

中国高技术产业科技效率与驱动因素研究

——基于链式关联网络 DEA 模型

王树乔¹, 王 惠^{1,2}

(1. 淮阴工学院 教务处, 江苏 淮安 223003; 2. 河海大学 商学院, 江苏 南京 210098)

摘 要:高技术产业科技投入产出过程分为技术研究开发和技术成果产业化两阶段,在此基础上构建了规模报酬可变的链式 DEA 模型,对中国 29 个省、市、自治区的科技投入产出链整体效率和分阶段效率进行研究,利用面板数据回归模型探寻环境因素对其效率的影响作用。研究表明,考察期内中国各省的高技术产业科技各阶段效率和整体效率均不高;金融支持、企业规模和劳动者素质对高技术产业技术开发研究效率产生显著影响;金融支持、市场环境、政府干预和企业规模对高技术产业成果产业化效率作用明显;金融支持和政府干预对高技术产业科技投入产出链整体效率影响显著。

关键词:高技术产业;科技效率;两阶段关联 DEA 模型;影响因素

中图分类号:F062.9

文献标志码:A

文章编号:1008-7699(2015)06-0013-09

经济与科技一体化进程持续深化,科学技术对于经济增长的作用越加显著。^[1]作为中国自主创新能力建设重要组成部分的高技术产业已然成为科技和国际经济竞争的主要阵地。大力发展高技术产业,有助于推动产业结构完善,提高经济效益和劳动生产率。目前,中国高技术产业的研发资源投入相较于发达国家还存在很大差距,如何提高有限的科技研发投入资源利用率,进而充分展现高技术产业创新能力,是颇有意义的研究选题。近些年,为了提高科技实力,增强自身竞争力,中国地方政府都在不断增加科技投入力度。^[2]科学技术是否能有效促进经济的发展,不是取决于科技资源投入的多少,而是被科技投入产出效率高低所左右。^[3]

长久以来,技术购买和技术引进成为中国高技术产业提高行业创新能力的主要途径,但是由于自主创新能力较弱,使得产业发展陷入窘境。事实上存在诸多限制制约了高端技术特别是关乎国家安全的技术引入,另外没有创新和自主研发的能力,会进一步降低引进高技术水平的技术应用率。研究省际科技投入产出效率以及影响因素,有助于各省份认清高技术产业发展中自身的长处和不足,为有效合理配置科技投入资源提供一定的参考与借鉴。

一、文献综述

就研究方法而言,对投入产出效率研究的文献中,运用的方法以人工神经网络、灰色关联度、随机前

收稿日期:2015-11-09

基金项目:国家社科基金青年项目“高校科研创新团队内部知识转移运行机制与影响因素研究”(13CGL069);江苏省社会科学基金青年项目“江苏省高校科研团队创新绩效评价与影响机制研究”(15JYC002);江苏高校哲学社会科学研究项目“江苏省高校科研效率及其提升路径研究”(2015SJB716)

作者简介:王树乔(1982-),男,江苏响水人,淮阴工学院教务处助理研究员;王惠(1984-),女,江苏淮安人,河海大学商学院博士研究生。

沿分析方法(Stochastic Frontier Analysis, 简称“SFA”)、层次分析法以及数据包络分析方法(Data Envelope Analysis, 简称“DEA”)居多,^[4]其中 SFA 和 DEA 因各自的优势和特点得到众多学者的青睐,部分学者在分析高技术产业科技投入产出效率时采用这两种方法。^[5,6]上述研究主要基于传统 DEA 模型进行评价,将高技术产业科技活动作为黑箱处理,没有考察高技术产业科技投入产出的内部生产过程和特征。随着对高技术产业科技活动生产过程和价值链的深入了解,关注科技投入到产出过程阶段性特征的两阶段链关联 DEA 方法跃入学者的视野。冯锋等^[7]利用链式 DEA 方法分析研究了我国 17 个高技术行业科技投入产出效率,比较不同行业投入产出链效率,依据其效率特点将各个行业进行分类,并提出相应效率改进的建议。肖仁桥等^[8]从价值链出发,基于两阶段链式关联 DEA 模型研究了我国各省高技术产业创新整体效率和分阶段效率。余泳泽^[9]⁶²亦从两阶段价值链视角出发,探索高技术产业创新效率区域差异。

就研究问题而言,系统分析高技术产业科技投入产出效率以及影响因素的文献不多。多数文献仅局限于单一研究高技术产业科技效率,研究的角度也略显不同。白俊红等^[10]和梁平等^[11]动态、全面地研究高技术产业科技效率是立足于全要素生产率的角度进行分析;冯尧^[12]应用传统 DEA 模型测度中国省际的高技术产业科技成果转化效率,结果发现我国东部地区效率较好,显著优于中西部地区;官建成等^[13]利用 DEA 模型评价我国 15 个高技术行业的科技效率,表明高技术产业的纯技术效率呈现上升态势,而规模效率水平持续走低;冯锋^[14]等基于两阶段链视角下的科技投入产出效率分析,仅局限于考察科技投入产出的静态效率变化。

本文借鉴已有的相关研究将高技术产业科技投入产出过程分为技术研究开发和技术成果产业化两个相互联系的链式过程,基于规模报酬可变的假设,建立两阶段关联链式 DEA 模型针对 2006-2012 年期间的我国 29 个省、市、自治区的高技术产业科技投入产出的整体效率和分阶段效率进行研究,在此基础上运用面板数据回归模型分析影响因素对其效率产生的作用机制,以期进一步提升我国高技术产业的自主创新能力。

二、研究方法

(一)两阶段关联 DEA 模型

假设 X_i 为第 i 个评价单元的第一阶段的投入, Z_i 为第 i 个评价单元的第二阶段的投入,同时亦是第一阶段的产出,整个阶段的产出为 Y_i (如图 1)。^[15]

如若考虑决策单元的生产过程两阶段的关联性,则在建立系统效率评估模型时,必须满足如下前提条件:①中间产出 Z_i 在两阶段的权重是相同的;②



图 1 两阶段生产链式过程

两个阶段均满足前沿条件,累积产出不超过累积投入。基于上述条件,本文建构模型(1)估算评价单元的链式决策单元生产纯技术效率。^[16,17]

$$E_{BCC} = \max \frac{u^T Y_i + \sum_{d=1}^2 \mu_i^{(d)}}{v^T X_j} \quad (1)$$

$$s. t. \begin{cases} u^T Y_j + \sum_{d=1}^2 \mu_i^{(d)} - v^T X_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n & (1.1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \delta^T Z_j + \mu_i^{(1)} - v^T X_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n & (1.2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u^T Y_j + \mu_i^{(2)} - \delta^T Z_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n & (1.3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} u \geq \epsilon I_s, v \geq \epsilon I_m, \delta \geq \epsilon I_k, \mu_i^{(1)} \in R^1, \mu_i^{(2)} \in R^1 & (1.4) \end{cases}$$

其中, v^T 是第一阶段投入变量的权重向量, δ^T 是中间产出变量的权重向量, u^T 是第二阶段产出变量的权重向量, ϵ 是阿基米德无穷小量, $\mu_i^{(d)}$ ($d=1, 2$) 是两个不受条件约束的实变量, 它表达模型(1)中的第 i 个评价单元的规模报酬所处的状态。当 $\mu_i^{(1)} \neq 0, \mu_i^{(2)} \neq 0$ 时, 说明评价单元处于规模报酬递减或递增阶段。约束条件(1.1)是评价单元本身能作为一个系统所必须满足的前沿条件, 式(1.2)、(1.3)分别是阶段1和2所要满足的前沿条件, 同时模型中相同变量的权重均一致。由于约束条件(1.2)和(1.3)之和等于(1.1), 故可以对模型1进行变换, 令 $t = 1/v^T X_i, \mu = tu, \varphi = tv, \eta_i^{(1)} = t\mu_i^{(1)}, \eta_i^{(2)} = t\mu_i^{(2)}, \tilde{\epsilon} = t\epsilon$, 故可以得到模型2:

$$E = \mu^T Y_i + \sum_{d=1}^2 \eta_i^{(d)}$$

$$s. t \begin{cases} \varphi^T Z_j + \eta_i^{(1)} - \omega X_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \mu^T Y_j + \eta_i^{(2)} - \varphi^T Z_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \omega X_j = 1 \\ \mu \geq \epsilon I_s, \omega \geq \epsilon I_m, \varphi \geq \epsilon I_k, \eta_i^{(1)} \in R^1, \eta_i^{(2)} \in R^1 \end{cases} \quad (2)$$

ω 是变换以后第一阶段投入变量的权重向量, μ 为变换后第二阶段产出变量的权重向量, φ 为变换以后中间产出变量的权重向量, 若 $\mu^*, \omega^*, \varphi^*, \eta_i^{(1)*}, \eta_i^{(2)*}$ 是模型(2)式的最优解, 则评价单元的整体效率(E)以及两阶段效率($E^{(1)}$ 、 $E^{(2)}$)分别如下:^[18,19]

$$E = \mu^{*T} Y_i + \sum_{d=1}^2 \eta_i^{(d)*} \quad (3)$$

$$E^{(1)} = \frac{\varphi^{*T} Z_i + \eta_i^{(1)*}}{\omega^{*T} X_i} \quad (4)$$

$$E^{(2)} = \frac{\mu^{*T} Y_i + \eta_i^{(2)*}}{\varphi^{*T} Z_i} \quad (5)$$

其中, 式(3)度量的是评价单元的整体效率, 式(4)则反映的是第一阶段的效率, 式(5)测算的是第二阶段的效率。

(二)DEA-Tobit

中国高技术产业科技生产效率不仅受投入、产出指标的影响, 还有来自外界环境诸如信息化水平、政府行为、技术进步、所处区域等因素影响。为了评估数据包络分析法测算出来的效率值是否受外界环境因素影响以及影响的程度, 在 DEA 分析中衍生出一种“两阶段法”(Two-stage-Method)。在本研究中, 首先通过两阶段关联 DEA 模型评估各省区高技术产业科技效率值; 其次, 对所提及的各种影响高技术产业科技效率的环境影响因素作为自变量进行回归, 根据自变量的系数判定环境因素对高技术产业科技效率的影响强度及方向, 由于 DEA 模型确定的自变量(效率值)被限制在 0-1 之间, 采用普通的最小二乘法对模型直接回归, 参数估计值就可能会出现偏向于 0 的情况。^[20,21] Tobin 在 1958 年提出了截取回归模型, 又称之为“Tobit 模型”。

$$\begin{cases} y_i^* = \beta x_i + \epsilon \\ y_i = y_i^* & \text{if } y_i^* > 0 \\ y_i = 0 & \text{if } y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

其中, $\epsilon \in N(0, \sigma^2)$, β 为回归参数向量, x_i 为自变量向量, y_i^* 为因变量向量, y_i 为效率值向量。

三、中国高技术产业科技效率区域差异分析

(一)指标选取和数据来源

科学技术转化成为现实生产力要历经技术研究开发和技术成果产业化两个阶段(如图 2 所示)。技术研究开发阶段即两阶段科技投入产出链之中的第一阶段,企业通过科研资源投入形成学术著作、论文发表和专利申请等;技术成果产业化阶段即两阶段科技投入产出链之中的第二阶段,在此阶段,高技术产业消化吸收第一阶段的科技成果并将其转化为自身投入实现产业化。研究科技效率投入产出的诸多文献,在第一阶段技术研究开发投入指标包括 R&D 人员全时当量、R&D 资金投入、R&D 资本存量、科学家和工程师等,产出指标有国外主要检索工具收录的论文数、专利授权数、学术著作等。^[22]依据本文的研究思路和参照已有相关文献,在技术研究开发阶段投入指标主要包涵资金投入和人员投入,分别选择较为常用的指标 R&D 经费和 R&D 人员全时当量,而产出指标考虑到企业主要是从事技术应用开发等方面的活动,选择专利申请数和有效发明专利数来衡量。

技术成果产业化阶段主要度量的是科技成果投入和经济效益产出之比,第一阶段科技产出即为此阶段的投入资源,经济产出则为产出变量。经济产出分为收益性产出和竞争性产出,本文选择新产品销售收入代表收益性产出,新产品产值代表竞争性产出。^[23]

由于西藏和海南的数据缺失不在研究样本之中,本文选取 29 个省区为决策单元,时间跨度为 2006-2012 年,探寻中国地区高技术产业科技效率的差异。为了更直观分析研究,按照“七五”计划时期将中国划分为东、中和西部三大区域,东部地区包括:天津、河北、北京、上海、辽宁、江苏、广东、山东、福建、浙江;中部地区包括:湖南、湖北、河南、江西、安徽、黑龙江、吉林、内蒙古和山西;西部地区包括:新疆、宁夏、青海、甘肃、广西、陕西、云南、贵州、四川和重庆。

考虑到科技投入到技术成果产出之间存在时间滞后性,因此在收集整理数据时,选择滞后期 2 年,即第一阶段投入指标选择 2004-2010 年相关数据,中间产出为 2005-2011 年相关数据,最终产出为 2006-2012 年相关数据。数据来源于 2005-2013 年《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》和地方统计年鉴。

(二)两阶段链视角下科技投入产出链效率测算

依据两阶段关联 DEA 系统的投入生产系统模型,采用 Matlab 编程进行运算得出中国 29 个省份 2006-2012 年高技术产业的科技投入产出整体效率、各阶段效率。表 1 报告中国东部、中部和西部地区样本期间各年份的高技术产业整体效率(E)、第一阶段效率(E⁽¹⁾)和第二阶段效率(E⁽²⁾)。

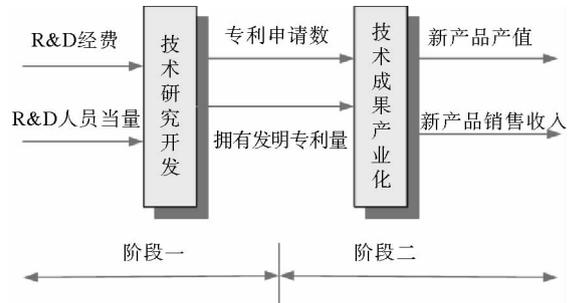


图 2 高技术产业科技生产两阶段链式过程

表 1 三大区域高技术产业科技整体效率以及各阶段效率

年份	东部			中部			西部		
	E ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	E	E ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	E	E ⁽¹⁾	E ⁽²⁾	E
2006	0.3165	0.3516	0.3953	0.2833	0.2348	0.1509	0.4572	0.2468	0.1620
2007	0.1017	0.5085	0.4386	0.0858	0.2134	0.2010	0.2523	0.2186	0.2435
2008	0.2551	0.5770	0.5864	0.1622	0.1952	0.3762	0.2773	0.2373	0.4519
2009	0.3311	0.4950	0.5259	0.3369	0.4590	0.3536	0.4313	0.2902	0.3068
2010	0.3621	0.6474	0.1359	0.0512	0.4847	0.0887	0.2398	0.3699	0.1487
2011	0.4495	0.5536	0.3924	0.3793	0.3867	0.2563	0.5932	0.4379	0.3486
2012	0.4238	0.5623	0.4637	0.3529	0.2643	0.2658	0.5021	0.2433	0.2032
算术平均	0.3200	0.5279	0.4197	0.2359	0.3197	0.2418	0.3933	0.2920	0.2664

注:上述数据经作者整理而得,由于篇幅所限,没有列出各个年份效率值,数据备索。

从表 1 不同区域的高技术产业科技投入产出整体效率、技术研究开发效率和技术成果产业化效率历年均值来看,中国的东部、中部和西部地区的高技术产业投入产出整体效率以及各阶段效率平均值都较低,存在很大改进空间。结合图 3 可知,高技术产业科技投入产出整体效率以及技术成果产业化效率均遥遥领先的是中国东部地区,西部地区在高技术产业技术研究开发效率即两关联链式 DEA 生产的第一阶段高于东部地区和中部地区,同时西部地区高技术产业科技投入产出链效率呈现不断下降的趋势;东部和中部地区高技术产业科技投入产出链效率呈现的走势大致相同。

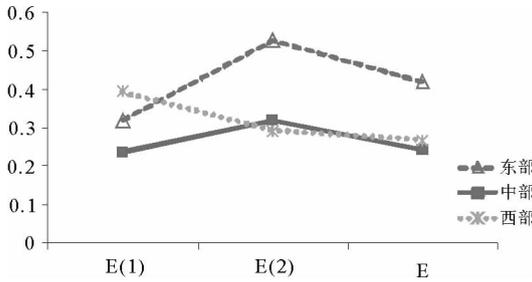


图 3 高技术产业整体效率及各阶段效率历年均值图

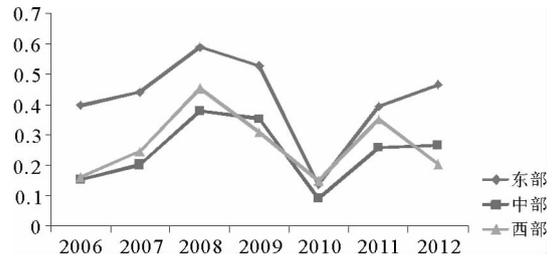


图 4 高技术产业整体效率历年变化图

从不同年份的三大区域的高技术产业科技投入产出链效率角度进行分析,表 1 和图 4 中反映出中国三大区域高技术产业科技投入产出整体效率存在显著差异,但各地区的走势大体相同,三大区域均在 2008 年整体效率值达到各自的最高值,随后出现不同幅度的下降,2010 年降至拐点,随后 2011 年又呈现上升趋势。东部地区的高技术产业科技整体效率高于西部和中部地区,仅在 2010 年低于西部地区;且中国东、西和中部地区的高技术产业科技整体效率递减的态势,这与肖仁桥(2012)和冯尧(2011)的结论相似;结合图 5 和表 1 可知,高技术产业技术开发研究效率呈现西部地区高于东部和中部地区的态势,均在 2011 年达到各自的效率最高值;西部地区的技术开发效率较高,这与 2000 年以来中国采取的西部大开发政策有着密不可分的关联;政府投入大量的研发资源,多方位全面支持和鼓励西部发展,鼓励优秀人才到西部就业;结合图 6 和表 1 发现高技术产业科技成果产业化效率东部地区优于中西部地区,这一方面与东部地区经济实力高于中西部地区有关,另一方面也与素质较高的科技人才聚集有关。

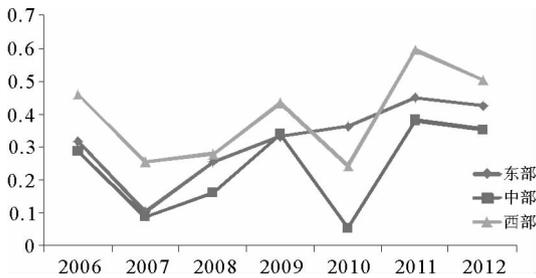


图 5 分区高技术产业第一阶段效率变化图

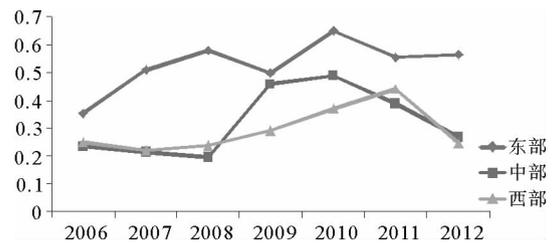


图 6 分区高技术产业第二阶段效率变化图

从具体省份的高技术产业科技投入产出链历年整体效率来看(见图 7),各个省份高技术产业科技效率存在较大差异,如果以 0.5 作为科技投入产出整体效率良好的判定标准,天津、山西、上海、福建、新疆等省份科技投入产出链整体效率较好,而剩余的省份科技投入产出链整体效率较低;云南、青海和新疆在第一阶段技术研究开发效率较高,说明这些省份将科技投入资源转化为科技成果的效率不错,这些省份均来自于中国的西部地区,这些地区虽然技术条件等明显不如东部地区,但是它们却利用较少的科技资源投入获得较好的

科技成果。例如,青海利用其独特的地理优势,形成以生物技术为导向的科技生物产业群;天津、上海、江苏和福建在第二阶段技术成果产业化效率较好,说明这些省份将科技成果转化成为产业产出的效率不错,这些省份均来自于东部地区,积极开展产学研机制,注重对企业研发人员素质的培养,而人员知识创新能力越强,越有助于人员对技术的理解和吸收;加之面临的市場容量相对较大,进而有效提高了科技成果的经济转化能力;而陕西、河南、湖北、湖南、甘肃等省区高技术产业科技投入产出链中的效率均较低,这些省份的产业是以农业和劳动密集型的制造业为主,高技术产业发展较晚,且融资环境、人员素质、技术水平明显不如东部地区,地区企业很多重复生产同样类型的高技术产品,容易形成投入资源的拥挤,造成浪费,生产效率和获利率均较低。

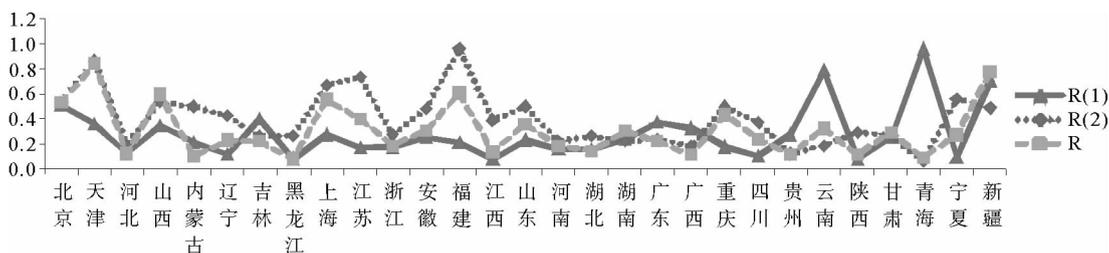


图 7 高技术产业整体效率以及各阶段效率历年(2006-2012 年)均值变化图

四、驱动因素影响分析

(一)指标的选取与来源

金融支持。良好的融资环境给地区高技术产业发展提供了更多的发展机会,成功企业也必须要有一定的资产负债能力,但也有研究表明,金融支持在企业的创新资源研发过程之中仅起到辅助作用,据此,金融支持对高技术产业科技效率的影响有待严格的实证检验。本文选取金融机构贷款余额来表示。

政府干预。政府的协调管理和经济支持对不同发展阶段的企业影响存在差异。余泳泽^{[9]69}研究指出政府介入促进高技术产业研发效率的提高,而 Guan^[24]认为高技术产业研发投入资金中来源于企业的资金与高技术产业研发效率是正相关关系,而来源于政府的资金却与研发效率呈现负相关关系。优秀的企业应该意识到政府资金仅是辅助手段,企业才是科技研发的主体。文章选取科技活动经费筹集额中政府资金所占比例作为政府干预的代表变量。

市场环境。技术需求方和供应方之间的合作与沟通对提升技术开发研究和科技成果产业化效率影响较大。衡量市场自由度在实际操作上不是很容易,本文借鉴吴利学、傅晓霞等^[25]的方法,采用实际利用外资占 GDP 的比重、外贸依存度、全社会固定资产投资中非国有经济的份额以及各地区工业总产值中非国有企业的比重这四个指标来综合代表体现各省的市场环境变量。在处理这四个变量时应用主成分分析方法,将其合成为一个综合性指标。

此外,本文将企业规模、劳动者素质这两个在相关研究中常用的控制变量也纳入其中,企业规模为各省份的高技术企业的平均规模表示,劳动者素质则选择初中及以上受教育程度人数所占比例来衡量。

(二)面板数据计量分析

为了降低异方差的影响,将指标变量都进行对数处理,建立高技术产业科技投入产出整体效率和分阶段效率的面板模型如下:

$$\ln E = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{finance} + \alpha_2 \ln \text{government} + \alpha_3 \ln \text{market} + \alpha_4 \ln \text{scale} + \alpha_5 \ln \text{human} + \varepsilon \quad (6)$$

$$\ln E^{(1)} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{finance} + \alpha_2 \ln \text{government} + \alpha_3 \ln \text{market} + \alpha_4 \ln \text{scale} + \alpha_5 \ln \text{human} + \varepsilon \quad (7)$$

$$\ln E^{(2)} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln finance + \alpha_2 \ln government + \alpha_3 \ln market + \alpha_4 \ln scale + \alpha_5 \ln human + \varepsilon \quad (8)$$

式(6)中,E 代表高技术产业科技投入产出整体效率水平, *finance* 代表金融支持, *government* 表示政府干预, *scale* 表示高技术企业的规模, *human* 表示劳动者素质, *market* 表示市场环境。式(7)(8)中 $E^{(1)}$ 和 $E^{(2)}$ 代表高技术产业科技投入产出的第一阶段和第二阶段效率水平,其余变量与式(6)一致。 $\alpha_1 - \alpha_5$ 为带估计系数, ε 为随机误差项。具体数据来源于相应年份的《中国统计年鉴》《中国金融统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》和地方统计年鉴。

依据两阶段关联 DEA 模型评估出 2006-2012 年中国省际的高技术产业科技投入产出效率值,运用 DEA 两步法,通过 Stata12.0 软件进行回归分析结果见表 2。首先,通过豪斯曼检验确定是选择面板固定效应模型还是随机效应模型,结果显示应该选择固定效应模型进行讨论。接下来再分别评价外在环境因素对高技术产业科技投入产出不同阶段的效率以及整体效率的影响。

表 2 面板数据回归估计与检验结果

影响因素	一阶段效率	二阶段效率	整体效率
金融支持	-0.006 54 * (-1.92)	-0.005 32 * (-2.32)	-0.031 29 * * (-2.38)
政府干预	-0.032 (-0.43)	-0.002 87 * * (-2.87)	-0.031 12 * * * (-2.184)
市场环境	0.092 76 (0.096)	0.100 729 * * * (7.36)	0.376 52 (0.028)
企业规模	-0.246 44 * (-1.94)	0.027 54 * * (2.042)	0.039 87 (0.065)
劳动者素质	0.038 797 * * * (3.19)	0.0232 (0.001)	0.090 87 (0.137)
调整的 R 平方	0.652	0.876	0.898

注: * * *、* *、和 * 分别表示在 1%、5%、10%的水平下显著;()里面为 t 值。

由表 2 可知,高技术产业技术开发研究第一阶段,金融支持变量的系数通过 10%的显著性水平检验,且为负值,说明在投入研发的资金中金融机构的贷款比重越大,企业的技术开发研究效率越低,这与大多数学者的研究成果相符合。^[26]企业是科技创新的主体,经费、人员自然应该大多来源于企业自身,这样企业才会拥有更多的动力和压力面对激烈的竞争市场;企业规模变量的系数通过 10%的显著性水平检验,且为负值,说明高技术产业科技投入产出链中第一阶段企业规模不宜过大,这可能与其规模经济效益更多的倾向于技术成果产业化第二阶段有关,这在检验中得到验证(0.027 54);劳动者素质变量的系数通过 1%的显著性水平检验,且为正值,说明劳动者素质越高,拥有的知识和创新的能力越强,越有助于高技术产业技术研究开发效率的提高。

影响高技术产业科技投入产出链中第二阶段即技术成果产业化阶段的因素中,金融支持和政府干预均通过显著性水平检验,回归系数为负,政府干预影响的程度比金融支持要大,表明企业始终是技术研发的主体,金融机构贷款和政府资金只是辅助作用;^[27]市场环境和企业规模分别通过 1%和 5%的显著性水平检验,回归系数均为正值,市场环境对其影响的程度比企业规模要小,中国市场化程度水平的提升有利于高技术产业技术成果产业化效率的增长。随着中国经济全球化趋势的加强,预期在将来的很长一段时期内,市场化因素对中国高技术产业技术成果产业化效率的增长将持续发挥积极的效果,企业规模越大,其规模效应发挥越明显;面临的市場容量越大,潜在的客户群较多,有助于提高企业技术成果产业化的效率。

就高技术产业科技投入产出链整体效率而言,政府干预和金融支持的回归系数均显著为负,说明科技创新能力越强、对新产品和新技术开发需求越大的企业更愿意自身投入更多的资源进行研发,而不是仅仅依赖金融和政府机构的支持,因为金融机构贷款和政府机构的资金来源往往具有滞后性,政府机构的资金要经历一系列程序审核,金融机构则更乐意贷款给规模大、风险小、投资回报大的企业,往往不利于中小企业的技术研发活动。同时,随着中国高技术产业的不断壮大成长,政府会减少对某些研发领域的涉入,凡不涉及国家安全和机密的高技术产业,企业亦然能够独立的承担起自主研发的任务,具有一定的自主创新能力。长期来

看,政府和金融机构的资金支持有助于中国中西部地区的高技术产业研发活动,毕竟中西部地区经济发展水平落后,研发能力相对东部地区较为薄弱,需要政府和金融机构给予资金上的支持,预计在以后的一段时期内,政府干预和金融机构对高技术产业科技投入产出链整体效率的负向作用会有所下降。

五、结论

本文将高技术产业科技生产分为技术研究开发和技术成果产业化两个阶段,在传统 DEA 模型中,每个决策单元仅仅分析初始投入和最后产出的效率问题,而忽视生产过程内部过程和阶段特点,因此,文章建构科技投入产出的两阶段关联 DEA 模型,对中国 29 个省、市、自治区的 2006-2012 年期间的高技术产业科技投入产出链的整体效率和分阶段效率差异性进行研究,利用 DEA 两步法对面板数据模型进行回归分析,讨论高技术产业科技生产效率的影响因素的强度和方向,结论如下:

中国高技术产业科技投入产出各阶段效率以及整体效率均存在显著差异,效率水平均处于较低水平,具有很大的提升空间。东部地区的高技术产业科技整体效率高于中西部地区,这与其发达的经济现状相关,在今后的科技活动中继续发挥自身的区位优势和技术强项,坚持自主研发,加强与国际先进技术合作,有望实现高技术产业发展的新突破。西部地区的高技术产业技术研发效率表现不俗,随着政府愈发重视西部地区的高技术产业发展,在制度、资金上给予更多的支持和鼓励,相信以后西部地区的高技术产业会获得更多发展机会。

面板数据回归结果表明,金融支持、企业规模和劳动者素质对高技术产业技术开发研究第一阶段效率产生显著影响;金融支持、市场环境、政府干预和企业规模对高技术产业技术成果产业化第二阶段效率产生显著影响;金融支持和政府干预对高技术产业科技投入产出链整体效率产生显著影响。企业要认清金融支持和政府资金仅仅是外部作用,自主创新主要来源于企业本身,需要进一步合理规范分配政府资金和金融贷款;政府应重视中小型高技术企业科技创新能力,在技术上给予配套支撑,为其“孵化”提供积极的帮助。

参考文献:

- [1]于静霞,刘玲利.我国省际科技投入产出评价[J].工业技术经济,2007(9):134-137.
- [2]刘亚旭,龚小军,高蓉,余伟军,梁明华.科技投入产出评价方法探析[J].中国科技论坛,2007(4):36-41.
- [3]吕喜英.基于 DEA 的我国科技投入产出二次绩效评价[J].广西财经学院学报,2009(3):47-52.
- [4]刘和东.知识产权保护与企业自主创新关系的实证[J].统计与决策,2008(16):125-127.
- [5]郑循刚.基于 DEA 的我国高技术产业 R&D 效率评价[J].四川农业大学学报,2009(3):377-380.
- [6]韩晶.中国高技术产业创新效率研究:基于 SFA 方法的实证分析[J].科学学研究,2010(3):467-472.
- [7]冯锋,马雷,张雷勇.两阶段视角下我国科技投入产出链效率研究—基于高技术产业 17 个子行业数据[J].科学学与科学技术管理,2011(10):21-26.
- [8]肖仁桥,钱丽,陈忠卫.中国高技术产业创新效率及其影响因素研究[J].管理科学,2012(5):85-98.
- [9]余泳泽.我国高技术产业技术创新效率及其影响因素研究:基于价值链视角下的两阶段分析[J].经济科学,2009(4).
- [10]白俊红,江可申,李婧.中国地区研发创新的相对效率与全要素生产率增长分解[J].数量经济技术经济研究,2009(4):139-151.
- [11]梁平,梁彭勇,黄馨.中国高技术产业创新效率的动态变化-基于 Malmquist 指数法的分析[J].产业经济研究,2009(3):23-28.
- [12]冯尧.基于 DEA 方法的我国高技术产业科技成果转化效率研究[J].学术交流,2011(3):101-105.
- [13]官建成,陈凯华.我国高技术产业技术创新效率的测度[J].数量经济技术经济研究,2009(10):19-33.
- [14]冯锋,张雷勇,高牟,马雷.两阶段链视角下科技投入产出链效率研究:来自我国 29 个省市数据的实证[J].科学学与科学技术管理,2011(8):33-38.

- [15]周逢民,张会元,周海,孙伯清.基于两阶段关联DEA模型的我国商业银行效率评价[J].金融研究,2010(11):173-174.
- [16]陈伟,冯志军,姜贺敏,康鑫.中国区域创新系统创新效率的评价研究-基于链式关联网络DEA模型的新视角[J].情报杂志,2010(12):25-27.
- [17]李邃,江可申,郑兵云.基于链式关联网络的区域创新效率研究-以江苏为研究对象[J].科学学与科学技术管理,2011(11):132-135.
- [18]AKTHER,S. Estimating two-stage network Slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking[J]. Omega-International Journal of Management Science,2013,41(1):88-96.
- [19]WANG,K. Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA[J]. Omega-International Journal of Management Science,2014(44):5-20.
- [20]白俊红,江可申,李婧,李佳.区域创新效率的环境影响因素分析[J].研究与发展管理,2009(2):97-98.
- [21]徐宏毅,欧阳明德.中国服务业生产率的实证研究[J].工业工程与管理,2004(5):73-75.
- [22]冯纓,滕家佳.江苏省高技术产业技术创新效率评价[J].科学学与科学技术管理,2010(8):107-112.
- [23]刘志迎,孟令杰.我国高技术产业技术效率的实证分析[J].中国软科学,2007(5):133-137.
- [24]GUAN J,CHEN K. Measuring the innovation production process: A cross-region empirical study of China' high-tech innovations[J]. Technovation,2010,30(6):348-358.
- [25]傅晓霞,吴利学.制度变迁在中国经济增长中贡献的实证分析[J].南开经济研究,2002(4):70-75.
- [26]程华,王恩普.科技活动中外部筹资对研发产出的影响-基于高技术产业面板数据的实证分析[J].科学学与科学技术管理,2009(11):49-51.
- [27]宋智文,凌江怀.高技术产业金融支持实证研究-基于省际面板数据分析[J].经济问题,2013(3):75-77.

China's High Technology Industry Efficiency and the Driving Factors of Science and Technology

—Based on Chain-Associated Network DEA Model

WANG Shuqiao¹, WANG Hui^{1,2}

(1. Huai Yin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223003, China;

2. College of Business, Hehai University, Nanjing, Jiangsu 210098, China)

Abstract: The input and output process of high tech industry is divided into two stages: technology research and development and industrialization of technology, then analyze the whole chain and stage efficiency of high-tech industry of China's Provincial Science and technology input output. Regression and panel date model is applied to analyze the environmental factors on the efficiency. The results show that the whole chain and stage efficiency are low; Finance support, the scale of firm and laborer's quality are related to technology research and development efficiency significantly; Financial support, marketization, government intervention and the scale of firm affect the industrialization of achievement high technology; Government intervention and Financial support influence on the whole efficiency significantly.

Key words: high tech industry; technical efficiency; two stage DEA; influencing factors

(责任编辑:魏霄)