

# 基于 DEA 方法的地区新型工业化水平评价

凌巍炜

江西应用技术职业学院, 江西赣州 (341000)

E-mail: [ling0976@163.com](mailto:ling0976@163.com)

**摘要:** 本文将 DEA 方法创新地应用于新型工业化水平的评价中。简要介绍了 DEA 模型, 提出了 DEA 方法在新型工业化水平评价中的应用思路和过程, 并结合江西省和全国部分省份的实际数据进行了纵向和横向的新型工业化水平评价的实证研究, 对评价结果进行了分析, 得出了一些科学依据。

**关键词:** DEA 新型工业化 相对有效性 评价

中图分类号: 0221; TB114.1

## 1. 引言

自新型工业化提出以来, 已有学者涉及新型工业化指标体系的研究, 它是建立新型工业化的综合决策机制和协调管理机制的基础。但关于新型工业化水平评价的研究还鲜有学者涉及。近年来, 随着数据包络分析方法 (data envelopment analysis, 简称 DEA) 理论的不断深入, 其应用领域日益广泛, 应用研究成果层出不穷, DEA 现已成为研究处理复杂系统时的一种重要而有效的分析工具。应用 DEA 对地区新型工业化水平进行定量分析和评价, 可为走新型工业化道路的发展战略提供科学决策的依据。

## 2. DEA 模型简介

DEA 是由美国运筹学家 A.Charnes 和 W.W.Cooper 等学者在“相对效率评价”概念基础上发展起来的一种新的系统分析方法。它主要采用数学规划方法, 利用观察到的有效样本数据, 对决策单元 (DMU) 进行生产有效性评价。DEA 模型具有多种形式, 本文主要选择了评价规模及技术有效的  $C^2R$  模型<sup>[1]</sup>。

设有  $n$  个 DMU, 每个决策单元  $DMU_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) 都有  $m$  种类型的输入和  $s$  种类型的输出, 分别用输入向量  $x_j$  和输出向量  $y_j$  表示。

$$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, j = 1, 2, \dots, n; y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T, j = 1, 2, \dots, n;$$
$$v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T, u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T。$$

其中,  $x_{ij} = DMU_j$  对第  $i$  种输入的投入量,  $x_{ij} > 0$ ;  $y_{rj} = DMU_j$  对第  $r$  种输出的产出量,  $y_{rj} > 0$ ;

$v_i$  是对第  $i$  种输入的度量 (或称权);  $u_r$  是对第  $r$  种输出的度量 (或称权);

$$i = 1, 2, \dots, m, r = 1, 2, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n。$$

则, 评价第  $j_0$  决策单元 (下标用 0 表示) 的  $C^2R$  模型为

$$\begin{aligned} \max \quad & V_p = \mathbf{m}^T y_0 \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} \mathbf{w}^T x_j - \mathbf{m}^T y_j \geq 0, & (j=1,2,\dots,n), \\ \mathbf{w}^T x_0 = 1, \\ \mathbf{w} \geq 0, \quad \mathbf{m} \geq 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中,  $\mathbf{w} = \frac{v}{v^T x_0}$ ,  $\mathbf{m} = \frac{u}{v^T x_0}$ 。

若线性规划模型(1)存在最优解 $\mathbf{w}^0$ ,  $\mathbf{m}^0$ 满足 $\mathbf{w}^0 > 0$ ,  $\mathbf{m}^0 > 0$ , 并且最优目标值效率评价指数 $V_p = \mathbf{m}^{0T} y_0 = 1$ , 则称决策单元 $DMU_{j_0}$ 为DEA有效。

### 3. 基于 DEA 方法的地区新型工业化评价思路

把某一地区新型工业化系统(简称NIS)(某一时间或某一时段)视为DEA中的一个决策单元,它具有特定的输入和输出,在将输入转化为输出的过程中,努力实现系统的新型工业化(简称NI)水平目标。本文利用DEA方法,运用其基本功能——评价NI水平,同时期待在评价基础上对地区NIS的能力建设、系统由非NI转向NI以及对系统的预测、决策、协调和控制提供依据。

第一步,确定评价目的

正确地运用DEA方法,首先必须认真分析评价目的,这是建立输入输出指标体系和选择DEA模型的主要依据。对于NIS,NI水平高,意味着系统用较少的投入和较少的环境损失,获得较大的产出。用DEA术语表达即为:把人员投入、资金投入等因素作为输入,把收益等因素作为输出,NIS的DEA“相对有效性”即可用来衡量NI水平。

第二步,选择决策单元

选择决策单元,即确定参考集。从技术和经验上,DEA方法对DMU的个数有如下要求:一是参考集中的DMU应具有“同类型”特征;二是通常认为参考集元素个数不少于输入输出指标总数的2倍为宜。在NI水平评价中,如果进行多地区的横向比较,可以选取同一年份不同地区作为决策单元;如果进行某地区的纵向比较,可以选取不同的年份或时间段作为决策单元。

第三步,建立输入输出指标体系

选择输入输出指标体系的原则主要有:一是须能反映评价的目的与评价的内容;二是从技术上应避免输入(输出)集内部指标间的强线性关系;三是应考虑指标的多样性和指标的可获得性等。在NI水平的DEA评价中,理论上系统的输入包括人员投入、设备投入、资金投入、信息投入等,输出包括收益产出等。

第四步,选择DEA模型

DEA模型有多种形式,主要有 $C^2R$ 模型、 $C^2GS^2$ 模型、 $C^2WH$ 模型、Cobb-Douglas DEA模型等。在本文的实证研究中主要选择了评价规模及技术有效的 $C^2R$ 模型。应用中可根据问题的实际背景和评价目的选择合适的DEA模型。

第五步,进行DEA评价分析

进行DEA评价分析包括数据的收集与整理、DEA模型的求解以及进行DEA初探性分析,根据所得结论的科学性与合理性决定是否调整输入输出指标体系,是否重新选择模型。

模型的求解可以通过运行通用的规划软件包或专门的 DEA 软件以及用各类数学软件编程求解, 本文实证模型的求解采用数学软件 Matlab 编程实现。

#### 第六步, 调整输入输出指标体系

当对 DEA 评价及分析结果不满意时, 需要在不脱离评价目的的前提下调整输入输出指标体系, 重新求解。通过反复调整输入输出指标体系, 进行不同的 DEA 评价分析, 对比不同结果, 来观察指标对 *DMU* 的有效性的影响, 从而选择合适的指标体系。

#### 第七步, 得出综合评价结论

通过 DEA 方法的建模和求解可得到以下信息: 各 *DMU* 的 DEA 有效性、各 *DMU* 的相对规模收益情况、各 *DMU* 的相对有效性与各输入(输出)指标间的关系、不同指标对各 *DMU* 相对有效性的影响等, 根据以上信息, 并结合对实际问题背景的了解和对解决问题经验的把握, 就可以为决策提供有用的信息, 制定科学的战略和策略。 [2]

### 4. 新型工业化指标体系

新型工业化指标体系在我国已有学者研究, 请参考文献[3]-[9]。

### 5. 基于 DEA 方法的新型工业化水平评价实例

新型工业化指标体系还属于探索阶段, 定义的指标是基于理论化的可操作, 在目前的实际应用中, 有些数据还难以统计, 为此, 在实际应用中可选取具有代表性的指标作为输入输出。

输入变量共为七组(分别用  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$  表示): 1) 主体投入=资金结构+人力资源结构; 2) 人员投入=万人拥有专业技术人员+技术人员占职工总数的比重+ R&D 人员占职工总数的比重; 3) 设备投入=产业平均设备水平结构+技术创新设备占总设备的比重 4) 资金投入=科技活动经费支出占国内生产总值的比重+ R&D 支出占国内生产总值的比重+人均教育支出 5) 政策投入=用于工业化的财政拨款占财政支出的比重 6) 信息投入=信息产业产值占 GDP 的比重 7) 资源环境投入=单位工业增加值的能源消耗量。

输出变量全部转化为发展指数, 共四组(分别用  $O_1, O_2, O_3, O_4$  表示): 1) 工业总产值占国内生产总值的比重+总资产贡献率 2) 科技进步率+新产品产值率 3) 企业信息化水平 4) 万元产值综合能耗

这里的输入输出指标都使用了综合后的值, 所有数据使用前均进行了标准化处理。

#### 5.1 对江西省新型工业化水平的纵向评价

数据来源: 相应年份的江西省统计年鉴及华通数据中心<sup>[10]</sup>。

对输入输出进行不同的组合, 得到不同的方案。表 1 给出了部分方案及其 DEA 评价结果( DEA 有效性系数), 并给出这些方案下的各年份的平均有效性系数。计算结果是使用优化软件 Lingo 编程计算而得。

表 1 江西省 1996-2006 年新型工业化水平评价结果

年份	方案	1	2	3	4	5	平均
	输入	1234567	123456	123457	234567	1234567	
	输出	1234	1234	1234	1234	123	
1996		0.2456	0.1982	0.1023	0.0763	0.2456	0.1736
1997		0.2682	0.2507	0.1991	0.1324	0.2649	0.2231

1998	0.5673	0.5061	0.3249	0.3029	0.4901	0.4383
1999	0.4390	0.4201	0.3982	0.3719	0.4318	0.4122
2000	0.6098	0.5983	0.5107	0.4283	0.5872	0.5469
2001	0.7321	0.7059	0.6190	0.6021	0.7129	0.6744
2002	0.8456	0.8167	0.7493	0.7194	0.8270	0.7916
2003	0.8563	0.8211	0.7624	0.7219	0.8402	0.8004
2004	0.8971	0.8674	0.7856	0.7529	0.8736	0.8353
2005	0.9024	0.8743	0.8039	0.7796	0.8961	0.8513
2006	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

评价结果分析:

#### (1) 总体分析

相对 1996~2006 年的数据而言,2006 年在各方案下,全部为 DEA 有效。按新型工业化 DEA 的“相对有效性”即可用来衡量新型工业化水平,那么 2006 年的江西新型工业化水平是相对最高的。从平均有效系数来看,10 年来总体上来说基本呈现上升趋势。特别是 2001 年以后,江西的新型工业化水平是越来越高,这与江西近年来实施的以工业化发展为主体的江西在中部地区崛起的实际情况相符合。

#### (2) 分析对新型工业化水平的影响

比较方案 1 与方案 2,方案 2 在缺省指标  $I_7$  的情况下,有效性系数有所变动,在前两年变动微小,随着年份的推后,有效性系数变动加大。说明随着年份的向后推移,工业化水平越来越高,指标  $I_7$  对新型工业化水平影响越大。即随着工业化基础加强,工业化水平提升,环境资源对新型工业化的影响力度加大,体现出了新型工业化的可持续发展的内涵。

比较方案 1 与方案 3,方案 3 在缺省指标  $I_6$  的情况下,整体上有有效性系数变动较大,且基本上是下降的变动。说明指标  $I_6$  对 DEA 有效的作用重大,体现出了新型工业化以信息化带动工业化的内涵。

比较方案 1 与方案 4,方案 4 在缺省指标  $I_1$  的情况下,有效性系数整体降低幅度较大。说明指标  $I_1$  严重制约 DEA 有效性系数的增长,体现出了新型工业化的主体投入的重要性。

## 5.2 对全国部分省(直辖市)的新型工业化水平的横向评价

数据来源:2007 年中国统计年鉴及华通数据中心<sup>[11]</sup>。

决策单元:选取 10 个东西中部等区域具有代表性的省份(直辖市)作为决策单元。

表 2 2006 年全国部分省(直辖市)新型工业化水平评价结果

省份	有效性系数	省份	有效性系数
北京	1.0	重庆	0.9027
上海	1.0	云南	0.4275
广东	1.0	四川	0.5329
河南	0.7329	新疆	0.4189
江西	0.5481	内蒙古	0.2673

注:把全国平均水平作为一个 DMU 加入模型中,得到全国平均水平的最优值为 0.5938 由表 2 可得出 DEA 评价结论如下:

1)北京、上海、广东等发达地区相当于其它欠发达地区为 DEA 有效,说明该三个地区新

型工业化水平相对较高；

- 2) 内蒙古的有效性系数最底，并且与其它省份差距较大，与全国平均水平差距也很大；
- 3) 江西、云南、四川、新疆的有效性系数偏底，稍低于全国平均水平。

### 5.3 综合结论

综合上述评价结果分析，结合结果数据，可得出以下几点启示：

- 1) 信息化在工业化发展中起到倍增和催化作用，对新型工业化的有效性具有重要地作用，建议江西在走新型工业化道路中，必须高度认识推进信息化的重要意义；
- 2) 资源环境因素随着工业化水平的提升越发影响制约着新型工业化水平的有效性系数，建议江西随着工业的崛起，江西走新型工业化道路依托资源而又必须坚持新型工业化的可持续发展；
- 3) 主体投入严重影响新型工业化水平的有效，建议江西走新型工业化道路必须充分重视解决工业化投入不足的制约；
- 4) 江西的新型工业化水平虽然在提高，而且近年来提高的速度也非常快，但与我国发达地区相比要有很多差距；
- 5) 我国能达到新型工业化水平 DEA 相对有效的省份只有少数几个发达地区，大部分省份的 DEA 相对有效性系数比较偏低，同时新型工业化水平不平衡，从而导致我国新型工业化的平均 DEA 相对有效性系数不高。

### 参考文献

- [1] 魏权龄. 数据包络分析 (DEA) [M]. 北京: 科学出版社, 2004
- [2] 曾珍香, 顾培亮, 张闽. DEA 方法在可持续发展中的应用[J]. 系统工程理论与实践. 2000 (8): 115-117
- [3] 陈森良, 汤健, 吴琛琛. 新型工业化统计指标体系设计[J]. 贵州财经学院学报, 2004 (3): 11-12
- [4] 李建, 周继红. 试论我国新型工业化测度与评价指标体系的建立[J]. 兰州学刊, 2003(4): 72-74
- [5] 谢德禄, 李琼, 王小明. 试析新型工业化的指标体系与评价标准[J]. 改革, 2004(4): 30-38
- [6] 张克俊, 曾科. 新型工业化标准与评价指标体系研究[J]. 中国科技论坛, 2004(6): 125-128
- [7] 董富华, 徐华国. 新型工业化指标体系的构建与应用[J]. 经济论坛, 2004(19): 127-128
- [8] 吴亚燕. 建立新型工业化评价指标体系的思考[J]. 江苏统计, 2003(4): 45-46
- [9] 谢德禄, 李琼, 王小明. 建立新型工业化的指标体系与评价标准探讨[J]. 经济与管理, 2004(3): 57-61
- [10] 江西省统计年鉴. 1996-2007
- [11] 国家统计局. 中国统计年鉴 2007[M]. 北京: 中国统计出版社, 2007

## The Estimation In The Level Of Area New Industrialization Based On Theory Of DEA

Ling Weiwei

Jiang Xi College of Applied Technology, Ganzhou Jiangxi (341000)

Abstract

This paper states the application of theory of DEA to the estimation in the level of New industrialization .It briefly introduces the model of DEA , puts forward its thought and process used in this area .With the study in both vertical and horizontal level of this area ,and the data of Jiangxi province and other provinces in our country ,the paper analyses the results, acquires some valuable information , and provides scientific basis of making the road of new industrialization.

Key words: DEA ; New industrialization ; Relative efficiency ; Appraise