

工业增长中技术进步因素评价

· 国内外研究介绍 ·

上海市计委计划经济研究所编

目 录

· 国外研究选编 ·

衡量技术进步的主要指标初探.....	1
广义技术进步与宏观经济效益.....	15
综合生产率及其部门构成分析.....	28
上海工业的技术进步分析及其预测.....	42
上海全民所有制独立核算工业技术进步分析.....	49
上海纺织工业技术进步分析.....	58
工业增长中结构因素分解.....	67
技术水平与经济效益指标的相关分析.....	78
技术进步运动规律初探.....	88

· 国外研究介绍 ·

西方国家技术进步定量测度方法.....	102
丹尼森经济增长核算方法.....	115
苏联评定科技进步的方法.....	125
分析技术进步的投入产出表法.....	140
美国非农业经济部门技术进步分析(1909—1949年).....	145
亚洲五个国家和地区技术进步分析(50~70年代).....	154
孟加拉国黄麻工业技术进步分析(1954—1980年).....	163
苏联和东欧国家技术进步分析(50—70年代).....	169

附录:

(一) 世界银行提供的各国技术进步计算结果表.....	181
(二) 国内主要研究文章索引(截止1984年底).....	184

衡量技术进步的主要指标初探

史清琪 秦宝庭 陈 警

在技术进步对经济增长作用问题的研究中，建立相应的指标体系是一项重要的工作。

建立衡量技术进步对经济增长作用的指标体系，是较为复杂的工作，国内外都在进行探索。目前在这方面还没有一个完整的、统一的指标体系，在指标分类上意见也很不一致。同时，指标的计算方法也不尽统一。有些方法，其本身不够完善；有些方法，难以收集有关数据；有的计算方法则难度较大，暂时还缺乏实用意义。这些都增加了建立指标体系的困难。我们认为，建立该指标体系应遵循以下几个原则：第一，指标宜少不宜多，计算方法宜简不宜繁；第二，要有对活劳动和物化劳动全部劳动效率的综合评价，尤其应突出物化劳动的节约；第三，有关的各级指标都应具有可比性；第四，在所计算的范围内，能够收集到有关的统计数据；第五，计算结果比较符合中国科技与经济开发的状况，等等。在上述原则的基础上，并参照国外经验，现提出七项指标。下面将这些指标的特点、计算公式及对几项指标的综合评价分别加以说明。

衡量经济增长中技术进步作用的几项主要指标

1. 技术进步对总产值（净产值或国民收入）增长速度的贡献（%，用 E_A 表示）

这是直接反映技术进步对经济增长影响的一项综合指标，它可以表明技术进步在总产值（净产值或国民收入）增长中的贡献大小或所占的“比重”。

我们之所以考虑“技术进步对总产值增长速度的贡献”这项指标，一是因为总产值可以反映经济发展的规模和速度，二是2000年也是以工农业年总产值翻两番为战略目标的，采用这个指标可以较好地体现技术进步在实现战略目标中的地位和作用。用同样的计算方法，也可以计算技术进步对净产值（或国民收入）增长速度的贡献。如果把净产值和总产值两种计算结果进行对比，可以从不同角度检验技术进步对经济增长的影响。

该指标的计算公式为：

$$\text{技术进步对总产值增长速度的贡献 (E}_A\text{)} = \frac{\text{年技术进步速度 (a)}}{\text{年总产值增长速度 (Y)}} \quad (1)$$

技术进步对总产值增长速度的贡献指标，可运用生产函数的方法进行计算，这是测定生产要素投入量与实际产出量之间关系的一种方法。生产函数有多种类型，应用最多的是柯布——道格拉斯生产函数，另外，还有CES、VES等生产函数形式。柯布——道格拉斯生产函数的特点是计算起来比较简便，而索洛的贡献在于，无需假设生产函数的具体形式，就把技术进步作为一个独立的因素分离了出来。

生产函数（假定投入只包括资金和劳动两个生产要素）的一般形式为：

$$Y = F(K, L, t) \quad (2)$$

其中， Y 为总产值（净产值或国民收入）； K 为资金投入量； L 为劳动投入量； t 是用来表示技术进步的时间变量。

在假设技术进步是“中性”的情况下，也就是当 $Y = A_t \cdot f(K, L)$ 时（其中 A_t 代表技术水平），可以采用柯布——道格拉斯生产函数进行计算：

$$Y = A_0 (1+a)^t K^\alpha L^\beta \quad (3)$$

式中， α 为资金的产出弹性； β 为劳动的产出弹性； a 为年技术进步速度。

还可以从增长速度的角度来考察生产要素的投入。技术进步与产出之间的关系。增长速度方程用下式表示：

$$y = a + \alpha K + \beta L \quad (4)$$

式中， y 为总产值（净产值或国民收入）的年增长速度； a 为年技术进步速度； k 、 L 分别为资金和劳动的年增长速度。增长速度方程是从生产函数的一般形式出发，通过微分运算得到的。

当通过(3)或(4)式求出 a 以后，再分别除以 y ，便可得到相应的技术进步贡献值 E_A 。应该指出，用增长速度方程(4)式来计算 E_A ，在理论上更具有一般性，在实际计算中也比较简便。

2、年技术进步速度（%，用 a 表示）

这是一项反映在一定时期内，年技术进步快慢的综合指标，体现的是每年技术水平变化的大小。公式为：

$$\text{年技术进步速度} = \text{年总产值（净产值或国民收入）增长速度} - \alpha \times \text{年资金增长速度} - \beta \times \text{年劳动增长速度}$$

或以下式表示：

$$a = y - \alpha^k - \beta L \quad (5)$$

这项指标计算比较简便，适合于对不同部门、地区在一定时期内的技术进步速度进行对比。该指标不仅可直接表示年技术进步速度，而且也反映了技术进步与经济增长的关系。从公式中可以看出，年技术进步速度就是年产值增长速度减去经过加权的年资金增长速度和年劳动增长速度后，年产值增长速度的余值。所以，该指标也反映了技术进步速度与产出增长速度以及资金、劳动增长速度之间的关系。

3. 技术水平指数（用 A_t 表示）

这是一项通过年技术进步速度来反映技术水平变化的指标。 A_t 反映的是计算期与基期相比，技术水平提高的百分率。若以基年的技术水平 A_0 为 100，则：

$$t \text{ 年的技术水平指数} = (t-1) \text{ 年的技术水平指数} \times (1 + \text{年技术进步速度})$$

或用下面的公式表达：

$$\begin{cases} A_0 = 100 \\ A_t = A_{t-1} (1 + a) \quad (t = 1, 2, 3, \dots) \end{cases} \quad (6)$$

为计算一定时期的技术水平指数方便起见，也可将(6)式改写为以下形式：

$$\begin{cases} A_0 = 100 \\ A_t = 100 \times (1 + a)^t \quad (t = 1, 2, 3, \dots) \end{cases}$$

4. 全部劳动效率（元/人，用 V 表示）

这是一项测定活劳动和物化劳动全部劳动效率的指标，反映的是技

术水平的高低。在求出各年的全部劳动效率值以后，便可看出技术水平的变化趋势，也可用此指标进行部门或地区之间的对比。

该项指标与劳动生产率指标的区别是，除了考虑劳动力的合理利用以外，还考虑了合理利用生产资金的因素。方法是通过可比系数（指生产资金换算成劳动者人数的比例，用 m 表示）将生产资金换算成劳动力，使生产资金和劳动者人数可以直接相加。计算公式为：

$$\text{全部劳动效率}(V) = \frac{\text{总 产 值}(Y)}{\text{可比系数}(m) \times \text{生产资金}(K) + \text{劳动者人数}(L)} \quad (7)$$

其中

$$m = \frac{\alpha}{\beta} \times \frac{\bar{L}}{\bar{K}}$$

式中， α 、 β 分别为资金和劳动的产出弹性； $\bar{K}$ 、 $\bar{L}$ 分别为一定时期内资金和劳动投入量的平均值。

5. 劳动——资金产值率（元/人，用 G 表示）

该指标是把劳动生产率和资金产值率加以组合，用来反映技术水平高低的一项综合指标。计算公式为：

$$\text{劳动——资金产值率}(G) = \text{劳动生产率}(B) \times \text{资金产值率}(Z) \quad (8)$$

劳动生产率主要反映的是活劳动的效率，资金产值率主要反映的是生产资金的效率，把两者结合起来，可以表明物质生产部门的劳动者、资金和产值三者之间的关系，它是从另一个角度反映全部劳动效率的技术水平指标。该指标比较灵敏，计算简便，求出各年的劳动——资金产值率以后，可以看出其变化的趋势，并可以用来进行部门或地区间的对比。

以上五项指标均能把技术进步因素从生产要素投入量中独立出来，

并可对其进行定量评价，而且，它们从不同侧面反映着技术进步对经济增长的作用。除这五项指标外，还从节约能源、原材料和资金出发，提出以下两个单项指标作为补充。

6. 原材料（包括燃料、动力）的节约额

原材料节约额 = 基期产品原材料消耗额

$$\times \frac{\text{计算期总产值}}{\text{基期总产值}} - \text{计算期产品原材料消耗额} \quad (9)$$

7. 生产性固定资产（原值）的节约额

$$\text{生产性固定资产 (原值) 节约额} = \frac{\text{基期生产性固定资产 (原值) 的年平均价值}}{\text{计算期净产值}} \times \frac{\text{计算期净产值}}{\text{基期净产值}}$$

$$- \text{计算期生产性固定资产 (原值) 的年平均价值} \quad (10)$$

以上两项指标，之所以能够反映技术进步所带来的节约，是因为在节约额中，主要是由于提高管理水平，改革工艺、改进技术装备以及提高劳动者的素质而带来的，所以，把它放进衡量经济增长中反映技术进步的指标里还是比较适当的。

除上述七项指标外，还有一些指标，有一定参考价值。

1. 技术进步带来的净产值增长额

这是反映净产值增长的单项指标，计算公式为：

$$\text{净产值的增长额} = \text{计算期净产值实额} - \text{按基期水平计算的计算期净产值} \quad (11)$$

其中：

按基期水平计算的计算期净产值 = 基期职工的平均工资 × 计算期

职工人数 + $\frac{\text{基期净产值} - \text{基期职工平均工资} \times \text{基期职工人数}}{\text{基期生产资金}}$

× 计算期生产资金

2. 新技术带来的成本降低额

这是直接反映采用新技术而节约活劳动和物化劳动消耗的单项指标，
公式为：

新技术带来的成本降低额 = [在采用新技术的前一年单位产品
(或作业)的成本 - 计算年度单位产品(或作业)的成本] × 计算年度用实物单位计算的产量 (12)

3. 新技术带来的利润增加额

新技术带来的利润增加额 = [计算年度生产单位新产品的批发
价格 - 计算年度生产单位新产品的成本] × 计算年度新产品产
量 - [采用新技术前一年生产单位被替换产品的批发价格 - 采
用新技术前一年生产单位被替换产品的成本] × 计算年度新产
品产量 (13)

对五项综合指标的试算及评价

为了对上述五项综合指标进行验证，我们对全国以及不同地区、不
同部门进行了试算，并在这个基础上，对五项综合指标作了一些初步的
分析工作。

1. 对一些地区和部门进行试算的结果

试算的范围是：全国工业企业、全国全民所有制独立核算工业企业、

28个省、市、自治区的工业企业和独立核算工业企业（其中：劳动——资金产值率、全部劳动效率和劳动生产率指标计算范围为独立核算工业企业），以及13个工业部门的全民所有制独立核算企业。同时，还计算了劳动生产率（元/人，用B表示）。计算结果见表1、表2）。

2. 对几项综合指标的评价

表1 全国和部分省、市、自治区工业企业年技术进步速度等指标试算情况

地 区	年技术进步速度 α (%) (1964 ~ 1982年)	技术水平指数 A, (1982年) (以 1964 年为 100)	技术进步对总产值增长速度的贡献 E_A (%) (1964 ~ 1982年)	劳动资金产值率 G (元/人) (1982年)	全部劳动效率 V (元/人) (1982年)
全国工业	1.82	138	20.01	8,437	8,274
江苏	4.07	206	34.63	17,210	10,718
上海	2.34	152	34.78	39,405	13,375
浙江	3.43	184	32.02	13,753	8,325
湖南	3.43	134	31.08		
广西	3.07	172	24.31		
山东	3.03	171	26.62	11,971	10,085
四川	2.84	166	28.45		
北京	2.81	165	31.66	13,584	11,607
安徽	2.77	164	26.59		
福建	2.70	162	28.44		

续表 1:

云南	2.68	161	28.45		
越南	2.54	157	22.87		
广东	2.32	151	26.30	10,504	
天津				17,721	11,969
湖北					8,415

注：此表仅列举了高于全国平均水平的省、市、自治区的计算结果。1964年天津属河北省，故未单独计算。劳动资金产值率和全部劳动效率两项指标，系独立核算工业数字。

(1) 从试算结果看，在同一地区或部门，运用不同指标计算的结果，所反映的技术进步作用及总趋势是一致的。

首先，技术进步对总产值增长速度的贡献、年技术进步速度和技术水平指数三项指标的试算结果表明，在同一地区或部门，这三方面反映的技术进步的状况是一致的。

其次，从劳动——资金产值率和全部劳动效率这两个指标来看，它们所反映的同一地区或部门的技术水平也是基本一致的。

第三，从劳动——资金产值率(G)、全部劳动效率(V)和技术水平指数A看，三者的变化趋势是相当一致的，这三项指标都从不同角度反映了技术水平的高低和技术进步的状况。

通过试算还可以看到，虽然劳动——资金产值率，全部劳动效率和技术水平指数反映技术水平变化的趋势是一致的，但其中劳动——资金产值率的摆动幅度较大，说明这个指标比较灵敏，它不但形式简练，而且较全面地反映了劳动和资金的利用效果，因而，是一项较好的反映技术水平的指标。

表 2: 全国和部分工业部门(行业)年技术进步速度等指标试算情况

部门或行业	年技术进步速度 a(%) (1952~1982年)	技术水平指数A, (1982年) (以1952年为100)	技术进步对总产 值增长速度贡 献 E _A (%) (1952~1982年)	劳动—资金产值 率 G(元/人) (1982年)	全部劳动效率 V(元/次) (1982年)
全民独立核算工业					
电力	2.84	232	27.37	8,698	9,068
纺织	3.95	320	29.79		15,795
机械	3.75	302	40.13	27,686	12,846
建材	3.75	302	28.80		
石油	3.26	262	32.55		
食品	3.16	254		37,792	36,363
缝纫及皮革	3.02	244	31.37	51,106	17,950
造纸及文教	(注2)	(注2)	(注2)	17,713	9,747
化工	(注2)	(注2)	(注2)	10,153	
冶金				14,084	12,575
					11,097

注 1: 此表仅列举了高于全国平均水平的工业部门(行业)的计算结果。

注 2: 缝纫及皮革、造纸及文教等部门由于数据不全, 未计算这三项指标。

(2) 这些指标从不同的侧面反映了技术进步与经济增长的关系。

首先，技术进步对总产值（净产值或国民收入）增长速度的贡献，主要是反映技术进步在总产值（净产值或国民收入）增长速度中所占的比重，把促进经济增长中技术进步的作用划分出来，并对其贡献给予定量评价。这样，就把技术进步对经济增长的作用具体化了。同时，还把资金和劳动等生产要素在经济增长中的作用也即总产值（或净产值或国民收入）增长速度中非技术进步部分的比重，也作为“贡献”值定量计算出来。

其次，年技术进步速度（ a ）和技术水平指数（ A_t ），反映了一定时期内技术进步的快慢。 a 体现每年技术水平变化的大小， A_t 反映期末与基期相比技术水平提高的百分率。我们通过对这两项指标的分析，还可以为各部门、各地区确定经济发展的方向提供有价值的信息。例如江苏、浙江等地区技术进步的贡献较大，年技术进步的速度也比较快；上海市技术进步的贡献在全国首屈一指，但同一时期的年技术进步速度却不是很快；广西、山东虽然技术进步的贡献值还不很大，但年技术进步速度却较快。由此可以进行这样的分析，一些地区因为基础较差，虽然目前技术进步的贡献还比较小，但由于技术进步速度的加快，便有希望赶上或超过先进的地区。相反，一些基础较好的地区，也应该采取相应的措施，进一步提高自己的技术进步速度。国家也应从全局出发，在投资上和技术改造方向上对不同地区做出不同的决策。

第三，劳动——资金产值率（ G ）和全部劳动效率（ V ）主要是反映在一定的活劳动和物化劳动的消耗下，产出量大小的水平。一般来说，劳动——资金产值率和全部劳动效率高的，说明用较少的资源投入量获取了较多的使用价值。由于我们对产出量采用价值形式，一些产品的价格有高有低，会对 G 和 V 的值产生一定影响，但基本上能够反映出技术水平高低对产出的影响。从表1和表2可以看出，无论部门或地区，劳

动——资金产值率高的，全部劳动效率也比较高。同时，劳动生产率也比较高，说明这些部门和地区的经济效益是比较好的。

同时，G和V这两项指标的发展趋势，反映着技术水平的变化状况，可以就G和V的绝对值及变化趋势在地区或部门之间进行对比。

(3) 几项指标都综合考虑了物化劳动与活劳动的消耗，这是现有的一些指标所无法解决的。

从我们的计算结果可以看出，衡量技术进步对经济增长影响的几项主要指标，具有其他衡量经济效益的指标所不具备的特点，它们都是综合考虑物化劳动和活劳动消耗的指标，是劳动生产率和资金产值率所不能代替的。现仅以劳动生产率为例进行分析。

劳动生产率指标是一项反映劳动者的生产效率的指标。劳动生产率和经济增长的关系也十分密切。它与单位时间内所生产的产品量成正比，即随着劳动生产率的提高，产出量会增大。同时，劳动生产率的提高和技术水平的提高直接相关，因此，它是一项不容忽视的指标。但是，劳动生产率指标也存在一些缺陷，从劳动生产率与衡量技术进步作用的几项主要指标的关系来看，后者是不能由劳动生产率简单地取代的。①从劳动——资金产值率G与劳动生产率 $B = Y/L$ 的关系看，G等于劳动生产率B与资金产值率 $Z = Y/K$ 的乘积：

$$G = B \cdot Z \quad (14)$$

由于资金产值率中的K为固定资产原值加定额流动资金年平均余额，这往往导致资金产值率是一个小于1的数，因而使得劳动——资金产值率往往低于劳动生产率，如辽宁、湖北等地区和机械工业等部门都是这种情况。但在一些资金利用效果比较好的地区，如天津、江苏等省市和纺织、食品、缝纫及皮革等部门，以较少的资金投入量获得了较多的产出

量，使得资金产值率是一个大于1的数，因而劳动——资金产值率高于劳动生产率。这就说明，劳动——资金产值率同时反映了资金和劳动的利用状况，是劳动生产率指标所不能代替的（见表3）。②从劳动生产率与全部劳动效率指标的关系看，由于全部劳动效率指标是在劳动生产率指标的基础上，分母加了一项 mK （可比系数 $\times$ 资金），故分数值减小，因而全部劳动效率总是低于同时期的劳动生产率。但是，从劳动生产率与全部劳动效率的偏离程度的对比中，也能反映出资金的利用状况，可用来检验资金的节约程度（见表3）。

与劳动生产率指标类似，资金产值率指标仅反映资金消耗量与产出量的关系，它也不能综合反映活劳动和物化劳动的消耗。

表 3: 劳动——资金产值率 G、全部劳动效率 V 与劳动生产率 B 的对比

	年代指标	77	78	79	80	81	82
全国独立	G (元/人)		7, 552	8, 123	8, 579	8, 212	8, 487
	V (元/人)		7, 423	7, 810	8, 081	7, 976	8, 247
	B (元/人)		9, 147	9, 700	10, 081	10, 010	10, 475
全民所有	G (元/人)	5, 743	8, 339	8, 962	8, 980	8, 465	8, 693
制独立核	V (元/人)	6, 909	8, 567	8, 995	9, 052	8, 323	9, 063
算工业	B (元/人)	8, 573	10, 316	11, 485	11, 606	11, 363	11, 800

(作者单位: 国家计委计划经济研究所, 机械工业部机械科学研究院)

广义技术进步与宏观经济效益

于宏义

技术进步度量，宏观地从社会经济动态过程的效能来看，有三个方面的涵义：

- (1) 所论系统某个时点的技术水平；
- (2) 所论系统某段时间的技术发展速度；
- (3) 所论系统某段时间的技术进步对产出增长的贡献。

所谓技术水平，就是有目的动态过程的效能，即“有价值的产出与投入之比”，数学表达式为：

$$A(t) = \frac{Y(t)}{f(K(t), L(t))} \quad (1)$$

式中， $A(t)$ —所论系统 t 时无因次的广义技术（包括生产、管理、服务等技术）水平。数值大，水平高；

$Y(t)$ —所论系统 t 时按一定标准计量的有价值的产出量；

$f(K(t), L(t))$ —所论系统 t 时包含生产资料 K 和劳动力 L 的投入函数。

由(1)式不难得出：

$$\gamma = \lambda - \varepsilon_1 \alpha - \varepsilon_2 \beta \quad (2)$$

$$A(t) = Y(t) K(t)^{-\varepsilon_1} \cdot L(t)^{-\varepsilon_2} \quad (3)$$