

基于面板数据的高技术产业 研发投入产出关系研究

黄启静 和 成李 启慧

南京航空航天大学 经济与管理学院 江苏 南京

摘要 利用高技术产业 2000—2007 年的统计数据运用面板数据模型对我国高技术产业的研发投入产出关系进行了实证研究。首先归纳出我国高技术产业研发投入活动的特点,然后建立变系数面板数据模型。结果发现,高技术产业研发投入要素对产出的影响存在显著差异,经费投入对产出成果有着较强的促进作用,而人员投入对部分产业的产出成果贡献较小。最后,基于分析结果提出了改善我国高技术产业研发投入效果的建议。

关键词 高技术产业 研发投入 产出 面板数据

中图分类号 J01 文献标识码 A 文章编号 1001-7348(2010)16-0000-00

引言

高技术产业是指依靠高技术研究开发成果进行高技术产品生产和服务的产业部门。与传统产业相比,高技术产业具有原材料消耗少、能耗低、附加值高、以及高投入、高风险、高回报、高渗透性等特点。根据 2006 年 1 月国家统计局印发的《高技术产业统计分类目录》,我国高技术产业的统计范围包括医药制造业、航空航天器制造业、电子及通讯设备制造业、电子计算机及电子设备制造业和医疗设备及仪表制造业。截止 2007 年底,我国高技术产业当年总产值 1.2 万亿元,实现工业增加值 3,300 亿元,利税 1,000 亿元,是 2002 年 3,000 亿元的 1.1 倍。同年,高技术产业的从业人员达到 1,200 万人,比上年增加了 200 万人。整个高技术产业的迅猛发展,对国民经济的发展起到了极大的推进作用。

作为知识密集型产业,近年来我国高技术产业的研发投入强度不断增大,有力地推动了其发展。但是,资源是具有稀缺性的,如何在投入资源一定的条件下获得更多的产出,始终是一个值得我们关注和研究的课题。早在 20 世纪 90 年代,李启静和成李启慧利用澳大利亚 10 个制造业企业 1990—1995 年的数据,对企业研发投入和产出间的关系进行分析,得出研发投入和研发投入显著正相关的结论。

李启静和成李启慧对美国和日本 20 个工业组织的研发投入效率进行了比较,发现美国的食物、纺织、化工、橡胶、金属等制造工业的研发效率比日本同行业高,而日本的造纸、石油、机械和科学仪器设备制造工业的研发效率比美国同行业高。两国的电子设备、运输及采掘业的效率相等。李启静和成李启慧还对台湾电子行业的研发投入活动进行了实证研究,得出了研发投入产出弹性为 0.5,平均投资回报率为 20% 左右的结论。李启静和成李启慧还利用 20 个国家 1990—1995 年的数据,研究了研发投入活动在贸易中的溢出效应。同时还发现,人力资本对研发投入产出有直接影响。张小蒂和王中兴将我国研发投入资本存量与高技术产业各个产出指标进行了相关检验和回归分析,研究发现,高技术产业的专利申请数量、产品销售收入、利润、产品销售收入同研发投入资本正相关。朱有为和康宁利用随机前沿生产函数模型,对高技术产业细分行业的研发效率进行了测算,指出我国高技术产业的研发效率整体偏低,但呈现出稳步上升状态。行业间效率差异有缩小趋势。吴和成运用李启静和成李启慧模型,对 1995—2000 年间我国高技术产业的研发投入效率进行了分析,得出某些高技术产业表现为研发投入高效率,而有些高技术产业则效率较低的结论。朱月仙等实证研究了专利申请量和研发投入经费支出的关系,发现研发大国的专利申请量和研发投入经费存在显著的正线性相关。

收稿日期 2010-06-15

基金项目 国家自然科学基金重点项目(70733001)、教育部人文社会科学研究规划基金项目(07JJD710001)、南京航空航天大学哲学社会科学基金重点项目(2009010101)

作者简介 黄启静,女,江苏淮安人,南京航空航天大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为数量经济模型与应用;和成李,男,江苏启东人,博士,南京航空航天大学教授,研究方向为技术经济理论与应用;启慧,女,江苏镇江人,南京航空航天大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为数量经济模型与应用。

关系而研发小国则存在显著的二次函数关系。周寄中、饶娟^[10]比较了我国医药产业与发达国家在经济规模、市场营销和研发投入方面的差异,指出我国医药产业的研发投入与发达国家有较大差距。傅利平、曷兰^[11]通过构建面板数据模型对天津市高技术行业的研发投入滞后性与产业技术创新关系进行了实证研究,指出天津市高技术行业的研发投入具有短期性和波动性的特点。高昌林、谢德全^[12]基于 2003 年对高技术产业的定义,对我国高技术产业发展的主要指标与部分国家进行了对比分析,该研究表明我国高技术产业在技术密度方面与发达国家有较大差距。从以上研究中我们可以发现,我国高技术产业在研发投入力度、技术密度等方面和发达国家相比还有较大差距。整个高技术产业的研发效率整体偏低,部分产业的研发投入与投入不成比例。

已有文献在对高技术产业进行研究时,大多采用的是截面数据或时间序列数据,而较少采用面板数据。在实证分析中,单一的截面或时间序列数据往往存在数据量少、容易产生异方差或共线性的缺点,而面板数据则可以具有

较少的共线性和更多的自由度,使得模型设定更加合理。因此,笔者利用我国高技术产业 2003—2010 年的统计数据,运用面板数据模型对我国高技术产业研发投入和产出之间的关系进行实证分析。

我国高技术产业 研发投入活动的特征分析

2003 年我国高技术产业实现了跨越式的发展,产业研发投入和产出也达到了前所未有的规模。在研发投入方面,高技术产业科技活动经费筹集总额达到 1 000 亿元,其中政府资金、企业资金和金融机构贷款分别为 300 亿元、600 亿元和 100 亿元。研发投入内部支出总额达到 500 亿元。2010 年的研发投入人员数为 2 200 万人,占从业人员的比重为 10%。在产出方面,我国高技术产业 2010 年累计新产品产值 1 200 亿元,新产品销售收入 1 000 亿元,专利申请数共计 1 500 项,发明专利授权量累计达到 1 000 项,占专利申请总数的 67%。高技术产业研发投入活动投入产出指标如表 1 所示。

表 1 我国高技术产业 研发投入产出指标

指标	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
政府资金科技活动经费筹集额/亿元	300	300	300	300	300	300	300	300
企业资金科技活动经费筹集额/亿元	600	600	600	600	600	600	600	600
金融机构贷款科技活动经费筹集额/亿元	100	100	100	100	100	100	100	100
对研究院所和高校支出科技活动经费外部支出/亿元	100	100	100	100	100	100	100	100
研发投入经费内部支出/亿元	500	500	500	500	500	500	500	500
研发投入人员折合全时当量科技活动人员数/万人	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
新产品开发经费/亿元	500	500	500	500	500	500	500	500
新产品销售收入环比增长速度/%	10	10	10	10	10	10	10	10
发明专利授权量环比增长速度/%	10	10	10	10	10	10	10	10

由表 1 可以看出,高技术产业科技活动经费筹集额中政府资金的比重有所下降,而企业资金的比重呈上升趋势。金融机构贷款比重 2003 年达到 10%,2010 年仅为 10%。总体看来,前 3 年略有上升,后 7 年下降较明显。这也从侧面说明了我国高技术产业进行技术创新的欲望有所增强。研发投入经费内部支出占科技活动经费内部支出比重在 2003 年达到 50%,比 2004 年增长了 5 个百分点。研发投入人员折合全时当量占科技活动人员数的比重也有类似变化。2003 年比 2004 年增长了 5 个百分点。新产品开发经费占新产品产值的比重较为稳定,在后 7 年保持在 40% 左右。在产出方面,新产品销售收入和发明专利授权量的环比增长速度远大于平均环比增长速度,分别为 10% 和 10%。这表明,高技术产业研发投入活动的产出成果逐年上升。

变量选取及数据处理

变量选取

一般认为,研发投入活动的投入指标主要取决于经费和

人员这两个核心因素。在经济分析中,这也是两个通用的指标。李冬梅^[13]认为,科技物力资源、信息资源以及组织资源大都反映在科技人力资源和科技财力资源上。它们具有相对重要的地位和决定性的意义,是科技生产的基本要素和科技生产得以进行的先决条件。本文通过文献调研,考察了国内学者在评价企业研发投入时所使用的指标。发现研发投入人员和研发投入经费是被普遍使用的。因此,本文也选取它们作为投入指标。研发投入人员折合全时当量体现了研发投入人员的实际水平和强度。研发投入经费内部支出则能比较直观地反映企业在经济上对研发投入活动的支持力度。因此,我们选取研发投入人员折合全时当量和研发投入经费内部支出两个指标来反映高技术产业研发投入活动的投入力度。

在通常情况下,新产品产值和发明专利授权量可以作为企业研发投入活动的产出成果。发明专利授权量,实质上是企业研发投入转化成的一种知识型产出,最能体现研发投入活动的创新价值。但其技术含量较高,往往申请的难度也较大,不能客观全面地反映企业研发投入活动的产出成果。而新产品产值则比较能反映企业技术创新的强

表 1 高新技术产业各变量指标的描述性统计

	变量 Y	变量 X_{1it}	变量 X_{2it}
均值	1.23	1.23	1.23
中值	1.23	1.23	1.23
最大值	1.23	1.23	1.23
最小值	1.23	1.23	1.23
标准差	1.23	1.23	1.23
观测值个数	1.23	1.23	1.23
横截面个数	1.23	1.23	1.23

3.1 面板单位根检验

与时间序列模型一样，面板数据的单位根检验也是为了检验面板数据中各个时间序列的平稳性。不同的是，面板数据在进行单位根检验时，还需要考虑不同时间序列之间的影响。对于面板数据模型，考虑下面的模型：

$$y_{it} = \rho_i y_{it-1} + \alpha_i \delta_i + u_{it}$$

表 2 高新技术产业面板数据单位根检验结果

检验方法	ADF		PP		IPS		LSDV	
	水平值	一阶差分	水平值	一阶差分	水平值	一阶差分	水平值	一阶差分
Δy_{it}	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23
ΔX_{1it}	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23
ΔX_{2it}	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23	-1.23

3.2 模型设定的检验

我们分别估计混合回归模型、固定影响变截距模型和变系数模型，得到各个估计式的残差平方和 $S_{残}$ 。进而得到 $F_{残}$ 和 $F_{残}$ 分别为残差平方和检验统计量。由于 $F_{残}$ 大于 $F_{残}$ 以及 $F_{残}$ 大于 $F_{残}$ ，所以本文选择变系数面板数据模型。

3.3 估计结果及结论

本文采用 AIC 法对模型进行估计，模型估计结果见表 3。

表 3 变系数面板数据模型估计结果

行业	截距项		研发投入内部支出	研发投入人员折合全时当量
	公共截距项	个体固定影响		
医药制造业	1.23	1.23	1.23	1.23
航空航天器制造业	1.23	1.23	1.23	1.23
电子及通讯设备制造业	1.23	1.23	1.23	1.23
电子计算机及办公设备制造业	1.23	1.23	1.23	1.23
医疗设备及仪器仪表制造业	1.23	1.23	1.23	1.23

注：括号内为 t 值。

从表 3 的估计结果，我们可以得到以下结论：

第一，高新技术产业各个子行业的研发投入和人员投入对新产品产值的影响存在显著差异。研发投入对各个行业的产出均有显著的促进作用，对航空航天器制造业的促进作用最大，对电子计算机及办公设备制造业的促进作用最小。其弹性仅为 0.23，研发投入人员对产出的弹性都较小，最大的仅为 0.23，尤其对航空航天器制造业和电子及通讯

设备制造业的产出还存在一定的抑制作用。这一结果很可能是由新产品本身的性质所造成的。因为新产品的生产可以被认为是一种技术创新过程，是把知识型产出转化为实际产品的过程。在这一过程中，更多依赖的是技术和设备，更需要强大的经费支持。因此相对于人员来讲，研发投入的投入对新产品产值的影响更大些。

第二，研发投入人员冗余对航空航天器制造业产生的阻碍作用最大。在规模报酬方面，只有航空航天器制造业的 α 处于规模报酬递增的状态，而其他各个行业的 α 处于规模报酬递减的状态。

4 政策建议

为了优化经济结构，更好地实现产业升级，本文认为应从以下几方面提升高新技术产业研发投入的效果。

第一，进一步深化产学研合作。由表 3 可以看出，2008 年我国高新技术产业对高校和科研院所支出占科技活动经费外部支出的比重逐年下降。2008 年相对 2007 年下降了近 10%。这是一个不好的发展态势。企业研发活动的目的便是获得某种创新的产品或者生产这种产品的技术。当然这种技术也可以通过引进外部技术或与高校及科研院所合作来获取。我国的高技术产业在进行自主研发的同时，还应该加强与高校及研究所的合作，从而有效地促进新产品的生产，切实提高研发投入活动的投入效果。

第二，进一步加大高新技术产业的研发投入强度。航空航天器制造业研发投入对产出影响的弹性之和 α 处于规模报酬递增的状态，也就是说其研发投入是规模报酬递增的。因此，政府和企业要有计划地加大对航空航天器制造业的研发投入，强

