

# 浙江省低碳经济发展效率评价

刘健

浙江省社会科学院

**【摘要】**为应对全球变暖的威胁，中国需要发展低碳经济，转变经济发展方式，而这种转变需要各个地区的参与。以中国经济最为活跃、发展低碳经济较早的浙江省为研究区域，基于 2005—2012 年的统计数据，使用 DEA 模型评价低碳经济的发展效率。结果表明：浙江省整体低碳经济发展效率较高，但仍然有提高的余地，具体体现在技术效率和规模效率上。因此，浙江省需要进一步调整产业结构，注重低碳技术的研发与推广。

**【关键词】**DEA 模型，低碳经济，效率评价，浙江省

**【中图分类号】**F127

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1673- 291X (2014) 34- 0182- 03

自 2003 年英国提出“低碳经济”以来，发展低碳经济已经成为主流。各国纷纷采取措施提高能源利用效率，降低碳排放，转变经济发展方式，实现经济由高碳向低碳过度。中国作为目前世界上最大的碳排放国，减排责无旁贷。为此，政府已经将碳约束目标写入“十二五”规划。为实现这些目标，转变中国长期以来的粗放型的增长方式、实现能源利用高效化、经济发展低碳化是关键。这种转变需要各个地区的参与。

浙江省位于中国东部沿海，一直是中国经济快速发展的地区，也是中国经济最具有活力的地区。在这里，新的技术、新的发展模式能迅速被消化使用。在发展低碳经济的大潮中，浙江省紧跟时代步伐，做了不少有益的尝试，取得了一定的成果，其发展低碳经济的经验和教训对其他地区也有一定的启示作用。通过 DEA 模型评价浙江省的低碳经济发展效率，根据分析的结果提出浙江省低碳经济发展的改进建议。

## 一、浙江省碳排放情况

从表 1 可以看出，从 2005—2012 年间，浙江省的碳排放总量一直保持增长，从 8440.43 万吨增加到 12452.31 万吨，增加了 47.53%，年均增长率为 5.71%。

表1 浙江省2006—2012年碳排放情况

| 年份   | 碳排放总量(万吨) | 碳强度(吨CO <sub>2</sub> /万元) |
|------|-----------|---------------------------|
| 2005 | 8440.43   | 0.63                      |
| 2006 | 9530.54   | 0.62                      |
| 2007 | 10648.81  | 0.61                      |
| 2008 | 10867.49  | 0.58                      |
| 2009 | 11296.26  | 0.54                      |
| 2010 | 12123.22  | 0.52                      |
| 2011 | 12834.69  | 0.50                      |
| 2012 | 12452.31  | 0.45                      |

作者简介：刘健(1984-)，男，天津静海人，助理研究员，博士，从事低碳发展、生态经济研究。

从 2005—2012 年间，浙江省的碳强度一直在降低，从 2005 年的 0.63 吨 CO<sub>2</sub>/万元减少到 2012 年的 0.45 吨 CO<sub>2</sub>/万元，减少了 28.50%，年均减少率为 4.68%。

## 二、DEA 模型

DEA 是由美国著名运筹学 A. Charnes 和 W. W. Cooper 等人于 1978 年提出旨在评价“多投入多产出”模式下决策单元间的相对有效性的方法<sup>[1]</sup>。由于不需要预先估计参数，因此，在避免主观因素和简化运算等方面有着良好的优越性，在各个方面得到了广泛的运用<sup>[2]</sup>。DEA 模型主要有规模报酬不变的 CCR 和规模报酬可变的 BCC 两种基本形式。采用基于投入的 CCR 模型。

假设有 n 个年度(受评估的决策单元 DMU)，每个决策单元 DMU<sub>j</sub> 都有 m 个输入和 s 个输出，则输入和输出向量分别为

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$$

$$Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$$

令 V 为 X 的权系数向量，U 为 Y 的权系数向量，以决策单元 DMU<sub>j</sub> 的评价效率为目标函数，则 CCR 模型为

$$\begin{cases} \max \frac{U^T Y_0}{V^T X_0} = h_0 \\ \text{s.t.} \frac{U^T Y_j}{V^T X_j} \leq 1 \\ U > 0, V > 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

利用 Charnes-Cooper 变换并引入松弛变量则模型变换为

$$\begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(e^T S^- + e^T S^+)] \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda \geq 0, s^+ \geq 0, s^- \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

其中， $\theta$  表示决策单元 DMU<sub>j</sub> 离有效前沿面的径向优化量，这里表示浙江省低碳经济效率； $s^+$  和  $s^-$  为松弛变量，其非零时使无效 DMU<sub>j</sub> 沿水平或垂直方向延伸到有效前沿面<sup>[3]</sup>。若  $\theta = 1$  且  $s^+ = s^- = 0$ ，则称决策单元 DMU<sub>j</sub> 为 DEA 有效，表示浙江省第 j 年的低碳经济 DEA 有效；若  $\theta = 1$  且  $s^+ \neq 0$  或  $s^- \neq 0$ ，则称决策单元 DMU<sub>j</sub> 为 DEA 弱有效，表示浙江省第 j 年的低碳经济 DEA 弱有效；若  $\theta < 1$ ，称决策单元 DMU<sub>j</sub> 为 DEA 无效，表示浙江省第 j 年的低碳经济 DEA 无效。

为表明各年各要素的投入量或产出量是否合适，可以计算投入冗余率和产出不足率。其中投入冗余率为决策单元 DMU<sub>j</sub> 中投入各分量的松弛变量  $s_{ij}^-$  与对应指标分量  $x_{ij}$  的比值，表示该分量指标可节省的比例；同样产出不足率为决策单元中各产出分量的松弛变量  $s_{ij}^+$  与对应指标分量  $y_{ij}$  的比值，表示该分量指标可提高的比例<sup>[4]</sup>。

### 三、指标选择和数据输入

传统的用于评价经济的 DEA 模型投入指标主要为资本投入和劳动投入，产出指标为经济总量。将 DEA 模型用于评价低碳经济，则在投入指标中加入了能源投入，出指标变为低碳产出水平。各个具体指标的选取 (如下表所示)。

表2 投入和产出指标

|      |        |               |
|------|--------|---------------|
| 投入指标 | 资本投入   | 固定资产投资        |
|      | 劳动投入   | 从业人员数量        |
|      | 能源投入   | 能源消费总量        |
| 产出指标 | 低碳产出水平 | 碳生产率 (碳强度的倒数) |

表3 浙江省各年的投入和产出数据

| 年份   | 碳生产率 (万元/吨CO <sub>2</sub> ) | 固定资产投资 (亿元) | 从业人员数量 (万人) | 能源消费总量 (万吨标煤) |
|------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2005 | 1.59                        | 6138.39     | 3100.76     | 12031.67      |
| 2006 | 1.60                        | 6771.22     | 3172.38     | 13218.85      |
| 2007 | 1.65                        | 7201.85     | 3405.01     | 14524.13      |
| 2008 | 1.78                        | 7689.00     | 3486.53     | 15106.88      |
| 2009 | 1.86                        | 9056.34     | 3591.98     | 15566.89      |
| 2010 | 1.94                        | 9715.41     | 3636.02     | 16865.29      |
| 2011 | 2.00                        | 11166.02    | 3674.11     | 17827.27      |
| 2012 | 2.22                        | 13653.95    | 3691.24     | 18076.18      |

### 四、实证分析

将上述数据代入 DEA 模型。使用 DEAP2.1 软件进行计算，结果 (如下页表 4 所示)。

表4 浙江省2005—2012年低碳经济DEA评价结果

| 年份   | 综合效率 (TE) | 纯技术效率 (PTE) | 规模效率 (SE) |
|------|-----------|-------------|-----------|
| 2005 | 1.000     | 1.000       | 1.000     |
| 2006 | 0.971     | 0.981       | 0.989     |
| 2007 | 0.930     | 0.934       | 0.996     |
| 2008 | 0.971     | 1.000       | 0.971     |
| 2009 | 0.958     | 0.989       | 0.968     |
| 2010 | 0.972     | 1.000       | 0.972     |
| 2011 | 0.957     | 0.965       | 0.992     |
| 2012 | 1.000     | 1.000       | 1.000     |

从下页表 4 中可以看到，只有 2005 年和 2012 年实现了 DEA 有效，其余各年 DEA 无效，即浙江省 2005 年和 2012 年的低碳经济发展是有效率的，其余各年的低碳经济发展是无效率的。从具体的数值来看，无效率各年的 DEA 效率都在 0.9 以上，表明这些年实现 DEA 有效是较为容易的。低碳经济整体发展水平较高。

对 DEA 综合效率(TE)进行分解,可以得到纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)。从表 4 中可以看到,在各 DEA 无效的年份中,2008 年和 2010 年达到了纯技术效率有效,其 DEA 无效是由规模效率无效造成的。其余 4 个年份的 DEA 无效则是纯技术效率无效和规模效率无效共同导致的。

计算各年的投入冗余率,结果(见表 5)。

从表 5 中可以看到,各年各投入要素的投入冗余率均较小,表明浙江省低碳经济中资源配置的效率较高。投入冗余率不为零表明配置效率还有进一步提高的余地。

表5 浙江省2005—2012年各投入要素投入冗余率

| 年份   | 投入冗余率  |        |        |
|------|--------|--------|--------|
|      | 固定资产投资 | 从业人员数里 | 能源消费总里 |
| 2005 | 0      | 0      | 0      |
| 2006 | 0.069  | 0.019  | 0.080  |
| 2007 | 0.066  | 0.066  | 0.123  |
| 2008 | 0      | 0      | 0      |
| 2009 | 0.011  | 0.031  | 0.011  |
| 2010 | 0      | 0      | 0      |
| 2011 | 0.035  | 0.035  | 0.085  |
| 2012 | 0      | 0      | 0      |

五、结论和建议

通过使用 DEA 模型对浙江省的低碳经济进行评价,可以得出:浙江省整体低碳经济发展效率较高,但仍然有提高的余地。具体体现在技术效率和规模效率上。

为进一步提高低碳经济的发展效率和水平,浙江省首先应该大力调整产业结构,淘汰落后产能,对工业技术进行升级改造,提高资源的利用效率。大力支持低碳环保产业的发展,建设生态工业园区,推动的低碳能源的使用。其次,浙江省应该注重低碳技术的研发和推广。一方面对技术研究资源进行整合,集中力量进行科技公关。同时加大对科研的投入,支持技术创新;另一方面构建新技术推广应用平台,通过实行税收、信贷等多方面的优惠,鼓励企事业单位采用低碳环保的新技术,促进新技术的推广和应用。

参考文献:

[1]李婧,白俊红,谭清美.中国区域创新效率的实证分析——基于省际面板数据及 DEA 方法[J].系统工程,2008,(12): 1-7.

[2]雷茜,基于 DEA 方法中国各省份能源效率评价及影响因素分析[J].中南财经政法大学研究生学报,2010,(6): 100-108.

[3]杨颖.四川省低碳经济发展效率评价[J].中国人口·资源与环境,2012,(6): 52-56.

[4]杨斌.2000—2006 年中国区域生态效率研究——基于 DEA 方法的实证分析[J].经济地理,2009,(7).