

安徽省规模以上制造业企业 R&D 投入产出效率分析

彭良玉

(安徽省科学技术情报研究所, 合肥 230011)

摘要:规模以上制造业企业是工业企业的主要组成部分,而规模以上工业企业又是整个社会创新的主体,因此需要了解规模以上制造业企业的 R&D 投入产出效率,并在此基础上找出提高其效率的有效办法。采用 DEA 模型对安徽省规模以上制造业企业的 31 个行业和 16 个地区的 R&D 投入产出效率进行定量评价。经研究分析发现,安徽省规模以上制造业企业的大部分行业的 R&D 投入产出效率较高,但仍然有部分行业存在 R&D 投入浪费和 R&D 产出不足的现象。另外,安徽省不同区域间也存在着 R&D 资源配置不均的情况。因此,必须要强化政府政策引导,建立发展产业集群,发挥区域优势,才能优化 R&D 资源配置,缩小行业间和区域间的差距。

关键词:规模以上制造业企业; R&D; 投入产出效率; DEA 模型

中图分类号:G644 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)09-0072-05

安徽省是全国第二个开展创新型省份建设试点工作的省份,近年来,安徽省委、省政府高度重视自主创新工作,做出了“建设创新安徽、推动转型升级”的战略部署,积极探索区域创新发展道路,安徽省创新能力显著增强,创新产业蓬勃发展,创新人才加速集聚,创新型安徽建设成效显著。在创新过程中,企业是创新的主体,安徽企业的研发经费投入占到全社会研发投入的 75% 以上,而规模以上制造业企业又是企业创新的主要组成部分,安徽规上制造业企业的研发经费投入已经占到 90% 以上。企业的创新活动主要反映在研究与发展(R&D)活动,R&D 活动效率的高低直接决定着企业创新能力的强弱。因此,研究安徽省企业特别是规模以上制造业企业的 R&D 资源配置效率,聚焦优势企业和产业,围绕产业提升创新能力,是推进安徽省创新型省份建设的重要抓手。

纵观国内外,近年来对工业企业 R&D 活动的研究有很多种,韩东林^[1]已经梳理的很详细,这里就不再赘述。学者们基于各自分析问题的视角和立场,使用了不同的方法对企业技术创新效率进行评价,由于对技术创新效率构成要素的观点各存差异,评价指标选择各异,目前尚未形成统一的评价指标体系。总体上看,对我国整体制造业企业的研究较多^[1-4],其他省市也有对规模工业企业 R&D 投入产出效率展开

研究,如陕西^[5]、湖南^[6]、浙江^[7]等省市,专门针对安徽开展研究的目前还没有。

本文的创新点主要表现在两个方面:一是分析对象的覆盖面大,首次针对安徽省规模以上制造业企业进行 R&D 资源配置效率分析,基本上涵盖了全省有 R&D 投入产出的工业企业;二是分析内容的精度高,进行行业分析和区域分析时选取了制造业下设的全部 31 个行业和安徽省 16 个地级市,时间上跨越了 4 个年度,从横向和纵向上深度剖析了安徽省制造业企业的 R&D 资源配置效率。

1 指标选取

1.1 研究方法的选择

本文采用经典的 DEA 非参数法对安徽省规模以上制造业企业的 R&D 投入产出效率进行分析。本文选取 DEA 法的原因在于:①技术创新效率是技术创新过程中多种资源投入和多产出之比,涉及多要素的投入和产出,而 DEA 法在对社会经济系统多投入和多产出相对有效性评价上独具优势。②DEA 法并不直接对指标数据进行综合,决策单元的最优效率指标与投入和产出指标值的量纲选取无关,因而建立模型前无须对数据进行无量纲化处理,可解决技术创新投入和产出指标量纲不一的问题。③DEA 最突出的优点是无需任何权重假设,每一输入输出的权重是

收稿日期:2018-07-09

基金项目:安徽省软科学研究计划项目(1706a02020005)。

作者简介:彭良玉(1986—),女,安徽六安人,安徽省科学技术情报研究所,助理研究员,概率论与数理统计硕士研究生,研究方向:科技统计、科技发展战略研究。

由决策单元的实际数据求得的最优权重,排除了评价者的很多主观因素,具有客观性。

数据包络分析法(DEA)是根据已知数据,使用DEA 模型得到相应的生产前缘,以评价具有多输入和多产出的决策单元(DMU)之相对有效性的一种方法。DEA 最初由 Charnes,Cooper & Rhodes 提出,是为第一个 DEA 模型——CCR 模型。后 Banker,Charnes & Cooper 改变 CCR 模型中规模收益不变的假定,而改为规模收益变动的假定,是为 BCC 模型。DEA 中,企业的相对效率在(0,1)区间内分布,处于效率前缘企业的效率值为 1^[7]。

BBC 模型的主要内容是:假设有 n 个部门,每个部门作为一个决策单位(DMU),每个决策单元都有 m 个投入和 s 个产出,它们分别由向量和表示,具体模型如下所示^[6]:

$$\begin{cases} \text{Min} \theta - \epsilon \in (S^- + S^+) \\ \sum \lambda_j X_j + S^- = \theta x_0 \\ \sum \lambda_j Y_j - S^+ = y_0 \\ \sum \lambda_i = 1, \\ \lambda_j \geq 0; S^-, S^+ \geq 0 \end{cases}$$

其中, θ 是 DMU 的有效值,用于评价投入相对产出的有效利用程度,其值在 0~1 之间, S^- 和 S^+ 分别为松弛变量和剩余变量; ϵ 为阿基米德无穷小量^[6]。

解得最优解为 $\theta^*, \lambda^*, S^{+0}$ 和 S^{-0} , 结论如下:

- 1)当 $\theta^* = 1$ 且 $S^{+0} = S^{-0} = 0$ 时,该决策单位为 DEA 有效,且同时达到技术有效和规模有效。
- 2)当 $\theta^* = 1$ 且 $S^{+0} \neq 0$ 或 $S^{-0} \neq 0$ 时,则称该 DMU 为 DEA 弱有效,此时,可以保持原产出不变,投入减少 S^{-0} ,或在维持投入不变,将产出提高 S^{+0} 。
- 3)当 $\theta^* < 1$ 时,该 DMU 为 DEA 无效^[6]。

1.2 指标体系构建和数据选取

笔者总结了相关学者文献中对指标体系的构建方法,同时基于多年科技统计工作经验,根据客观性、统一性、可比性和指标数据的可获得性原则,构建了本文的指标体系。指标体系一共包含 8 个指标,4 个投入指标和 4 个产出指标。主要从人力、财力和设施三个方面选取了 4 个直接反应研发投入情况的指标,从科技成果和经济效益两个方面选取了 4 个最能体现研发成效的指标。具体见表 1。

在保证数据分析结果科学性和准确性的基础上,本文选取主要是 2013—2016 年的安徽省规模以上工业企业中制造业的数据,数据来源于“安徽省工业企

业科技活动统计表 2013—2016”和《安徽统计年鉴》。由于技术创新活动的周期性和投入产出之间有一定的时滞性,因此,参考学者的做法和经验估计选择滞后 1 期,投入指标选择 2013—2015 年数据,产出指标选择 2014—2016 年数据^[5]。

表 1 安徽省规上制造业企业投入产出效率评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	人力投入	R&D 人员全时当量(人年)
	财力投入	R&D 经费投入(万元)
		改造消化吸收经费支出(万元)
	设施投入	建立研发机构数(个)
产出指标	科技成果	发明专利申请数(件)
		发表科技论文(篇)
		形成国家或行业标准(项)
	经济效益	新产品销售收入(万元)

2 计算结果和实证分析

通过运用 Deap2.1 软件,对规模以上制造业企业 2013—2016 年度 31 个行业数据和 16 个分区域数据进行计算,得出以下结果。

2.1 分行业实证分析

2.1.1 综合效率分析

从 2016 年分行业评价结果来看,综合效率最高的为 1,最低的为 0.342,均值为 0.795。DEA 有效的行业有 13 个,占全部行业的比重达到 42%,占比最高。其次有 6 个行业属于轻度 DEA 无效,8 个行业属于中度 DEA 无效,4 个行业属于严重 DEA 无效。综上所述,安徽省规模以上制造业企业 R&D 投入产出效率整体较高,并且不同行业之间效率差异较大。

从表 2 可知,综合有效的行业主要集中在食品加工业制造业、烟草制品业、纺织业,有色金属冶炼和压延加工业、金属制品业、汽车制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业等行业,其中连续三年都是综合有效的行业有烟草制品业、家具制造业、文教、工美、体育和娱乐用品制造业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、有色金属冶炼和压延加工业、金属制品业、计算机、通信和其他电子设备制造业以及金属制品、机械和设备修理业,说明这些行业在给定投入的情况下,产出达到最大,创新效率都较高,资源配置处于比较合理的状态。其中,烟草制品业、家具制造业等属于劳动密集型行业,但随着市场竞争加剧,资源配置效率较高。而石油加工、计算机、通信和其他电子设备制造业等属于技术密集型行业,这类行业投入较多,政策支持力度也较大,经过多年发展积累了较为成熟

的技术管理经验,R&D 资源配置率较高。

综合效率轻度无效和中度无效的行业占比也较高,分别为 19%和 26%。这些行业大部分属于传统的加工制造业,技术层次较低,R&D 资源投入力度小。有些属于技术密集型的行业,如化学原料和化学制品制造业、医药制造业等,技术要求高,R&D 资源的投入力度较大。之所以产出效率低,主要是由于经

营管理水平不高、企业间的协同创新合作不够,应该加强这方面能力的提升。

另外,DEA 严重无效的行业主要是印刷和记录媒介复制业、非金属矿物制品业和废弃资源综合利用业,这几个行业技术含量较低,R&D 资源投入模式粗放,导致投入资源的严重浪费,产出效率低下。

表 2 2016 年安徽省规模以上制造业企业 R&D 综合效率行业分布情况表

DEA 效率程度	综合效率值	行业	个数	比例(%)
DEA 有效	$\theta=1$	食品加工业制造业,烟草制品业,纺织业,有色金属冶炼和压延加工业,金属制品业,汽车制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业等	13	42
轻度 DEA 无效	$0.8 \leq \theta < 1$	皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业,纺织服装、服饰业,化学原料和化学制品制造业,电气机械和器材制造业等	6	19
中度 DEA 无效	$0.5 \leq \theta < 0.8$	酒、饮料和精制茶制造业,造纸和纸制品业,医药制造业,化学纤维制造业等	8	26
严重 DEA 无效	$0 \leq \theta < 0.5$	印刷和记录媒介复制业,非金属矿物制品业,废弃资源综合利用业等	4	13

注:DEA 无效程度划分采取常用的 0.8 和 0.5 两个节点划分。

2.1.2 纯技术效率和规模效率分析

图 1 展示了 2016 年规模以上制造业企业分行业的纯技术效率和规模效率的分布情况,主要有三种情况:一是技术效率和规模效率同时有效,二是技术效率和规模效率不同时有效,三是技术效率和规模效率同时无效。

技术效率和规模效率同时有效的行业 2016 年主要有纺织业、食品制造业、汽车制造业等 13 个行业,这些行业在给定投入情况下,实现了产出最大化,资源配置率和资源使用率达到最高。后期要想继续发挥技术效率和规模效率最高,最好适当增加 R&D 投入,提高经营管理水平,优化资源配置。

技术效率和规模效率不同时有效的行业 2016 年主要有印刷和记录媒介复制业、化学原料和化学制品制造业、纺织服装、服饰业等 8 个行业。其中大部分都是技术效率达到最高,但是规模效率不够,比如化学原料和化学制品制造业专用设备制造业等,这些行业已经具备了足够的技术支撑,但是由于规模不够,导致资源的冗余浪费。

技术效率和规模效率同时无效的行业 2016 年主要有印刷和记录媒介复制业、非金属矿物制品业等,这些行业的技术效率和规模效率都没有达到最大化,发展空间比较大。

2.2 分地区分析^[3]

从分地区来看,2016 年 DEA 有效的地市有 10

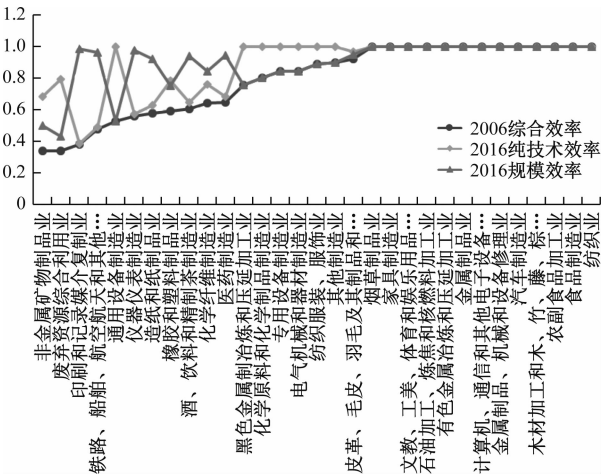


图 1 2016 年安徽省规模以上制造业企业分行业纯技术效率和规模效率分布图

个,占到安徽省全部地市的 62.5%,DEA 无效的有 6 个,如表 3。合肥、芜湖、淮北等地连续 3 年都是 DEA 有效,这些地区虽然有的地区资源丰富,有的地区资源贫瘠,但是都做到了投入资源的最优配置。DEA 无效的几个地市既有发展较好的蚌埠和马鞍山,也有发展比较落后的六安、宿州等地。对于蚌埠、马鞍山这样资源投入比较高的地区,它们的高产出并不是由高技术效率引起的,而主要是靠高投入来拉动的,使得资源没有达到高效配置,这种模式最终会随着资源的匮乏被淘汰,因此若想可持续发展,必须提高其技

术创新的效率。

从表 3 中还可以发现,安徽省皖江城市带^①的创新效率要明显高于其它地区,这主要得力于皖江城市带的特殊使命。皖江城市带正集聚国内外发展要素,加速规模扩张和工业化、城市化进程,推进结构升级,提升发展水平和综合实力,进一步增强产业辐射能力,实现跨越式发展,在推动安徽又好又快发展和中部加速崛起中发挥着引擎和强力的带动作用。皖江

城市带已经具备了良好的创新环境,创新资源也很丰富,在科技活动过程中,环境和资源保证了技术创新的效率。

另一方面,皖北地区^②正在崛起,皖北地区中的 3 个市 2016 年创新效率都比较高,说明这几年皖北地区的发展初见成效,投入的创新资源能够得到有效利用,且在制度管理和创新规模等方面具有后发优势,皖北地区进入历史上最好的发展时期。

表 3 2016 年安徽省规模以上制造业企业 R&D 综合效率区域分布情况表

DEA 效率程度	综合效率值	地区	个数	比例(%)
DEA 有效	$\theta=1$	合肥、芜湖、淮北、铜陵、安庆、滁州、阜阳、亳州、池州、宣城	10	62.5
轻度 DEA 无效	$0.8\leq\theta<1$	蚌埠、淮南、六安	3	18.8
中度 DEA 无效	$0.5\leq\theta<0.8$	马鞍山、黄山、宿州	3	18.8

3 主要结论和政策建议

3.1 主要结论

1)安徽省规模以上制造业企业中大部分技术密集型行业的 R&D 资源配置效率较高,基本做到了 R&D 投入产出最大化,但是有少部分行业由于技术层次低和规模限制,导致了 R&D 投入资源的冗余。

2)安徽省大部分地区都处于 R&D 资源配置高效率区间,它们的经济实力和资源都处于最佳配置,投入的资源没有浪费,有效的转化成了科研成果。其中,皖江示范带 R&D 资源配置效率明显高于安徽省其它地区,而皖北地区由于政策支持有崛起之势, R&D 资源配置效率快速提高。

3.2 几点建议

1)强化政策引导,优化 R&D 资源配置。各类财政扶持资金优先支持研发经费投入强度大的企业,根据现有研发设备后补助政策,对具有一定研发经费投入的规上企业采取一定比例的直接补助,鼓励高新技术企业提升研发经费投入强度。另外, R&D 资源投入结构不合理及资源配置效率低下是绝大多数行业企业面临的普遍问题,因此政府要加强财政支持,引导企业将粗放型的投入模式转变为高度集约型的投入模式,要根据不同行业企业的具体情况适时适当地增加 R&D 资源的投入,促使 R&D 资源配置最优化。

2)建立产业集群,提升产业竞争力。产业集群是指在特定区域中,具有竞争与合作关系,且在地理上集中,有交互关联性的企业和厂商及其他相关机构等组成的群体。产业集群的核心是在一定空间范围内

产业的高集中度,这有利于降低企业的制度成本(包括生产成本、交换成本),提高规模经济效益和范围经济效益,提高产业和企业的市场竞争力^[9]。在我们分析的行业中,例如皮毛制造业、纺织服装业、造纸和纸制品业等,他们依靠地理优势、成本优势和规模优势,竞争力提升。同时,产业链的高度集中,又有利于企业 R&D 资源的重新配置,产出效率提高。

3)发挥区域优势,缩小地区差异化。安徽省毗邻长三角经济带,又处于珠三角和环渤海经济圈的中间地带,独特的地理位置,使得皖江城市带率先融入到长三角经济圈,但省内其他地区的发展相对受限,比如皖西的六安市、皖北的宿州市、皖南的黄山等,他们的 R&D 资源配置效率较低,因此需要因地制宜,发展当地特色产业。比如皖西建设一批特色农产品基地和现代农业示范区,建设霍山、岳西等国家生态环保与建设示范区;皖北地区要把握政策机遇,进一步加大综合交通、水利设施、生态环境等基础设施建设;皖南地区要以大黄山国家公园建设为契机,突出生态、文化与旅游的融合发展,全面提升旅游业发展水平,打造世界一流旅游目的地等^[10]。

参考文献

[1] 韩东林. 中国大型制造业企业 R & D 投入产出效率行业差异分析[J]. 安庆师范学院学报: 社会科学版, 2015(12): 68—73.

[2] 马晓君,刁晓群. 我国企业 R&D 投入产出效率的评价分析[J]. 数学的实践与认识, 2015(3): 35—43.

[3] 许敏,谢玲玲. 基于 DEA 的我国大中型工业企业技术创新效率评价研究[J]. 科学管理研究, 2012(6): 74—76.

注:①皖江城市带包括合肥市、芜湖市、马鞍山市、铜陵市、安庆市、滁州市、池州市、宣城市 8 个地区。
②皖北地区包括宿州市、淮北市、蚌埠市、亳州市、阜阳市、淮南市 6 个地区。

- [4] 韩东林. 长江经济带高技术产业 R&D 投入产出效率评价[J]. 南都学坛:人文社会科学学报, 2015(11):95—100.
- [5] 夏绪梅. 基于 DEA 的陕西大中型工业企业技术创新效率评价及演化分析[J]. 西安财经学院学报, 2013(11):43—47.
- [6] 陈文俊, 李涵, 刘执圭, 潘红玉. 湖南省 R&D 投入产出效率研究[J]. 经济数学, 2015(12):47—53.
- [7] 皮蛋嘎嘎. DEA 模型(数据包络分析模型)[EB/OL]. http://blog.sina.com.cn/s/blog_6466ba0601011pn9.html.
- [8] 余晓, 王晓军, 王虹. 浙江省 R&D 投入现状及不同机构类型 R&D 产出效率评价[J]. 工业技术经济, 2010(11):117—121.
- [9] 李承阳. 频道群理念下电视媒体资源整合与创新策略[J]. 今传媒, 2011(4):84—85.
- [10] 安徽区域发展战略全面推进——多极支撑, 区域协调构筑新格局[EB/OL]. (2016—01—12). <http://www.ah.gov.cn/UserData/DocHtml/1/2016/1/12/6940549563251.html>.

Analysis on R&D Input-Output Efficiency of Manufacturing Enterprises Above Designated Size in Anhui Province

PENG Liang-yu

(Anhui Information Institute of Science and Technology Department, Hefei 230011, China)

Abstract: The manufacturing enterprises above designated size are the main components of industrial enterprises, and the manufacturing enterprises above designated size are the main body of social innovation. So we need to understand the R&D input-output efficiency for the manufacturing enterprises above designated size, and find an effective way to improve its efficiency. The DEA model was used to quantitatively evaluate the R&D input-output efficiency in 31 industries and 16 regions in Anhui Province. The study analysis found, R&D input-output efficiency is higher for most manufacturing enterprises above designated size in Anhui Province, but there are still phenomenon of R&D inputs wasteful and R&D output shortage in some industries. In addition, there are unbalanced R&D resource allocation in different regions of Anhui Province. Therefore, we must strengthen the government policy guidance, establish and develop the industrial clusters, play a regional advantage, and in order to optimize the R&D resource allocation, narrow the gap between industries and regions.

Key words: manufacturing enterprises above designated size; R&D; input-output efficiency; DEA model