

高质量发展视域下长江经济带先进制造业的生产效率评价¹

田泽¹，王莹²，任芳容³

(1. 河海大学苏南经济研究所，江苏常州 213022；

2. 河海大学企业管理学院，江苏常州 213022；

3. 河海大学商学院，江苏南京 211100)

【摘要】：先进制造业生产效率事关我国先进制造业高质量发展水平。论文运用三阶段 DEA 模型，对我国长江经济带 11 个省市 2012—2016 年先进制造业的生产效率进行评价研究，并探究东中西部之间以及省域间的差异化特征。研究发现，5 年来，我国长江经济带先进制造业整体生产效率较高，但剔除了环境因素和随机误差影响后，效率值受到显著影响，其中，规模效率是制约长江经济带先进制造业发展的主要因素，并且东部、中部和西部之间的生产效率仍存在一定的差距。为此，应提高对外开放水平、优化产业结构、促进产城融合、统筹协调区域发展，从而促进长江经济带一体化发展，提高我国整体先进制造业的发展水平。

【关键词】：长江经济带；先进制造业；生产效率；三阶段 DEA

【中图分类号】：F061.5；F062.2 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1671-4407(2019)11-064-07

1 引言

我国要抓住新一轮科技革命和产业变革所提供的历史性机遇，加快转变经济发展方式，实施制造强国的战略目标，将我国由制造大国打造成为制造强国。这是我国在经济新常态下，面对经济下行压力所提出的新的国家发展战略。当前，全球的产业竞争格局正在发生重大改变，世界上各个发达国家纷纷提出“再工业化”的战略，将发展制造业提升到国家战略的高度，试图重新塑造制造业的新竞争优势。美国在《美国创新战略：推动可持续增长和高质量就业》中提出，要优先突破先进制造业、清洁能源和生物技术等领域，并通过了《美国制造业振兴法案》，这表明制造业的复兴将在未来相当长的一段时间内作为美国工作的重心；欧盟发布的《强大的欧盟工业有利于经济的增长和复苏》也提出了“再制造化”的战略，将“先进制造业”设定为加大创新投入的“六大优先领域”之一，主张通过加强对制造业生产中已有的高附加值环节的再造来提高产品的技术含量，形成产品的差异化竞争优势；韩国提出的“制造业创新 3.0 战略”的核心目标就是促进制造业与信息技术的融合，重点发展无人机、

¹**基金项目：**中央高校基本科研业务费专项资助项目“‘一带一路’视角下非洲的能源问题与中非可再生能源合作”(2019B35814)；中央高校基本科研业务费专项资助项目“‘一带一路’背景下中非经贸合作区建设模式、战略布局与路径研究”(2018B32214)

第一作者简介：田泽(1964—)，男，甘肃张掖人，博士，教授，博士研究生导师，研究方向为低碳经济政策及国际贸易投资。

E-mail:tianze21@126.com

智能医疗、机器人等 13 个先进制造业领域。可见，先进制造业的竞争受到各国的密切关注。

从总体上看，我国的制造业“大而不强”，存在很多问题，其中最主要的问题是依赖大量的劳动、消耗大量的资源和能源，甚至是以牺牲环境为代价的制造业发展模式。长江经济带包含 11 个省市，横跨我国的东部、西部和中部，以占全国 42.77% 的人口和 21.34% 的国土面积创造出了 43.22% 的国内生产总值，成为我国综合实力最强和具有战略意义的区域之一。长江经济带先进制造业的发展在很大程度上可以代表我国整体先进制造业水平的提升，因此，对长江经济带 11 个省市先进制造业的生产效率进行评价，分析比较地区差异，对长江经济带的制造业转型升级以及我国整体先进制造业水平的提升和高质量发展都具有重要意义。

2 文献综述

关于先进制造的内涵和模式研究。“先进制造”的概念在学术界尚未有统一定义，不同的学者对此也有不同的见解。于波和李平华^[1]认为，先进制造业是在产业升级背景下，在原材料的供应、产品的制造、产品的销售以及售后服务等产业价值链中，大规模地采用先进技术，所形成的智能、高精、网络、集成、集约的一种产业形态；李慧等^[2]认为，先进制造业时“先进”主要体现在产业上、技术上、管理上和发展模式上，不仅包括高科技产业，还包括部分应用先进的技术和管理的传统制造业；潘辉等^[3]认为，先进制造业是位于制造业价值链的上端，采用先进的技术，具有较大的附加值、较好的成长性和较强的带动性的知识密集型产业；黄烨菁^[4]从制造模式创新、生产组织方式创新、制造与服务功能关联三个视角解读了先进制造业的内涵，认为先进制造业具有丰富的内涵，是从技术创新到组织形态的创新高度融合的结果。

关于生产效率评价研究，目前，国内外学者对效率的测度主要有两种方式，一种是数据包络分析方法 (DEA)，一种是随机前沿分析方法 (SFA)。Hashimoto & Haneda^[5]采用数据包络分析法对日本制造业的研发效率进行了研究；牛泽东和张倩肖^[6]利用基于产出距离函数的随机前沿分析方法，以 1997—2010 年我国装备制造业的 7 个子行业为样本，对技术效率以及规模效率进行了测度；黄贤凤等^[7]首先采用 DEA 方法对我国制造业的技术创新效率进行整体上的评价，再通过最优分割聚类方法分析创新效率的行业分布，研究发现，我国制造业创新的纯技术效率以及规模效率水平平均偏低，提高制造业技术创新效率的关键在于提高规模效率；徐建中和曲小瑜^[8]运用 DEA-Malmquist 指数方法对我国装备制造业的创新效率进行了测度，并且考虑了环境污染和能源消耗的影响。

生产效率实现路径方面，国内学者进行了多方面的研究。曹东坡等^[9]选取长三角 3 个省市的相关数据，运用协同理论，从系统的角度研究了高端服务业和先进制造业的协同发展，研究结果表明，上海具有显着优势的高端服务业与长三角的先进制造业正处于协同发展的阶段；李金华^[10]研究了在新工业革命、制造模式发生变革的大背景下，我国先进制造业的发展现状，研究结果表明，我国先进制造业的生产效率与生产能力、创新驱动能力明显落后于制造业强国，我国应加快科技人才的引进和培养，实现复杂技术等产品在全球价值链上的升级，并且应在尖端制造业方面开展更广泛的国际合作；孙金秀^[11]分别从产业科技创新能力、可持续发展能力、市场开拓能力、发展效率以及发展效益建立了现代流通业与先进制造业的评价指标体系，并提出了测度二者协同性的方法。

综上所述，目前对先进制造业的研究主要存在以下几方面的局限性：缺乏对先进制造业生产效率的相关研究；对技术创新的测度方法存在一定的缺陷，数据包络分析法是一种非参数估计方法，不需要设定参数，也不需要提出前提假设条件，但是它没有考虑到系统误差的影响。相较于数据包络分析方法，随机前沿分析是一种参数估计方法，考虑到了统计可能存在的误差，但是分析时的生产函数是人为设定的，会受到主观因素的影响。

为此本文借鉴李金华^[12]和孙金秀^[11]的研究成果，选定了 11 个制造业子行业为先进制造业范畴，具体包括：石油加工、炼焦和核燃料加工业，化学原料和化学制品制造业，印刷业和记录媒介复制业，医药制造业，金属制品业，通用设备制造业，专用设备制造业，交通运输设备制造业，电气机械和器材制造业，计算机、通信和其他电子设备制造业，仪器仪表制造业。在效率测

度方面,采用三阶段 DEA 模型,剔除环境因素和随机误差对效率值的影响,选取 2012—2016 年长江经济带 11 个省市的相关数据,对上述选定的 11 个先进制造业的生产效率进行实证研究,探究省域间的差异化特征,并对生产效率的提高提出对策和建议。

3 研究方法 with 评价模型

三阶段 DEA 模型由 Ried 等^[13]提出,是在传统 DEA 模型的基础上演化而来的。Fried 认为,传统的 DEA 模型没有考虑环境因素和随机误差的影响,他在 1999 年发表的论文中,剔除了环境因素的影响;在 2002 年发表的论文中,同时考虑了环境因素和随机误差的影响。所谓的三阶段 DEA 模型,就是在传统 DEA 模型的基础上剔除了环境因素和随机误差对决策单元效率评价的影响,从而更客观地对决策单元的效率进行评价。

3.1 第一阶段:利用 DEA-BCC 模型测算初始效率值

在第一阶段,使用原始的投入和产出数据,对长江经济带 11 个省市先进制造业的生产效率进行评价。测算出的先进制造业的综合技术效率(TE)进一步被分解为规模效率(SE)和纯技术效率(PTE),并且综合技术效率=规模效率×纯技术效率。

3.2 第二阶段:使用 SFA 模型剔除环境因素和随机误差的影响

使用 SFA 模型对第一阶段计算出的反映初始低效率的松弛变量进行回归,将松弛变量分解为环境因素、随机噪声和管理无效率三种构成因素,目的是剔除环境因素和随机误差对效率测度的影响,将所有的决策单元置于相同的外部环境之中,调整公式如下:

$$X_{ni}^A = X_{ni} + \{ \max[f(Z_i; \beta_n)] - f(Z_i; \beta_n) \} + [\max(v_{ni}) - v_{ni}] \quad (1)$$

式中: X_{ni}^A 表示调整后的投入量, X_{ni} 表示调整前的投入量, $\{ \max[f(Z_i; \beta_n)] - f(Z_i; \beta_n) \}$ 是对外部环境进行调整, $[\max(v_{ni}) - v_{ni}]$ 是将所有的决策单元置于相同的运气水平之下。调整后的所有省市的先进制造业处于相同的环境因素和运气水平之下。

3.3 第三阶段:对调整后的投入变量进行 DEA 效率分析

对第二阶段进行了调整后的各决策单元的投入变量再次进行如第一阶段的效率分析,得到了剔除环境因素和随机误差影响后的效率值,并与第一阶段测算出的效率值进行比较分析。

4 指标选取与数据来源

在空间上,以长江经济带 11 个省市为最小决策单元,11 个省市包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州。遵循指标的科学性、可比性、可操作性以及重要性等原则,本文最终采用三要素投入(人力资源投入、资金投入、资本投入)和两产出要素(经营水平和利润水平)来量化制造业技术创新效率。

在投入要素的指标选取上,采用各省市先进制造业全部从业人员年平均人数(万人)来衡量人力资源的投入,采用各省市先进制造业的负,合计(亿元)来衡量资金投入,采用各省市先进制造业的固定资产合计(亿元)来衡量资本投入。在产出要素的指标选取上,采用各省市先进制造业的工业销售产值(亿元)来衡量经营水平,采用各省市先进制造业的利润总额(亿元)来衡量利

润水平。

在环境变量的选取上，本文从产业结构、对外开放水平、城市化水平三个方面选取相关指标作为不可控的外部因素。采用第三产业产值占地区生产总值的比重(%)来衡量产业结构，采用进出口总额(亿元)占地区生产总值的比重(%)来衡量对外开放水平，采用年末城镇人口比重(%)来衡量城市化水平。

本文投入要素、产出要素以及环境变量的指标数据均来自于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及各省市的统计年鉴。

5 长江经济带先进制造业生产效率的实证分析

5.1 第一阶段实证分析结果

通过 DEAP2.1 软件，运用投入导向的 DEA-BCC 模型对长江经济带 11 个省市先进制造业的生产效率进行测算，测算结果如表 1 所示。

根据表 1 的测算结果，从整体上看，2012—2016 年，长江经济带先进制造业的综合技术效率均值分别为 0.926、0.888、0.885、0.916、0.919，纯技术效率均值分别为 0.963、0.958、0.962、0.975、0.981，规模效率均值分别为 0.962、0.929、0.922、0.941、0.938，效率均处在较高的水平上。从有效地区的数量上看，长江经济带先进制造业综合技术效率有效的地区，2012 年、2013 年和 2015 年均均为 4 个，2014 年为 3 个，2016 年为 5 个；纯技术效率有效的地区，除 2012 年和 2014 年为 6 个外，其余年份均为 7 个；规模效率有效的地区，2012 年和 2013 年为 4 个，2014 年为 3 个，2015 年和 2016 年均均为 5 个。

从各省市来看，上海、江苏、江西 3 个省市 5 年来均处在效率的前沿面；湖南除了 2014 年外，其余年份也均为 DEA 有效；其余的份均不同程度地处于无效率的状态。浙江、湖北、四川 3 个省份的无效率主要来源于纯技术效率偏低，规模效率偏低也是制约安徽、重庆、贵州、云南综合技术效率偏低的主要原因。

总的来说，第一阶段的测算没有剔除环境因素和随机噪声的影响，并不能真实地反映管理无效率的程度，各省市的效率值仍然需要进一步调整。

表 1 2012—2016 年我国长江经济带 11 个省市先进制造业的生产效率

年份	生产效率	上海	江苏	浙江	安徽	江西	湖北	湖南	重庆	四川	贵州	云南	均值
2012	TE	1	1	0.850	0.975	1	0.882	1	0.935	0.950	0.876	0.720	0.926
	PTE	1	1	0.853	0.977	1	0.889	1	1	0.957	1	0.915	0.963
	SE	1-	1-	0.997 ↓	0.998 ↑	1-	0.992 ↑	1-	0.935 ↑	0.993 ↑	0.876 ↑	0.787 ↑	0.962
2013	TE	1	1	0.824	0.968	1	0.932	1	0.835	0.814	0.704	0.696	0.888
	PTE	1	1	0.828	1	1	0.957	1	0.907	0.846	1	1	0.958
	SE	1-	1-	0.994 ↓	0.968 ↑	1-	0.974 ↑	1-	0.921 ↑	0.962 ↑	0.704 ↑	0.696 ↑	0.929
2014	TE	1	1	0.846	0.940	1	0.863	0.999	0.936	0.843	0.639	0.666	0.885
	PTE	1	1	0.848	0.986	1	0.877	1	0.989	0.877	1	1	0.962
	SE	1-	1-	0.997 ↓	0.953 ↑	1-	0.984 ↑	0.999 ↑	0.946 ↑	0.961 ↑	0.639 ↑	0.666 ↑	0.922
2015	TE	1	1	0.852	0.989	1	0.957	1	0.917	0.882	0.784	0.695	0.916
	PTE	1	1	0.852	1	1	0.976	1	0.978	0.915	1	1	0.975
	SE	1-	1-	1-	0.989 ↑	1-	0.98 ↑	1-	0.938 ↑	0.963 ↑	0.784 ↑	0.695 ↑	0.941

2016	TE	1	1	0.857	1	1	0.985	1	0.915	0.913	0.74	0.699	0.919
	PTE	1	1	0.888	1	1	0.992	1	0.97	0.94	1	1	0.981
	SE	1-	1-	0.965 ↓	1-	1-	0.993 ↑	1-	0.943 ↑	0.972 ↑	0.740 ↑	0.699 ↑	0.938

注：TE 表示综合技术效率，PTE 表示纯技术效率，SE 表示规模效率。“-”表示规模报酬不变，“↑”表示规模报酬递增，“↓”表示规模报酬递减。

5.2 第二阶段实证分析结果

将第一阶段 DEA 分析结果中三个投入要素的松弛变量作为被解释变量，将产业结构、对外开放水平以及城市化水平三个环境变量作为解释变量做 SFA 回归，数据测算结果如表 2 所示。

表 2 SFA 回归结果

指标	年份	人力资源投入 松弛变量	资金投入 松弛变量	资本投入 松弛变量
常数项	2012	-105.438**	-3 231.910**	-631.709**
	2013	-19.855**	59.014	1 310.871 ***
	2014	-15.048	-1 575.195**	634.363**
	2015	-50.828**	-2 858.970**	-964.768**
	2016	176.919**	5 593.747**	-1 376.580**
对外开放水平	2012	-44.283**	-1 698.367**	-396.153**
	2013	18.457**	757.411**	864.380**
	2014	-26.262	-1 024.328**	174.185**
	2015	4.956**	223.082**	-500.494**
	2016	161.810**	5 175.089**	-1 062.568**
产业结构	2012	1.565**	53.172**	14.655**
	2013	0.443**	11.749**	-5.098
	2014	1.196**	52.277**	12.367**
	2015	0.510	29.381*	16.571**
	2016	-0.578**	-16.836**	26.599**
城市化水平	2012	43.174**	1 308.521 ***	-228.403**
	2013	-69.404**	-3 329.515**	-3 620.302**
	2014	-111.465**	-2 876.023**	-3 491.201**
	2015	0.852	52.694**	101.749**
	2016	-417.848**	-13 479.594**	68.258**

注：上角标***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下通过参数 T 检验，数据由 Frontier4.1 软件测算完成。

由于第二阶段是针对各个年份的投入松弛变量进行的回归分析，松弛变量的存在表明效率并未达到最优。当环境变量的系数值为正时，表明环境变量的增加会导致松弛变量的增大，从而效率降低；反之，当环境变量的系数值为负时，表明环境变量的增加会导致松弛变量减小，从而效率提高。下面说明各环境因素对投入松弛变量的影响。

(1)对外开放水平：对外开放水平对各投入松弛变量的系数正负不一，对人力资源投入以及资金投入的系数在 2013 年、2015 年、2016 年为正，2012 年和 2014 年为负，对资本投入的系数在 2012 年、2015 年和 2016 年为负，2013 年和 2014 年为正。系数为负，表明对外开放水平的提高有利于三个投入松弛变量的减少，促进了效率的提高，这与预期一致；反之，对外开放水平

的降低会使三个松弛变量增加,不利于效率的提高,这可能是由于对外开放水平的提高,我国可以进口更多国外质优价美的先进制造业产品,从而对本国的先进制造业造成一定的冲击。

(2) 产业结构:产业结构对三个投入变量的系数除了 2013 年资本投入松弛变量和 2016 年人力资源投入和资金投入松弛变量为负外,其余系数均为正。系数为负,表明产业结构的调整会使三个投入松弛变量减少,促进效率的提高;系数为正,表明产业结构的调整会使投入松弛变量增加,效率降低。这可能是由于长江经济带的先进制造业在历经几十年的快速发展后,受到了我国经济转型升级和美国、日本等发达国家实行“再制造化”的高端回流的双重影响,所以,我国应该注重提高先进制造业的创新能力和资源整合能力,提高应对国际风险的能力。

(3) 城市化水平:城市化水平对先进制造业的发展也具有一定的影响。城市化水平越高,意味着农业人口以及其他生产要素向城市转移,将使全社会的要素配置趋向合理化,进而对先进制造业的生产效率产生影响。城市化水平对投入松弛变量的系数也有正有负。系数为负,表明城市化水平的提高有利于长江经济带先进制造业生产效率的提高;系数为正,表明城市化水平的提高不利于生产效率的提高。这与城市化水平提高,生产效率也会随之提高的预期不一致,原因可能是城市化水平越高,越来越多的农村劳动力向城市转移,从而先进制造业的劳动力市场供大于求,工资水平降低,影响了生产积极性,也可能是劳动力的素质得不到保证,一定程度上也制约了生产效率的提高。

上述结果表明,环境因素对决策单元的生产效率有影响,如果不将决策单元调整到相同的环境水平下,将会使测算出来的生产效率产生偏差。

5.3 第三阶段实证分析结果

将第二阶段剔除环境因素和随机误差影响后的三个投入变量再次代入到第一阶段的模型中,运算结果见表 3 所示。

(1) 表 3 结果显示,整体而言,第三阶段长江经济带先进制造业的生产效率值与第一阶段存在显著差异,这表明第一阶段测算的效率值存在被高估或低估的情况,第三阶段剔除环境因素和随机误差后的效率值更加合理。

通过图 1 可知,第一阶段计算出的平均综合技术效率值分别为 0.926、0.888、0.885、0.916、0.919,第三阶段平均综合技术效率值分别为 0.832、0.789、0.823、0.831、0.845,表明 2012—2016 年,长江经济带 11 个省市的平均综合技术效率值明显被高估。同理可得,平均纯技术效率与平均规模效率也被高估。从二者被高估的程度上看,调整后的平均纯技术效率只有小幅度的下降,而相比较之下,平均规模效率下降的幅度则更大,表明规模效率更容易受到环境因素和随机误差的影响。所以,规模效率是制约长江经济带 11 个省市先进制造业生产效率的主要原因。

(2) 从省域间效率值的变化来看,比较表 1 和表 3,剔除环境因素和随机误差影响后,处在技术效率前沿面的省份,2012 年、2014 年和 2016 年保持不变,2013 年由调整前的 4 个变为 3 个,调整后的湖南不再处于技术效率的前沿面,2015 年由 4 个变为 2 个,调整后江西和湖南不再处于技术效率的前沿面。

(3) 下面以几个典型的省市为例,对调整后的结果进行分析。2012—2016 年,上海和江苏无论是调整前还是调整后,均处于效率的前沿面;江西调整前全部处于技术效率的前沿面,调整后,除了 2015 年由于规模效率有所下降导致效率的降低,其余年份也均处于效率的前沿面。表明这 3 个省市先进制造业的生产效率高,整体而言,管理水平以及产业发展均处于较高的水平上,具有良好的发展态势。

安徽先进制造业的生产效率在调整后除了 2016 年处在技术效率前沿面外,2012—2015 年的综合技术效率均有所下降,下降的原因可能是由于依靠高投入驱动生产的模式难以维持,需要转变发展模式,由规模速度型向质量效率型转变。

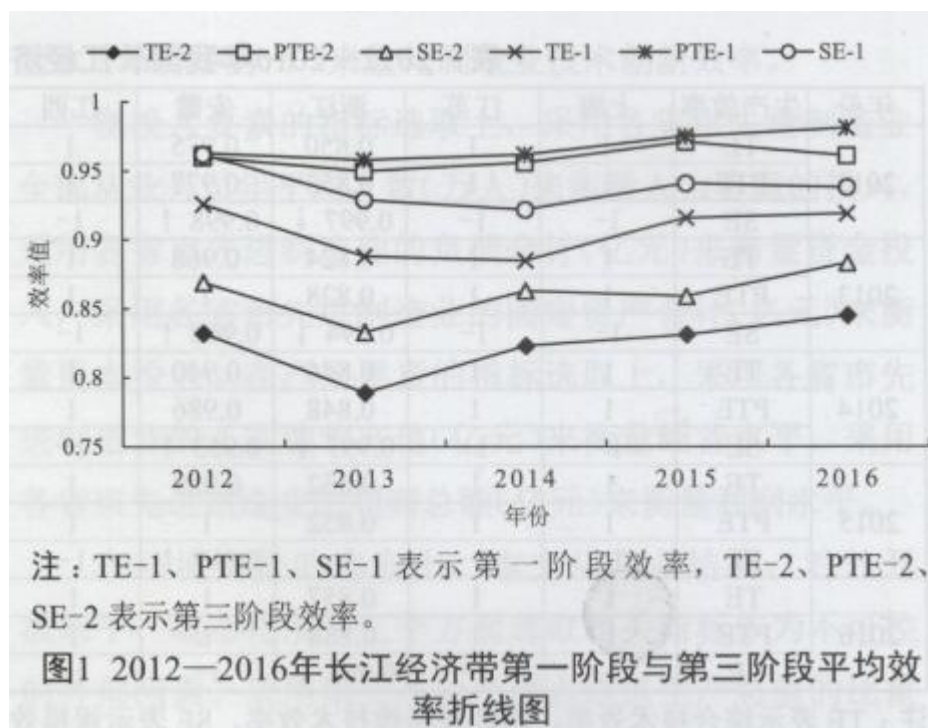


表 3 2012—2016 年长江经济带先进制造业调整后的生产效率

年份	生产效率	上海	江苏	浙江	安徽	江西	湖北	湖南	重庆	四川	贵州	云南	均值
2012	TE	1	1	0.848	0.929	1	0.874	1	0.921	0.846	0.358	0.379	0.832
	PTE	1	1	0.85	0.956	1	0.922	1	1	0.878	1	0.952	0.960
	SE	1-	1-	0.997 ↓	0.972 ↑	1-	0.949 ↑	1-	0.921 ↑	0.963 ↑	0.358 ↑	0.398 ↑	0.869
2013	TE	1	1	0.825	0.911	1	0.838	0.95	0.783	0.736	0.268	0.367	0.789
	PTE	1	1	0.845	0.983	1	0.909	0.995	0.931	0.815	0.974	1	0.950
	SE	1-	1-	0.976 ↑	0.927 ↑	1-	0.923 ↑	0.955 ↑	0.841 ↑	0.903 ↑	0.275 ↑	0.367 ↑	0.833
2014	TE	1	1	0.871	0.938	1	0.859	0.941	0.888	0.815	0.364	0.376	0.823
	PTE	1	1	0.872	1	1	0.904	0.963	0.941	0.867	0.973	1	0.956
	SE	1-	1-	0.999 ↑	0.938 ↑	1-	0.950 ↑	0.977 ↑	0.943 ↑	0.940 ↑	0.374 ↑	0.376 ↑	0.863
2015	TE	1	1	0.847	0.955	0.922	0.866	0.984	0.905	0.841	0.404	0.413	0.831
	PTE	1	1	0.853	0.991	1	0.939	1	0.994	0.898	1	1	0.971
	SE	1-	1-	0.993 ↑	0.964 ↑	0.922 ↑	0.922 ↑	0.984 ↑	0.91 ↑	0.936 ↑	0.404 ↑	0.413 ↑	0.859
2016	TE	1	1	0.875	1	1	0.885	1	0.879	0.809	0.455	0.393	0.845
	PTE	1	1	0.889	1	1	0.886	1	0.952	0.841	1	1	0.961
	SE	1-	1-	0.984 ↓	1-	1-	0.999 ↓	1-	0.923 ↑	0.962 ↑	0.455 ↑	0.393 ↑	0.883

注：TE 表示综合技术效率，PTE 表示纯技术效率，SE 表示规模效率。“-”表示规模报酬不变，“↑”表示规模报酬递增，“↓”表示规模报酬递减。

贵州和云南调整后的综合技术效率大幅度下降，且远远低于长江经济带 11 个省市的平均综合技术效率。这两个省份规模效率下降的幅度均大于纯技术效率下降的幅度。2012—2016 年，贵州规模效率的下降幅度分别为 59.13%、60.94%、41.47%、48.47%、38.51%，云南规模效率的下降幅度分别为 49.43%、47.27%、43.54%、40.58%、43.78%。

(4)从区域效率来看,长江经济带存在明显的梯度特征。根据中国统计局的划分,将长江经济带的 11 个省市划分为东部、中部和西部三个地域范围。东部地区包括上海、江苏、浙江,中部地区包括安徽、江西、湖北、湖南,西部地区包括重庆、四川、贵州、云南。表 4~6 列出了长江经济带东部、中部和西部各效率值调整前后的对比。

表 4 第一阶段与第三阶段综合技术效率东中西部对比

年份	阶段	东部	中部	西部
2012	第一阶段	0.950	0.964	0.626
	第三阶段	0.949	0.951	0.626
2013	第一阶段	0.941	0.975	0.539
	第三阶段	0.942	0.925	0.539
2014	第一阶段	0.949	0.951	0.611
	第三阶段	0.957	0.935	0.611
2015	第一阶段	0.951	0.987	0.641
	第三阶段	0.949	0.932	0.641
2016	第一阶段	0.952	0.996	0.634
	第三阶段	0.958	0.971	0.634

从表 4 可以看出,调整后的综合技术效率,东部和西部基本保持不变,中部有明显降低。总的来说,东部和中部的综合技术效率相差不大,都保持在 0.92 以上,西部的综合技术效率值远低于东部和中部,基本保持在 0.6 左右。表 5 显示的纯技术效率对比,调整前后,东部、西部和中部的纯技术效率变化都不大,并且三者的纯技术效率都在 0.93 以上,其中中部的技术效率最高,因此,导致东部、中部和西部三者技术效率差距的原因在于规模效率的大小。从表 6 可以看出,东部的规模效率普遍较高,中部的规模效率普遍低于东部,但 2016 年中部的规模效率超过东部;相比于东部和中部,西部的规模效率偏低,这表明西部规模效率低的原因可能是由于对先进制造业的人力资源、资金和资本等要素投入不足,并且资源利用率低,地区的产业规模未能实现规模效应,所以,提高西部先进制造业的生产效率,重点在于加大对先进制造业各种生产要素的投入,优化资源配置、扩大企业规模。

6 研究结论与启示

本文运用三阶段 DEA 模型对 2012—2016 年长江经济带 11 个省市先进制造业的生产效率进行实证分析,得出如下结论:

(1)对外开放水平、产业结构以及城市化水平等环境因素对长江经济带先进制造业的生产效率有显着影响,各环境因素对先进制造业生产效率的影响都具有两面性,需要把握一定的“度”,才能发挥外部环境的正向作用。为此,需要正确看待各外部环境变化带来的影响。

(2)第一阶段结果显示,我国长江经济带先进制造业整体的综合技术效率(TE)较高,但是在第三阶段,剔除了环境因素和随机误差的影响后,综合技术效率受到显著影响。

表 5 第一阶段与第三阶段纯技术效率东中西部对比

年份	阶段	东部	中部	西部
2012	第一阶段	0.951	0.967	0.958
	第三阶段	0.950	0.97	0.958
2013	第一阶段	0.943	0.989	0.930

	第三阶段	0.948	0.972	0.930
2014	第一阶段	0.949	0.966	0.945
	第三阶段	0.957	0.967	0.945
2015	第一阶段	0.951	0.994	0.973
	第三阶段	0.951	0.983	0.973
2016	第一阶段	0.963	0.998	0.948
	第三阶段	0.963	0.972	0.948

表 6 第一阶段与第三阶段规模效率东中西部对比

年份	阶段	东部	中部	西部
2012	第一阶段	0.999	0.998	0.66
	第三阶段	0.999	0.98	0.66
2013	第一阶段	0.998	0.986	0.597
	第三阶段	0.992	0.951	0.597
2014	第一阶段	0.999	0.984	0.658
	第三阶段	1.000	0.966	0.658
2015	第一阶段	1.000	0.992	0.666
	第三阶段	0.998	0.948	0.666
2016	第一阶段	0.988	0.998	0.683
	第三阶段	0.995	1.000	0.683

(3) 整体而言, 第三阶段与第一阶段相比, 平均纯技术效率有小幅度的下降, 平均规模效率下调幅度较大, 表明规模效率是制约长江经济带生产效率的主要因素。

(4) 将长江经济带的 11 个省市划分为东部、中部和西部三个地域范围, 三者之间纯技术效率水平都较高。对于规模效率(SE), 一般来说, 东部的规模效率最高, 中部次之, 西部与东部和中部有显著的差异。

基于以上实证分析, 本文得出以下启示:

(1) 进一步扩大对外开放水平, 利用长江经济带的经济优势和政策优势, 坚持政府引导、企业主导, 积极实行“走出去”和“引进来”相结合的战略, 在引进国外制造业先进管理方式和技术的同时, 更要培育出一批世界级的先进制造业企业, 增强企业抵御国际市场风险的能力, 培育我国先进制造业的国际竞争优势。

(2) 积极调整产业结构和产业布局, 加大对节能减排工作的投入, 同时增加企业的污染排放成本, 逐步实现从第二产业主导向第三产业主导的转变, 同时借助“一带一路”倡议和国际产能合作等战略提供的契机, 积极实行产业转移, 促进国内产业结构的优化。

(3) 政府要致力于提高新型城市化水平, 促进产业发展与新城发展的融合, 发挥产城联动效应; 利用各生产要素的转移, 优化资源配置; 在城市化的进程中, 重视基础设施的建设。同时, 企业要加强对员工的培训, 完善内部激励机制, 保障员工的基本生活水平, 保证劳动力的素质。

(4) 各省市应针对不同的规模收益状态,因地制宜地采取不同的发展方式。对于规模报酬递增的省市,需要加大人力、资本、资金等要素的投入,优化内部管理水平;对于规模报酬递减的省市,应优化资源的配置、提高现有资源利用率,促使向质量效益型转变。

(5) 规划建设好产业园区,提高园区的亩产效率,通过人口聚集和产业聚集获得规模效应。同时,统筹协调区域的发展,设立长江经济带经济合作中心,加强各省市之间的经济联系,在关键技术的突破上加强合作,优势互补,促进长江经济带一体化发展。

参考文献:

- [1]子波,李平华.先进制造业的内涵分析[J].南京财经大学学报,2010(6):23-27.
- [2]李慧,崔茜茜,孙克强.对长三角先进制造业发展问题的研究[J].上海经济研究,2008(4):52-60.
- [3]潘辉,唐海燕,唐东波,等.美国制造业回归对上海发展先进制造业的影响及对策[J].科学发展,2018(9):74-83.
- [4]黄烨菁.何为“先进制造业”?—对一个模糊概念的学术梳理[J].学术月刊,2010(7):87-93.
- [5]Hashimoto A, Haneda S. Measuring the change in R&D efficiency of the Japanese pharmaceutical industry [J]. Research Policy, 2008, 37(10): 1829-1836.
- [6]牛泽东,张倩肖.中国装备制造业的技术创新效率[J].数量经济技术经济研究,2012(11):51-67.
- [7]黄贤凤,武博,王建华.中国制造业技术创新投入产出效率的 DEA 聚类分析[J].工业技术经济,2013(3):90-96.
- [8]徐建中,曲小瑜.装备制造业环境技术创新效率及其影响因素研究—基于 DEA-Malmquist 和 Tobit 的实证分析[J].运筹与管理,2015(1):246-254.
- [9]曹东坡,于诚,徐保昌.高端服务业与先进制造业的协同机制与实证分析—基于长三角地区的研究[J].经济与管理研究,2014(3):76-86.
- [10]李金华.新工业革命行动计划下中国先进制造业的发展现实与路径[J].吉林大学社会科学学报,2017(3):31-40, 204.
- [11]孙金秀.我国现代流通业与先进制造业协同性测度与评价研究[J].商业经济与管理,2016(6):15-24.
- [12]李金华.中国先进制造业技术效率的测度及政策思考[J].中国地质大学学报(社会科学版),2017(4):104-116.
- [13]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): 157-174.