

基于 DEA 模型的江苏省各市高新技术产业 R&D 效率评价与对策

杨 林 徐臣午 万 宁

(南京财经大学 工商管理学院, 江苏 南京 210023)

摘要: 进入 21 世纪以来, 高新技术在促进经济发展的因素中所占的比重越来越大, 发展高新技术产业已经成为实施创新驱动战略、推动转型升级的必然选择。本文应用数据包络法对江苏省各市高新技术产业的综合效率、纯技术效率和规模效率进行了评价, 结果发现除了徐州以外其他 12 个市都存在研发效率无效的情况, 苏南五市和苏中、苏北的城市相比表现出效率更低的情况。在此基础上, 本文从四个方面进一步探讨了相应的发展对策。本文的研究结论能够为江苏省各市高新技术产业研发资源配置结构优化和研发效率提升提供积极的启示, 同时也有助于为政府职能部门的相关政策制定提供借鉴依据。

关键词: 高新技术产业; 数据包络法; 研发效率; 研发资源配置

中图分类号: F062.9 文献标识码: A 文章编号: 1672-6049(2015)06-0033-10

一、引言

高新技术企业在改善产业结构与要素配置、促进传统产业技术进步、加快经济发展等方面发挥了重要作用, 已经成为现代经济增长的新动力源泉和国际竞争的重要阵地。R&D(Research & Development)资源配置效率的高低直接影响高新技术企业的竞争力, 对高新技术企业 R&D 活动进行评价是衡量其科技实力和科技发展水平的首选指标, 长期以来一直为世界各国和重要国际组织所普遍重视和研究。迄今为止, 国内学者已经对高技术产业研发效率进行了积极研究和探讨。现有研究根据不同评价方法可划分为两类: 其一是运用 DEA 方法对高技术产业的 R&D 效率进行评价。例如, 吴瑛^[1]以 R&D 经费存量

值代替当年值, 用 DEA 方法对 1995—2004 年我国高技术产业 5 大行业的科技资源配置效率进行测度。官建成、陈凯华^[2]综合利用非径向—非定向基于松弛测度的 SBM—DEA 模型以及临界效率测度 CEM—DEA 模型, 对中国高技术产业 17 个分支产业 2001—2004 年间的技术创新活动的技术效率、纯技术效率、规模效率、规模状态进行了测度。胡象明、李心萌^[3]运用数据包络分析法对 2010 年我国五大高技术产业中的大中型企业的 R&D 效率进行了实证研究。慕良群、王成东和蔡渊渊^[4]基于中国装备制造业的产业特征分析了其 R&D 效率的内生决定因素和外生影响因素, 依据 SFA 方法和 Cobb-Douglas 生产函数构建装备制造业 R&D 效率的评价模型, 利用中国

收稿日期: 2015-09-12

基金项目: 2012 年江苏省社会科学基金项目“江苏科技型企业研发国际化战略与政策机制研究”(12EYA002)、2014 年教育部人文社会科学基金项目“高管团队经验对企业战略突变的影响机制及其效应: 组织微观能力演变视角的研究”(14YJA630081)。

作者简介: 杨林(1973—), 男, 江西宜春人, 南京财经大学工商管理学院教授、硕士生导师, 研究方向为企业战略管理与公司治理; 徐臣午(1990—), 男, 安徽天长人, 南京财经大学工商管理硕士生, 研究方向为企业战略管理; 万宁(1992—), 女, 四川雅安人, 南京财经大学工商管理硕士生, 研究方向为企业战略管理。

装备制造业 2000—2010 年间的研发相关数据对其 R&D 效率进行了实证研究。方大春、张凡^[5]采用基于 DEA—Malmquist 的指数分析方法,分析了我国高新技术产业 2009—2013 年的全要素生产率及其变动来源。其二是运用随机前沿函数对高技术产业的 R&D 效率进行测度。例如,朱有为、徐康宁^[6]利用随机前沿生产函数对我国高技术产业对应的 13 个子行业研发效率进行了测算。邹文杰^[7]运用随机前沿生产函数模型,对福建省四大高技术产业研发效率进行研究。徐俊杰、汪浩瀚^[8]等利用随机前沿函数分析了 2002—2011 年间我国 27 个省市的高新技术产业 R&D 效率。

综上可得,现有文献很少针对江苏省各地级市高新技术产业 R&D 效率进行研究。江苏作为我国经济社会发展格局中具有重要地位的省份,以“创业创新创优”为载体、以“争先领先率先”为动力,经济建设规模和发展速度取得显著成就,但作为刻画发展内涵重要指标的 R&D 活动效率情况并不太明确,因而本文选取高新技术企业作为研究对象,对江苏省各市高新技术产业 R&D 效率进行测算和比较,以及对江苏省三大区域 R&D 效率进行分析,以期对未来研发战略决策提供理论依据和政策建议。

二、江苏省高新技术产业 R&D 活动现状分析

(一) 江苏省高新技术产业 R&D 投入

1. R&D 经费投入情况

近年来,江苏省 R&D 经费投入规模稳步上升。2011 年江苏省高新技术产业 R&D 经费内部支出为 210.74 亿元,比 2010 年增加 75.61 亿元,增长 56%,占全国高新技术产业 R&D 经费内部支出的 14.63%,在全国位居第二。分行业来看,R&D 经费内部支出主要集中在电子及通信设备制造业,占到 50%;航空航天器制造业最低,R&D 经费内部支出只有 1.45 亿元,占比不足 1%。进入 2013 年,江苏省高新技术产业 R&D 经费内部支出达到 279.80 亿元,占全国高新技术产业 R&D 经费内部支出的 13.75%,在全国位居第二。分行业来看,R&D 经费内部支出主要集中在电子及通信设备制造业,占到 52%;航空航天器制造业最低,R&D 经费内部支出只有 5.56 亿元,占比不足 2%。

不过,与国际跨国公司相比,江苏本土企业往

往规模小、利润薄,自我积累能力和速度较低,企业自有资金 R&D 投入强度低,难以支持企业进行国际化的创新活动。2013 年,江苏企业 R&D 经费占主营业务收入的比重为 0.91%,不到发达国家的四分之一,远低于国际上 3% 的门槛值。从外部融资渠道看,金融资本更加偏好成熟行业和大型企业,对新兴领域、初创期企业供给意愿不足,而在国外比较普遍的风险投资等,受金融体制制约尚难已成为主要的创新资金来源(见图 1),江苏 80% 的科技型中小企业存在资金匮乏的情况,融资难度大大位居其发展困难的首位。

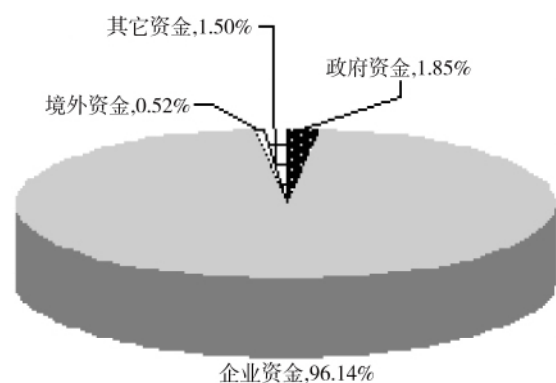


图 1 2013 年江苏大中型企业 R&D 经费来源
资料来源:根据《江苏统计年鉴 2014》数据计算。

2. R&D 活动人员情况

2011 年,江苏省高新技术企业拥有 R&D 人员 94015 人,比 2010 年增加了 20799 人,增长了 23.5%。分行业看,R&D 活动人员主要集中在电子及通信设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、医药制造业,占到高新技术产业企业的 88.3%。进入 2013 年,江苏省高新技术产业企业拥有 R&D 人员 127989 人。分行业看,R&D 活动人员主要集中在电子及通信设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、医药制造业,占到高新技术产业企业的 89%。不过,江苏企业研发人员的整体水平仍然偏低,缺乏专业人才,特别是缺乏懂技术、懂市场、懂管理、懂法律的复合型、国际化人才。2014 年,江苏研发人员为 466.27 千人次,占全国研发人员比重为 13.19%。总体而言,目前江苏高新技术企业尚未形成人才集聚效应,导致高层次人才进不来、留不住,人才问题成为当前制约江苏企业研发创新的最主要因素。

3. 企业设立研发机构情况

企业科技创新活动主要是在企业建立的研

发机构中进行,研发机构对企业提高自主创新能力起着重要的作用。2011年,江苏省高新技术产业企业建有研发机构的有943家,拥有专门从事研发活动的机构为1229个,比2010年增加609个,机构中拥有R&D人员62594人,比2010年增长24.8%。进入2013年,江苏省高新技术产业企业建有研发机构的有2458家,分行业来看,主要集中在电子及通信设备制造业、医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业,占到93%。2014年8月,江苏省科技厅认定94家外资研发机构为第十批省级外资研发机构,省级外资研发机构总数达到780家。目前已有跨国公司、国外大学和研究机构在江苏建立了国际研发中心、系统工程中心、研究开发有限公司、国际技术转移

中心及孵化中心等多种研发创新载体。

(二) 江苏省高新技术产业 R&D 产出

1. 高新技术产值方面

从近5年来看,江苏省高新技术产业产值逐年增加(见图2),年平均增长速度超过20%。其中,在2013年江苏省高新技术产业实现产值51899.10亿元,比上年增长15.23%,占规模以上工业企业总产值的38.54%,比上年提高1.05个百分点;全省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为32000.07亿元,占全省的61.66%;苏中三市高新技术产业产值为11376.94亿元,占全省的21.92%;苏北五市高新技术产业产值为8522.09亿元,占全省的16.42%。

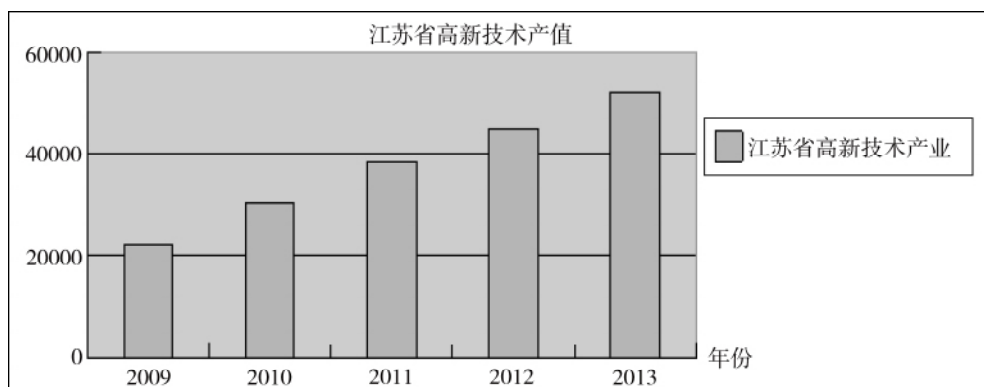


图2 江苏省2009年—2013年高新技术产业产值

2. 专利申请方面

“十二五”以来,江苏全省专利申请量和授权量、企业专利申请量和授权量、发明专利申请量保持全国首位,有效发挥了专利对科技创新、经济发展和社会进步的激励保障作用,为产业转型升级和实现创新驱动发展战略提供了有力支

撑。进一步地,通过《专利合作条约》(PCT)途径提交国际专利申请是企业依靠自主知识产权提升国际核心竞争力的直接体现。PCT国际专利申请量不断攀升(见图3),PCT国际专利为产品打开国际市场,为企业产品参与全球竞争保驾护航。

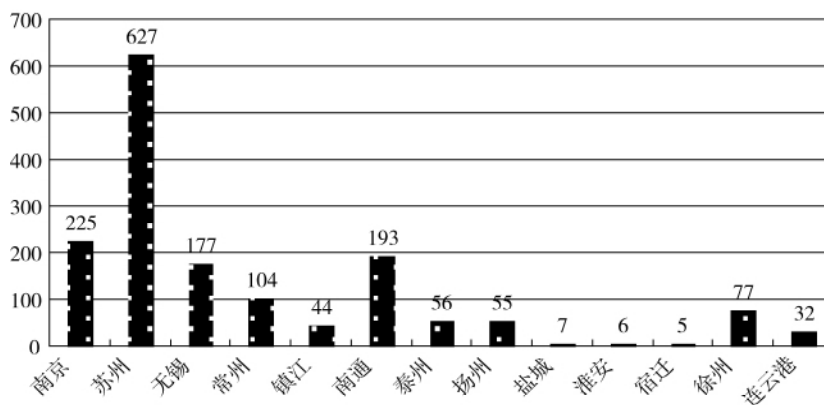


图3 2014年江苏省PCT专利申请分布

3. 自主知识产权方面

改革开放以来,江苏产业结构升级中的一个最重要的特点就是依靠外资流入所带来的先进技术设备,而且多以生产线和最终设备为主,以技术换市场战略的实施,虽然奠定了良好的工业化基础,但自主创新能力没能显著提高,外资企业成为企业创新的重要力量(见图4),导致制造

业核心技术和重大设备的对外技术依存度过高。大部分中小企业技术引进费用远超过研发费用,引进的技术大部分不是最新技术、最高端技术,需要不间断地引进才能维持产业发展,造成过度依赖,关键技术受制于人,企业的原创性成果不多,自主知识产权创造能力明显不足,技术研发、自主创新和系统集成方面依然是短板。

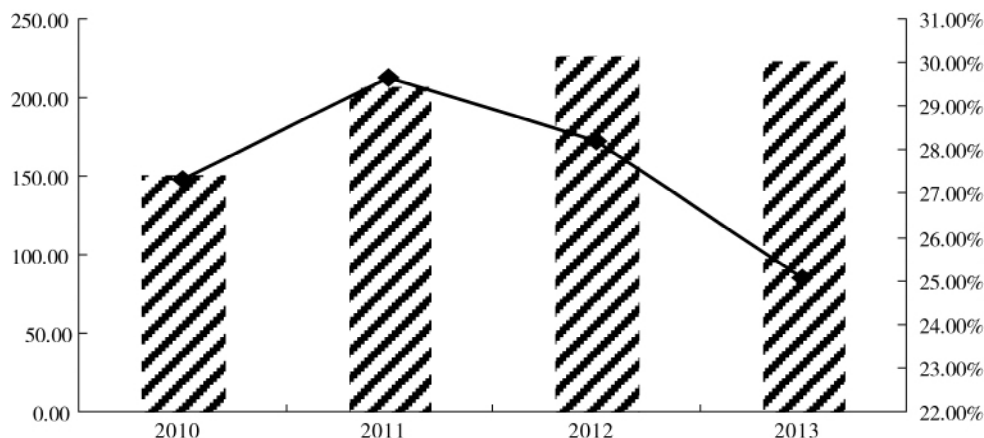


图4 江苏大中型企业 R&D 经费支出中外资企业 R&D 经费支出额及比重

资料来源:根据《江苏统计年鉴 2014》数据计算。

三、江苏省高新技术产业 R&D 效率评价

(一) 评价模型

当前,对于 R&D 效率的研究,学术界采取的方法基本为参数方法和非参数方法,其中参数方法主要为随机前沿生产函数方法(SFA: Stochastic Frontier Analysis),而非参数方法主要为数据包络分析方法(DEA: Data Envelopment Analysis)。前者由 Aigner、Lovell、Schmidt 和 Meeuser、Vanden Broeck 同时在 1977 年提出,主要是通过事先设定一个投入产出函数,再采用相应的计量方法估计出各个参数,进而得到投入产出效率。随机前沿生产函数法是参数方法中最常用的一种,能够处理多投入变量,但是对于产出变量,仅局限于单一指标。而数据包络分析方法是美国运筹学家 A. Charnes 和 W. W. Cooper 等人于 1978 年首先提出的,是以相对效率概念为基础,对同类多指标投入、多指标产出经济系统的相对有效性进行评价的一种方法。该方法不必确定输入、输出之间关系的显性表达式,排除了很多主观因素的影响,从而具有很强的客观性。DEA 方法特别适用于评价具有多个输入与输出的复杂系统^[9]。

对于 DEA 模型而言,其中 CCR 和 BCC 模型

是两个最重要和最常用的模型。CCR 模型有个假定是规模报酬不变,而 BCC 模型改变了这个假定。综合考虑各方面因素,本文采用以产出为导向的 BCC 模型作为研发效率评价模型,其原因主要包括:对于高新技术产业这种附加值高的产业群而言,往往不会表现出规模报酬不变;从目前和长远发展而言,江苏省各市在考虑效益时更多地会想办法提高产出水平,而不是减少投入。产出导向型 BCC 模型^[10]表述如下:

包络形式 乘子形式

$$\begin{aligned}
 (BCC_0) \max \eta_B \quad & (BBC_0) \min z = vx_0 - v_0 \\
 \text{Subject to } x_0 - x_\lambda & \geq 0 \quad \text{subject to } uy_0 = 1 \\
 \eta_B y_0 - Y\lambda & \quad 0 \quad -vX + uY - v_0 e \geq 0 \\
 e\lambda = 1 \quad \lambda & \geq 0 \quad v_0 \text{ 任意 } \nu \geq 0 \quad \mu \geq 0
 \end{aligned}$$

上图中是互为对偶的两种等价形式,在包络形式中,按上述形式可解得 η_B 的最优值 η_B^* ,然后再作如下线性规划:

$$\begin{aligned}
 \max w & = es^- + es^+ \\
 \text{Subject to} & \\
 s^- & = x_0 - X\lambda \\
 s^+ & = \eta_B^* y_0 - Y\lambda \\
 e\lambda & = 1
 \end{aligned}$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

如果解满足 $\eta_B^* = 1, s^- = 0, s^+ = 0$, 则称为 BCC 有效, 否则称为 BCC 无效。

(二) 指标与数据

科学地选取投入和产出指标对 R&D 效率的测量具有重要意义, 也会对后续的恰当分析起到关键影响。刘顺忠、官建成^[11] 分别以 R&D 经费支出、R&D 科学家与工程师数量和发明专利授权量、新产品产值等作为投入产出指标, 对 1998 年我国各地研发效率进行了计算, 并在此基础上对各系统的研发效率进行了评价, 如云南、贵州等落后地区研发绩效普遍较好, 这主要是由于资金人才匮乏, 导致投入产出均较低, 致使其产出位于生产前沿面上的结果。池仁勇、虞晓芬、李卫平^[12] 基于投入指标—R&D 投入经费强度、R&D 人员投入强度、工业总资产, 以及产出指标—区域产品出口额、新产品产值、名优产品指数、全员劳动生产率、高新技术产业增加值的基础上, 利用 DEA 模型度量了我国各省(市、自治区)的相对效率, 结果表明, 我国东中西部研发效率存在较大差异, 呈现出东高西低的分布特点。归纳起来, 现有研究对研发活动投入指标的选取主

要集中在 R&D 经费和 R&D 人员上, 考虑到江苏省高新技术产业研发系统的特性及相关统计数据的可获得性, 本文采用高新技术产业产值(亿元)、高新技术销售收入(亿元)和高新技术产业利润(亿元)作为研发产出水平的衡量指标。

由于江苏省各地级市统计口径的差异性, 同时根据 2012 年江苏省高新技术产业统计分类目录的相关分类, 本文研究的高新技术产业集中在医药制造业、通用设备制造业、专用设备制造业、电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其它电子设备制造业、仪器仪表及文化、办公用机械制造业、铁路、船舶、航空航天和其它运输设备制造业。在数据的采集上, 主要是来自各市的统计年鉴, 方法是将涉及高新技术各行业数据进行加总而成。同时, 由于个别城市(如宿迁、淮安) R&D 人员数据的获取存在困难, 我们采取了近似的方法, 即采用加总得到的各市高新技术产业从业人数与企业 R&D 人员占职工人数的比重相乘得到, 其中企业 R&D 人员占职工人数比重的数据来源于江苏科技统计网站 (http://www.jssts.com/Category_30/index.aspx)。经过整理计算后得出指标结果, 如表 1 所示。

表 1 江苏省各地级市高新技术产业 R&D 投入产出数据情况

	R&D 人员(人)			R&D 经费支出(亿元)			高新技术产业产值(亿元)				高新技术产业销售收入(亿元)				高新技术企业利润总额(亿元)			
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
南京市	14326	14082	16721	25.51	29.72	45.79	2054.67	2601.39	3515.96	3993.56	2029.28	2603.18	3551.16	3940.42	118.29	167.85	194.73	282.78
无锡市	26282	22023	26256	40.39	49.61	61.31	3867.11	4763.24	5448.47	5731.96	3774.97	4724.56	5473.75	5612.35	271.34	355.46	378.43	378.05
徐州市	3061	3309	4458	3.85	4.95	8.06	916.70	1389.89	1937.96	2612.26	915.82	1388.10	1951.59	2593.30	85.01	118.12	161.30	219.41
常州市	16183	16313	—	51.50	67.80	81.20	2099.18	2792.39	3143.77	3627.64	2054.16	2726.80	3095.65	3592.14	132.83	199.31	220.12	213.02
苏州市	35689	43895	48985	69.08	80.76	114.96	10355.09	12800.13	14794.92	15522.79	10164.97	12741.49	14687.73	15530.84	576.84	817.50	764.18	739.41
南通市	6798	7475	6517	13.29	18.85	17.79	1847.42	2323.03	1990.31	3917.33	1796.58	2298.77	1934.06	3804.78	129.87	190.57	175.56	322.03
连云港市	1781	3400	4746	—	7.46	9.50	261.57	403.19	580.67	626.59	255.60	389.69	565.03	601.16	31.49	46.71	52.72	77.32
淮安市	1994	—	—	2.34	3.10	7.37	463.18	695.68	1248.58	—	450.34	645.57	1248.40	—	21.21	32.06	43.47	—
盐城市	3380	3327	4960	3.39	4.92	8.53	799.71	1083.83	1152.30	1507.00	788.50	1069.00	1136.89	1506.22	38.89	62.96	78.15	106.10
扬州市	5739	5642	5581	10.44	13.57	19.19	1563.67	2183.32	2757.20	2908.07	1490.95	2087.32	2629.10	2771.46	58.64	131.77	185.19	210.38
镇江市	5770	9522	10740	7.38	17.85	18.98	933.12	1305.22	1780.35	2397.86	878.52	1252.01	1703.65	2333.47	48.80	73.16	103.77	143.05
泰州市	5320	8045	7672	9.86	20.64	24.81	1411.67	1893.93	2239.28	3550.93	1351.02	1824.68	2185.51	3430.39	86.64	106.27	109.85	292.95
宿迁市	620	979	751	0.46	0.72	1.07	80.53	126.29	170.53	297.12	77.30	121.43	167.73	285.06	7.94	11.04	17.46	25.62
苏中	17857	21162	19770	33.59	53.06	61.79	4822.76	6400.28	6986.79	10376.33	4638.55	6210.77	6748.67	10006.63	275.15	428.61	470.60	825.36
苏南	98250	105835	—	193.86	245.74	322.24	19309.17	24262.37	28683.47	31273.81	18901.90	24048.04	28511.94	31009.22	1148.10	1613.28	1661.23	1756.31
苏北	10836	—	—	—	21.15	34.53	2521.69	3698.88	5090.04	—	2487.56	3613.79	5069.64	—	184.54	270.89	353.10	—

注: 数据根据江苏省 2010 年—2013 年各市统计年鉴和江苏省科技统计网站整理计算得到。

(三) 评价结果及其分析

本文使用 DEAP2.1 作为计算工具。该软件提供了两种不同的计算模型: 一种是不考虑规模收益的 CRS 模型, 另一种是考虑规模收益的 VRS 模型。本文鉴于对江苏省各市高新技术产业进行规模收益分析的需要, 所以采取第二种模型, 即 VRS 模型。

在对工业企业 R&D 效率的研究过程中, 一些学者指出 R&D 投入并不能在投入的当年就呈

现效果, 而是具有明显的滞后性, 一般约有一至两年的滞后期。为了更好地对江苏省各市高新技术产业 R&D 效率进行评价, 本文将对各市进行滞后 1 年至 3 年的结果分析。首先, 对高新技术产业 R&D 效率进行滞后 1 年的分析, 然后对滞后 2 年和 3 年的情况与滞后 1 年的情况进行比较分析。

1. 滞后 1 年的情况分析

通过使用 DEAP2.1 软件的分析, 所得结果

如表 2 所示。在这三种滞后 1 年的情况下,本文以投入是 2009 年、产出是 2010 年为代表进行分析,然后与其它两种滞后 1 年的情况进行比较分析。

(1) 综合效率分析

在表 2 中,江苏省 13 个地级市和 3 个江苏省划分的区域作为 DEA 分析的 16 个决策单元 (Decision Making Units, 简称 DMU), Crste 栏中表示这 16 个决策单元的高新技术产业 R&D 活动综合效率,表示在不考虑企业规模效应情况下的技术效率。苏中、苏南的 R&D 活动综合效率均没有达到有效值,整体水平不高,其中作为经济发达的苏南地区表现出综合效率更低的情况,存在很大的提升空间。具体而言,首先可以看到徐州市综合效率均为 1,说明徐州市高新技术产业 R&D 活动综合有效,即与其它城市相比,这些城市的高新技术产业 R&D 活动效率相对较高。

其次,江苏省其它的 11 个城市高新技术产业 R&D 综合效率均没有达到有效值 1 (连云港因缺少数据无法得到研发效率值),说明这些城市均存在高新技术产业研发低效率问题。

最后,在江苏省所有未达到综合有效的城市中,南京、无锡、常州、镇江均低于 0.5,最低的是常州 0.380。进一步对比各城市投入产出数据可以看出,南京、无锡和常州各项投入分别位居江苏省第二、三、四名,但是均未达到理想产出水

平。从边际收益递减规律中可以知道,在企业生产过程中,各要素按照合理的比例投入生产才能使产出最大化。企业 R&D 活动是一项多投入产出的过程,人员与资金投入越多产出并非就会越多,如果超过一定界限,不仅不会带来更多产出,还可能会由于人员和资金等要素的过多拥挤、闲置以及管理不善等原因导致低效率。

(2) 纯技术效率、规模效率与规模收益分析

在分析综合效率之后需要对其分解,进一步分析各决策单元纯技术效率与规模效率,以探寻深层次原因。纯技术有效是指在给定投入下,产出已经达到最大值,不能再通过投入要素规模、结构以及管理水平的改善来增加产出;而规模有效是指生产规模此时既不偏大也不偏小,处于规模收益不变。由表中 Vrste、Scale 与规模收益情况可以看出,决策单元纯技术效率、规模效率与规模收益情况从整体上看有四种情形:

其一,纯技术效率与规模效率均有效,且规模收益不变。徐州高新技术产业 R&D 活动符合这种情形,说明徐州高新技术产业对于 R&D 资源配置比较合理,要素投入比例及规模大小适当,能够享受由规模效率带来的全部收益,并且在增加投入或产出的情况下规模收益不变。对于徐州而言,可以在保持要素投入比例不变的情况下稳步加大投入规模,以获得长期稳定的增长。

表 2 滞后 1 年的高新技术产业 R&D 效率

投入是 2009 年 产出是 2010 年	效率			投入是 2010 年 产出是 2011 年	效率			投入是 2011 年 产出是 2012 年	效率		
市名	crste	vrste	scale	市名	crste	vrste	scale	市名	crste	vrste	scale
南京市	0.401	0.492	0.814	南京市	0.299	0.550	0.544	南京市	0.353	0.505	0.699
无锡市	0.399	0.602	0.663	无锡市	0.287	0.689	0.417	无锡市	0.343	0.565	0.607
徐州市	1	1	1	徐州市	1	1	1	徐州市	1	1	1
常州市	0.38	0.499	0.761	常州市	0.147	0.397	0.371	常州市	无		
苏州市	0.79	1	0.79	苏州市	0.459	1	0.459	苏州市	0.500	1	0.500
南通市	0.753	0.961	0.783	南通市	0.357	0.539	0.662	南通市	0.911	1	0.911
连云港市				连云港市	0.257	0.276	0.930	连云港市	0.324	0.330	0.981
淮安市	0.781	0.834	0.937	淮安市	无			淮安市	无		
盐城市	0.744	0.748	0.994	盐城市	0.593	0.598	0.991	盐城市	0.549	0.567	0.969
扬州市	0.838	0.938	0.893	扬州市	0.530	0.763	0.694	扬州市	0.700	0.751	0.932
镇江市	0.498	0.568	0.877	镇江市	0.251	0.400	0.627	镇江市	0.39	0.572	0.681
泰州市	0.784	0.869	0.902	泰州市	0.272	0.449	0.605	泰州市	0.670	0.766	0.874
宿迁市	0.535	1	0.535	宿迁市	0.744	1	0.7404	宿迁市	0.880	1	0.880
苏中	0.789	0.985	0.802	苏中	0.349	0.835	0.418	苏中	0.740	1	0.740
苏南	0.544	1	0.544	苏南	0.294	1	0.294	苏南	无		
苏北		无		苏北	无			苏北	无		

注: Crste、Vrste 和 Scale 分别表示综合效率、纯技术效率和规模效率,irs/drs 表示 DMU 规模收益情况,irs 表示规模递增,drs 表示规模递减,- 表示规模不变。

其二,纯技术效率与规模效率均无效,且规模收益递增。淮安、盐城二市符合这种情况,说明这两个城市不仅在资源要素整合、研发人员能力以及经营管理方面存在问题,同时在资源要素投入规模上也存在一定缺陷。另外,这两所城市现在正处在规模收益递增阶段,虽然在要素投入比例与规模方面均存在问题,但是仍能够获取一定规模收益所带来的好处。企业需要做的是优化资源配置,减少不必要的投入,同时充分引进高水平研发人员来代替低水平研发人员,提升资源利用效率。

其三,纯技术效率与规模效率均无效,且规模收益递减。南京、无锡、常州、南通、扬州、镇江、泰州7市符合这种情况,与盐城、淮安一样,这些城市高新技术产业同样存在要素投入比例与规模方面的问题,需要进行调整。但不同的是,这7市目前正处在规模收益递减阶段,因此这些城市不仅不能通过技术因素来获得相应收益,而且还会因规模收益递减而不能享受到规模带来的好处。对于这些城市高新技术产业企业而言,除了要将工作重点放在提升经营管理水平、R&D人员能力和资源利用效率,调节和改善要素投入比例和规模,减少不必要的要素投入等方面外,还应该认识到,解决这些问题需要一个长期调整和改善的过程。

其四,纯技术效率有效,规模效率无效。苏

州市符合这种情况,这说明苏州高新技术产业规模不经济。

2. 滞后2年和3年的情况分析

在其它两种滞后1年情况下的分析结果与投入是2009年、产出是2010年的情况大致相同,即徐州纯技术效率与规模效率均有效,南京、无锡、常州、南通、扬州、镇江、泰州7市纯技术效率与规模效率均无效且规模收益递减,苏州纯技术效率有效、规模效率无效,同时连云港在这两种数据齐全的情况下得到其结果,即连云港高新技术产业R&D综合效率和技术效率偏低,规模效率接近于1,这说明了连云港高新技术产业R&D综合效率低下的原因主要是技术效率偏低。

3. 稳健性分析

为了提高江苏省各地级市高新技术产业R&D效率结果的稳健性,本文进行了产出指标与投入指标滞后2年和3年的拓展分析,结果如表3所示。

由表3结果可知,在滞后2年和3年情况的结果中,大体情况和滞后1年的情况相同:徐州研发效率达到最优,其它城市效率均未达到最优状态。

南京、无锡、常州、南通、扬州、镇江、泰州7所城市纯技术效率与规模效率均无效且规模收益递减,苏州纯技术效率有效、规模效率无效。

表3 滞后2年和3年的各市高新技术产业研发效率

投入是2009年 产出是2011年				投入是2010年 产出是2012年				投入是2009年 产出是2012年			
效率				效率				效率			
市名	crste	vrste	scale	市名	crste	vrste	scale	市名	crste	vrste	scale
南京市	0.389	0.553	0.703	南京市	0.359	0.600	0.599	南京市	0.327	0.493	0.663
无锡市	0.327	0.629	0.520	无锡市	0.330	0.579	0.569	无锡市	0.256	0.507	0.504
徐州市	1	1	1	徐州市	1	1	1	徐州市	1	1	1
常州市	0.307	0.497	0.617	常州市	0.282	0.449	0.627	常州市	0.263	0.392	0.670
苏州市	0.655	1	0.655	苏州市	0.451	1	0.451	苏州市	0.514	1	0.514
南通市	0.490	0.693	0.708	南通市	0.664	0.893	0.744	南通市	0.675	0.865	0.781
连云港市	无			连云港市	0.343	0.348	0.987	连云港市	无		
淮安市	1	1	1	淮安市	无			淮安市	无		
盐城市	0.567	0.568	0.999	盐城市	0.585	0.585	1	盐城市	0.599	0.64	0.937
扬州市	0.759	0.912	0.832	扬州市	0.653	0.802	0.814	扬州市	0.594	0.724	0.820
镇江市	0.487	0.586	0.831	镇江市	0.319	0.503	0.635	镇江市	0.487	0.679	0.718
泰州市	0.665	0.785	0.847	泰州市	0.559	0.771	0.726	泰州市	0.782	0.939	0.833
宿迁市	0.634	1	0.634	宿迁市	0.803	1	0.803	宿迁市	0.740	1	0.740
苏中	0.618	1	0.618	苏中	0.621	1	0.621	苏中	0.681	1	0.681
苏南	0.461	1	0.461	苏南	0.374	1	0.374	苏南	0.373	1	0.373
苏北	无			苏北	无			苏北	无		

4. 总结分析

在对滞后 1 年至 3 年情况的分析结果中,我们可以总结出根据江苏省 13 个地级市划分出的 3 个区域的高新技术产业 R&D 效率状况如下:南京研发综合效率偏低,其值低于 0.5,这是由于低纯技术效率和低规模效率共同造成的,规模报酬递减;无锡表现出和南京类似的情况,效率不高;徐州研发综合效率达到有效值 1,说明徐州高新技术产业 R&D 效率高;常州研发综合效率偏低,低于 0.5,其中纯技术效率值比规模效率值更低,说明纯技术效率在常州低研发综合效率中起到了更加不良的作用,规模报酬递减;苏州研发综合效率值基本在 0.5~0.8 之间,说明其研发效率不是很高,究其原因是规模效率的低下造成的,因为纯技术效率值为有效值 1;南通研发综合效率不是很高,规模报酬递减;连云港研发综合效率偏低,主要是由于更低的纯技术效率造成的;由于淮安数据的不易获得,我们只是在投入是 2009 年、产出是 2010 年和投入是 2009 年、产出是 2011 年两种情况下进行了分析,这就可能造成对淮安 R&D 效率的非客观解读,这也是本文遗憾的地方,就在这两种情况下,我们得到的一种情况是淮安的三种效率虽未达到最优,但其值都是在 0.7 以上,另一种情况三种效率达到最优,这就说明了 2009 年的投入在 2011 年得到有效的产出;盐城较高的规模效率和中等的纯技术效率最终使得盐城的研发综合效率不是很高,其规模报酬递减;扬州规模效率和纯技术效率都达到了中等以上的水平,这就使得扬州综合研发效率值在 0.8 左右,其规模报酬递减;镇江的综合研发效率值在 0.5 左右,达到中等水平;泰州和扬州的情况相同;宿迁的研发综合效率值在 0.7 左右,未达到最优主要是由于宿迁的规模效率不高决定的,宿迁呈现规模报酬递增的情况;苏中、苏南的研发综合效率均未达到最优状态,相比而言苏中的研发综合效率比苏南更高一点,同时不同的滞后年份中,两个区域在纯技术效率方面均达到了有效值 1;由于淮安、连云港在个别年份数据的缺失,这就使得包含淮安、连云港在内的苏北区域无法得到相关分析结果,这也是本文的一大不足之处,这就使得其无法和苏南、苏中进行整体比较。

四、研究结论与建议

本文基于 DEA 评价模型,采用以产出为导向的 BBC 模型分析了江苏省各地级市高新技术产业的 R&D 效率,研究发现部分省市在研发效率方面存在不足,而且存在较为明显的区域发展不均衡情形。为进一步提升江苏省各市高新技术产业 R&D 效率,增强江苏高新技术产业的持续竞争优势,未来有必要从以下几个方面加强思考和实践。

(一) 进一步建立健全江苏高新技术企业技术创新机制

尽管相较于国内其它省份,江苏省的科技水平处于领先地位,但与发达国家的差距仍然较明显,科技成果尚未有效转化为竞争优势,其重要原因是科技与经济存在脱节情形。要从根本上解决这一问题,必须建立起适应高新技术产业(企业)自身发展规律的新型科技体制机制。在这方面,可以借鉴深圳市的先进发展经验。深圳经过多年的科技创新建设,实现了“三个 90%”——90%的科研机构在企业,90%的科研经费由企业出,90%以上的科研人才集中在企业,同时始终围绕企业生产成本、产品质量、市场需求开展科研工作,这不仅避免了科技体制和经济体制脱节的问题,而且加速了科技成果转化为现实生产力的进程。因而需要进一步确立企业技术创新的主体地位,形成和健全企业技术创新机制。为此,江苏必须创建一批外向度高的高新技术企业,积极参与国际分工,在企业的发展上实行倾斜政策而非平衡政策,重点发展高技术含量的产品出口;以国际市场为目标,充分发挥比较优势,以高新技术参与国际市场的竞争。

(二) 加大研发经费的投入力度,优化研发经费的分配结构

由前文分析可知,目前江苏高新技术产业整体上存在 R&D 经费强度不足, R&D 经费分配结构失衡等问题,因而未来需要加大研发经费的投入力度,同时优化研发经费的分配结构。在具体操作上,其一,通过多渠道多方式,直接加大研发经费的投入力度。例如,美国政府一直重视对高新技术研发的投入和支持,其中二战以后和 20 世纪 70 年代,先后出现了科研资金增长的两次高潮,美国以其雄厚的财力为基础,大量拨款用于科学研究,同时鼓励企业对科学研究的投入。

德国政府为支持高新技术产业发展,每年政府的投入大约占了总研发经费的三分之一,如从2005年开始,联邦和各州政府先后共投资19亿欧元,鼓励德国最优秀的科研机构进行科研创新。联邦科技部还与德国洪堡基金会联合设立沃尔夫冈-保尔奖和索菲亚-克瓦雷斯卡亚奖,其中沃尔夫冈-保尔奖最高奖金比诺贝尔奖金多出一倍。其二,通过经济杠杆进行调节,间接加大研发经费投入,包括在财政上给予研发以税收减免和税收优惠。例如,为了在高新技术方面赶上西方发达国家,从20世纪70年代开始日本政府对大型国家研究与开发给予补贴;实行税收减免和加速折旧政策,对政府鼓励的产业第一年可折旧50%;韩国也采用税收和金融手段优先支持企业的研究和开发活动。其三,在科研开发中实现有限资金的科学合理配置。美国科研经费的资源配置非常稳定,从20世纪60年代到90年代,其基础研究、应用研究和实验发展的经费一直稳定在12%—15%、21%—24%、61%—67%的范围。美国在高科技领域的领先地位证明这样的配置是合理高效的。

(三) 加速推进产学研结合,促进科技成果转化效率效益

针对高新技术产业 R&D 所存在的问题,江苏需要加速推进产学研合作步伐,构建科技成果转化平台,促进科技成果转化效率效益。在具体操作策略上,其一,制定完善科技计划,引导产学研合作发展。引导产学研合作发展推动产学研合作顺利进行的有效措施之一就是合理制定科技计划。例如,从20世纪70年代开始,由美国国家科学基金规划和资助的“大学-工业合作研究中心”(UICRC)、“工程研究中心”(ERC)和“科学技术中心”(STC)相继成立,体现了美国政府重建大学和工业伙伴关系的新构想。其二,运用政府采购政策,积极支持科技型企业发展。美国实施的政府采购政策措施激励了高新技术成果的转化,促进高新技术的产业化,对新兴产业的发展起到了举足轻重的作用。美国西部硅谷地区和东部128公路沿线高新技术产业群的快速发展就是典型的例证。航空航天、信息产业领域中的一批国际先进制造业巨头如国际商业机器公司(IBM)、惠普、波音等的快速发展得益于美国政府的扶植性采购。

(四) 建立多元投资主体的风险投资金融资本体系

据有关资料统计,目前全球用于高技术研究及开发的基金已有数千亿美元,这些风险投资基金正支撑和推动着高新技术创新及其产业化发展。事实上,世界上许多高新技术企业,如苹果、IBM、英特尔等公司,都是在风险投资基金的推动下成长为世界大型企业的,因而通过各种途径即政府资助、个人投资、银行贷款、企业投资、利用外资等各种渠道,建立起多元投资主体的风险投资金融资本体系,是各国家尤其是发展中国家的当务之急。把金融资本与企业、研发机构和高校结合起来,则成为当代技术创新及其产业化发展的基本特征和必然趋势。在此方面,美国是极好的案例,目前美国共有4000多家风险投资机构,每年为数千家科技型企业提供数百亿美元的资金支持。由风险资本产生的专利数量比等量的传统公司的研发所产生的专利多5倍。风险投资在美国发展得很好,这与美国政府的政策是息息相关的。首先,美国政府允许养老金和退休基金可以部分地投入风险市场,增加了风险资本的供应渠道。其次,美国政府通过调低长期资本收益率来促进资本投入风险资本市场。再次,美国政府还通过提供信息服务、信用担保、政府定货、放宽行政管理等措施来促进风险资本投资于高新技术产业。另外,政府还提供风险投资基金,鼓励跨国公司研发机构的雇员及其他人员建立企业,有利于跨国公司开发技能或技术。在这方面,江苏省应向美国学习,加强宏观调控与引导,包括建立和完善多层次资本市场体系,建立风险投资的法律环境,建立由财政、银行、保险、科技开发、成果推广部门以及吸收企业资金、接纳捐赠而联合形成的跨行业、跨地区的股份制的风险投资公司等。

参考文献:

- [1] 吴瑛, 杨宏进. 基于 R&D 存量的高技术产业科技资源配置效率 DEA 度量模型[J]. 科学学与科学技术管理, 2006(9): 28-32.
- [2] 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(10): 19-33.
- [3] 胡象明, 李心萌. 基于 DEA 模型的中国高技术产业

- 大中型工业企业 R&D 效率的实证研究[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版) 2012(3):35-38.
- [4] 暴良群, 王成东, 蔡渊渊. 中国装备制造业 R&D 效率评价及其影响因素研究[J]. 研究与发展管理 2014, 26(1):111-118.
- [5] 方大春, 张凡. 中国高新技术产业效率差异实证研究——基于 DEA—Malmquist 分析[J]. 石家庄经济学院学报 2015, 38(2):1-7.
- [6] 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.
- [7] 邹文杰. 基于随机前沿生产函数的福建省高技术产业研发效率研究[J]. 福建师范大学学报(社会科学版) 2012(6):38-42, 48.
- [8] 徐俊杰, 汪浩瀚. 我国高技术产业 R&D 效率的随机前沿函数分析——基于 2002—2011 年 27 个省市面板数据[J]. 科技与管理 2014, 16(5):65-70.
- [9] 魏权龄. 评价相对效率的有效方法[M]. 北京: 人民出版社, 1998:6-131.
- [10] 罗亚非, 杨实君. 基于 DEA 方法的部分省市研发国际化效率评价[J]. 科技进步与对策 2009, 26(1):115-117.
- [11] 刘顺忠, 官建成. 区域创新系统创新绩效评价[J]. 中国管理科学 2002, 10(1):75-78.
- [12] 池仁勇, 虞晓芬, 李正卫. 我国东西部地区技术创新效率差异及其原因分析[J]. 中国软科学 2004(8):128-132.
- (责任编辑: 黄明晴)

The Efficiency Evaluation and its Countermeasures of High and New Technological Industries R&D in Different Distributes of Jiangsu Province Based on DEA Model

Yang Lin , Xu Chenwu , Wan Ning

(School of Business Administration , Nanjing University of Finance and Economics , Nanjing 210023 , China)

Abstract: Since high and new technology has become one of the most important factors of the Chinese economic development in the 21st century , it will increasingly be an inevitable choice for implementing innovation-driven strategy and promoting the transformation and upgrading industrial structures by developing hi-tech industry. This study , adopting the data envelopment analysis (DEA) , evaluates the comprehensive efficiency , pure technical efficiency and scale efficiency of high and new technology in different distributes of Jiangsu Province. The analysis results indicate that , except for Xuzhou city , all of the other 12 cities of Jiangsu province have the phenomenon of invalid R&D , and specially the five cities of the south Jiangsu province (including Nanjing , Suzhou , Wuxi , Changzhou , Taizhou) and the cities of Northern Jiangsu province show lower efficiency. Furthermore , the study explores the corresponding development countermeasure from four aspects. The findings of this study can provide positive enlightenments for the optimization of R&D resource allocation and the improvement of R&D efficiency , and it also provides the references for the related government functional departments' policy-making.

Key words: high and new technological industry; DEA; R&D efficiency; R&D resource allocation