

# 能源对中国工业化时期经济增长的贡献分析<sup>①</sup>

蒲志仲 刘新卫 毛程丝

(长江大学管理学院)

**【摘要】** 本文构建了包含能源的三要素经济增长核算模型, 估算了 1952~2012 年及不同阶段能源等要素的产出弹性, 能源等要素和技术进步对我国工业化时期经济增长的贡献。研究表明: 能源产出弹性和能源对经济增长的贡献率仅次于资本, 远高于劳动力要素; 两要素经济增长核算模型中劳动和资本的产出弹性及对经济增长的贡献, 相当部分应归功于能源, 能源消费增长在一定程度上是技术进步的体现; 包含能源要素的经济增长核算, 能更好地揭示经济增长的源泉, 反映不同阶段工业化程度和社会经济体制变化。

**关键词** 化石能源 经济增长 产出弹性 要素贡献率

**中图分类号** F014 **文献标识码** A

## 引言

“土地是财富之母, 劳动是财富之父”(威廉·配第, 1978)。由于土地中大规模开发利用, 和由此而来的对金属矿产资源的大规模开发和深度加工利用, 出现了工业革命(俞金尧, 2006; 邱建群, 2010), 人类进入工业化时代(Warde, 2009)。工业革命以来, 人类社会经济的发展与进步有赖对更多种类和数量化石能源的开发利用。第二次世界大战后, 能效更高、更清洁的石油天然气资源的大规模开发利用逐渐取代煤炭成为第一能源, 使人类社会经济发展到一个新阶段(Hamilton, 1983)。显然, 化石能源是工业化和现代社会经济发展的动力(麦克尼尔, 2008)。

1949年, 中国处于工业化起步阶段, 1953年, 农业在国民经济中的比重高达45.9%。此后60多年, 我国工业化进展迅速, 第二产业和第三产业在国民经济所占比重不断提高, 2012年农业总产值占GDP比重仅为10.1%。据陈佳贵等(2012)评估, 2010年中国工业化水平综合指数为66, 即将走完工业化中期后半阶段。黄群慧(2013)则估计在“十二五”中国步入工业化后期。工业化和工业化时期的经济发展与化石能源消费增长密切相关, 图1直观地表达了我国能源消费增长与工业化和经济发展在数量上的密切关系。第二产业和第三产业比重均体现了工业化发展程度, 所以我们以非农产业占GDP比重变化来表达工业化进展。图1中能源消费包括煤炭、石油、天然气以及水电、核电和风电等, 不包括农村生活消费的生物质能源; 由于水电、风电等在能源消费中占比较低且不超过10%, 本文将国家统计局网中年度数据的能源消费量视作与工业化密切相关的化石能源消费(后文的能源均指化石能源)。

<sup>①</sup> 本文为国家社会科学基金项目“资源经济时代: 矿产资源税制改革研究”(11AJY012)阶段性研究成果。

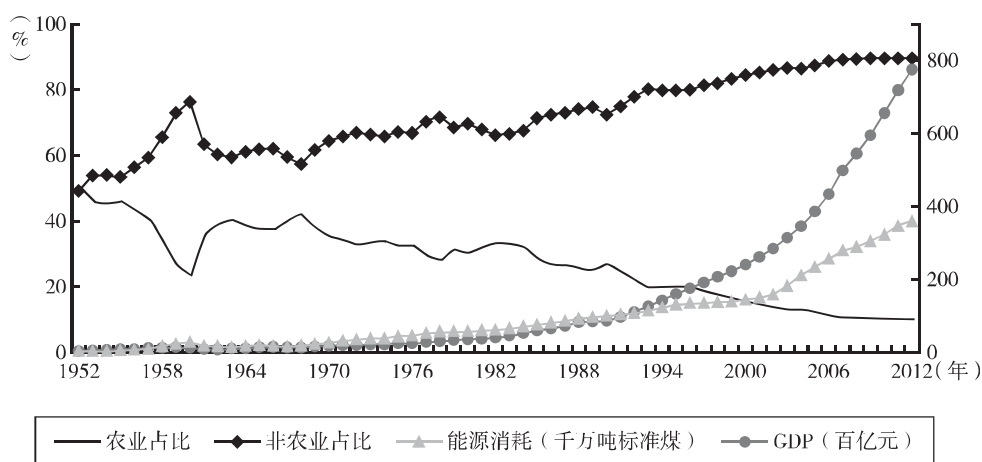


图 1 农业、非农业占 GDP 比重和能源消耗及 GDP 变化趋势

资料来源：国家统计局网年度数据 <http://data.stats.gov.cn/workspace/index?m=hgnd>。

注：农业占比、非农业占比为左轴，能源消耗、GDP 为右轴。

能源消费增长对工业化和工业化时期经济增长的作用都十分明显，有必要依据 Abramowitz (1956)、Solow (1957) 开创的经济增长核算理论，定量分析能源对我国工业化时期经济增长的作用和贡献。但西方学者创立经济增长核算理论以揭示经济增长的源泉时，美国等西方发达国家已完成工业化，因此他们在总量生产函数中只考虑了劳动和资本两种要素，忽略了自然资源特别是能源要素（李金铠，2009），重点在说明技术进步对经济增长与发展的重要性。20 世纪 90 年代，我国学者如张军扩（1991）、沈坤荣（1997）用经济增长核算理论分析我国经济增长源泉时，同样忽略了土地，特别是能源要素。仅用劳动和资本两要素总量生产函数进行经济增长核算，会夸大劳动、资本和技术对经济增长的贡献，不能准确反映各要素，特别是被忽略的能源要素在工业化时期经济增长中的作用，会误导宏观经济政策设计。最近 10 多年，国内有更多学者将能源或自然资源纳入经济增长核算分析。利用超越对数生产函数，郑照宁和刘德顺（2004）测算 1978~2000 年我国能源、资本和劳动的产出弹性和替代弹性，黄磊和周勇（2008）则以前一年 GDP 替代劳动和资本，测算了 1978~2004 年各种能源的产出弹性和要素间替代弹性；在扩展传统两要素 C-D 生产函数的基础上，罗岚（2012）测算了 1990~2010 年资源（以能源为代表）和环境（以二氧化硫排放量为代表）要素对我国工业增加值的贡献，赵鑫铨和谭鑫（2013）则测算了包括能源、土地、水资源在内的自然资源对我国 1978~2009 年经济增长的贡献。然而，这些研究或是无法进一步测算能源对我国经济增长的贡献率，或是包含多项资源要素（或将能源化分为多种）没有突出能源对工业化时期经济增长的重要性，或是分析区间集中在改革开放后，不能完整地揭示能源对我国近 60 多年工业化时期经济增长的贡献。

有鉴于此，本文把能源作为工业化时期经济增长与发展的重要生产要素，构建能源、劳动和资本三要素 C-D 总量生产函数为基础的经济增长核算模型，定量分析能源对 1952~2012 年即我国重要工业化时期经济增长的贡献。本文也将用劳动和资本两要素模型的经济增长核算结果与三要素模型作对比分析，以观察能源要素对两要素经济核算模型中劳动、资本和技术进步在经济增长中作用的贡献，进一步说明土地（即自然资源）是财富之母的含义。

## 一、经济核算模型构建和数据整理

### 1. 总量生产函数选择

目前,广泛使用的测量各生产要素对经济增长贡献的方法是使用总量生产函数进行的经济增长核算。国外常用的经济增长核算方法是:以国民收入核算账户中的劳动和资本报酬占国内生产总值(GDP)比重作为要素产出弹性参数,再根据GDP增长率、劳动和资本要素增长率,推算得出劳动、资本和技术进步对经济增长的贡献率。我国国民收入核算账户中缺乏资本报酬数据,无法由国民收入核算账户直接得到各要素产出弹性,只能采用回归分析方法估算出各要素产出弹性,然后再计算各要素对经济增长的贡献率。总量生产函数有四类:柯布道格拉斯生产函数(简称C-D生产函数)、可变替代弹性生产函数(简称VES生产函数)、不变替代弹性生产函数(简称CES生产函数)及超越对数生产函数。

我国广泛使用规模报酬不变的C-D生产函数和超越对数生产函数。比较而言超越对数生产函数更具有包容性,可以看作任何生产函数的近似,在某种条件下可以转化为C-D生产函数。西方国家学者经济增长核算分析时通常用规模报酬不变C-D总量生产函数,因为这符合西方国家的自由市场经济体制和工业化完成之后进入规模报酬不变阶段的实际情况。我国正处于工业化快速发展的规模报酬递增阶段,且在改革开放前实行的是与市场经济完全不同的计划经济,改革开放30多年后到今天仍然处于建立社会主义市场经济的深化改革之中。但是,许多研究者如沈坤荣(1997)认为,相比于其他生产函数,C-D生产函数能更准确地反映我国经济增长与各要素之间的关系。考虑到规模报酬不变总量生产函数可近似地模拟非规模报酬不变的结果,其分析结果能够简明而近似地表达非规模报酬不变情况下生产要素对经济增长的贡献,所以本文选择规模报酬不变C-D总量生产函数。对于在1952~2012年的不同时期经济体制差异和工业化发展程度差异决定的各要素对总产出作用和贡献不同的问题,可采用分阶段进行参数估计的方法进行解决。

### 2. 总量生产函数和经济增长核算原理

经济增长核算中通行的两要素C-D生产函数一般形式为:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1)$$

式(1)中, $Y$ 是国内生产总值, $A$ 是技术水平或全要素生产率, $K$ 为资本存量, $L$ 是劳动就业量, $\alpha$ 、 $\beta$ 分别为资本、劳动的产出弹性。对于规模报酬不变C-D生产函数,要求 $\alpha + \beta = 1$ 。在按要素贡献分配的竞争性市场体制下,资本和劳动产出弹性就是社会分配中劳动收入和资本收入占GDP的比重。为测量能源要素对工业化和工业化时期经济增长的贡献,同时也为更准确地测度劳动、资本和技术进步对经济增长的贡献,将能源要素纳入到总量生产函数中,构造三要素C-D生产函数:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}R^{\gamma} \quad (2)$$

式(2)中 $R$ 为所能源使用量, $\gamma$ 是其产出弹性,并有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

根据C-D生产函数,使用一定时期内历年劳动力、资本和能源要素使用量与总产值数据,通过回归分析方法使可估算出各要素的产出弹性系数。将方程(2)两边取对数,有:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln R \quad (3)$$

由于 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ,将其带入方程(3),得:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + (1 - \alpha - \gamma) \ln L + \gamma \ln R \quad (4)$$

整理后可得：

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \ln A + \alpha \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \gamma \ln\left(\frac{R}{L}\right) \quad (5)$$

由方程(5)通过回归分析方法估算出各要素的产出弹性系数。由要素产出弹性，乘以要素投入量增长率，即是各要素增长对经济或GDP增长率的贡献。根据欧拉定理有：

$$\dot{Y} = \dot{A} + \alpha \dot{K} + \beta \dot{L} + \gamma \dot{R} \quad (6)$$

其中 $\dot{Y}$ 、 $\dot{K}$ 、 $\dot{L}$ 、 $\dot{R}$ 分别代表总产出增长率和资本、劳动和能源要素投入的增长率， $\dot{A}$ 代表技术进步或全要素生产率的增长率。由总产出增长率减去劳动、资本和能源要素对总产出增长率贡献的余额，是被称为索洛余量的全要素生产率，是技术进步对经济增长率的贡献：

$$\dot{A} = \dot{Y} - (\alpha \dot{K} + \beta \dot{L} + \gamma \dot{R}) \quad (7)$$

### 3. 要素和总产出数据整理

本文分析1952~2012年能源消费对我国工业化及其经济增长的作用与贡献，由式(2)知，需要此期间历年劳动力、资本、能源消费数量和国内生产总值GDP数据。根据国家统计局网的年度数据，并参照其他研究者的成果，经过整理得到图2~图4，分别表达1952~2012年总产出GDP、资本和能源消费数量和劳动力数量数据，以及相应的逐年增长率。有关说明如下：

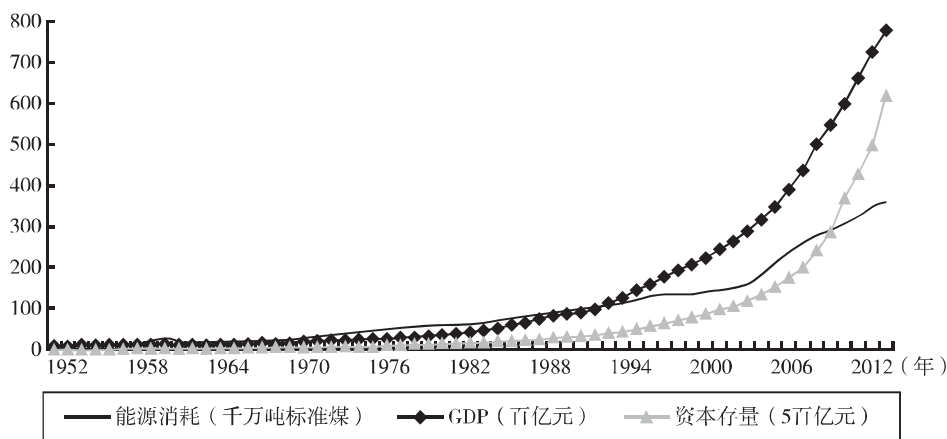


图2 1952~2012年资本存量、GDP、能源消费变化趋势

资料来源：国家统计局网的年度数据，<http://data.stats.gov.cn/workspace/index?m=hgnd>。

第一，GDP数据的处理。为使各年数据具有可比性，我们以1952年为基年，通过乘以各年GDP平减指数将各年名义GDP转化为实际GDP，GDP平减指数由国家统计局网的年度数据给出。各年GDP劳动力、资本和能源消费增长率均为环比增长率。第二，以国家统计局网年度数据中各年就业人数表示劳动要素投入量。第三，能源消费量数据来源于1992年《中国统计年鉴》和国家统计局网年度数据。第四，资本存量的估算。《中国统计年鉴》中无各年资本存量数据，只能在对基期资本存量的估算基础上，使用永续盘存法计算各年的

资本存量作为各年资本要素投入量。公式为：

$$K_t = I_t + (1 - \delta_t) K_{t-1} \quad (8)$$

其中， $K_t$  为第  $t$  年的资本存量， $K_{t-1}$  为第  $t-1$  年的资本存量， $I_t$  为第  $t$  年的投资， $\delta_t$  为第  $t$  年的折旧率。资本要素是现代经济增长与发展最重要的生产要素，资本存量估算合理与否事关经济增长核算的正确性和分析模型的可靠性。我们经过分析、试验的比较，采用单豪杰（2008）的资本存量计算方法、折旧率（10.96%）及其估算的我国 1952~2006 年的资本存量数据，2006 年之后的资本存量数据我们采用同样方法计算得到。

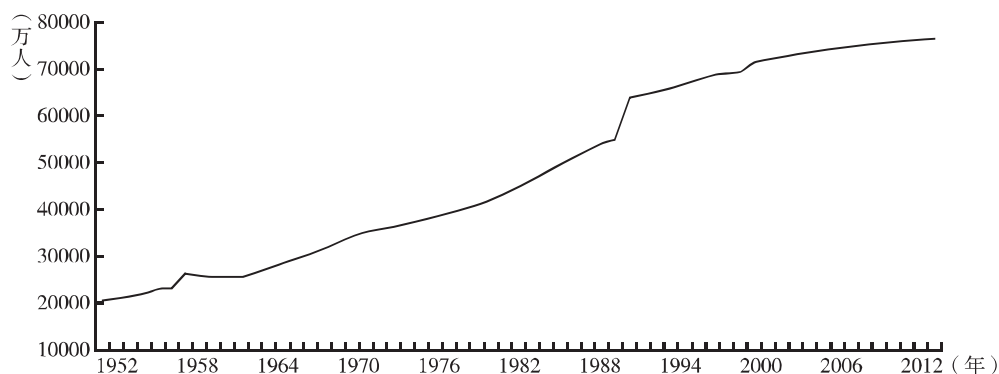


图3 1952~2012年劳动力变化趋势

资料来源：国家统计局网年度数据，<http://data.stats.gov.cn/workspace/index?m=hgnd>。

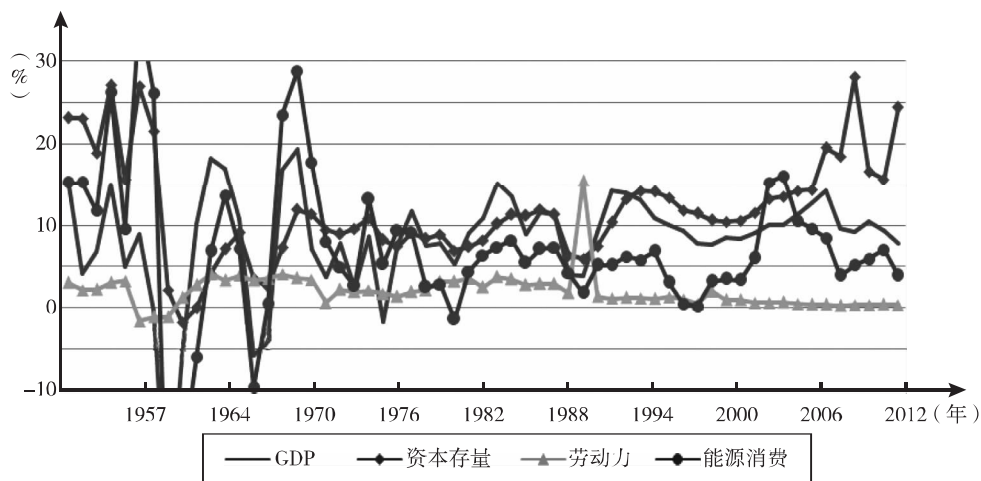


图4 1952~2012年各要素增长率变动截图

## 二、能源要素对产出的贡献：要素产出弹性估算

要素产出弹性等于产出增量与要素增量之比（要素边际产出）乘以要素投入量与产出之比，即  $\alpha = \frac{\Delta Y K}{\Delta K Y}$ 。当某要素边际产出越高且要素投入量相对较高，则要素产出弹性就越大，在规模报酬不变的情况下，该要素对总产出的价值贡献份额就越高。根据边际产出递减规律，产出弹性大就意味着该要素相对于其他要素更稀缺，或者该要素投入量相对较大。因

此,通过对各要素产出弹性值对比,不仅可以了解在规模报酬不变假定条件下,各要素对总产出贡献份额的大小,而且也可了解到分析期内何种要素更稀缺或更重要。为对比分析,利用方程(5)构建两要素及三要素的回归分析模型:

$$\ln\left(\frac{GDP}{L}\right) = \ln A + \alpha \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \varepsilon \quad (9)$$

$$\ln\left(\frac{GDP}{L}\right) = \ln A + \alpha \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \gamma \ln\left(\frac{R}{L}\right) + \varepsilon \quad (10)$$

用1952~2012年历年数据进行回归,可分别求出两要素模型的资本、劳动和三要素模型的资本、劳动与能源要素产出弹性。1952~2012年中国处于快速工业化和经济体制频繁变动时期,所以又可按经济体制差异和工业化程度之不同而分为几个阶段。

#### 1. 1952~2012年产出弹性

使用式(9)和式(10)对1952~2012年经济数据进行回归,分别求出两要素及三要素情况下,资本、劳动及能源的产出弹性(见表1)。在数据处理过程中,发现样本数据存在序列相关,因此应用广义差分法进行参数估计。

表1 1952~2012年产出弹性回归结果

	模型(1)			模型(2)		
	系数	t值	p值	系数	t值	p值
$\ln(K/L)$	0.566262***	11.63683	0.0000	0.780899***	21.64020	0.0000
$\ln(R/L)$	0.417859***	6.78123	0.0000			
C	-1.359604***	-14.04711	0.0000	-13.514810***	-13.51481	0.0000
AR(1)	1.539392	15.67227	0.0000	11.499690	11.49969	0.0000
AR(2)	-0.642057	-7.20490	0.0000	-0.485900	-4.56059	0.0000

注:\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

式(9)和式(10)的拟合优度均为0.99,拟合情况较好,且消除序列相关后,结果均在1%的水平下显著。其中,模型(1)为包含资本、劳动及能源三要素的回归结果,模型(2)为只包含资本及劳动二要素的回归结果。分别将其系数标准化,得到在模型(1)的情况下,资本产出弹性 $\alpha=0.566$ ;劳动产出弹性 $\beta=1-0.566-0.418=0.016$ ;能源产出弹性 $\gamma=0.418$ 。在模型(2)的情况下,资本产出弹性 $\alpha=0.781$ ;劳动产出弹性 $\beta=1-0.781=0.219$ 。

结果表明,1952~2012年在两要素模型中,资本产出弹性为0.781,远高于劳动产出弹性0.219。这不仅说明资本对产出的贡献比劳动要大得多,也说明此期间我国资本稀缺而劳动力则相当丰富,因此资本边际产出高而劳动边际产出低。这符合我国作为传统农业国家工业化阶段劳动与资本结构的典型特征。

在三要素回归模型中,能源要素对总产出的贡献高达41.8%即 $\gamma=0.418$ ,仅次于资本的0.566而远高于劳动的0.016,说明能源要素对我工业化时期的经济发展起着十分重要的作用。这说明在1952~2012年我国工业化和经济发展中资本和能源的重要性,这与我国劳动力十分丰富且存在大量剩余劳动力的情况相符合。三要素模型与两要素模型结果对比表明,考虑能源要素对总产出的贡献之后,资本和劳动产出弹性均有较大幅度下降,换言之能源的使用提高了资本和劳动的产出率。

## 2. 改革开放前后两阶段的产出弹性

在工业化方面中国拥有后发优势，能够在相对短的时间内走完发达国家需要百年多时间完成的工业化进程。1952~2012年我国便从工业化初期进入到工业化后期。在此期间，中国经历了工业化的不同阶段，各阶段劳动、资本和能源要素的作用或产出弹性都应有不同：1952年我国有相当多的剩余劳动力，而资本积累严重不足；到2012年我国农村剩余劳动力已基本转移完毕而到了刘易斯拐点，资本存量相对充足。因此，以1952~2012年为期回归出来的要素产出弹性，不能充分反映不同阶段，特别是近期能源和劳动、资本要素对产出或经济发展的作用。为此，按照改革开放起始时间将样本分为1952~1977年和1978~2012年两个区间，依据是两个区间的经济体制和工业化程度有明显的差异。

(1) 改革开放前1952~1977年的产出弹性。为数据处理简便，对式(4)和式(5)进行转化，改进式(9)和式(10)，有：

$$\ln\left(\frac{GDP}{K}\right) = \ln A + \beta \ln\left(\frac{L}{K}\right) + \varepsilon \quad (11)$$

$$\ln\left(\frac{GDP}{K}\right) = \ln A + \beta \ln\left(\frac{L}{K}\right) + \gamma \ln\left(\frac{R}{K}\right) + \varepsilon \quad (12)$$

使用式(11)和式(12)对1952~1977年经济数据进行回归。由于样本数据存在序列相关，用广义差分法进行参数估计(见表2)。

表2 1952~1977年产出弹性回归结果

	模型(1)			模型(2)		
	系数	t值	p值	系数	t值	p值
$\ln(L/K)$	0.594444***	9.07604	0.0000	0.596209***	7.11862	0.0000
$\ln(R/K)$	0.351382***	6.49889	0.0000			
C	-2.693174***	-11.90325	0.0000	-1.862630***	-8.20437	0.0000
MA(1)	1.476238	7.61362	0.0000	1.235847	13.06175	0.0000
MA(2)	0.517739	2.92897	0.0078	0.876903	11.91277	0.0000

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

式(11)和式(12)的拟合优度均为0.9以上，拟合情况较好，且消除序列相关后，结果均在1%的水平下显著。在模型(1)的情况下，资本产出弹性 $\alpha=1-0.594-0.351=0.055$ ；劳动产出弹性 $\beta=0.594$ ；能源产出弹性 $\gamma=0.351$ 。在模型(2)的情况下，资本产出弹性 $\alpha=1-0.596=0.404$ ；劳动产出弹性 $\beta=0.596$ 。

20世纪50年代社会主义改造完成之后到1977年，我国实行公有制为基础的社会主义计划经济。1952~1972年我国为双重二元经济：一是经济结构上的二元经济，农业部门存在大量剩余劳动力，工业和城市商业部门处于起步阶段无法充分吸纳农村大量剩余劳动力；二是城乡分隔的二元经济，城市以国有经济为主，农村以人民公社集体经济为主，劳动力要素不能自由流动。在此期间虽然工业产值占国民收入比重不断提高，但是工业和第三产业的发展甚至不能满足城市新增劳动力就业需要，农村人口、农村劳动力占比没有变化。在计划经济制度下，人、财、物按国家按计划配置，要素和产品价格由计划确定。这无疑会导致资源配置偏离竞争市场体制的最优状态，使得此阶段总产出函数离规模报酬不变假定较远，或者估算的要素产出弹性与真实情况所有偏离，但是本文的回归结果仍然符合规模报酬不变

要求。

结果表明,改革开放前的26年,两要素模型的劳动产出弹性为0.596,高于资本产出弹性(0.404),两者位次与1952~2012年的结果相反。这不是因为1952~2012年的前26年资本更丰富而其边际产出低,或者劳动更稀缺因而其边际产出高,而是因为此阶段劳动力规模相对于资本要大得多,所以回归结果符合此阶段劳动与资本要素数量对比情况。在三要素模型中,前26年能源产出弹性为0.351,小于整个1952~2012年的能源产出弹性(0.418),同样是此阶段能源利用规模相对较小的结果。在考虑能源要素后,三要素模型的劳动产出弹性0.594与两要素模型的劳动产出弹性0.596基本相同,但资本产出弹性0.055则少很多。原因可能计划经济下资本使用效率极低,从而两要素模型的资本对总产出贡献主要来自能源要素。当然也有可能是能源产出弹性被夸大,或此阶段基础数据有问题使产出弹性数据失真。

(2) 改革开放后1978~2012年的产出弹性。使用式(9)和式(10)对1978~2012年经济数据进行回归(见表3)。

表3 1978~2012年产出弹性回归结果

	模型(1)			模型(2)		
	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
ln( <i>K/L</i> )	0.315242**	3.276084	0.0027	0.617379**	6.241384	0.0000
ln( <i>R/L</i> )	0.591569**	5.569191	0.0000			
<i>C</i>	-1.248605**	-3.778150	0.0007	-0.813342**	-3.727745	0.0008
AR(1)	1.469056	9.758149	0.0000	1.346357	7.389397	0.0000
AR(2)	-0.498244	-3.411884	0.0019	-0.393442	-2.239501	0.0324

注:\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平下显著。

式(9)和式(10)的拟合优度均为0.99,拟合情况较好,消除序列相关后结果均在5%的水平下显著。在模型(1)的情况下,资本产出弹性 $\alpha=0.315$ ;劳动产出弹性 $\beta=1-0.315-0.592=0.093$ ;能源产出弹性 $\gamma=0.592$ 。在模型(2)的情况下,资本产出弹性 $\alpha=0.617$ ;劳动产出弹性 $\beta=1-0.617=0.383$ 。

结果表明,1978年后,两要素模型的资本产出弹性大于劳动产出弹性,与改革开放前26年结果相反,这符合改革开放后资本存量迅速增加从而使资本与劳动结构变化的实际。三要素模型中,能源产出弹性超过资本,资本及劳动产出弹性相对于两要素模型大幅度变小,说明能源要素对总产出的贡献,在两要素模型中分别被资本和劳动要素“瓜分”,其中有0.302进入资本产出弹性,有0.29进入劳动产出弹性。1952~2012年和分阶段的资本、劳动要素产出弹性对照,说明分阶段的要素产出弹性更能反映实际情况。

三因素回归结果表明:改革开放后的能源产出弹性为0.592,比改革开放前的能源产出弹性(0.351)要大得多,也高于资本和劳动产出弹性,说明改革开放后能源消费的增长对工业化和经济增长的重要性跃居首位。资本产出弹性为0.315,比改革开放前资本产出弹性(0.055)要高很多,反映了改革开放阶段资本规模和资本效率的提高。劳动产出弹性很低,为0.093,比改革开放前的劳动产出弹性(0.594)低很多,这一方面说明改革开放后能源和资本对工业化和经济增长的作用更大,另一方面说明此阶段社会生产力水平的提高主要是靠资本积累和能源消费的增加,两要素模型中的劳动产出弹性即劳动对总产出的贡献主要来自



自劳动力利用能源的增加。但是，三要素模型改革开放后的劳动产出弹性比 1952~2012 年劳动产出弹性 (0.016) 要高，说明劳动力对产出的贡献或劳动力水平还是有所提高。

将 1952~2012 年分为 1952~1977 年和 1978~2012 年两个阶段，回归分析得出的两阶段能源、劳动和资本产出弹性，能够反映此两阶段的工业化和经济体制差异下，各要素投入量的相对结构变化和要素生产率变化的实际。相比将 1952~2012 年作为一个区间的分析结果，能更准确地反映各要素对总产出的贡献及其变化。

### 3. 改革开放后分阶段的产出弹性

改革开放是渐进式的，因此 1978~2012 年可分为 3 个阶段：一是 1978~1992 年的改革开放起步阶段，依据社会主义有计划商品经济理论，农副产品市场逐步放开按市场定价，城市经济进行增量改革和实行产品价格双轨制。二是 1993~2002 年，确立了社会主义市场经济理论，国有经济产权制度改革开始，市场进一步开放，引进外资力度加大，农村剩余劳动力能向城市和沿海自由流动，工业化发展速度加快（见图 1）。三是 2003~2012 年，2011 年 12 月 11 日加入 WTO 后，中国开始彻底融入全球一体化市场体系，房地产、汽车和公路、铁路和城市基础设施建设发展加速，到目前已进入工业化后期。

在对改革开放后 3 个阶段的分段分析中，1993~2002 年和 2003~2012 年两阶段虽然样本数较少，用方程 (9) 及方程 (10) 回归分析的误差服从正态分布，说明分析有效，结果也满足模型条件。和前面一样，在数据处理过程中发现样本数据存在序列相关，应用广义差分法进行参数估计。回归显示两式拟合优度均为 0.99，拟合情况较好，消除序列相关后结果均在 1% 的水平下显著（见表 4 和表 5）。

表 4 1993~2002 年产出弹性回归结果

	模型 (1)			模型 (2)		
	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
ln ( <i>K/L</i> )	0.706476***	121.85760	0.0000	0.745321***	133.1725	0.0000
ln ( <i>R/L</i> )	0.193385***	5.47704	0.0009			
<i>C</i>	-0.950569***	-35.06149	0.0000	-0.796529***	-244.4965	0.0000
MA (2)	-0.994937	-67.50374	0.0000	-0.994720	-32.5389	0.0000

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著。

表 5 2003~2012 年产出弹性回归结果

	模型 (1)			模型 (2)		
	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
ln ( <i>K/L</i> )	0.365632***	7.573582	0.0001	0.516585***	16.79415	0.0000
ln ( <i>R/L</i> )	0.512940***	3.920211	0.0057			
<i>C</i>	-1.286196***	-9.265080	0.0000	-0.719287***	-17.76066	0.0000
MA (1)	0.997350	3.111916	0.0170	1.663400	4.59151	0.0025
MA (2)				0.664853	1.91123	0.0976

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著。

应用模型分析 1978~1992 年数据时，所得结果不显著，很可能与 1988~1992 年我国劳动力的大幅跳增（见图 3）有关。而 1978~1992 年前后 3 个阶段的要素产出弹性数据已估算出，可根据连续性原理使用插值法求出 1978~1992 年阶段各要素的产出弹性（见表 6）。

表6 各阶段要素产出弹性

区 间	二要素		三要素		
	资本弹性	劳动弹性	资本弹性	劳动弹性	能源弹性
1952~2012年	0.781	0.219	0.566	0.016	0.418
1952~1977年	0.404	0.596	0.055	0.594	0.351
1978~1992年	0.609	0.391	0.435	0.306	0.259
1993~2002年	0.745	0.255	0.706	0.101	0.193
2003~2012年	0.517	0.483	0.366	0.121	0.531

改革开放后1978~2012年3个阶段的产出弹性变化情况表明：第一，随着工业化发展程度的不断提升，和改革开放中资本的不断积累，资本产出弹性在1978~1992年和1993~2002年不断提高，但在2003~2012年明显下降。劳动产出弹性先下降后上升，与1978~1992年、1993~2002年农村剩余劳动力被新经济成分逐渐消化，最终在2003~2012年阶段消化完毕。两要素模型和三要素模型的资本和劳动产出弹性变动趋势大致相同，符合各阶段各要素存量及其结构变化情况，符合经济规律。第二，三要素模型结果表明，1978年后3个阶段中能源产出弹性在前两阶段下降，在2003~2012年阶段上升到超过三要素模型中的资本产出弹性，与此阶段我国房地产、汽车、公共基础设施建设快速发展对能源需求大大增加的情况相符合，充分说明能源消费增长对此阶段工业化和经济发展的重要作用。第三，在1952~1977年和1978~1992年两个阶段，三要素模型的能源产出弹性更多地转化为两要素模型的资本产出弹性，能源要素对1978~1992年阶段的资本产出率作用大；但在1993~2002年和2003~2012年两个阶段，能源产出弹性或能源对总产出的贡献更多地转化为两要素模型的劳动产出弹性，即能源要素对1992~2012年阶段的劳动产出率作用甚大。总之在生产三要素中，能源要素对社会生产力提高和经济发展的贡献日益提高。

### 三、能源对工业化时期经济增长的贡献

根据前文估算出来的能源、劳动与资本的产出弹性，以及图4中历年GDP增长率和能源消费、劳动力与资本存量的增长率，便可计算出能源、劳动与资本对历年经济增长的贡献率。进一步根据式(6)和式(7)，可计算出技术进步对经济增长的贡献。

#### 1. 三要素模型：能源和其他要素对经济增长的贡献

将1952~2012年作为一个区间，以此区间能源等要素产出弹性和历年GDP与各要素投入增长率，计算出的能源等要素增长和技术进步（全要素生产率）对历年经济增长的贡献率显示在图5中。表6中1952~2012年4个阶段的要素产出弹性和历年GDP、要素增长率，计算出的各要素增长和技术进步对GDP增长的贡献显示在图6中。因各种历史原因，1958~1962年、1976年和1989~1991年，某些要素投入和总产出变动率非正常波动大，要素年度贡献率波动幅度更大。为了使正常波动看起来清晰，在图5~图8中对表示要素增长对产出增长贡献率的纵轴上限、下限取值作了限制，去除了1959~1961年的异常值，因此曲线存在断点。

经济增长是各生产要素投入增长和技术进步共同作用的结果。若某要素投入增长对总产出GDP增长的贡献率超过100%，其背后必然有异常的自然、经济和政治因素使要素投入和总产出增长发生异常变化。1956~1964年我国经历了“大跃进”和3年自然灾害使GDP增长率大幅波动，1958年为21.21%而1961年为-27.32%（见表7）。相应地，能源消费

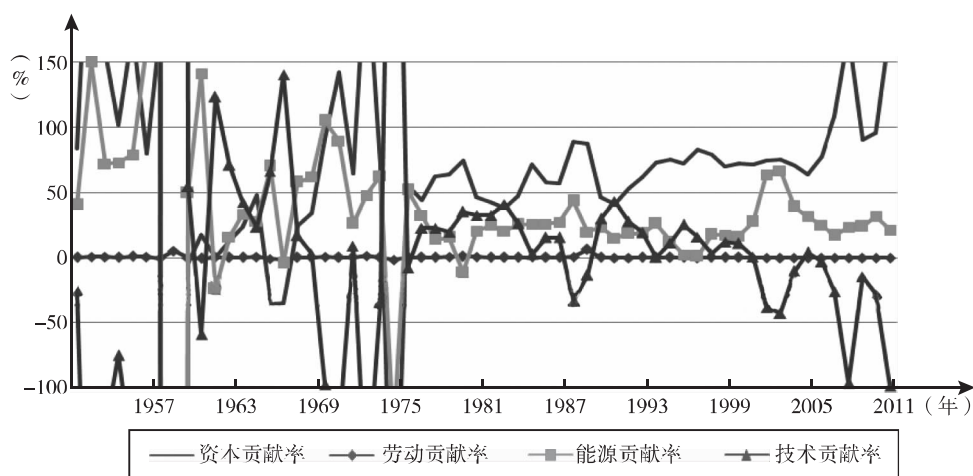


图5 由要素产出弹性计算的要素增长和技术进步对 GDP 贡献率截图

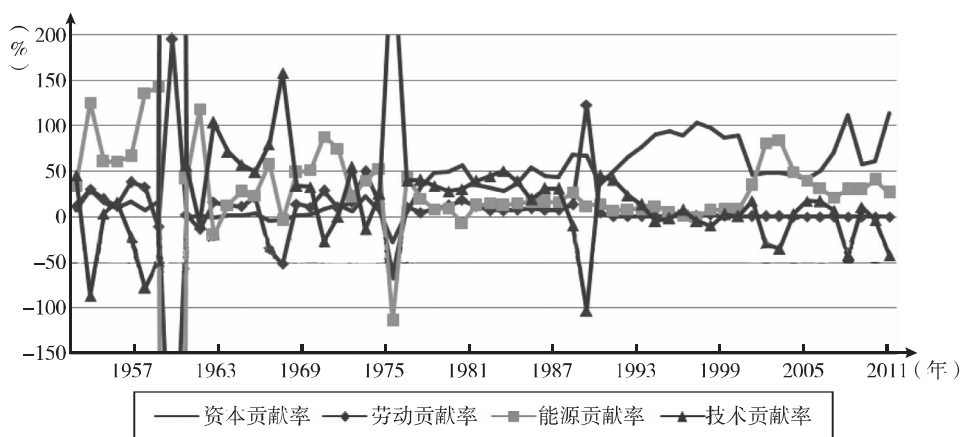


图6 由分区间要素产出弹性计算的要素增长和技术进步对 GDP 贡献率截图

增长率和能源对 GDP 增长的贡献率也大幅波动，从 1958 年的 136.51% 到 1960 年的 -2701.67%。体现要素利用效率和资源配置水平的技术进步对 GDP 贡献率与能源要素贡献率呈反向大幅度波动，从 -77.58% 到 2954.93%。

由分阶段要素产出弹性与由 1952~2012 年为一个区间的要素产出弹性计算的诸要素和技术进步对 GDP 增长的贡献率如图 5、图 6 和表 7 所示。可以看出：能源要素对 GDP 增长贡献率，在 1952~1977 年高于资本和劳动要素投入增长对 GDP 增长的贡献率，尽管此阶段劳动产出弹性要大于能源产出弹性；1978~2002 年能源对 GDP 增长的贡献率则相当低，与劳动对 GDP 增长的贡献率相当，远低于资本对 GDP 增长的贡献率；在 2003~2012 年，能源对 GDP 增长的贡献率大大提高，2003 年和 2004 年能源对 GDP 增长的贡献率在 80% 以上，与近 10 多年我国经济增长主要由房地产、汽车和基本建设及相关高能耗产业带动有关。资本对 GDP 增长的贡献率在 1978 年之前相对较低，不仅低于能源对 GDP 增长的贡献率，而且多数年份也低于劳动对 GDP 增长的贡献率；但是在改革开放之后，资本对 GDP 增长的贡献率大大提高，除少数年份外，居各要素首位。劳动对 GDP 增长的贡献率在改革开放前

相对于改革开放后要高,这既反映了1952~2012年间我国人口及劳动力增长变化趋势,也体现了劳动产出弹性的变化。

表7 1956~1964年GDP增长率和各要素贡献率 (单位:%)

年份	GDP	资本存量	劳动力	能源消费	全要素生产率
1956	15.07 (100)	1.49 (9.88)	1.84 (12.18)	9.23 (61.23)	2.52 (16.71)
1957	5.06 (100)	0.86 (17.01)	1.94 (38.39)	3.37 (66.52)	-1.11 (-21.92)
1958	21.21 (100)	1.64 (7.74)	7.07 (33.33)	28.95 (136.51)	-16.45 (-77.58)
1959	8.85 (100)	1.48 (16.77)	-0.96 (-10.81)	12.62 (142.58)	-4.30 (-48.54)
1960	-0.34 (100)	1.19 (-348.93)	-0.67 (195.67)	9.19 (-2701.67)	-10.05 (2954.92)
1961	-27.32 (100)	0.12 (-0.43)	-0.67 (2.44)	-11.39 (41.70)	-15.38 (56.29)
1962	-5.58 (100)	-0.10 (1.73)	0.74 (-13.31)	-6.63 (118.76)	0.40 (-7.19)
1963	10.19 (100)	0.00 (0.02)	1.68 (16.44)	-2.06 (-20.25)	10.58 (103.80)
1964	18.23 (100)	0.23 (1.27)	2.44 (13.38)	2.41 (13.22)	13.15 (72.13)

技术进步对GDP增长的贡献率在1992年前相对较高,1963~1968年连续6年都超过能源、劳动和资本的贡献率;1993年之后技术进步对GDP增长的贡献率则处于低水平,均值接近于0。总体上技术进步对GDP增长的贡献率很低,与“科学技术是第一生产力”共识似乎相悖。解释有三:一是统计数据质量不高,这主要是1978年前,但近20年统计质量大有提高但是技术对经济增长贡献率仍很低;二是在快速工业化时期总量生产函数可能是规模报酬递增,但本文对要素产出弹性参数进行回归估算时,虽然有些勉强但仍然通过了规模报酬不变的相关检验;三是工业化以能源、金属矿产等矿产资源为基础,工业化时期的技术进步主要是矿产资源开发、加工利用方面的技术进步,并体现在能源消费的快速增长(和能源种类增加和能源结构改变)及资本积累(和资本品质提高)上。能源消费增长和资本积累本身就体现了技术特别是硬技术的进步,而作为独立变量的技术进步更多地体现的是资源配置效率相关的组织管理和制度方面的软技术进步。我国技术进步对经济增长的贡献,更多体现在能源和资本对GDP高增长的高贡献率上,作为独立变量的技术进步对GDP增长的贡献率极低,更多地说明我国经济增长是粗放型的,是资源配置制度即软技术方面的问题。

## 2. 两要素模型要素和技术对经济增长贡献

由两要素模型得出的1952~2012年及分阶段的资本、劳动产出弹性,和历年资本、劳动增长率计算得到的资本、劳动和技术进步对1953~2012年间GDP增长的贡献率变动情况,如图7和图8所示。与三要素模型测算结果图5和图6对比,可以看出:

第一,资本、劳动和技术进步对历年GDP增长贡献率趋势基本相同,前面依据三要素模型得出的资本、劳动和技术进步对GDP增长的贡献率分析对两要素模型基本适用,说明

在规模报酬不变 C-D 总量生产函数中加入能源要素以核算能源、资本、劳动和技术对经济增长贡献的核算方法可行。两要素模型中资本对 GDP 增长贡献率仍然很高，劳动对 GDP 增长贡献仍很低，说明在决定要素对 GDP 增长贡献率的产出弹性和要素增长率两个因子中，重要的是要素投入增长率。单独变量的技术进步对 GDP 增长贡献仍然较低，前面的说明仍然适用。

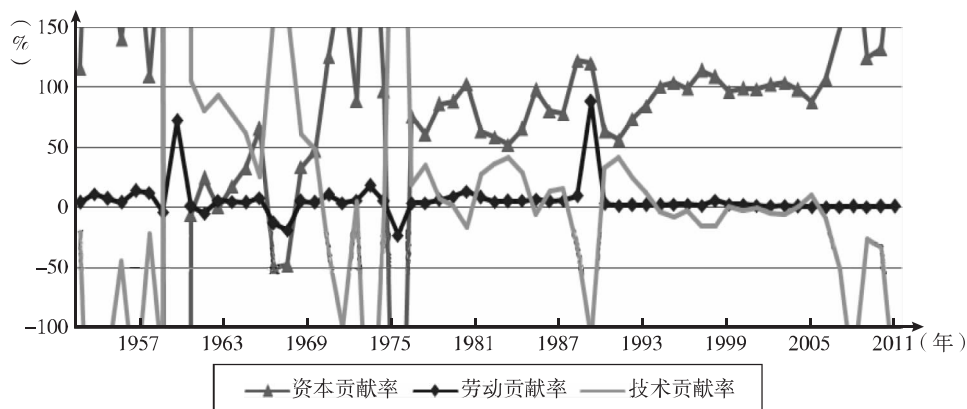


图 7 由产出弹性计算的资本、劳动及技术对 GDP 增长的贡献率截图

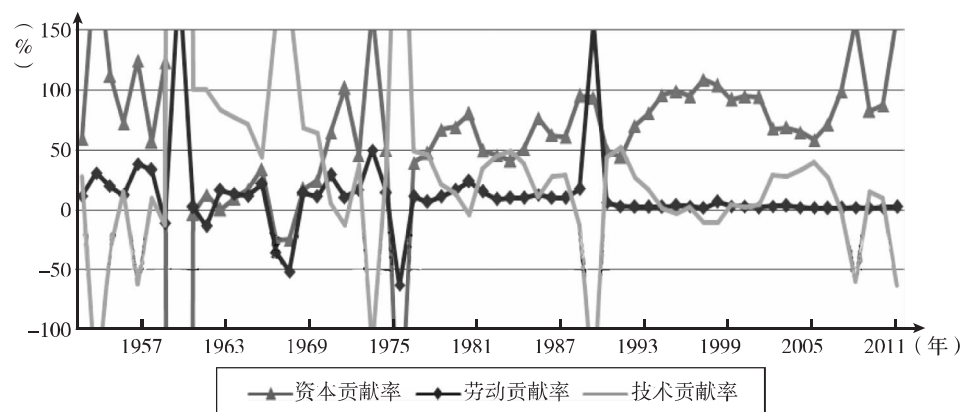


图 8 由分区间的产出弹性计算的资本、劳动及技术对 GDP 增长的贡献率截图

第二，三要素模型中能源对 GDP 增长的贡献，被经济体系转移到两要素经济增长核算中的资本和劳动要素对 GDP 增长的贡献率上。因此，两要素模型中资本和劳动产出弹性进而资本和劳动对 GDP 增长贡献率均比三要素模型所有提高。与三要素模型结果相比，1953~1978 年间三要素模型资本对 GDP 增长的贡献率要低于劳动要素的贡献率，而在二要素模型中则相反；两要素模型中劳动对 GDP 增长贡献率，比三要素模型的波动要小；三要素模型的技术进步对 GD 增长贡献率，与两要素模型相比有的区间大一些有的区间小一些。

### 3. 1952~2012 年分区间能源对经济增长的贡献率

根据 1952~2012 年及分阶段 GDP 和各要素投入量的年均增长率，分别乘以相应区间的要素产出弹性，得到能源等诸要素和技术进步对各区间 GDP 增长的贡献率，汇总于表 8。因 1960 年数据过于异常，计算过程中剔除了 1960 年数据。相对于图 5~图 8 的各要素和技术进步对 GDP 增长的历年贡献趋势图，描述各要素和技术进步在不同区间对 GDP 增长的年

均贡献率的表 8, 简明扼要地揭示了能源等要素和技术进步在不同阶段经济增长中的作用, 并能刻画出 1952~2012 年我国工业化各阶段经济结构和经济增长的特点。

表 8 1952~2012 年不同阶段的要素产出弹性和对 GDP 增长贡献率

年 份	GDP 年均 增长率	两要素经济增长核算模型			三要素经济增长核算模型			
		资本贡献	劳动贡献	技术贡献	资本贡献	劳动贡献	能源贡献	技术贡献
1952~2012	8.22%	0.781	0.219		0.566	0.016	0.418	
		9.27%	0.48%	-1.53%	6.64%	0.03%	3.07%	-1.52%
		112.77%	5.84%	-18.61%	80.78%	0.36%	37.35%	-18.49%
1952~1977	6.15%	0.404	0.596		0.055	0.594	0.351	
		4.49%	1.53%	0.13%	0.60%	1.52%	3.43%	0.60%
		70.01%	28.88%	2.11%	9.76%	24.72%	55.77%	9.76%
1978~1993	9.34%	0.609	0.391		0.435	0.306	0.259	
		5.37%	1.38%	2.59%	3.81%	1.08%	1.20%	3.25%
		57.49%	14.78%	27.73%	40.79%	11.53%	12.90%	34.78%
1993~2002	9.83%	0.745	0.255		0.706	0.101	0.193	
		8.90%	0.28%	0.65%	8.41%	0.11%	0.73%	0.58%
		90.54%	2.85%	6.61%	85.55%	1.12%	7.43%	5.90%
2003~2012	10.45%	0.517	0.483		0.366	0.121	0.531	
		8.81%	0.22%	1.42%	6.16%	0.06%	4.45%	-0.22%
		84.31%	2.11%	13.59%	58.95%	0.57%	42.58%	-2.11%

注: 不带百分号的小数为要素产出弹性。

总体上看, 在三要素和两要素模型中 1952~2012 年及各个区间, 三要素模型中 1952~1977 年除外, 资本都是经济增长最重要的要素, 说明资本积累在工业化时期经济增长中的首要作用。与此对应, 劳动力要素对我国工业化时期经济增长的贡献则非常低, 即使是在 2003~2012 年阶段因农村剩余劳动力消化完毕, 使两要素模型的劳动产出弹性上升到 0.483 即劳动对 GDP 产值的贡献份额达到 48.3%, 而劳动力增长对 GDP 增长贡献率为 2.11%, 仍然很低。但这符合经济学原理和我国实际情况: 传统农业国在工业化时期劳动力十分丰富, 劳动力边际产出和平均产出低, 劳动力增长相对较慢; 资本原始积累不足、资本边际产出和平均产出高, 因此我国在经济制度和政策上十分注重资本积累从而资本存量增长迅速。

三要素模型核算结果表明, 能源消费增长是工业化时期经济增长的引擎。蕴含较高自然生产力的化石能源在我国工业化期间, 特别是 1952~1977 年和 2003~2012 年两个区间对经济增长的贡献率相当大, 在总体上仅次于资本对经济增长的贡献率。考虑到本文的资本为固定资本即物质形态的资本品, 是由金属矿物材料制造的, 同样蕴含着较高的自然生产力。加之工业化时期的技术与矿产资源开发利用密切相关, 因此可以说, 工业化和工业化时期经济增长主要是能源和金属等矿产资源大规模开发利用的结果。和两要素模型核算结果对照, 除 1958~1972 年外, 考虑了能源对 GDP 增长贡献后, 三要素比两要素核算中的劳动对 GDP 增长贡献率要小很多, 两要素模型的劳动产出率和对 GDP 增长贡献中有能源的贡献。

和前面对历年贡献率的分析结果类似, 技术进步对我国工业化时期经济增长的贡献率总体上相当低。在 1952~2012 年区间, 以及 2003~2012 年技术进步对经济增长的贡献率为负

值。前文已指出,这可能是资本数量积累和品质提高,能源消费数量和品种增加,本身就体现了技术进步;而作为独立变量的技术进步对经济增长贡献率低,更多反映的是在资源配置效率方面的制度和组织管理原因。表8表明,无论是三要素模型或是两要素模型,在能源或(和)资本对GDP增长贡献率较低的区间技术进步的贡献率就高,就能佐证这一判断。特别地,在1978~1992年技术进步对经济增长贡献率在两模型中高达27.73%,在三要素模型中更高为34.78%,与此区间我国从计划经济体制向市场经济体制转变使资源配置效率突然提高有关。这进一步说明本文结果是符合实际的,模型和分析方法是正确的。

与将1952~2012年作为区间的分析相比,分阶段核算的能源等要素和技术进步对经济增长的贡献结果,能更准确地体现1952~2012年我国不同时期工业化程度、经济体制的差异。1952~2012年是我国快速工业化及经济高速增长时期,初期与后期的要素投入量、经济总量相差巨大,与1952年相比,2012年资本存量提高904倍,总产出GDP提高113倍,能源消费提高76倍,而劳动力则仅提高2.7倍。将1952~2012年作为分析区间,回归出来的要素产出弹性和要素及技术对经济增长的贡献率,会更多受后期数据影响而不能准确地反映实际情况。所以,对工业化时期的经济增长核算分析,宜采取分段核算分析。

#### 四、结论与启示

本文分析结果表明,化石能源对我国快速工业化时期经济增长起着十分重要的作用。在1952~2012年能源产出弹性或对GDP的贡献达到41.8%,仅次于资本;在近年即2003~2012年能源对经济增长的贡献率超过资本达到53.1%。在1952~2012年期间,总体上能源对经济增长的贡献率高达37.35%,在2003~2012年区间其贡献率则达到42.58%,也仅次于资本。与两要素模型结果对比可知,能源对两要素模型中资本与劳动要素的产出弹性及对经济增长的贡献率均有作用,而对劳动产出率提升更多。在三要素模型中劳动的产出弹性和对经济增长的贡献均很低,能源和物质形态由矿物材料构成的资本对工业化时期经济增长贡献甚大,这验证了“土地是财富之母,劳动是财富之父”的格言:矿产资源是工业化时期的“土地”,工业化和现代社会经济发展建立在对矿产资源的大规模开发利用基础上。

资本与劳动要素相比较,无论是三要素还是两要素模型结果均表明,在我国工业化时期经济增长中资本的重要性远高于劳动。在两要素模型中劳动产出弹性即对总产值的贡献,在1952~1977年和2003~2012年虽然也达到59.6%和48.3%,但对GDP增长的贡献率却仍然相当低,最高时即1952~1977年间也只达到28.88%,多数时间低于或远低于10%。这一结果,与后工业化的美国在1948~2010年劳动力对经济增长的贡献率为30%~40%相差极大(Gergory, 2012)。但是却十分符合我国作为传统农业国在工业化阶段的实际情况,即存在大量剩余劳动力且劳动力增长率相对不高,资本原始积累不足但在国家政策和经济体制作用下资本存量却迅速增长相符合。并且也符合经济学原理:当劳动力相对于资本十分丰富时,其边际报酬比资本边际报酬要低得多(边际报酬是要素产出弹性的决定因子之一),要素对经济增长的贡献率除了与产出弹性有关之外,更与要素投入的增长率有关。

与漫长的农牧经济时代极其缓慢的技术进步相比,工业化时代科学技术进步之快使工业化时代称得上是科技时代。然而,技术进步对我国经济增长的贡献率最高时,即在1978~1992年期间也仅有34.78%;在将1952~2012年作为一个区间,以及三要素模型中的2003~2012年区间,其贡献率竟然是负值。但是,若考虑我国工业化时期经济的快速增长既靠技术进步,更靠技术进步支撑的矿产资源,包括能源矿产和作为资本品制造之材料的金

属矿物材料,开发利用数量的快速增长。资本不断积累时的资本数量和品质的提高,能源消费种类和数量的增加,本身就是技术特别是硬技术进步的体现,这可从能源与技术对产出增长的贡献率在不同区间的相对变化中看出。作为独立变量的全要素生产率所涉及的技术进步,在我国的工业化阶段则主要是与资源配置效率相关的制度、政策和组织管理等方面的软技术进步。两要素模型中技术在改革开放后对经济增长贡献率的变化表明,我国在资源配置效率方面的软技术是在不断进步的。在2003~2012年考虑能源要素后技术进步对经济增长的贡献是负值,不考虑能源要素即在两要素模型中技术对产出增长的贡献率则为13.59%。这说明两点:一是两要素模型中技术进步对经济增长的贡献,更多地是由能源消费数量和品种增加所体现的硬技术进步的贡献;二是三要素模型中技术进步对经济增长的贡献为负值表明,2003~2012年我国经济的高速增长为粗放型增长,存在经济结构不合理和资源配置低效率的问题。

综上所述,以引入能源要素的三要素总量生产函数进行经济增长核算,特别是分阶段核算的结果,与1952~2012年我国工业化不同发展阶段及社会经济体制演变的情况相当契合。虽然两要素经济增长核算模型能更好地揭示在总产出中资本与劳动的贡献份额,或在社会分配中资本与劳动要素所得份额,但是三要素经济增长核算模型的结果能更好地反映社会经济制度和不同经济发展阶段的情况,能更好地揭示工业化时期经济增长的秘密。特别地,能更好地揭示自然资源,特别是包括能源矿产在内的矿产资源对工业化和现代经济增长的重要作用,更好地揭示化石能源对提高劳动生产率和资本产出率的作用,更好地揭示技术进步的内涵。

按照陈佳贵等(2012)的预测,我国目前仍然处于工业化阶段但已进入工业化后期。因此,即使已进入经济增长的新常态,但未来相当长一段时间经济增长还有赖于能源消费的增长。作为重要生产要素的劳动力,由于农村剩余劳动力已消化完毕,经济机制作用下的未来劳动产出弹性及劳动收入在社会分配中的比重会进一步提高。考虑到未来人口特别是劳动人口增长会下降,所以尽管劳动产出弹性会提高,但劳动对经济增长的贡献率提高不会很快。由于已经有相当规模的资本积累,未来资本产出弹性和资本存量增长率均会下降,资本对经济增长的贡献率会继续有所下降。所以,能源和能源开发利用相关的技术进步,对未来经济增长的作用就会更重要。目前我国能源主要是煤炭、石油、天然气等化石能源,因此我们必须注重与提高能源效率、促进新能源开发利用相关的技术创新与技术进步,尤其注重从产业结构、经济结构、经济体制和国家政策等软技术方面提升资源配置效率,从粗放型增长转变到资源节约型、环境友好型的增长模式。

#### 参 考 文 献

- [1] 威廉·配第:《赋税论·献给英明人士·货币略论》[M],商务印书馆,1978。
- [2] 麦克尼尔:《能源帝国:化石燃料与1580年以来的地缘政治》[J],《学术研究》2008年第6期。
- [3] Abramowitz Moses, 1956, *Resource and Output Trends in the United States since 1870* [J], *American Economic Review*, 46, 5~23.
- [4] James D. Hamilton, 1983, *Oil and the Macro Economy Since World War II* [J], *The Journal of Political Economy*, 2 (91), 2, 228~248.
- [5] Gergory M. N., 2012, *Macroeconomics (Eighth Edition)* [M], Worth Publishers.
- [6] 陈佳贵、黄群慧、吕铁、李晓华等:《中国工业化进程报告(1995~2010)》[M],社会科学文献出版社,2012。



- [7] 黄磊、周勇:《基于超越对数生产函数的能源产出及替代弹性分析》[J],《河海大学学报(自然科学版)》2008年第1期。
- [8] 黄群慧:《中国的工业化进程:阶段、特征与前景》[J],《经济与管理》2013年第7期。
- [9] 李金铠:《自然资源与经济增长:对主流增长理论逻辑、认识和论证的反思》[J],《经济学动态》2009年第9期。
- [10] 罗岚:《我国资源和环境对经济增长贡献测度》[J],《四川师范大学学报(社会科学版)》2012年第3期。
- [11] 邱建群:《生态危机与能源转换——英国首先发生工业革命原因之新解》[J],《辽宁大学学报(哲学社会科学版)》2010年第2期。
- [12] 单豪杰:《中国资本存量K的再估算:1952~2006年》[J],《数量经济技术经济研究》2008年第10期。
- [13] 沈坤荣:《中国综合要素生产率的计量分析与评价》[J],《数量经济技术经济研究》1997年第11期。
- [14] 俞金尧:《近代早期英国经济增长与煤的使用——西方学者研究经济史的新视角》[J],《科学文化评论》2006年第4期。
- [15] 张军扩:《“七五”期间经济效益的综合分析——各要素对经济增长贡献率测算》[J],《经济研究》1991年第4期。
- [16] 郑照宁、刘德顺:《考虑资本—能源—劳动投入的中国超越对数生产函数》[J],《系统工程理论与实践》2004年第5期。
- [17] 赵鑫铨、谭鑫:《自然资源对中国经济增长的贡献分析》[J],《经济问题探索》2013年第7期。
- [18] 张军、施少华:《中国经济全要素生产率变动:1952~1998》[J],《世界经济文汇》2003年第2期。
- [19] 国家统计局:《中国统计年鉴》[M],中国统计出版社,1992。

## Analysis of Contribution of Energy to Economic Growth in China's Industrial Era

Pu Zhizhong Liu Xinwei Mao Chengsi  
(Yangtze University)

**Abstract:** We construct an economic growth accounting model that consists of energy, capital and labor factors. We use regression analysis to estimate the output elasticity of the various factors, to estimate contributions of energy, capital, labor and technological progress to China's economic growth, during 1952~2012 and the different stages. The result shows that: energy output elasticity and the contribution rates are second only to the capital element, and much higher than the labor factor. Comparative analysis shows that the output elasticity's and economic growth contributions of capital and labor in the two elements economic growth accounting model are partly due to the energy.

**Key Words:** Fossil Energy; Economic Growth; Output Elasticity; Contribution Rates of the Factors

**JEL Classification:** O13; O14; O47

(责任编辑:陈星星)