | 0.696 |

### (六)涉农上市公司技术创新效率的动态评价

由于技术创新效率的静态分析无法反映企业创新效率水平的变动情况,论文使用了 Malmquist 指数分析法对涉农上市公司 2016—2019 年的技术创新效率进行了整体和分行业的动态评价。

1. 涉农上市公司技术创新效率整体动态分析

**表 6　涉农上市公司 2016—2019 年技术创新效率 M 指数及其分解项均值**

| 年份 | 技术效率 Effch | 技术进步 Techch | 纯技术效率 Pech | 规模效率 Sech | M 指数 Tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 2016—2017 | 2.221 | 0.454 | 1.587 | 1.399 | 1.009 |
| 2017—2018 | 0.765 | 0.939 | 0.896 | 0.854 | 0.719 |
| 平均值 | 1.304 | 0.653 | 1.193 | 1.093 | 0.852 |

表 6 代表了涉农上市公司 2016—2019 年的 M 指数及其分解项的变化。表中可见,2016—2019 年涉农上市公司的 M 指数的平均值为 0.852,整体的 M 指数下降了 14.8%,技术效率变化上升了 30.4%,技术进步变化下降了 34.7%,整体来看企业技术水平落后是企业技术创新效率水平低的主要原因。进一步分析看,M 指数在 2016—2017 年是大于 1 的,主要原因可能是由于 2016 年国家发布了《国家创新驱动发展战略纲要》,提出要加快推进产业技术创新体系,培育技术能力突出的创新型企业。因此,企业十分注重技术创新能力的提高。2017—2018 年 M 指数小于 1,可能是由于部分创新产出周期较长,未能在数据上完全体现。从技术效率变化的分解项来看,纯技术效率变化和规模效率变化的平均值都大于 1,分别上升了 19.3% 和 9.3%。

2. 主要子行业涉农上市公司技术创新效率动态分析

表 7 代表了涉农上市公司各个子行业 2016—2019 年的 M 指数及其分解项的变化。从各个行业来看,农业和畜牧业的 M 指数大于 1,但是其技术进步变化的值仍然小于 1,说明他们主要依靠的是技术效率的提高,技术水平还是处于倒退的状态。其余所有行业的 M 指数都小于 1,主要原因也是由技术进步变化值低引起的。最低的为渔业,仅为 0.532,各行业之间存在差距,对技术的运用、推广和管理的水平存在差距。其中虽然种业的综合效率水平最低,但是 2016—2019 年技术效率还是提高了。从技术效率变化的分解项来看,纯技术效率变化值只有渔业小于 1,规模效率变化只有兽用药品制造业、农业机械制造业和农林牧渔产品批发和零售业小于 1,这几个行业需提高对现有技术的使用效率,调整企业的生产规模。

**表 7　涉农上市公司 2016—2019 年子行业技术创新效率 M 指数及其分解项均值**

| 行业 | 技术效率 Effch | 技术进步 Techch | 纯技术效率 Pech | 规模效率 Sech | M 指数 Tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 农业 | 2.242 | 0.537 | 1.644 | 1.383 | 1.144 |
| 畜牧业 | 3.296 | 0.633 | 1.398 | 2.214 | 2.117 |
| 渔业 | 0.903 | 0.623 | 0.654 | 1.370 | 0.532 |
| 种业 | 1.376 | 0.695 | 1.274 | 1.080 | 0.954 |
| 中药 | 1.423 | 0.669 | 1.333 | 1.080 | 0.917 |
| 农副食品加工业 | 1.415 | 0.614 | 1.212 | 1.157 | 0.833 |
| 食品制造业 | 1.315 | 0.663 | 1.206 | 1.089 | 0.852 |
| 饲料加工业 | 1.292 | 0.644 | 1.197 | 1.097 | 0.809 |
| 兽用药品制造业 | 1.193 | 0.709 | 1.212 | 0.997 | 0.844 |
| 肥料与农药制造业 | 1.185 | 0.724 | 1.093 | 1.135 | 0.844 |
| 农业机械制造业 | 0.974 | 0.869 | 1.027 | 0.963 | 0.802 |
| 农林牧渔产品批发与零售业 | 1.206 | 0.552 | 1.307 | 0.923 | 0.666 |
| 木材加工与木竹藤棕草制品业 | 1.490 | 0.740 | 1.140 | 1.290 | 0.960 |

## 四、涉农上市公司技术创新效率的影响因素分析

论文利用 BCC 模型和 Malmquist 指数对涉农上市公司技术创新效率进行了静态和动态分析,研究发现涉农上市公司大部分处于非 DEA 有效状态,技术水平较低。因此,论文将利用 Tobit 面板回归模型,从内部和外部两个角度建立影响因素指标体系,并进行实证分析。

### (一)模型设定

Tobin 在 1958 年提出了 Tobit 模型,Tobit 模型是满足某种约束条件下的回归模型,其因变量具有上限和下限。Tobit 模型适合当因变量的值是连续或者是部分离散分布的情况下使用。Tobit 模型的满足条件公式为:

$$y^* = \max(0, \beta x_i + u_i) \tag{1}$$

可以写成如下公式表达式:

$$\begin{cases} y^* = \max(0, \beta x_i + u_i) \\ y_i^* = y_i \text{当 } y_i^* > 0 \\ y_i^* = 0 \text{ 当 } y_i^* \leqslant 0) \end{cases} \tag{2}$$

式(2)中 $y_i^*$:可能存在的因变量,$x_i$:解释变量,$\beta$:系数;$u^i$:误差项,$u_i \sim N(0, \sigma^2)$,当 $x_i > 0$ 时,取值为 $y_i$,当 $x_i \leqslant 0$ 时,在 0 处截尾。

### (二)影响因素指标体系构建

论文基于技术创新动力机制和影响因素机理的分析,构建了影响因素指标体系,见表 8。

**表 8 涉农上市公司技术创新效率影响因素指标体系**

| 一级指标 | 二级指标 | 指标说明 |
|---|---|---|
| 企业规模 | 在职员工人数 | 上市公司年报年末在职员工人数的对数及在职员工人数对数的平方项 |
| 股权结构 | 股权集中度 | 上市公司年报中前十大股东持股比例 |
| 企业家要素 | 企业家年龄 | 企业家实际年龄 |
| | 企业家性别 | 对企业家的性别进行赋值:男性为 1,女性为 0 |
| | 企业家学历 | 将企业家的学历分为五个等级:高中及以下、大专、本科、硕士研究生(包含 MBA、EMBA)、博士,分别赋值 1、2、3、4、5 |
| | 企业家技术背景 | 企业家从事过企业生产、研发、市场岗位的赋值为 1,其余赋值为 0 |
| 财务状况 | 盈利能力 | 净资产收益率 = 净利润/平均股东权益 |
| | 运营能力 | 总资产周转率 = 营业收入/资产总额 |
| | 偿债能力 | 资产负债率 = 负债总额/资产总额 |
| 国际化经营 | 海外业务比例 | 海外收入占主营业务收入的比例 |
| 政府补助 | 政府补助资金 | 政府对企业项目、创新、技术改造等提供的资金补贴 |

### (三)指标的描述性统计

表 9 是影响因素指标体系的描述性统计分析表,从表中可以看到企业在职员工人数的标准差十分大,说明企业规模分布比较离散,企业的规模差距较大。海外业务比例的最小值为 0,部分企业还未进军海外市场,仍然以国内市场为主。企业家年龄的平均值为 53.853,企业家大多为 50~60 岁之间,企业家性别的平均值为 0.920,企业家以男性为主,企业家的学历平均值为 3.527,学历为本科和硕士生的企业家占比较高,企业家的技术背景平均值为 0.342,具有技术背景的企业家数量较少。净资产收益率和总资产周转率的平均值分别为 0.062、0.763 标准差较小,企业盈利能力水平较为相近,销售能力都较强。资产负债率的平均值为 0.360,偿债能力水平中等。

表 9　涉农上市公司技术创新效率影响因素的描述性统计

| 变量 | | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 综合效率 | | 0.287 | 0.258 | 0.003 | 1.000 |
| 在职员工人数 | | 5000.000 | 8167.957 | 186.000 | 61918.000 |
| 第一大股东持股比例 | | 60.643 | 14.052 | 24.366 | 92.800 |
| 企业家要素 | 企业家年龄 | 53.853 | 7.696 | 29.000 | 84.000 |
| | 企业家性别 | 0.920 | 0.272 | 0.000 | 1.000 |
| | 企业家学历 | 3.527 | 0.876 | 1.000 | 5.000 |
| | 企业家技术背景 | 0.342 | 0.475 | 0.000 | 1.000 |
| 财务状况 | 净资产收益率 | 0.062 | 0.464 | -9.458 | 0.666 |
| | 总资产周转率 | 0.763 | 0.476 | 0.083 | 3.153 |
| | 资产负债率 | 0.360 | 0.178 | 0.022 | 1.352 |
| 海外业务比例 | | 10.603 | 20.280 | 0.000 | 95.478 |
| 政府补助 | | 0.381 | 0.830 | 0.000 | 10.583 |

### (四)回归结果分析

论文利用 Stata 软件对涉农上市公司 2016—2019 年的综合效率的影响因素进行了 Tobit 回归分析。结果如表 10 所示。

表 10　综合效率 Tobit 面板回归结果

| 解释变量 | | 系数 | 标准误 | T 值 | P 值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 企业规模 | | 0.1787* | 0.1079 | 1.6600 | 0.0980 |
| 企业规模 2 | | -0.1143* | 0.0064 | -1.7900 | 0.0740 |
| 股权结构 | | 0.0023* | 0.0012 | 1.9400 | 0.0530 |
| 企业家要素 | 企业家年龄 | -0.0005 | 0.0020 | -0.2500 | 0.8020 |
| | 企业家性别 | 0.0170 | 0.0480 | -0.3500 | 0.7230 |
| | 企业家学历 | 0.0260* | 0.0160 | 1.6700 | 0.0960 |
| | 企业家技术背景 | -0.0288 | 0.0289 | -1.0000 | 0.3190 |
| 财务状况 | 盈利能力 | 0.0297** | 0.1567 | 2.6900 | 0.0280 |
| | 运营能力 | 0.0370 | 0.0242 | 1.5300 | 0.1270 |
| | 偿债能力 | -0.0193 | 0.0799 | -0.2400 | 0.8100 |
| 国际化经营 | | 0.00006 | 0.0005 | 0.1200 | 0.9060 |
| 政府补助 | | 0.0421*** | 0.0157 | 2.6900 | 0.0070 |
| 常数项 | | -0.6508 | 0.4167 | -1.5600 | 0.1190 |

**注:** *** 在 1% 的水平上显著相关,** 在 5% 水平上显著相关,* 在 10% 的水平上显著相关。

从表 10 分析可以发现,企业规模、股权结构、企业家学历、盈利能力和政府补助分别通过了 1%、5% 和 10% 水平上的显著性检验。企业家年龄、企业家性别、企业家技术背景、企业运营能力、偿债能力及国际化经营未通过显著性检验。企业规模与企业技术创新效率呈显著的倒 U 型关系,拐点为 7.8187,在样本的区间范围内。说明随着企业规模的扩张,企业的技术创新效率先增大后减小,在顶点处的企业创新效率最高。企业在经营规模扩大的过程中,市场占有率和拥有的资源会越来越多,在行业内的影响力会逐渐扩大,对企业创新会起到改善作用。当企业规模达到一定程度后,企业的规模效应逐渐丧失,企业的运营资金压力会扩大,且企业的产品生产线已经逐渐成熟,企业创新的积极性会降低,对企业创新起到抑制作用。股权集中度与创新效率正相关,企业股权集中,股东的监督功能能够得到强化,更加倾向于进行创新投资,能够对技术创新效率的提高起到促进作用。企业家的学历通过了 10% 的显著性水平检验,与涉农上市公司的技术创新的综合效率呈现正相关,企业家是企业的关键决策者和领导者,具有更高学历的企业家接受过系统和全面的专业和经营管理知识的培训,对于所在领域的先进技术、市场需求度有更加清晰的把握,对于市场的发展具有更加灵敏的嗅觉。因此更加倾向于尝试新事物,对企业技术创新具有显著的促进作用。企业盈利能力与企业创新效率呈显著正相关,随着企业盈利能力的提高,会加大研发投入,能

够实现一个良性循环。政府补助与企业技术创新的综合技术效率在1%的水平上正相关,政府对企业的研发项目、技术改造、技术创新提供专项资金和奖励,既可以减轻企业的资金压力,也可以对企业技术创新起到激励的作用。

## 五、结论与建议

### (一)结论

论文对涉农上市公司2016—2019年的面板数据进行了技术创新效率评价和影响因素分析,得到如下主要结论:利用BCC模型研究发现,涉农上市公司2016—2019年整体综合效率及其分解项都处于非DEA有效状态。从行业来看,食品制造业和农副食品加工业综合效率较高,种业综合效率最低。利用Malmquist指数分析发现,涉农上市公司的M指数下降了14.8%,技术效率上升了30.4%,技术进步下降了34.7%,两者呈现一正一负的现象。从行业来看,农业和畜牧业的M指数大于1,其余行业都小于1,主要是由于技术进步值低引起的。

利用Tobit回归模型研究发现,企业规模、股权结构、企业家学历和政府补助分别通过了1%、5%和10%的显著性水平检验,企业规模与技术创新效率呈显著的倒U型关系,股权结构、企业家学历和政府补助与技术创新效率呈正相关。

### (二)政策建议

1. 合理确定涉农上市公司经营规模。涉农上市公司的经营规模不仅影响着公司的经营成本,还影响着公司在行业领域内的竞争与垄断地位。涉农上市公司,上游联结种养殖业下游联结物流配送、品牌营销、质量安全等,产业链条长,利益联结多、创新环节多样,过度扩张规模会导致创新和经营成本增加,适宜的规模可以提升其抗风险能力,为公司的技术研发和创新提供稳定的环境,进而实现良性循环。

2. 有效推进涉农上市公司股权改革。股权的集中与分散程度影响到涉农上市公司的创新效率,公司股权适当集中,有利于面临瞬息万变的市场机会时,及时做出创新决策,加大创新投资,形成创新成果,实现公司的创新驱动发展。涉农上市公司的特殊性,决定了创新活动的快速应变性强,股权改革中,建议适当提高股权集中度,以有利于公司创新活动的开展。

3. 多渠道获取涉农上市公司研发投入。研发资金投入是公司进行技术创新活动的重要保障。一方面,要不断加大公司自身研发资金投入占公司销售收入的比重,另一方面,涉农公司研发创新的弱质性和公益性,使得政府财政项目资金补助成为涉农上市公司创新发展的重要来源。同时,应积极引进民间资本,形成多渠道共同促进研发的格局。不仅如此,要严格投入审查监管,确保研发资金使用效率的提高。

4. 积极提升涉农上市公司人力资本素质。涉农上市公司创新发展,要秉持人才第一资源的理念。要与涉农高校科研院所加强战略合作,积极引培高端研发人才。通过股权激励等,激励研发人才形成创新成果。企业家资源是最稀缺的资源。涉农上市公司,尤其要加大具有创新和风险能力的企业家人力资本的培育,全面提升公司的经营管理能力和水平。

5. 不断加大政府扶持保护力度。目前我国涉农行业的技术创新能力差距较大,尤其是种业公司的技术能力较弱。种业是实现我国农业现代化的"芯片",关乎粮食安全。要改变我国长期形成的以科研机构为主导的公益性育种模式,积极引导市场型涉农上市公司参与到育种自主创新进程中来,政府的政策扶持和知识产权保护制度的完善具有重要意义。

**参考文献:**

[1]SCHUMPTER J A. A theory of economic development[M]. Cambridge, MA:Harvard Uni-versity Press, 1911.

[2]SHARMA S, THOMAS V J. Inter-country R&D Efficiency Analysis: An Application of Data Envelopment A-nalysis [J]. Scientometrics, 2008(3): 483 - 501.

[3]高卫,高美玲,邵凯超. 河南省涉农上市公司问题研究[J]. 农村经济与科技,2016(22):102 - 103.
[4]褚保金,吴川. 农业科技企业的发展状况研究[J]. 农业技术经济,2001(5):22 - 25.
[5]肖兰兰. 论农业企业的科技创新主体地位[J]. 江西农业大学学报(社会科学版),2013(3):350 - 355.
[6]彭林魁. 农业科技企业技术创新机制研究[D]. 陕西:西北农林科技大学,2005:31.
[7]李万君,李艳军. 农业企业科技创新的模式、风险、问题及对策探讨[J]. 科技管理研究,2015(21):7 - 12.
[8]谢玲红,毛世平. 中国涉农企业科技创新现状、影响因素与对策[J]. 农业经济问题,2016(5):87 - 96.
[9]邵兴娟,展进涛. 政府补贴对涉农企业技术创新投资行为的激励效应及对策建议[J]. 江苏农业科学,2017(14):272 - 276.
[10]林青宁,毛世平. 政府补助、创新环境与涉农企业创新效率[J]. 技术经济,2020(6):17 - 23.
[11]展进涛,邵兴娟,徐萌. 政府补贴对农业企业 R&D 投资行为的影响研究[J]. 科研管理,2019(4):103 - 111.
[12]李书峰,李慧泉,毛世平. 涉农企业终极控制人特征对技术创新的影响研究[J]. 科技管理研究,2020(5):105 - 112.
[13]孙冰. 企业技术创新动力研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2003:46.
[14]JENSEN M, MECKLING W H. 1976. Theory of the firm: managerial behavior, agency cost and ownership structure [J]. Journal of Financial Economics, 1976(4):305 - 360
[15]吴延兵. 中国工业 R&D 产出弹性测算(1993—2002)[J]. 经济学(季刊),2008(3):869 - 890.

# An Empirical Study on Technical Innovation Efficiency of Agricultural-related Listed Companies

XU Jin-hai, CHEN Zhen
(*Business School*, *Yangzhou University*, *Yangzhou* 225100, *China*)

**Abstract**: It uses the BCC model and Malmquist index to evaluate the technological innovation capabilities of 200 agricultural-related listed companies from the overall and industry perspectives and then analyzes the influencing factors in the Tobit panel regression model. The study found that the overall efficiency of agricultural-related listed companies is in a non-DEA effective state, and the overall technical level is still low. The technical level of the food manufacturing and agricultural and sideline food processing industries is relatively high, while the seed industry has the lowest technical level. There exists irrationality in the allocation of enterprise innovation resources. The study also found that the scale of agricultural-related listed companies presents a significant inverted U-shaped correlation with technological innovation efficiency, the equity structure, educational background of entrepreneur, profitability and government subsidies play important roles in promoting technological innovation of enterprises, while there is no significant correlation with entrepreneur gender, entrepreneur age, technical background of entrepreneur, operational ability, debt solvency and international management.

**Key Words**: agriculture-related listed companies; technological innovation efficiency; research and development funds input; entrepreneurs