

---

# 高新技术产业空间特征对研发效率的影响

## ——基于安徽省 16 个地级市静（动）态集聚指数和 DEA 面板 Tobit 的实证<sup>1</sup>

唐睿，李晨阳，冯学钢

（华东师范大学 经济与管理学部，上海 200241）

**【摘要】**：文章运用 2009-2015 年安徽省 16 个地级市的数据探讨全省高新技术产业空间特征对研发效率的影响，通过静（动）态集聚指数计算发现滁州、铜陵高新技术产业出现了产业集聚趋势。DEA 投入产出研究表明，合肥、滁州具有产出不足问题，亳州和蚌埠投入冗余问题突出，淮南的投入冗余和产出不足问题均很严重。构建计量模型可知，研发人员折合全时当量、研发经费外部支出对高新技术产业研发效率的提高具有促进作用，来自政府部门科技活动资金的不当利用限制了高新技术产业研发效率的提高。全省高新技术产业的空间集聚有助于研发效率的提高，说明全省高新技术产业的空间集聚效应明显，部分关键城市的带头作用对全省高新技术产业研发效率的提高具有重要意义。

**【关键词】**：高新技术产业；空间特征；研发效率；静态集聚指数；DEA 投入产出

**【中图分类号】**：F264.2

**【文献标识码】**：A

**【文章编号】**：1007-5097（2018）02-0022-08

### 一、引言

高新技术产业对一个国家、地区经济的可持续发展至关重要。高新技术产业不仅是培育战略性新兴产业的重要手段和载体，而且是建设国家创新体系的重要助推器<sup>[1]</sup>。在当前供给侧改革、落后产能过剩、经济发展乏力的宏观背景下，需要大力推动高新技术产业的进步为经济增长增添内生动力。伴随皖江城市带承接产业转移示范区的深度建设，安徽省高新技术产业发展对全省参与泛长三角区域发展分工、探索中西部地区承接产业转移新模式、中部地区加速崛起具有重要意义。

《安徽省战略性新兴产业“十三五”发展规划》明确提出在“十三五”期间，以高新产业为主体的战略性新兴产业需要实现产业规模持续壮大、结构不断优化、创新能力显著提高的目标。然而，全省各市高新技术产业的发展基础和水平拥有较大差距，影响高新技术企业研发效率的因素也存在差异。因此，深入探讨全省高新产业空间特征对研发效率的影响，有助于实现高新产业生产要素在全省范围内的优化配置，提高高新产业研发的效率，增强高新技术产业对经济发展的助推力量。

### 二、文献综述

---

<sup>1</sup>[收稿日期]：2017-05-15

[作者简介]：唐睿（1988-），男，安徽合肥人，博士研究生，研究方向：产业经济学；李晨阳（1993-），女，辽宁丹东人，硕士研究生，研究方向：旅游经济；冯学钢（1962-），男，安徽巢湖人，教授，博士生导师，博士，研究方向：产业经济学。

关于高新技术产业，国内外众多学者从产业发展的原因、影响因素、产业发展载体、产业发展区域对比等方面均做出了有价值的探索。在产业发展原因方面，伴随着全民创新和后危机时代的来临，高新技术产业对一个地区和国家的综合竞争力水平的提升具有决定性的作用。遵循边际产出递减的原理，资本和劳动力等传统生产要素的追加已经无法推动经济持续增长，一个地区和国家只能通过大力发展高新技术产业实现经济的跨越式发展。邱江平指出创新型产业结构强调产业结构调整的技术创新，通过引进和开发新技术，降低自身成本，促进资源配置的帕累托改进，从而推动经济持续增长<sup>[2]</sup>。客观而言，高新技术也可以凭借自身的成本递减和信息优势挤占和淘汰成本高、信息不足的产业部门，成为国民经济的主导部门。毋庸置疑，高新技术产业的发达与否将直接关系到一个国家和地区未来综合竞争力的强弱。

在影响因素方面，该主题一直是国内外众多学者聚焦的领域。Voyer 通过对巴西、南非等国的研究，认为一个地区的企业、大学、研究和融资机构的集中对创新型产业集群拥有重要影响，并且推动了新生企业的发展。Raab 和 Berghall 分别指出基础设施建设的完备程度<sup>[4]</sup>、技术研发投入<sup>[5]</sup>等方面对高新技术产业创新效率存在正面影响。Dilling 通过对丹麦的企业数据进行实证，发现企业股权结构对高技术产业研发绩效存在重大影响<sup>[6]</sup>。Hsieh 等以美国高技术类医药和化学产业为研究对象，发现医药产业研发投入对产业创新绩效的效果高于化学产业<sup>[7]</sup>。在国内研究方面，张骁、唐勇等研究发现社会网络关系、组织学习对创新绩效均存在正向影响<sup>[8]</sup>。吴永林和陈钰以北京市为例，发现高技术产业的技术溢出效应与行业间的投入产出关联程度密切相关<sup>[9]</sup>。雷权勇发现 FDI 可以通过对内资企业逐步渗透的途径促进高新技术产业的发展<sup>[10]</sup>。周雪蓉、涂建军认为我国高新技术产业创新效率提升主要依赖技术进步<sup>[11]</sup>。刘斌斌、左勇华研究发现江西省政府资金对高新技术产业创新存在投入过剩问题，其中在技术改造方面的资金过多<sup>[12]</sup>。翟琼、宋正一等指出 R&D 投入对于高新技术产业产值的增加具有较大的贡献<sup>[13]</sup>。综上所述，国内外学者对高新技术产业影响因素的研究维度愈发广泛，除了产业本身的投入要素以外，已经有学者开始关注外部因素（如基建建设、FDI 等）对高新技术产业的影响。且在众多影响因素中，研发投入一直是学界关注的热点。由于高新技术产业属于技术密集型产业，其研发效率的提高很大程度上依赖研发要素的合理配置。因此，有必要将研发效率、投入要素等纳入高新技术产业的研究体系中来。

还有文献从高新技术产业的产业载体、区域对比等方面展开研究。就产业载体而言，高新区是高新技术产业的主要产业载体，黄润斌指出国家高新区是中国创新创业最为活跃、科技投入最大、科技成果和专利产出最高、新技术新产品产生最多、高新技术企业比重最大的区域<sup>[14]</sup>。林平凡、刘城等认为国家级高新区已经成为区域创新发展特别是创新型产业集群形成和发展的主要载体<sup>[15]</sup>。Chung-Jen Chen 认为高新区是高新技术产业的主要载体，对地区经济发展、城市内部结构更新和技术进步具有促进作用<sup>[16]</sup>。就区域对比而言，陈四辉、王亚新研究发现我国中等发达和欠发达省区各要素产出总和弹性低于发达省区，但其全要素生产率和技术进步效果高于发达省区<sup>[17]</sup>。张志宏、朱小琴等指出安徽的高新技术企业在高新园区内相对比较集中，其发展水平也落后于长三角和其他中部城市<sup>[18]</sup>。

就不同产业空间特征的影响而言，张先锋、胡翠群以我国制造业为研究对象，发现产业空间集聚明显促进了全要素生产率的增长<sup>[19]</sup>。李胜会研究发现我国东部地区已经出现了要素集聚过度的问题，导致了规模效率的下降<sup>[20]</sup>。薛雅伟、张在旭等认为我国资源产业空间集聚对区域经济增长呈现负作用，具有“资源诅咒”的特征。Silva 和 McComb 研究发现同一行业中大企业集中度在 1 英里内会增加破产率，而在更大距离上的更大集中则会降低破产率<sup>[22]</sup>。由此可见，产业在空间上的集聚对产业发展的影响在当前尚无定论。产业聚集一方面可以加速人流、信息流、资金流的交换，以提高相关行业生产效率，同时通过发挥规模效应降低生产成本，从而推动相关产业的发展；另一方面生产要素的过度集中又会限制资源的优化配置，造成资源浪费、恶性竞争等问题，对相关行业生产效率的提高产生负面影响。因此，需要全面考察产业空间特征对相关行业的影响。

综上所述，就高新技术产业的研究而言，高新技术产业的影响因素和空间特征一直是学界关注的领域，但是现有研究却忽视了两者的内在联系，在考虑高新产业发展的同时如果忽略空间特征必然会影响研究结果的科学性。就高新技术产业的自身发展而言，投入要素固然会对高新技术产业的研发绩效产生作用，但是一定范围内高新技术产业的分化和集聚也会影响产业的研发效率。一定区域内的高新技术产业有可能会因为生产要素供给、市场需求、政策引导等方面发生变化而出现空间转移，并在新的区域集中，促使产业空间特征出现改变，进而影响整个区域高新技术产业的研发效率。基于此，本文将安徽省为研究

对象，着重探讨全省高新技术产业空间特征对研发效率的影响，为现有的研究体系做出创新性的补充。

### 三、安徽省高新技术产业的空间特征

#### (一) 数据来源与研究方法

研究数据来源于《安徽统计年鉴》，选取时间段为 2009-2015 年共 7 年（由于巢湖市在 2011 年并入合肥市，故 2009 年和 2010 年合肥市所有变量的数值为合肥市与巢湖市两地变量数值的加总）。以安徽省 16 个地级市为研究对象，运用静态集聚指数和动态集聚指数探讨各城市的高新技术产业是否发生了产业相对聚集或转移的现象。

#### (二) 高新技术产业的空间集聚

产业静态集聚指数是以区位熵为基础得到的，该指数能够反映特定产业在特定地区的集中程度<sup>[23]</sup>，一般用产业生产总值、产品销售收入、企业单位数等指标测度特定产业的集中度。尽管企业数量在一定程度上可以反映一地的产业集聚状况，但企业存在经营规模、经营绩效、营收能力等方面的微观差异，仅用企业数量无法精确衡量高新技术产业的集聚状况。此外，由于安徽省市级高新技术产业生产总值的数据尚处空白，因此选用全省高新技术产业新产品销售收入作为静态和动态集聚指数的测度指标，计算公式为：

$$LQ_i = \frac{X_i / \sum_{i=1}^n X_i}{Y_i / \sum_{i=1}^n Y_i} \quad (1)$$

其中， $LQ_i$  为  $i$  市高新技术产业的静态集聚指数，为  $i$  市高新技术企业新产品销售收入（万元）， $\sum_{i=1}^n X_i$  为安徽省各市高新技术企业新产品销售收入的总和，取 16， $Y_i$  和  $\sum_{i=1}^n Y_i$  分别为  $i$  市和全省所有产业生产总值。由 OECD 以及我国对高新技术产业的定义和分类标准可知，高新技术产业大多来源于制造业，新技术、新产品等研发成果也多用于第二产业<sup>[24]</sup>，因此本文以第二产业生产总值作为  $Y_i$  的数据来源。若  $LQ_i > 1$ ，则表明高新技术产业在  $i$  市相对集中，产业专业化水平超出全省平均水平，具有相对规模优势，产业发展较快；若  $LQ_i < 1$ ，则表明高新技术产业在  $i$  市的产业集中度低于全省平均水平，处于比较劣势。

产业动态集聚指数能够反映某一时间段内特定产业在某地区的集聚情况的变化<sup>[23]</sup>，计算公式为：

$$D_{i(0-t)} = d_{i(0-t)} / \sum_{i=1}^n d_{i(0-t)} \quad (2)$$

$$d_{i(0-t)} = \sqrt[3]{X_{i(t)} / X_{i(0)} - 1} \times t \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n d_{i(0-t)} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^n X_{i(t)} / \sum_{i=1}^n X_{i(0)} - 1} \times t \quad (4)$$

其中， $D_{i(0-t)}$  为  $i$  市高新技术产业的动态集聚指数， $d_{i(0-t)}$  为  $i$  市高新技术企业新产品销售收入在观察期 0~ $t$  内（即 2009-2015 年）的增长速度， $t$  取 6， $\sum_{i=1}^n d_{i(0-t)}$  为安徽省高新技术企业新产品销售收入在时间段内的平均增长速度。 $d_{i(0-t)}$  与  $\sum_{i=1}^n d_{i(0-t)}$  的计算公式如 (3)、(4) 式所示，其中  $X_{i(0)}$  和  $X_{i(t)}$  分别为  $i$  市高新技术企业期初和期末的新产品销售收入， $\sum_{i=1}^n X_{i(0)}$  和  $\sum_{i=1}^n X_{i(t)}$  分别为安徽省高新技术企业期初和期末的新产品销售总收入。若  $D_{i(0-t)} \geq 1$ ，则表明观察期内高新技术产业向  $i$  市集聚， $i$  市高新技术产业在全省的比较优势显著；若  $D_{i(0-t)} < 1$ ，则说明观察期内  $i$  市高新技术产业虽然有所增长，但增长速度低于全省平均水平。结合产业静态集聚指数和动态集聚指数，将安徽省各市高新技术产业分为四类：当各市高新技术产业  $LQ \geq 1$  且  $D \geq 1$  时，为产业集聚强化；当  $LQ < 1$  且  $D \geq 1$  时，为产业集聚形成；当  $LQ \geq 1$  且  $D < 1$  时，为产业集聚退化；当  $LQ < 1$  且  $D \geq 1$  时，为产业集聚劣势<sup>[25]</sup>。

表 1 各市高新技术产业空间集聚情况

区域	2015 年静态集聚指数	2009-2015 年动态集聚指数	产业集聚或转移
合肥	1.298	0.9717	产业转移
淮北	0.316	1.5236	产业集聚
亳州	0.280	1.1232	产业集聚
宿州	0.269	1.1432	产业集聚
蚌埠	0.980	1.2621	产业集聚
阜阳	0.603	1.1468	产业集聚
淮南	0.146	1.2663	产业集聚
滁州	2.088	1.4978	产业集聚
六安	0.440	0.7479	产业转移
马鞍山	0.640	0.4897	产业转移
芜湖	1.297	0.8673	产业转移
宣城	0.748	0.8807	产业转移
铜陵	2.092	1.8716	产业集聚
池州	0.637	1.1031	产业集聚
安庆	0.607	0.9723	产业转移
黄山	0.455	0.8811	产业转移

由表 1 可知，合肥、芜湖的高新技术产业在 2009-2015 年表现为产业集聚退化。合肥和芜湖是安徽省高新技术产业发展的高地，自 1991 年合肥国家高新技术产业开发区设立至今，该区域在人才、技术、设施、资金、政策等方面的资源集聚优势十分显著，加之合芜蚌国家自主创新示范区的设立，为全省高新技术产业发展带来了重大机遇。然而，初期的产业集聚必然引发更为激烈的市场竞争，导致生产要素的成本增加，边际效益递减，一方面促使部分竞争力较弱、规模较小的高新技术企业为了寻求更为低廉的生产成本逃离该区域，另一方面提高了后期其他高新企业的进入门槛。因此在观察期内，两市的高新技术产业出现了转移现象。

滁州、铜陵高新技术产业的集中程度高，且有明显的产业集聚趋势，是安徽省高新技术产业集聚强化的区域。滁州位于皖东江淮之间，连接合肥、南京两大都市，凭借自身生产要素成本较低、市场发展空间大、优惠政策扶持力度强等优势，逐渐成为承接合肥、南京乃至苏浙沪高新技术产业转移的主要城市。目前滁州已形成了涵盖汽车及零部件、生物工程及制药、新材料、电子信息等产业领域的高新技术企业群，具有较强的科技创新能力。铜陵传统工业基础雄厚，尤其是有色金属等特色工业发展具有显著优势。近年来，铜陵市实施高新技术企业培育工程，充分利用合肥、芜湖高新技术产业外溢效应带来的发展机遇，通过招商引资、创优环境、产学研合作等方式，吸引高新技术产业不断向铜陵市集聚，并成功获批铜陵狮子山国家级高新区，有力推动了全市高新技术产业的发展。

淮北、亳州、宿州、蚌埠、阜阳、淮南等皖北地区以及池州的高新技术产业集中度较低，但产业集聚迹象明显，说明上述区域正处于高新技术产业集聚形成的阶段。皖北地区拥有一定的传统工业基础，向高新技术产业转型的发展势头凸显。近年来，皖北地区充分发挥承东启西的区位优势，逐步完善铁路、高速、港口、机场等综合交通运输设施，成为长三角制造业梯度转移的重要承接地，合芜蚌、郑洛新自主创新示范区的建设均促进了高新技术产业不断向皖北集聚的态势。但该地区仍缺乏具有较强竞争力的企业，因此产业集中度低于全省平均水平。六安、马鞍山、宣城、安庆、黄山等城市的高新技术产业集中度低，在观察期内产业向外部转移，呈现产业集聚劣势。这些城市的高新技术企业大多为高新技术改造传统产业，企业规模小产值低，

产业集聚的优势不明显，对相关企业吸引力较弱，高新技术产业发展尚处于起步阶段。

#### 四、安徽省高新技术产业 DEA 研发效率分析

运用 DEA 投入产出方法深入探讨全省各市高新技术产业研发效率的情况。目前最具代表性的 DEA 模型有 CCR 模型、BCC 模型。BCC 模型将 CCR 模型中的综合技术效率分解为纯技术效率和规模效率，可分为投入导向型和产出导向性<sup>[26]</sup>。由于高新技术产业的投入要素相对于产出要素比较容易控制，所以选择投入导向型的 BCC 模型。投入产出要素的指标选取见表 2，其中 Input 为投入要素，Output 为产出要素。

表 2 投入产出要素指标选取

投入/产出要素	选取指标
Input1	研发企业单位数（个）
Input2	研发人员折合全时当量（人年）
Input3	研发经费内部支出（万元）
Input4	研发经费外部支出（万元）
Input5	来自政府部门的科技活动资金（万元）
Output1	新产品销售收入（万元）
Output2	专利申请数（件）
Output3	发表科技论文（篇）
Output4	拥有注册商标数（件）

在投入要素中，研发企业单位数可以表征一地高新技术产业的活跃程度，研发人员折合全时当量可以反映研发人员的真实劳动产出。研发经费的内外部支出综合反映了企业对生产设备、相关技术的购买以及研发人员的资助和奖励情况。来自政府部门的科技活动资金可以衡量政府对高新技术产业的支持力度。产出要素中的各指标均综合反映了高新技术产业取得的各项成果，可以较好地衡量该产业的产出水平。表 3 展示了 DEA 投入产出的详细结果，其中 TE 为综合技术效率，PTE 为纯技术效率，SE 为规模效率，TE 值为 PTE 和 SE 的乘积。规模报酬一栏中“irs”表示递增，“drs”表示递减，“—”表示不变。

由表 3 可知，在观察期中，淮北、宿州、阜阳、宣城、铜陵、池州、安庆、黄山等市投入产出效率均处于最优状态，并不存在 DEA 无效年份。合肥、亳州、滁州、六安、马鞍山、芜湖等市只有一年属于 DEA 无效年份。而蚌埠、淮南两市的投入产出效率低下的问题比较明显，其中淮南 2009-2011 年连续 3 年均处于 DEA 无效年份，随后情况出现好转。蚌埠在 2011 年属于 DEA 无效年份，在 2015 年又出现了效率低下的问题，且规模报酬处于“递减”状态，说明一定数量投入要素的追加只带来更小数量的产出，其高新技术产业的发展存在资源浪费问题。此外，安徽省大部分城市高新技术产业的 DEA 无效是由纯技术效率低下和规模低下的双重因素所导致的，且 DEA 无效年份均集中在观察期的前半段（2009-2012 年），说明全省高新技术产业在发展初始阶段投入冗余或产出不足的情况比较凸显，但在产业发展后期效率低下的问题被逐渐克服，全省高新技术产业进入了高效运营的阶段。

表 3 各市高新技术产业投入产出效率情况

城市	年份	TE	PTE	SE	规模报酬	城市	TE	PTE	SE	规模报酬
合肥	2009	0.7770	1.0000	0.7770	irs	淮北	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—

	2011	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
亳州	2009	1.0000	1.0000	1.0000	—	宿州	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2011	0.8266	0.9110	0.9074	drs		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
蚌埠	2009	1.0000	1.0000	1.0000	—	阜阳	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2011	0.8555	1.0000	0.8555	irs		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	0.9853	1.0000	0.9853	drs		1.0000	1.0000	1.0000	—
淮南	2009	0.2986	0.4708	0.6343	irs	滁州	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	0.9143	1.0000	0.9143	irs		0.8836	0.8892	0.9936	irs
	2011	0.9588	1.0000	0.9588	irs		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
六安	2009	1.0000	1.0000	1.0000	—	马鞍山	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	0.7837	0.8006	0.9789	drs		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2011	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		0.9960	1.0000	0.9960	drs
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
芜湖	2009	0.8926	1.0000	0.8926	irs	宣城	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2011	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
铜陵	2009	1.0000	1.0000	1.0000	—	池州	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—

	2011	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
安庆	2009	1.0000	1.0000	1.0000	—	黄山	1.0000	1.0000	1.0000	—
	2010	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2011	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2012	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2013	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2014	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—
	2015	1.0000	1.0000	1.0000	—		1.0000	1.0000	1.0000	—

继续对存在 DEA 无效年份城市的各生产要素进行剖析，以判断各市 DEA 无效年份投入要素的投入冗余和产出要素的产出不足情况。各无效决策单元投入冗余率等于投入冗余量除以投入指标原始值，产出不足率等于产出不足量除以产出指标原始值。为了简化分析，只展示 7 年中各市高新技术产业每种要素投入冗余率和产出不足率均值，计算结果见表 4 所列。

表 4 各要素投入冗余率和产出不足率均值%

地区	Input1	Input2	Input3	Input4	Input5	Output1	Output2	Output3	Output4
合肥	3.76	1.05	0	4.38	0	0	42.86	3.87	14.66
亳州	0.64	4.14	0	0.45	10.18	0	20.2	0	3.96
蚌埠	0	1.49	2.57	10.41	4.33	0	6.09	0	10.2
淮南	5.63	9.98	9.79	7.57	0.69	54.07	22.02	2.57	19.35
滁州	0	2.73	4.03	7.72	0	1.12	0	0	47.21
六安	1.29	8.06	4.67	0	0	0	0	2.86	17.4
马鞍山	0	3.11	0	0	4.38	1.85	0	0	2.63
芜湖	0	5.95	2.25	6.56	7.02	0	0.69	0	0

由表 4 可知，在观察期里拥有 DEA 无效年份的 8 个城市中，六安、马鞍山、芜湖的投入冗余和产出不足问题相对而言并不突出。合肥、滁州两地具有明显的产出不足问题，合肥市高新技术产业专利申请数和发表科技论文两项产出指标的产出不足率均值位于全省第一，其中专利申请数的产出不足率均值更是高达 42.86%。滁州拥有注册商标数指标的产出不足率均值高达 47.21%，说明滁州高新技术产业缺乏知名产品，市场推广力度较弱。亳州和蚌埠属于投入冗余问题凸显的地区，亳州来自政府部门的科技活动资金和蚌埠研发经费外部支出两项指标的投入冗余率均值均在 10%以上，说明两地对各种渠道的资金并没有有效利用，资金配置的不合理限制了研发效率的提升。而淮南的投入冗余和产出不足问题均很严重，投入要素中研发企业单位数、研发人员折合全时当量、研发经费内部支出三项指标的投入冗余率均值均处于全省首位，产出要素中的新产品销售收入指标的产出不足率均值接近 54%左右，综合结果表明淮南高新技术产业在发展初期举步维艰，资源错配束缚了高新技术产业生产力的释放，造成了研发效率的低下。

## 五、高新技术产业空间特征对研发效率的影响

选取由 DEA 投入产出计算所得各市高新技术产业综合技术效率为因变量，所有投入要素为自变量，同时引入静态集聚指数表示全省高新技术产业集聚或转移的空间特征，构建计量模型深入探讨安徽省高新技术产业空间特征对研发效率的影响。数据均来源于《安徽统计年鉴》，选取时间段为 2009–2015 年共 7 年。计量模型变量选取的具体情况见表 5 所列。

表 5 计量模型变量选取

变量类型	变量选取	英文缩写
因变量	高新技术产业综合技术效率	TE
自变量	研发企业单位数（个）	NUM
	研发人员折合全时当量（人年）	RESH
	研发经费内部支出（万元）	INEX
	研发经费外部支出（万元）	OUTEX
	来自政府部门的科技活动资金（万元）	GOVEX
	静态集聚指数	LQ

为了避免伪回归，在时间序列回归之前需要对变量的平稳性进行检验。为了克服单一检验方法存在的偏差，保证研究结果的稳健性，选择 LLC 检验、IPS 检验、Fisher-ADF 检验、Fisher-PP 检验等方法对各研究变量数据进行单位根检验。表 6 展示了各变量一阶单位根检验结果。

表 6 单位根检验结果

变量	LLC 检验	IPS 检验	Fisher-ADF 检验	Fisher-PP 检验
lnTE	-29.7143***	-10.0466***	40.0002***	41.5459***
lnNUM	-9.6324***	-2.5581***	60.6545***	87.3853***
lnRESH	-9.7917***	-2.4662***	58.8115***	70.0334***
lnINEX	-32.0525***	-2.9449***	69.5711***	109.1370***
lnOUTEX	-13.8060***	-0.6738	46.5685**	93.5270***
lnGOVEX	-12.9454***	-0.5065	44.5677*	88.5287***
lnLQ	-20.6981***	-0.9862	49.1825**	81.1583***

注：分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平。

基于此，构建计量模型如下：

$$\ln TE_{it} = C + \beta_1 \ln NUM_{it} + \beta_2 \ln RESH_{it} + \beta_3 \ln INEX_{it} + \beta_4 \ln OUTEX_{it} + \beta_5 \ln GOVEX_{it} + \beta_6 \ln LQ_{it} + u_{it} \quad (5)$$

运用随机效应面板 ToMt 方法检验（5）式，结果见表 7 所列。

表 7 面板 Tobit 检验结果

变量	估计系数	标准误	相伴概率值
----	------	-----	-------

lnNUM	-0.2488	0.1798	0.167
lnRESH	0.3788	0.1728	0.028
lnINEX	0.276	0.17	0.104
lnOUTEX	0.4198	0.1548	0.007
lnGOVEX	-0.5237	0.1288	0.000
lnLQ	1.4774	0.298	0.000
C (常数项)	-0.6628	0.5631	0.239

Likelihood-ratio test of  $\sigma_u=0$ :  $\chi^2(1) = 12.82$  Prob  $> \chi^2 = 0.000$

表7底部LR检验结果表明存在个体效应，使用随机效应面板Tobit方法是合理的。根据表7的检验结果可知，企业数量和研发经费内部支出两个指标对安徽省高新技术产业研发效率并不存在显著影响。研发人员折合全时当量、研发经费外部支出对全省高新技术产业研发效率的提高具有正向的促进作用。研发人员折合全时当量的增加表明了研发人员有效劳动的增加，单位劳动生产率拥有明显进步，安徽省高新技术产业研发人员劳动质量的提高促进了研发效率的提升。研发经费外部支出主要指本机构委托外单位或与外单位合作而拨给对方的经费，估计结果表明全省高新技术企业通过对外技术购买、城市对口合作、不同行业深入对接等方式提高了外部经费的使用效率，对研发效率的提升大有裨益。然而，来自政府部门科技活动资金的不当利用却限制了全省高新技术产业研发效率的提高，这说明政府在对高新技术产业财政补助方面缺乏科学的判断和决策，对相关高新技术项目的投资具有一定盲目性。

就空间特征的影响而言，LQ的估计系数显著为正，说明安徽省高新技术产业的空间集聚有助于自身研发效率的提高，这说明全省高新技术产业的空间集聚效应十分明显，生产要素在某几个经济基础强、研发环境好的城市集中会放大该地区高新技术产业的规模效应，相关企业可以通过信息的充分共享、知识的快速传播、要素的自由流动、服务的整体配套而获得竞争优势，对全省的高新技术产业产生显著的“溢出作用”。目前，安徽省的合芜蚌自主创新综合试验区已经成为全省高新技术产业的发展龙头，三市汇集了全省大部分的高等院校、科研院所和高精尖研发企业，具有较强的科研实力和研发能力。尤其是合肥市在创新体制机制、探索产学研结合有效模式、整合科技资源等方面取得了积极成效。据安徽省科技厅的通报，截至2016年底，全省共有18家高新技术产业开发区，共实现营业收入11354.17亿元，其中合肥、芜湖、蚌埠、马鞍山慈湖4个国家级高新技术产业开发区实现营业收入6872.12亿元，合芜蚌和其他省内重点城市为全省向科技创新大省的转变做出了巨大贡献。

## 六、结论与建议

### (一) 主要结论

通过静态集聚指数和动态集聚指数的计算可知，2009-2015年合肥、芜湖的高新技术产业出现了集聚退化现象，但其高新技术产业的规模在全省仍然占据较大比重；滁州、铜陵高新技术产业的集中程度高，且有明显的产业集聚趋势；淮北、亳州、苏州、蚌埠、阜阳、淮南等皖北地区以及池州的高新技术产业集中度较低，但产业集聚迹象明显，正处于高新技术产业集聚形成的阶段。

运用DEA投入产出方法测算各城市高新技术产业的研发效率，发现在观察期中，淮北、宿州、阜阳、宣城、铜陵、池州、安庆、黄山等市投入产出效率均处于最优状态，并不存在DEA无效年份。合肥、亳州、滁州、六安、马鞍山、芜湖等市只有一年属于DEA无效年份。而蚌埠、淮南两市的投入产出效率低下的问题比较明显。合肥、滁州两地具有明显的产出不足问题，亳州和蚌埠投入冗余问题较为突出，而淮南的投入冗余和产出不足问题均很严重。

构建计量模型可知：研发人员折合全时当量、研发经费外部支出对全省高新技术产业研发效率的提高具有正向的促进作用，而来自政府部门科技活动资金的不当利用却限制了全省高新技术产业研发效率的提高。全省高新技术产业的空间集聚有助于自

---

身研发效率的提高，这说明全省高新技术产业的空间集聚效应十分明显，部分关键城市的带头作用对全省高新技术产业研发效率的提高具有重要意义。

## （二）对策建议

（1）重点布局优势产业，发挥全省高新产业的比较优势。按照《安徽省“十二五”高新技术产业发展规划》要求，重点培育发展战略性新兴产业，集中力量培育电子信息、节能环保、新材料、生物、新能源、高端装备制造、新能源汽车和公共安全产业。同时支持传统企业引入高新技术改造传统生产工艺、生产装备，开发新产品，延伸产业链，提高附加值，推动传统优势产业高端化。依托相关产业形成的技术和市场基础，确定未来相关产业的发展方向和目标，力争在全省重点城市形成科学的高新产业空间布局，形成集聚效应，发挥全省高新产业的比较优势。

（2）强化高新技术产业载体建设，提升配套公共服务水平。把高新区作为培育壮大主导产业、发展高新技术产业的主要载体。加快合肥高新区和合芜蚌示范核心区的建设步伐，促使其成为国家级高新区“第一方阵”。芜湖、蚌埠高新区要加快“二次创业”步伐，提升自身竞争力。同时大力培育发展与高新技术产业配套的服务机构，重点培育和扶持骨干科技服务机构，积极支持各类科技服务行业协会，全面营造科技创新的良好环境，以此不断提升高新技术产业配套公共服务水平。

（3）完善政府资金绩效评估体系，提高政府资金使用效率。各市政府作为高新技术产业发展的责任主体，一方面承担了确保重大项目建设、体制机制改革、科技成果转化顺利实施等工作，另一方面应建立相关补助资金落实情况督促检查机制和第三方评估机制，对重大项目的资金使用实行动态监管，对考评结果优秀的企业和项目给予支持，对考评不合格的予以资金撤回和惩罚措施，确保政府资金的高效使用。

（4）出台优惠政策，保障产业要素的有效供给。以实施“十百千万创新型科技人才主体工程”为重点，加强高层次创新创业人才的引进和培育。针对国内外知名的高新技术企业开展招商引资，给予优惠政策，鼓励行业内的知名企业来皖设立研发机构、共建研发平台、建立人才培养基地，联合开展产业核心技术攻关，通过技术引进和产业合作提升全省高新技术产业的研发水平。省内各城市应抓住产业转移和产业“溢出效应”的契机，给予税收、土地、资金等方面的政策优惠，吸引一批战略新兴产业的支柱企业和重大项目的落地，借助具有吸引力的优惠政策为高新技术产业提供要素保障，促进高新产业的跨越式发展。

### [参考文献]:

[1]沈小平,李传福.创新型产业集群形成的影响因素与作用机制[J].科技管理研究,2014,34(14):144-148.

[2]邱江平.“后危机时代”深圳产业结构与经济增长——基于创新理论的创新型产业结构调整分析[J].深圳大学学报:人文社会科学版,2010,27(6):15-19.

[3]VOYER R. Emerging high-technology industrial clusters in Brazil, India, Malaysia and South Africa[R]. Canada: International Development Research Centre, 1997.

[4]RAAB R A, KOTAMRAJU P. The Efficiency of the High-Tech Economy: Conventional Development Indexes Versus a Performance Index[J]. Journal of Regional Science, 2006, 46(3): 545-562.

[5]PII ELINA BERGHALL. R&D VS. Other Factor Inputs in a High-Tech Industry[J]. Industry & Innovation, 2012, 19(2): 127-153.

- 
- [6]DILLING-HANSEN M, MADSEN E S, SMITH V. Efficiency, R&D and ownership—some empirical evidence[J]. International Journal of Production Economics, 2003, 83 (1) : 85-94.
- [7]HSIEH P H, MISHNDRA C S, GOBELI D H, et al. The Return on R&D Versus Capital Expenditures in Pharmaceutical and Chemical Industries[J]. Transactions on Engineering Management, 2003, 50 (3) : 141-150.
- [8]张骁, 唐勇, 周霞. 创新型产业集群社会网络关系特征对创新绩效的影响——基于广州的实证启示[J]. 科技管理研究, 2016, 36 (2) : 184-188.
- [9]吴永林, 陈钰. 高技术产业对北京传统行业技术溢出的实证研究[J]. 中国科技论坛, 2010 (3) : 38-44.
- [10]雷权勇. FDI 对国内高新技术产业影响研究——基于 feder 模型及 2003-2013 年经验数据分析[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2014, 8 (5) : 63-68.
- [11]周雪蓉, 涂建军. 区域创新环境对高新技术产业创新效率的影响研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2015, 37 (6) : 118-123.
- [12]刘斌斌, 左勇华. 资金来源、创新模式对高新技术产业创新绩效影响研究——以江西省为例[J]. 江西社会科学, 2016, 36 (7) : 68-72.
- [13]翟琼, 宋正一, 张哲, 等. R&D 投入对区域高新技术产业发展的影响[J]. 经济地理, 2015, 35 (8) : 129-134.
- [14]黄润斌. 创新驱动与中国国家高新区战略转型探索[J]. 改革与战略, 2013, 29 (12) : 33-36.
- [15]林平凡, 刘城, 严若谷. 广东与沿海若干省创新型产业集群的创新能力比较研究——以国家级高新技术开发区为例[J]. 科技管理研究, 2014, 34 (8) : 1-7.
- [16]CHEN C. A Multiple Criteria Evaluation of High-Tech Industries for the Science-Based Industrial Park in Taiwan[J]. Information & Management, 2004, 41 (7) : 839-851.
- [17]陈四辉, 王亚新. 我国高新技术产业省区差异与投入绩效实证研究[J]. 经济地理, 2015, 35 (2) : 120-126.
- [18]张志宏, 朱小琴, 刘琦岩, 等. 泛长三角区域国家高新区发展比较分析研究[J]. 科学管理研究, 2015, 33 (4) : 1-5.
- [19]张先锋, 胡翠群. 垂直专业化、产业空间集聚与制造业生产率——我国 15 个制造业细分行业数据的实证检验[J]. 现代财经, 2013, 33 (8) : 119-129.
- [20]李胜会, 李红锦. 要素集聚、规模效率与全要素生产率增长[J]. 中央财经大学报, 2010 (4) : 59-66.
- [21]薛雅伟, 张在旭, 李宏勋, 等. 资源产业空间集聚与区域经济增长: “资源诅咒”效应实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26 (8) : 25-33.
- [22]SILVA D D, MCCOMB R P. Geographic Concentration and High Tech Firm Survival[J]. Regional Science & Urban

---

Economics , 2012, 42 (4) : 691-701.

[23]毛广雄, 廖庆, 刘传明, 等. 高新技术产业集群化转移的空间路径及机理研究——以江苏省为例[J]. 经济地理, 2015, 35 (12) : 105-112.

[24]张同斌. 中国高新技术产业的发展特征及运行机制研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 1-3.

[25]张利斌, 赵莉. 产业集聚测度指标体系构建与实证分析[J]. 统计与决策, 2016 (4) : 106-109.

[26]程晓娟, 韩庆兰, 全春光. 基于 PCA-DEA 组合模型的中国煤炭产业生态效率研究[J]. 资源科学, 2013, 35(6) : 1292-1299.