

陕西省科技进步贡献率测定

李写一, 郭亚军

西北农林科技大学经济管理学院, 陕西杨凌 712100

[摘要] 通过测算, 陕西省 1979–1995 年的年均资本贡献率、年均科技贡献率与年均劳动贡献率之比为 5:4:1。近 10 年与前 17 年相比, 陕西省的年均技术进步率下降了 1.7 个百分点。在测算过程中发现: 通过对原始数据的平均、前置和后置, 可以增加数据的稳定性和可用性; 通过对参数的限制, 可使模型更加理性并具有可比性; 通过对计算步骤的规范, 可以提高测算的准确性; 通过对测算结果的校正, 可消除不明来源贡献率、提高测算结果的可解释性。

[关键词] 生产函数; 进步率; 贡献率

[中图分类号] F224.0

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)04-0063-04

Determination of Science and Technology Progress Contribution Rate in Shaanxi Province

LI Xieyi, GUO Yajun

College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi Province, China

Abstract: The ratio of the average capital contribution, the science and technology contribution, and the labor contribution in Shaanxi province is determined to be 5:4:1 from 1979 to 2005. The results of recent 10 years are compared with those of previous 17 years, and it is shown that Shaanxi Province's yearly average technology development rate has been dropped by 1.7 percentage points. It can also be shown that the stability and usability of data can be increased by averaging the original data, and by moving forward or backward. The model can be made more rational by adding limits to parameters. The accuracy can be improved by normalizing calculation steps. We can eliminate those contribution rates that can not be explained reasonably, and improve the results by adjusting.

Key Words: production function; development rate; contribution rate

CLC Number: F224.0

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)04-0063-04

1 陕西省生产函数的确定

测定贡献率的常用方法是先确定生产函数, 再根据生产函数来测算进步率, 最后根据进步率和发展速度测定出贡献率。最有名的生产函数非“柯布-道格拉斯生产函数”莫属, 在土地要素投入不变的情况下, 设技术进步类型为希克斯中性, 则带有时间 t 的柯布-道格拉斯生产函数的数学模型为

$$Y = A_0 e^{\delta t} L^{\alpha} K^{\beta} \quad (1)$$

模型(1)中的 Y 为总产出, A_0 为基本因子, e 为自然对数的底, δ 为科技进步增长率, t 为时间变量, L 为劳动投入, α 为劳动产出弹性, K 为资本投入, β 为资本产出弹性。其中, Y 是因变量, t, L 和 K 是自变量, A_0, δ, α 和 β 是待估参数^[1]。

利用模型 (1) 测算上述参数时, 关键是变量的取值和数据的选择。本文用国内生产总值代表总产出, 用社会从业人员数量代替劳动总投入, 用社会固定资产投资代表资本总投入。通过对《中国统计年鉴》和《陕西统计年鉴》的查阅, 以及对“综合年度数据库”^[2]的查询, 得到了 1978–2005 年陕西省的国内生产总值 (当年价)、全社会固定资产投资总额和社会从业人员数量。具体数据见表 1。

由于社会固定资产投资一般都具有 3~5 年的滞后效应, 因此有必要对表 1 中的原始数据进行处理。处理的方法是: 对社会固定资产投资在取 3 年均值的基础上, 再进行 2 年后置; 对国内总产值在取 3 年均值的基础上, 再进行两年前置; 对从业人员取 3 年平均值, 不进

收稿日期: 2006-10-20

作者简介: 李写一, 男, 陕西杨凌渭惠路 3 号西北农林科技大学经济管理学院工商管理系, 副教授, 研究方向为电子商务;

E-mail: lym95@126.com

表 1 原始数据
Table 1 Original data

年份	GDP /亿元	从业 人员 /万人	固定资产 /亿元	年份	GDP /亿元	从业 人员 /万人	固定资产 /亿元
1978	81.07	1 078	20.35	1992	538.43	1 672	142.47
1979	94.52	1 105	21.16	1993	616.42	1 708	228.21
1980	94.91	1 158	27.80	1994	816.58	1 720	283.29
1981	102.09	1 202	22.92	1995	1 000.03	1 748	324.33
1982	111.95	1 250	29.48	1996	1 175.92	1 776	372.00
1983	123.39	1 285	30.83	1997	1 300.03	1 792	424.10
1984	149.35	1 337	40.39	1998	1 381.53	1 788	544.89
1985	180.87	1 375	57.99	1999	1 487.61	1 808	619.27
1986	208.31	1 409	63.53	2000	1 660.92	1 813	745.85
1987	244.96	1 449	80.89	2001	1 844.27	1 785	850.66
1988	314.48	1 494	94.72	2002	2 035.96	1 874	974.63
1989	358.37	1 529	95.18	2003	2 398.58	1 912	1 278.72
1990	404.3	1 576	103.72	2004	2 883.51	1 941	1 544.19
1991	466.84	1 640	124.93	2005	3 675.66	1 942	1 982.04

行前置或后置。具体步骤为:① 社会固定资产投资在第 1 个数据不变的情况下,第 2 个数据是原来最前面 2 个数据的平均,其余数据是包括自己在内的前 3 个数据的平均;② 国内生产总值的第 1 个数据是原来最前面 3 个数据的平均,除最后 2 个数据外,其余数据依此类推,倒数第 2 个数据是原来最后 2 个数据的平均,最后 1 个数据保持不变;③ 从业人员的第 1 个和最后 1 个数据保持不变,其余数据是本身及前后相邻 2 个数据三者之间的平均。

这里,对固定资产投资的后置及对国内总产值的前置主要是为了反映固定资产投资的滞后效应,而取

表 2 处理过的数据
Table 2 Data after treatment

年份	GDP /亿元	从业 人员 /万人	固定资产 /亿元	年份	GDP /亿元	从业 人员 /万人	固定资产 /亿元
1978	90.17	1 078	20.35	1992	123.70	1 673	142.47
1979	97.17	1 114	20.76	1993	165.20	1 700	228.21
1980	102.98	1 155	23.11	1994	217.99	1 725	283.29
1981	112.48	1 203	23.96	1995	278.61	1 748	324.33
1982	128.23	1 246	26.74	1996	326.54	1 772	372.00
1983	151.20	1 291	27.74	1997	373.47	1 785	424.10
1984	179.51	1 332	33.56	1998	447.00	1 796	544.89
1985	211.38	1 374	43.07	1999	529.42	1 803	619.27
1986	255.92	1 411	53.97	2000	636.67	1 802	745.85
1987	305.94	1 451	67.47	2001	738.59	1 824	850.66
1988	359.05	1 491	79.71	2002	857.05	1 857	974.63
1989	409.84	1 533	90.26	2003	1034.67	1 909	1 278.72
1990	469.86	1 582	97.87	2004	1265.85	1 932	1 544.19
1991	540.56	1 629	107.94	2005	1601.65	1 942	1 982.04

平均值主要是为了提高数据的稳定性,以提高测算结果的准确性。按上述方法及步骤处理后的数据见表 2。

为了计算和预测上的方便,时间采用序数年,序数年是把起始年看作 1,其后逐年加 1,以下同。笔者利用 SPSS 软件包中的多元非线性回归功能,参考模型(1)对表 2 中的数据进行了计算,关键计算步骤如下。

1) 数据输入

输入数据后,在非线性回归对话框中选择“GDP”作为因变量,在自变量对话框中输入公式“ $A \cdot \text{EXP}(M \cdot \text{序数年}) \cdot (\text{从业人员} \cdot B1) \cdot (\text{固定资产} \cdot B2)$ ”,公式中的“ $\cdot$ ”为乘号运算符,“ $\text{EXP}(X)$ ”为求 e 的 X 次方的函数,“ $\cdot$ ”为方次运算符。由于 SPSS 不接受希腊字母,因此用 M 代替 δ ,用 $B1$ 代替 α ,用 $B2$ 代替 $\beta^{[3]}$ 。

2) 设置

将 $A, M, B1, B2$ 的初始值依次设置为 0.1, 0.04, 0.3 和 0.7,这里的 A 代表模型(1)中的 A_0 ,完成上述步骤后,非线性回归对话框如图 1 所示。

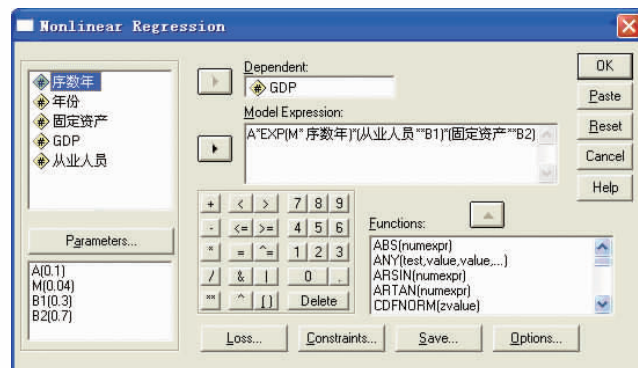


图 1 非线性回归对话框

Fig. 1 Dialogue box for nonlinear regression

3) 输入参数约束

本例输入的参数约束为: $B1+B2=1, B2 \geq 0.04$ 。使用参数约束 $B2 \geq 0.04$, 以便使模型能较好地反映陕西的实际。

4) 选择计算方法

本例选择计算方法的对话框如图 2 所示。

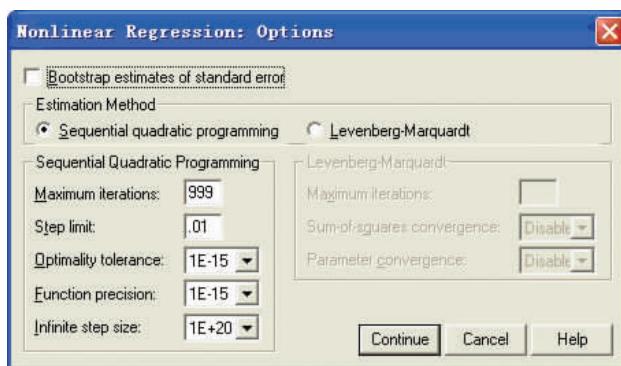


图 2 计算方法选择对话框

Fig. 2 Selection of calculation method

此次的计算结果为 $A=0.505, M=0.051, B_1=0.6, B_2=0.4$, 由此可知陕西省生产函数的数学模型为

$$Y=0.505e^{0.051t}L^{0.6}K^{0.4} \quad (2)$$

模型(2)的可决系数为

$$R \text{ squared}=1-(\text{Residual Sum of Squares})/(\text{Corrected Sum of Squares})=0.996$$

说明自变量对因变量的解释程度达到 99.6%。模型(2)的拟合效果如图 3 所示,从图中也可看出,模型(2)的拟合效果比较理想。

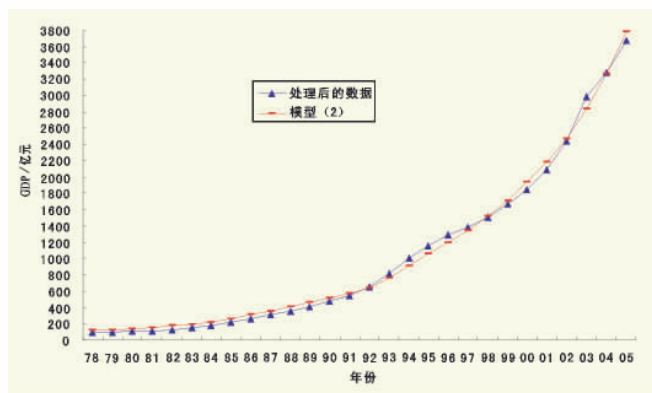


图 3 模型(2)的拟合效果

Fig. 3 Fitted results of model (2)

为了反映不同时段生产函数的变化情况,将表 2 中的数据划分为 1978–1995 年、1996–2005 年两个时段,仿照上述计算过程进行了计算,得到的生产函数数学模型分别为

$$Y=0.505e^{0.067t}L^{0.507}K^{0.493} \quad (3)$$

模型(3)选用了表 2 中 1978–1995 年的数据,序数年取 1~18,模型的可决系数为 0.998。

$$Y=0.505e^{0.05t}L^{0.613}K^{0.387} \quad (4)$$

模型(4)选用了表 2 中 1996–2005 年的数据,序数年取 19~28,该模型的可决系数为 0.991。

上述两个模型的参数约束均为 $B_1+B_2=1, A=0.505$ 。

截止目前,对模型(1)中 A_0 含义的代表性解释有 3 种:① A_0 是基础平台,反映经济发展的起点和基础;② A_0 是资源配置系数,反映资源配置效果;③ A_0 表示外部环境对总产出的影响程度,这里的外部是指模型未考虑的因素,如政策因素、自然灾害等因素对总产出的影响。

根据上面的第 1 种解释,由于模型(2)中的 $A_0=0.505 \leq 1$,说明陕西经济发展的起点较低、基础差,这与陕西 GDP 仅占发达省份的 1/6 和基础设施比较薄弱相一致。根据第 2 种解释,陕西的资源配置效率较低,这与陕西市场经济发展水平滞后相对应。根据第 3 种解释,陕西自然条件恶劣、生态环境脆弱,经济发展对国家政策依赖性极强。这些都与陕西的实际非常吻合,因此在

测定模型(3)和模型(4)时,仍然采用模型(2)算出的 A_0 的值,即强制引进参数约束 $A_0=0.505$ 。同时在确保 A_0 不变的情况下,也有利于模型之间的相互比较。

2 陕西省科技进步贡献率的测定

设 y 为 GDP 的年增长率, l 为劳动力投入的年增长率, k 为资本投入的年增长率,则根据索洛增长速度方程有:

$$\text{科技进步贡献率 } E_A = \delta/y = \delta/y \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{劳动投入贡献率 } E_L = \alpha/y = \alpha/y \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{资本投入贡献率 } E_K = \beta k/y = \beta k/y \times 100\% \quad (7)$$

由模型(2)可知,陕西省 1978–2005 年的科技年均进步率 $\delta=0.051$,劳动产出弹性 $\alpha=0.6$,资本产出弹性 $\beta=0.4$ 。

根据表 2 中的数据可算出陕西省从 1979 年到 2005 年,总产值的年均增长率 $y=14.83\%$,劳动年均增长率 $l=2.21\%$,资本年均增长率 $k=17.84\%$ 。

依据式(5)有: $E_K = \delta/y = 0.051/14.83\% \approx 34.39\%$ 。

依据式(6)有: $E_L = \alpha/y = 0.6 \times 0.022/14.83\% \approx 8.94\%$;

依据式(7)有: $E_K = \beta k/y = 0.4 \times 0.178/14.83\% \approx 48.12\%$ 。

即近 27 年以来,陕西省的科技进步贡献率为 34.39%,资本贡献率为 48.12%,劳动贡献率为 8.94%,3 项合计 91.45%,还有 8.55%的贡献率来源不明。在 $\alpha+\beta=1$ 的约束条件下,出现 8.55%的不明来源贡献率,绝非计算上的误差所致。另外,上述测算结果与已有的研究结论和陕西经济的发展状况也存在着较大的差距。

在土地要素投入不变的情况下,资金要素、劳动要素和科技要素是本文要研究的重点,可看作投入三要素,以下简称为三要素。这里需要说明的是,在求出参数 δ, α, β 的数值后,用模型(5)~(7)测算三要素贡献率时,有两种不同的计算步骤:一是先计算要素平均增长率,再根据平均增长率计算平均贡献率;二是直接计算出各年份的要素贡献率,再取其均值。如果将前者称为步骤 1,则本文前面的计算是按步骤 1 进行的;如果把后者称为步骤 2,则步骤 2 的计算结果见表 3。

表 3 不同计算步骤下的测算结果及其校正
Table 3 Various calculated results and adjustments in different calculation steps

1979–2005	年均贡献率(测算结果) /%				年均贡献率(校正后结果) /%			
计算步骤	E_{A1}	E_{K1}	E_{L1}	合计 1	E_{A2}	E_{K2}	E_{L2}	合计 2
步骤 1	34.39	48.12	8.94	91.45	37.60	52.62	9.78	100
步骤 2	39.32	50.49	10.00	99.81	39.39	50.59	10.02	100

表 3 中的 E_A 表示科技贡献率, E_K 表示资本贡献率, E_L 表示劳动贡献率。表 3 中的两种计算步骤均以表

2 中的数据为准,参数取值相同,即 $\delta=0.051, \alpha=0.6, \beta=0.4$,但由于计算步骤不同,计算结果具有明显的差异。就本例而言,步骤 2 的测算结果更加符合陕西实际和多数学者的研究结论。从原理上分析,先计算平均增长速度,再以此计算平均贡献率,远比先计算诸年贡献率,再取均值的误差要大。因为步骤 2 是对精细计算的平均,而步骤 1 是两个均值之积,步骤 1 的累计误差超过了步骤 2 的累计误差。因此在测算贡献率时,笔者推荐第 2 种计算步骤。

对于不明来源贡献率,可以采用校正的方法加以纠正。如表 3 所示,进行校正的公式为

$$E_{A2}=E_{A1}/\text{合计 } 1$$

$$E_{K2}=E_{K1}/\text{合计 } 1$$

$$E_{L2}=E_{L1}/\text{合计 } 1$$

这样就可以保证在各种计算步骤下的三要素贡献率之和为 100%,消除了贡献率来源不明的问题。

参照模型(3)~(7),依据表 2 中的数据,按照第 2 种计算步骤,并消除来源不明的贡献率之后,陕西省不同时段三要素的增长速度及贡献率如表 4 所示。

表 4 陕西不同时段要素增长率及贡献率
Table 4 Growth rate and contribution rate of
production factors in various periods

时段	年均增长速度/%			年均贡献率/%		
	GDP	资本	劳动	科技	资本	劳动
1979-1995	16.31	17.06	2.89	43.91	45.97	10.12
1996-2005	12.31	19.16	1.06	38.65	56.40	4.95
1979-2005	14.83	17.84	2.21	39.39	50.59	10.02

3 结论

从表 4 中可看出,1978—2005 年,陕西的年均资本贡献率大约占 50%,年均科技进步贡献率大约占 40%,而年均劳动贡献率大约占 10%,三要素贡献率之比为 5:4:1。因此,陕西经济发展的动力主要来源于资本投入和科技投入,两种要素贡献率之和达 90%。近 10 年与前 17 年相比,陕西的 GDP 增长率和从业人员数量增长率均有所下降,而固定资产投资增长率有所上升。资本贡献率上升了 10 个百分点多,科技贡献率与劳动贡献率均下降了 5 个百分点多,这种现象值得重视和研究,尤其是科技进步贡献率的下降。

从模型(2)中可知,陕西省生产函数数学模型中的 $A_0=0.505$ 。由于 $0.505 \leq 1$,所以 A_0 对陕西的总产出具有缩小作用。从模型(3)可知,陕西省前 17 年的年均科技进步率为 6.7%。从模型(4)可知,陕西省近 10 年的年均科技进步率为 5%。二者相减,陕西省年均科技进步率

近 10 年比前 17 年下降了 1.7 个百分点。

因此,陕西今后的工作重心是:改善投资环境、提高资本聚集能力;加强基础设施建设、改善生态环境;调整产业结构、转变经济增长方式;规范市场建设、提高资源配置效率;加大科技投入力度、重视科技创新及新技术推广工作;提高人力资源的开发及利用水平,在吸引人才的同时用好人才。

在对陕西省科学技术进步率和贡献率测定的过程中,笔者认识到以下 4 点。

1) 通过对原始数据的平均、前置和后置,可以增加数据的稳定性和可用性。直接用原始数据测算下来,1978-2005 年陕西省的劳动贡献率为 7.24%,科技贡献率只有 25.99%,资本贡献率高达 62.61%;对原始数据进行平均、前置和后置后,测算的这 3 个数值依次为 34.39%,48.12%和 8.94%。

2) 通过对参数的限制,可使模型更加理性并具有可比性。对不同时段陕西省生产函数模型中 $A_0=0.505$ 的取值,以及对 $\alpha+\beta=1$ 等参数的约束,就是最好的例证。

3) 通过对计算步骤的规范,可以提高测算的准确性。先精细计算然后再平均,可以提高计算的精度,按此步骤计算,1979-2005 年陕西省的劳动贡献率为 10.00%,科技贡献率为 39.32%,资本贡献率高达 50.49%。

4) 通过对测算结果的校正,可消除不明来源贡献率,提高测算结果的可解释性。

参考文献 (References)

[1] 朱玉春, 刘天军. 数量经济学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006. 239-241.
ZHU Yuchun, LIU Tianjun. Quantitative-economics[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 2006. 239-241.

[2] 陕西省发展和改革委员会. 综合年度数据库[DB/OL]. 陕西经济信息网: [2006-11-12]. http://data.sei.gov.cn/yearnew/a_search.asp.
Develops and Reforms Committee of Shaanxi Province. Synthesize the year data base[DB/OL]. Shaanxi Economic Information Net: [2006-11-12]. http://data.sei.gov.cn/yearnew/a_search.asp.

[3] 黄海, 罗友丰, 陈志英. SPSS 10.0 for Windows 统计分析[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001. 220-222.
HUANG Hai, LUO Youfeng, CHEN Zhiying. Statistic analysis and statistical program for social sciences 10.0 at Windows [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2001: 220-222.

(责任编辑 齐志红)