中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2013年11月 第45卷第6期 26-30
CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.45 No.6 26-30, Nov. 2013

苏南五市科技资源配置效率分析

许 敏 冯向前 成 君
（南京师范大学计算机学院，江苏南京 210000）

摘 要：结合数据包络分析法对苏南五市科技资源的配置效率进行分析。分析结果显示，无锡市的科技资源利用率最高，而镇江市最低。各市普遍存在研发人员冗余、科研资金配置不合理以及科技成果产出不足等现象。因此，深入优化资源结构，大力发展高新技术产业，加强知识产权的维护，是苏南五市实现快速发展的有效途径。

关键字：苏南五市；配置效率；资源配置；DEA；科研投入
中图分类号：F204 **文献标识码：**A DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2013.06.006

Efficiency Assessment of S&T Resource Allocation of Sunan Area Based on DEA Model

Xu Min, Feng Xiangqian, Cheng Jun
(School of Computer Science and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing 210000)

Abstract: The efficiency of S&T resource allocation of Sunan area is analyzed in this article. After computing effectiveness of each city by DEA model, the experimental result shows that Wuxi's efficiency of S&T resource allocation is the highest, while the lowest is Zhenjiang. Here are the problems: most institutes are over-staffed, the configuration of research funds is not reasonable and the S&T output shortage problem. For this reason, optimization of resource structure, the development of high and new technology industry as well as the protection of intellectual property are need more concern.

Keywords: Sunan area, allocation efficiency, resource allocation, DEA, S&T input

1 引言

一直以来，国内不少学者关注着科技资源有效配置这一问题，为我国近年来各地区、各行业在配置科技资源方面起到了关键性的指导作用。例如，吴和成、郑垂勇运用改进的DEA方法，对我国1999-2000年各地区科技投入产出的相对有效性进行了分析，并针对各个地区给出了相关建议[1]；李博、贾志永等对我国工业部门科技投入有效性进行了比较研究，得出不同工业部门科技投入的不同特点，从而将我国工业领域科技投入有效性的认识规律深入到了工业内部[2]；赵永前对国内外的科技投入现状与趋势进行了对比分析，研究了我国科技事业面临的挑战与机遇、制约因素与瓶颈[3]；韩东林将苏、浙、沪、皖四省市的科技进步水平以及科技投入状况进行了对比，并分析了安徽与江浙沪投入差距的原因，给出促进安徽省科技进步的科技投入决策[4]；薛娜、赵曙东对江苏省高技术产业创新效率进行了评价，对文中的代表行业提出了比较具体的调整方案[5]。

苏南地区在江苏省经济发展过程中有着举足轻重的作用。据江苏省统计资料显示，苏南五市人均GDP一直排名前五，并且全省的高新技术产业主要分布在苏南及沿江地区，苏南五市高新技术产业产值占全省总产值比重超过2/3。“十二五”规划更是提出要加快实现苏南创新提升，充分发挥其引领、

第一作者简介：许敏（1989- ），女，南京师范大学计算机学院硕士研究生，研究方向：决策理论与决策支持。
收稿日期：2013年6月28日。

带动和辐射作用。因此，对苏南五市科技资源配置效率进行分析研究，对各市的科技发展有着重大的借鉴意义，对江苏省的科技发展将起到重大的推动作用。

2　研究方法

数据包络分析（DEA），是由Charnes和Cooper等人于1978年开始创建。DEA是使用数学规划模型评价具有多个输入和输出的部门或单位（称为决策单元，记为DMU）间的相对有效性[6]。对科技资源的配置效率进行分析涉及投入和产出两个方面，具有多投入、多产出的特征，因此，选用了DEA分析方法，通过DEA方法不仅可以指出被评价单元是否有效，还可以通过投影定理对各个非DEA有效的决策单元给出调整方案。

带有非阿基米德无穷小的C^2R模型是在原始C^2R模型基础上的改进，在保证变量都严格大于0的情况下，Charnes等人于1981年引进了非阿基米德无穷小量ε[7]。模型表述如下，首先设有n个DMU_j，其对应的输入、输出向量分别是$x_j=(x_{1j},x_{2j},\cdots,x_{mj})^T$和$y_j=(y_{1j},y_{2j},\cdots,y_{sj})^T$，其对偶线性规划为：

$$(D_\varepsilon)\begin{cases}\min\ \ \theta-\varepsilon(e_1^TS^-+e_2^TS^+)\\ s.t.\ \ \sum_{j=1}^{n}\lambda_jx_j+S^-=\theta x_0\\ \qquad \sum_{j=1}^{n}\lambda_jy_j-S^+=y_0\\ \qquad \lambda_j\geqslant 0\ \ j=1,2,\cdots,n\\ \qquad \theta\ \text{无约束}\ \ S^+\geqslant 0,\ S^-\geqslant 0\end{cases}$$

式中，θ是决策单元的效率，反映了资源配置的合理程度；$S^+=(S_1^+,S_2^+,\cdots,S_s^+)$，$S^-=(S_1^-,S_2^-,\cdots,S_m^-)$，$e_1^T=(1,1,\cdots,1)_{1\times m}$，$e_2^T=(1,1,\cdots,1)_{1\times s}$，$\varepsilon$是一个很小的正数（一般取$\varepsilon=10^{-6}$）。

判断依据：设线性规划(D_ε)的最优解为θ^*、S^{*-}、S^{*+}、λ^*，则：

（1）若$\theta^*=1$，且$S^{*-}=0$，$S^{*+}=0$，则称DMU_{j_0}为DEA有效；若$\theta^*=1$，但至少有某个输入或输出松弛变量大于零，则称DMU_{j_0}为弱DEA有效；若$\theta^*<1$，此时决策单元j_0不是DEA有效。

（2）若$\frac{1}{\theta^*}\sum\lambda_j^*=1$，则DMU为规模效益不变；若$\frac{1}{\theta^*}\sum\lambda_j^*<1$，则DMU为规模效益递增；$\frac{1}{\theta^*}\sum\lambda_j^*>1$，则DMU为规模效益递减。

（3）投影定理：决策单元$j_0(x_0,y_0)$在生产前沿面上的投影为(x_0',y_0')，若满足$x_0'=\theta x_0-S_0^-$，$y_0'=y_0+S_0^+$，则点(x_0',y_0')为DEA有效[5]。

3　指标的选择

评价科技资源的配置是否合理主要看投入产出比是否最优、是否有投入冗余或产出不足等情况。本文主要看与科技的投入和产出相关的指标。根据众多学者有关科技创新效率的研究文献[5，8-9]以及国家和各地区进行科技进步统计监测中使用的指标总结得出，科技投入主要包括人力投入和财力投入两方面。其代表指标有：X_1表示科技活动人员从业人员比重；X_2表示R&D活动人员占科技活动人员比重；X_3表示企业R&D活动人员占企业职工比重；X_4表示全社会R&D支出占GDP的比例；X_5表示政府科技拨款占财政支出的比重；X_6表示企业R&D经费占销售收入的比例；X_7表示科技贷款占银行贷款余额的比重。科技产出主要表现在科技的创新、产业化以及科技促进可持续发展这几个方面。主要指标有：Y_1表示高新技术产业销售收入；Y_2表示高新技术产业对工业产值增长的贡献率；Y_3表示高新技术产业出口额占销售收入比重；Y_4表示高新技术产业利税率；Y_5表示每十万人口专利申请数；Y_6表示每十万人口专利授权数；Y_7表示发明专利占专利授权数的比重；Y_8表示高新技术产业产值占工业总产值比重。

可见，能够反映科技资源配置效率的指标很多，而在上述指标中，某些指标之间具有很强的相关性，且一些指标的变异程度很小，这类指标的选用都将影响DEA方法评价结果的科学性。另外，根据DEA方法的经验法则，选择的指标数量不能超过被评价单元数量的一半（本文中评价单元个数为15），因此，需要对指标进行筛选。首先运用相关性分析将那些与其他具有代表性的指标相关程度很高的指标去掉，再考虑备选指标的变异程度，将变异程度小的指标去掉，从而最终确定合适的指标。

先用SPSS软件分别对投入指标和产出指标进行标准化处理，再对标准化后的指标进行相关分析和变异系数分析，相关分析结果如表1所示，变异系数分析如表2所示。

相关系数越接近1说明相关性越强，因此要筛选出彼此间相关性小的指标；变异系数大的指标能够更加明显地反映各个评价单元的差别，因此选择变异系数大的指标。鉴于此，本文选择了4个投入

指标，3个产出指标，如表3所示。

为确保研究的客观性和准确性，研究中所用的指标数据主要来自江苏统计局发布的《江苏科技年鉴》[10]以及江苏统计局与江苏科技厅联合发布的各市科技进步统计监测综合评价结果。由于科技产出相比较科技投入而言有一定的滞后性[11]，因此，在

表1　相关性分析

投入指标的相关矩阵

		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
相关性	X_1	1.000	0.208	0.744	0.832	0.304	0.058	−0.559
	X_2	0.208	1.000	0.474	0.428	0.250	0.740	−0.373
	X_3	0.744	0.474	1.000	0.778	−0.030	0.563	−0.267
	X_4	0.832	0.428	0.778	1.000	−0.052	0.367	−0.609
	X_5	0.304	0.250	−0.030	−0.052	1.000	−0.198	−0.230
	X_6	0.058	0.740	0.563	0.367	−0.198	1.000	0.002
	X_7	−0.559	−0.373	−0.267	−0.609	−0.230	0.002	1.000

产出指标的相关矩阵

		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
相关性	Y_1	1.000	−0.006	0.895	−0.243	0.876	0.792	−0.234	0.224
	Y_2	−0.006	1.000	−0.099	0.047	0.252	0.192	−0.370	−0.048
	Y_3	0.895	−0.099	1.000	−0.431	0.733	0.587	−0.284	−0.018
	Y_4	−0.243	0.047	−0.431	1.000	−0.017	0.031	−0.256	−0.237
	Y_5	0.876	0.252	0.733	−0.017	1.000	0.930	−0.596	0.065
	Y_6	0.792	0.192	0.587	0.031	0.930	1.000	−0.512	0.146
	Y_7	−0.234	−0.370	−0.284	−0.256	−0.596	−0.512	1.000	0.604
	Y_8	0.224	−0.048	−0.018	−0.237	0.065	0.146	0.604	1.000

表2　变异系数分析

	平均值	标准差	CV值		平均值	标准差	CV值
X_1	1.998667	0.546532794	0.273449	Y_1	3284.153	2302.095475	0.700971
X_2	50.25533	7.400184232	0.147252	Y_2	43.14533	18.02845801	0.417854
X_3	3.08	1.39385898	0.452552	Y_3	30.26133	20.3756556	0.673323
X_4	2.135333	0.373016022	0.174687	Y_4	8.326	1.605400707	0.192818
X_5	2.859333	0.601373032	0.210319	Y_5	350.508	180.0992267	0.513823
X_6	0.830667	0.123257377	0.148384	Y_6	184.066	133.8758673	0.727325
X_7	4.366667	3.749608868	0.858689	Y_7	10.65133	10.21061623	0.958623
				Y_8	34.13867	4.54814541	0.133226

表3　科技资源配置效率评价指标

投入指标	X_2：R&D活动人员占科技活动人员比重（%）
	X_4：全社会R&D支出占GDP的比例（%）
	X_5：政府科技拨款占财政支出的比重（%）
	X_7：科技贷款占银行贷款余额的比重（%）
产出指标	Y_2：高新技术产业对工业产值增长的贡献率（%）
	Y_3：高新技术产业出口额占销售收入比重（%）
	Y_7：发明专利占专利授权数的比重（%）

下文中作DEA分析时选取了第t−1年的投入和第t年的产出作为相应的投入产出量。

4　实证分析

根据DEA方法计算出的效率值是样本中每个决策单元的相对效率值。因此，本文在进行各市科技投入效率分析时，将苏南五市3年的科技投入产出看作一个整体，即假设为一年15个决策单元科技活动的投入产出，经过MATLAB分析得出如表4所示的3个阶段苏南五市科技投入DEA有效性（θ^*）与规模效益值（λ^*）以及投入冗余率（S^-）与产出不足率（S^+）。

（1）DEA有效性分析

从表4可以看出，南京市科技资源配置效率持续下降，该市的科技贷款冗余严重，银行针对科研方面的支持应有所控制并转而投向其他实体经济；无锡市及常州市的科技资源配置效率均先降后升，无锡市总体配置合理，而常州市高新技术产业对工业产值增长的贡献率偏低，因此，该市当下应大力发展高新产业；苏州市在第二阶段资源配置合理，可惜在下一阶段由于高新技术产业出口额占销售收入比重不足，造成效率大幅下降，在第一阶段亦出现高新技术产业出口额占比不足现象，所以，当下苏州市应加强高新产业的对外贸易；镇江市是唯一一个从未出现有效但一直在进步的城市，该市相较另外四市经济发展较缓，对人才、资金等吸引力不够，因此，该市应招商引资并加大人才的引入。

再从表5各市样本期间有效性的平均值来看，无锡科技资源利用效率最高，其次是南京、常州、苏州，排在最后的镇江，和前4个市差距比较大，有效值均值不到0.8。5个市都出现了研发人员冗余及科研资金冗余的情况，可见资源的优化配置不容忽视。大部分城市的高新技术产业出口额占销售收入比重均有待提高，如何发展开放型经济也是这些城市亟待解决的问题。另外，常州、苏州以及镇江三市均需加大对知识产权的重视程度，提高专利保护意识。

（2）规模收益及调整分析

根据表4所示的分析结果，南京市与镇江市均处于规模收益递增阶段，均需进一步加大科技投入，提高科技产出，而常州市和苏州市均处于规模收益递减阶段，这两个市下一步不能再一味地加大投入，最紧要的是进行资源结构的调整。

5个城市最合理的投入产出均可依据投影定理进行调整，使各生产点位于生产前沿面，大大提高生产效率。根据上文分析结果，现选取平均效率值

表4　DEA模型分析结果

城市		θ^*	$\frac{1}{\theta^*}\sum\lambda_j^*$	S_1^-	S_2^-	S_3^-	S_4^-	S_1^+	S_2^+	S_3^+
南京	2007投入2008产出	1.000	1.000							
	2008投入2009产出	0.879	0.877	9.697	0.223		1.400	11.520		
	2009投入2010产出	0.732	0.767	0.597		0.839	6.611			
无锡	2007投入2008产出	1.000	1.000							
	2008投入2009产出	0.757	0.641	4.077		0.687	6.436		5.050	
	2009投入2010产出	1.000	1.000							
常州	2007投入2008产出	1.000	1.000							
	2008投入2009产出	0.685	0.805		0.234	0.776	2.086		0.784	
	2009投入2010产出	0.919	1.036		0.145	0.582	1.161	16.007		0.741
苏州	2007投入2008产出	0.803	0.771	1.402		0.581	6.938		11.862	
	2008投入2009产出	1.000	1.000							
	2009投入2010产出	0.775	1.250	3.398		0.128			24.333	0.287
镇江	2007投入2008产出	0.582	1.046	3.098	0.069				9.016	
	2008投入2009产出	0.780	1.251	4.529		0.467	0.219			0.852
	2009投入2010产出	0.882	0.835	2.097		0.948	3.332		14.009	

表5　各市样本期间效率值的均值

	南京	无锡	常州	苏州	镇江
有效值θ^*三年的平均值	0.870	0.919	0.868	0.859	0.748

表6　镇江市科技投入产出调整结果

	原始数据	调整后数据	调整量
R&D活动人员占科技活动人员比重（%）	53.26	44.88	−8.38
全社会R&D支出占GDP的比例（%）	1.92	1.69	−0.23
政府科技拨款占财政支出的比重（%）	3.06	1.75	−1.31
科技贷款占银行贷款余额的比重（%）	6.63	2.52	−4.11
高新技术产业对工业产值增长的贡献率（%）	63.72	63.72	−
高新技术产业出口额占销售收入比重（%）	9.43	23.44	+14.01
发明专利占专利授权数的比重（%）	6.17	6.17	−

最低的镇江市为例，作出该市投入产出的调整分析如表6所示。

同样的，南京、无锡、常州、苏州均可利用投影定理进行相应的调整。这里不再赘述。

5　结论与建议

（1）人力投入方面。除了常州市以外，另外4个城市都存在一定程度上的人力冗余，其中南京市和镇江市在R&D活动人员配置方面存在明显的不足。苏南五市的高校及研究所众多，且经济发展迅猛居江苏省前列，就业机会相对较多，因此大部分高科技人才都倾向于在苏南五市寻求工作机会，这对苏南五市来说是机遇亦是挑战。在留住人才的同时，应合理安排科研岗位，减少闲置及高重复、低效率的科研人员；建立有效的激励机制，提高科研人员的积极性及工作效率；组织相关的培训或科学前沿技术的探讨，提升科研人员的整体素质。

（2）财力投入方面。苏南五市经济基础雄厚，可以看出政府及全社会都很重视科技的发展，并提供了大量的资金支持。虽然科技财力投入的增加有利于促进科技成果的产生，但也并不是越多越好，要遵循适度的原则。当处于规模收益递减阶段时，如何合理地使用科研资金而不造成浪费才是重中之重。此外，政府应多加给予高新技术企业资金上的支持，引导鼓励企业向创新型发展。

（3）政府既要提供有利的创新政策环境，制定相关政策措施以促进企业加大研发投入以及产学研之间的互动结合，也要起到监管的作用，建立严格规范的监督机制，保证科技资源使用的清晰度，力争资源利用效率最大化。

（4）根据DEA模型分析得出的结果存在不足之处。第一，在选择指标的时候，由于受统计资料和指标个数的限制，现有的指标没有充分反映各市科技投入产出的全貌，导致评价结果可能出现偏差；第二，DEA模型本身存在局限性，各决策单元的有效性是相对的，即至少有一个决策单元是DEA有效，因此在该研究中有效的决策单元在另一个研究中可能会是无效的，相对最优的决策单元存在的问题可能就会被忽略。鉴于此，以上两点不足将作为今后改进的方向。

参考文献

[1] 吴和成,郑垂勇.科技投入产出相对有效性的实证分析[J].科学管理研究,2003,21(3):93−96.

[2] 李博,贾志永,刘晓鹏.我国工业部门科技投入有效性比较研究[J].技术经济与管理研究,2009(4):109−111.

[3] 赵永前.国内外科技投入现状与趋势分析[J].人民论坛,2011(35):134−135.

[4] 韩东林.基于科技进步的区域科技投入比较分析——以苏、浙、沪、皖为例[J].中国科技论坛,2010(3):73−77.

[5] 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].地方经济社会发展研究,2007(5):135−141.

[6] 魏权龄.数据包络分析[J].科学通报,2000,45(17):1793−1808.

[7] 张宝成,王万乐,林卫峰,等.含非阿基米德无穷小量DEA模型的研究综述[J].系统工程学报,2010,25(3):407−414.

[8] 吴和成,刘思峰.基于改进DEA的地域R&D相对效率评价[J].研究与发展管理,2007(2):108−112.

[9] 郑翼.区域创新体系构建中的地方政府行为研究——以江苏为例[D].南京:东南大学,2008.

[10] 江苏省科技情报所.江苏科技年鉴(2008−2011)[M].北京:科学技术文献出版社,2008−2011.

[11] 史修松,赵曙东,吴福象.中国区域创新效率及其空间差异研究[J].数量经济技术经济研究,2009(3):45−55.