经济系统技术进步测算方法

湖北省经济委员会科技处编

湖 北 科 学 技 术 出 版 社

前　　言

科学技术作为活跃的社会生产力，在促进经济与社会发展中的重要地位早已得到公认。半个世纪以来，为了精确认识科学技术对经济、社会发展的影响，找到预测、控制科技、经济与社会协调发展的方法，越来越多的人突破传统经济分析中定性描述的框架，开始使用多种数学手段定量描述社会的技术进步（Technical Progress）状况。二次世界大战后，随着数量经济学理论与方法研究的深化，世界各国有关定量研究技术进步的文献与日俱增。这些文献中反映的观点虽然不尽一致，方法也各有千秋，但是，对不同经济、文化结构与发展水平的国家，在不同历史时期评价其技术进步的方法没有通用模式可循的认识渐趋一致。当代各国的学者与经济管理决策者都在密切关注和深入研究适合本国国情的评价技术进步的理论与方法。

我国经济建设的战略重点正向提高内涵生产转移。国内从事软科学研究与应用科学研究的科学工作者和技术人员，贯彻“经济建设必须依靠科学技术，科学技术工作必须面向经济建设”的方针，十分关心我国国民经济的技术改造。他们运用模型或指标体系方法竞相从不同角度研究技术进步因素对宏观、微观经济系统发展的作用。目前，该领域的研究成果颇多，百家争鸣，方兴未艾。国家经委科技局从1983年起，组织国内部分研究所、高等院校以及经济管理界人员系统地开展了这方面的研究。在马克思主义经济理论指导下，本着数学分析严谨、统计数据可得和评价结论国际可比等原则，耕耘两年，略有所获。但一孔之见，殊难成书。为推动我国有关技术进步问题的研究，我们从两年的阶段性研究成果中选出论文二十七篇，汇集成册，谨献读者，以期切磋，旨在引玉。

本书分宏观及微观两大部分。宏观部分介绍国内外有关技术进步问题的研究情况，重点介绍适应我国国情的技术进步的宏观测度模型方法与若干实证分析。微观部分主要介绍评价企业技术进步状况的指标体系法及应用此法的调查、论证报告等。

本书可供各级经济管理人员、大专院校数量经济与管理工程专业师生及经济管理研究人员阅读和参考。

李贤沛教授、李必强教授、林友孚教授、夏振坤教授、郧义钧副教授、傅殷才副教授对本书文稿进行了细致地审阅并提出了宝贵的意见，林少宫教授对本项研究进行了十分具体的指导，在此表示衷心感谢。

国家经委科技局技术进步度量研究组

1985年8月

主　编：汤天顺

副主编：万君康　刘富华　成伟林

编委成员：（按姓氏笔划）

万君康　刘富华　成伟林　汤天顺　周向阳

杨　青　胡俊杰　梁培潮　谢科范　熊　伟

经济系统技术进步测算方法

湖北省经济委员会科技处编

湖北科学技术出版社出版　新华书店湖北发行所发行

咸宁市印刷厂印刷

787×1092毫米　16开本　17.75印张　1插页　448,000字

1986年8月第1版　1986年8月第1次印刷

印数1—8,100

统一书号：15304·133　定价：3.15元

目　录

八

马克思再生产理论与技术进步水平度量

宋瑞玉　　　陆符嘉

（中国科学院数学物理所）（铁道部管理学院）

在卷帙浩繁的马克思经济理论著作中，马克思曾对科学技术的发展及其在资本主义生产过程中的应用与作用给予了特殊的重视。他曾指出：应该"把科学首先看成是历史的有力的杠杆，看成是最高意义上的革命力量。"①显然，考察科学技术在资本主义条件下的发展与应用，正是唯物史观在马克思政治经济学研究中的一个具体运用，并且正是由于这种分析，使马克思更加深刻地揭示了资本主义生产方式从肯定自身到自身否定的内在原因；同样明显的是，马克思的这一深刻思想，对于作为"有计划地生产和分配的自觉的社会生产组织"②的社会主义计划经济来说，也具有十分重要的指导意义，问题仅在于，如果说马克思早在100多年前就已指明了科学技术转变为直接生产力的必然趋势的话，那末，今天，随着这种趋势已演变为现实，对于我们来说，就不仅仅是从质的方面认识科学技术进步对社会经济发展产生的巨大影响，还要从量的方面具体解决如何评价科学技术进步对国民经济增长的作用问题，进一步说，如果说现代社会生产力的进步是建立在科学技术的飞跃发展的基础上的，那末这一事实也就决定了社会主义国民经济计划的完善，必然要以充分估计和准确计算科学技术进步对社会经济增长所起的作用为前提，列宁曾指出："经济学家要永远向前看，向技术进步这方面看，否则他马上就会落后。"③可见，在今天这个科学技术日新月异的时代里，如何估计科学技术进步对国民经济增长的作用，已成为现实生活向经济学家提出的挑战。而迎接这一挑战，正是本文试图运用近代数理方法剖析马克思的C、V、M、P系统。建立具有实用价值的技术进步度量模式的目的所在。

至于在经济理论研究中运用数学方法，我们同样可以认为马克思为我们树立了光辉的典范。马克思认为："一种科学只有在成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步。"④对马克思经济理论形成史的考察表明，他的这一认识，在他对政治经济学问题的研究中得到了充分的体现。为了研究资本主义经济危机，马克思曾指出："价格、贴现率等等在一年内的变化是以上升和下降的曲线来表示的，为了分析危机，我不止一次地想计算出这些作为不规则曲线的升和降，并曾想用数学方式从中得出危机的主要规律（而且现在我还认为，如有足够的经过检验的材料，这是可能的）"⑤此外，在对工资、生产价格、平均利润及固定资本折旧对资本周转的影响等许多问题的研究中，马克思无处不在使用数学方法，这表明，数学方法从来就是马克思经济理论的研究方法之一。毋庸置疑，我们今天所处的环境与马克思的时代是大为不同了，但是这种差异并没有否定在经济问题研究中使用数学方法的必要性，相反，它不仅是进一步肯定了运用这种方法的合理性，而且还表明了运用这种方法的紧迫性。从本文标题的限定出发，就

是要以马克思的经济理论为指导，正确运用数学方法，对于急待解决的科学技术进步在国民经济增长过程中的作用这一课题进行深入的、精确的研究，从而揭示出科学技术进步与社会主义经济建设之间的必然联系，而这也是本文立论的合理性所在

综上所述，目的的明确性与方法的合理性构成了本文展开论述的必要基础。

一、经济系统的指标体系及其局限性

在研究社会资本再生产时，马克思曾把资本主义的社会总产值定为C＋V＋M＝P——我们称之为C、V、M、P系统，它实际也是研究与建立社会经济系统指标体系的最重要的根据。从劳动价值论的规定出发，社会总产值实际上是由被转移的物化劳动的价值与活劳动新创造的价值两部分所构成。前者相当于“C”，后者则等于“V＋M”之和。但是在资本主义条件下，不仅“V”采取了不变资本的形态，活劳动新创造的价值也被分割为“V”——“补偿预付可变资本”的部分和“M”—“超过可变资本而形成的剩余价值”部分。毫无疑问，这里社会总产值被分割为C、V、M三部分所反映的绝对不仅是一种价值构成，而是通过价值构成所体现的社会关系，但这里从研究目的的要求出发，我们暂时不考虑C、V、M借以反映的社会经济关系，而来专门考察它们在社会主义国民经济发展中的经济意义。为此，我们给“C”下定义为物耗；“V”为用在活劳动上的消耗；“M”则为剩余产品。这样，根据马克思的理论，仍有：

$$C+V+M=P \qquad 1—1$$

对公式1—1作不同的处理，可以研究不同经济指标组合的特征。

1—1　经济系统中的主要指标体系

从C、V、M、P的最基本定义出发，对公式1—1变形，可以推导出几组最重要的经济指标群。首先，将公式1—1两边同除以P，则有：

$$1=\frac{C}{P}+\frac{V}{P}+\frac{M}{P} \qquad 1—2$$

这里：

$\frac{C}{P}$是在总产值中物耗所占的份额（比例）；

$\frac{V}{P}$是在总产值中用在活劳动上的消耗所占的份额（比例）；

$\frac{M}{P}$是剩余产品在总产值中所占的份额（比例）。

既然公式1—2表明$\frac{C}{P}$、$\frac{V}{P}$、$\frac{M}{P}$之和为1，那末在这个衡等式中只有两个指标可以是独立的，任意两个指标被确定后，则第三个即可由公式1—2给出。如果说经过活动的目的是M或$\frac{M}{P}$，则$\frac{M}{P}$与$\frac{C}{P}$、$\frac{V}{P}$之间存在着下述的一般数学形式：

$$\frac{M}{P}=f\left(\frac{C}{P},\ \frac{V}{P}\right) \qquad 1—3$$

进一步说，如果把C＋V之和视为成本，并以R代表成本，又有：

$$R+M=P \qquad 1—4$$

将公式1—4两边同除以P，有：

$$\frac{R}{P}+\frac{M}{P}=1 \qquad 1—5$$

这样一来，如果分析的重点是经济效益，则在$\frac{M}{P}$与$\frac{R}{P}$之间存在着以下一般数学关系：

$$\frac{M}{P}=f\left(\frac{R}{P}\right) \qquad 1—6$$

从过程的结果角度考察，则V＋M是全部产值中的新创部分，即国民收入，如以H表示，则公式1—1又可写为：

$$C+H=P \qquad 1—7$$

将公式1—7两边同除以P后，则有：

$$\frac{C}{P}+\frac{H}{P}=1 \qquad 1—8$$

$\frac{H}{P}$是国民收入在总产值P中所占份额，而$\frac{C}{P}$同$\frac{H}{P}$之和为1，故$\frac{C}{P}$与$\frac{R}{P}$满足以下一般函数系：

$$\frac{H}{P}=f\left(\frac{C}{P}\right) \qquad 1—9$$

公式1—1、公式1—6和公式1—9是利用C、V、M、P的最基本关系导出的三组具有相关性的重要指标，应该承认，这三组指标在目前的统计工作中都被使用，但从以上组合的角度来使用它们则仍属鲜见，当然还可以推广。

1—2 劳动生产率经济指标体系

劳动生产率作为经济统计指标的重要意义是不言自明的，但从公式1—1的结构出发分析劳动生产率，则是为本文利用经济指标建立技术进步度量模式所必须的。

设

P_1为经济系统中单位职工的平均工资总额（包括奖金与福利）；

L为经济系统中的职工总数（它的单位可以用个、千或万来表示）。

尽管V＋M之和为全部产值的新创部分，但如将二者分割，则可以认为M与V之间存在着实时性的比例关系，即：

$$M=\pi_m V \qquad 1—10$$

因此又有：

$$V+M=(1+\pi_m)V=(1+\pi_m)P_1\cdot L=\sigma_1 P_1\cdot L \qquad 1—11$$

$$б_1 = (1+\varkappa_{\pi})$$

将公式1—11代入公式1—1后，有：

$$C + б_1 P_1 \cdot L = P \qquad 1—12$$

$$б_1 P_1 \cdot L = H \qquad 1—13$$

将公式1—12两边同除以L，有：

$$\frac{C}{L} + б_1 P_1 = \frac{P}{L} \qquad 1—14$$

由公式1—14不难看出，$\frac{C}{L}$为单位劳力的物耗——或者说转移的价值（另一方面，若把$\frac{C}{L}$看着单位劳力所占有的不变资本的数量，则不难从中考察现代工业生产的特点。），P_1则为单位劳力所创造的国民收入，二者之和称为劳动生产率（每一单位劳力所创造的产值）。并且劳动生产率$\frac{P}{L}$与$\frac{C}{L}$、$б_1 P_1$之间存在着以下函数关系：

$$\frac{P}{L} = f(\frac{C}{L}, \ б_1 P_1) \qquad 1—15$$

如果对$\frac{C}{L}$进一步分析，可以看出，投在C上的资本各个不同部分的价值周转方式与速度是不相同的，有必要将C进一步分解为固定资本与流动不变资本，从实际的社会生产程过看，由于固定资本与流动不变资本在周转速度上的不同，所费资本与所需不变资本之间存在着以下关系：

$$C = \eta K_{\Sigma} \qquad 1—16$$

其中K_{Σ}为所需不变资本之和，η为系数。

将公式1—16代入公式1—12，又有：

$$\eta K_{\Sigma} + б_1 P_1 \cdot L = P \qquad 1—17$$

将公式1—17两边除以L，则有：

$$\eta\ (\frac{K_{\Sigma}}{L}) + б_1 P_1 = \frac{P}{L} \qquad 1—18$$

显然，公式1—18较之公式1—14更为实用，同时也仍旧满足公式1—14的关系，因此不难推出：

$$\frac{P}{L} = f(\frac{\eta K_{\Sigma}}{L}, \ б_1 P_1) \qquad 1—19$$

最后，如果为了考察单位劳力的经济效益，还可以将V和M分开，这样，采用前述方法也可以得到以下函数关系式：

$$\frac{P}{L} = f(\eta \frac{K_{\Sigma}}{L}, \ P_1, \ \frac{M}{L}) \qquad 1—20$$

其中$\frac{M}{L}$是单位职工所创造的剩余产品，在社会主义国家中，它大致相当于每个工

人为国家提供的利润与税收之和。

1—3 物耗型经济指标体系

社会生产的全过程首先是物质生产过程，但它同时也是一个物质消耗的过程。而各类不同的物质资料的消耗对于社会经济的发展又有着重要的影响。因此有必要根据公式1—1中C的展开，来推导物耗型的经济指标体系。

设C_1为设备的折旧消耗，C_2，$C_3 \cdots C_n$为各种重要的原材料消耗量的价值，C_{n+1}是未包括C_i（$i=2, 3, 4 \cdots n$）内的其它的消耗总和，于是有：

$$C=\sum_{i=1}^{n+1} C_i \qquad 1—21$$

公式1—12由此可写为：

$$\sum_{i=1}^{n+1} C_i+\text{б}_i P_i \cdot L=P \qquad 1—22$$

将公式1—22两边除以P后，又有：

$$\sum_{i=1}^{n+1}\left(\frac{C_i}{P}\right)+\text{б}_i P_i \cdot \frac{L}{P}=1 \qquad 1—23$$

公式中$\frac{C_i}{P}$（$i=1, 2 \cdots n+1$）则是总产值为P时各种物耗所占的份额，如果将物耗与劳动生产率联系起来考察，可以将公式1—15改写为：

$$\frac{P}{L}=f\{\Sigma C_i/L,\ \text{б}_i、P_i[i=1,\ 2 \cdots n+1]\} \qquad 1-24$$

1—4 简要的结论

上面给出的经济指标是为人们所共知的，我们之所以用专门的篇幅，按一定的要求来对经济指标进行相应组合，并依此来观察C、V、M、P的应用，固然是有着行文上的需要，然而问题不仅在于此，通过上述分析，不难看出两个问题，第一，服从于某一特定的研究目标，经济系统的指标体系将是变化无穷的，并且在数量上有着不断增加的趋势，它们可以从不同的侧面反映经济运动特征及经济系统内部结构的素质，因而可以说它们的应用对于人们认识社会经济运动的全过程是有益的；第二，尽管如此，诸如此类的指标都存在着一个严重的缺陷，那就是它们都很难体现出经济总体所应具有的可比的综合指标的性质，或者说它们对于一个动态过程来说，缺少可比性或是附带有某种条件的可比性，这一局限性不能不影响人们对经济增长过程本质的认识和经济决策。正是因为这一点，使我们有必要引入水平的概念和可以对这些指标体系加以改造的数理方法，同时并看出经济效益的研究可从各个侧面进行。

二、水平概念的引入与水平度量

从一定意义上，本文对技术进步及其研究度量的研究正是以水平这一概念及其度量为特征的，因此有必要首先明确"水平"的涵义。

"水平"二字是哲学、社会科学和自然科学研究中经常使用的一个概念。如：技术水平，社会进步水平，智力水平，能源利用水平，操作水平，研究水平，质量水平，生活水平……凡此种种，都涉及水平。但究竟何谓"水平"，恐怕人们一时还难有统一的认识，这里不妨从辞语定义的角度出发，给"水平"下定义为：客观事物或人类思维在其发展过程中所达到的即定高度。任何客观事物或人类思维都处于一个发展的过程中，而这个过程又是一个由低级向高级发展的运动过程，因此，在某一时刻上，客观事物或人类思维必然是处于这个发展过程中的某一高度上，对此我们就称之为"水平"。

既然"水平"是就客观事物或人类在其发展过程中所达到的高度而言，那末当然就有一个度量问题——事实上，如果不解决这个问题，那末我们对"水平"的认识也是不充分的，如何解决这一问题呢？下面将予以讨论。

2—1 水平参数"A"的提出

正如人们说喜马拉雅山高8848米是相对海平面高度而言一样，在实际生活中的水平必然是作为标准而存在的，这也就是说，任何变量水平的度量需要以公认的尺度标准存在为前提，这样一种度量方法，我们称之为硬度量，它是我们从总体上认识事物运动水平的基础，其重要性不言而喻。如果在硬度量的基础上，对客观事物的运动用数学方法加以剖析，并建立起相应的数学模型，然后从中分离出它的特征，则"水平"度量即可从中派生出来。

如果说从理论上可以证明测量"水平"的"尺度标准"是存在的，那末在实际中确定这一尺度标准时，还需要解决两个方面的问题：首先，这一"尺度标准"不仅应是合理的，还应该是方便实用的；其次，考虑到人们在长期的生产与统计活动中所沿用的方法以及"水平度量"涉及范围之大，这一"尺度标准"应具有继承性和广泛的适应性。基于这两点理由，本文将"弹性"确定为水平科学的"软尺子"是不无道理的，其原因在于，当人们以某种确定的关系对一个运动着的系统进行有目的的研究时，一般都需要找到自变量同因变量在量上的依存关系，而以因变量变化率同自变量变化率之比为内容的弹性尺度的形成与存在，恰好可以被用于刻划这一量上的依存关系。不仅如此，通过下面的论述，将不难发现，利用弹性尺度来建立的水平度量的核心手段，又有助于将各种科学的客观分析联系在一起。何况自然科学和社会科学中已普遍存在着可以应用的基础。

为了建立水平度量模式，并确定水平参数，现引入一具体函数，设：x为自变量，y为因变量，y同x之间存在着以下关系：

$$y = 20x^2 - x^3 \qquad 2—1$$

从数学角度来分析y同x的关系，当可以确定x为某一个数值时，y值即可确定，并且也不难通过求导，论证当$x = 13.3$时，y有极大值。但是，如果要确定函数$f(x)$的

变化特征及水平，则$y=20x^2-x^3$就不能提供较为充分的信息。根据弹性定义，设：

$$\frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}}=\alpha\ (x,y) \qquad 2—2$$

则公式2—1中的a（x，y）为：

$$\alpha(x,\ y)=\frac{(40x-3x^2)x}{y}=\frac{40x^2-3x^2}{20x^2-x^3} \qquad 2—3$$

有了公式2—3，则有与公式2—1对应的函数：

$$y=Ax^{(40x-3x^2)\frac{x}{y}} \qquad 2—4$$

公式2—4中的“A”为一待定系数,但若对公式$\alpha(x,y)=(40x-3x^2)\frac{x}{y}$中的x及y给予了基点值（$x_0$，$y_0$），则A就具有了水平意义。如把基点（$x_0$，$y_0$）的$\alpha$（$x_0$，$y_0$）值定为度量水平弹性尺度，记为：

$$A_0=\left(\frac{Y_0}{X_0}\right)(40x_0-3x_0{}^2)\frac{X_0}{Y_0} \qquad 2—5$$

从a_0与A_0的关系出发，当用a_0来分离不同点（x，y）的水平A时，则：

$$y=Ax^{\alpha_0} \qquad 2—7$$

从公式2—7与2—1的关系可以看出，当α_0固定时，要使公式2—7同公式2—1统一服从的运动规律，则A应有相应变化，而A的变化与A_0之间的关系，就构成了分离水平（A）的最基本手段。现将公式2—1与公式2—7的协调关系计算如下：

由表1—1可以看出，水平A_i是由α_0作为度量尺度而相应确定的，同时，A的变化说明水平A_i是相应于基点（x_0、y_0）处满足弹性时的等级标准，A值越大，则说明当自变量每增长$\left(\frac{\Delta x}{x}\right)$（%）时，因变量的变化率$\frac{\Delta y}{y}$较大，反之则小：

在对(2－1)之水平函数研究的基础上，可以把研究推广到多变量系统的水平度量问题，设自变量为n个，并用x_1，x_2……x_n表示，y因为变量，并且

表 1—1

序号	X_i	y_i（$Y_i=20X_i{}^2-X_i{}^3$）	$y_i=AX_i{}^{\alpha_0}$
1	1	19	$y_1=19(x_1)^{1.75}$
2	4	256	$y_2=22.6274(x_2)^{1.75}$
3	7	637	$y_3=21.1455(x_3)^{1.75}$
4	10	1000	$y_4=17.7828(x_4)^{1.75}$
5	13	1183	$y_5=13.2918(x_5)^{1.75}$
6	16	1024	$y_6=8.0000(x_6)^{1.75}$
7	19	361	$y_7=2.0878(x_7)^{1.75}$
	备注	以$X_0=4$，$Y_0=256$为基点，得到：$\alpha_0=1.75$	

$$y=f(x_1, x_2\cdots x_n) \qquad 2—8$$

因为在多变量条件下，所规定弹性定义的数学表达式为：

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)\left(\frac{x_i}{y}\right)=\alpha(x_1, x_2\cdots x_n; Y) \qquad 2—9$$

所以，不管公式2—8以什么形式给出，都存在与其对应的水平函数表达式：

$$Y=A(x_1)^{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)\frac{x_1}{y}}(x_2)^{\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)\frac{x_2}{y}}\cdots(x_n)^{\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)\frac{x_n}{y}} \qquad 2—10$$

如前所述，把弹性$\alpha_i(x_{1i}, x_{2i}\cdots x_{in}\cdot y)$固定在公式2—9的形式上，则A就不具有相对意义，但如选定（x_{10}，$x_{20}\cdots x_{n0}$以及y_0）为基点作为弹性尺度标准，并记：

$$\alpha_i(x_{10}, x_{20}\cdots x_{n0})=\alpha_{i0} \qquad (i=1, 2, \cdots n)$$

则公式2—10就可以转化为水平函数的表达式，即：

$$y=A(x_1)^{\alpha_{10}}(x_2)^{\alpha_{20}}\cdots(x_n)^{\alpha_{n0}} \qquad 2—11$$

或：

$$A=y/(x_1)^{\alpha_{10}}(x_2)^{\alpha_{20}}\cdots(x_n)^{\alpha_0} \qquad 2—12$$

到此，以水平参数A为特征的n个自变量的系统水平度量模式已被确立。

2—2 水平变化率的意义及贡献

研究不同的系统，其水平（A）应具有相应准确的物理意义，或者说水平的研究是有明确目的性的。例如，从本文标题出发考虑马克思的C、V、M、P系统，研究水平的意义与目的就是确定技术进步的研究范围，它不仅涉及技术进步水平（A）的逐年数值，年变化率，还包括计算由技术进步转化为产值等一系列问题。从这意义上说，水平函数的确立，还仅仅是工作的开始，有必要进一步分析水平的变化率及贡献度分布。

如果把上面给出的（α_{10}，$\alpha_{20}\cdots\alpha_{n0}$）及$A_0$作为n+1个尺度标准，则定义公式：

$$y_{i-0}\overset{\triangle}{=}A_0(x_1)^{\alpha_{10}}(x_2)^{\alpha_{20}}\cdots(x_n)^{\alpha_{n0}} \qquad 2—13$$

对尺度标准的约束分析表明，y_{i-0}相当于满足基点（x_{10}，$x_{20}\cdots x_{n0}$；y_0）在公式—9中所规定的弹性规律及水平关系，y_{i-0}在任意点上都同基点的约束条件一致，但事实上，对于任意点（x_{1i}，$x_{2i}\cdots x_{ni}$；y_i）上的y_i来说，并不一定与y_{i-0}相同，如有差异，则说明其值是由水平变化所致，可将结论归纳如下：

$$y_i-y_{i-0}\begin{cases}<0, & \text{水平下降；}\\ =0, & \text{水平未变化；}\\ >0, & \text{实际水平}(A_i)\text{高于基年的}A_0\text{。}\end{cases}$$

如果定义：

$$y_i\overset{\triangle}{=}A(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}} \qquad 2—14$$

又有：

$$y-y_{i-0}=(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}}(A_i-A_0)$$

$$=A_0(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}}\left(\frac{A_i-A_0}{A_0}\right)$$

$$=y_{i-0}\left(\frac{A_i-A_0}{A_0}\right) \qquad 2—15$$

或：

$$\frac{y_i-y_{i-0}}{y_{i-0}}=\left(\frac{A_i-A_0}{A_0}\right) \qquad 2—16$$

其中y_i-y_{i-0}/y_{i-0}则是由水平变化使因变量所增加的量(y_i-y_{i-0})在相当于基年水平y_{i-0}中所占份额，而(A_i-A_0)$/A_0$则是相对于基点(A_0)的变化率，二者相等，因此公式2—16不仅具有普遍意义，还有着广泛的用途。并同内涵式生产直接联系起来。

如果对公式2—14微分，有：

$$\triangle y_i=(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}}\triangle A_i+\alpha_{10}A_i$$

$$\cdot(x_{1i})^{\alpha_{10}-1}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}}\triangle x_{1i}+\alpha_{20}A_i$$

$$\cdot(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}-1}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}}\triangle x_{2i}+\cdots+$$

$$\cdot\alpha_0A_i(x_{1i})^{\alpha_{10}}(x_{2i})^{\alpha_{20}}\cdots(x_{ni})^{\alpha_{n0}-1}\triangle x_{ni}$$

$$=y_i\cdot\frac{\triangle A_i}{A_i}+\alpha_{10}(y_i)\frac{\triangle x}{x_{1i}}+\alpha_{20}(y_i)\cdot\frac{\triangle x_{2i}}{x_{2i}}+\cdots\alpha_{n0}(y_i)\frac{\triangle x_{ni}}{x_{ni}} \qquad 2—17$$

或：

$$\frac{\triangle y_i}{y_i}=\frac{\triangle A_i}{A_i}+\alpha_{10}\left(\frac{\triangle x_{1i}}{x_{1i}}\right)+\alpha_{20}\left(\frac{\triangle x_{2i}}{x_{2i}}\right)+\cdots+\alpha_{n0}\left(\frac{\triangle x_{ni}}{x_{ni}}\right) \qquad 2—18$$

又根据公式2—13，y_{i-0}的表达式，可知：

$$\frac{\triangle y_{i-0}}{y_{i-0}}=\alpha_{10}\left(\frac{\triangle x_{1i}}{x_{1i}}\right)+\alpha_{20}\left(\frac{\triangle x_{2i}}{x_{2i}}\right)+\cdots+\alpha_{n0}\left(\frac{\triangle x_{ni}}{x_{ni}}\right) \qquad 2—19$$

将此式代入公式2—18，又有

$$\frac{\triangle y_i}{y_i}=\frac{\triangle A_i}{A}+\frac{\triangle y_{i-0}}{y_{i-0}} \qquad 2—20$$

在公式2—20中，$\triangle A_i/A_i$是水平变化率，而$\triangle y_{i-0}/y_{i-0}$则是等水平的因变量变化率，二者之和为因变量$y_i$的变化率。如果将公式2—20两边同除以$\frac{\triangle y_i}{y_i}$，有

$$1=\frac{\triangle A_i}{A_i}\Big/\frac{\triangle y_i}{y_i}+\frac{\triangle y_{i-0}}{y_{i-0}}\Big/\frac{\triangle y_i}{y_i} \qquad 2—21$$

其中$\frac{\triangle A_i}{A_i}\Big/\frac{\triangle y_i}{y_i}$相当于水平变化在因变量变化中所占份额（比重）；

$\frac{\triangle y_{i-0}}{y_{i-0}} \Big/ \frac{\triangle y_i}{y_i}$ 则相当于等水平的（y_{i-0}）变化率在因变量变化$\left(\frac{\triangle y_i}{y_i}\right)$中所占比重。

分析至此，虽然我们尚未直接对技术进步中的水平度量加以论述，但关于任何形式的函数都可以转化为水平函数的证明及推导结果使我们有充分理论相信，这些结论不仅适用于考察社会经济增长中的技术进步水平，还有着使各门学科的研究纳入同一轨道的功能。

三、技术进步水平度量模式的建立

在本文标题限制下，当我们建立了水平函数，证明了"A"的可信度及其广泛的适应性之后，再来考察经济系统，我们所指的水平系指技术进步水平也就是显而易见的了。问题在于，正如理论研究不应该是玩弄空洞的概念一样，在经济研究中应用数学方法也不应是做数学游戏，换言之，在对技术进步水平进行定量分析之前，应首先对技术进步的社会经济涵义作定性研究。

早在100多年前，马克思就已指出：尽管"直接劳动时间的量，已耗费的劳动量是财富生产的决定因素。但是，随着大工业的发展，现实财富的创造较少地取决于劳动时间和已耗费的劳动量，……相反地取决于一般的科学水平和技术进步，或者说取决于科学在生产上的应用。（这种科学，特别是自然科学以及和它有关的其它一切科学的发展，又和物质生产的发展相适应。）"⑦无庸置疑，马克思的这一论断已经、并且正在继续被科学技术不断转化为社会生产力的历史进程所证实。如果把科学技术的进步作为改造现有生产力的强大杠杆的话，那么可以说，生产力的发展，生产力要素的革命以及由此而引起的社会经济结构的变革等都应归结到科学技术的社会功能上，据此，我们把这种始于科学技术的发展与应用，并通过它与生产力诸要素的溶合，最终表现为社会前进与经济增长的过程称之为技术进步。虽然它的内容远不是通常所说的"技术革新"等所能概括的。

需要进一步指出的是：本文对技术进步度量模式的建立工作仍旧是以马克思的劳动价值论为基础的，也就是说，在我们考察的C、V、M、P系统中，总产值仍旧是由活劳动转移的价值与活劳动所创造价值两部分组成——也可以说是作为物化劳动的生产资料价值与活劳动与所创造的价值之和，区别在于我们研究的重点不在这种价值构成本身上，而在于这种构成得以形成的过程之中，也就是说，我们将主要研究这个过程中生产力诸要素的构成变化，并认为这种变化必然要反映到总产值的价值构成上来，或者可以说，$C+V+M=P$这一恒等式给定了该系统的绝对量方面，而我们则是从绝对量统一的角度，着重考察它的相对量方面，考察过程之中的诸因素对过程结果的不同影响，以期揭示出技术进步与经济增长之间的本质联系。

3—1 马克思C、V、M、P系统的结水平函数的建立

有了上述的概念、数学推导与理论准备，我们已经可以很方便地建立C、V、M、P

系统的水平函数表达式了。从公式1—1入手，对此式微分，则有：

$$\triangle P=\triangle C+\triangle V+\triangle M \qquad 3—1$$

将公式3—1两边同除以P，有：

$$\frac{\triangle P}{P}=\frac{C}{P}\cdot\frac{\triangle C}{C}+\frac{V}{P}\cdot\frac{\triangle V}{V}+\frac{M}{P}\cdot\frac{\triangle M}{M} \qquad 3—2$$

由于C、V、M、P系统为多变量系统，在偏弹性定义的约束下，可知$\frac{\triangle C}{C}$、$\frac{\triangle V}{V}$、$\frac{\triangle M}{M}$左边的函数$\frac{C}{P}$、$\frac{V}{P}$、$\frac{M}{P}$分别为它们自身的弹性，

即：

$$\left(\frac{\partial P}{\partial C}\right)\left(\frac{C}{P}\right)=\alpha_c$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)\left(\frac{V}{P}\right)=\alpha_v \qquad 3—3$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial M}\right)\left(\frac{M}{P}\right)=\alpha_m$$

因为：

$$\left(\frac{\partial P}{\partial C}\right)=\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)=\left(\frac{\partial P}{\partial M}\right)=1 \qquad 3—4$$

所以与公式3—2对应的结构水平公式为：

$$P=A_p\ (C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}} \qquad 3—5$$

或：

$$P=A_p(C)^{\alpha_c}(V)^{\alpha_v}(M)^{\alpha_m} \qquad 3—6$$

又因为：

$$\alpha_c+\alpha_v+\alpha_m=\frac{C}{P}+\frac{V}{P}+\frac{M}{P}=1 \qquad 3—7$$

故满足于公式3—5的结构水平A_p的计算公式为：

$$A_p=P/(C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}} \qquad 3—8$$

如将公式1—1代入公式3—8，有：

$$A_p=\frac{C+V+M}{(C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}}} \qquad 3—9$$

对公式3—9进行计算：

$$C/(C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}}=(C)^{1-\frac{C}{P}}(V)^{-\frac{V}{P}}(M)^{-\frac{M}{P}}$$

$$=(C)^{\frac{V}{P}+\frac{M}{P}}(V)^{-\frac{V}{P}}(M)^{-\frac{M}{P}}$$

$$=(\frac{C}{V})^{\frac{V}{P}}(\frac{C}{M})^{\frac{M}{P}}$$

$$V/(C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}}=(C)^{-\frac{C}{P}}(V)^{1-\frac{V}{P}}(M)^{-\frac{M}{P}}$$

$$=(C)^{-\frac{C}{P}}(V)^{\frac{C}{P}+\frac{M}{P}}(M)^{-\frac{M}{P}}$$

$$=(\frac{V}{C})^{\frac{C}{P}}(\frac{V}{M})^{\frac{M}{P}}$$

$$m/(C)^{\frac{C}{P}}(V)^{\frac{V}{P}}(M)^{\frac{M}{P}}=(C)^{-\frac{C}{P}}(V)^{-\frac{V}{P}}(M)^{1-\frac{M}{P}}$$

$$=(C)^{-\frac{C}{P}}(V)^{-\frac{V}{P}}(M)^{\frac{C}{P}+\frac{V}{P}}$$

$$=(\frac{M}{C})^{\frac{C}{P}}(\frac{M}{V})^{\frac{V}{P}}$$

因此又有：

$$A_p=(\frac{C}{V})^{\frac{V}{P}}(\frac{C}{M})^{\frac{M}{P}}+(\frac{V}{C})^{\frac{C}{P}}(\frac{V}{M})^{\frac{M}{P}}+(\frac{M}{C})^{\frac{C}{P}}(\frac{M}{V})^{\frac{V}{P}} \qquad 3—10$$

引入水平的概念，选定基年的C_0、V_0、M_0、P_0，并按弹性定义确定α_{c0}、α_{v0}、α_{m0}并满足：

$\alpha_{c0}=C_0/P_0$

$\alpha_{v0}=V_0/P_0$

$\alpha_{m0}=m_0/P_0$

将α_{c0}、α_{v0}、α_{m0}的结果代入公式3—8或公式3—10，可以使A的表示式更加简单和更有意义，又有：

$$P=A_pC^{\alpha_{c0}}V^{\alpha_{v0}}M^{\alpha_{m0}} \qquad 3—11$$

微分公式3—11，并求到水平A的变化率$\left(\frac{\triangle A_p}{A_p}\right)$表示式，有：

$$\triangle P/P=\frac{\triangle A_p}{A_p}+\alpha_{c0}\frac{\triangle C}{C}+\alpha_{v0}\frac{\triangle V}{V}+\alpha_{m0}\frac{\triangle M}{M}$$

或：

$$\triangle A_p/A_p=\frac{\triangle P}{P}-\alpha_{c0}\frac{\triangle C}{C}-\alpha_{v0}\frac{\triangle V}{V}-\alpha_{m0}\frac{\triangle M}{M}$$

$$=\frac{\triangle C+\triangle V+\triangle M}{P}-\alpha_{c0}\frac{\triangle C}{C}-\alpha_{v0}\frac{\triangle V}{V}-\alpha_{m0}\frac{\triangle M}{M}$$