

# 技术创新对山东经济增长的贡献研究<sup>\*</sup>

王 乃 静    王 立 平

( 山东经济学院, 山东 济南 250014)

**[摘 要]** 技术创新理论是现代西方经济理论的重要分支, 在分析经济增长方面起着重要作用。本文利用索洛的“余值法”测算了技术创新对山东省经济增长的贡献, 结果表明, 技术创新对于经济增长的贡献相对较低, 这就决定了山东省经济增长的粗放性。山东省要实现经济的可持续发展, 就必须依托技术创新促进经济的集约化增长, 走新型工业化道路。

**[关键词]** 经济增长; 技术创新; 余值法

**[中图分类号]** F224    **[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000- 971X( 2007) 06- 0123- 05

## 一、技术创新与经济增长概述

美籍奥地利经济学家熊彼特在其著作《经济发展理论》( 1912) 中提出了技术创新这一概念。熊彼特将创新定义为“生产要素和生产条件的一种从未有过的新组合, 将其引入生产体系以获得企业家利润或潜在的超额利润”, 认为创新可以分为五方面: (1) 开发新的产品; (2) 采用新的生产方法; (3) 开辟新的市场; (4) 创造原材料的新供应源; (5) 企业的新组织方式。

熊彼特的技术创新理论对古典经济增长理论中的悲观观点提出了挑战。根据以亚当·斯密、马尔萨斯、李嘉图等人为代表的古典经济学家的理论, 经济增长过程最终将处于一种静态循环的状态。而熊彼特则认为, 经济增长模式可以划分为两类: 经济循环与经济发展。经济循环就是所谓的静态平衡, 而经济发展则是一种动态平衡。技术创新是实现经济动态平衡发展的基本动力, 这意味着经济增长的源泉和决定性因素是技术创新。

自从熊彼特提出了技术创新概念之后, 技术创新领域的研究备受关注, 技术创新理论已经成为现代西方经济理论中的一个重要分支, 在分析经济增长方面起着重要作用。索洛首先在生产函数中引入了技术进步因素, 提出了技术进步模型。根据该模

型, 产出增长率能够分解为技术进步率、资本增长率与劳动要素增长率三部分。目前关于索洛技术进步模型的讨论主要集中在以下几方面: (1) 技术进步的来源问题。索洛没有说明技术进步是怎样产生的; (2) 资本的产出弹性、劳动的产出弹性以及技术进步率的确定问题; (3) 中性技术进步以及规模收益不变的假设问题。丹尼森、钱纳里、纳尔森等对这些问题进行了研究。

在新古典增长理论中, 技术进步因素是一种外生变量, 这就表明技术进步与劳动、资本等生产要素之间是不可替代的, 而劳动、资本等生产要素存在着边际收益递减规律, 这就使得新古典增长理论无法解释经济的长期持续增长问题。20世纪80年代中期以来, 新经济增长理论的出现弥补了新古典经济增长理论的缺陷。保罗·罗默的论文《收益递增与长期增长》( 1986) 和卢卡斯的论文《论经济发展机制》( 1988) 的发表是新经济增长理论诞生的标志, 而格罗斯曼主编的《经济增长: 理论和证据》是新经济增长理论的代表性论文集。新经济增长理论又称为内生技术进步理论。该理论论证了由人力资本积累和知识积累所引致的内生技术进步是经济长期持续增长的重要源泉和决定因素。内生技术进步理论通过引入包含人力资本的广义资本而将技术进步因素内

<sup>\*</sup> 本文是山东省软科学研究计划项目“山东省技术创新、产业调整与经济增长研究”(项目编号: A200625- 5) 的阶段性成果。

**[作者简介]** 王乃静( 1952- ), 男, 山东蓬莱人, 山东经济学院副院长、教授、博士。主要研究方向: 数理经济分析与宏观经济学。

生化,从而可以有效解释经济长期持续增长的动力机制问题。目前,内生技术进步理论还没有形成被大家一致认同的基本模型,由于观察内生技术进步实现机制的角度不同,因而所形成的模型体系相对比较松散,包括人力资本积累模型、知识积累模型、产品质量升级模型、产品品种增加模型等等。

表 1 经济增长方式类型

经济增长方式	类型	判定指标
集约型	相对集约型	$0.5 < E_a < 1, 0 < E_b < 0.5$
	绝对集约型	$E_a > 1, E_b < 0$
并重型	并重型	$E_a = E_b = 0.5$
粗放型	相对粗放型	$0 < E_a < 0.5, 0.5 < E_b < 1$
	绝对粗放型	$E_b > 1, E_a < 0$

三、技术创新贡献率的测算方法

索洛提出的估计技术进步对经济增长贡献的计量模型在实际研究中得到了广泛应用。假设生产函数的一般式为:  $Q_t = A_t f(L_t, K_t)$ 。其中,  $A_t$  代表  $t$  时期的技术进步水平,  $Q_t$  代表  $t$  时期的总产量,  $L_t$  代表  $t$  时期投入的劳动量,  $K_t$  代表  $t$  时期投入的资本量。

令  $\alpha = \frac{\partial Q_t}{\partial L_t} \cdot \frac{L_t}{Q_t}$ ,  $\beta = \frac{\partial Q_t}{\partial K_t} \cdot \frac{K_t}{Q_t}$ ,  $\alpha$  和  $\beta$  分别为劳动的产出弹性和资本的产出弹性。对该式求全导数, 进行变化得到:

二、粗放型经济增长与集约型经济增长的界定

索洛认为经济增长来源于三个方面: 技术进步、劳动投入增加以及资本投入增加。其中, 劳动投入增加与资本投入增加可以归结为生产要素的增长。因此, 经济增长的源头可以归结为两个方面: 一是来源于技术进步, 二是来源于生产要素投入的增长。根据经济增长的源头, 可以将经济增长划分为三类: 粗放型经济增长、集约型经济增长以及并重型经济增长。所谓粗放型经济增长是指主要依靠生产要素投入的增加而获得的经济增长; 集约型经济增长是指主要依靠技术进步所实现的经济增长; 并重型经济增长则是指生产要素投入增加与技术进步对经济增长的贡献是相同的。由于在现实社会中, 很少出现生产要素投入增加与技术进步对经济增长的贡献相同的情形, 即并重型经济增长非常罕见, 因此, 通常情况下, 经济增长类型主要是两类: 粗放型经济增长以及集约型经济增长。

$$\frac{dQ_t/dt}{Q_t} = \frac{dA_t/dt}{A_t} + \alpha \frac{dL_t/dt}{L_t} + \beta \frac{dK_t/dt}{K_t} \quad (1)$$

由于实证研究中所采用的指标  $Q$ 、 $K$ 、 $L$  都是离散数据, 因此当时间间隔  $\Delta t$  比较小时, 可以用差分方程来近似代替上式:

$$\frac{\Delta Q / \Delta t}{Q} = \frac{\Delta A / \Delta t}{A} + \alpha \frac{\Delta L / \Delta t}{L} + \beta \frac{\Delta K / \Delta t}{K} \quad (2)$$

经济增长中技术进步贡献率为  $E_a$ , 经济增长中生产要素增长贡献率为  $E_b$ , 技术进步对经济增长的贡献率与生产要素增长对经济增长的贡献率之和为 1, 即  $E_a + E_b = 1$ , 也就是  $E_a = 1 - E_b$ 。

$$\text{令 } G_Q = \frac{\Delta Q / \Delta t}{Q}, G_A = \frac{\Delta A / \Delta t}{A}, G_L = \frac{\Delta L / \Delta t}{L}, G_K = \frac{\Delta K / \Delta t}{K} \text{。则 (2) 式可以记为: } G_Q = G_A + \alpha G_L + \beta G_K \text{。}$$

这表明, 产出增长是由技术进步、资本增长以及劳动增长带来的。由于可以从历年的统计资料中得到  $G_Q$ 、 $G_L$  和  $G_K$  的数据, 因而只要估计出参数  $\alpha$ 、 $\beta$  的值, 就可以利用“余值法”计算出技术进步增长率  $G_A$ :

$$G_A = G_Q - \alpha G_L - \beta G_K \quad (3)$$

判定经济增长方式类型的定量标志为: (1) 集约型经济增长方式—— $E_a > 0.5, E_b < 0.5, E_a > E_b$ ; (2) 粗放型经济增长方式—— $E_a < 0.5, E_b > 0.5, E_a < E_b$ ; (3) 并重型经济增长方式—— $E_a = E_b = 0.5$ 。集约型经济增长方式以及粗放型经济增长方式又可以进一步划分为两种类型。集约型经济增长方式可分为相对集约型经济增长方式与绝对集约型经济增长方式: 相对集约型经济增长方式—— $0.5 < E_a < 1, 0 < E_b < 0.5$ ; 绝对集约型经济增长方式—— $E_a > 1, E_b < 0$ 。粗放型经济增长方式可分为相对粗放型经济增长方式与绝对粗放型经济增长方式: 相对粗放型经济增长方式—— $0 < E_a < 0.5, 0.5 < E_b < 1$ ; 绝对粗放型经济增长方式—— $E_b > 1, E_a < 0$ 。在实践中, 可以根据经济增长中技术进步贡献率  $E_a$  以及经济增长中生产要素增长贡献率  $E_b$  这两个定量标志来判断经济增长方式的具体类型。

经济增长中技术进步贡献率  $E_a$ 、资本增长贡献率  $E_k$  以及劳动增长贡献率  $E_l$  的计算公式分别为  $E_a = \frac{G_A}{G_Q}$ 、 $E_k = \beta \frac{G_K}{G_Q}$ 、 $E_l = \alpha \frac{G_L}{G_Q}$ 。

可以利用丁伯根改进的柯布—道格拉斯生产函数来估计参数  $\alpha$  和  $\beta$ , 其形式为:  $Q = A_0 e^{\lambda t} L^{\alpha} K^{\beta}$ 。其中,  $A_0$  为初始技术水平,  $e$  为自然对数的底,  $\lambda$  是综合技术进步参数,  $t$  表示时间,  $e^{\lambda t}$  为综合技术进步因素。假设  $\alpha + \beta = 1$ , 可将该生产函数写成:  $Q = A_0 e^{\lambda t} L^{1-\beta} K^{\beta}$ 。对该式两边分别取自然对数, 整理后得到:

$$\ln \frac{Y}{L} = \ln A_0 + \lambda t + \beta \ln \frac{K}{L} \quad (4)$$

表 2

样本值

	实际地区生产总值(万元)Q	实际全社会固定资产投资额(万元)K	就业人员(万人)L	Q/L	K/L	Ln(Q/L)	Ln(K/L)
1980	2763765.37	661967.83	3117.5	886.53	212.34	6.79	5.36
1981	3220910.78	739776.95	3192.4	1008.93	231.73	6.92	5.45
1982	3640699.82	782688.77	3270.0	1113.36	239.35	7.02	5.48
1983	4135161.87	867446.04	3795.1	1089.61	228.57	6.99	5.43
1984	5151107.17	1241364.04	3563.7	1445.44	348.34	7.28	5.85
1985	5545721.27	1583781.58	3561.1	1557.31	444.75	7.35	6.10
1986	5788221.53	1740093.60	3651.2	1585.29	476.58	7.37	6.17
1987	6433237.20	2146863.73	3765.7	1708.38	570.11	7.44	6.35
1988	6786035.22	2245415.91	3887.1	1745.78	577.66	7.46	6.36
1989	6498945.25	1534605.73	3940.3	1649.35	389.46	7.41	5.96
1990	7567300.95	1680821.23	4043.2	1871.61	415.72	7.53	6.03
1991	8642195.70	2099379.47	4219.3	2048.25	497.57	7.62	6.21
1992	9819088.06	2688869.02	4302.6	2282.13	624.94	7.73	6.44
1993	10984813.64	3538778.75	4379.3	2508.35	808.07	7.83	6.69
1994	12353791.77	3560411.31	4382.1	2819.15	812.49	7.94	6.70
1995	13537441.92	3610194.04	5207.4	2599.65	693.28	7.86	6.54
1996	14669159.81	3884343.06	5227.4	2806.21	743.07	7.94	6.61
1997	15855129.76	4346883.34	5256.0	3016.58	827.03	8.01	6.72
1998	17133601.76	5019448.51	5287.6	3240.34	949.29	8.08	6.86
1999	18416908.33	5461218.97	5314.7	3465.28	1027.57	8.15	6.93
2000	20450012.26	6236571.01	5441.8	3757.95	1146.05	8.23	7.04
2001	22156722.89	6765759.04	5475.3	4046.67	1235.69	8.31	7.12
2002	24934481.92	8515627.27	5527.0	4511.40	1540.73	8.41	7.34
2003	28992198.75	12790302.45	5620.6	5158.20	2275.61	8.55	7.73
2004	34805004.63	17676181.65	5728.1	6076.19	3085.87	8.71	8.03
2005	42179658.31	24013371.30	5840.7	7221.68	4111.39	8.88	8.32

这就是柯布一道格拉斯生产函数的线性形式，可以利用该方程估计出参数  $\alpha$  和  $\beta$ 。然后，就可以利用索洛“余值法”来测算技术进步率。

四、技术创新对山东省经济增长的贡献

样本区间为 1980 年至 2005 年，实证分析所需要的指标包括产出、劳动投入以及资本投入。产出量 (Q) 利用地区生产总值来表示，劳动投入 (L) 利用全社会从业人员总数来表示，资本投入 (K) 利用固定资产投资额来表示。利用以 1978 年为基期的居民消费价格指数将地区生产总值以及固定资产投资额的名义值转换为实际值。样本数据来自于历年的《山东统计年鉴》(参见表 2)。首先，利用柯布一道格拉斯生产函数来估计山东省的劳动产出弹性以及资本产出弹性。

根据样本值，利用 Eviews 软件对 (4) 式进行最小二乘法回归分析，得到如下结果：

$$\ln \frac{Q}{L} = 5.1056 + 0.0418t + 0.3204 \ln \frac{K}{L}$$
$$t = (32.2952) \quad (13.7678) \quad (10.6599)$$

$$R^2 = 0.9961 \quad DW = 1.4545$$

参数都通过了 t 检验，回归方程对样本数据的拟合程度很高，回归效果好。资本产出弹性  $\beta$  的估计值为 0.3204，从而劳动产出弹性  $\alpha$  的估计值为 0.6796。因此，山东省索洛“余值法”模型为：

$$G_A = G_Q - 0.6796G_L - 0.3204G_K$$

根据样本数据以及参数估计值，可以分离出技术进步、资本增长以及劳动增长对于经济增长的贡献率(见表 3)。

根据以上计算结果，在 1981 至 2005 年期间，山东省经济平均年增长率达到 11.7%。其中，固定资产投资每增长 1%，可以带动经济增长 0.3204%。固定资产投资总额增长速度的年平均值为 16.7%，平均每年带动经济增长 5.4%，固定资产投资对经济增长的贡献率达到 56.1%。劳动投入每增长 1%，可使经济增长 0.6796%。由于就业人员增长速度比较低，平均每年为 2.6%，因此劳动增长所带动的经济增长也不多，仅有 1.8%，劳动增长对经济增

长的贡献率仅为 16.4%。山东省技术进步率的年平均值为 4.5%，技术进步对经济增长的贡献率平

均为 27.5%。

表 3 各要素对经济增长的贡献

时间	地区生产总值增长速度	固定资产投资总额增长速度	就业人员增长速度	资本增长对经济增长的贡献	劳动增长对经济增长的贡献	技术进步增长率	经济增长中技术进步贡献率	经济增长中资本增长贡献率	经济增长中劳动增长贡献率
	$G_Q$	$G_K$	$G_L$	$\beta G_K$	$\alpha G_L$	$G_A$	$E_a$	$E_k$	$E_l$
1981	0.165	0.118	0.024	0.038	0.016	0.111	0.674	0.228	0.099
1982	0.130	0.058	0.024	0.019	0.017	0.095	0.731	0.143	0.127
1983	0.136	0.108	0.161	0.035	0.109	- 0.008	- 0.059	0.255	0.804
1984	0.246	0.431	- 0.061	0.138	- 0.041	0.149	0.607	0.562	- 0.169
1985	0.077	0.276	- 0.001	0.088	0.000	- 0.011	- 0.147	1.154	- 0.006
1986	0.044	0.099	0.025	0.032	0.017	- 0.005	- 0.116	0.723	0.393
1987	0.111	0.234	0.031	0.075	0.021	0.015	0.137	0.672	0.191
1988	0.055	0.046	0.032	0.015	0.022	0.018	0.332	0.268	0.400
1989	- 0.042	- 0.317	0.014	- 0.101	0.009	0.050	- 1.178	2.397	- 0.220
1990	0.164	0.095	0.026	0.031	0.018	0.116	0.706	0.186	0.108
1991	0.142	0.249	0.044	0.080	0.030	0.033	0.230	0.562	0.208
1992	0.136	0.281	0.020	0.090	0.013	0.033	0.241	0.661	0.099
1993	0.119	0.316	0.018	0.101	0.012	0.005	0.045	0.853	0.102
1994	0.125	0.006	0.001	0.002	0.000	0.122	0.981	0.016	0.003
1995	0.096	0.014	0.188	0.004	0.128	- 0.037	- 0.383	0.047	1.336
1996	0.084	0.076	0.004	0.024	0.003	0.057	0.678	0.291	0.031
1997	0.081	0.119	0.005	0.038	0.004	0.039	0.482	0.472	0.046
1998	0.081	0.155	0.006	0.050	0.004	0.027	0.335	0.615	0.051
1999	0.075	0.088	0.005	0.028	0.003	0.043	0.577	0.376	0.047
2000	0.110	0.142	0.024	0.045	0.016	0.049	0.441	0.412	0.147
2001	0.083	0.085	0.006	0.027	0.004	0.052	0.624	0.326	0.050
2002	0.125	0.259	0.009	0.083	0.006	0.036	0.288	0.661	0.051
2003	0.163	0.502	0.017	0.161	0.012	- 0.010	- 0.059	0.988	0.071
2004	0.200	0.382	0.019	0.122	0.013	0.065	0.325	0.610	0.065
2005	0.212	0.359	0.020	0.115	0.013	0.084	0.395	0.542	0.063
平均	0.117	0.167	0.026	0.054	0.018	0.045	0.275	0.561	0.164

从整体上看, 1981 年以来, 山东省经济的快速增长主要源自于高投入, 资本积累是推动经济增长的主要动力。在大多数年份, 技术进步对山东经济增长的贡献率低于 50%, 而要素投入对山东经济增长的贡献率则大于 50%, 即技术进步对于山东经济增长的贡献率要小于生产要素增长对于山东经济增长的贡献率, 因此山东省的经济增长为粗放型经济增长。

五、加快技术创新, 促进山东经济增长的政策措施

技术进步对于山东省经济增长的贡献比较低, 这就决定了山东省经济增长的粗放性。为此, 要从战略高度认识技术创新对经济增长的推动作用, 提高山东省的技术创新水平, 为增强山东省的整体经济实力打下牢固的基础。

第一, 加快推动山东省科技体制改革与创新, 努力形成结构优化、管理开放的科技创新体系以及有利于科技成果转化为实现生产力的运行机制。加快建立多元化的科技投入体系和风险投资机制, 积极引导社会资金向高新技术产品和企业流动。

第二, 全面振兴教育, 开发人力资源, 培育创新人才。应大力发展高等教育, 积极发展职业技术教育, 逐步完善终身教育体系, 在全省推广素质教育, 培养具有创新能力、掌握先进科学技术和管理知识、适应社会经济发展需要的各类专业人才。企业和政府都要高度重视创新人才, 建立激励科技人才进行创新的机制。

第三, 深化企业改革, 提升企业的科技创新能力。企业应当是技术创新的决策主体、投资主体、开发主体和应用主体, 因此, 应当进一(下转第 131 页)

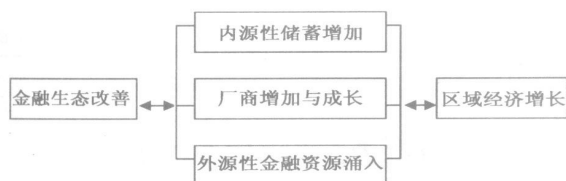


图1 金融生态与经济成长的相互作用

长之间的互动作用。所以,一个地方要促进本区域经济的高速、协调发展,除了在产业结构调整、技术进步、提高企业经济效益等方面夯实经济增长的基础以外,还要在围绕改善金融生态方面做一些必要的工作。

#### 参考文献:

- [1] 周小川. 完善法律制度,改进金融生态[N]. 金融时报, 2004- 12- 07.
- [2] Goldsmith, R. W. (1969), "Financial Structure and

Development", NewHaven: Yale University Press.

[3] McKinnon, R. I. (1973), "Money and Capital in Economic Development", Washington DC: The Brookings Institution. Shaw, E. S. (1973), "Financial Deepening in Economic Development", NewYork: Oxford University Press.

[4] 谈儒勇. 中国金融发展和经济增长关系的实证研究[J]. 经济研究, 1999, (10).

[5] 殷醒民, 谢洁. 中国股票市场与经济增长关系的实证研究[J]. 复旦学报(社会科学版), 2001, (04).

[6] 赵振全, 薛丰慧. 金融发展对经济增长影响的实证分析[J]. 金融研究, 2004, (08).

[7] 殷德生. 体制转轨中的区域金融研究[M]. 北京: 学林出版社, 2000.

[8] 周立. 中国金融发展的地区差距状况分析(1978-1999)[J]. 华南金融研究, 2002, (04).

[9] 王景武. 金融发展与经济增长: 基于中国区域金融发展的实证分析[J]. 财贸经济, 2005, (10).

(上接 126 页)

步深化企业改革,使技术创新贯穿于企业的研究开发、生产实践到实现商品化运作的全过程,建立和完善企业的自主创新机制,提高企业的技术创新能力。

第四,促进产学研相结合,使技术创新成果转化实际生产力。要加强山东省的企业与高等院校、科研机构的合作,以企业为主体,建立双边、多边的技术合作机制,促进产学研的直接结合,着力打造多方位一体的自主创新体系,提高山东省的科技创新能力。

第五,政府要营造良好的自主创新环境。要加强对知识产权的管理和保护,成立知识产权服务中心,为鼓励和保护自主创新营造良好的法制环境。并且,要加强政府科技计划的引导功能,优化科技政策环境,进一步增强科技计划的导向性,加强具有自主知识产权科技成果的转化。

#### 参考文献:

- [1] 叶飞文. 要素投入与经济增长[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004.
- [2] 赵海勇, 谭劲松. 技术创新与经济可持续发展初探[J]. 技术经济与管理研究, 2006, (01).

[3] 詹湘东. 技术创新能力对提升产品竞争力的贡献及其分析[J]. 科技与管理, 2005, (01).

[4] 初玉岗. 制造业与工业化中期的经济发展战略[J]. 经济学家, 2003, (05).

[5] 安同良. 中国企业的技术选择[J]. 经济研究, 2003, (07).

[6] Toshio Mitsuji. How an innovation is formed: A case study of Japanese word processors[J]. Technological Forecasting & Social Change. 2003(70): 671- 685.

[7] Ibo van de Poel . The transformation of technological regimes[J]. Research Policy. 2003(32): 49- 68.

[8] Stefan Kuhlmann, Jakob Edler. Scenarios of technology and innovation policies in Europe: Investigating future governance[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2003(70): 619- 637.

[9] Ruy Quadros, Andre? Furtado, Roberto Bernardes, and Eliane Franco. Technological Innovation in Brazilian Industry: An Assessment Based on the Sa? o Paulo Innovation Survey [J]. Technological Forecasting and Social Change ., 2001(67): 203- 219.

[10] Martijn Jonker, Henny Romijn, Adam Szirmai. Technological effort, technological capabilities and economic performance: A case study of the paper manufacturing sector in West Java[J]. Technovation, 2006(26): 121- 134.