

城市环保治理效果模型构建与实证研究

——以贵州省数据为例¹

李强

(北京大学政府管理学院, 北京 100871)

【摘要】: 文章根据城市环保治理效果的一级效率指标和二级效率指标, 运用 DEA 理论系统建构城市环保治理效果的模型。具体选择贵州省 7 个城市的有关数据为考察样本进行实证研究。通过一级效率指标和二级效率指标得出的相关数据, 对各个城市的不同环保治理效果进行具体分析。以建构模型和实证研究的结果相联系, 最终对城市环保治理效果进行策略研究。

【关键词】: 城市环保治理效果; 贵州省; 模型构建; 实证研究

【中图分类号】: F291.1; X324 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2019)04-193-03

1 引言及文献综述

学者对国外城市环保的研究, 大都以环境教育学和社会心理学等学科为主要背景, 注重城市环保理论的实用性和可控性。例如澳大利亚的怀阿拉市(Whyalla)以可持续发展为导向, 在城市环保工程中融入可持续发展技术, 将绿地面积的增加、再生能源的推广、水资源的回收利用等措施加入具体的环保项目工程中^[1]。巴西的库里蒂巴市(Curitiba)在城市规划中采取能源保护措施、循环回收处理垃圾、创新公交导向机制等方式来为环保工程项目贡献力量。德国的埃朗根市(Erlangen)制定了城市环保议程, 主要包括风景绿化的提升、交通政策的改善、能源消耗的循环利用、森林河谷的保护等内容^[2]。

而在我国, 相关研究者更加侧重于城市环保与环境保护意识关系的探讨与研究。吴祖强和李万新^[1]依据上海市居民的城市环保意识进行研究, 得出以下结论: 城市环保意识与对环境的认知、年龄、家庭收入情况等要素息息相关。于文超^[2]通过多元线性回归分析法对城市环保效果进行综合考察, 认为民众的城市环保参与程度与调查者的社会背景、受教育程度、环境污染的感知力和环境保护知识的储备均有较大的关系。

综上, 针对我国目前城市环保意识缺乏、城市环保治理效果不佳等现状, 本研究将贵州省作为实证研究的主要对象, 将 DEA 模型运用其中, 试图构建评估模型对城市环保治理提出可行性的改良建议。

2 模型建立

2.1 构建 DEA 模型

¹基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“政府治理与市场监管改革研究”(17JJD810002)

作者简介: 李强(1988—), 男, 山东淄博人, 博士研究生, 研究方向为政府监管、环境治理。E-mail: liqiang969541045@163.com

建构城市环境保护治理效果的模型需间接引用 DEA 模型中的 C²R 模型，在 C²R 模型中，假设有许多决策单元(DMU)，每个 DMU 都包括不同的输出与输入衡量指标，例如 x_{ij} 是 DMU_{j0} 对第 i 个输入指标的投入量， y_{ij} 是 DMU_{j0} 对第 i 个输出的产出量 ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$)，可得出每个输入指标和输出指标的权重。因此，以决策单元构建 DEA 模型是针对规模有效性和技术有效性，而构建 C²R 模型是针对 DMU 决策单元的有效性。

本文构建公式如下：

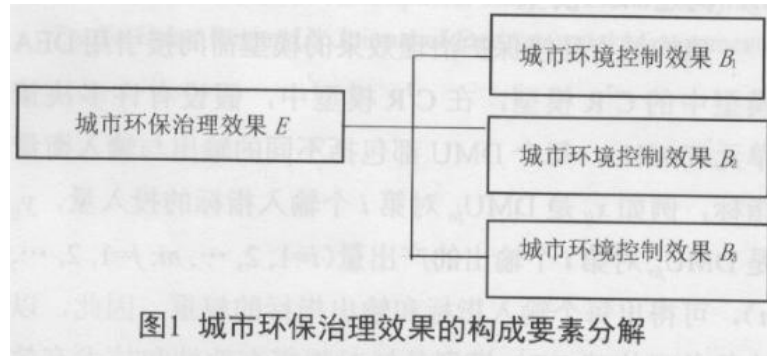
$$\begin{aligned} & \min [\theta - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + \hat{e}^T s^+)] \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0 \\ \lambda_j \geq 0; j=1, 2, \dots, n; s^+ \geq 0; s^- \geq 0; \theta \in E \\ \hat{e} = (1, 1, \dots, 1)^T \in E^m; e = (1, 1, \dots, 1)^T \in E^s \end{cases} \quad (1) \end{aligned}$$

式中： θ 表示第 j_0 个决策单元(DMU)的有效量化指标； x_j 表示第 i 个输入指标的投入量， y_j 表示第 i 个输出的产出量， λ_j 表示第 j 个决策单元的权重； $\hat{e}^T$ 表示输入矩阵， E 表示产出量， E^s 表示输入产出量， E^s 表示输出产出量； s^- 、 s^+ 代表松弛变量， $s^- \geq 0$ ， $s^+ \geq 0$ ； ε 代表非阿基米德无穷小量。其中通过 DEA 模型对每个决策单位进行考量，从而有效判断决策单元中的输出产出量与输入产出量是否存在有效性。假如决策单元中所涉及的投入量是非有效性的，那么就可从投影分析和规模收益分析的角度具体判断投入量的产生方式。从另一方面而言，假如在决策单元中所涉及的投入量具有有效性，则还需考虑完善各项投入产值的指标情况。

2.2 构建城市环保治理效果的指标体系

2.2.1 城市环保治理效果的构成要素

城市环保治理主要由城市环境建设、城市生态建设、城市环境控制 3 部分组成。城市环境建设主要包括绿地、生活垃圾处理、城市污水处理、天然气燃气的使用和自来水的循环使用等方面的内容；城市生态建设主要涵盖对地下水、湿地等自然资源乃至植树造林和绿化建设等方面的内容；城市环境控制主要包括水、空气、噪声、废弃物等方面的内容。本研究则将一级效率指标设定为城市环保治理效果的指标衡量体系，将二级效率指标分别设定为城市环境建设、城市生态建设、城市环境控制，划分具体内容如图 1 所示。



2.2.2 构建城市环保治理评价指标体系

(1) 构建城市环境保护治理效果二级效率的指标体系中分别选择输出指标和输入指标^[9-5]。在表 1 中，城市环境控制效果 B_1 中包含不相同的输出指标和输入指标，逆指标是区域环境噪声等效声级指标；换言之，区域环境噪声等效声级与城市环境控制效果 B_1 二级效率指标呈现负相关。因此通常将区域环境噪声等效声级指标转变为正指标，即用 $-1(\text{db}^{-1})$ 表示。

(2) 通过将选择城市环保治理效果输入指标与上文所提及的城市环保治理效果二级效率指标作为输出指标相结合，从而建构城市环保治理效果一级效率指标体系，如表 2 所示。在城市环保治理效果一级效率指标体系中，关于输入指标 I_5 中环保投入的总和，具体应通过污染治理投入、生态建设投入和环保建设投入进行综合考量。

表 1 城市环保治理效果二级效率指标体系

城市环保治理效果二级效率指标	输入指标和输出指标	代码	指标性质
城市环境控制效果 B_1	环保行业人员占从业人员比例/%	I_1	输入
	污染治理投入占地方财政支出比例/%	I_2	
	二氧化硫净化率/%	O_1	输出
	烟尘净化率/%	O_2	
	粉尘净化率/%	O_3	
	工业废水排放达标率/%	O_4	
	固体废物综合利用率/%	O_5	
	区域环境噪声等效声级 $-1(\text{db}^{-1})$	O_6	
城市环境建设效果 B_2	环保行业人员占从业人员比例/%	I_1	输入
	环保建设投入占地方财政支出比率/%	I_3	
	人均公园绿地面积/平方米	O_7	输出
	城市污水处理率/%	O_8	
	生活垃圾处理率/%	O_9	
	自来水普及率/%	O_{10}	
	用气普及率/%	O_{11}	
城市生态建设效果 B_3	环保行业人员占从业人员比例/%	I_1	输入
	生态建设投入占地方财政支出比重/%	I_4	
	建成区绿化覆盖率/%	O_{12}	输出
	人均造林面积/平方米	O_{13}	
	湿地面积占国土面积比重/%	O_{14}	

	地下水资源占水资源比重/%	0 ₁₅	
--	---------------	-----------------	--

表 2 城市环保治理效果一级效率指标体系

城市环保治理效果一级效率指标	输入指标和输出指标	代码	指标性质
城市环保治理效果 E	环保行业人员占从业人员比例/%	I ₁	输入
	环保投入占地方财政支出比例/%	I ₅	
	城市环境控制效果	B ₁	输出
	城市环境建设效果	B ₂	
	城市生态建设效果	B ₃	

3 实证研究

3.1 样本的选取

通过选择贵州省的 7 个城市作为样本数据，以此来对城市环保治理效果进行实证分析，其中贵州省 7 个不同的城市用字母 A~G 来表示。

3.2 评价结果及分析

3.2.1 贵州省 7 个城市二级效率指标评价结果及分析

城市环境保护治理效果二级效率的指标中，通过建构 DEA 模型为基础，利用 Max DEA 软件得出贵州省 7 个城市关键保护治疗效果二级效率的相关数据，其中二级效率指标分别用城市环境控制效果 B₁、城市环境建设效果 B₂、城市生态建设效果 B₃表示，如表 3 所示。

表 3 贵州省 7 个城市二级效率指标评价结果

城市	城市环境控制效果 B ₁	城市环境建设效果 B ₂	城市生态建设效果 B ₃
A	0.823	0.68	1
B	1	0.915	0.956
C	1	1	1
D	0.524	0.537	0.997
E	0.697	0.807	1
F	1	1	1
G	1	1	1

从表 3 可知，C、A、D、G、E 这 5 个城市在城市环境控制效果 B₁、城市环境建设效果 B₂和城市生态建设效果 B₃ 中的二级效率指标中。

对城市环境控制效果 B₁分析可得，城市 B、C、F、G 在二级效率指标中处于较高水平，城市 A、E 在二级效率指标中处于中间的位置，城市 D 处于较弱位置；对城市环境建设效果 B₂分析可得，C、F、G 这三个城市在二级效率指标中处于较高水平，城市 B、E 在二级效率指标中处于中间位置，其余城市在二级效率指标中处于较弱位置；对城市生态建设效果 B₃分析可知，城市生态

建设效果 B_3 与前两个数据相比有一定的差异，城市生态建设效果 B_3 在二级效率指标中大多数都很高，城市 A、C、E、F、G 在二级效率指标中处于较高水平，其余城市在二级效率指标中处于较低水平。

3.2.2 贵州省 7 个城市一级效率指标评价结果及分析

在城市环境保护治理效果的一级效率指标体系中，通过利用 Max DEA 软件和建构 DEA 模型，以此来研究贵州省 7 个城市环保治理效果的一级效率指标，如表 4 所示。

表 4 贵州省 7 个城市一级效率指标评价结果

城市	得分 θ	权重之和 $\sum \lambda_j$	规模收益	松弛变量 S_1^-	松弛变量 S_2^-	松弛变量 S_1^+	松弛变量 S_2^+	松弛变量 S_3^+
A	0.416	1.42	递减	0	0	0.517	0.412	0
B	0.528	0.91	递减	0.021	0	0	0.18	0.254
C	0.726	0.854	递减	0	0	0.032	0	0
D	0.653	1.723	递减	0	0	0.383	0.577	0
E	0.802	1.412	递减	0	0.009	0.526	0.076	0
F	0.877	0.83	递增	0.132	0	0	0.09	0.035
G	0.917	0.882	递增	0	0	0	0.081	0.177

从表 4 可知，E、B、G 这 3 个城市的环保治理效果处于较高水平；城市 A、F 的环保治理效果在一级效率指标中处于中间位置；D、C 两个城市的环保治理效果在一级效率指标中处于较弱水平。从规模效益的视角进行研究，B、C、E 呈稳定趋势，F、G 的规模效益呈递增趋势，其他城市的规模效益则呈递减趋势。

4 建议及措施

通过将城市环境控制效果、城市生态建设效果和城市环境建设效果的 3 个内容进行对比研究，可知城市生态建设效果处于较强水平，而城市环境建设效果和城市环境控制效果则较弱。故本文针对城市环保的现状提出相应的治理举措和相关改善策略。

4.1 完善城市环保治理模式

城市环保治理模式需以政府为导向，加强对城市环保治理的监管力度，通过划定城市环保的直接受益方与间接受益方来进行有效治理。比如对城市环保的污染者采取收费形式，这种做法具有普遍适用性；需将城市污水处理厂的成本纳入城市环保污染者的收费名录中，将废弃物的收集、装运和填埋的成本纳入城市环保污染者的固体废物征收的费用征集中。通过对城市环境保护治理所采取的建议，有效解决城市废弃物的排放、提高城市的环境质量、解决城市环保的资金短缺等一系列问题。

通过对城市环境保护治理效果的全面分析，重点对城市环保预防意识的加强，突出强调将城市环保“末端治理”转换成预防治理，以此有利于从根本上解决城市环保问题。有效治理城市环保问题，必须将利用先进的科技与培养当地人的环保意识相结合，研发出一种适应当地的城市环保管理方案^[6]。

4.2 完善城市环保的监督机制

各个环保相关部门必须建立健全城市环保监督机制，例如对地表水、空气乃至生态环境等进行全方面的准确观测，对于所呈现的问题及时采取城市环保举措，可利用动态监控仪器对城市环保的污染情况进行实时监控，对不符合城市环保规定的排污责任方，可与当地的环保执法机构和金融部门等通力合作来解决此事。

参考文献：

- [1] 吴祖强, 李万新. 中国环境治理效率的国际比较和历史分析——基于 DEA 模型的研究[J]. 科学学研究, 2008 (6): 1221-1230.
- [2] 于文超. 公众诉求、政府干预与环境治理效率——基于省级面板数据的实证分析[J]. 云南财经大学学报. 2015 (5): 132-139.
- [3] 瞿鸿雁. 我国城市环境污染问题与对策思考[J]. 经济视角, 2011 (5): 117-118.
- [4] 中国环境意识项目办. 2010 年全国公众环境意识调查报告[J]. 世界环境, 2011 (2): 72-77.
- [5] 王凤. 公众参与环保行为影响因素的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013 (6): 30-35.
- [6] 曾圣钧. 国内外公众环保行为的影响因素述评[J]. 价值工程, 2011 (5): 209-210.