

中国农村人口老龄化对农业产出影响的量化研究

陈锡文 陈昱阳 张建军

【摘要】文章定量测度了1978年以来中国农业产出的特征事实并分析相关要素的影响程度。结果表明,1978~2002年中国农业劳动力相对过剩;2002年以后农村老年人口比重升高与劳动力转移对农业产出产生显著负作用;1990~2009年农村老年人口比重提高与劳动力转移年均对农业劳动投入指数下拉2.262个百分点,尤其2003年以来劳动投入对农业产出的贡献度和贡献率均为负值。

【关键词】农村人口老龄化 农村劳动力转移 农业产出 贡献率 零增长

【作者】陈锡文 中央农村工作领导小组副组长、研究员;陈昱阳 西南财经大学宏观经济研究中心,博士研究生;张建军 中央农村工作领导小组办公室,研究员。

人口老龄化是中国必须面对的重大基本国情,由于预期寿命增加、生育率降低和大量青壮年劳动力流出等多重作用,农村老年人口总数、实际老龄化程度、老龄化速度远高于城市(中央农办课题组,2010),对农村经济社会产生了深刻影响。目前在研究农村人口老龄化的成果中,主要是从农村人口老龄化现状、面临的问题及解决措施(张俊良,1992),从时空角度描述农村人口老龄化的分异(袁俊,2007)等方面进行研究。从计量角度研究农村人口老龄化对农业产出影响度的学术成果十分鲜见。本文综合研究农村户籍人口老龄化和农村劳动力转移导致的农村常住人口(实际)老龄化问题,使之更贴近中国目前农业生产的真实情况。本文试图通过计量经济分析方法探讨农村人口老龄化对农业产出的影响。

一、农村劳动力投入的农业产出增长弹性

(一) 农业经济增长因素分析的基本方法

经济增长因素分析(又称“增长核算”)由阿布拉莫维茨(Abramovitz, 1956)和索洛(Solow, 1957)首开先河。其基本分析框架后来以多种方法被加以扩展(Denison, 1967; Jorgenson, 2001)。经济增长因素分析一般以一个总量生产函数为基础进行。后来发展的指数方法可以被看做增长因素分析的一个扩展补充。指数方法虽然不需要总量生产函数,但经济增长分

析中的许多指数公式都可从特殊的总量生产函数中导出,或能用特殊的总量生产函数表示,从而为生产函数理论在经济增长因素分析中的运用提供了有力的依据。迪沃特(Diewert, 1987)、迪沃特和劳伦斯(Diewert、Lawrence, 1999)等研究还显示,经济指数与特定的生产函数之间存在着明确的对应关系,即:拉斯贝尔指数对应于线性生产函数,索洛指数对应于柯布一道格拉斯生产函数,汤圭斯特—西尔指数对应于超越对数生产函数。生产函数形式一经选定,与之对应的指数形式即隐含地随之确定,反之亦然。假定农业生产过程的主要投入要素为土地、劳动、资本和技术,建立以下扩展的柯布一道格拉斯生产函数:

$$Y(t)=F[A(t),L(t),K(t),W(t)] \tag{1}$$

对等式两端求关于时间的微分得到:

$$\dot{Y}(t)=\frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)}\dot{A}(t)+\frac{\partial Y(t)}{\partial L(t)}\dot{L}(t)+\frac{\partial Y(t)}{\partial K(t)}\dot{K}(t)+\frac{\partial Y(t)}{\partial W(t)}\dot{W}(t) \tag{2}$$

式(2)两边同除以 $Y(t)$,化简后得到:

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)}=\alpha\frac{\dot{A}(t)}{A(t)}+\beta\frac{\dot{L}(t)}{L(t)}+\gamma\frac{\dot{K}(t)}{K(t)}+\chi\frac{\dot{W}(t)}{W(t)} \tag{3}$$

其中, $\alpha+\beta+\gamma+\chi=1$; $Y(t)$ 代表农业产出; $A(t)$ 、 $L(t)$ 、 $K(t)$ 和 $W(t)$ 分别代表农业生产过程中不同时期的技术、劳动、资本和土地投入。

(二) 数据生成

1.农业产出 $Y(t)$ 。农业产出一般有总产值和增加值之分。为更加合理地反映农业实际产出,以第一产业增加值来度量农业产出,并根据模型各组变量时间序列数据的可获得性,以 1985 年为基期,在剔除价格变动的影响基础上生成第一产业增加值指数,实现数据的标准化。

2.农业技术水平 $A(t)$ 。为了更好地拟合回归方程,得到更能反映实际情况的模型,特别考虑了反映农业技术水平的时间序列。本文以农业生产的结果显示农业技术水平,即依据农业从业人员人均产值来测算农业技术水平,计算方法为:农业从业人员人均产值 = 农林牧渔业总产值 ÷ 第一产业实际就业人数。农林牧渔业产值数据来源于中经数据资料库,采用可比价以减少农产品价格变动带来的影响。

3.农业劳动投入 $L(t)$ 。农业劳动力投入是农业生产必不可少的重要因素,考虑数量和质量两个方面。

其一,农业劳动投入数量。在 20 世纪 80 年代末、90 年代初以前,由于农村劳动力流动受到限制,跨地域就业的劳动者不多,农村劳动者绝大多数从事农业生产,当时除了第一产业从业人员数量以外,甚至还可以用“农村劳动力”数量来作为农业的劳动投入。然而 20 世纪 90 年代以后,随着农业劳动者跨地域就业的情况日趋普遍,特别是数以百万计的农村剩余劳动力跨省就业,跨省就业的农村劳动者实际上并不直接创造农业产值,如果用“农村劳动力”来度量农业劳动力数量就可能出现较大的误差。因此,直接使用第一产业年末从业人员数量作为农业的劳动投入。

在改革开放初期的 1978~1990 年,农业劳动力处于稳定增长时期,第一产业从业人员年均增长 2.68%;而 1991~2001 年第一产业从业人员处于缓慢减少时期,年均减少 0.64%;2002~2009 年第一产业从业人员处于较快减少时期,年均减少 2.63% (见图 1)。随着农村人口老龄化和农村劳动力转移浪潮的到来,这种减少趋势将进一步加剧。

其二,农业劳动投入质量。决定劳动投入质量的因素很多,包括劳动力的年龄结构、性别结构、文化程度等。由于受数据获取的限制,此处仅考虑劳动力文化程度。在寻找劳动投入度量指标时,用受教育程度对劳动投入的质量进行量化(Barro, 2001; Krueger 等, 2001)更为科学,本文亦采用这种方法。用下式计算因劳动者受教育程度差异引起的农业劳动投入的变化,即:

$$DC = \frac{\sum_{i=1}^5 \alpha_i W_i}{\sum_{i=1}^5 \alpha_{i1} W_{i1}} \times 100\% \tag{4}$$

其中, DC 表示因劳动力投入数量和受教育程度的变化引起的劳动投入量的变化 (相对于 1985 年); α_i 表示第 i 种文化程度劳动者的受教育年限; W_i 表示第 i 种文化程度的劳动者人数; α_{i1} 表示 1985 年第 i 种文化程度劳动者的受教育年限; W_{i1} 表示 1985 年第 i 种文化程度的劳动者人数。关于因劳动者的年龄—性别构成的变化引起的劳动投入量的变化,由于受到数据获取限制,本文不作讨论。

4. 农业资本投入 $K(t)$ 。一般以农业资本存量数据来度量农业资本投入,测算资本存量的基本方法是由戈德史密斯(Goldsmith, 1951)开创的永续盘存法,其基本公式为: $K_t = I_t + (1 - \delta_t) K_{t-1}$ 。其中 K_t 表示第 t 年的资本存量, I_t 表示本期新增投资, δ_t 表示第 t 年的折旧率, K_{t-1} 表示第 $t-1$ 年的资本存量。

对资本存量研究的现有方法基本上都是在永续盘存法基础上进行的,但由于统计资料缺乏和口径的不统一,因而测算资本存量的具体方法细节上又有很大差别。比较有代表性的有贺菊煌(1992)、谢千里(1995)等的积累法;邹至庄(1993)及王小鲁、樊纲(2000)的净投资法。关于中国农业资本存量,目前主要有刘庆和(1996)、吴方卫(1999)提供的测算结果。对本研究而言,这些测算没有包括农业资本投入变化最重要的 1998~2009 年。本文在吴方卫(1999)的基础上补充测算了 1998~2009 年的全国农业资本存量。对于 1998~2009 年的资本存量的估算,采用农村生产性固定资产原值乘以固定资产投资缩减指数来推算。计算结果如表 1 所示。

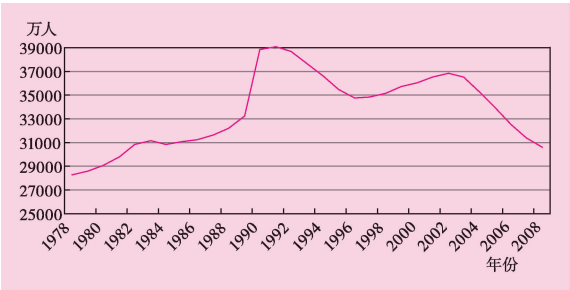


图 1 1978~2009 年第一产业年末从业人员变化情况
资料来源:历年《中国统计年鉴》。

5.土地投入 $W(t)$ 。度量土地投入的基本方法主要有两种:一是以农业部门各类用地的服务价值或报酬的价格数据,然而土地的价值或报酬数据目前在中国还难以取得。二是以农业土地使用量(以农作物播种面积为基础)来生成土地投入指数。中国统计数据中主要反映农作物播种面积及茶园、果园、桑园面积,对于渔业用地、牧业用地及土地的“地力”没有完整的统计数据。因此,本文不分析土地投入因素。

为避免计量单位的影响,对上述除土地投入外的4个变量进行标准化处理,即以1985年为基期,生成各变量的指数(见表1)。

(三) 回归分析

以式(2)为基础,使用表1有关数据,用EViews进行普通最小二乘法拟合,得到模型的估计结果如下:

表1 农业劳动投入及指数

年份	农业产出 指数	农业技术水平 增长指数	农业劳动投入		农业资本投入	
			投入量(千人)	投入指数	投入量(亿元)	投入指数
1985	100	100	183604.7	100	1454.4	100
1986	102.4945	146.9070	187617.8	102.1857	1490.3	102.4684
1987	111.8871	159.0919	192859.3	105.0405	1534.7	105.5212
1988	113.8494	166.7583	197525.1	107.5817	1577.2	108.4433
1989	105.3190	151.1596	208653.0	113.6425	1606.7	110.4717
1990	119.5919	144.8107	249874.6	136.0938	1656.4	113.8889
1991	123.3742	149.9890	262895.0	143.1853	1702.7	117.0723
1992	129.4029	161.1934	263424.1	143.4735	1711.6	117.6843
1993	135.0962	176.2301	261122.4	142.2199	1717.9	118.1174
1994	150.4930	210.4467	257238.4	140.1045	1757.9	120.8677
1995	162.3724	238.4504	254217.2	138.4589	1835.4	126.1964
1996	173.7913	247.8120	257455.6	140.2227	1931.6	132.8108
1997	174.7121	257.1371	261296.5	142.3147	2032.4	139.7415
1998	181.0678	265.3945	266821.1	145.3236	2404.7	165.3423
1999	183.2347	264.7379	274523.0	149.5185	2588.7	177.9920
2000	185.5876	267.2359	281283.2	153.2004	3002.3	206.4287
2001	194.4213	274.9766	287455.9	156.5623	3159.2	217.2188
2002	204.5496	286.0570	292309.0	159.2056	3389.8	233.0693
2003	211.6120	307.9101	291125.4	158.5610	3581.0	246.2162
2004	248.7472	371.5772	282504.7	153.8657	3641.6	250.3832
2005	254.8423	410.9381	276787.6	150.7519	4349.3	299.0430
2006	269.2182	436.9446	267553.7	145.7227	4598.6	316.1875
2007	304.1621	514.3009	260262.0	141.7512	4876.3	335.2763
2008	336.2291	587.6465	256236.8	139.5589	4876.1	335.2678
2009	352.4909	632.9168	249368.952	135.8184	5153.8	354.3566

注:根据历年《中国统计年鉴》、《中国固定资产投资统计年鉴》和《中国教育统计年鉴》整理计算。

$$Y(t)=-23.47992+0.648722A(t)+0.512670L(t)+0.052770K(t)$$

(29.21374) (11.92411) (1.939621) (5)

$$\bar{R}^2=0.998255 \quad F=4577.497 \quad S.E=3.059448 \quad DW=2.363353$$

式(5)具有很好的拟合优度和很小的回归标准误差,估计系数全部在 99%的显著性水平上通过了 t 检验。DW 检验显示模型残差基本上不存在自相关。对残差项作不带交叉项的 White 检验及滞后一期的 ARCH 检验,相伴概率分别为 0.9212 和 0.8963,显示模型不存在异方差性。作增加一个解释项的 Ramsey 回归设定误差检验,得相伴概率为 0.1663,显示模型设定正确,不存在偏误。式(5)显示劳动投入每增加 1 个百分点,农业产出将上升约 0.5%。这表明农业劳动投入对农业产出具有较大的正向影响力。由于式(5)自变量估计参数之和大于 1,应用

变通权数法得到: $\alpha_A=\frac{0.648722}{0.648722+0.51267+0.05277}=0.53430;\beta_L=\frac{0.51267}{0.648722+0.51267+0.05277}=0.42224;\gamma_K=\frac{0.05277}{0.648722+0.51267+0.05277}=0.04346。$

根据柯布一道格拉斯生产函数,把系数 α_A 、 β_L 、 γ_K 分别作为 1985~2009 年中国农业技术水平增长产出弹性、劳动投入产出弹性和资本投入产出弹性,其对农业产出的贡献为:贡献率 = $\frac{\text{农业技术水平指数(或劳动投入指数、资本投入指数)增长值} \times \alpha_A(\text{或} \beta_L, \gamma_K)}{\text{农业产值增长率}}$ 。据此

计算出各年度农业技术水平、农业劳动投入和资本投入对农业产出增长的贡献率。结果表明,2002 年及以前,除少数年份农业劳动投入对农业产出的贡献度和贡献率出现较小的负值外,其他年份的贡献度和贡献率均为正值,而 2003 年及以后年份农业劳动投入对农业产出的贡献度和贡献率均为负值

(见表 2),这说明劳动投入的不足对农业产出产生负作用在 2003 年以后显现出来。

1985~2009 年,中国农业产出指数年均增加值 12.25 个百分点(见表 1),农业技术水平增长的贡献率为 86.25%。

表 2 1986~2009 年劳动投入、技术水平及资本投入对农业产出的贡献率 %

年份	劳动力投入 贡献率	科技水平 贡献率	资本投入 贡献率	年份	劳动力投入 贡献率	技术水平 贡献率	资本投入 贡献率
1985	—	—	—	1998	19.98958	49.18130	17.505720
1986	36.99699	87.45422	4.300528	1999	81.74141	-11.47000	25.370620
1987	12.83362	49.10850	1.412545	2000	66.07359	40.18808	52.524930
1988	54.68054	147.89270	6.471715	2001	16.06947	33.17141	5.308509
1989	-29.99990	69.22125	-1.033410	2002	11.01969	41.41321	6.801366
1990	66.41844	-16.83860	1.040514	2003	-3.85387	117.13420	8.090228
1991	79.16651	51.82530	3.657842	2004	-5.33872	64.90102	0.487672
1992	2.018504	70.35464	0.441182	2005	-21.57090	244.45960	34.695980
1993	-9.29725	99.97935	0.330608	2006	-14.77150	68.48085	5.182980
1994	-5.80125	84.12556	0.776317	2007	-4.79891	83.80052	2.374089
1995	-5.84910	89.23667	1.949470	2008	-2.88670	86.58400	-0.001150
1996	6.52206	31.03469	2.517421	2009	-9.71226	105.38240	5.101522
1997	95.93029	383.36710	32.711580				

注:根据表 1 数据计算。

农业劳动投入的贡献率为 18.15%;资本积累的贡献率为 9.08%(见表 2),农业技术水平增长对中国农业增长起了决定性的作用,其次是农业劳动投入,而资本投入对第一产业产值的影响却很有限。从表 1 和表 2 可见,2003 年以来,中国农业进入历史上增长最快的时期,但 2003 年及以后农业劳动投入对农业产出的贡献度和贡献率均为负值,这说明劳动投入的不足对农业产出产生负作用在 2003 年以后显现出来。因此,如果要保持农业生产稳定增长而不改变农业生产中的劳动投入,就必须有大量的资本、技术和其他投入,并且这种投入的比例会越来越大,资源的边际效益将不断降低,产业增长和农民增收会越来越难。

二、农村人口老龄化对农业劳动力投入的影响

已知农业劳动力投入的产出弹性及其对农业产出增长的贡献度和贡献率,求出农村人口老龄化对农业劳动力投入增长的影响,即可得出人口老龄化对农业产出增长的影响。农业劳动力投入通常受乡村总人口水平、城镇化水平、农村劳动力转移情况及农村老年人口比重的影响。因此,选择乡村总人口指数、城镇化率、农村劳动力转移比例及农村老年人口比重作为农业劳动力投入指数的基本解释变量。其中,农业劳动力投入数据直接取自表 1。乡村总人口数据取自历年年末乡村总人口数,城镇化率由年末城镇人口占总人口的比重代表,农村劳动力转移率由以下公式计算:农村劳动力转移率 = $\frac{\text{乡村从业人员}-\text{第一产业实际就业人数}}{\text{乡村年末从业人数}}$ 。

乡村人口老龄化数据采集。乡村人口老龄化是农村人口和市镇中农业人口的老龄化,本文以农村老年人口比重为准,是指农村 60 岁以上人口占农村总人口的比例。由于受数据获取限制,本文主要采集 1991~2009 年的数据,来源于《中国人口统计年鉴》、第五次人口普查和《中国人口和就业统计年鉴》。

对上述数据进行标准化处理,并统一选取 1991~2009 年的数据,结果如表 3 所示。

根据表 3 中有关数据,用 EVIEWS 进行普通最小二乘法拟合,得到模型的估计结果为:

$$\begin{aligned}
 L = & -195.4031 + 2.477122XCZRK + 3.910806CZHL - 1.450387LDLZY \\
 & (22.37436) \quad (55.47516) \quad (-27.84912) \\
 & -3.067888RKLLH + [MA(1)=0.997437] \\
 & (-4.094351) \quad (-15.24751) \quad (6)
 \end{aligned}$$

$$\bar{R}^2=0.995742 \quad F=889.7119 \quad S.E=0.0351400 \quad DW=1.436267$$

式中, L 为农业劳动投入指数; $XCZRK$ 为乡村总人口增长指数; $CZHL$ 为城镇化率; $LDLZY$ 为农村劳动力年转移比例; $RKLLH$ 为乡村人口老龄化率。

式(6)具有较好的拟合优度和很小的回归标准误差,估计系数全部在 99%的显著性水平上通过了 t 检验。 DW 检验显示模型残差不存在自相关。对残差项作不带交叉项的 White 检验及滞后一期的 ARCH 检验,相伴概率分别为 0.5635 和 0.4851,显示模型不存在异方差性。作增加一个解释项的 Ramsey 回归设定误差检验,得相伴概率为 0.6407,显示模型设定

正确,不存在偏误。式(6)显示农村人口老龄化及农村劳动力转移对农业劳动投入均具有较大负作用。农村老年人口比重每增加 1 个百分点,农业劳动投入将下降约 3 个百分点;农村劳动力转移率每增加 1 个单位,农业劳动力投入就会减少约 1.45 个百分点。

三、分析与结论

总体而言,农村总人口减少及城镇化率提高是中国社会经济发展的大趋势,也是社会进步的表现,这可以从数据分析中得到部分解释。比较 2000 和 2005 年人口调查数据发现,尽管中国人口总量在继续膨胀,但由于城镇化率从 2000 年的 36.22%提升到 2005 年的 42.99%,农村人口从 8.09 亿减少为 7.45 亿,农村劳动年龄人口总量约为 4.79 亿,较 2000 年下降了 0.35 亿,部分解释了第一产业从业人员减少的原因,对全社会而言可视为积极因素。但这个城镇化与老龄化的过程也需要具体分析。农村劳动力大量转移及农村人口过早老龄化引起第一产业从业人员过度减少,将影响第一产业正常增长,并反过来影响农村的老年人口抚养负担和老年人口经济密度,不仅会给农村遗留大量的社会问题,也不利于第一、二、三产业的均衡发展,终将动摇国民经济基础与社会和谐基础。

表 3 第一产业劳动投入与各变量指数

年份	农业劳动投入指数 (1990 年=100)	乡村总人口增长指数 (1990 年=100)	城镇化率 (%)	农村劳动力 年转移率(%)	乡村人口 老龄化率(%)
1990	100	100	26.41	18.43296722	8.7
1991	105.2107444	100.5728684	26.94	18.58993045	8.9
1992	105.4225101	101.0197533	27.46	19.86291441	9.1
1993	104.5013807	101.4333595	27.99	22.38289457	9.2
1994	102.9470115	101.8338919	28.51	24.94569895	9.4
1995	101.7378455	102.1500392	29.04	27.52677206	9.6
1996	103.0338634	101.1255319	30.48	28.97935873	9.8
1997	104.5710385	100.0463524	31.91	28.95450560	10.1
1998	106.7819401	98.8293042	33.35	28.24095796	10.3
1999	109.8642995	97.5041004	34.78	26.97725695	10.6
2000	112.5697129	96.0766835	36.22	26.34364654	10.9
2001	115.0399945	94.5625045	37.66	25.61271264	11.2
2002	116.9822578	92.9912762	39.09	24.69362745	11.5
2003	116.5086139	91.3392284	40.53	25.09991187	11.8
2004	113.0585670	89.9771804	41.76	27.61472785	12.2
2005	110.7705862	88.5973044	42.99	29.95009692	12.5
2006	107.0751937	87.6441085	43.90	32.29153670	12.9
2007	104.1569858	86.4650931	44.94	33.99664148	13.3
2008	102.5461116	85.7341510	45.68	35.15125873	13.8
2009	99.7976396	84.7274715	46.59	36.62293333	14.2

资料来源:《中国人口统计年鉴》、第五次人口普查数据、《中国人口和就业统计年鉴》。

如前所述,1990~2009年,中国农村老年人口比重和农村劳动力转移率年均增加值分别为0.29个百分点和0.96个百分点,二者对农业劳动投入指数年均下拉2.262个百分点,在综合了乡村总人口负增长和城镇化率正向提高的影响(1990~2009年,二者年均增加值分别为-0.8个百分点和1.06个百分点)后,农业劳动投入指数年均仍下降约0.1个百分点。

综合前述计算分析,得到以下主要结论:(1)1978~1990年,农业劳动力处于稳定增长时期,第一产业从业人员年均增长2.68%;1991~2001年第一产业从业人员处于缓慢减少时期,年均减少0.64%;2002~2009年第一产业从业人员处于较快减少时期,年均减少2.63%。随着农村人口老龄化和农村劳动力的持续转移,这种减少的趋势将进一步加剧。(2)1985~2009年,中国农业产出指数年均增加12.25个百分点,农业技术水平增长贡献率为86.25%,农业劳动投入贡献率为18.15%,资本积累贡献率为9.08%。2003年以来,中国农业进入历史上增长最快的时期,同时也进入劳动投入不足对农业产出产生负作用时期。若要保持农业生产稳定增长而不改变农业生产劳动投入状况,就必须有大量的资本、科技和其他投入,并且这种投入的比例会越来越大,资源的边际效益将不断降低,产业增长和农民增收将越来越困难。

参考文献:

1. 张俊良(1992):《农村人口老龄化问题及对策分析》,《人口学刊》,第5期。
2. 袁俊(2007):《中国农村人口老龄化的空间差异及其影响因素分析》,《中国人口科学》,第3期。
3. 贺菊煌(1992):《我国资产的估算》,《数量经济与技术经济研究》,第8期。
4. 谢千里(1995):《改革以来中国工业生产率变动趋势的估计及其可靠性分析》,《经济研究》,第12期。
5. 刘庆和(1999):《贵州农业全要素生产率:初步测度与简要分析》,《贵州社会科学》,第3期。
6. 王小鲁、樊纲(2000):《中国经济增长的可持续性》,经济科学出版社。
7. 吴方卫(1999):《我国农业资本存量的估计》,《农业技术经济》,第6期。
8. Abramovitz, Moses(1956), Resource and Output Trends in the United States Since 1870. *American Economic Review*. Vol.46. 5-23.
9. Barro, R.J. and Lee, J.W.(2001), International Data on Educational Attainment. Updates and Implications. *Oxford Economic Review*. 86(2):218-223.
10. Dale W. Jorgenson, Dale(2001), Information Technology and the U.S. Economy. *American Economic Review*. 91(1):1-32.
11. Denison, E.F.(1967), *Why Growth Rates Differ. Postwar Experience in Nine Western Countries*. Washington, D.C. The Brookings Institution. 25-37.
12. Diewert, W.E.(1987), Index Numbers. In *the New Palgrave A Dictionary of Economics*. Vol.2. 767-780.
13. Diewert, W.E. and D.Lawrence(1999), *Measuring New Zealand's Productivity*. New Zealand Treasury Working Papers 99/5.
14. Krueger, A.B. and Lindahl, M.(2001), Education for Growth. Why and For Whom?. *Journal of Economic Literature*. Vol.39. 1101-1136.
15. Solow, Robert M.(1957), Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*. 39(3):312-320.

(责任编辑:朱犁)