

# 基于 VES 生产函数的要素使用效率测度

——1980~2002 年中国资本和劳动力使用效率分析

杨德权, 郭 磊

(大连理工大学 系统工程研究所, 辽宁 大连 116024)

**摘 要:**分析了 VES 生产函数参数的经济意义,指出了该生产函数在要素使用效率测度方面的优势和不足。在此基础上应用实际数据,计算并分析了中国经济发展过程中(1980~2002 年)资本和劳动两种要素的替代范围、资本和劳动使用效率的变化。

**关键词:** VES 生产函数;要素使用效率

**中图分类号:** F223

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7348(2005)01-0170-03

## 0 前言

1950 年美国经济学家索洛(Solow)建立了著名的 Solow 模型,在 1957 年又给出了基于 CD 生产函数的技术进步测算方法——Solow 余值法。尽管 Solow 在资本和劳动替代问题上克服了哈罗德(Harrod)和多马(Domar)模型中两种要素不能替代的不足,但却走上了另一个极端,在他的模型中资本和劳动是完全可以替代的。为了克服这一不足,人们设计了一系列可变替代弹性(Vari-

able Elasticity of Substitution, VES)的生产函数。文献[1]中所提出的 VES 生产函数就是其中一种。文献[2]中指出了该生产函数的不足并进行了改进,这种改进使得我们可以建立一种新的要素使用效率测度方法。

目前的效率测度方法只能计算总体的效率或技术效率,而本文给出的方法则可以分别给出劳动和资本的使用效率。这种测度的意义在于,它能够告诉我们在生产投入过程中资本的“浪费”程度以及劳动者的“努力程度”如何。这与全要素生产率研究中对要

素进行细分具有相似性,不过全要素生产率研究中对要素的细分,关注更多的是要素固有效率的差别,而本文提供的方法则可以直接测度生产过程中的要素使用效率。这对于分析企业和宏观经济运行状况无疑是非常重要的和必要的。

## 1 VES 生产函数的数学形式和参数的经济意义

### 1.1 生产函数的数学形式

文献[2]中提出的 VES 生产函数形式如

创新基金项目的申报成功。

基金项目的申报成功对武大弘元公司的发展起到了以下促进作用:

(1)解决了研发投入的资金缺口。武大弘元药业有限公司是于 2002 年发起成立的高新技术企业,公司成立之初便面临着国家要求医药生产企业在短期内通过 GMP 认证的要求,当时,公司虽然有一定的资金,但面临着 GMP 认证、药号申报等多项开支,还要对新产品进行战略储备,资金缺口不言而喻。基金项目的申报成功,犹如久旱后的甘露,大大缓解了这个难题。

(2)推动了公司研发体系的构建。科技项目的申报成功,促进了公司领导对科研项

目的投入,鼓舞了科技开发人员的工作热情,提升了公司其它员工对公司发展美好愿景的向往。整体上来说,它像一支兴奋剂,对公司各方面起到了深远的影响。公司以此为契机,加快了公司研发体系向科学化、规范化发展的进程。

(3)提高了企业的市场知名度。国家及省市各级项目的申报成功,以无可争辩的事实向同行业证明了公司的研发实力,提高了公司的市场知名度。例如,武大弘元公司申报的创新基金项目“N-乙酰-L-酪氨酸”,在科技部官方网站公布立项通知后,便接到许多咨询电话。目前该项目的产品市场销售情况良好,仅半年多时间,化工类产品实现销

售收入近 800 万元,利税 100 万元,企业资产增加 400 多万元。

(4)提供了开发潜在客户的渠道。项目立项的消息通过各类媒体向外发布,使已经有业务来往的客户增强了对公司实力的信心,潜在客户在进行产品购买时,也加深了对企业的信赖。武大弘元公司申报成功的创新基金项目产品 N-乙酰-L-酪氨酸,从项目立项之日起,便有许多新客户打电话询问,通过此渠道,2003 年发展了许多新的客户。

总之,创新基金项目的申报和立项,对企业的各个方面均起到了良性促进作用,其功效是巨大的,作用是深远的。

(责任编辑:赵贤瑶)

收稿日期:2004-05-10

作者简介:杨德权(1965-),男,黑龙江人,副教授,研究方向为系统工程;郭磊(1978-),男,吉林长岭人,研究方向为系统工程。

下:

$$Y=B(K-u_1L)^\alpha(L-K/u_2)^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

式中:  $B$  为效率系数;  $0 \leq u_1 < u_2 < \infty$ ,  $0 < \alpha < 1$ ,  $\gamma > 0$ ,  $\alpha$  为资本弹性,  $\gamma$  为规模报酬系数。

当  $u_1 \rightarrow 0$  且  $u_2 \rightarrow \infty$  时, 上式变为  $Y = BK^\alpha L^{(1-\alpha)}$ , 即退化为基本的 CD 生产函数形式。由此可见, 这种 VES 生产函数与 CD 生产函数具有内在的一致性, CD 生产函数可看作是生产函数(1)的一个特例。

## 1.2 参数的经济意义

在式(1)中有  $u_1, u_2, \alpha$  和  $\gamma$  4 个参数。其中  $\alpha$  和  $\gamma$  的经济意义较为明确,  $\alpha$  为资本的产出弹性,  $(1-\alpha)$  为劳动的产出弹性。  $\gamma$  为规模收益系数或称为生产力弹性。下面主要讨论  $u_1$  和  $u_2$  的经济意义。

设  $\bar{K} = K - u_1L$ ,  $\bar{L} = L - K/u_2$ , 代入(1)式则有:

$$Y = B\bar{K}^\alpha \bar{L}^{(1-\alpha)} \quad (2)$$

可以看出式(2)与 CD 生产函数具有相同的形式, 由于在 CD 生产函数中资本和劳动被认为有效率, 因此在式(1)中定义  $\bar{K}$  为有效资本,  $\bar{L}$  为有效劳动, 相应地称  $K$  为名义资本,  $L$  为名义劳动, 则有:

$$\bar{K}/K = 1 - u_1L/K \quad (3)$$

$$\bar{L}/L = 1 - K/u_2L \quad (4)$$

(3)、(4)两式即为要素使用效率测度公式。由此两式有:

$$u_1 = (K - \bar{K})/L \quad (5)$$

$$u_2 = K/(L - \bar{L}) \quad (6)$$

至此  $u_1$  和  $u_2$  的经济意义已十分明确,  $u_1$  为单位名义劳动占用无效资本;  $u_2$  为单位无效劳动占用名义资本。

若将(3)、(4)两式分别记为  $u_k$  和  $u_l$ , 则  $u_1, u_2$  与资本使用效率和劳动使用效率的关系是:

$$u_k = 1 - u_1L/K \quad (7)$$

$$u_l = 1 - K/u_2L \quad (8)$$

(7)和(8)两式表明: 减少  $u_1$ 、增大  $u_2$  是提高资本和劳动使用效率的根本途径。(1)式中 VES 生产函数的要素替代范围是(推导过程见文献[2]):

$$\frac{u_1 u_2}{\alpha u_1 + (1-\alpha) u_2} < \frac{K}{L} < \gamma u_2 + (1-\alpha) u_1 \quad (9)$$

## 2 中国 1980-2002 年劳动和资本使用效率的实证分析

### 2.1 数据采集

采集数据的范围为 1980-2002 年的数据, 并且统一按 1978 年的不变价格进行了调整。以 1978 年作为基期可以反映我国自改革开放以来所取得的经济成就。

(1)产出量的确定。根据宏观分析的需要, 选用的是按 1978 年不变价格计算的国民生产总值 GDP。

(2)资本投入量的确定。目前国内对这个问题的见解并不一致, 测量时, 有的只采用全社会固定资产投资, 有的选用全社会固定资产投资加存货。本文采用后一种做法。

(3)劳动投入量的确定。确定劳动投入量及精确的计算单位应该是工作时间中有效利用时间, 但目前我国没有这方面的统一资料, 故在测算时, 本文选用劳动者人数来说明劳动消耗量。

### 2.2 回归分析

将(1)两端取对数得:

$$\ln Y = \ln B + \alpha \gamma \ln(K - u_1 L) + (1 - \alpha \gamma) \ln(L - K/u_2) \quad (10)$$

令  $F(u_1) = \ln(K - u_1 L)$ ,  $F(u_2) = \ln(L - K/u_2)$ 。并在  $u_1 = 0$  和  $u_2 = 0$  处分别通过泰勒级数展开得:

$$F(u_1) = \ln K - u_1(L/K) + o(u_1)$$

$$F(u_2) = \ln L - (K/L)u_2 + o(u_2)$$

代入(10)得:

$$\ln Y = \ln B + \alpha \gamma \ln K + (1 - \alpha \gamma) \ln L - \alpha \gamma u_1 (L/K) - \frac{1 - \alpha \gamma}{u_2} (K/L) \quad (11)$$

根据上表提供的时间序列数据, 运用 OLS(普通最小二乘法), 并 SPSS 软件对(10)式进行回归分析得:

$$\ln Y = 0.185 + 0.890 \ln K + 0.305 \ln L - 0.01(L/K) - 1.014(K/L) \quad (11)$$

(0.485) (0.254)

(0.488)

$$R^2 = 0.995 \quad DW = 1.056 \quad F = 897.935$$

回归方程(11)的总体拟合优度较高, 拟合优度检验系数为 0.995, 各估计系数下方括号内的方程显著性统计值  $F$ 、序列相关性检验统计量(DW)满足统计检验要求。

为了进一步验证 VES 生产函数与 CD 生产函数之间的关系, 我们利用附表中数据样本对 CD 生产函数进行回归分析, 得到如下的回归方程式:

$$\ln Y = 0.31 + 0.842 \ln K + 0.316 \ln L \quad (12)$$

(-0.771) (16.303) (1.801)

上述结果与 VES 生产函数的估计值相符, 并且通过各项统计检验, 进一步验证了 CD 生产函数与生产函数(1)的内在一致性。

附表 中国劳动力、资本投入及产出(GDP)的变化情况(1980~2002)

年份	GDP(Y) (亿元)	K (亿元)	L (万人)	lnGDP	lnK	lnL	L/K	K/L
1980	4 179.2785	1 470.8603	42 361	8.337894	7.293603	10.65398	28.80015	0.034722
1981	4 392.4119	1 428.1843	43 725	8.387634	7.264159	10.68568	30.6158	0.032663
1982	4 693.883	1 560.461	45 295	8.454015	7.352737	10.72095	29.02668	0.034451
1983	5 182.9694	1 751.0917	46 436	8.553133	7.467995	10.74583	26.51831	0.03771
1984	6 092.6083	2 097.3662	48 197	8.714832	7.648438	10.78305	22.97977	0.043517
1985	6 997.9703	2 565.1835	49 873	8.853375	7.849785	10.81724	19.44227	0.051434
1986	7 512.6657	2 832.106	51 282	8.924346	7.948776	10.8451	18.10737	0.055226
1987	8 210.3638	2 966.3693	52 783	9.013153	7.995094	10.87394	17.79381	0.056199
1988	8 644.0649	3 181.8182	54 334	9.064628	8.065208	10.90291	17.0764	0.05856
1989	8 313.2743	2 996.5585	55 329	9.025609	8.00522	10.92105	18.46418	0.054159
1990	8 930.1396	3 102.5518	64 749	9.097187	8.03998	11.07827	20.8696	0.047917
1991	10 115.957	3 517.548	65 491	9.221869	8.165519	11.08967	18.61837	0.05371
1992	11 828.641	4 278.8632	66 152	9.378279	8.361443	11.09971	15.46018	0.064682
1993	13 587.446	5 883.876	66 808	9.516902	8.679971	11.10958	11.35442	0.088071
1994	15 073.952	6 209.0909	67 455	9.620724	8.73377	11.11922	10.86391	0.092048
1995	16 421.82	6 705.3075	68 065	9.706366	8.810655	11.12822	10.15091	0.098513
1996	17 968.396	7 111.4876	68 950	9.79637	8.869467	11.14114	9.69558	0.10314
1997	19 554.254	7 473.1092	69 820	9.880948	8.919066	11.15368	9.342831	0.107034
1998	21 122.998	7 966.0016	70 637	9.958118	8.982938	11.16531	8.867309	0.112774
1999	22 809.188	8 532.9628	71 394	10.03492	9.051692	11.17597	8.366848	0.119519
2000	25 237.641	9 101.298	72 085	10.13609	9.116172	11.1856	7.920299	0.126258
2001	27 677.702	10 584.044	73 025	10.22838	9.267103	11.19856	6.899536	0.144937
2002	29 382.468	12 396.442	73 740	10.28815	9.425165	11.2083	5.948481	0.16811

资料来源: 中国统计年鉴 2003、中国经济年鉴 2002、国研网。

### 2.3 回归结果及分析

通过式(12)我们解得: $u_1=0.011236, u_2=2.918$ 。要素替代范围为:

$$0.03643 \leq \frac{K}{L} \leq 2.92142689$$

将  $u_1, u_2$  的数值代入通过(7)、(8)两式得:

$$u_k=1-0.011236L/K \quad (13)$$

$$u_l=1-K/2.918L \quad (14)$$

将各年的资本和劳动的投入量代入(13)、(14)式,就可以求出中国的有效资本、有效劳动;资本使用效率、劳动使用效率。为了节省篇幅,本文只给出1980~2002年中国有效资本、有效劳动以及资本和劳动使用效率的曲线。

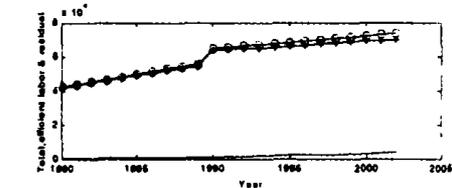


图1 有效资本和有效劳动

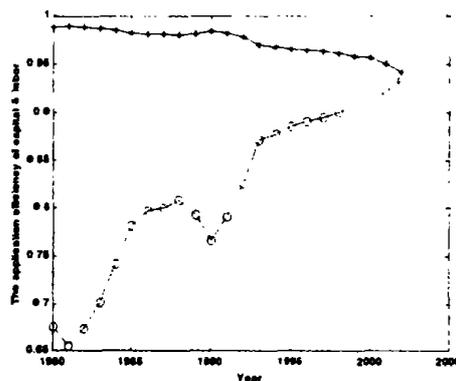


图2 资本使用效率和劳动使用效率

在图1中,上图是劳动(带“o”的曲线)、

有效劳动(带“\*”的曲线)和劳动的效率损失(实线)。下图是资本(带“o”的曲线)、有效资本(带“\*”的曲线)和资本的效率损失(实线)。在图2中,带“\*”是劳动的使用效率曲线、带“o”的是资本使用效率曲线。

由图1中的上图可以看出,与劳动投入总量相比,中国的有效劳动在1991年以后增长趋缓,劳动效率损失呈上升趋势;而有效资本则基本上保持了与资本投入的同步增长(见图2)。

由图2可以看出,中国的劳动力使用效率呈平稳下降趋势,同时资本使用效率呈迅速上升趋势。本人认为出现这种情况主要有两个原因:第一是劳动力使用效率的绝对下降和资本使用效率的绝对提高;第二体现了我国经济从劳动密集型向资本密集型转化的趋势。从图2中资本使用效率曲线可以看出,我国的资本使用效率上升非常迅速,而且大致可分为两个阶段:第一阶段为1980~1991年。这个阶段,我们国家坚持改革开放的方针,资本使用效率除1990、1991年外均呈上升趋势,这个阶段资本使用效率平均值为74.88%。1990、1991年我们国家受到了前苏联解体等政治因素的影响,资本使用效率有所下降;第二个阶段为1992~2002年。这个阶段是我们国家经济的高速发展期,1990年和1991年,我国两家证券交易所分别在上海和深圳建立,使这以后的资本运营更加有效。特别是1992年邓小平同志南巡讲话以后,我国的资本使用效率开始显著提高,1992年中国资本使用效率达到82.6%,是改革开放以来最好的年份,以后呈现逐年上升的良好态势,这个阶段资本使用效率平均值为89.29%,表明我们国家在资金的使用上更加趋于合理,投资收益明显提高。到2002年,我国的资本使用效率达到了93.3%,但

即使是这一年也仍有6.7%,亦即828.54亿元人民币的资本投入对产出没有贡献,这表明提高资本使用效率仍然大有潜力。

### 4 结论

本文利用文献[2]中提出的VES生产函数,对中国经济进行实证分析,给出了资本和劳动相互替代的范围和这两种要素的使用效率。从实证分析结果看比较符合我国经济发展的实际情况。本文的研究表明生产函数(1)不仅具有一定理论意义,而且能够用于生产要素使用效率的实证分析。

由于生产函数(1)在理论渊源上与CD生产函数密切相关,因此也不可避免地带有CD生产函数的缺点和不足。该模型中只有资本和劳动两种要素,因此该模型给出的要素使用效率只是一种相对的效率。与Solow余值相似,这里的劳动和资本使用效率可能包含了其他要素(比如内生增长理论中的知识等)的贡献。不过本人认为,这并不能从根本上否定生产函数(1)作为一种要素使用效率测度方法的理论意义和实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 邹刚. Growth with Development, ph.D.[D]. University of Southern California, 1991
- [2] 杨德权等. 可变替代弹性生产函数(VES)的改进与要素使用效率测度[J]. 天津教育学院学报, 1999, 14, (4): 3-5.
- [3] 张国初. 前沿生产函数、要素使用效率和全要素生产率[J]. 数量经济技术经济研究, 1996, (9): 27-33.
- [4] 李京文等. 生产率与中美日经济增长研究[M]. 北京: 中国社会科学院出版社, 1993.

(责任编辑:胡俊健)

## Measuring Application Efficiency of Factors Based on VES Production Function

**Abstract:** This paper made a further analysis the economic meaning of the parameters in the VES production function advanced by reference two, the merits and lacks of the VES production Function in measuring the application efficiency of factors was pointed out. Further, the range of factors substitution, the fluctuation of the efficiency of capital and labor in the process of China's economic development (1980~2000) is calculated and analyzed.

**Key words:** VES production function; application efficiency of production factors