

环境管理杂志 (1997) 51, 229-240



生产力和不理想的产出。一个方向性的距离函数方法

Y.H. Chung, R. Färe and S. Grosskopf

美国南伊利诺伊大学经济系, Carbondale, IL 62901-4515,
U.S.A.

1996年4月26日收到; 1997年6月16日接受

不理想的产出往往是与理想的产出一一起生产的。这种好的和坏的产出的联合生产通常在传统的生产力测量中被忽略，因为坏的产出通常没有“价格”。在这里，我们引入了一个方向性的距离函数，并将其作为一个新的生产力指数的组成部分，该指数可以很容易地模拟商品和不良品的联合生产，将不良品的减少和商品的增加记入企业，并且不需要不良品的影子价格。正如一个经验性的例子所显示的，这个指数解决了由好的和坏的产出的联合生产所引起的问题，并提供了一个实用的管理工具。

© 1997年学术出版社有限公司

关键词：生产力，定向距离函数，Malmquist-Luenberger生产力指数。

1. 简介

对生产力的衡量，传统上侧重于衡量企业或行业相对于有偿生产要素的可销售产出。这种方法通常忽略了副产品的生产，如污染，可能会产生有偏见的生产力增长措施。在面临环境法规的行业中，企业通常会发现他们的生产力受到了不利的影响，因为减排资本的成本通常会被包括在投入方面，但没有考虑到将由产出方的废水减少量来决定。

包括污染控制的产出效应的主要绊脚石是事实上，传统的生产力指数（如Törnqvist和Fisher指数）需要所有投入和产出的价格，以便汇总形成一个全要素生产力指数。在污染的情况下，（影子）价格的计算并不直接了当。我们可以使用排放交易价格，或者按照Pittman（1983）的做法

*
其他几项研究讨论了在存在不良监管的情况下的绩效衡量问题，包括Fa`re等人（1986, 1989b）、Fa`re等人（1989）、Haynes等人（1993）、Ball等人（1994）和Tyteca（1995）。然而，这些研究没有明确计算生产力指数。

或Fa`re等人(1993),人们可以估计一个影子价格。一个可能的解决方案是使用一个不需要污水价格信息的生产力指数,例如Malmquist指数;见Fa`re和Grosskopf(1996)。然而,在存在不良产出的情况下,这个指数可能是无法计算的。

这里我们提出了一个新的指数,我们称之为Malmquist-Luenberger生产力指数,它克服了原来Malmquist指数的缺点。这个指数可以很容易地将不受欢迎的产出包括在内,而不需要影子价格的信息。它还明确地将企业或行业的不良产出的减少归功于它,提供了一个衡量生产力的标准,告诉管理者他们的"真实"生产力是否随着时间的推移而提高。这个指数也告诉管理者是否有技术进步(最佳实践前沿的转变),以及他们是否正在追赶前沿的步伐。由于该指数是用数据包络分析的方法计算的,所以有关基准公司和技术效率的信息也是针对单个公司产生的。

为了说明这个指数的适用性,我们计算了瑞典造纸和纸浆行业的数据的生产力。我们首先讨论了我们建立技术模型的方式,然后转向我们对基于这个模型的生产力的衡量。第4节包括对我们的数据和结果的讨论。第5节提供了一个简短的结论。

2. 建立具有良好和不良产出的技术模型

基本的污染问题是,"好的"产出,如纸张或电力的生产,通常伴随着不良副产品的联合生产,如悬浮固体或SO₂。货物和坏东西共同产生的事实意味着减少坏东西将是"昂贵的":要么必须将资源转用于"清理"(如洗涤器),要么必须削减生产,要么必须支付罚款。更正式地说,如果我们用 $y \in R^M_+$ 表示好的产出,用 $b \in R^L_+$ 表示坏的产出,而输入由 $x \in R^N_+$,那么我们可以通过输出集以非常普遍的方式描述技术。

$$P(x) = \{(y, b): x \text{ 能产生 } (y, b)\}. \quad (2.1)$$

我们把减少不良品是有代价的(我们称之为不良产出的弱可支配性)这一想法建模为:

$$(y, b) \in P(x) \text{ 和 } 0 \leq b \leq 1 \text{ 意味着 } (0y, 0b) \in P(x). \quad (2.2)$$

换句话说,这说明在固定的投入水平下,只有在商品同时减少的情况下,减少不良品才是可行的。此外,我们假设货物或理想的产出是可自由支配的,即

$$(y, b) \in P(x) \text{ 和 } y' \leq y \text{ 意味着 } (y', b) \in P(x). \quad (2.3)$$

好的投入与坏的投入共同产生的概念模型是:如果 $(y,$

$$b) \in P(x) \text{ 和 } b = 0, \text{ 那么 } y = 0. \quad (2.4)$$

换句话说,(2.4)说,如果不产生坏的唯一方法是产生零个好的产出,那么好的产出与坏的产出是"空接"的。或者说,这

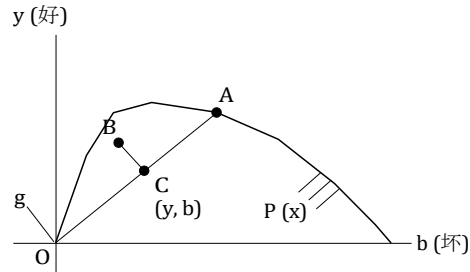


图1.距离函数。

意味着如果一个好的产出产生了正数，那么一些坏的产出也一定会被产生。条件 (2.2) - (2.4) 将被纳入我们在第3节讨论的计算模型中。

原始的Malmquist指数使用Shephard输出距离函数来表示技术 (Shephard, 1970)。这些函数被定义为

$$D_o(x, y, b) = \inf\{ \theta : ((y, b)/\theta) \in P(x) \}. \quad (2.5)$$

这个函数在可行的情况下按比例扩大好的和坏的产出 (y, b)。* 它不归功于坏的减少，因为两种类型的产出都以同样的速度扩大，这是我们希望修改原始Malmquist指数的原因之一。

距离函数的倒数被称为技术效率的Farrell产出测量 (Farrell, 1957)；详见Fa`re等人 (1994)。为了允许企业因减少不良产出而获得信贷的可能性，我们使用一个定向产出距离函数而不是Shephard产出距离函数来表示技术。与Shephard产出距离函数不同的是，定向产出距离函数旨在同时增加货物和坏货物，而定向产出距离函数旨在增加好的产出，同时减少坏的产出。从形式上看，它被定义为†

$$D_o(x, y, b; g) = \sup\{ \lambda : (y, b) + \lambda g \in P(x) \}. \quad (2.6)$$

其中 "g" 是输出被缩放的 "方向" 向量。在我们的例子中， $g = (y, -b)$ ，即好的产出增加，坏的产出减少。

为了说明定向输出距离函数，并将其与Shephard的输出距离函数，让我们再次用一个输出集来表示该技术。如果我们对这个集合施加条件 (2.2) - (2.4)，它可以采取图1中的形式。

* 产出距离函数是技术的完整表征，Fa`re和Primont (1995) 表明，在产出的弱可支配性下。

$$(y, b) \in P(x) \Leftrightarrow D_o(x, y, b) \geq 1.$$

距离函数也是度数+1的同质函数，在产出中是凹的；见Fa`re和Primont (1995)。我们不强加输入或输出的分离性。

† Bricc (1995) 开发了一个类似于Luenberger短缺函数的技术增长的距离函数。见Luenberger (1992a, 1992b, 1994a, 1994b, 1995a, 1995b)。

输出集用 $P(x)$ 表示, 好的输出用 y 表示, 坏的用 b 表示。输出 (y, b) 是弱一次性的, y 本身是强一次性的。此外, 好的产出 y 与 b 是空接的, 因为如果 $b=0$, 那么唯一具有 $(y, b) \in P(x)$ 的 y 是 $y=0$ 。

应用于输出向量 (y, b) 的Shephard距离函数将其置于 $P(x)$ 的边界在 A 处, 并得出 OC/OA 的值, 也就是说, 如果货物和坏货都增加了 OA/OC 的系数, 该公司将被判定为有效率。当然, 如果这个公司面临着有关坏的规定, 我们就不希望坏的增加给公司带来更好的绩效得分。与此相反, 方向性距离函数从 C 开始, 沿着货物增加和坏事减少的方向扩展, 并将 C 投射到 B 的边界上, 在图1中, 这相当于距离的比率 (BC/Og) 。这意味着, 如果企业从 C 地转移到 B 地(即减少坏事和增加货物), 它将根据方向性距离函数被判断为有效率。我们注意到, B 点的定向距离函数值为零, 而在 C 点, 鉴于我们的 g 向量, 它是正值。

为了将两个距离函数相互联系起来, 让 $g=(y, b)$, 然后通过(2.6), 我们得到

$$\begin{aligned} \hat{D}_o(x, y, b; y, b) &= \sup\{J: D_o(x, (y, b) + J(y, b))Z1\} \\ &= \sup\{J: (1+J) D_o(x, y, b)Z1\} \\ &= \sup\{J: JZ \frac{1}{D_o(x, y, b)} - 1\} \\ &= 1/D_o(x, y, b) - 1. \end{aligned} \quad (2.7)$$

这个表达式表明, Shephard的输出距离函数是方向性距离函数的一个特例。两者之间的关系可以写成

$$\hat{D}_o(x, y, b; y, b) = (1/D_o(x, y, b)) - 1 \quad (2.8)$$

或等价的

$$D_o(x, y, b) = 1 / (1 + \hat{D}_o(x, y, b; y, b)) \quad (2.9)$$

3. 生产力测量

Fa`re 等人 (1989a) 根据Shephard的产出距离函数定义了一个生产力指数。他们的指数是两个Malmquist生产力指数的几何平均值, 这两个指数是由Caves (Caves 等人, 1982) 提出的。他们以瑞典统计学家Sten Malmquist的名字命名他们的指数, 他在1953年使用距离函数来定义投入数量指数。

在这一节中, 我们简单介绍了以产出为导向的Malmquist生产力指数, 并介绍了我们基于方向性距离函数的新生产力指数。我们称其为Malmquist-Luenberger生产力指数。

假设有 $t=1$, ..., T 个时间段, 那么Fa`re、Grosskopf、Lindgren和Roos (FGLR) 面向产出的Malmquist生产率指数定义为

$$M_t = \left[\frac{D_o^{Dt}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1})}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t)} \frac{D_o^{Dt}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1})}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t)} \right]^{1/2} \quad (3.1)$$

Malmquist指数 (3.1) 可以分解为两个组成部分，一个是说明效率变化 (MEFFCH)，另一个是衡量技术变化 (MTECH)。它们是

$$\bar{A}_{t+1} \bar{A}_t = \frac{D_o^{Dt}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1})}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t)} \quad (3.2)$$

和

$$\text{MTECH}_{t \rightarrow t+1} = \left[\frac{D_o^{Dt}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1})}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1})} \frac{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t)} \right]^{1/2} \quad (3.3)$$

组成部分措施的乘积耗尽了生产力措施，因此，

$$m_{t+1}^{t+1} = \text{meffch}_{t+1}^{t+1} \cdot \text{mtech}_{t+1}^{t+1} \quad (3.4)$$

这个指数有几个很好的特点。首先，它是一个全要素生产率指数。也许最重要的是，它只需要关于投入和产出数量的信息，而Fisher和Törnqvist指数除了数量数据外，还需要关于投入和产出价格的信息，这使得这些其他指数不适合于衡量公共部门的生产力，或在存在像污染这样的非市场商品时。尽管Malmquist指数原则上可以处理"污染，因为它不需要价格，如上所示，它所基于的距离函数不允许我们将污染的减少记入企业。为了做到这一点，我们用方向性的距离函数来代替马尔奎斯特指数中的产出距离函数，并将其改名为马尔奎斯特-卢恩伯格生产率指数。

为了定义一个以产出为导向的Malmquist-Luenberger (ML) 生产力指数，与Malmquist指数相比较，我们选择方向为 $\mathbf{g} = (\mathbf{y}, -\mathbf{b})$ ，并定义为。

定义 (3.5)。以产出为导向的Malmquist-Luenberger生产力指数，有不理想的产出，是

$$\text{ML}_{t+1} = \left[\frac{(1 + D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t; \mathbf{g}))}{(1 + D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t, \mathbf{b}^t; \mathbf{g}))} \frac{(1 + D_o^{Dt}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1}))}{(1 + D_o^{t+1}(\mathbf{x}_t^{t+1}, \mathbf{y}_t^{t+1}, \mathbf{b}_t^{t+1}))} \right]^{1/2} \quad (3.5)$$

我们的定义是，当方向 \mathbf{g} 是 (\mathbf{y}, \mathbf{b}) 而不是 $(\mathbf{y}, -\mathbf{b})$ 时，Malmquist-Luenberger指数与Malmquist指数相吻合。正如在与Malmquist指数相比，新指数也可以分解为两个部分，即

$$MLTECH_{t+1} = \frac{1 + D_o^t(x^t, y^t, b^t)}{1 + D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}. \quad (3.6)$$

$$MLTECH_{t+1} = \left[\frac{\{1 + D_o^{t+1}(x^t, y^t, b^t, -b^t)\} \{1 + D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, -b^{t+1})\}}{\{1 + D_o^t(x^t, y^t, b^t, -b^t)\} \{1 + D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, -b^{t+1})\}} \right]^{1/2} \quad (3.7)$$

而它们的乘积等于 ML^{t+1}_t 。Malmquist-Luenberger测量法和Malmquist测量法如果其数值大于1，则表明生产率提高，如果数值小于1，则表明生产率下降。

我们的下一个任务是开发一个计算这两个指数及其分解的程序。这需要为每个指数计算四个距离函数。我们假设在每个时间 $t=1, \dots, T$ ，有 $k=1, \dots, K$ 的输入和输出的观测值。

$$(x^{t,k}, y^{t,k}, b^{t,k}), k=1, \dots, K, t=1, \dots, T. \quad (3.8)$$

在我们的例子中， K 是一家造纸和纸浆厂。

按照Faäre等人（1994）的说法，满足条件（2.2）-（2.4）并由数据（3.8）得出的输出集是

$$P(x) = \left\{ (y, b) \mid \sum_{k=1}^K \lambda_k y_m \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k b_m, m=1, \dots, M, \right. \quad (3.9)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k b^t_i = b^t_i, i=1, \dots, I.$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x^t_n \leq x^t_n, n=1, \dots, N.$$

$$z_k[0, k=1, \dots, K].$$

这个活动分析模型（3.9）也满足规模收益不变，即

$$P(Jx) = JP(x), A \geq 0 \quad (3.10)$$

和投入的强可支配性。

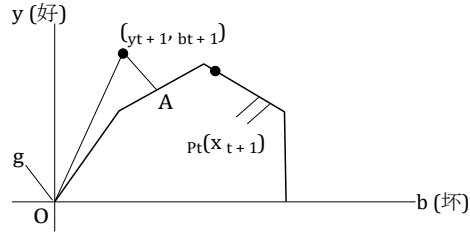


图2. 一个混合时期的距离函数。

$$x' [x_t P(x') - h P(x)] \quad (3.11)$$

(3.9)中对投入的不等式使它们可以自由处置，对好的产出也是如此。坏的产出是用等价物来模拟的；这使得它们不能自由处置。最后，强度变量 z 的非负性约束 k ，使模型表现出规模收益不变。

对于每个观测值，都要计算出Malmquist指数中的距离函数作为线性规划问题的解。例如，对于 k' 。

$$(D_o^k(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'}))^{-1} = \max 0 \quad (3.12)$$

$$\text{s.t. } \sum_{k=1}^K z^k y^t \leq \sum_{k=m}^K \theta y^t, \quad m=1, \dots, M_o$$

$$\sum_{k=1}^K b^t = \sum_{k=i}^K \theta b^t, \quad i=1, \dots, I_o$$

$$\sum_{k=1}^K x^t \leq \sum_{k=n}^K \theta x^t, \quad n=1, \dots, N_o$$

$$z_k \geq 0, \quad k=1, \dots, N_o$$

当不理想的产出出现时，使用原始的Malmquist生产力指数可能会产生一个问题，我们在图2中说明了这一点。

该技术是以 P^t 所示的 t 期数据为基础的。正在评估的观察是来自下一个 $t+1$ 期， $(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})$ 。请注意， $(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})$ 位于前一个时期，即 t 时期的技术之外，也就是说，它在 t 时期是不可行的，大概是由于技术进步使得生产更多的商品。如果我们试图计算混合时期的距离函数

$$D_o^k(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}) \quad (3.13)$$

它的值将是 $+x$ ，在这种情况下，Malmquist指数的定义并不明确。在我们的实证部分，我们有三分之一的观察结果遇到了这个问题。

*
我们使用恒定的规模回报，因为这是产生的生产力指数成为真正的全要素生产力指数的一个必要条件；见Fa`re和Grosskopf (1996)。

方向距离函数也可以作为线性编程问题的解决方案来计算。再举一个例子。

$$\begin{aligned}
 & \mathcal{P}(x^{t,k}, y^{t,k}, b^{t,k}; y^{t,k}, -b^{t,k}) = \max J \\
 & \text{s.t. } \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M y^{t,k} \left[(1+J) y^{t,k} \right], \quad m=1, \dots, M. \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I b^{t,k} = (1+J) b^t, \quad i=1, \dots, I. \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N x^{t,k} Z(1+J) x^{t,k}, \quad n=1, \dots, N. \\
 & z_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K
 \end{aligned} \tag{3.14}$$

这表明，方向距离函数也可以用线性编程来计算。我们注意到，在图2所示的混合期问题中，方向性距离函数将 (y^{t+1}, b^{t+1}) 放在输出集 $P^t(x^{t+1})$ 的A处。因此，在这种情况下，我们没有遇到任何关于Malmquist-Luenberger指数的计算问题。在我们的经验例子中也是如此。

4. 数据和结果

我们测量了瑞典纸浆和造纸业的生产力变化。我们使用与Braˆnnlund等人（1995a）和Braˆnnlund等人（1995b）相同的面板数据。数据来源是由瑞典统计局和瑞典环境保护局收集的纸浆和造纸业的原始数据。这里使用的部分数据是1986-

1990年期间，39家造纸厂和纸浆厂的产出和投入数量的年度数据。*为了生产理想的纸浆产出， y ，我们观察四种投入，即：劳动力（ x_1 ）、木纤维（ x_2 ）、能源（ x_3 ）和资本（ x_4 ）。理想的产出 y 是与一些坏的东西共同产生的，其中包括生物需氧量（BOD）、化学需氧量（COD）和悬浮固体（SS）。

表1中列出了数据的描述性统计。数据显示，投入和产出的数量在1986年和1988年之间增加，此后减少。Malmquist-Luenberger生产力指数的平均值是基于(3.14)中规定的方向性距离函数及其组成部分。

在表2中报告。

这个结果表明，这个行业的生产力在整个时间段内平均有所提高。生产力提高的主要来源是技术进步而不是效率提高。事实上，除了1987/1988年期间，每个时期的技术效率都在下降。

我们还根据(3.12)和(3.13)中的最大化问题计算了传统的Malmquist，这些问题是作为线性编程问题来解决的。然后用每个观测值的解来获得原始的Malmquist生产率指数以及它们的组成部分。几乎有三分之一的观测值不存在混合期距离函数的最大化问题的解决方案。

* 这里只包括在整个五年内运营的公司数据。

表1.描述性统计

<i>T</i>	变量	平均值	平均值	最小。	最大。
1986 (<i>K</i> =39)	<i>y</i> (吨)	233 851-0	174 073-6	2718-0	824 250-0
	<i>b</i> _{BOD} (吨)	3013-6	2640-3	110-7	10 740-0
	<i>b</i> _{COD} (吨)	12 996-2	11 976-3	254-5	47 256-0
	<i>b</i> _{ss} (吨)	1309-1	1209-7	51-9	4400-0
	<i>x</i> ₁ (小时)	828 897-4	129 386-8	107 000-0	2 383 000-0
	<i>x</i> ₂ (m) ³	1-01E+06	7-17E+05	7000-0	2-5E+06
	<i>x</i> ₃ (kwh)	3-54E+08	3-19E+08	1-61E+07	1-26E+09
	<i>x</i> ₄ (mil)	454-7	330-2	6-5	1585-9
1987 (<i>K</i> =39)	<i>y</i>	249 792-0	186 907-4	2974-0	853 520-0
	<i>b</i> _{BOD}	3098-8	2631-8	121-8	11 993-0
	<i>b</i> _{COD}	13 019-8	11 826-1	316-7	47 256-0
	<i>b</i> _{ss}	1346-4	1481-8	69-6	7318-5
	<i>x</i> ₁	826 435-9	524 013-3	102 000-0	2 332 000-0
	<i>x</i> ₂	1-05E+06	7-25E+05	8000-0	2-52E+06
	<i>x</i> ₃	3-81E+08	3-63E+08	1-37E+07	1-46E+09
	<i>x</i> ₄	435-0	315-4	6-4	1515-1
1988 (<i>K</i> =39)	<i>y</i>	257 866-3	191 670-6	2346-0	878 000-0
	<i>b</i> _{BOD}	3197-5	3167-3	115-8	14 040-0
	<i>b</i> _{COD}	12 703-3	11 664-8	247-1	47 060-0
	<i>b</i> _{ss}	1756-1	2704-0	49-4	14 480-0
	<i>x</i> ₁	829 717-9	528 028-4	102 000-0	2 345 000-0
	<i>x</i> ₂	1-27E+06	1-75E+06	7000-0	1-11E+07
	<i>x</i> ₃	4-00E+08	3-83E+08	1-40E+07	1-50E+09
	<i>x</i> ₄	419-4	303-9	6-6	1434-9
1989 (<i>K</i> =39)	<i>y</i>	257 977-9	194 005-7	2077-0	872 610-0
	<i>b</i> _{BOD}	2825-8	2714-6	120-0	11 067-0
	<i>b</i> _{COD}	11 788-2	11 773-4	257-7	49 980-0
	<i>b</i> _{ss}	1775-4	2735-7	42-4	14 994-0
	<i>x</i> ₁	827 846-2	526 682-6	107 000-0	2 268 000-0
	<i>x</i> ₂	1-06E+06	7-31E+05	6000-0	2 543 000-0
	<i>x</i> ₃	4-17E+08	4-23E+08	1-50E+07	1-58E+09
	<i>x</i> ₄	408-6	299-7	6-3	1368-5
1990 (<i>K</i> =39)	<i>y</i>	251 887-3	180 568-9	1964-0	855 080-0
	<i>b</i> _{BOD}	2383-8	2196-4	110-7	9632-0
	<i>b</i> _{COD}	10 028-6	9606-3	252-6	38 880-0
	<i>b</i> _{ss}	1657-9	2538-1	4-9	12 384-0
	<i>x</i> ₁	809 846-2	509 687-0	96 000-0	2 202 000-0
	<i>x</i> ₂	1-01E+06	6-94E+05	6000-0	2-25E+06
	<i>x</i> ₃	4-05E+08	4-15E+08	1-52E+07	1-51E+09
	<i>x</i> ₄	403-1	292-3	6-25	1325-6

表2.Malmquist-Luenberger的生产力指数和组成部分*。

<i>K</i> =39	$ml\ mleffch^{t+1\ t+1}$	t	$mltech^{t+1}$
1986/1987	1-027	0-984	1-043
1987/1988	1-087	1-011	1-075
1988/1989	1-031	0-995	1-035
1989/1990	1-059	0-882	1-200

*单个指数的几何平均值。

表3.Malmquist和Malmquist-Luenberger指数的比较*。

期间	M _o (ML) _o	meffch (mleffch)	MTECH (MLTECH)
1986/1987 (K=26)	1-052 (1-024)	0-964 (0-977)	1-091 (1-049)
1987/1988 (K=23)	1-053 (1-060)	1-028 (1-010)	1-024 (1-050)
1988/1989 (K=28)	0-940 (1-024)	0-995 (0-992)	0-945 (1-032)
1989/1990 (K=27)	0-959 (1-049)	0-929 (0-855)	1-032 (1-227)
总计 (K=104)	0-997 (1-039)	0-977 (0-955)	1-020 (1-088)

*个人得分的几何平均数。

因此，(3.1)中的Malmquist生产力指数和(3.3)中的技术变化对这些观察是没有定义的。这与方向性距离函数的情况相反，在那里不会出现计算问题。

Malmquist生产力指数并不是对所有的观测值都有定义（见上一节），但我们仍然想看看它与Malmquist-Luenberger指数的比较。我们把比较限制在那些Malmquist指数定义良好的观测值上。表3列出了传统Malmquist指数中定义良好的观测值的几何平均数，以及Malmquist-Luenberger指数中这些相同观测值的平均数。首先看所有时间段的大平均值，我们看到Malmquist-Luenberger（ML）指数表明生产力和技术变革的平均改善程度比传统的Malmquist（M）指数更大。事实上，在个别年份，ML指数的平均值经常大于M指数的平均值（效率变化除外）。

我们测试了具有明确的M指数的观测点的指数差异。根据使用SAS NPARIWAY程序进行的一系列非参数位置检验，我们在0-01的显著性水平上拒绝了两个指数"相同"的假设。然而，基于一个简单的t检验，其无效假设是即 $ML^k - M^k = 0$ ，我们无法在常规的显著性水平上拒绝无效。

5. 摘要

本文介绍了一种绩效衡量方法，它将污染等不良产出的减少记入，同时将理想产出的增加记入。这个函数被用于构建一个Malmquist类型的生产力测量。新的指数被称为Malmquist-Luenberger指数，它也考虑到了不良品的减少，可以被分解成两个部分：效率变化和技术变化。我们展示了如何使用简单的线性编程问题来计算这些指数，并提供了一个1986-1990年间瑞典造纸厂和纸浆厂的经验案例。这项技术提供了关于生产力及其来源的单个工厂的具体信息，而不需要关于投入和产出的价格数据。这在企业面临环境监管的情况下特别有用，因为被监管的污水通常是非市场化的。

表4.ML和M指数比较的非参数检验（对于定义明确的M）。

方差分析 <i>F</i> (概率> <i>F</i>)	Wilcoxon <i>Z</i> (概率> <i>Z</i>)	克鲁斯卡-瓦利斯 χ^2 (概率> χ^2)	中位数 (概率> <i>Z</i>)	范-德-韦登 <i>Z</i> (概率> <i>Z</i>)	野蛮人 <i>Z</i> (概率> <i>Z</i>)	Kolmogorov-Smirnov <i>KSa</i> (概率> <i>KSa</i>)
19.90 (0-0001)	-4.08 (0-0001)	16.69 (0-0001)	-2.97 (0-0030)	-4.32 (0-0001)	-2.66 (0-0077)	2.08 (0-0003)

在建立商品和坏事的联合生产模型，并提供一个绩效衡量标准，将企业的坏事减少归功于企业，管理者有一个可靠的衡量其 "真实" 生产力及其来源。

这项研究得到了美国环保局CR823009010的部分资助。我们感谢Finn Førsund、三位审稿人和在威廉斯堡举行的大西洋经济会议的与会者的意见。

参考文献

- Ball, V., Eden, C., Lovell, A. K., Nehring, R. F. and Somwaru, A. (1994). 将不理想的产出纳入生产模型：对美国农业的应用。 *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales* no.31, pp.60-74.
- Bra'nnlund, R., Fa're, R. 和 Grosskopf, S. (1995a). 环境法规和盈利能力：对瑞典纸浆和造纸业的应用。 *环境和资源经济学* **6**, 23-36.
- Bra'nnlund, R., Chung, Y., Fa're, R. and Grosskopf, S. (1995b). 排放交易和盈利能力。瑞典纸浆和造纸业。讨论文件第95-14号，南伊利诺伊大学卡本代尔分校。
- Briec, W. (1995). A Graph Type Extension of Farrell Technical Efficiency Measure. Memo, GREQAM.
- Caves, D. W., Christensen, L. R. and Diewert, E. (1982). 指数的经济理论和投入、产出和生产力的测量。 *Econometrica* **50**1, 1393-1414.
- Fa're, R. and Grosskopf, S. (1996). *时内生产前沿：与动态DEA*。波士顿，Kluwer学术出版社。
- Fa're, R. and Primont, D. (1995). *多产出生产和二元性。理论与应用*。波士顿，Kluwer学术出版社。
- Fa're, R., Grosskopf, S. and Pasurka, C. (1986). 由于环境控制而对发电的相对效率的影响。 *资源和能源* **8**, 167-184.
- Fa're, R., Grosskopf, S. and Pasurka, C. (1989). 环境法规对电力公司效率的影响。1969年与1925年。 *应用经济学* **21**, 225-235.
- Fa're, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. and Roos, P. (1989a). 瑞典医院的生产力发展。Malmquist产出指数方法。讨论文件第89-3号。南伊利诺伊大学卡本代尔分校。
- Fa're, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K. and Pasurka, C. (1989b). 当一些产出不理想时的多种生产力比较：一种非参数方法。 *经济学和统计学评论* **71**, 90-98.
- Fa're, R., Grosskopf, S. and Lovell, C. A. K. (1994). *生产前沿*。剑桥大学出版社。
- Fa're, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K. and Yaisawarng, S. (1993). 不良产出的影子价格的推导：一种距离函数方法。 *经济学和统计学评论* **75**, 274-380.
- Farrell, M. J. (1957). 生产效率的测量。 *皇家统计学会杂志A* **20**, 283-281.
- Haynes, K., Patrik, S., Bowen, W. and Cummings-Saxton, J. (1993). 环境决策模型。美国的经验和污染管理的新方法。 *环境国际* **19**, 261-275.
- Luenberger, D. G. (1992a). Benefit functions and duality. *Journal of Mathematical Economics* **21**, 461-486.
- Luenberger, D. G. (1992b). 经济效率和均衡的新优化原则。 *哲学杂志 优化理论与应用* **75**, 221-264.
- Luenberger, D. G. (1994a). 双重帕累托效率。 *Journal of Economic Theory* **62**, 70-85.
- Luenberger, D. G. (1994b). 最优性和价值理论。 *Journal of Economic Theory* **63**, 147-169.
- Luenberger, D. G. (1995a). *微观经济理论*。波士顿，McGraw-Hill.
- Luenberger, D. G. (1995b). 外部性和利益。 *Journal of Mathematical Economics* **24**, 159-177.
- Pittman, R. W. (1983). 有不良产出的多边生产力比较。 *经济杂志* **93**, 883-891.
- Shephard, R. W. (1970). *成本和生产理论*。Princeton: 普林斯顿大学出版社。
- Tyteca, D. (1995). 测量企业环境绩效的DEA模型：概念和经验结果。工作文件，IAG，鲁汶大学，Catholique de Louvain。