# Analysis of the Relative Benefit of Industrial Enterprises and its Improvement

**Zhanying Ma, Zhanxin Ma**※
*School of Economics and Management, Inner Mongolia University, Hohhot, P. R. China*
*Email: em_mazhanxin@imu.edu.cn*

**Abstract:** The situation of regional economic benefits may reflect a region's quality and level of economic growth in some degree. For the panel data on industrial enterprises in this paper, we define some conceptions on the relative effectiveness, comparable effectiveness and index of overall growth of economic benefit. Then, we give some corresponding calculation method (TEM) for this the conceptions. Finally, the efficiency of economic benefit of industrial enterprises in western China and its growth rate is analyzed by using TEM method. The empirical analysis shows that TEM method is an efficient method to describing the size and growth rate of economic benefit of regional industrial enterprises.

**Keywords:** comprehensive evaluation; data envelopment analysis; economic benefits; economic growth; production possibility set

# 工业企业相对效益与总体增长状况分析

**马占英, 马占新**※
内蒙古大学经济管理学院，呼和浩特，中国，010021
Email: em_mazhanxin@imu.edu.cn

**摘　要**：地区的经济效益状况在一定程度上反映了一个地区经济增长的质量和水平。本文以工业企业的面板数据为研究对象，给出了工业企业经济效益的相对有效性、可比有效性和综合经济效益增长指数的概念和相应的测算方法(TEM)。然后，应用(TEM)方法分析了中国西部地区工业企业经济效益的整体状况和总体增长速度。通过实证分析表明(TEM)方法是一种描述地区工业企业经济效益大小和增长速度的有效方法。

**关键词**：综合评价，数据包络分析，经济效益，经济增长，生产可能集

## 1 引言

地区的经济效益状况在一定程度上反映了一个地区经济增长的质量和水平。经济学家普遍认为经济增长是由多种因素作用的结果除了生产要素的投入之外，技术进步也同样起着重要作用[1]。DEA 方法在测度生产的技术效率、规模效率[2-4]、以及在评估技术进步等方面具有独特的优势和特点[5,6]。但对于决策单元只有输出的情况，DEA 方法无法进一步测度这些概念。同时，DEA 方法要求被评价单元必须属于同类决策单元，并且具有相同的外部环境。而对于面板数据而言，尽管决策单元属于同类单元，但原始数据却处于不同的时间段，外部环境发生了变化。因此，如何分析这类问题有待于进一步探讨。本文以工业企业的面板数据为研究对象，给出了工业企业经济效益的相对有效性、可比有效性和综合经济效益增长指数的概念和相应的测算方法(TEM)。然后，应用(TEM)方法分析了中国西部地区工业企业经济效益的整体状况和总体增长速度。通过实证分析表明(TEM)方法是一种描述地区工业企业经济效益大小和增长速度的有效方法。

资助信息：国家自然科学基金（70961005，70501012）；内蒙古自治区自然科学基金（20080404MS1010）资助课题
※ 通讯作者

## 2 用于工业企业经济效益有效性评估的非参数方法（TEM）

假设可以用 $m$ 个指标来反映某 $n$ 个地区的工业企业经济效益情况，所有指标均越大越好，并且已经测


978-1-935068-18-1 © 2010 SciRes.

得这 $n$ 个地区 $s$ 年的相应指标数据，其中第 $j$ 个地区第 $k$ 年的指标值为

$$Y_j^{(k)} = (y_{1j}^{(k)}, y_{2j}^{(k)}, \ldots, y_{mj}^{(k)})^{\mathrm{T}},$$

并且

$$Y_j^{(k)} > 0, \quad j = 1,2,\ldots,n, \ k = 1,2,\ldots,s。$$

第一年数据：

$$\begin{array}{lc} \text{指标} & \begin{array}{cccc} 1 & 2 & \ldots & m \end{array} \\ \begin{array}{l} \text{地区 } 1 \rightarrow \\ \ldots \\ \text{地区 } n \rightarrow \end{array} & \boxed{\begin{array}{cccc} y_{11}^{(1)} & y_{21}^{(1)} & \ldots & y_{m1}^{(1)} \\ & & \ldots & \\ y_{1n}^{(1)} & y_{1n}^{(1)} & \ldots & y_{mn}^{(1)} \end{array}} \end{array}$$

第 $s$ 年数据：

$$\begin{array}{lc} \text{指标} & \begin{array}{cccc} 1 & 2 & \ldots & m \end{array} \\ \begin{array}{l} \text{地区 } 1 \rightarrow \\ \ldots \\ \text{地区 } n \rightarrow \end{array} & \boxed{\begin{array}{cccc} y_{11}^{(s)} & y_{21}^{(s)} & \ldots & y_{m1}^{(s)} \\ & & \ldots & \\ y_{1n}^{(s)} & y_{1n}^{(s)} & \ldots & y_{mn}^{(s)} \end{array}} \end{array}$$

在生产可能集满足平凡性、凸性、无效性、最小性假设的条件下，可构造第 $k$ 年的效益可能集为 $T^{(k)}$：

$$T^{(k)} = \{(y_1, y_2, \ldots, y_m)^{\mathrm{T}} \mid (y_1, y_2, \ldots, y_m) \leqq \sum_{j=1}^{n} (y_{1j}^{(k)}, y_{2j}^{(k)}, \ldots, y_{mj}^{(k)})\lambda_j, \ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1, \ (\lambda_1, \ldots, \lambda_n)^{\mathrm{T}} \geqq 0 \}$$

（1）决策单元的相对有效性

测算一个地区某一年的经济效益相对于当年有效技术水平的程度时，可用以下模型进行度量：

$$\text{(TEM-1)} \begin{cases} \max (\theta_{j_0}^{(k)} + \varepsilon \sum_{i=1}^{m} s_i) = V_{\mathrm{D}} \\ \text{s.t.} \ \sum_{j=1}^{n} y_{ij}^{(k)} \lambda_j - s_i = \theta_{j_0}^{(k)} y_{ij_0}^{(k)}, \ i = 1, \ldots, m \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geqq 0, \ s_i \geqq 0, \ j = 1, \ldots, n, \ i = 1, \ldots, m \end{cases}$$

其中 $\varepsilon$ 为非阿基米德无穷小量。

若

$$\boldsymbol{\lambda}^0, (s_1^0, s_2^0, \ldots, s_m^0), \theta_{j_0}^{(k)}$$

是线性规划(TEM-1)的最优解，令

$$E_{j_0}^{(k)} = 1 / \theta_{j_0}^{(k)},$$

称 $E_{j_0}^{(k)}$ 为第 $j_0$ 个地区第 $k$ 年的当年经济效益指数

（2）决策单元的可比有效性

由于 DEA 方法的样本点选择具有随机性，为了保证参考面的稳定性（即参考标准的一致性），以下选择第 $k_0$ 年各地区对应的指标数据

$$Y_j^{(k_0)} = (y_{1j}^{(k_0)}, y_{2j}^{(k_0)}, \ldots, y_{mj}^{(k_0)})^{\mathrm{T}}, j = 1, 2, \ldots, n$$

为参考样本，综合考虑各年相对于第 $k_0$ 年有效水平的程度。以下给出度量模型(TEM-2)：

$$\text{(TEM-2)} \begin{cases} \max (z_{j_0}^{(k)} + \varepsilon \sum_{i=1}^{m} s_i) = V_{\mathrm{D}} \\ s.t. \ \sum_{j=1}^{n} y_{ij}^{(k_0)} \lambda_j - s_i = z_{j_0}^{(k)} y_{ij_0}^{(k)}, \ i = 1, \ldots, m \\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geqq 0, \ s_i \geqq 0, \ j = 1, \ldots, n, \ i = 1, \ldots, m \end{cases}$$

若

$$\boldsymbol{\lambda}^0, (s_1^0, s_2^0, \ldots, s_m^0), z_{j_0}^{(k)}$$

是线性规划(TEM-1)的最优解，令

$$F_{j_0}^{(k)} = 1 / z_{j_0}^{(k)},$$

称 $F_{j_0}^{(k)}$ 为第 $j_0$ 个地区第 $k$ 年的可比经济效益指数（以 $k_0$ 年为基年）。

（3）综合经济效益增长指数

第 $k$ 年的平均相对经济效益指数为

$$PE^{(k)} = \sum_{j=1}^{n} E_j^{(k)} / n,$$

第 $k$ 年的平均可比经济效益指数为

$$PF^{(k)} = \sum_{j=1}^{n} F_j^{(k)} / n,$$

令

$$\alpha_k = PF^{(k)} / PF^{(k-1)}, k = 2, \ldots, s,$$

称 $\alpha_k$ 为第 $k$ 年的平均经济效益增长指数。它反映了一个地区在第 $k$ 年经济效益相对于上年的平均水平。

令

$$\alpha_j^{(k)} = F_j^{(k)} / F_j^{(k-1)}, k = 2, \ldots, s, j = 1, \ldots, n,$$

称 $\alpha_j^{(k)}$ 为第 $j$ 个地区第 $k$ 年的经济效益增长指数。

取

$$a = \min\{\alpha_j^{(k)} \mid j = 1, \ldots, n\},$$

$$b = \max\{\alpha_j^{(k)} \mid j = 1, \ldots, n\},$$

则可以给出以下几个判定条件：

（1）若 $\alpha_j^{(k)} \geqq a+2(b-a)/3$，则称第 $j$ 个地区第 $k$ 年的经济效益增长是有效的。

（2）若 $\alpha^{(k)} \leqq \alpha_j^{(k)} < a+2(b-a)/3$ 则称第 $j$ 个地区第 $k$ 年的经济效益增长是较好的。

（3）若 $a+1(b-a)/3 \leqq \alpha_j^{(k)} < \alpha^{(k)}$，则称第 $j$ 个地区第 $k$ 年的经济效益增长是较低的。

（4）若 $\alpha_j^{(k)} < a+(b-a)/3$，则称第 $j$ 个地区第 $k$ 年的经济效益增长是较差的。

## 3 中国西部地区工业企业经济效益分析

根据西部地区工业企业的特点，并结合以往的的企业经济效益评价的指标体系[7]，选取工业增加值率、总资产贡献率、资产负债率、流动资产周转次数、成本费用利润率、全员劳动生产率和产品销售率七项指标来综合评价企业的经济效益。其中工业增加值率(%)＝工业增加值／工业总产值×100%；总资产贡献率(%)＝（利润总额＋税金总额＋利息支出）/平均资产总额×100%；资产负债率(%)＝负债总额／资产总额×100%；流动资金周转次数＝产品销售收入／全部流动资产平均余额；工业成本费用利润率(%)＝利润总额／成本费用总额×100%；全员劳动生产率＝工业增加值／全部从业人员平均人数；产品销售率(%)=工业销售产值／工业总产值×100%。

以下选取了中国西部 11 个地区 2000-2006 年工业经济效益数据与 1999 年（西部大开发前）的数据进行综合对比，从而对中国西部大开发政策实施以后的工业经济发展状况进行综合评价。

由于采用的是同一时间序列数据，为便于比较，并删除价格变动的影响，对全员劳动生产率指标进行变换，得到 1999 年不变价为基数的全员劳动生产率，使得各地区、各年份的全员劳动生产率数据具有可比性。由于以上的输出各指标具有不同的量纲，而且原始数据中还存在负数，若直接代入模型难以求得线性规划问题的解，从而无法进行 DEA 分析，所以用下述方法将原始数据按一定的函数关系式归一到某一无量纲区间。目前国内外指标的无量纲化方法很多，其中较常用的是功效系数法。考虑到评价指标中的资产负债率为逆指标，为了使这一指标与经济效益保持同向变化，对此进行倒数变换，将其化为正指标。

### 3.1 中国西部地区工业企业相对经济效益分析

应用模型(TEM-1)可算得 2000 年-2006 年间每个地区工业企业经济效益相对于西部地区当年的最好水平的状况如表 1 所示：

**Table 1. The relative value of economic benefit of industrial enterprises in western China**
**表 1. 中国西部地区工业企业经济效益的相对有效性值**

| 年份 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 均值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 内蒙古 | 0.940 | 0.959 | 0.939 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.977 |
| 广　西 | 0.994 | 1.000 | 1.000 | 0.979 | 0.873 | 0.827 | 0.834 | 0.930 |
| 重　庆 | 1.000 | 0.831 | 0.849 | 0.878 | 1.000 | 0.929 | 0.947 | 0.919 |
| 四　川 | 0.894 | 0.844 | 0.913 | 0.965 | 0.929 | 0.919 | 0.895 | 0.908 |
| 贵　州 | 0.638 | 0.667 | 0.690 | 0.730 | 0.717 | 0.630 | 0.719 | 0.684 |
| 云　南 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 陕　西 | 0.717 | 0.730 | 0.816 | 0.826 | 0.792 | 0.826 | 0.909 | 0.802 |
| 甘　肃 | 0.693 | 0.732 | 0.769 | 0.858 | 0.863 | 0.826 | 0.840 | 0.797 |
| 青　海 | 0.728 | 0.576 | 1.000 | 0.679 | 1.000 | 0.983 | 0.978 | 0.849 |
| 宁　夏 | 0.847 | 0.898 | 0.828 | 0.724 | 0.819 | 0.859 | 0.691 | 0.809 |
| 新　疆 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| $PE^{(k)}$ | 0.859 | 0.840 | 0.891 | 0.876 | 0.908 | 0.891 | 0.892 | |

从上表数据可以看出：(TEM-1)模型将每年工业企业经济效益的最好水平设定为 1，其他数据反映的是被评价地区相对于该年最好水平的程度。比如 2000 年贵州的经济效益指数为 0.638，它反映的是贵州相对于 2000 年的最好水平的程度是 63.8%。

从整体上看，新疆和云南的工业企业经济效益始终保持在当年的最好的水平，内蒙古在 2003 年开始也保持了当年的最好水平。其次是广西、重庆、四川，它们的效益值也超过了 0.9，青海、宁夏、陕西的效益值在 0.8-0.9 之间，甘肃和贵州的效益值最差，低于 0.8。从各年的情况看，各年的平均效益值曾现波动上升的趋势，表明随着时间的推移，各地区的经济效益的差距在不断缩小，而且越来越接近于当年的最好水平。

### 3.2 中国西部地区工业企业可比经济效益分析

应用模型(TEM-2)可算得 2000 年-2006 年间每个地区工业企业经济效益相对于 2000 年最好水平的状况如表 2 所示：

(TEM-2)模型将 2000 年经济效益的最好水平设定为 1，表 2 中的数据反映的是被评价地区相对于 2000 年最好水平的程度。比如 2006 年贵州的经济效益指数


978-1-935068-18-1 © 2010 SciRes.

**Table 2. The comparable value of economic benefit of industrial enterprises in western China**
**表 2. 中国西部地区工业企业经济效益的可比有效性值**

| 年份 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 均值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 内蒙古 | 0.940 | 0.951 | 0.979 | 1.169 | 1.514 | 2.007 | 2.593 | 1.450 |
| 广　西 | 0.994 | 0.975 | 1.052 | 1.208 | 1.363 | 1.554 | 1.701 | 1.264 |
| 重　庆 | 1.000 | 0.872 | 0.946 | 1.026 | 1.328 | 1.260 | 1.584 | 1.145 |
| 四　川 | 0.894 | 0.909 | 1.015 | 1.079 | 1.196 | 1.503 | 1.764 | 1.194 |
| 贵　州 | 0.638 | 0.709 | 0.710 | 0.850 | 0.954 | 1.166 | 1.425 | 0.922 |
| 云　南 | 1.000 | 1.217 | 1.479 | 1.728 | 1.912 | 1.980 | 2.342 | 1.665 |
| 陕　西 | 0.717 | 0.780 | 0.888 | 0.911 | 1.044 | 1.357 | 1.638 | 1.048 |
| 甘　肃 | 0.693 | 0.749 | 0.824 | 0.983 | 1.121 | 1.528 | 1.537 | 1.062 |
| 青　海 | 0.728 | 0.702 | 1.104 | 0.933 | 1.284 | 1.689 | 1.993 | 1.205 |
| 宁　夏 | 0.847 | 0.911 | 0.949 | 0.888 | 1.156 | 1.097 | 1.298 | 1.021 |
| 新　疆 | 1.000 | 1.141 | 1.170 | 1.368 | 1.602 | 1.966 | 2.190 | 1.491 |
| $PF^{(k)}$ | 0.859 | 0.901 | 1.010 | 1.104 | 1.316 | 1.555 | 1.824 | 1.224 |

为 1.425，它反映的是 2006 年贵州相对于 2000 年的最好水平的程度是 142.5%。从表 2 可知 2000-2006 年各地区工业企业经济效益的平均有效性程度的次序是：

云南 > 新疆 > 内蒙古 > 广西 > 青海 > 四川 > 重庆 > 甘肃 > 陕西 > 宁夏 > 贵州

其中云南、新疆和内蒙古的状况最好，效益指数超过 2000 年最好水平 45%。其次是广西、青海、四川和重庆，效益指数超过 2000 年最好水平大约 20%左右。甘肃、陕西和宁夏效益增长情况一般，略高于 2000 年的最好水平。贵州则低于 2000 年的最好水平。

除贵州外，西部地区工业企业的效益指数均好于 2000 年的最好水平。特别是有 3 个地区的效益指数提高的幅度超过 2000 年最好水平的 45%，这充分说明西部大开发对西部地区的发展起到了巨大的推动作用。

**Table3. The average growth rate of economic benefit of industrial enterprises in western China**
**表 3. 中国西部地区工业企业经济效益平均增长指数**

| 年份 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_k$ | 1.049 | 1.121 | 1.093 | 1.192 | 1.182 | 1.173 |

应用公式 $\alpha_k = PF^{(k)} / PF^{(k-1)}, k = 2,...,s$，可以算得西部地区工业企业经济效益的平均增长指数值如表 3 所示。

从表 3 可以看出西部地区工业企业经济效益的平均增长速度呈现平稳上升的趋势除了 2001 年外，各年的增长速度基本上都保持了 9%—20%的增速。特别是最后三年基本上保持在 18%左右的增速。显示了中国西部地区以西部大开发为契机、抓住机遇、快速发展，工业企业呈现出旺盛的生命力。

当然，西部地区经济社会发展还相对落后、一些地方的生产还过于粗放，面对全球经济的快速变化和未来的挑战，西部地区如何保持现有的效益仍然是一个富有挑战性的课题。

## 4 结束语

从以上应用可以看出，本文给出的测度方法与传统 DEA 方法之间存在明显的不同，传统 DEA 方法[8]构造的生产可能集是由决策单元自身构成的，而本文方法使用样本单元构造生产可能集，实现了评价对象与比对标准的分离。突破了传统 DEA 方法不能依据决策者的需要来自主选择参考集的弱点，因而，具有更加广泛的应用前景。

## References (参考文献)

[1] Wei Q L. Data Envelopment Analysis [M]. Beijing: Science Press, 2004(Ch).
魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[2] Ma Z X. Research on the Data Envelopment Analysis Method[J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2002, 24(3), P42~46(Ch).
马占新. 数据包络分析方法的研究进展[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(3), P42-46.

[3] Cooper W W, Seiford L M, Thanassoulis E, et al. DEA and its Uses in Different Countries[J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 154(2), P337-344.

[4] Cooper W W, Seiford L M, Zhu J. Handbook on Data Envelopment Analysis [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.

[5] Wei Q L, Chiang W C. An integral method for the Measurement of Technological Progress and Data Envelopment Analysis [J]. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 1996, 5, P75-86.

[6] Wei Q L, Sun B, Xiao Z J. Measuring Technical Progress with Data Envelopment Analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 1995, 80, P691-702.

[7] Fang J. Management of Modern Industrial Economy[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2002(Ch).
方甲. 现代工业经济管理学[M]. 中国人民大学出版社. 2002.

[8] Charnes A, Cooper W W, Rohodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6), P429-444.