
安徽省工业技术转移效率评价研究*¹

王七萍 易凌峰

(1. 安徽广播电视大学经济与管理学院 华东师范大学商学院

2. 华东师范大学商学院)

【摘要】：文章运用数据包络分析方法对 2012 年安徽省 15 个地级市工业技术转移的综合效率、纯技术效率、规模效率及超效率值进行测算与比较评价，分析了影响决策单元非 DEA 有效的原因。结果表明：相对于传统效率评价模型，超效率模型在评价安徽省地级市工业技术转移效率中更具科学性；53.5% 的地级市工业技术转移综合效率单元无效，造成这一现状的主要原因是投入规模。政府应针对性地继续加大工业技术转移经费与人员投入，提高技术转移投入的利用和管理效率。

【关键词】：数据包络分析，工业，技术转移效率

一、引言

知识经济时代，技术创新对经济的增长起着重要的作用。技术创新效果既取决于投资时机^[1]，也取决于技术扩散与技术转移^[2]，技术转移是区域实现技术追赶及技术跨越、提升自主创新能力的有效途径。安徽省自 2009 年成为我国首批开展国家技术创新工程试点省份之一，通过建设合芜蚌自主创新综合试验区、发展皖江城市带等辐射带动全省的创新体系构建^[3]。在安徽省经济发展过程中，工业作为强省战略的重要支撑，起着至关重要的作用。统计年鉴显示，2012 年安徽省生产总值为 17 212.05 亿元，其中工业生产总值为 8 025.84 亿，占 46.63%，产业贡献率达 58.2%，与此同时安徽省多个地级市的工业生产总值占全市 GDP 的 50% 以上。而在工业的健康发展与创新过程中，技术转移起着关键的作用。

本文利用数据包络分析模型，对安徽省各地级市 2012 年工业技术转移效率进行评价，并对各地级市工业技术转移效率进行比较，分析了影响决策单元无效的原因并提出有效建议。结果对相关部门的决策起到一定的参考意义，也有利于安徽省工业经济更加健康良好地发展。

二、关于技术转移效率的文献回顾

技术转移是指产品制造新技术、新工艺从技术原体转移至技术受体的选择、使用、吸收的过程^[4]。自 2005 年以来，国内关于技术转移的研究明显增多，笔者在中国知网搜索以“技术转移”为主题的文章有 5 068 篇，以“技术转移”为篇名的文章有 2 452 篇。但关于技术转移效率的研究不多，以“技术转移效率”为主题的文章为 165 篇，以“技术转移效率”为篇名的文章为 136 篇，主要集中在大学(科研机构)与企业合作、技术转移环境以及宏观的技术转移评价指标建立等方面。如廖述梅、徐升华(2009)

¹ **基金项目**：安徽省哲学社会科学规划项目(AHSK11-12D166)

作者简介：王七萍(1977-)，女，安徽东至人，讲师，华东师范大学商学院访问学者，研究方向：区域经济，企业管理；易凌峰(1968-)，男，贵州安顺人，教授，博士生导师，研究方向：知识管理。

利用随机前沿估计方法分析了 27 个省级高校对企业技术转移的效率^[5]，陈望舒(2010)分析了阻碍我国技术转移与扩散的原因并提出了解决建议^[6]，张莉、耿子扬、顾新(2012)从理论上提出不同的组织方式对技术转移效率会产生不同的影响^[7]，华敏(2007)提出应从技术转移的动态过程出发考虑其效率，并从理论上构建了技术转移评价指标体系^[1]。本文借鉴相关参考文献，从技术受体角度，将某一地级市作为技术受体，从此角度出发并结合技术转移动态过程，对安徽省 2012 年工业技术转移进行效率评价。

三、技术转移效率评价模型

数据包络分析(DEA)方法是由 Charnes A 等人在 1978 年提出的针对多投入多产出决策单元的综合性评价方法^[8-10]。传统的 DEA 方法有两种基本的模型： C^2R 模型和 C^2GS^2 模型。

C^2R 模型假设规模报酬不变，也就是认为 DMU 的效率值不会受其规模大小的影响，模型表达式如下：

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \rho_0 - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{\rho_0}^+ + \sum_{r=1}^s S_{\rho_0}^- \right) \right\} \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_{\rho_0}^+ = \rho_0 x_{i0}, i=1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_{\rho_0}^- = y_{r0}, r=1, 2, 3, \dots, s \\ \rho_0, \lambda_j, S^-, S^+ > 0 \end{cases} \quad (1) \end{aligned}$$

C^2GS^2 模型是建立在规模报酬可变的假设基础上的，即在 C^2R 模型的基础上加上限制条件 $\lambda_j (j=1, 2, \dots, n)$ 。该模型将传统 C^2R 模型测定的综合效率进一步分解，可以测定纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)。其模型表达式如下：

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \theta_0 - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{\theta_0}^+ + \sum_{r=1}^s S_{\theta_0}^- \right) \right\} \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_{\theta_0}^+ = \theta_0 x_{i0}, i=1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_{\theta_0}^- = y_{r0}, r=1, 2, 3, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \theta_0, \lambda_j, S^-, S^+ > 0 \end{cases} \quad (2) \end{aligned}$$

C^2R 模型和 C^2GS^2 模型判断DMU是否有效，主要判断在于DMU的综合效率值是否为1。当出现多个DMU综合效率值都等于1的情况下，无法进一步进行比较而判断其优劣。Andersen和Petersen于1993年创建了超效率(SE-DEA)的 C^2R 模型^[11]，有效地解决了此种情况。该模型表达式如式如下：

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \sigma_0 - \epsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{\sigma_0}^+ + \sum_{r=1}^s S_{\sigma_0}^- \right) \right\} \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_{\sigma_0}^+ = \sigma_0 x_{i\phi}, i=1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_{\sigma_0}^- = y_{r\phi}, r=1, 2, 3, \dots, s \\ \sigma_0, \lambda_j, S^-, S^+ > 0 \end{cases} \quad (3) \end{aligned}$$

超效率 C²R 模型在对第 P 个决策单元进行评价时, 将其自身的投入产出排除在参考集之外。但相对于传统 C²R 模型, 超效率模型能在保留原有非有效单元的综合效率值外, 对 DEA 有效的决策单元重新计算推移, 使得最终计算出来的效率值大于经典 C²R 模型效率值, 从而能对有效决策单元进一步区别与分析^[12]。

四、安徽省工业技术转移效率评价指标

(一) 指标选取

选取合适的投入与产出指标是数据包络分析的一个重要环节。为了考察安徽省工业在 2012 年的技术转移效率, 本文从技术转移的动态过程出发, 考虑到数据的可得性与权威性, 将技术转移过程中要经历的技术知识的获取、消化吸收和改造过程中的投入作为输入指标, 包括安徽省各市工业中技术转移经费投入、人员的投入。其中经费投入分为两部分, 一部分是技术转移过程中的投入, 包括技术转移经费投入(万元)、引进技术经费支出(万元)、消化吸收经费支出(万元)、购买国内经费支出(万元)和技术改造经费支出(万元); 另一部分是安徽省工业 R&D 经费支出。人员投入指标选取的是安徽省各市工业 R&D 人员折合全时当量(人年)指标。选取安徽省工业企业新产品销售收入(万元)、发明专利申请数(件)、发表科技论文数(篇)作为输出指标。数据来源于《2013 年安徽省统计年鉴》。因池州市在统计年鉴中经费投入数据缺失, 因此分析考察的是除池州市以外的安徽省 15 个地级市的数据。(具体数据见表 1 所列。)

表1 2012年安徽省工业技术转移投入产出值

决策单元	输出指标			输入指标		
	新产品销售收入(万元)	发明专利申请数(万元)	发表科技论文数(件)	R&D经费支出(万元)	技术转移费用(万元)	R&D人员折合全时当量(人年)
合肥	12393174	4297	2197	646183	510321	22776
淮北	486398	206	467	91817	28576	4429
亳州	336257	80	39	22367	12058	546
宿州	215558	113	45	21873	43157	797
蚌埠	1489044	903	331	99543	41780	4643
阜阳	591409	71	107	34643	71311	1293
淮南	391592	390	629	81607	125107	3194
滁州	4387251	778	104	119713	71478	5071
六安	1230014	205	65	43930	23099	1076
马鞍山	2667755	580	575	199495	475409	4908
芜湖	7229124	2068	106	395866	119213	11393
宣城	946301	259	82	76893	22265	3654
铜陵	3253284	268	107	142998	212234	4404
安庆	1122727	158	58	56464	102164	2847
黄山	359232	145	23	30040	20598	1502

数据来源: 《2013 年安徽省统计年鉴》。

(二) 指标相关性分析

为了保证分析结果的正确性, 运用 SPSS17.0 软件对技术转移的投入指标、产出指标进行相关性检验, 结果见表 2 所列。

表2 2012年安徽省工业技术转移投入产出要素相关性

项目	相关性	R&D经费支出	技术转移费用	R&D人员折合全时当量
新产品销售收入	Pearson相关性	0.970**	0.692**	0.960**
	显著性(双侧)	0.000	0.004	0.000
发明专利申请数	Pearson相关性	0.970**	0.660**	0.982**
	显著性(双侧)	0.000	0.004	0.000
发表科技论文数	Pearson相关性	0.810**	0.765**	0.856**
	显著性(双侧)	0.000	0.001	0.000

从相关性分析结果可以看出,各投入指标与产出指标之间的相关系数均大于零且分布在0.7~1之间,且显著性小于0.05,可见,选取的投入与产出指标之间具有较好的正相关关系,说明选取的投入产出指标体系较为合理,适合利用DEA模型进行分析。

五、评价结果分析及建议

采用DEAP2.1软件,测算出安徽省各地级市工业技术转移的纯技术效率(PTE)、综合效率值(STE)以及规模收益情况,根据综合效率=纯技术效率×规模效率,求出规模效率值(SE);采用EMS软件,运行超效率模型测算出各决策单元的超效率值,并根据超效率值对DEA有效的决策单元进行了排序,结果见表3所列。

表3 2012年安徽省工业技术转移效率

DMU	PTE	SE	TE	规模收益	SE-STE	排名
合肥	1	1	1	Constant	1.05	7
淮北	1	1	1	Constant	2.06	1
亳州	1	0.81	0.81	Increasing	0.81	10
宿州	1	0.73	0.73	Increasing	0.73	12
蚌埠	1	1	1	Constant	1.80	3
阜阳	0.99	0.81	0.80	Increasing	0.80	11
淮南	1	1	1	Constant	1.82	2
滁州	1	1	1	Constant	1.34	5
六安	1	1	1	Constant	1.46	4
马鞍山	1	0.89	0.89	Decreasing	0.89	8
芜湖	1	1	1	Constant	1.17	6
宣城	0.96	0.86	0.83	Increasing	0.83	9
铜陵	0.86	0.85	0.73	Decreasing	0.73	12
安庆	0.67	0.91	0.61	Increasing	0.61	13
黄山	0.86	0.67	0.58	Increasing	0.58	14
平均值	0.96	0.9	0.87			

(一) 结果分析

1. TE 分析

TE(综合效率)评价的是安徽省各地级市工业R&D经费投入、技术转移费用投入、R&D人员投入对应的安徽省工业新产品销售收入、发明专利申请数、发表科技论文数的综合产出水平。如表3所示,2012年安徽省工业技术转移综合效率平均值为0.87,说明工业总体技术转移中综合产出水平明显,在安徽省经济建设及创新建设中发挥了重要作用。

综合效率值为1的地级市有7个,分别是合肥、淮北、蚌埠、淮南、滁州、六安、芜湖,占DMU总体的46.67%,表明这些地级市工业在技术转移方面投入与产出的绩效明显,资源得到了有效的利用,处于有效生产前沿面上;亳州、宿州等8个地级

市工业技术转移综合效率值小于1，占DMU总体53.33%，说明这8个DMU处于DEA非有效状态，即这些地级市的工业技术转移未达到理想状态。如黄山市工业技术综合效率值为0.58，安庆市工业技术转移综合效率值为0.61。

2. PTE、TE 分析

PTE(纯技术效率)反映了在当前的技术水平及管理水平下，安徽省各地级市工业是否有效利用了投入的经费及人员，也就是有没有实现产出最大化或投入最小化，反映的是安徽省各地级市工业技术转移投入要素使用上的效率情况。SE(规模效率)表示安徽省各地级市工业技术转移产出与投入的比例是否适当，有没有实现技术转移产出的最大化。若两者的比例越大且接近1，则该地市技术转移经费及人员投入的规模越接近最优规模。2012年安徽省工业平均纯技术效率、规模效率分别为0.96、0.9，比较高且接近于1，说明总体的资源利用率较高。

在15个地级市中，其中PTE=1的DMU有10个，占66.67%，说明这些地级市工业技术转移中投入要素得到了有效利用；SE=1的DMU有7个，占46.67%，说明这些地级市工业技术转移中投入与产出的比例较合理。其中SE<1，从而导致DEA无效的有亳州、宿州、马鞍山3个DMU，说明这些地级市工业技术转移中投入要素虽得到了有效利用，但投入与产出的比例不够合理。另有阜阳、宣城、铜陵、安庆、黄山5个DMU由于纯技术效率与规模效率值均小于1，从而导致DEA无效，即这些DMU不仅工业投入要素未得到有效利用，同时投入产出的比例也不够合理。综上可见，影响全省工业技术转移综合效率水平的主要因素是规模效率水平。

3. 规模收益分析

规模收益情况反映的是规模报酬情况，即产出量增加的百分比与对应投入量增加的百分比的比例情况。规模报酬递增反映的是该DMU技术转移产出量增加的百分比大于人员、经费等投入要素增加的百分比，为了要实现该DMU更大规模的产出，应该适当增加投入要素；相反，规模报酬递减反映该DMU技术转移产出量增加的百分比低于人员、经费等投入增加的百分比，即经费与人员的投入相对过大，为了要使该DMU达到最优的资源配置，应该适当缩减投入要素；规模报酬不变，反映该DMU投入和产出的比例达到最优状态。在DEA无效的8个DMU中，亳州、宿州、安庆、黄山等6个地级市规模报酬递增。另有铜陵、马鞍山两个DMU规模报酬递减。

4. SE-STE 分析

通过测算超效率值，可以进一步对处于DEA有效状态的DMU进行优劣排序。其中，淮北市的综合超效率值最大(2.06)，其次是淮南市(1.82)，表明淮南、淮北两个煤矿资源丰富的重工业城市(2012年两市工业产值分占生产总值的60.78%、56.64%)的技术转移效率水平最高，而作为合芜蚌综合创新试验区的蚌埠、芜湖、合肥分别处于第3、6、7名。皖江城市带承接产业转移示范区中除合肥、芜湖两市工业技术转移效率单元有效外，滁州市以及含有示范区县的六安市工业技术转移也为DEA有效，超效率分别为1.46、1.34，处于第4、5位。

(二) 对策建议

规模效率是对安徽省工业技术转移综合效率影响较大的因素，结合不同地市的综合效率值可以有针对性地采取措施，以改善不足。

对于PTE=1并且SE<1的3个非有效决策单元(亳州、宿州、马鞍山)，要使之工业技术转移处于DEA有效状态，需要关注技术转移的产出规模优化，而不是技术转移投入量的利用效率问题，即要根据该决策单元的规模收益情况决定是扩大规模还是

缩减规模。亳州和宿州处于规模收益递增状态，因此可以扩大投入规模；马鞍山市作为皖江城市带示范区之一的工业城市，其工业技术转移处于规模收益递减状态，即工业技术转移产出量增加比例小于经费、人员增加比例，因此可以适当缩减投入规模。

对于 $PTE < 1$ 并且 $SE < 1$ 的非有效决策单元(阜阳、宣城、铜陵、安庆、黄山)，可以通过计算投入与产出冗余量，从改变投入量、提高产出规模的角度解决效率单元无效的问题。投入冗余量称为投入过剩，产出冗余则称为产出不足，以前沿面为目标值来计算应减少的投入量和应增加的产出量，从而可以为决策提供依据。根据决策单元规模收益状况可决定增加或缩减 R&D 经费投入、技术转移费用投入、R&D 人员折合全时当量的投入规模，使其保持规模收益不变，同时侧重于对新产品销售收入、发明专利申请数、发表科技论文数冗余量进行改进，使其技术转移效率重新回到前沿面。

可以进一步通过软件计算出在既定的投入或产出下，规模效率无效的各地市产出不足量和投入过剩量，即各决策单元要想达到 DEA 最优所需减少的投入量和所需增加的产出量。通过运算结果可以发现各地市要达到投入产出效率最优所需努力的方向和力度。结合规模收益情况，阜阳、宣城、安庆、黄山是规模报酬递增的决策单元，因此可以进一步加大 R&D 经支出、技术转移费用、R&D 人员折合全时当量等方面的投入；铜陵市因其规模报酬递减，可以考虑加大投入的利用与管理效率，追求更大的产出规模。

参考文献:

- [1] 李岱, 岳意定. 企业技术创新战略投资时机研究——基于非完全信息的期权博弈分析[J]. 江淮论坛, 2013(6): 95-98.
- [2] 张建辉, 郝艳芳. 技术创新、技术创新扩散、技术扩散和技术转移的关系分析[J]. 山西高等学校社会科学学报, 2010(6): 20-22.
- [3] 夏胜为. 安徽启动国家技术创新工程试点: 高新产业有个万亿梦[DB/OL]. (2010-01-12)[2014-03-10].
<http://www.ahkjt.gov.cn/>.
- [4] 刘清海, 史本山. 技术转移效率及产权治理——基于不完全契约的视角[J]. 工业技术经济, 2013(1): 47-51.
- [5] 廖述梅, 徐升华. 我国校企技术转移效率及影响因素分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009(1): 52-55.
- [6] 陈望舒. 促进我国技术转移与技术扩散效率[J]. 合作经济与科技, 2010(7): 122-124.
- [7] 张莉, 耿子扬, 顾新. 集成创新的组织间技术转移效率研究[J]. 科学管理研究, 2012, 30(6): 9-12.
- [8] Cooper W W, Seiford L M, Tone K. Data Envelopment Analysis[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000: 158-159.
- [9] Chames A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operations Research, 1978, 2(6): 429-444.
- [10] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 110-114.

[11] Andersen P, Petersen N C. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1993, 39(10): 1261-1264.

[12] 雷勋平, 刘思峰. 基于 DEA 的物流产业效率测度实证研究——基于我国 31 个省、市、自治区 2008 年投入产出数据[J]. 华东经济管理, 2012(7): 62-66.