

江苏科技企业孵化器运营效率研究¹

赵天燕，郭文

【摘要】：运用网络 SBM 模型评价了区域科技企业孵化器的运营效率，利用拓展的四阶段网络 SBM 模型将其分解为运营管理效率和运营环境效率，采用回归分析方法检验了江苏省各市科技企业孵化器运营效率的运营环境影响因素。结果表明：2010~2014 年江苏省科技企业孵化器的运营效率仅为 0.5292，主要原因在于孵化器对孵化基金的利用能力较弱；整体运营环境效率均值为 0.6350，即外部运营环境对整体运营效率具有负面影响；除无锡市外，其它各市均在运营管理水平或运营环境建设方面存在劣势；经济发展水平、基础建设水平和科技水平都对区域科技企业孵化器运营效率具有显著的正向影响，各市应注重科技企业孵化器外部运营环境的改善来进一步推动其运营效率的提升。

【关键词】：科技企业孵化器、运营管理效率、运营环境效率、四阶段网络 SBM

赵天燕，首都经济贸易大学会计学院副教授 100026

郭文，南京财经大学会计学院讲师，通讯作者 210046

科技企业孵化器是以促进科技成果转化、培养高新技术企业为宗旨的科技创新服务机构。自 1987 年我国第一个科技企业孵化器成立以来，30 多年的迅猛发展使科技企业孵化器已经成为我国推进企业自主创新的重要载体^[1]。江苏省是我国经济发达地区，相当重视区域科技企业孵化器的创立和发展。根据科学技术部火炬高技术产业开发中心发布的统计资料，截止到 2016 年底，江苏省共有科技企业孵化器 582 家，国家级科技企业孵化器 136 家，分别占全国总数的 17.86%和 15.76%；科技企业孵化器孵化面积 3006 万平方米，占全国孵化器总孵化面积的 28.01%；在孵企业 30092 家，占比 22.58%，累计毕业企业 13401 家，占比 1494%。可见，江苏省科技企业孵化器的发展现状一定程度上反映了我国科技企业孵化器发展的实际情况，研究江苏省各市科技企业孵化器的运营效率、发展趋势及其影响因素，对促进我国科技企业孵化器整体运营效率的提升和发展具有重要的指导意义。

一、文献综述

近年来，随着科技企业孵化器发展的日益成熟，科技企业孵化器的运营效果也越来越受到学术界的重视。Rice M P 建议采用“毕业率”作为科技企业孵化器运营效果的评价指标，通过实证分析认为基础设施建设、人力资源培训、网络资源共享是科技企业孵化器运营效果的重要影响因素^[1]。Sung 运用“线性模型”和“非线性模型”，以创业企业的成功率为指标分析了韩国 7 家科技企业孵化器的运营效果，他认为影响科技企业孵化器运营效果的主要因素包括孵化器场地的成本、孵化器的管理水平以及高校和科研单位的支持等^[2]。Chan K F and Lau T 从资源聚集与共享、网络咨询服务优势、资金补贴规模优势等 9 个方面构建了一个科技企业孵化器运营效果评价的理论框架^[3]。刘宁晖以入孵企业毕业率、人均科技成果转化、创业环境、引进海归人员数、在孵企业收入增长率、社会贡献等六项指标作为科技企业孵化器的绩效评价，运用灰色系统理论方法评价了南京 5 家孵化器的运营绩效，为科技企业孵化器运营绩效的评价提供了一个新的视野^[4]。徐菱涓等从超产权理论、委托—代理理论、资源依赖理论、利益相关者理论和顾客满意度理论等方面深入分析了科技企业孵化器绩效评价的理论基础以及可借鉴的方法^[5]。Michael S and Maximilian G、Hanadi A, Holger S 认为单一的评价指标无法同时衡量科技企业孵化器短期、中期和长期的运

¹本文为江苏高校哲学社会科学研究基金（2017SJB0243）、全国统计科学研究重点项目（2016LZ36）阶段性成果。

²[1]林德昌、陆强、王红卫：《企业对孵化器服务需求的实证研究及其对服务创新的启示》，〔上海〕《研究与发展管理》2011 年第 1 期。

营绩效,前者构建了 MMDR 评价模型,后者则开发了 SMEDI 和 BSEDI 研究工具,从多维视角实现科技企业孵化器绩效的评估^{[6][7]}。

上述文献从不同的视角研究了科技企业孵化器运营效果的度量和评价问题,然而殷群等认为,上述文献采用的方法存在评价指标单一或指标主观性较强的缺陷,建议采用 DEA 方法对科技企业孵化器运营效果进行客观公正的评价^[8]。张娇等首先利用 DEA 方法评价了 180 家国家级科技企业孵化器的效率,然后将其分为全能高效型、规模低效型、配置低效型和持续改进型四类,并为其分别制定了相匹配的发展策略^[9]。代碧波等运用 DEA 方法,将科技企业孵化器运营效率分解为纯技术效率和规模效率两个方面,深入分析了导致科技企业孵化器无效率的主要原因,认为孵化器的孵化能力和经济效益的提升是提高科技企业孵化器运营效率的重要途径^[1]。陈洪转等运用 DEA 方法实证分析了我国高新技术产业园区的运营效率,认为目前我国西部地区高新技术产业园区在人员投入、资金投入等方面存在严重不足,而东部发达地区刚好相反,政府部门在考虑各省高新技术产业园区资源投入和政策支持方面应充分重视区域的差异性^[2]。

已有文献验证了 DEA 方法在科技企业孵化器运营效率评价研究中的有效性,然而,上述研究还存在以下问题:(1)传统的 DEA 方法并未为生产系统解决“黑箱”的问题,也未对科技企业孵化器的运营过程进行分解,使运营效率评价偏离了科技企业孵化器的实际运营过程;(2)已有的研究文献大多研究的是单个科技企业孵化器的运营效果,对区域科技企业孵化器运营状况的研究较少;(3)在科技企业孵化器运营效率影响因素的分析中,现有研究主要从孵化场地面积、孵化器管理水平等科技企业孵化器自身发展的微观环境入手,忽视了区域经济发展、科技水平等宏观环境因素的影响。基于此,本文引入四阶段网络 SBM 模型来研究科技企业孵化器的运营效率,主要从三方面拓展现有研究。第一,剖析科技企业孵化器运营的内部结构,构建相应的网络 SBM 模型对其运营效率进行评价;第二,将四阶段 DEA 方法扩展到网络 SBM 模型中,基于运营管理和运营环境的双重视角分解了科技企业孵化器的运营效率,以探索区域科技企业孵化器运营无效率的根本原因;第三,进一步实证分析了影响区域科技企业孵化器运营效率的运营环境因素及其影响程度。上述研究可进一步为区域科技企业孵化器的资源管理优化以及运营环境建设提供新的分析视角。

二、研究方法

³[1]Rice, M. P., “Co-production of business assistance in business incubators: An exploratory study”, *Journal of Business Venturing* 2002 (17), pp. 163-187.

[2]Sunk, T. K., Gibson, D. V., Kang, B. S. “Characteristics of technology transfer in business ventures: The case of DPEjeon, Korea”, *Technological Forecasting and Social Change*, 2003, 70 (5), pp. 449-466.

[3]Chan, K. F., Lau, T., “Assessing technology incubator programs in the science park: the good, the bad and the ugly”, *Technovation*, 2005 (25), pp. 1215-1228.

[4]刘宁晖、王小敏:《基于灰色系统理论的科技企业孵化器管理绩效评价》,〔天津〕《科学学与科学技术管理》2007 年第 S1 期。

[5]徐菱涓、王正新、李东:《我国科技企业孵化器绩效评价的理论基础研究》,〔天津〕《科学学与科学技术管理》2009 年第 7 期。

[6]Michael, S., Maximilian, G., “A multidimensional evaluation of the effectiveness of business incubators: an application of the PROMETHEE outranking method”, *Environment and Planning C: Government and Policy*, 2009, 27 (6), pp. 1072-1087.

[7]Hanadi, A., Holger, S., “Measuring the effectiveness of business incubators: a four dimensions approach from a gulf co-operation council perspective”, *Journal of Enterprising Culture (JEG)*, 2013, 19 (4), pp. 435-452.

[8]殷群、张娇:《长三角地区科技企业孵化器运行效率研究——基于 DEA 的有效性分析》,〔北京〕《科学学研究》2010 年第 1 期。

[9]张娇、殷群:《我国企业孵化器运行效率差异研究——基于 DEA 及聚类分析方法》,〔天津〕《科学学与科学技术管理》2010 年第 5 期。

本文考虑了科技企业孵化器的内部结构，采用网络 SBM 模型进行效率分析。假设生产系统中包含 m 个决策单元 $DUM_j (j=1, \dots, m)$ 和 $N (n \in \{1, \dots, N\})$ 个子过程。子过程 n 包含 r_n 个投入变量、 s_n 个产出变量，决策单元 j 子过程 n 的投入、产出向量分别用 x_j^n 、 y_j^n 表示。网络 SBM 模型最大的特点是考虑了生产系统中的中间产出，即某些变量既是子过程 n 的产出变量，又是子过程 $v (v \in \{1, \dots, N\})$ 的投入变量，Tone 把它定义为“连接”，用 $z_j^{(n \rightarrow v)}$ 来表示，用 $(n \rightarrow v) \in L$ 来表示生产系统的所有连接^{[3]4}。

1. 网络 SBM 模型

Tone 的研究表明传统的“黑箱”模型（SBM 模型）忽视了生产系统的内部结构，而子过程独立评价模型仅仅是从形式上分离了生产系统的内部结构，仍然无法反映生产系统子过程间的联系。因此，在对比了网络 SBM 模型评价复杂生产系统效率的优势后，认为网络 SBM 模型的评价结果更加准确，也符合生产系统的运行过程^[3]。该文提出了网络 SBM 模型如下：

$$\begin{aligned} \theta_o = \min_{\lambda^n, s^{n-}, s^{n+}} \sum_{n=1}^N w^n & \left[1 - \frac{1}{r_n} \left(\sum_{p=1}^{r_n} \frac{s_p^{n-}}{x_{po}^n} \right) \right] / \sum_{n=1}^N w^n \left[1 + \frac{1}{s_n} \left(\sum_{q=1}^{s_n} \frac{s_q^{n+}}{y_{qo}^n} \right) \right] \\ \text{s.t.: } \sum_{j=1}^m x_j^n \lambda_j^n + s^{n-} &= x_o^n, \quad (n=1, \dots, N) \\ \sum_{j=1}^m y_j^n \lambda_j^n + s^{n+} &= y_o^n, \quad (n=1, \dots, N) \\ \sum_{j=1}^m z_j^{(n \rightarrow v)} \lambda_j^n &= \sum_{j=1}^m z_j^{(n \rightarrow v)} \lambda_j^n = z_o^{(n \rightarrow v)}, \quad ((n \rightarrow v) \in L) \\ s^{n-} \geq 0, s^{n+} \geq 0, \lambda_j^n &\geq 0, \sum_{n=1}^N w^n = 1, \sum_{j=1}^m \lambda_j^n = 1 (\lambda_j^n \geq 0, \forall j, n) \end{aligned} \quad (1)$$

上述模型基于规模报酬可变假设，在规模报酬不变假设下，可去掉下式^[1]：

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j^n = 1 (\forall j, n) \quad (2)$$

上述模型的求解可参考 S T Liu 的方法将其转化为线性规划问题^[2]。同时，网络 SBM 模型可以同时获得决策单元的整体效率评价值及其各子过程的效率评价值，子过程 n 的效率值可表示为：

$$\theta^n = 1 - \frac{1}{r_n} \left(\sum_{p=1}^{r_n} \frac{s_p^{n-}}{x_{po}^n} \right) / \left[1 + \frac{1}{s_n} \left(\sum_{q=1}^{s_n} \frac{s_q^{n+}}{y_{qo}^n} \right) \right] \quad (3)$$

其中： $\lambda^n \in R^n (n \in \{1, \dots, N\})$ 是一个列向量， $s^{n-} \in R_r^n$ 和 $s^{n+} \in R_s^n$ 分别表示子过程 n 的投入松弛矩阵和产出松弛矩阵。

2. 四阶段网络 SBM 模型

⁴[1]代碧波、孙东生：《基于 DEA 方法的科技企业孵化器运行效率评价——以东北地区 14 家国家级企业孵化器为例》，（武汉）《科技进步与对策》2012 年第 1 期。

[2]陈洪转、舒亮亮：《基于 DEA 模型的我国高新技术产业园区投入产出效率评价》，（天津）《科学学与科学技术管理》2013 年第 4 期。

[3]Tone, K., Tsutsui, M., “Network DEA: a slacks-based measure approach”, European Journal of Operational Research, 2009, 197 (1), pp. 243-252.

Fried et al. 认为决策单元的运营效率受其自身技术和管理水平以及外部运营环境的双重影响，据此提出了四阶段 DEA 方法的基本原理^{[3]5}。借鉴四阶段 DEA 模型的建模原理，构建了四阶段网络 SBM 模型，该模型通过决策单元外部运营环境的均等化来实现决策单元运营管理效率的评价，最终将决策单元效率值分解为运营管理效率和运营环境效率。其具体步骤如下：

第一阶段：基于原始数据的网络 SBM 模型评价。在选取合适的投入产出变量后，采用网络 SBM 模型评价样本决策单元的效率值，并获取各个子过程投入产出变量的松弛量。

第二阶段：引入运营环境变量。选择影响决策单元效率的若干运营环境变量来反映生产单元的运营环境状况，然后构建各子过程投入产出松弛量与运营环境间的函数关系式，评价运营环境变量对投入产出松弛量的影响。函数关系式如下：

$$IOS_j = f_i(EV_j, \alpha_i, \varepsilon_j), j = 1, \dots, m \quad (4)$$

第三阶段：数据调整。根据上文中获得的函数关系式，计算每一投入产出松弛量的估计值。估计方程如下：

$$\hat{IOS}_j = f_i(EV_j, \hat{\alpha}_i, \varepsilon_j), j = 1, \dots, m \quad (5)$$

然后选择运营环境最差的决策单元的运营环境状况作为标杆，通过对其他优势运营环境下的决策单元增加投入水平、减少产出水平来剔除运营环境差异的影响。即：

$$x_{ji}^{adj} = x_{ji} + [\max_j \{\hat{IOS}_j\} - \hat{IOS}_j], j = 1, \dots, m \quad (6)$$

第四阶段：利用调整后的数据，结合网络 SBM 模型重新评价生产单元效率。由于剔除了运营环境变量的影响，该阶段评价的决策单元效率即为运营管理效率。

其中： IOS_{ji} 表示第一阶段测算的生产单元 j 、投入（产出）变量 i 的松弛量； EV_{ji} 表示生产单元 j 、投入（产出）变量 i 的一系列运营环境变量， α_i 为其对应的系数； $\hat{IOS}_{ji}$ 为考虑运营环境影响后，生产单元 j 、投入（产出）变量 i 的松弛量的估计值；

x_{ji}^{adj} 为运营环境均等化调整后的生产单元 j 、投入（产出）变量 i 的值。

3. “管理——环境”效率分解模型

以江苏 13 个城市的科技企业孵化器作为研究对象，首先采用网络 SBM 模型评价了样本 2010–2014 年的效率值；然后利用本文构建的四阶段 SBM 模型，在剔除决策单元外部运营环境影响的基础上评价了样本的运营管理效率；最后，采用下式（7）来计算其运营环境效率，实现决策单元运营管理效率和运营环境效率的分解：

$$BIEE_u = BIE_u / BIME_u \quad (7)$$

⁵[1]Tone, K., “Variations on the theme of slacks-based measure of efficiency in DEA”, European Journal of Operational Research, 2010, 200 (3), pp.901–907.

[2]Liu, S. T., “Chuang M. Fuzzy efficiency measures in fuzzy DEA/AR with application to university libraries”, Expert Systems with Applications, 2009, 36 (2), pp.1105–1113.

[3]Fried, H. O., Schmidt, S. S., Yaisawamg, S., “Incorporating the operating environment into a nonparametric measure of technical efficiency”, 1999, 12 (3), pp.249–267.

其中： $BIEE_{it}$ 表示沛的科技企业孵化器在 t 时期的运营环境效率； BET_{it} 表示 i 市的科技企业孵化器在 t 时期的整体效率； $BIME_{it}$ 表示 i 市的科技企业孵化器在 t 时期的运营管理效率。

三、区域科技企业孵化器运行效率评价与分解

1. 变量选取

(1) 投入变量、中间产出变量：孵化器在职人员 (BI_L)、孵化器孵化面积 (BI_S)、孵化器孵化基金 (BI_F)。投入变量主要考虑科技企业孵化器在人力、财力方面的资源投入。首先是人力资源投入，本文以科技企业孵化器在职人员来指代；其次，采用科技企业孵化器孵化面积来指代财力资源投入。另外，殷群等（2010）、代碧波等（2012）都将科技企业孵化器的孵化基金视为该生产系统的投入变量，而本文认为孵化基金既是科技企业孵化器前期人力、财力资源投入的结果，也是后期科技企业孵化器产生社会效益的投入，将孵化基金视为中间产出变量。

(2) 产出变量：累计毕业企业 (BI_CE)、在孵企业总收入 (BI_IEI)、在孵企业从业人数 (BI_IEL)。由于科技企业孵化器的运营目标定位于为创业科技企业的初期发展提供技术指导和资金支持，具有社会公益的特性，因此，对于科技企业孵化器的产出变量应从其社会效益的角度考虑。本文选择三个具体变量来反映，分别是累计毕业的企业数量和在被孵化企业的总收入，反映孵化器孵化企业的效果；以及在孵企业的从业人数，反映孵化器创造的社会就业机会。

(3) 科技企业孵化器内部结构。科技企业孵化器的运营过程主要分为两个子过程，子过程 1 是科技企业孵化器通过人力和资本的初始投入来获得孵化基金的过程；子过程 2 则是其利用获取的孵化基金指导创业企业，实现社会效益的过程。结合上述投入产出变量的选择，科技企业孵化器的内部结构的示意图如图 1。



图 1 科技企业孵化器内部结构

(4) 运营环境变量：经济总量 (CDP)、产业结构 (IS)、基础建设 (IFS)、科技水平 (ST)。各市科技企业孵化器的运行效率不仅受其自身技术水平和管理水平的影响，还受到外部运营环境的影响。本文主要从“经济总量—产业结构—基础建设—科技水平”四个方面来体现各市科技企业孵化器运营环境的差异。其中：经济总量采用各市生产总值 (GDP) 来指代；产业结构采用各市第三产业生产总值占各市生产总值的比例来指代；基础建设采用各市市区公路总里程数来指代；科技水平采用各市发明专利授权总量来指代。

2. 数据来源

本文以江苏省 13 个城市的科技企业孵化器 2010-2014 年整体发展数据为研究样本，共计 65 个观察值，样本数据均来源于 2011-2015 年《江苏省科技企业孵化器发展报告》。运营环境变量的原始数据均来自于 2011-2015 年《江苏统计年鉴》及江苏省专利信息服务中心发布的 2011-2015 年《江苏省专利授权状况统计表》。其中：孵化基金、在孵企业总收入、各市生产总值指标均以 2010 年为基期，采用历年江苏省居民消费价格指数进行调整。据此，主要变量的描述性统计结果如表 1。

表 1 主要变量的描述性统计结果

变量	单位	最大值	最小值	均值	标准差
BI_L	人	1978	140	645	499.08
BI_S	万平方米	495	26	143.72	120.64
BI_F	万元	68671	3557.45	15772.41	18625.96
BI_GE	家	1364	23	390.03	408.99
BIJEI	亿元	592.39	7.12	87.78	148.3
BI_IEL	人	170711	6272	35506.77	37187.44
GDP	亿元	11118.01	1064.09	3602.05	2497.47
IS	%	53.4	36.95	41.05	3.97
IFS	公里	6615	567.1	1924.56	1518.97
ST	项	4404	31	884.26	1159.28

表 2 给出了江苏省 13 市 2010-2014 年科技企业孵化器的整体运营效率的评价结果，首先，从江苏省科技企业孵化器整体来看，江苏省科技企业孵化器的运营效率较低，其 2010-2014 年的整体效率均值仅为 0.5292，表明在目前科技企业孵化器的投入水平下，其产出水平仍有 47.08%的提升空间。从具体的城市来看，各市科技企业孵化器运营效率的差异非常明显，效率值高于平均水平的城市包括无锡、苏州、徐州、南京和扬州，其中仅有无锡市位于效率前沿面上，这说明江苏省 13 市的科技企业孵化器发展过程中，仅有无锡市的资源投入与产出水平相匹配，达到了最优水平。

表 2 2010-2014 年江苏省各市科技企业孵化器运营效率评价结果

地区	整体效率	排名	子过程 1 效率	子过程 2 效率	投入松弛 (-)		产出松弛 (+)		
					BI_L	BI_S	BI_GE	BI_I EI	BI_I EL
南京	0.6146	4	0.6146	1.0000	1026.533	122.5372	0.0000	0.0000	0.0000
无锡	1.0000	1	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
徐州	0.6289	3	0.8113	0.7754	217.9268	12.5154	27.2306	1231.6710	49.7511
常州	0.4584	9	0.6514	0.7025	707.8731	203.5317	128.4762	22669.0634	123.7127
苏州	0.7443	2	0.7443	1.0000	746.9242	217.2572	0.0000	0.0000	0.0000
南通	0.4869	7	0.5833	0.8378	1131.2488	176.3407	182.2945	7171.293	12.8882
连云港	0.3537	12	0.9650	0.3652	29.4198	1.2882	285.9157	21340.53	36.9224
淮安	0.4696	8	0.8490	0.5490	60.9044	31.1742	112.7513	7311.707	4.4625
盐城	0.3877	11	0.9146	0.4295	93.0100	9.7981	707.1670	36094.77	90.0491
扬州	0.5419	5	0.9765	0.5562	21.8827	0.5511	246.7916	13397.1108	22.0740
镇江	0.4993	6	0.6982	0.7186	290.2167	63.8798	207.0399	7237.6071	22.6789
泰州	0.4070	10	1	0.4070	0.0000	0.0000	532.8922	45286.1296	95.123
宿迁	0.2875	13	1	0.2875	0.0000	0.0000	397.7155	27077.3492	7.0521
均值	0.5292		0.8314	0.6637					

注：限于篇幅，仅列出 2010-2014 年的平均值，若需要，笔者可提供全部计算结果。

其次，还分析了各市科技企业孵化器两个子过程的运营效率情况。表 2 的结果表明，江苏省科技企业孵化器发展过程中，子过程 1 的运营效率为 0.8314，明显高于子过程 2 的运营效率 0.6637，即科技企业孵化器利用人力、孵化场地的投入获得孵化

基金的能力高于其利用孵化基金实现社会效率产出的能力，这说明江苏省科技企业孵化器的孵化基金利用能力较弱。具体到各城市，无锡、泰州和宿迁的科技企业孵化器在子过程 1 都位于效率前沿，而南京、徐州、常州、苏州、南通和镇江六市的科技企业孵化器子过程 1 效率低于平均水平，这六个城市应重点提高子过程 1 的运营效率；南京、无锡和苏州的科技企业孵化器在子过程 2 都位于效率前沿，而连云港、淮安、盐城、扬州、泰州和宿迁六市的科技企业孵化器子过程 2 效率低于平均水平，这六个城市应重点提高子过程 2 的运营效率。

最后，各市科技企业孵化器无效率的主要原因是投入资源的冗余和产出水平的不足，由表 2 可以看出，各市科技企业孵化器无效率的主要原因首先来自于孵化器在职人员和孵化场地的冗余，除无锡、泰州和宿迁三市外，其余十个城市存在不同程度的投入资源冗余，以南京为例，2010~2014 年其科技企业孵化器在职人员平均冗余 1026.5334 人，孵化面积平均冗余 122.5372 万平方米。因此，对于投入资源冗余较多的南京、徐州、常州、苏州、南通和镇江等城市应当通过减员来提升效率，并且不能为了增加企业孵化器数量而盲目扩大孵化场地面积，防止低效科技企业孵化器对整体运营效率带来负面影响。其次是由于累计毕业企业、在孵企业总收入和在孵企业从业人数等产出不足而造成的无效率城市，如连云港、盐城、扬州、泰州和宿迁等市，应重点提升科技企业孵化器的社会效益。

4. 区域科技企业孵化器运营效率分解

本文还从运营管理和运营环境的双重视角来分析江苏省科技企业孵化器无效率的来源，结果如表 3 所示。江苏省各市的科技企业孵化器运营管理效率与其整体运营效率两样本的 T 检验在 1%的水平下显著，表明在剔除外部运营环境的影响后，江苏省各市的科技企业孵化器运营管理效率与其整体运营效率存在显著差异。因此，下文将从运营管理和运营环境的双重视角进一步分析江苏科技企业孵化器运营无效率的根本来源。

表 3 2010-2014 年江苏省各市科技企业孵化器运营效率的分解结果

年份	整体效率	运营管理效率	运营环境效率	独立样本 T 检验
南京市	0.6146	0.6779	0.9066	Sig. =0.000
无锡市	1.0000	1.0000	1.0000	
徐州市	0.6289	0.7329	0.8581	
常州市	0.4584	0.7154	0.6407	
苏州市	0.7443	0.8972	0.8295	
南通市	0.4869	0.7156	0.6804	
连云港市	0.3537	0.8015	0.4413	
淮安市	0.4696	0.9249	0.5077	
盐城市	0.3877	0.7962	0.4869	
扬州市	0.5419	1.0000	0.5419	
镇江市	0.4993	0.8955	0.5575	
泰州市	0.4070	0.8509	0.4783	
宿迁市	0.2875	0.8823	0.3259	
均值	0.5292	0.8377	0.6350	

注：独立样本 T 检验分析的是科技企业孵化器运营整体效率与运营管理效率两个样本。

根据模型（4）-（7），将江苏各市科技企业孵化器运营效率分解为运营管理效率和运营环境效率，结果见表 3。2010-2014 年，江苏各市科技企业孵化器的运营管理效率和运营环境效率的均值分别为 0.8377 和 0.6350，表明江苏省科技企业孵化器的整体运营环境对其运营效率带来了负面影响。具体而言，除无锡市外，各市科技企业孵化器的运营环境效率均小于 1.0000，表明

江苏各市科技企业孵化器的运营环境都没有达到最优水平，有待改进，也说明科技企业孵化器的外部运营环境对其效率表现具有重要的影响，忽视其外部运营环境会带来科技企业孵化器效率评价的偏差。

基于上述分析，以江苏省各市科技企业孵化器运营管理效率和运营环境效率的均值为界限，将江苏十三市划分为高运营管理高运营环境效率（I 类）、高运营管理低运营环境效率（II 类）、低运营管理高运营环境效率（III 类）和低运营管理低运营环境效率（IV 类）四类。分类结果表明：无锡市和苏州市同属于 I 类，其科技企业孵化器的运营管理水平和运营环境建设都处于较高水平；淮安市、扬州市、镇江市、泰州市和宿迁市同属于 II 类，表明其运营无效率的根本原因是外部运营环境的相对劣势，该五市应重点加强科技企业孵化器外部运营环境的建设以提高其效率；南京市、徐州市、常州市和南通市同属于 III 类，说明其运营无效率的根本原因是其管理水平的劣势，该四市应重点提升其自身管理水平，包括自身资源的优化配置、管理人员素质培训等措施来提升运营效率；而连云港市和盐城市同属于 IV 类，即这两市的科技企业孵化器的运营管理水平和外部运营环境都处于劣势，需要从“管理——环境”的双重视角同时改进来提升其运营效率。

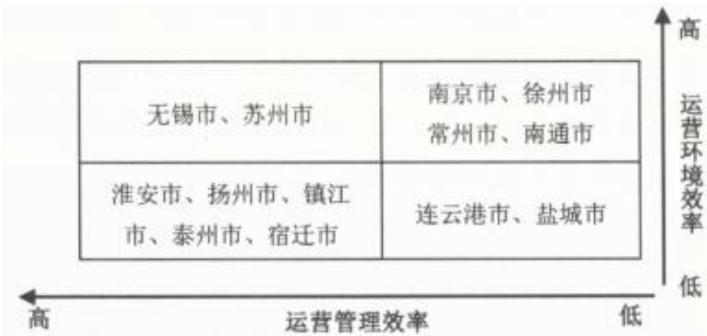


图 2 各市运营管理效率与运营环境效率的分类

四、运营环境变量影响的实证研究

前文研究表明，外部运营环境对江苏科技企业孵化器的运营效率具有显著影响，下文将以江苏省科技企业孵化器 2010-2014 年运营效率的评价值为被解释变量，以经济总量、产业结构、基础建设和科技水平等四项指标来衡量江苏省科技企业孵化器外部运营环境，并将其作为解释变量，运用回归分析方法检验外部运营环境对科技企业孵化其运营效率的影响程度。为了消除不同变量量纲的影响，首先对各个变量取自然对数，预处理后的模型如下：

$$\ln BIE = c + \alpha_1 \ln GDP + \alpha_2 \ln IS + \alpha_3 \ln IFS + \alpha_4 \ln ST + \varepsilon$$

(8)

其中 c 为常数项， $\alpha_i(i = 1,...,4)$ 为变量回归系数， ε 为随机误差。该模型回归结果如表 4 所示：

表 4 科技企业孵化器运营环境影响因素回归分析

项目	系数	T 统计量
c	4.18	1.2151 (0.2327)
lnGDP	0.0433**	2.4860 (0.018)
lnIS	-2.5814	-0.3018 (0.7646)
lnIFS	0.4598***	2.7822 (0.0087)
lnST	0.1498*	2.2268 (0.0566)

Adj-R ²	0.222
F	2.4252*

注：和***分别表示通过显著性水平为 10%，5%和 1%的统计检验，括号中表示 P 值。

据表 4 的结果可知，解释变量 lnCDP、lnIFS 和 lnST 的系数分别通过了 5%、1%和 10%水平的显著性检验，而 lnIS 的系数不显著。这说明 2010-2014 年江苏省各市科技企业孵化器的运营效率受各市经济发展水平、基础建设水平和科技水平的显著影响，具体而言，各市经济发展水平、基础建设水平和科技水平每提升 1%，其科技企业孵化器的运营效率分别提升 0.0433%、0.4598%和 0.1498%。表 4 从实证的角度验证了外部运营环境对科技企业孵化器存在显著影响的结论，因此，各市有必要通过加强科技企业孵化器外部运营环境建设来提升其效率，包括采取进一步推动经济发展、完善基础建设和增加科技投入、提升科研水平等具体措施。另外，产业结构，即第三产业生产总值占各市生产总值的比重对各市科技企业孵化器的运营效率影响不显著，可能的解释是：考虑到科技企业孵化器的社会公益特性，本文在科技企业孵化器产出变量的选择上也重点从其社会效益产出出发，因此，产出变量主要体现的是毕业企业和在孵企业的运营效果，而目前江苏省科技企业孵化器的在孵企业大多是从事第二产业的企业，从而形成了科技企业孵化器运营效率与产业结构无显著相关性的结论。

五、结 论

为了研究江苏省各市科技企业孵化器的运营效率及外部运营环境对其的影响，首先采用了网络 SBM 模型评价了 2010-2014 年江苏省各市科技企业孵化器的运营效率，通过剖析科技企业孵化器的内部结构及其投入产出冗余和不足来分析其运营无效率的主要来源；然后采用拓展的四阶段网络 SBM 模型将科技企业孵化器运营效率分解为运营管理效率和运营环境效率，从“管理——环境”的双重视角分析其运营无效率的根本原因；最后，通过实证模型验证了外部运营环境对各市科技企业孵化其运营效率的影响程度。通过以上分析，本文得出了以下结论：（1）整体上看，江苏省科技企业孵化器的运营效率较低，其 2010-2014 年整体效率均值仅为 0.5292。从具体城市来看，各市科技企业孵化器运营效率的差异非常明显，仅有无锡市位于效率前沿面上。从内部结构分析，江苏省科技企业孵化器子过程 1 的运营效率明显高于子过程 2 的运营效率，说明江苏省科技企业孵化器的孵化基金利用能力较弱。投入资源冗余较为严重的城市包括南京、徐州、常州、苏州、南通和镇江，而产出水平严重不足的城市主要包括连云港、盐城、扬州、泰州和宿迁。（2）2010—2014 年，江苏各市科技企业孵化器的运营环境效率的均值 0.6350，对其整体运营效率具有负面影响。在十三个城市中，仅有无锡市和苏州市同属于高运营管理与高运营环境效率类型，其余各市均在运营管理水平或运营环境建设方面存在劣势，其中连云港市和盐城市尤为严重，需从“管理——环境”的双重视角来进行改进以提升其运营效率。（3）样本期间内，外部运营环境对江苏省各市科技企业孵化器的运营效率具有显著影响，具体而言，各市经济发展水平、基础建设水平和科技水平每提升 1%，其科技企业孵化器的运营效率分别提升了 0.0433%、0.4598%和 0.1498%。可见，各市在加强科技企业孵化器内部管理规范的同时，还应注重宏观经济的可持续发展、基础建设的完善以及科技投入的增加以提升科研水平，以科技企业孵化器外部运营环境的改善来进一步推动其运营效率的提升。

基于上述研究结果，本文提出三点提升江苏科技企业孵化器运营效率的政策建议：（1）优化孵化资源配置结构。从江苏 13 个城市科技企业孵化器投入产出松她量的计算结果来看，其资源投入结构不够合理，苏南地区出现严重的投入资源冗余，资源配置效率不高，导致其孵化器运营效率不高。因此，江苏省科技企业孵化器的投入资源应当由苏南地区转移至苏北地区，特别是孵化场地和孵化基金，应加大对苏北地区的投入，同时优化场地、基金等孵化资源的空间投入结构，减少资源浪费，提高全省孵化器的整体运营效率。（2）加强科技企业孵化器的精细化管理。近 10 年来，随着江苏省政府对科技企业孵化器的持续支持，江苏省科技企业孵化器的规模均以超过 15%的增长速度大幅度增长，然而孵化器的运营管理水平提升幅度相对有限，这也是造成连云港、盐城等城市科技企业孵化器运行效率偏低的重要因素。鉴于此，本文认为江苏科技企业孵化的发展已经跨越了初级发展阶段，其运营方式应由粗放式增长转向精细化管理，应深入挖掘服务对象（在孵企业）的创业目标和需求，提升孵化服务的专业化和精细化水平，提高科技企业存活率和毕业率，提升在孵企业科技成果转化力度，增加孵化器的收入水平。（3）完善科技企业孵化器运营环境建设。科技企业孵化器的运营不仅耗费自身投入资源，还需要其它社会资源的供应。因此，孵化器运营环境中各项社会资源的供给效率同样对孵化器运营效率产生重要影响。鉴于此，建议江苏省科技企业孵化器应完善自身

孵化的生态环境建设。比如在技术方面，依托省内各大高校、科研院所创新资源，搭建公共技术服务平台、技术共享平台，利用运营环境资源增强孵化器自身创新能力，充分释放孵化器科技成果的转化能力；在人才培养方面，建立孵化器、孵化企业和高校的联合培养机制，拓宽孵化器管理人才的输送渠道，提升人才服务的专业化水平。