

文章编号:1005-2712(2005)01-0008-04

工业科技进步贡献率模型及其应用研究

叶采飞¹, 黄学良²

(1.广东松山职业技术学院经济管理系, 广东 韶关 512126; 2.江西理工大学, 江西 赣州 341000)

摘要: 引入了测算工业科技进步贡献率的理论模型, 利用赣州市 1986~2002 年的有关数据进行了计算分析, 说明了模型的应用价值。

关键词: 工业; 科技进步; 经济增长; 模型

中图分类号: F424.6; O212.1

文献标识码: A

0 前言

20世纪50年代以来, 人们越来越清楚地认识到, 在物质生产过程中产生的增长除来自各生产要素投入量的增长以外, 还与劳动力素质的提高、装备和工艺的改进、资源配置的合理化、经营水平的提高, 以及有利的社会政治环境等因素的作用有关。从这个意义上讲, 科技进步是一种存在于一切社会活动中的有目的的发展过程。它不但包括自然科学技术, 还包括社会科学技术; 不但包括生产技术, 还包括管理技术和决策技术。这里所讲的科技进步, 正是这种广义的含义, 即在影响经济增长的诸因素中, 剔除了由于增加资金和增加劳动力数量以后的所有其余成分的共同作用。科技进步对经济增长的作用, 是一种内涵型扩大再生产。

1 测算工业科技进步贡献率的理论模型

为了度量工业科技进步在经济增长中的贡献大小, 通常是从CD生产函数^[1]出发, 根据索洛余值法^[2]进行计算, 但该方法假定任何时候资本和劳动都可以得到充分利用, 然而实际情况并非如此, 经济系统运行并不总是处于理想状态, 从而资本和劳动发挥效能的程度也不尽理想, 为此, 引入势分析方法^[3]。

设 r_1 和 r_2 分别表示资金 k 和劳动 L 发挥效能

程度的系数, 则与生产函数等价的势分析模型为:

$$y = A(r_1 k)^{\alpha}(r_2 L)^{\beta} \quad (1)$$

理论上可以导出, $r_1 = \bar{p}_1 / P_1$, $r_2 = \bar{p}_2 / P_2$ 。其中 $P_1 = y/k$ 为资本产值率, $P_2 = y/L$ 为劳动生产率, $\bar{p}_1$ 和 $\bar{p}_2$ 为一个时期的 P_1 和 P_2 的平均值。

把(1)式改写为:

$$y = AK^{\alpha(1+\frac{\ln r_1}{\ln k})} L^{\beta(1+\frac{\ln r_2}{\ln L})} \quad (2)$$

加上样本序号 i , 并记

$$\alpha'_i = \alpha(1 + \frac{\ln r_1}{\ln k})_i$$

$$\beta'_i = \beta(1 + \frac{\ln r_2}{\ln L})_i$$

就可以得到调整后的弹性系数:

$$\alpha_i = \alpha'_i / (\alpha'_i + \beta'_i)$$

$$\beta_i = \beta'_i / (\alpha'_i + \beta'_i) \quad (3)$$

此时(2)式就可以写成:

$$y_i = A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{\beta_i} \quad (4)$$

容易验证恒等式:

$$y_i = P_i^{\alpha_i} P_i^{\beta_i} K_i^{\alpha_i} L_i^{\beta_i} \quad (5)$$

其中 $P_i = y_i / k_i$, $P_i = y_i / l_i$ 分别是资金产值率和劳动生产率的样本值。

比较(4)式和(5)式, 就可得到综合科技水平的一个严密的定义公式:

$$A_i = P_i^{\alpha_i} P_i^{\beta_i} \quad (6)$$

收稿日期: 2004-11-04

作者简介: 叶采飞(1966-), 男, 广东兴宁人, 讲师, 主要从事管理工作;

黄学良(1949-), 男, 江西南康人, 教授, 硕士生导师, 主要从事数量经济学教学和科研工作。

这时,综合科技水平 A_i 变成了时点函数。

由(4)式出发,记:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \Delta\alpha$$

$$\beta_i = \beta_{i-1} + \Delta\beta$$

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y$$

$$K_i = K_{i-1} + \Delta K$$

$$L_i = L_{i-1} + \Delta L$$

$$A_i = A_{i-1} + \Delta A$$

即得:

$$\Delta y = y_i - y_{i-1}$$

$$= (A_{i-1} + \Delta A) (K_{i-1} + \Delta K)^{\alpha_{i-1} + \Delta\alpha} (L_{i-1} + \Delta L)^{\beta_{i-1} + \Delta\beta} - A_{i-1} K_{i-1}^{\alpha_{i-1}} L_{i-1}^{\beta_{i-1}}$$

由于

$$\alpha_i + \beta_i = 1$$

$$\alpha_{i-1} + \beta_{i-1} = 1$$

所以

$$\Delta\alpha + \Delta\beta = 0$$

即

$$\Delta\alpha = -\Delta\beta$$

记:

$$\Delta y/y = \Delta y/y_{i-1}$$

$$\Delta K/K = \Delta K/K_{i-1}$$

$$\Delta L/L = \Delta L/L_{i-1}$$

$$\Delta A/A = \Delta A/A_{i-1}$$

于是有:

$$\Delta y/y = (k_{i-1}/l_{i-1})^{\Delta\alpha} (1 + \Delta A/A) (1 + \Delta K/K)^{\alpha_i} \cdot (1 + \Delta L/L)^{\beta_i} - 1 \quad (7)$$

把(7)式中的 $(1 + \Delta K/K)^{\alpha_i}$ 和 $(1 + \Delta L/L)^{\beta_i}$ 展开成求和形式,从而得到近似公式:

$$\Delta y/y = (k_{i-1}/l_{i-1})^{\Delta\alpha} [G(A) + G(K) + G(L)] + \Delta \quad (8)$$

其中:

$$\Delta = (k_{i-1}/l_{i-1})^{\Delta\alpha} - 1$$

$$G(A) = \{1 + (\alpha_i/2)(\Delta k/k) + (\beta_i/2)(\Delta L/L) - (\alpha_i\beta_i/4)[(\Delta k/k)^2 + (\Delta L/L)^2] + (\alpha_i\beta_i/3)(\Delta k/k)(\Delta L/L)\} \Delta A/A \quad (9)$$

$$G(K) = \{1 + (1/2)(\Delta A/A) + (\beta_i/2)(\Delta L/L - \Delta k/k) - \beta_i/4[(\Delta A/A + \beta_i\Delta L/L) \Delta k/k + \alpha_i(\Delta L/L)^2] + [\beta_i(1 + \beta_i)/6](\Delta k/k)^2 + (\beta_i/3)(\Delta A/A) \cdot (\Delta L/L)\} \alpha_i \Delta k/k \quad (10)$$

$$G(L) = \{1 + (1/2)(\Delta A/A) + (\alpha_i/2)(\Delta k/k - \Delta L/L) - \alpha_i/4[(\Delta A/A + \alpha_i\Delta k/k) \Delta L/L + \beta_i(\Delta k/k)^2] + [\alpha_i(1 + \alpha_i)/6](\Delta L/L)^2 + (\alpha_i/3)(\Delta A/A) \cdot (\Delta k/k)\} \beta_i \Delta L/L \quad (11)$$

$G(A), G(K), G(L)$ 分别为科技进步、资金投入增长、劳动投入增长在产值增长中贡献的主要部分。再记 $G(Y) = G(A) + G(K) + G(L)$, 就可得出各贡献率的计算公式为:

$$\text{科技进步贡献率 } E_a = G(A)/G(Y) \quad (12)$$

$$\text{资金投入增长贡献率 } E(K) = G(K)/G(Y) \quad (13)$$

$$\text{劳动投入增长贡献率 } E(L) = G(L)/G(Y) \quad (14)$$

2 赣州市工业科技进步贡献率的测算

2.1 测算方法的确定

测算科技进步在经济增长中的作用是一个复杂的问题。对此,国内外许多经济学家和社会学家进行了长期的大量的研究,并从不同角度、不同层次提出了他们的评价方法,但每种方法均有其特定的假设条件,在不同领域中应用各有优缺点。要从事这项有意义但难度较大的工作,一般应考虑以下几个问题:第一,所选模型的理论含义要明确;第二,所需资料要易于收集;第三,测算结果要有可比性,经济参数的确定要符合赣州市的实际情况。基于以上考虑,采用势分析方法进行测算。

采用势分析方法对科技进步贡献率进行测定,其主要理由有:第一,建立了理论上严密的调整弹性系数的方法;第二,给出了综合科技水平的计算公式;第三,推导了严格意义上的差分形式的增长速度方程;第四,改进了科技进步贡献率的计算公式,并把科技进步贡献率分解成资金产值率增长的贡献率和劳动生产率增长的贡献率两部分。这样,一方面增加了测算的信息量,另一方面使人们对科技进步的内涵有了更深入的认识。

2.2 数据资料的收集与整理

2.2.1 数据的来源与口径

由于我国经济统计缺乏全部工业产出与投入的核算数据,因而确定选用能够从统计资料中得到的数据乡及乡以上全部独立核算工业企业作为核算对象(注:2001年为规模以上工业企业),其原始数据主要取自《赣州市统计年鉴》和赣州市城调队的资料,见表1。

2.2.2 测算时期

赣州市工业科技进步贡献率的测算期间为1986~2002年,从1986~1995年开始,每测算一次,依次向后增加一年,一直算到1986~2002年。

2.2.3 测算指标

(1)产量指标 y 。在理论上讲,产出量指标应选取实物量以消除或减少价格变动的影响。但在实际

表 1 工业指标

年份	工业总产值 亿元	固定资产净值 亿元	流动资产平均余额 亿元	年平均人数 万人
1985年	14.44	9.77	4.45	18.56
1986年	16.58	10.28	4.71	18.60
1987年	19.69	11.27	5.24	19.19
1988年	26.95	12.67	6.34	19.55
1989年	30.61	14.04	8.32	19.69
1990年	31.26	15.53	9.58	19.70
1991年	33.31	16.99	10.71	20.24
1992年	36.65	17.91	24.59	20.43
1993年	47.00	22.28	31.33	20.29
1994年	62.96	27.34	37.48	21.06
1995年	75.24	38.91	45.72	22.82
1996年	76.18	53.93	58.55	22.07
1997年	86.12	59.27	69.07	21.04
1998年	83.97	64.23	67.04	18.92
1999年	78.32	67.52	62.14	16.36
2000年	79.44	59.96	61.14	13.84
2001年	79.58	53.99	54.17	11.48
2002年	93.35	59.43	57.52	10.79

注: 1985~2000 年乡及乡以上独立核算工业企业, 2001 年起为规模以上工业企业(全部国有和年销售收入 500 万元以上非国有工业企业)。

操作中, 一个复杂的经济系统的各种产出的实物量是很难直接加总的, 一般都考虑用产值形式来表示, 而且国内在研究这一问题时也大多采用了产值。鉴于上述因素, 再考虑历史资料的限制, 采用了乡及乡以上全部独立核算工业企业的工业总产值作为产量指标。

(2) 资金投入量指标 k 。资金投入即生产资料的价值形式, 反映的是生产过程中物化劳动的投入数量。国内众多学者认为, 资金投入量应为固定资产与流动资产的总和, 因此, 采用乡及乡以上全部独立核算工业企业的固定资产净值年末数加上流动资金年平均余额之和作为资金投入量指标。

(3) 劳动投入量指标 L 。从理论上讲, 劳动投入量应考虑用有效劳动时间来反映, 当然这种有效劳动时间还必须区分简单劳动和复杂劳动之间的区别。由于劳动者素质参差不齐, 在等同的时间内所付出的有效劳动也是有很大差别的, 但目前我国没有这方面的资料。所以, 采用乡及乡以上全部独立核算工业企业的全部职工年平均人数作为劳动投入量指标。

2.3 弹性系数 α 、 β 的确定和调整

衡量科技进步对经济增长的作用时, 模型确定以后, 参数的估计就变成了需解决的关键问题。对此, 国内外许多学者提出了一系列方法, 归纳起来可分为三大类, 即经验确定法、分配法、比例法和回归分析法。

为了使测算结果符合实际, 在采用上述各种方法进行测算的基础上, 反复比较研究最后确定用二元回归模型: $\ln(y/k) = \ln A_0 + \beta \ln(L/k)$ 。算出 1986~2002 年赣州市工业资金投入的产出弹性系数 $\alpha = 0.702$, 劳动投入的产出弹性系数 $\beta = 0.298$ 。经检验复相关系数为 0.957, 常数和 β 的 t 检验值分别为 6.702 和 11.583, 均为显著。

单从数值看, α 取值较大, 超出了 20 世纪 80 年代人们认为的 $\alpha \leq 0.4$ 的范围, 但结合实际情况分析会发现, 在赣州市经济运行中, 投资拉动作用异常明显。所以, 资金对经济增长的制约和刺激作用十分敏感, 在衡量科技进步贡献时, 资金投入的产出弹性系数应该稍大些。试算了不同的 α , 并进行工业科技进步贡献率测算, 结果均很不理想, 惟有 $\alpha = 0.702$, 再用势分析方法进行调整, 测算出来的工业科技进步贡献率才比较可信。

2.4 工业科技进步贡献率测算结果分析

为了确保本次测算的科技进步贡献率具有较高的可信度, 采用了多种增长率计算方法、各种原始数据调整方法、多组弹性系数等约几十种组合方案进行了测算, 最后确定用环比增长速度算术平均法计算平均增长率, 用原始数据回归计算 α 和 β , 再根据前述科技进步贡献率的测算方法得出赣州市的科技进步指标, 结果见表 2。

2.4.1 赣州市工业科技进步贡献率与其他地方的比较分析

1986~1995 年, 赣州市的工业科技进步贡献率为 22.183%, 同期中国工业的科技进步贡献率为 28.28%。1986~2002 年, 赣州市的工业科技进步贡献率为 31.660%, 而 2000 年, 江西省、湖南省、河北省、无锡市等地方的工业科技进步贡献率均在 40%~45% 之间。考虑到赣南的经济社会发展基础, 工业方面各种经费的投入水平以及人员素质, 赣州市的工业科技进步贡献率比上述低 10 个百分点, 这是很正常的。因此, 本次工业科技进步贡献率的测算结果是比较可信的。

2.4.2 赣州市 1986~2002 年工业科技进步状况分析

由表 1 知, 1986~2002 年间, 赣州市乡及乡以

表 2 工业科技进步贡献率测算结果 ($\alpha=0.702, \beta=0.298$)

时 期	工业总资 产平均增 长率 %	全部资金 平均增长 率 %	劳动力平 均增长率 %	弹性 系数 水平	综合 科技 水平	综合科技 水平平均 增长率 %	科技进步 贡献率 %	资金投入 贡献率 %	劳动投入 贡献率 %	资金产值 率贡献率 %	劳动生产 率率贡献 率 %
1986-1995	18.444	20.198	2.118	0.7143	1.2876	3.991	22.183	74.721	3.396	-1.861	24.044
1986-1996	16.8809	21.3531	1.6264	0.7124	1.2838	2.1738	13.124	84.044	2.832	-11.363	24.487
1986-1997	16.5615	20.7487	1.102	0.7104	1.2867	2.3875	14.694	83.329	1.977	-10.938	25.632
1986-1998	15.0955	19.3282	0.2421	0.7086	1.2900	2.1541	14.487	85.034	0.479	-12.758	27.245
1986-1999	13.5366	17.860	-0.742	0.7069	1.2925	1.8977	16.168	87.477	-1.646	-15.266	29.434
1986-2000	12.7295	16.2292	-1.719	0.7051	1.3056	2.5889	20.217	83.828	-4.045	-11.631	31.848
1986-2001	11.945	14.547	-3.129	0.7031	1.3362	3.570	28.972	78.827	-7.799	-6.865	35.837
1986-2002	12.260	14.169	-2.771	0.7012	1.3723	3.991	31.660	75.137	-6.797	-3.452	35.112

上独立核算工业企业总产值由 1986 年的 16.58 亿元增加到 2002 年的 93.35 亿元，年平均增长 12.26%；资金投入由 1986 年 14.99 亿元增加到 2002 年的 116.95 亿元,年平均增长 14.169%;劳动投入由 1986 年的 18.60 万人减少到 2002 年的 10.79 万人,年平均减少到 2.771%。

由表 2 知,17 年间,赣州市工业综合科技水平为 1.3723,年平均增长速度为 3.991%;同期工业总产值增长中,科技进步贡献率为 31.66%,资金投入增长贡献率为 75.137%，劳动投入增长贡献率为-6.797%,后两者合计为 68.34%。其中,科技进步贡献率可进一步分解为资金产值增长率的贡献率(-3.452%)和劳动生产率的贡献率(35.112%)两部分。17 年来,赣州市工业科技水平已明显提高,科技进步贡献率由 22.183%提高到 31.660%;科技进步的贡献率相对还比较低，不要说与发达国家 70%~

80%的比例相比,即使与国内的平均水平相比也是比较低。过去 17 年间,赣州市工业经济增长主要是靠投入要素的增加，特别是资金投入的增加取得的,属外延型扩大再生产,走的是一条粗放型经营道路;资金使用效率低,使得资金产值率增长对工业总产值的贡献始终为负值。因此,提高资金使用效益是赣州市实现经济增长方式转变的当务之急，也是当前宏观经济活动中的突出问题。

参考文献：

[1] Cobb C, Douglas P.A theory of production[J].American Economic Review, Supplement March, 1928, 18: 2033 - 2038.

[2] Solow R M.Technical change and the aggregate production function[J].The Review of Economics and Statistics, 1957, 39: 312-320.

[3] 刘树,李荣平,李树杰.科技进步综合评价研究[M].保定:河北大学出版社,2000.65-90.

Study on the Model and its Application of Science and Technology Progresses Contribution Rate in Industry

YE Cai-fei¹,HUANG Xue-liang²

(1.Guangdong Songshan Polytechnic College,Shaoguan 512126,Guangdong, China;
2. Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

Abstract: The calculating model of the science and technology progresses contribution rate is introduced, and the application is explained by analyzing the data of Ganzhou city.

Key words: industry; science and technology progresses; economic growth; model