

基于多维评价的生态环境与经济发展综合分析

徐秀丽¹ 郭慧² 赵晨颖²

华北理工大学 理学院

[摘要]近年来,我国经济迅速发展,但同时生态环境逐渐恶化,同时也制约着经济的发展。故有必要对各省生态环境和经济状况这二者之间的矛盾关系进行研究,正确合理的评价一个城市的发展,从而为我国可持续发展策略提供依据。本文对各省经济发展与生态环境状况进行分析,采用因子分析法确定各指标因子得分,引入耦合协调度模型,综合分析经济与生态环境的交互情况。同时,综合考虑经济发展、生态环境以及耦合协调度,采用模糊综合评价法对各省整体发展状况进行评价,进而为相关部分提供建议。

[关键词]经济与生态环境;因子分析;层次分析法;耦合协调度;模糊综合评价

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.170

0 引言

近年来,随着每一个国人的不懈努力,我国经济快速发展,但同时生态环境逐渐恶化,反过来也制约着经济的发展^[1]。所以正确合理的评价一个城市的发展至关重要,可以为各省和直辖市确定发展方向,实现各省的均衡发展,也能够为相关部门提高各省生态环境与经济的协调发展水平提供决策建议和实证依据。本文因子分析法、耦合协调度模型、模糊综合评价法对各省整体发展状况进行评价,从而为城市发展评价提供一个参考^[2-4]。

1 评价指标体系的构建

影响我国经济与生态环境的相关因素众多,故合理的选择评价指标尤为重要。本文将体系分为生态环境状况、经济发展状况两一级指标,在生态环境中选取废气、废水、废渣三方面;在经济发展中选取GDP、人口、地方财政支出、收入、居民收支情况五方面。在每个二级指标中引出影响其值的三级指标,作为最终评价指标体系。

2 因子分析

本文以废水为例,有13个因素对其产生影响,故采用因子分析进行降维,在简化计算的同时综合考虑每一因素。由于各指标表示的物理意义不同,为保证数据有良好代表性对数据进行标准化处理。为判断是否适合进行因子分析计算各指标间相关系数,得出相关系数矩阵热力图:



图1 相关系数图

通过观察热力图,可以看出相关系数多数大于0.9。同时,KMO值为0.721; Bartlett球形检验P值为0.000,说明各个变量之间具有较大的相关性,有必要对所选指标做因子分析。

首先计算相似矩阵的特征值和特征向量,进而计算贡献率。可以看出在因子4时总方差解释特征根低于1,此时贡献率达到81.72%,说明前3个因子能够将原有的13个因子的信息概括出来,故在本研究选取前3个因子。其次计算因子的载荷矩阵,进而进行因子旋转,使得每一个因子的解更加容易解释,利用回归方法求出因子得分模型,计算因子得分。

$$F_1 = 0.15X_1 + 0.146X_2 + 0.15X_3 + 0.151X_4 + 0.143X_5 + 0.067X_6 + 0.011X_7 + 0.021X_8 + 0.058X_9 + 0.002X_{10} + 0.082X_{11} - 0.001X_{12} + 0.058X_{13}$$

$$F_2 = 0.006X_1 + 0.08X_2 + 0.051X_3 + 0.026X_4 + 0.066X_5 - 0.047X_6 + 0.011X_7 + 0.307X_8 + 0.257X_9 + 0.304X_{10} - 0.009X_{11} + 0.294X_{12} + 0.022X_{13}$$

$$F_3 = 0.132X_1 + 0.159X_2 + 0.186X_3 + 0.213X_4 + 0.202X_5 + 0.272X_6 + 0.543X_7 + 0.019X_8 - 0.2X_9 + 0.092X_{10} + 0.653X_{11} + 0.063X_{12} + 0.649X_{13}$$

根据方差贡献率计算出每一因子的权重,以此为加权系数,从而得出:

$$F = 0.4837F_1 + 0.3185F_2 + 0.1978F_3$$

针对其他指标同理,计算出其综合得分模型。根据上述因子分析所得出的每一城市每一指标的数据,同样将一级指标下二级指标进行因子分析,进而更进一步评价经济发展与生态环境。

部分结果展示如下(经济发展越大越好,生态环境越小越好):

表2 经济发展与生态环境结果

城市	经济发展	生态环境
北京市	1.427888	-0.92433
天津市	0.301685	-1.18646
河北省	0.125953	1.231947
山西省	-0.76647	-0.01979
内蒙古自治区	-0.3311	0.029753

3 耦合协调度模型

表1 计算结果

总方差解释				因子得分					
成分	特征根			旋转后方差解释率			成分		
	特征根	方差百分比	累积	特征根	方差百分比	累积	成分1	成分2	成分3
1	6.329	48.69%	48.69%	5.138	39.53%	39.53%	0.15	0.006	0.132
2	3.083	23.71%	72.40%	3.383	26.03%	65.55%	0.146	0.08	0.159
.....
12	0.012	0.09%	99.95%	-0.001	0.294	0.063

表 3 耦合协调度结果 (部分)

省份	耦合度C值	协调指数T值	耦合协调度D值	协调等级	耦合协调程度
上海市	0.996572	0.752657	0.86607	9	良好协调
北京市	0.986799	0.747212	0.85869	9	良好协调
河南省	0.997873	0.492894	0.701317	8	中级协调
福建省	0.963437	0.556688	0.732349	8	中级协调
浙江省	0.962097	0.54369	0.723244	8	中级协调

为分析生态环境与经济发展之间的交互关系引入耦合度模型。其具体步骤如下:

首先计算其耦合度:

$$C = 2 \left[\frac{(u_1 \cdot u_2)}{(u_1 + u_2)^2} \right]^{1/2} \text{ 其中 } (u_i = \sum_{j=1}^m w_j u_{ij} (\text{其中 } \sum_{j=1}^m w_j = 1))$$

C表示耦合度; u_1, u_2 分别表示第一个系统到第i个系统对于总系统的贡献, 本文 u_1 用来表示经济发展子系统, u_2 用来表示生态环境子系统。 u_{ij} 表示归一化值; w_{ij} 表示权重。

之后建立耦合调和模型: $D = (C \cdot T)^{1/2} (T = au_1 + bu_2)$, D为生态环境与经济发展的耦合协调度, a、b为权重, 由于本文分析生态环境与经济发展协调程度, 故取: a=b=0.5。

根据上述所述的耦合协调度模型对交互关系进行计算, 将协调等级定义为1-9, 等级越高表示协调程度越好, 得出如下结果 (这里仅展示部分结果):

4 模糊综合评价

由于各省整体的发展好与坏之间没有明确的区分, 本文采取模糊综合评价将经济发展、生态环境、耦合协调度这三项作为评判指标进行评判, 从而判断各省的总体发展情况。

首先确定其因素集、评语集以及权重集。这里将因素集设置为生态环境、经济发展、耦合协调度。评语集设置为很好、一般、不好三个等级。

根据上文所得评价指标以及数据, 本文利用层次分析法进行权重的确定, 其中目标层是生态环境与经济发展, 准则层即为生态环境、经济发展、耦合协调度, 由于目的在于求权重, 故方案层并不受影响, 建立出层次结构。

令 h_{ij} 表示 i 对 j 的相对重要程度, 计算与之对应的特征向量和判定该矩阵是否满足一致性检验。判断矩阵如下:

表4 判断矩阵

	经济发展 (e1)	生态环境 (e2)	耦合协调度 (e3)
经济发展 (e1)	1	2	3
生态环境 (e2)	1/2	1	2
耦合协调度 (e3)	1/3	1/2	1

由判断矩阵计算被比较元素对于该准则的相对权重, 并进行一致性检验。由计算得一致性指标 $CI = 0.0046$, 为衡量 CI 的大小, 引入随机一致性指标 RI , 已知三阶方阵对应 $RI = 0.52$, 进而算出 $CR = 0.0079 < 0.1$, 因此通过一致性检

验。

计算得出 e_1, e_2, e_3 的指标向量, 将指标向量归一化后转化为指标权重, 得出: 经济发展权重=0.5396, 生态环境权重=0.2970, 耦合协调度权重=0.1634。

其次, 构造评判矩阵。本文以北京市为例, 正向指标以最大值为最优值, 负项指标以最小值为最优值, 进行模糊综合评价分析, 得出相应的评判矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} 0.67 & 0.30 & 0.03 \\ 0.72 & 0.26 & 0.02 \\ 0.98 & 0.01 & 0.01 \end{pmatrix}$$

利用模糊矩阵的复合计算 $B=A \cdot R$, 其中B中每一项即A和R中相应元素取加权平均运算, 可以得出北京市整体评价属于很好的隶属度为0.5396, 属于一般的隶属度为0.3, 属于不好的隶属度为0.03。根据最大隶属度原则, 可以看出北京市总体发展情况很好。

针对国内其他省份, 采用同样的计算方法, 得出如下结果:

5 结束语

根据上述结果, 可以看出北京、上海等城市, 其相对来说耦合协调度较高同时经济发展与生态环境状况都较好, 而河南、辽宁等城市处于一般状态, 针对贵州、江西等城市状况不太良好。另外, 也可结合其他评价方法如灰色综合评价针对此类问题进行讨论, 同时也可讲此类方法应用到其他领域中。

参考文献

- [1] 严金强. 基于再生产理论的生态与经济协调发展理论探讨[J]. 政治经济学报, 2019, 16 (03): 146-158.
- [2] 金桃, 肖玫军, 董艳艳, 潘伯娟, 张蓝月, 廖小锋. 喀斯特山区土地整治与区域生态环境的耦合协调性分析——以贵州省为例[J]. 贵州科学, 2019, 37 (05): 60-65.
- [3] 叶珍, 基于 AHP 的模糊综合评价方法研究与应用[D]. 华南理工大学, 2010.6
- [4] 傅湘, 纪昌明. 区域水资源承载能力综合评价——因子分析的应用[J]. 长江流域资源与环境, 1999 (02): 168-173.

表 5 模糊综合评价结果

评语集	省份
很好	上海、广州、北京、深圳、福建、湖北、浙江、海南、湖南、天津
一般	河南、辽宁、黑龙江、安徽、吉林、云南、广西、河北、青海、内蒙古、四川
不好	陕西、贵州、江西、广东、宁夏、山东、西藏、新疆