

# 我国工业经济增长中研究与发展活动的作用

## ——基于全要素生产率的定量分析

李明智, 王娅莉

(华中科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 基于 1990~2003 年的数据, 对工业企业及公共部门的研究与发展活动和对外开放在促进工业经济增长中的作用进行了分析和定量测算。结果显示: 研究与发展活动对我国工业经济增长有显著的促进作用; 从对提高要素使用效率的作用看, 公共部门研究与发展活动的作用大于工业企业, 从对工业经济增长的实际作用看, 工业企业研究与发展活动的作用大于公共部门。

**关键词:** R&D; 工业经济增长; 全要素生产率

中图分类号: F424.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)12-0016-04

### 0 前言

科学技术是第一生产力, 科技创新是加快科技进步和提高竞争能力的关键。研究与发展活动(R&D活动)作为创新活动的基本要素, 在科技创新活动中发挥着关键性的作用。工业部门是我国最大的产业部门, 在国民经济中占有非常重要的地位, 1990~2003年, 在我国GDP构成中工业所占的比重从37%上升到45.3%, 工业迅猛发展对这一时期GDP持续高速增长的作用非常明显。同时, 工业部门又是我国R&D活动的主要承担部门, 2003年工业企业R&D支出占全部企业R&D支出的90%以上, 约占全国R&D支出的57%。工业持续发展与技术创新能力问题、R&D活动对工业经济增长的绩效问题日益引起政府和社会的高度关注, 这些也是制定国家发展战略和产业发展政策需要研究的问题。

定量分析科学技术对经济增长的促进作用是科技与经济关系研究中的重要内容。早在20世纪30年代, Cobb和Douglas用生

产函数描述了产出与投入的关系, 可以计算某一时刻的技术水平<sup>[1]</sup>; 1957年, 索洛在技术中性的假设下推导出增长速度方程, 分离出技术进步对经济增长的贡献, 把Cobb-Douglas函数的研究推进了一大步<sup>[2]</sup>。上世纪90年代起, 作为技术创新源泉的R&D活动对经济发展的推动作用逐渐受到学者的关注。Coe, Helpman (1995) 利用以色列和21个OECD国家1971~1990年的数据, 发现国内和国外的R&D活动对全要素生产率具有重要影响, 国外R&D活动在进口比重大的国家对全要素生产率影响更大, 而国内R&D活动在工业7国集团比较重要<sup>[3]</sup>。Wakelin (2001)研究了英国工业后, 认为R&D投入对产出增长有明显的促进作用, 1988~1996年间R&D经费每增长1%促进产出增加0.27%<sup>[4]</sup>。Guelllec(2004)通过对16个OECD成员国的固定样本进行分析, 得出了企业R&D经费、公共部门R&D经费和国外R&D经费每增长1%分别带动产出增长0.13%、0.17%和0.46%的结果<sup>[5]</sup>。

我国学者近期的研究主要集中在全要

素生产率(TFP)方面, 定量分析R&D活动对经济增长促进作用的研究则较少见。朱春奎(2004)对上海市的研究显示, 1985~2001年R&D投入与经济增长存在着长期动态均衡关系<sup>[6]</sup>。罗佳明和王卫红(2004)将科技投入(确切说是国家财政科技投入)与GDP进行回归分析, 计算出1953~2001年间国家财政科技投入对我国GDP增长的贡献是17.6%<sup>[7]</sup>。

上述研究由于研究角度、研究对象、研究方法和研究的时间跨度不同, 得出的结论也不尽一致, 但都深化了R&D活动对经济增长促进作用的研究。本文以工业为研究对象, 定量分析R&D活动对我国工业经济增长的促进作用, 并分析它对工业TFP的影响。

### 1 因素分析与模型建立

#### 1.1 工业TFP

经济增长的直接原因主要是要素投入的增加和要素使用效益的提高两个方面。随着社会的发展和科技的进步, 要素使用效益

收稿日期: 2006-04-06

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划项目(2003BA905B05)

作者简介: 李明智(1980-), 男, 江苏仪征人, 华中科技大学管理学院硕士研究生, 研究方向为技术经济、科技政策; 王娅莉(1956-), 女, 山西黎城人, 华中科技大学管理学院副教授, 研究方向为技术创新、科技政策。

提高对经济增长的作用不断加强。在经济学领域,要素使用效率常用全要素生产率(TFP)来表示:

$$TFP=Y/(K^\alpha L^\beta) \quad (1)$$

其中:Y、K和L分别表示产出、资本和劳动投入, $\alpha$ 、 $\beta$ 分别为资本和劳动的弹性, $\alpha+\beta=1$ 。由索洛增长速度方程可知,TFP增长对经济增长的贡献为:

$$E_{TFP}=tfp/y \quad (2)$$

其中:tfp和y分别表示全要素生产率和产出的增长率。将Cobb-Douglas函数和索洛增长速度方程运用于我国工业,可计算出工业TFP及其对经济增长的贡献。

## 1.2 工业TFP的影响因素

在研究TFP时,丹尼森将其分解为规模经济、资源配置、知识发展、政策影响等部分<sup>⑧</sup>。张正颌研究认为:影响我国TFP的因素主要有产业结构、制度变迁、金融深化和包括技术进步在内的其它因素,其中产业结构一直是TFP增长的主要因素。随着改革的深入,制度变迁和金融深化对TFP的贡献渐渐降低,同时,包括技术进步在内的其它因素的作用则大大增强<sup>⑨</sup>。

20世纪80年代以后是我国经济发展的重要时期,也是我国工业发展的重要时期:

我国从计划经济逐步转入市场经济,国有企业通过实行股份制改造,转变为自主经营、自负盈亏、按现代企业制度运作的独立法人,企业灵活性和竞争力得到增强。

1992年邓小平南巡讲话指出,“科学技术是第一生产力”,“要提倡科学,靠科学才有希望。”1995年国家实施“科教兴国”战略,政府加大了科技领域的投资力度,财政科技拨款不断增长。在财政、金融、税务等方面实行优惠政策,鼓励企业技术创新和新产品开发。鼓励产学研合作,加速大学和科研院所科技成果向产业部门转化。实行经济体制改革和对外开放加剧了市场竞争,企业越来越意识到科学技术和创新的重要性,对科技的投入快速增长,2003年工业企业R&D经费支出达到872亿元,是1990年的25倍,实际年均增长24%,大大推进了我国工业的技术进步与创新。1979年开始的科技体制改革对科技体制产生了极大的影响,加速了企业作为科技活动主体的进程。改革开放后,由于我国廉价的劳动力和巨大的市场潜力,使国外企业和资金纷纷进入国内,中国成为

吸收外资最多的国家之一,并成为世界生产制造基地,同时外资也带来国外先进的观念、经验和技巧。

根据上述分析,影响我国工业TFP的因素主要表现在以下方面:第一,企业是技术进步的主体,企业R&D活动对技术进步有重要的作用。第二,公共部门R&D活动向产业部门的外溢,是政府鼓励产学研合作、促进产业技术创新政策的主要体现形式和直接结果。第三,经济体制改革、对外开放、国外技术和资本向我国流动所带来的影响。国外资本和技术的影响与开放程度密切相关,本文将其与非技术因素(如经济体制的改革、环境、开放等诸方面)综合表达为对外开放因素。在我国各产业部门中,工业部门的R&D活动规模要远远大于其它产业部门,因此可不考虑国内其它产业向工业的技术转移。

## 1.3 影响因素对TFP的弹性

根据上述分析,将工业企业R&D活动、公共部门R&D活动和对外开放作为自变量、TFP作为因变量,根据Cobb-Douglas函数建立公式<sup>⑩</sup>:

$$TFP=B \cdot RD_{t-x_1}^{\gamma_{RD}} \cdot PRD_{t-x_2}^{\gamma_{PRD}} \cdot FDI_{t-x_3}^{\gamma_{FDI}} \quad (3)$$

其中,B为常数,RD为工业企业R&D活动,RPD为公共部门R&D活动,FDI为对外开放, $x_1$ 、 $x_2$ 分别表示工业企业R&D和公共部门R&D对TFP的延迟, $\gamma_{RD}$ 、 $\gamma_{PRD}$ 和 $\gamma_{FDI}$ 表示工业企业R&D、公共部门R&D和对外开放各自对TFP的弹性。对(3)式两边取对数:

$$\ln TFP = \ln B + \gamma_{RD} \ln RD_{t-x_1} + \gamma_{PRD} \ln PRD_{t-x_2} + \gamma_{FDI} \ln FDI_{t-x_3} \quad (4)$$

由(4)式经多元回归,可计算出各影响因素的弹性。

## 1.4 影响因素对工业经济增长的作用

根据索洛增长速度方程可将(3)式转换为:

$$tfp = b + \gamma_{RD} rd_{t-x_1} + \gamma_{PRD} prd_{t-x_2} + \gamma_{FDI} fdi_{t-x_3} \quad (5)$$

其中,rd、prd和fdi分别为RD、PRD和FDI的增长率, $\gamma_{RD} rd_{t-x_1}$ 表示由工业企业R&D活动带来TFP的增长率, $\gamma_{PRD} prd_{t-x_2}$ 表示由公共部门R&D活动带来TFP的增长率, $\gamma_{FDI} fdi_{t-x_3}$ 表示由对外开放带来TFP的增长率,则 $\gamma_{RD} rd_{t-x_1}$ 、 $\gamma_{PRD} prd_{t-x_2}$ 和 $\gamma_{FDI} fdi_{t-x_3}$ 也分别表示由工业企业R&D活动、公共部门R&D活动和对外开放带来工业经济的增长率;b表示进行上

述分解后的剩余项。

## 2 指标选取与参数确定

### 2.1 指标选取与数据处理

“全部国有及规模以上非国有工业企业”是我国工业的主体,也是进行工业企业R&D活动的主体。为进行实证分析,本文以国有及规模以上非国有企业为研究对象,采用《中国科技统计年鉴》、《中国统计年鉴》等公开出版物数据,各项经济指标换算为1990年工业不变价,单位为亿元,人员指标单位为万人。

(1)产出。一般衡量产出的指标有增加值、总产值和销售收入,本文用“增加值”表示。

(2)资本投入。资本投入数据应是直接或间接构成生产能力的资本总存量,它既包括直接生产和提供各种物质产品和劳务的各种固定资产和流动资产,也包括为生产过程服务的各种服务及福利设施的资产等。本文采用“年末固定资产净值”与“年末流动资产余额”的和表示资本存量。

(3)劳动投入。劳动投入是生产过程中实际投入的劳动量,并由标准劳动投入来衡量。依惯例原则,以“年末从业人员”表示。

(4)工业企业R&D活动。反映R&D活动的指标主要有R&D经费和R&D人员,由于R&D经费和R&D人员之间有很高的相关性,本文采用R&D经费支出表示R&D活动。按照永续盘存法由企业R&D内部支出计算其存量,即假定以往R&D经费支出按现有R&D经费支出的年均增长率增长,建立计算最初R&D经费存量的公式:

$$R = r(1+\eta)/(\eta+\delta) \quad (6)$$

其中,R为最初R&D经费存量,r为最初R&D经费支出, $\delta$ 为缩减率, $\eta$ 是现有R&D经费投入的年均增长率。参考Guellec的研究,缩减率取15%,他所作的敏感分析显示,回归结果不随所选定的缩减率发生显著改变<sup>⑪</sup>。

(5)公共部门R&D活动。公共部门R&D活动主要是指国内高等院校和政府科研机构的R&D活动。其中,国防R&D活动服务于国家安全和军事活动,不直接促进经济发展,为此本文采用除去国防R&D经费后的公共部门R&D经费表示。按照永续盘存法从公共部门R&D内部支出计算其存量,缩减率为15%。

(6) 对外开放。反映对外开放的指标有外商投资、对外进出口以及对外债权与债务<sup>[10]</sup>, 将它们与 TFP 进行相关分析, 外商投资的相关性较高。据此, 对外开放采用“外商直接投资实际利用额”的存量表示。外资的规模可以反映对外开放政策的作用、发展环境以及经济成分的变化、资源配置的改变等。随同外资进入带来大量先进的技术、一流的设备和先进的管理经验等<sup>[11]</sup>, 也在一定程度上反映了国外技术的扩散程度。通常外资为了尽快收回成本, 折旧率较高, 本文取 10%。

2.2 参数确定  
(1) 弹性  $\alpha$  和  $\beta$ 。生产要素的弹性被定义为要素投入增长对产出增长的作用, 常见的方法是用利润和劳动者报酬者分别占国民收入的比重来表示资本和劳动的产出弹性。

为计算劳动弹性  $\beta$ , 首先利用国民经济核算中“国民收入=GDP-折旧-企业间缴税”<sup>[12]</sup>的公式, 计算工业国民收入。其中, 企业间缴税用利税与利润的差代替, 折旧用年末固定资产余额与折旧率的积表示, 一般认为资产的折旧期限为 15 年, 年折旧率为 6.7%。由于我国工资只是劳动者报酬的一个部分, 劳动者还有许多其它的隐形报酬无法直接统计, 直接用工资代替劳动者收入则会低估劳动的产出弹性。在企业的经济核算中, 企业劳动者报酬可用企业产品销售成本与中间投入的差表示, 而“中间投入=总产值-增加值”<sup>[13]</sup>, 据此可估算出劳动者报酬。将劳动者报酬除以工业国民收入可计算出工业各年的劳动弹性  $\beta$ , 由  $\alpha+\beta=1$ , 可得各年资本

表 1 资本弹性与劳动弹性

	劳动弹性	资本弹性
1990	0.33	0.67
1991	0.34	0.66
1992	0.31	0.69
1993	0.33	0.67
1994	0.36	0.64
1995	0.33	0.67
1996	0.19	0.81
1997	0.24	0.76
1998	0.36	0.64
1999	0.59	0.41
2000	0.5	0.5
2001	0.53	0.47
2002	0.55	0.45
2003	0.61	0.39
均值	0.4	0.6

弹性  $\alpha$ (见表 1)。为了避免个别年份经济波动对数据的影响, 取它们的均值( $\alpha=0.6, \beta=0.4$ )表示资本和劳动的弹性, 此结果和国内外相关研究相似<sup>[14]</sup>。

(2) 时滞。从 R&D 活动到要素使用效率提高需要一定的时间, 不同的 R&D 活动其滞后时间不同。公共部门 R&D 活动包括大量的基础研究和应用研究, 研究成果的外溢性强, 但转为产业应用相对较慢; 企业 R&D 活动主要是试验发展活动, 期望尽快获得经济收益。对工业 TFP 与 R&D 经费的相关分析显示, TFP 与延迟 2 年的公共部门 R&D 经费相关系数较高, 与延迟 1 年的工业企业 R&D 经费相关系数较高, 因此, 确定公共部门 R&D 经费的延迟为 2 年, 工业企业 R&D 经费的延迟为 1 年。

### 3 定量测算

#### 3.1 工业 TFP

根据公式  $TFP=Y/(K^{\alpha}L^{1-\alpha})$  计算工业 TFP, 并根据式(7)计算 TFP 的年均增长率:

$$tfp_{t_1-t_2} = \sqrt[t_2-t_1]{\frac{TFP_{t_2}}{TFP_{t_1}}} - 1 \quad (7)$$

同理测算产出、资产和劳动投入的年均增长率, 并根据式(2)计算 TFP 增长对增加值增长的贡献。

从表 2 中可以看出: 1978-2003 年间, 我国工业增加值年均增长 11.3%, 发展速度较快。其中, 工业 TFP 年均增长 3.5%, 对增加值增长的贡献为 31.5%; 资本投入快速增长, 年均增长 12.5%, 对增加值增长的贡献高达 66.1%; 劳动投入增速仅为 0.7%, 对增加值增长的贡献只有 2.4%。但分两个阶段来看, 两个不同时期 TFP 的增长具有明显的差异:

(1) 1978-1990 年间, TFP 年均增长仅有 0.7%, 对增加值增长的贡献为 8.3%, 而资本投入年均增长达到 11%, 对增加值增长的贡献高达 74.2%, 说明这一阶段我国工业经济的增长主要依靠要素投入, 特别是资本投入, 要素使用效率提高的贡献有限, 我国工业基本处在粗放型经济增长状态。

(2) 1990-2003 年间, 资本投入的增长速度提高到 14%, 对增加值增长的贡献却在下降; 国有企业实行减员增效、下岗分流, 工业部门就业人数在这一时期由增速放缓转为年均减少 2.2%; 要素投入对工业增加值增长的总体贡献为 54.7%。而同期 TFP 增长加快, 年均增长 6%, 对增加值增长的贡献上升到 45.3%。这一阶段要素使用效率提高的贡献逐步接近于要素投入的贡献, 说明我国工业已经开始进入集约型经济时代, 即产出增长主要由要素使用效率的提高来推动。

#### 3.2 影响因素对 TFP 的弹性

TFP 大体上反映出各年的要素使用效率, 但它的大小在很大程度上取决于产出、资本和劳动。虽然 TFP 应随着经济的波动而波动, 但应保持相对稳定, 为此对个别年份波动较大的 TFP 数据进行了平滑处理, 使之等于前后两年的平均值。

将平滑处理后的 TFP 与工业企业 R&D 经费、公共部门 R&D 经费和对外开放进行相关分析, 1990-2003 年间相关系数分别为 0.993、0.953 和 0.904, 均显著相关, 显著性水平为 0.01, 充分说明工业企业 R&D 活动, 公共部门 R&D 活动和对外开放与工业 TFP 存在密切关系。

根据式(4), 对各自自变量和因变量取对数, 运用 SAS9.0 软件进行最小二乘法回归分析, 结果显示, 对外开放的回归系数为负值, 与实际情况不符, 原因是自变量之间高度线性相关, 其中工业企业 R&D 经费与公共部门 R&D 经费的相关系数为 0.964, 工业企业 R&D 经费与对外开放的相关系数为 0.920, 公共部门 R&D 经费与对外开放的相关系数为 0.985。由于最小二乘法回归会产生多重共线性, 因此, 改为采用岭回归进行分析。岭回归是一种有偏估计方法, 通过牺牲无偏降低共线性。岭回归结果如表 3, 岭回归均方根误差比最小二乘法均方根误差有所增大, 但仍然较小, 各回归系数的方差膨胀因子均较小, 回归结果比较合理。

弹性是对一个变量对于另一个变量的敏感性的一种度量, 反映了一个变量发生

表 2 工业增加值增长因素分析

	工业增加值 增长率	影响因素增长率			影响因素对工业增加值增长的贡献		
		资本投入	劳动投入	TFP	资本投入	劳动投入	TFP
1978~2003	11.3	12.5	0.7	3.5	66.1	2.4	31.5
1978~1990	8.8	11.0	3.8	0.7	74.2	17.5	8.3
1990~2003	13.5	14	-2.2	6	61.1	-6.4	45.3

表3 岭回归结果

最小二乘法均方根误差		0.02
岭回归均方根误差		0.11
岭回归	工业企业 R&D	0.17
方差膨胀因子	公共部门 R&D	0.14
	对外开放	0.31
岭回归	工业企业 R&D	0.12
系数	公共部门 R&D	0.23
	对外开放	0.01

1%的变化会引起的另一个变量变化的百分比。从表3可知,公共部门R&D经费、工业企业R&D经费和对外开放各自增长1%,分别会引起工业TFP增长0.23%、0.12%和0.01%,这说明:R&D活动对工业TFP有显著的促进作用,加强R&D活动可以提高要素使用效率;同样是增加1%的经费,公共R&D活动对TFP的影响几乎是工业企业R&D活动的两倍;对外开放对提高我国工业要素使用效率的作用很有限。

### 3.3 影响因素对工业经济增长的作用

根据式(5)分别计算工业企业R&D经费、公共部门R&D经费和对外开放对工业增加增值增长率的贡献。

表4 1990~2003年工业增加增值增长率分解(单位:%)

工业增加增值增长率	资本投入	劳动投入	TFP	工业企业R&D	公共部门R&D	对外开放	其它
13.5	8.4	-0.9	6	2.6	2.2	0.3	0.9

从表4可看出:

(1)1990~2003年间,工业增加增值年均增长13.5%,按影响因素分解,8.4%来源于资本投入,6%由TFP贡献,劳动投入贡献-0.9%。这表明上述时期我国工业增加增值的增长除了大部分依靠资本投入的增加来推动外,要素使用效率的提高也发挥了重要的作用。

(2)在TFP贡献的6%中,R&D活动的贡献为4.8%,即工业增加增值的增长中,超过1/3的部分是R&D活动推动的。具体到各个因素,工业企业R&D活动作用最大,贡献了2.6%,其次是公共部门R&D活动,贡献2.2%。对外开放的贡献较小,只有0.3%,另外还有0.9%由其它因素贡献。

(3)从表3看,公共部门R&D经费对TFP的弹性(0.23)明显高于工业企业R&D经费(0.12),说明前者对要素使用效率提高的影响大于后者,但由于公共R&D经费总量小于工业企业R&D经费总量,所以公共R&D活动对工业经济增长的作用小于工业企业R&D活动的作用。例如,2003年工业企业

R&D内部支出约为公共部门R&D内部支出(扣除国防R&D支出)的3.4倍。

需要说明的是:劳动投入的贡献为负值是由于从上世纪90年代后期起工业部门从业人员持续减少引起。由于资本投入和劳动投入只反映要素的投入数量而不反映要素的质量(如生产设备的技术水平和劳动者技能),要素质量的提高体现在TFP中。对外开放的贡献为0.3%,并不意味着对外开放对工业经济增长的作用很小,它只表明对外开放通过提高要素使用效率促进工业经济增长的作用比较小,而对外开放对工业经济增长的作用主要通过增加要素投入(资本投入)来表现。

## 4 结论

本文的研究结果有助于增进对工业发展特点的认识。由于可用的我国相关统计数据时间较短,给本文的研究造成了一定的困难,关于生产函数前提假设的合理性、影响TFP因素的分析和数据口径的同一性等问题,也需要进一步的研究。这些表明,定量分析R&D活动对经济增长的作用是一个复杂的、有待深入探讨的问题。

虽然上述研究所依据的资料是工业中的全部国有及规模

以上非国有工业企业,但是得出的结论对整个工业部门同样有意义。研究结果显示:1990~2003年与1978~1990年相比,我国工业经济增长中要素使用效率提高的作用明显增加。R&D活动提高了要素使用效率,进而对工业经济增长起到了明显的促进作用,特别是工业企业R&D活动,由于总量较大,对工业经济增长的作用也较大;公共部门R&D活动对要素使用效率的弹性最大,但由于其总规模较小,对工业经济增长的作用较工业企业R&D活动小。综合以上结果,R&D活动是现阶段我国工业快速发展的重要技术支撑;工业部门和公共部门的R&D活动对工业经济持续增长都是十分重要的。

### 参考文献:

- [1]潘士远,史晋川.内生经济增长理论:一个文献综述[J].经济学,2002,(4).
- [2]Solow,Robert M. Technical: Change and Aggregate Production[J]. Review of Economics and Statistics, 1956, (37).

- [3]Coe, Heipman, Elhanan. International R&D spillovers[J]. European Economic Review, 1995, (39): 859.
- [4]Katharme, Wakelin. Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms[J]. Research Policy, 2001, (30): 1079.
- [5]Dominique Guellec, Van Pottelsberghe De La Potteric. From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter[J]. Oxford Bulletin of Economics & Statistics, 2004, (66): 353.
- [6]朱春奎.上海R&D投入与经济增长关系的协整分析[J].中国科技论坛, 2004, (6).
- [7]罗佳明,王卫红.中国科技投入对经济增长的贡献率研究:1953~2001[J].自然辩证法研究, 2004, (2).
- [8]Danison E F. Why Growth Rates Differ: Post-war Experience in Nine Western Countries[J]. Washington Brookings Institution, 1967.
- [9]张正颌.中国经济增长中的TFP分析[J].电子财会, 2003, ( ).
- [10]叶飞文.要素投入与中国经济增长[M].北京:北京大学出版社, 2004.
- [11]中国科学院.2003高技术发展报告[M].北京:科学出版社, 2003.219.
- [12]N·格利高利·曼昆.宏观经济学[M].北京:中国人民大学出版社, 2000.26.
- [13]邱东,蒋萍,杨仲山.国民经济核算[M].北京:经济科学出版社, 2002.176.
- [14]沈坤荣.1978~1997年中国经济增长因素的实证分析[J].经济科学, 1999, (4).

(责任编辑:来扬)