

政府扶植、产业规模与区域科技创新

——以浙江省为例

马述忠, 许光建

(浙江大学经济学院, 浙江 杭州 310027)

摘要: 本文考察区域科技创新水平及其宏观影响因素, 实证检验政府扶植与高科技产业自身的发展对提升科技创新效率的作用机制。研究结果发现, 在控制区域经济发展水平、贸易开放水平、金融发展水平和产业结构等因素后, 政府扶持对区域科技创新效率的影响存在显著负效应, 而行业自身发展则表现出显著的正向促进作用。

关键词: 政府扶植; 产业规模; 区域科技创新

中图分类号: F06 1.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4892(2016)02-0011-07

西方发达国家的科学研究基本上以企业研发为主导, 政府仅起着政策引导作用。然而, 长期以来, 中国的科技事业一直由政府主导, 并取得了一些举世瞩目的科技成就, 尤其在计划经济时期我国的部分学科短期内迅速赶上了世界先进水平。在市场经济条件下, 我国依然保持着政府扶植为主、企业投资为辅的格局。根据全国科技经费投入统计公报的数据, 2013 年全国共投入 R&D 经费 11846.6 亿元, 政府投资高达 6184.9 亿元 (占比 52.21%), 但部分省份开始实行以企业发展为主导的科研模式。以浙江省为例, 2013 年浙江省共投入 R&D 经费 817.3 亿元, 总量在全国排第五位, 其中企业的 R&D 投资占 90% 以上, 政府所属的 R&D 经费仅占 8.5%。那么, 政府主导对科技创新效率产生怎样的影响? 以政府为主导的科研模式和以企业为主导的科研模式, 孰优孰劣? 本文以浙江省为例, 考察以企业为主导的科研模式下政府扶植与科技企业自身发展两种因素对科技创新效率的影响, 探索科技创新效率提升的最优途径。已有的相关研究可大致分为科技创新效率测量、科技创新效率实证分析和宏观因素剖析等三个层面。

1. 科技创新效率测量方法方面的研究。在科技创新效率测量方面, 基本上有两类方法: 一种是基于生产函数的参数估计方法, 但由于内生性问题, 最终得到的科技创新效率估计值往往有偏; 另一种是采用 DEA-Malmquist 等非参数方法进行估计, 主要是数据包络分析 (DEA)。此外, DEA 结合 Malmquist 指数用来评测面板数据的动态技术效率, 在目前也广泛应用于生产效率分析和绩效评估。但非参估计法存在明显的问题—非常容易受到极端值的影响, 对数据要求质量很高, 估计结果直接用于进一步的回归分析会产生诸多不确定性影响。而随机前沿生产函数法 (SFA) 则可以结合二者的优点, 适合做进一步分析。SFA 本质属于参数估计法, 构建的是一种具有复合扰动项的随机边界模型, 其主要思想是将随机扰动项分为随机误差项和技术误差项, 前者是不可控因素, 用来计算系统非效率; 后者则是可控因素, 用来计算技术非效率。为此, 本文基于 DEA-Malmquist 的非参数方法对科技创新效率进行绩效评价, 宏观影响因素的实证分析则采取更为稳定的 SFA 法。

2. 科技创新效率实证分析方面的应用。关于这方面的研究最为丰富, 研究的领域也比较分散。国外的研究大多集中于企业层面。Halim(2010)对印尼 94 个主要制造业按食品、塑料、汽车等行业的技术效率进行实证分析, 主要采用 Malmquist 非参数估计法。Price 和 Jones (2006) 通过对英国天然气行业的效率研究, 认为私有化政策的确可以显著提高天然气的生产率。国内关于科技资源利用效率的研究成果也十分丰富, 但由于“投入—产出”指标选择的偏差, 导致得出的结论不尽相同。于洁和刘润生等 (2009) 利用我国 1979—2004 年的经济数据, 按照改革开放的三个时期, 通过计算 Malmquist 指数对我国东中西三大区域的科技资源效率进行考察, 认为技术水平大幅提高是中国经济发展的主要推动力, 但技术水平出现衰退现象。王雪原和王宏起等 (2011) 采用 DEA 方法对全国 31 个省市 2005 年的数据进行效率测算, 发现科技人员在浙江等省份存在严重冗余, 浙江在高技术产业规模以上产值方面的表现最差。戚涌和张明等 (2013) 利用 Malmquist 指数法对江苏苏北、苏中和苏南等三个区域的创新资源整合进行评估, 认为技术效率变动是导致三地效率差异的主要原因。

3. 宏观因素分析方面的研究。刘玲利 (2008) 结合 Malmquist 指数并利用面板数据对中国东部、中部和西部三大区域的科技资源配置效率进行分析, 认为区域内企业的研发角色、科

研机构改革、产学研结合、产业结构调整、高技术产业发展和西部区位因素等对科技资源配置效率的提高具有显著的正向效应。孟卫东等（2013）利用 DEA-Tobit 回归对我国 30 个省市自治区的科技资源配置效率进行研究，认为区域开放程度、高科技产业的发展和企业对科技创新的支持力度均对我国科技资源的配置具有积极的正向效应，但产学研结合水平、政府对科技创新的支持则对科技创新效率促进并没有显著的促进作用。朱慧等（2013）运用 DEA-Tobit 分析法对安徽省科技资源配置效率及其影响因素进行评价分析，认为安徽省科技资源配置效率近年来总体提升，但各市配置效率差距明显，高端人才对安徽省科技资源配置效率影响较大。

综合上述文献，本文认为由于指标体系选取存在的某些缺陷（如不考虑“滞后效应”）而可能影响研究结论的科学性。多数研究估计的方法比较简单，且很少考虑或不考虑内生性对模型估计的影响，因此得出的结论是值得怀疑的。此外，宏观因素的分析集中于宏观影响因素的“搜寻”研究，针对科研主体的实证研究则很少。在参考相关研究方法和成果的基础上，本文着重探讨浙江省 11 个地级市 2007—2011 年科技资源利用效率的实际状况，从动态变化的角度对浙江省科技资源的利用效率进行考察和绩效评估。本文的主要贡献是在控制区域经济发展水平、贸易开放水平、金融发展水平及产业结构等宏观因素条件下，利用工具变量法（IV）估计企业研发主导模式下政府扶植与行业自身发展（行业规模）这两个核心因素的影响力度。

一、科技创新效率的估计与评价

（一）Malmquist 指数、指标选择和数据来源

本文首先利用 DEA-Malmquist 指数法描述技术效率变动、技术变动和全要素生产率变动之间的动态关系。简单来说，Malmquist 指数被定义为 t 到 $(t+1)$ 期的生产效率指数：

$$M^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = [D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})/D_c^t(x^t, y^t) \times D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_c^{t+1}(x^t, y^t)]^{1/2}$$

$$M^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = effch \times techch = pech \times sech \times techch$$

其中，techch 表示技术生产的前沿面推进的程度，techch > 1 表示技术进步，反之则反；pech > 1 表示纯技术效率的提升，意味着经营管理的进步；sech > 1 表示规模效益明显，而 effch > 1 表示技术效率的总体改善，体现 DMU(决策单元)之间的“追赶效应”； $M_{t+1} > 1$ 表示全要素生产率的进步。

在借鉴相关研究工作的基础上，本文通过对科技主管部门、相关高校及高技术企业的实际调查与研究，结合数据的科学性和可得性的原则提出表 1 的指标体系。赵玉林（2009）和戚涌（2013）等大多数学者均将 R&D 内部支出、R&D 人员全时当量作为科技的财力和人力的主要投入指标，专利申请量、技术市场成交额、高新技术产业产值增加值作为直接或间接产出。于洁（2009）和孙绪华（2011）等也将科技从业人员数作为主要的投入指标纳入分析体系。朱俊彦和施卫东等（2009）在研究知识密集型服务企业时，投入指标是固定资产和无形资产、员工人数，产出指标则是主营业务收入。研究中国市区县级 TFP 变动的刘秉镰、李清彬（2009）和金飞、张琦（2013）将投入指标简化为固定资产投资和全社会从业人数，产出指标则为 GDP。在参考已有研究的基础上，本文主要设计七个指标：（1）R&D 内部支出，考察地方政府和企业在科技研发领域中投入财力资源的实际情况；（2）政府科技支出，考察政府在科技资源效率中发挥的作用；（3）R&D 人员全时当量和科技从业人员数，主要考虑科技人力资源的状况；（4）专利申请量，衡量一个地区科技活动繁荣的指标；（5）技术市场成交额，在登记合同成交总额中明确规定属于技术交易的金额，按照资金流向分为输入型和输出型，前者可以作为成本纳入企业的研发，后者则作为收益计入高新技术产业产值，在利用非参数估计时将其作为产出指标；（6）高新技术产业产值，反映创新技术转化为市场价值的主要形式，也表现该地区的科技产业发展情况。表 1 中涉及的所有指标的数据主要来自浙江省科技厅的数据库，部分资料来自于《浙江省科技统计年鉴（2008-2012）》。

表 1 科技创新效率评价指标体系

一级指标	二级指标	指标解释
科技投入	R&D 内部支出	科技财力资源
	政府科技支出	
	R&D 人员全时当量	科技人力资源
	科技从业人员数	
科技产出	专利申请量	科技直接产出
	技术市场成交额	
	高新技术产业产值	科技间接产出

(二) Malmquist 指数的动态分析

本文采用 DEAP V2. 1 软件对浙江省 11 个地级市 2007-2011 年的科技创新效率进行测评。根据 Claudio 等 (2013) 的研究, 我们引入投入指标的一期滞后, 从而得到浙江省 11 市 2008-2011 年的 Malmquist 指数分解表和分解图 (如图 1 所示), 其中横轴表示 GDP 的增长率。据此, 我们可以得到关于浙江省科技资源利用效率的三个结论:

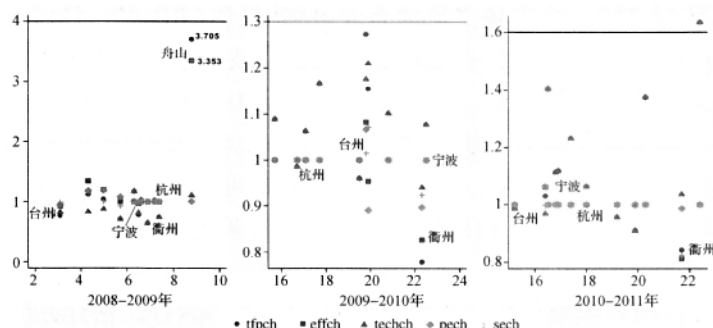


图 1 Malmquist 指数分解图

1. 从 TFP (也即 Malmquist 指数) 来看, 除去 2008 - 2009 年这一特殊阶段, 浙江省的科技资源利用效率普遍大于 1, 地方政府和企业的表现还是可圈可点的。特别是杭州、宁波两大经济强市, 在这 5 年内所有技术效率变动 (effch) 和技术变动 (techch) 等指标均大于 1, 在省内也起到了很好的带头作用。相比于杭州和宁波两市, 其他地级市则表现不稳定, 显著的特点是 effch 小于 1, 而不同年份在纯技术效率变动 (pech) 和规模效率变动 (sech) 的表现也不同。随着时间的推移, 这些城市的各项指标都取得了很大进步。

2. 除去 2008 - 2009 年这一特殊时期, 从平均值上看具有明显的 “ $\text{effch} < \text{techch}$ ” 的特点。也就是说, 浙江省的全要素增长率非常依赖于技术变动而非技术效率变动, 这从一个侧面说明浙江省的科技资源的技术利用效率仍有很大的提升空间, 也是今后提高全要素生产率的一个重要突破口, 而不能仅凭技术进步来实现 TFP 的增长。

3. 2008-2009 年对浙江省这样一个非常依赖出口市场的省份来说是比较艰难的一年, 受国际金融危机及随之而来的出口大幅下降的影响, 各市 GDP 由 2007 年的平均 15.8% 降至 6.1%。而令人瞩目是舟山市的崛起, 虽然舟山市在这一阶段并未在 GDP 增长率方面领先其他城市太多 (8.8%), 但其科技资源的投入和产出增长非常大, 政府科技支出从占 GDP 的 2.62% 增至 3.89%, 增长率高达 28.47%; 高技术产业产值由 2008 年的 15.22 亿元猛增至 2009 年的 208.01 亿元, 增长率高达 1266.69%。而在同一时期, 除舟山外的 10 个地方政府的平均科技支出从占 GDP 的 3.47% 降至 3.38%, 高技术产业产值也从 5906.05 亿元下降到 5798.46 亿元。在此阶段, 舟山市主要得益于规模效率 (sech) 的迅猛增长, 但在技术进步方面表现一般。

从图 1 可以看出, Malmquist 指数作为一种非参数估计法得到的科技创新效率往往不稳定, 存在 “相对性偏差” 一个个体之间前沿面相对有效性掩盖了个体之间的绝对性差异, 因此不能直接将其纳入宏观因素的回归分析, 故本文采用 SPA 法重新估计科技创新效率, 并将其估计结果引入随后的实证模型。

二、宏观因素对科技创新效率的影响分析

(一) SFA 法与 TFP 计算

本文采用 SPA 法估计科技创新效率 TFP，目的是结合 DEA 优点的同时剔除极端值的影响，从而使估计结果更为稳定，方便引入随后的回归方程。同时，该方法能减轻其他参数方法的内生性问题，且兼顾了参数检验的需要，设里的模型形式如下：

$$\ln Output_i = \beta_0 + \beta_1 \ln RDp + \beta_2 \ln RDnM + \beta_3 \ln RDM + v_i - u_i \quad (1)$$

其中，Output 表示高新技术企业的工业总产值；投入指标包括各市的 R&D 人员全时当量 (RDp, 万/人时)、非市场交易的企业 R&D 投资 (RDnM, 亿元) 及技术市场成交额 (RDM, 亿元)，RDnM 与 RDM 之和为企业研究经费的总支出；v 为观测误差及其他随机因素；u 是与技术无效率相关的非负随机变量。我们预期人力 (RDp) 和资本 (RDnM) 的估计系数应该为正。根据前文关于技术市场成交额的分析，输入型和输出型二者的作用合力是难以确知的，且根据散点图的直观分析，虽然 Output 与 RDM 存在的关系可能为正，但样本过于分散，说服力不强，即 Output 与 RDM 的确切关系难以确认。为更加准确地估计科技创新效率，本文仍将其作为控制变量引入方程 (1) 中。

SPA 模型的估计采用的是 Frontier 4.1 软件，估计方法是假定 U 为半正态分布的 ML 估计法，最终得到式 (2)：

$$\begin{aligned} \ln Output_i &= 104.07 + 11.99 \ln RDp + 9.55 \ln RDnM - 9.11 \ln RDM \\ t &= (2.10) \quad (6.40) \quad (4.92) \quad (-2.71) \\ LR &= 0.7131 \quad LLF = -263.05 \end{aligned} \quad (2)$$

根据 t 统计量判断，解释变量的统计意义均是显著的，RDnM 与 RDp 的系数为正，与预期的相一致；RDM 的系数为负，在理论上并没有十分具有说服力的解释。但从数据上来看，因为丽水、衢州等相对落后的城市比之于杭州、宁波等高科技产业发达的城市来说，无论从交易额的稳定性还是量级上讲都无法相提并论，而且技术市场成交额存在相当的跳跃性。以丽水市和杭州市为例，2008 年的技术成交额分别为 180.4 万元和 40.21 亿元，而 2009 年分别为 529 万和 41.73 亿元，到 2011 年时二者的数值分别为 484 万元和 48.50 亿元，丽水市不升反降，这种绝对的差距与巨大的跳跃性造成了技术成交额在 TFP 贡献中相当大的偏误。从 TFP 的估计结果来看，杭州等发达城市的 TFP 确实远高于丽水等城市，稳定性相较于 Malmquist 指数的估计结果也要好很多，“聚类”效果很明显，尤其是左图呈现明显的对数分布形态（如图 2 所示）。

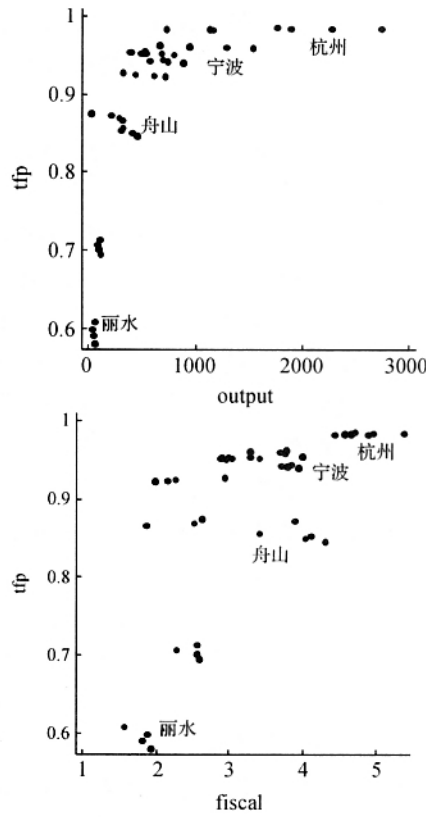


图2 SFA法估计的TFP散点图

(二) 宏观模型、变量选择与数据来源

为检验政府扶植与行业规模对科技创新效率的影响，本文设定的计量模型如式（5）所示。在变量选取上，我们参考刘珍利（2008）和孟卫东（2013）等人的研究经验。

$$TFP_{it} = \alpha + \beta_1 Fiscal_{it} + \beta_2 \ln Output_{it} + \gamma X_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中，TFP表示科技创新效率，Fiscal（亿元）、lnOutput（亿元）分别代表各市政府在R&D上的财政支持和各市高新技术产业的规模产值（取对数）。从理论上讲，二者的系数预期为正，即政府扶植和企业的“自力更生”均对科技创新效率具有正向影响。控制变量 X_{it} 包括四个：lnperGDP表示人均GDP（亿元）的对数值，衡量一个区域的经济发展水平；Open表示各市进出口占GDP的比例，衡量一个区域的经济开放度；lnFinance（亿元）表示各市金融机构贷款额的对数值，衡量一个区域的金融发展状况；Third表示第三产业占GDP的比例，衡量一个区域的产业结构发展状况。 ω 是各市的非观测效应， α 表示常数项， ε 表示残差。

1. 产业规模。在式（3）中，lnOutput参与TFP的计算，这可能导致TFP与lnOutput存在相关性，因此作为行业自身发展的代理变量可能具有很高的内生性。为此，本文寻找企业研发支出占高科技产品销售收入比率的滞后一期（Ratio.1）和高校人数（Student，人）两个工具变量以减轻内生性影响。在理论上，Ratio_与当前的产业规模产值具有较强的相关性，但并不处于TFP与lnOutput的经济系统下，因此当期TFP不会对Ratio_1产生影响。但根据第一阶段的回归分析，我们发现Ratio_是一个弱工具变量，与lnOutput相关性比较弱，因此在具体模型中删除了该变量。将高校人数引入模型作为工具变量，这是因为高校的智力资源往往与Output密切相关，也是高新技术企业的聚集地。而Output对Student是完全没有影响的，

且根据第一阶段回归分析和弱工具变量检验的结果，我们认为 Student 是一个非常好的工具变量。

2. 贸易开放度。关于贸易开放度的内生性问题也被很多学者讨论，如李错和齐绍州（2011）、Badinger（2008）和彭水军（2013）等。为降低这个变量的内生性，本文采用的方法仍与李错等一致，将贸易开放度的滞后一期 $Open_{t-1}$ ，作为工具变量引入模型，这在贸易研究的众多文献中也是比较常见的。

为检验工具变量的有效性，本文在估计模型（4）之前对其进行 Hausman 检验、弱工具变量检验（rk Wald F）和过度识别检验（Hansen J）。根据上述检验结果，本文认为并不拒绝上述选择的工具变量引入模型，因此引入上述工具变量是合适的（见表 2 所示）。

表 2 模型估计结果

变 量	(1) OLS ₁	(2) OLS ₂	(3) OLS ₃	(4) IV	(5) SCC	(6) GMM
Fiscal	0.0124 (0.014)	0.0340 ** (0.017)	0.0103 (0.014)	-0.0503 * (0.0308)	-0.0029 *** (0.0007)	-0.0038 * (0.002)
lnOutput	0.0780 *** (0.012)	—	0.0844 *** (0.018)	0.2105 *** (0.0244)	0.0020 *** (0.0004)	0.0063 (0.008)
lnperGDP	—	0.0540 (0.069)	-0.0219 (0.057)	0.0461 (0.1600)	0.008 * (0.0046)	-0.0013 (0.0214)
Open	—	0.0779 (0.070)	0.1083 * (0.056)	0.0297 (0.077)	-0.028 *** (0.0067)	-0.0667 (0.063)
lnFinance	—	0.044959 ** (0.018)	-0.0128 (0.0186)	-0.1027 *** (0.0328)	-0.0201 *** (0.003)	-0.0090 (0.020)
Third	—	-2.1e-04 (2.0e-04)	-1.4e-04 (2.0-04)	6.26e-06 (1.53e-04)	3.69e-07 (3.87e-07)	1.25e-06 (1.77e-06)
R-squared	0.7288	0.648	0.7835	—	—	—
F(Wald)	55.09	13.99	22.32	38.37	1893.58	4.78
rk Wald F	—	—	—	10.755(7.03)	—	1.180(4.58)

注：“*”表示 $p < 0.1$ ，“**”表示 $p < 0.05$ ，“***”表示 $p < 0.01$ ，括号内为标准误（SE）；模型（4）、（6）中的 rk Wald F 统计量括号为 10% 水平下的工具变量偏误。

（三）宏观因素分析

这里，我们主要讨论政府扶植和行业自身发展在科技创新效率提升方面所起的作用，估计结果按照由简单到复杂、增加控制变量和降低内生性的方式来检验 Fiscal 和 lnOutput 这两个核心变量对科技创新效率（TFP）的影响。不同于以往大多数文献中的简单回归，本文运用较为先进的估计方法，以使结果的分析更为可信（如表 2 所示）。模型（1）、（2）和（3）均为 OLS 回归，模型（4）采用的是工具变量法（Hausman 检验值为 20.11），结合 rk Wald F 统计量和 Hansen J 统计量综合判断，我们认为采用工具变量是合适的；模型（5）是采用 LSDV 法估计的固定效应模型，并利用 Driscoll-Kraay 标准误对异方差问题进行纠正；模型（6）是 GMM 估计、综合运用 Iv 和方差纠正技术后的最终估计方程。

1. 政府扶植。根据模型（1），Fiscal 系数的统计意义并不显著，但基本维持在 10% 的置信水平上。结合模型（2），我们认为 Fiscal 是显著为正的。但随着内生性的减弱，Fiscal 的系数变成了显著为负，而固定效应模型的估计也支持模型（4）的观点，说明政府扶植对科技创新效率的提升并没有稳定的积极作用，甚至会产生负向的刺激。换言之，在控制科研经济系统内的众多环境因素后，政府扶植并没有对科技创新效率产生预期的积极效果。这一结论并未完全否认政府在科技研发中的积极作用，政府扶植在科技研发中的贡献还是明显的，但单纯地从科技创新资源转化效率上看，政府扶植的“天然弊端”（经费的滥用与效率低下）阻碍了其更好地发挥自身优势。此外，政府对科研扶植的市场转化率不高的客观事实也导致其对技术效率的提升反而产生负面的影响。

2. 产业规模。根据表 2 的估计，企业自身的发展（ln Output）对科技创新效率的提升具有明显的积极效应，随着内生性与异方差问题的剔除，虽然其系数变得越来越小，但仍基本保持显著为正（但模型（6）不显著），这一结论与之前的预期相一致，也符合经济学的直观认识。因此，企业的经济效率优于政府管制下的经济效率，企业为主导的研发模式更有利于资源的充分利用和科技创新效率的提升。

此外，从模型（1）-（6）来看，多数控制变量的估计系数很不稳定，表明经济的上行与贸易

开放度、产业结构状况对科技创新效率的影响机制很复杂，无法在模型中得到很好的解释。另一个显著的特点是 inFinance 的估计系数基本显著为负，这一结论也比较费解，可能要从更深的层次进行研究。

三、结 语

本文采用 DEA-Malmquist 指数法和面板模型，对浙江省 11 市 4 年的面板数据进行科技创新效率评价，认为浙江省科技创新效率总体来说较好，但更多的是依靠科技突破（techch）的提升来实现，政府扶植对科技创新效率的提升并没有积极影响，在剔除内生性等问题影响后具有明显的负效应，企业自身的发展更能促进科技创新效率的提升，其估计结果稳定且显著。据此，本文研究结论的政策意义是：

1. 政府应更多地发挥引导作用，提倡建立企业投资为主导的科技研发模式。适当减少科研项目的直接投入，注重科研项目的质量监督与验收。加大扶植、补贴高科技企业研发的力度，借助企业途径开展科技研发，提高科技创新效率。此外，根据宏观模型的分析，努力提供更好的经济环境、金融环境和科研环境，鼓励高科技企业走出国门，支持高科技产品的出口贸易，应是基础建设的重要组成部分。

2. 本土科技公司更应注重自身科技创新效率的提升。重视对高科技人才的培养与保护，积极与科研院所建立稳固的科研联系，开发高效人才库。积极参与全球企业的竞争，引进外国高科技研发人才和管理人才，学习发达国家先进的科研经验（如建立全球研发中心、信息交流中心等），逐步提高自身的科研实力。