
长江经济带高技术产业投入产出效率分析^{*1}

成定平 淦苏美*

(浙江财经大学数据科学学院, 浙江 杭州 310018)

【摘要】:提高长江经济带高技术产业的投入产出效率,有利于协调该区域经济发展与生态环境保护之间的关系。运用三阶段 DEA 方法,从企业类型、环境因素等视角对长江经济带高技术产业投入产出效率进行实证分析。结果发现,政府 R&D 支出的增长对企业技术效率的提高均有正向作用,但作用效应尚未达到显著状态;研发机构数量的增加能够显著提高内资及港澳台企业的技术效率,而外资企业与中国技术市场的互动效应尚不显著;行业内企业数量增加所引致的市场竞争有利于外资企业提高技术效率,却显著降低了内资及港澳台企业的技术效率;不同类型企业之间和地区之间的技术效率存在较大差距,外资企业的技术效率和纯技术效率最高,内资企业的规模效率最高。文章最后提出政策建议。

【关键词】:长江经济带;高技术产业;投入产出效率;三阶段 DEA 方法

【中图分类号】:F270.3 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1004-8227(2017)03-0325-08

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj201703001

2014 年中国把长江经济带建设确立为国家战略。该经济带覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州等 9 省 2 市,横贯东中西部地区,辐射沿江南北,是我国综合实力最强、战略支撑作用最大的区域之一。2000~2013 年该经济带高技术产业主营业务收入由 3 712.4 亿元增至 53 616.5 亿元,年增 22.8%,高于全国 2.1 个百分点,2013 年的总收入占全国总收入的 46.2%^①,实现高技术产业又好又快发展对于我国推进转型升级和参与全球竞争至关重要。同时,长江具有独特的生态系统,是重要的生态宝库,修复长江生态环境就成为长江经济带建设中的压倒性的任务。因此,为推进绿色发展,强化生态环境保护,除通过行政手段对高技术产业中的一些行业和企业做出限制、取缔外,应通过提高投入产出效率使经济发展与生态环境保护相适应,而认清高技术产业投入产出效率的一般状况就特别重要。

自 Charnes 等^[1]的数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis,简称 DEA)以及 Fried 等^[2]的三阶段 DEA 模型评价方法提出以来,学术界采用该方法对中国高技术产业投入产出效率进行了研究。在利用随机前沿分析(SFA)方法的研究中,刘志迎等^[3]从五大行业

¹ 收稿日期:2016-07-27;修回日期:2016-12-27

基金项目:国家社会科学基金项目(12BJY148)[National Social Science Foundation of China(12BJY148)];浙江省一流学科 A 类(浙江财经大学统计学)[First Class Discipline of Zhejiang-A(Zhejiang University of Finance and Economics-Statistics)]

作者简介:成定平(1963~),男,教授,硕士生导师,主要从事经济统计与数量经济研究。E-mail: akpingzi@126.com

*通讯作者 E-mail: zjcjgan@163.com

² ①本文所引数据除注明外,均来自《中国高技术产业统计年鉴》

的视角对中国高技术产业效率进行了实证分析,认为技术进步是全要素生产率(TFP)增长的主要原因,但技术效率呈下降趋势;朱有为等^[4]、韩晶^[5]讨论了企业规模、市场竞争、研发投入、外资比重对创新效率的影响,结果表明外资企业比重与创新效率呈正相关关系;周立群等^[6]分别对国有企业和三资企业的研发效率进行了比较研究,发现国有企业研发效率偏低,但呈上升趋势,而三资企业在电子及通信制造业的研发效率逐渐下降。

利用数据包络分析(DEA)方法的研究文献较为丰富。薛娜等^[7]、官建成等^[8]、方福前等^[9]基于传统DEA方法分别研究了中国高技术产业的创新效率和投入产出效率;叶锐等^[10]、冯志军等^[11]从系统论的角度对研发创新效率、投入产出效率进行了测度。基于传统DEA方法和两阶段DEA方法没有考虑环境因素和随机误差对效率值的影响,对技术效率的测算难免有误,国内学者开始将Fried等提出的三阶段DEA方法应用于效率评价中,吉生保和周小柯^[12]、李洪伟等^[13]依据中国分省数据对高技术产业效率进行了实证研究,在剥离环境因素和随机误差后,发现中国各省高技术产业的技术效率发生了显著变化;成力为等^[14]结合中国要素市场不完全的特征,通过引入要素价格信息的创新效率指标,利用三阶段DEA-windows方法测算了四位码高技术产业内、外资企业的相对效率差异,并分解出规模效率和配置效率,结果表明内、外资企业创新效率和创新研发效率的差异主要体现在配置效率和规模效率上,而研发效率和纯技术效率没有显著差异。

但是,除缺少针对长江经济带的专门研究外,下列问题仍需深入研究。一是不同类型企业的投入产出效率评价问题。按企业注册类型分,2013年长江经济带高技术产业中的内资、港澳台和外资企业的主营业务收入分别占42.3%、21%和36.7%,若以固定资产投资和主营业务收入分别作为投入、产出变量进行计算,三类企业的“主营业务收入/固定资产投资额”比分别为3.29、11.29和25.26,投入产出效率存在较大差异,有必要对企业做出分类评价。二是“环境因素”对三类企业投入产出效率的作用问题。在政府支持方面,除通过所有制等体制改革和财政货币等调控手段来激发市场活力外,政府对内资企业加大了R&D投入、人力资本开发等研发支持,希望通过有利环境的创设使内资企业实现技术追赶。政府支持、创新环境、企业规模、市场结构等环境因素对企业投入产出效率到底产生了何种影响,有必要做出科学判断。

本文将企业按注册类型分为内资、港澳台和外资等三类企业,依据高技术产业的特征来选定投入产出指标,根据Simar等^[15]提出的标准确定出环境因素变量,使用Fried等^[2]的三阶段DEA模型方法,对三类企业的技术效率、纯技术效率和规模效率进行测算,回归分析各环境因素对投入产出效率的作用,并据此提出政策建议。

1 研究方法和实证模型

三阶段DEA模型是一种评价决策单元效率的非参数方法,该方法包括以下3个阶段。

第一阶段:传统DEA模型

该阶段采用投入导向的规模报酬可变的BCC修正模型^[16]对投入产出数据进行DEA分析,估计出由投入产出要素以及环境因素和随机误差因素共同决定的投入产出效率值(简称技术效率(TE)),并将技术效率进一步分解为纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)。鉴于BCC模型已比较成熟,这里不再赘述。

第二阶段:SFA模型

在第一阶段估计出的技术效率基础上,本阶段通过对投入变量的松弛值进行分析,利用SFA模型回归分析环境因素和随机误差对效率的影响,并为第三阶段调整投入数值、重新测算决策单元的效率值做准备。

首先, 投入变量松弛值的计算如(1)所示:

$$s_{ni} = x_{ni} - X_n \lambda \quad (1)$$

式中: s_{ni} 为第一阶段中第 i 个决策单元第 n 个投入变量的松弛值; x_{ni} 为投入变量的原始值; $X_n \lambda$ 是 x_{ni} 对应产出向量在投入效率子集上的最优映射, $n=1, 2, \dots, N, i=1, 2, \dots, I$ 。

其次, 建立松弛变量与环境变量的 SFA 模型:

$$s_{ni} = f^n(z_{ni}; \beta^n) + v_{ni} + u_{ni} \quad (2)$$

式中: $z_i = (z_{1i}, z_{2i}, \dots, z_{Ki})$ 是 K 个可观测的环境变量; $f^n(z_{ni}; \beta^n)$ 是确定可行的松弛前沿函数; β^n 是环境变量对投入松弛变量的估计系数; v_{ni} 和 u_{ni} 分别表示第 i 个决策单元的第 n 个投入变量所对应的随机误差项和环境因素项, 假设 $v_{ni} \sim N(0, \sigma_{vn}^2)$, $u_{ni} \sim N^+(0, \sigma_{un}^2)$, v_{ni} 与 u_{ni} 相互独立。令 $\gamma = \frac{\sigma_{un}^2}{\sigma_{vn}^2 + \sigma_{un}^2}$, 如果 γ 接近于 1, 则表示环境因素占主导地位, 随机因素的影响可以忽略不计。

最后, 对初始投入值进行调整。将处于相对有利环境或相对幸运的决策单元代入调整的式中, 即:

$$\hat{x}_{ni} = x_{ni} + (\max(z_i \hat{\beta}^n) - z_i \hat{\beta}^n) + (\max(\hat{v}_{ni}) - \hat{v}_{ni}) \quad (3)$$

式中 $\hat{x}_{ni}$ 为调整后的投入值, 第一个括号内的表达式刻画将所有决策单元均调整至相同环境中, 第二括号内的表达式则说明调整后全部决策单元都面临相同的机会。

第三阶段: 经过调整后的 DEA 模型

该阶段使用调整后的投入值 $\hat{x}_{ni}$ 去替代原始值 x_{ni} , 再次使用 BCC 模型来测算效率值。此时, 每个决策单元的效率值则是剔除了环境因素和随机误差后的效率值, 因而能够反映各个决策单元效率的真实情况。

2 变量和数据

2.1 研究数据

鉴于数据的可得性,本文选择 2009~2013 年长江经济带 11 个省(市)高技术产业的内资、港澳台和外资企业数据为研究样本,基础数据来源于《中国高技术产业统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

2.2 投入产出指标和环境变量的选取

结合高技术产业的特点,本文从物质资本、人力资本和经费投入 3 个方面来确定投入指标。其中物质资本投入用固定资产投资来代表,人力资本投入包括 R&D 人员和非 R&D 人员,经费投入包括技术经费和 R&D 经费;与一般产业不同,高技术产业的产出除了普通产品外,还包括创新产出,因此,本文将主营业务收入和发明专利申请数作为高技术产业的产出指标。

根据 Simar 等^[15]的研究,环境变量应选择对高技术产业的效率产生了实质性影响但又不在于样本控制范围之内的因素。综合考虑高技术产业的发展特征,选取以下几类因素作为环境因素变量:(1)政府支持。考虑到政府支持政策具有滞后性,选用“企业 R&D 经费筹集由政府资金比重的滞后一期数”指标,刻画政府对高技术产业研发创新的财政支持力度;(2)创新环境。选用“研发机构数”指标,反映行业的创新氛围和活力;(3)企业规模。选用“高技术产业总资产/企业数”指标,反映高技术产业的市场规模状况;(4)市场结构。选用“企业数”指标,刻画行业的市场竞争程度。投入产出变量和环境因素变量的描述性定义参见表 1。

表 1 变量描述
Tab.1 Descriptive Statistics

变量	单位	定义
发明专利	项	发明专利申请数
主营业务收入	亿元	主营业务收入
R&D经费	亿元	永续盘存法计算的R&D资本存量
R&D人员	万人年	R&D人员全时当量
技术经费	亿元	技术引进经费支出、消化吸收经费支出、购买国内技术经费支出和技术改造经费支出之和,再利用永续盘存法计算存量
非R&D人员	万人	从业人员平均人数减去R&D人员数
固定资产投资	亿元	永续盘存法计算的固定资产存量
政府支持	%	政府R&D支出/企业R&D经费内部支出
企业规模	亿元/个	资产总计/企业数
市场结构	个	企业数
创新环境	个	研发机构数

2.3 数据处理

本文对数据进行以下处理:第一,滞后性处理。高技术产业从投入到产出通常存在时滞,本文假定滞后周期为 1 年,即投入数据为 2009~2012 年,产出数据为 2010~2013 年;第二,对原始数据进行价格调整。对“主营业务收入”和“新增固定资产投资额”分别用消费价格指数和固定资产投资价格指数进行平减,对“R & D 经费”和“技术经费”用 R&D 组合价格指数平减,其中:R&D 组合价格指数=(R&D 人员劳务费/R&D 内部经费支出)×消费价格指数+ (仪器设备费用支出/ R & D 内部经费支出)×固定资产投资价格指数;

第三,计算资本存量。R&D 资本存量 $RD_{it} = (1 - \delta)RD_{it-1} + E_{it}$, RD_{it} 、 RD_{it-1} 分别表示第 i 个省份在第 t 年、 $t-1$ 年的 R&D

资本存量, E_{it} 表示第 i 个省份在第 t 年的 R&D 经费支出, δ 表示 R&D 资本存量的折旧率。基期的 R&D 资本存量 $RD_{i0} = E_{i0}/(g + \delta)$,

E_{i0} 表示初始年份的 R&D 经费支出, g 表示平均增长率。根据已有文献的多数设定,本文将 g 和分别设定为 5%和 15%。在得到初始年份的

R&D 资本存量后, 利用永续盘存法计算后续年份的 R&D 资本存量。技术经费存量的计算方法与 R&D 资本存量的计算方法相同。此外, 参照张军等^[19]的方法计算固定资产存量, 这里不再赘述。

3 实证结果及分析

3.1 第一阶段:传统 DEA 实证结果

运用 DEAP2.1 软件测算长江经济带高技术产业中三类企业 2010~2013 年的技术效率 TE、纯技术效率 PTE 和规模效率 SE, 样本数为 33, 因篇幅有限, 表 2 仅列出各种效率的年平均值。

表 2 长江经济带三类企业高技术产业的投入产出效率平均值(2010~2013年)
Tab.2 Average Input- output Efficiency of Three Kinds of Enterprise of High Technology Industry of The Yangtze River Economic Belt
(2010~2013)

地区	内资企业			港澳台企业			外资企业		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
上海	0.852	0.967	0.882	1.000	1.000	1.000	0.795	1.000	0.795
江苏	0.592	0.880	0.683	0.309	0.746	0.432	0.372	1.000	0.372
浙江	0.429	0.661	0.644	0.591	0.821	0.767	0.387	0.493	0.808
安徽	0.680	1.000	0.680	0.551	0.625	0.833	0.270	0.293	0.926
江西	0.293	0.363	0.819	0.798	0.888	0.892	0.280	0.427	0.696
湖北	0.617	0.858	0.733	0.600	0.724	0.822	0.526	0.746	0.750
湖南	0.451	0.594	0.799	0.722	0.976	0.743	0.570	0.585	0.966
重庆	0.476	0.624	0.777	1.000	1.000	1.000	0.973	0.979	0.994
四川	0.453	0.595	0.763	0.941	1.000	0.941	0.949	1.000	0.949
贵州	0.723	0.825	0.857	1.000	1.000	1.000	0.633	1.000	0.633
云南	0.621	0.852	0.731	0.574	0.664	0.858	0.705	0.750	0.917
均值	0.562	0.747	0.761	0.735	0.858	0.844	0.587	0.752	0.800

表 2 的均值项可知, 港澳台企业和外资企业的技术效率、纯技术效率和规模效率均高于内资企业, 其中港澳台企业的各效率值均较大, 外资企业与内资企业之间的差异较小。对技术效率进行区域比较发现, 上海、贵州、安徽、云南、湖北、江苏等省市内资企业的技术效率高于均值, 上海、重庆、贵州、四川、江西等省市港澳台企业的技术效率高于均值, 重庆、四川、上海、云南、贵州等省市外资企业的技术效率高于均值, 其他省份的技术效率则处于均值以下。在 11 个省市中, 仅有上海、贵州两省市三类企业的技术效率均高于均值, 相应地, 仅有浙江、湖南两省三类企业的技术效率均低于各自的均值。

上述结果包括了环境和随机因素的作用, 现对环境因素的作用效应进行分析。

3.2 第二阶段:SFA 模型实证结果

以第一阶段投入变量的松弛值为被解释变量, 政府支持、企业规模、市场结构和创新环境等为解释变量, 利用 Frontier4.1 软件对三类企业分别进行 SFA 回归, 回归系数刻画了环境变量对投入松弛变量的影响。当回归系数为正时, 说明环境变量的增大将提高投入松弛值, 这意味着将降低投入要素的利用率, 不利于技术效率的改善; 反之, 如果回归系数为负, 则说明环境变量的增大有利于提高投入要素的技术效率。三类企业的 SFA 回归结果分别列于表 3~表 5。

表 3 第二阶段SFA估计结果(内资企业)

Tab.3 Second Phase SFA Estimates (domestic enterprises)

	R&D经费	R&D人员	技术经费	非R&D人员	固定资产投资
常数项	-10.887(16.173)	-0.0815(2.876)	-21.904(20.994)	-1.447(3.056)	-500.897(540.725)
政府支持	-8.656(40.949)	-4.824(8.384)	-2.365(51.180)	-1.000(7.686)	-220.571(1151.382)
创新环境	-0.0497*** (0.0135)	-0.0105*** (0.0032)	-0.083*** (0.017)	-0.0102*** (0.0025)	-1.547*** (0.36)
企业规模	2.133(6.226)	-0.074(1.294)	2.734(8.115)	-0.028(1.131)	128.015(184.899)
市场结构	0.0314*** (0.0098)	0.0061*** (0.0018)	0.052*** (0.013)	0.0062*** (0.002)	0.634*** (0.307)
σ^2	863.02** (403.33)	72.811** (32.977)	1 667.252* (888.949)	32.108** (15.591)	1 510 513.8*** (1.21)
γ	0.662*** (0.176)	0.835*** (0.085)	0.726*** (0.168)	0.697*** (0.162)	0.852*** (0.035)
对数似然值	-195.055	-126.721	-205.046	-120.972	-345.073
LR检验	9.318***	19.876***	8.978***	12.465***	27.68***
样本数	44	44	44	44	44

注: ***, **, *分别表示1%、5%、10%的显著性水平, 括号内的值为标准差, 下同。

表 4 第二阶段SFA估计结果(港澳台企业)

Tab.4 Second Phase SFA Estimates (Hong Kong, Macao and Taiwan enterprises)

	R&D经费	R&D人员	技术投入	非R&D人员	固定资产投资
常数项	-3.909(3.826)	-0.027(0.036)	-2.259*** (0.71)	-1.515(1.34)	-200.777*** (51.894)
政府支持	-12.675(23.863)	-0.086(0.262)	-0.048(3.365)	0.904(2.253)	160.467(167.728)
创新环境	-0.0087(0.038)	0.000611(0.000377)	-0.045*** (0.0084)	-0.0224*** (0.00569)	-1.07*** (0.223)
企业规模	0.0428(0.268)	0.000108(0.00315)	-0.256** (0.107)	0.00068(0.03536)	-2.028(2.913)
市场结构	0.055** (0.022)	0.000452** (0.000196)	0.039*** (0.0048)	0.00986(0.008205)	1.628*** (0.226)
σ^2	99.645*** (27.238)	0.0136*** (0.003)	203.8** (90.857)	96.314** (47.961)	35 471.118*** (4186.824)
γ	0.037(0.110)	0.00000001(0.00000016)	0.99*** (0.0057)	0.992*** (0.0047)	0.880*** (0.0337)
对数似然值	-167.653	31.723	-100.927	-82.893	-263.721
LR检验	4.834**	0.847	44.305***	61.906***	24.325***
样本数	44	44	44	44	44

表 5 第二阶段SFA估计结果(外资企业)

Tab.5 Second Phase SFA Estimates (foreign capital enterprise)

	R&D经费	R&D人员	技术经费	非R&D人员	固定资产投资
常数项	-0.455(0.886)	-0.0157(0.0169)	-0.53(0.668)	-0.00659*** (0.299)	-16.035(18.796)
政府支持	-2.903(2.533)	0.017(0.053)	-1.391(2.078)	-2.436(0.916)	-9.409(65.326)
创新环境	0.0011(0.00182)	0.000004(0.000039)	0.00071(0.00159)	0.00052(0.00078)	0.0155(0.042)
企业规模	-0.0043(0.09988)	-0.00051(0.00224)	0.0054(0.0797)	0.0025(0.0345)	0.139(2.087)
市场结构	-0.00114(0.00237)	-0.000003(0.000026)	-0.000728(0.0017)	-0.00087(0.0015)	-0.0276(0.083)
σ^2	47.199** (20.439)	0.00827** (0.00343)	26.155** (11.194)	4.442** (2.03)	23 817.136*** (5.9036)
γ	0.976*** (0.012)	0.935*** (0.0276)	0.969*** (0.0148)	0.969*** (0.0159)	0.978*** (0.00538)
对数似然值	-87.563	86.852	-78.876	-40.029	-221.123
LR检验	110.243	72.748***	106.311***	102.436	87.289***
样本数	44	44	44	44	44

表 3 结果显示, σ^2 、 γ 都通过了显著性检验, 且 γ 值表明内资企业面临的环境因素对高技术产业投入产出效率的影响比随机因素更重要。SFA 回归结果的标准差表明, 创新环境和市场结构对内资企业投入要素效率的影响效应显著, 而政府支持及企业规模的影响效应不显著。

创新环境对所有投入松弛变量的影响均显著为负, 研发机构数的增加显著提高了生产要素的配置效率。该结果与张华平^[20]的研究结论一致。内资企业大多为中小企业, 其技术实力都不足以实施自主创新, 全社会研发机构数量的增加能为企业提供技术资源和创新平台, 可使企业通过合作创新或技术交易等途径实施技术创新, 从而提高创新资源的利用效率。

市场结构对所有投入变量的估计系数均显著为正, 过于激烈的市场竞争极易造成投入冗余, 不利于提高投入要素的使用效率。实

际上,内资企业不仅整体技术能力不足、处于国际垂直分工体系的较低端,并且我国有限的科技资源如果过于分散,必然难以满足高技术产业高回报所要求的高投入,导致投入要素使用效率下降。这意味着有必要对企业新建设置准入门槛。

政府支持的 t 检验值不显著但仍然存在方向性的影响。政府支持对所有投入松弛变量均有负向影响,能够提高内资企业投入要素的利用率,但影响效应有待提高。

企业规模与 R&D 经费、技术经费和固定资产投资松弛变量正相关,而与 R&D 人员和非 R&D 人员松弛变量负相关,且影响效应尚不显著。该结果表明,内资企业资产规模的扩大,能够提高人力资本的使用效率,但却容易增加无效投资,不利于提高其他创新资源和物质资本的使用效率。

表 4 显示, R&D 经费和 R&D 人员松弛变量的值较小,说明环境因素对港澳台企业 R&D 投入要素的影响不大,该计量结果与港澳台企业的技术创新行为相符:港澳台企业大多从事加工贸易,较少在内地开展研发活动,环境因素势必不会对创新要素的技术效率产生较大影响。

然而,其他松弛变量所对应的值均接近于 1 且统计显著,说明环境因素对港澳台企业的技术经费、非 R&D 人员和固定资产投资等投入要素技术效率的影响比随机因素更重要。并且 t 检验值显示,除 R&D 经费和 R&D 人员两个投入指标外,环境因素的影响效果与内资企业相似:创新环境和市场结构对港澳台企业投入要素效率的影响效应显著,而政府支持及企业规模的影响效应不显著。在此不再赘述。

表 5 显示,所有的和均通过了显著性检验,值均趋近于 1,表明外资企业面临的环境因素对投入产出效率的影响比随机因素更重要,并且 SFA 回归结果显示,环境因素对外资企业投入要素的效率影响作用不显著。具体讲:

政府支持变量除与 R&D 人员松弛变量正相关外,与其他投入松弛变量均负相关,仍然存在着正向作用效应。中国在开放 FDI、对跨国公司提供市场准入机会的同时,对外资企业都给予了税收、补贴贷款等财政支持,该结果表明,这种政府支持提高了除 R&D 人员以外的其他投入要素的技术效率。

创新环境与所有投入松弛变量正相关,创新环境的改善没有提高外资企业的技术效率。实际上,外资企业技术起点高,具有母公司的研发优势,能在全球范围内配置技术资源,以中国为基地的研发活动较少,与中国技术市场的互动机制尚未形成^[21, 22],致使以研发机构数来计量的创新环境没有对外资企业的技术效率产生提升作用。本文注意到,最近几年 FDI 在中国设立的研发中心和地区总部正在迅速增加,他们利用中国丰裕而低成本的中级技术人员进行新产品的改进、设计和研发,外资企业与中国技术市场的互动效应有望得到改善。

企业规模与 R&D 经费和 R&D 人员松弛变量负相关,与技术经费、非 R&D 人员和固定资产投资松弛变量正相关。刘志迎^[23]也发现,外资企业的规模与其研发投入正相关,资产规模的扩大能够提高 R&D 投入要素的利用效率;但当企业的规模越小时,技术经费、非 R&D 人员和固定资产投资的使用效率越高。

市场结构与所有投入松弛变量负相关,竞争性市场结构有利于外资企业提高技术效率。外资企业的规模较大,技术能力强,处于国际垂直分工体系的较高端,具有独占地位,因此在寡头主导的竞争性市场结构中,外资企业不仅能够取得竞争优势,并且通过竞争能够提升技术效率^[4]。

3.3 第三阶段:BCC 实证结果

根据公式(3)对高技术产业的投入变量进行调整,剔除环境因素和随机因素的影响,基于调整后的投入数据和原始产出数据,再次用BCC模型测算各类企业的技术效率、纯技术效率和规模效率值,样本数为33,参见表6。结果显示,总体效率水平不高,企业、地区之间存在较大差距。

表6 同质环境下长江经济带三类企业高技术产业的投入产出效率平均值(2010~2013年)

Tab.6 Average Input-output Efficiency of Three Kinds of Enterprise of High Technology Industry of The Yangtze River Economic Belt in the Homogeneous Environment (2010~2013)

地区	内资企业			港澳台企业			外资企业		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
上海	0.694	0.700	0.989	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
江苏	0.887	0.906	0.977	0.553	0.701	0.792	0.849	1.000	0.849
浙江	0.588	0.602	0.972	0.762	0.807	0.908	0.959	0.969	0.990
安徽	0.611	0.623	0.976	0.244	0.638	0.342	0.472	0.911	0.499
江西	0.262	0.274	0.958	0.289	0.652	0.446	0.404	0.906	0.443
湖北	0.562	0.569	0.986	0.614	0.838	0.743	0.826	0.995	0.829
湖南	0.451	0.457	0.984	0.478	0.703	0.671	0.707	0.944	0.736
重庆	0.256	0.265	0.969	0.745	0.906	0.769	1.000	1.000	1.000
四川	0.572	0.588	0.965	0.698	0.794	0.769	1.000	1.000	1.000
贵州	0.334	0.341	0.980	0.057	0.530	0.104	0.214	1.000	0.214
云南	0.124	0.153	0.782	0.081	0.463	0.173	0.502	1.000	0.502
均值	0.485	0.498	0.958	0.502	0.730	0.610	0.721	0.975	0.733

企业之间的投入产出效率存在较大差异。比较技术效率和纯技术效率发现,内资、港澳台及外资企业的效率值依次递增,均值分别为0.485、0.502、0.721和0.498、0.730、0.975,内资企业较外资企业差距较大;比较规模效率发现,内资企业最高为0.958,外资企业次之为0.733,港澳台企业最低为0.610。这说明,外资企业的技术、纯技术效率最高,内资企业应通过提升纯技术效率来提高技术效率,港澳台企业则应通过提升规模效率来提高技术效率。这与肖仁桥等所得结论相近^[24]。

地区之间的技术效率也存在显著差异。剔除环境因素的影响后,上海、江苏、浙江、湖北、四川等地各类企业的技术效率均高于均值,但江西、湖南、贵州、云南等经济欠发达地区各类企业的技术效率均低于均值。

对比表2与表6数据发现,环境因素对企业、地区的技术效率有不同的影响。剔除环境因素后,外资企业的技术效率显著提高,而内资及港澳台企业的技术效率显著降低,并且造成效率降低的主要原因来自经济欠发达省份,东部地区江苏、浙江等经济较发达省份的技术效率值实际上是有所改善的。这说明,为提高内资及港澳台企业的技术效率,东部较发达省份应减少外部因素的干扰,鼓励其通过市场竞争来提高技术效率,而对中西部经济欠发达省份则应通过政府支持、创新环境等环境因素的强化来提高技术效率。

4 研究结论及政策建议

本文运用三阶段DEA模型方法,从企业类型、环境因素等视角对长江经济带高技术产业的投入产出效率进行了分析。结果发现:(1)在环境因素的作用效应上,政府R&D支出的增长对内资、港澳台及外资企业技术效率的提高均有正向作用,但作用效应尚未达到显著状态;全社会研发机构的增加能够显著提高内资及港澳台企业的技术效率,而外资企业与中国技术市场的互动效应尚不显著;行业内企业数量增加所引致的市场竞争有利于外资企业提高技术效率,而这种市场竞争却显著降低了内资及港澳台企业的技术效率。(2)不同类型企业之间的技术效率存在较大差距。外资企业的技术效率和纯技术效率最高,内资企业的规模效率最高;内资企业应通过提升纯技术效率来提高技术效率,港澳台企业则应通过提升规模效率来提高技术效率。(3)地区之间的技术效率存在较大差距。剔除环境因素的影响后,上海、江苏、浙江、湖北、四川等地各类企业的技术效率普遍较高,但江西、湖南、贵州、云南等经济欠发达地区各类企业的技术效率均低于均值。

为提高长江经济带高技术产业的投入产出效率,本文建议:第一,继续加大企业研发经费的财政支持力度,在区域分布上应重点改善中西部经济欠发达省份的创新环境,在项目使用上应着力提高内资企业的纯技术效率和港澳台企业的规模效率。第二,鼓励企事业单位设立研发机构。通过财税等优惠政策鼓励企业与科研机构 and 高校联合设立研发机构,引导企业从产品竞争向研发、生产、销售、服务等全方位竞争的转变;继续鼓励外资企业在中国设立高水平研发机构,引导外资企业将核心研发向中国转移。第三,对进入高技术产业的企业设置一定的行业进入门槛,引导科技资源优化配置,减少恶性竞争,提高内资及港澳台企业的技术竞争力和技术效率。

参考文献:

[1] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429 - 444.

[2] FRIED H O, LOVELL C A K, SCHMIDT S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of productivity Analysis, 2002, 17(1/2): 157 - 174.

[3] K 刘志迎, 叶 蓁, 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.

【LIU Z Y, YE Z, MENG L J. An empirical analysis on technical efficiency of China' s hi-tech industry[J]. China Soft Science, 2007(5):133 - 137. 】

[4] 朱有为, 徐康宁. 中国高技术产业研发效率的实证研究[J]. 中国工业经济, 2006(11): 38 - 45.

【ZHU Y W, XU K N. The empirical research on R&D efficiency of Chinese high-tech industries[J]. China Industrial Economy, 2006(11):38 - 45. 】

[5] 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, 28(3): 467 - 472.

【HAN J. An empirical analysis on China' s high-technology industry innovation efficiency based on SFA[J]. Studies in Science of Science,2010, 28(3): 467 - 472. 】

[6] 周立群, 邓 路. 企业所有权性质与研发效率——基于随机前沿函数的高技术产业实证研究[J]. 当代经济科学, 2009, 31(4): 70 - 75.

【ZHOU L Q, DENG L. Research on the relationship between ownership and R&D efficiency: an empirical study on China high-tech industries with SFA method[J]. Modern Economic Science, 2009, 31(4): 70 - 75. 】

[7] 薛 娜, 赵曙东. 基于 DEA 的高技术产业创新效率评价——以江苏省为例[J]. 南京社会科学, 2007(5): 135 - 141.

[8] 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, 26(10): 19 - 33.

【GUAN J C, CHEN K H. Measuring innovation performance of Chinese high-tech industries[J]. The Journal of Quantitative

&Technical Economics, 2009, 26(10): 19 - 33.】

[9] 方福前, 张 平. 我国高技术产业的投入产出效率分析[J]. 中国软科学, 2009(7): 48 - 55.

【FANG F Q, ZHANG P. Analyzing input-output efficiency of the high-tech industries based on DEA[J]. China Soft Science, 2009(7): 48 - 55.】

[10] 叶锐, 杨建飞, 常云昆. 中国省际高技术产业效率测度与分解——基于共享投入关联 DEA 模型[J]. 数量经济技术经济研究, 2012, 29(7): 3 - 17, 91.

【YE R, YANG J F, CHANG Y K. Efficiency measurement and decomposition of China' s provincial Hi-tech industry[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2012, 29(7): 3 - 17, 91.】

[11] 冯志军, 陈 伟. 中国高技术产业研发创新效率研究——基于资源约束型两阶段 DEA 模型的新视角[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(5): 1202 - 1212.

【FENG Z J, CHEN W. R&D innovation efficiency of Chinese hightech industries—based on two-stage network DEA model with constrained resources[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2014, 34(5): 1202 - 1212.】

[12] 吉生保, 周小柯. 基于三阶段 DEA 模型的中国高技术产业效率研究[J]. 中央财经大学学报, 2010(12): 62 - 77.

【JI S B, ZHOU X K. Research on efficiency of China' s high-tech industry based on three-stage DEA model[J]. Journal of Central University of Finance & Economics, 2010(12): 62 - 77.】

[13] 李洪伟, 任 娜, 陶 敏, 等. 基于三阶段 DEA 的我国高新技术产业投入产出效率分析[J]. 中国管理科学, 2012, 20(S1): 126 - 131.

【LI H W, REN N, TAO M, et al. Research on input-output efficiency of high-tech industry in China based on three-stage DEA model[J]. Chinese Journal of Management Science, 2012, 20(S1): 126 - 131.】

[14] 成力为, 孙 玮, 王九云. 要素市场不完全视角下的高技术产业创新效率——基于三阶段 DEA-Windows 的内外资配置效率和规模效率比较[J]. 科学学研究, 2011, 9(6): 930 - 938, 960.

【CHENG L W, SUN W, WANG J Y. High-tech innovation efficiency under the condition of incomplete factor market—on the perspective of scale and allocation efficiency based on three-stage DEA-window[J]. Studies in Science of Science, 2011, 29(6): 930 - 938, 960.】

[15] SIMAR L, WILSON P W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes[J]. Journal of Econometrics, 2007, 136(1): 31 - 64.

-
- [16] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078 - 1092.
- [17] JONDROW J, KNOX LOVELL C A, MATEROV I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model[J]. Journal of Econometrics, 1982, 19(2/3):233 - 238.
- [18] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35 - 44.
- 【ZHANG J, WU G Y, ZHANG J P. The Estimation of China' s provincial capital stock: 1952-2000[J]. Economic Research Journal, 2004(10): 35 - 44. 】
- [19] 张华平. 高技术产业创新投入与产出灰关联分析[J]. 中央财经大学学报, 2013(3): 61 - 65.
- 【ZHANG H P. Correlation Analysis of Innovation Input and Output of Hi-tech Industry[J]. Journal of Central University of Finance & Economics, 2013(3): 61 - 65. 】
- [20] BRANDT L, RAWSKI T G. China' s great economic transformation[M]. New York: Cambridge University Press, 2008.
- [21] 陈关聚, 安立仁. 外资企业在华研发机构创新效率研究[J]. 中国软科学, 2015(3): 117 - 126.
- 【CHEN G J, AN L R. Innovation efficiency of foreign funded R&D institution in China based on SFA[J]. China Soft Science, 2015(3):117 - 126. 】
- [22] 刘志迎, 张吉坤. 高技术产业不同资本类型企业创新效率分析——基于三阶段 DEA 模型[J]. 研究与发展管理, 2013, 25(3): 45 - 52.
- 【LIU Z Y, ZHANG J K. Analysis on innovation efficiency of the different capital type enterprises in high-tech industries—based on the three-stage DEA model[J]. R&D Management, 2013, 25(3): 45 - 52. 】
- [23] 肖仁桥, 王宗军, 钱 丽. 技术差距视角下我国不同性质企业创新效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015, 32(10): 38 - 55.
- 【XIAO R Q, WANG Z J, QIAN L. Research on different nature enterprise' s innovation efficiency in the perspective of technology gap[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2015, 32(10): 38 - 55. 】