

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2015.05.024

水环境治理绩优度的模糊审计评价研究

——以荣昌县濑溪河为例^①

黄昌兵, 张孝友

西南大学 经济管理学院, 重庆 400716

摘要: 采用问卷调查、比例变换、极差变换、区间变换等方法收集与处理原始数据, 把不带统一量纲原始数据转换成可比的系统变量, 利用模糊数学评价模型并借助专家打分, 筛选构建各准则要素的专家综合评判矩阵, 确定绩优度评价的准则要素和所有观测指标及其权重, 计算出各单因素、综合因素判断矩阵向量及评价结果. 结果表明濑溪河水环境治理绩优度处于“合格”水平, 且接近“中等”水平, 水环境治理提升空间较大, 各因素方面存在较大潜力可挖, 提出了荣昌县改进和完善该流域水环境治理的相应对策.

关键词: 水环境治理; 绩优度; 模糊评价

中图分类号: X524

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)05-0153-05

水生态文明建设是改变片面追求经济 GDP、忽视绿色 GDP 与幸福 GDP^[1]的错误理念, 建设充满代际公平^[2]的和谐社会的重要途径. 目前, 国内外关于水环境治理绩效审计的研究^[3-5]中很少有把模糊数学应用于次级河水环境治理绩效审计评价的绩优度(借鉴项目管理成熟度^[6]概念)定量研究的. 因此, 论文针对次级河水环境治理绩效审计评价标准难以定量的问题, 综合运用模糊综合评价法等方法成功解决模糊性指标难以定量的问题, 系统地建立水环境治理模糊综合评价模型及其评价标准, 结合荣昌县濑溪河水环境治理实际验证并定量评价该流水环境治理的绩优度, 提出持续改进与完善水环境治理的政策措施, 以期为流域水环境治理绩效审计评价提供技术方法支撑和理论依据.

1 研究方法

重庆市纳入日常监测的主要河流共有 73 条 131 个断面. 近几年重庆市政府投入各类资金 80 多亿元对包括濑溪河在内的 21 条河进行强力整治, 次级河部分达标, 部分黑臭河通过整治已成为老百姓休闲之处^[7-8]. 但水环境要达到“水皆缥碧, 千丈见底”的境界任重而道远. 濑溪河荣昌段长约 51.5 km, 多年平均流量 20.6 m³/s, 流域涉及 6 街 8 镇, 服务人口 62.57 万人, 污水处理设施投入较大, 但雨污分流改造弱化, 城乡污水平均集中处理率为 70%左右, 水质稳定达标困难.

审计机关目前难以对水环境治理进行精确客观的定量评价, 因此有必要综合运用层次分析法和模糊综合评价法^[9-10]进行客观评价. 通过分析河流环境监测指标和审计机关审计报告, 结合访谈调研与专家求证, 收集获得濑溪河流域 15 项观测变量指标和主成分有关原始数据, 筛选有研究价值的信息, 最终获取研究数据, 得出能够反映水环境治理绩优度真实情况的权重、模糊综合评价专家判断矩阵、评价向量值和模糊综合评价值.

^① 收稿日期: 2015-02-15

基金项目: 国家审计署重点科研课题(13SJ01002).

作者简介: 黄昌兵(1968-), 男, 重庆大足人, 博士研究生, 主要从事农业经济管理与审计的研究.

通信作者: 张孝友, 教授, 博士研究生导师.

2 结果与讨论

2.1 水环境治理绩效指标的筛选

2.1.1 评价主要要素的“原材料”的采集

对濠溪河流域所在地各级审计机关关于水环境的审计报告反映的问题归类为 8 项单因素,并根据历年文献和实地调研、计算等方式取得了丰富的数据.现将这些数据(即原始观测值)通过比较变换、极差变换、最优区间变换等一系列规范变换得出 8 年 8 项单因素初始评价数值(数据表略).

2.1.2 用主成分确定评价的主要要素

将 8 年 8 项单因素初始评价数据输入 SPSS19.0 软件,运行得到解释的总方差(表 1).从表 1 可知:污水治理防控措施率、水环境治理政策执行率、水环境投入产出效率、水环境治理工程完善程度、水环境综合整治效率 5 个准则因素的“初始特征值—累积百分率(%)”为 99.921%,反映了研究对象的绝大部分信息.

表 1 解释的总方差

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	7.339	91.735	91.735	7.339	91.735	91.735	2.485	31.065	31.065
2	0.312	3.895	95.630	0.312	3.895	95.630	1.955	24.439	55.504
3	0.186	2.321	97.951	0.186	2.321	97.951	1.678	20.977	78.484
4	0.087	1.092	99.043	0.087	1.092	99.043	1.128	14.095	90.576
5	0.070	0.878	99.921	0.070	0.878	99.921	0.748	9.344	99.921
6	0.005	0.058	100						
7	0.002	0.021	100						
8	0	0	100						

2.2 水环境治理绩效审计模糊综合评价模型设计与标准定量设计

结合政策法规和濠溪河流域次级河水环境治理审计评价的具体实情,在前述采用主成分分析法和因子分析^[11]法提取水环境治理绩效的主要影响因素的基础上,综合运用模糊数学方法,利用模糊综合评价要素集、等级集^[12]、模糊评价^[13]矩阵、评价权重与向量的确定、单因素评价、多因素评价等,构建次级河水环境治理绩效审计模糊综合评价模型和评价定量标准(5 个准则因素、15 个观测变量指标和 75 个等级类型).水环境治理绩效审计模糊综合评价模型与评价定量标准略.

2.3 水环境治理绩效审计模糊综合评价结果分析

为确保评判指标和模糊判断矩阵值的客观可靠性,向 100 位审计与环保专家及相关人士就荣昌县濠溪河水环境治理绩效进行调查,回收问卷 100 份,回收率 100%.结合量分标准,就“次级河水环境治理绩效审计评价指标的隶属度测评表”进行评判得出次级河流域水环境治理绩效审计评价指标测评表(表 2).

2.3.1 根据评价统计表确定各单因素评判矩阵

根据指标隶属度得污水治理防控措施采用情况、水环境治理政策执行情况、水环境治理资金投入使用情况、水环境治理工程完工程度、水环境治理效能实现程度的单因素评判矩阵 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 :

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 \end{pmatrix} \quad R_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_3 = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R_5 = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.6 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2.3.2 用层次分析法确定单因素和评判指标间的权重

1) 由首席专家用层次分析法确定一二级评价指标权重 $A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1 & 4/3 \\ 2 & 3/4 & 1 \end{pmatrix}$, A_2, A_3, A_4, A_5 的矩阵计

算同理. 经检验, $A_1 \sim A_5$ 判断矩阵均满足 CR 小于 0.1 的要求, 其求得的权重系数是可信的.

2) 首席专家确定 X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 因素间的权重矩阵为:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2/3 & 4/3 & 5/3 & 1/3 \\ 3/2 & 1 & 2 & 4/3 & 1/2 \\ 3/4 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 \\ 3/5 & 3/4 & 2 & 1 & 1/4 \\ 3 & 2 & 4 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

按 AHP 法计算各单因素下的指标层的权重, 得到 $A = (0.145 \quad 0.235 \quad 0.089 \quad 0.121 \quad 0.410)$. 经检验, 其他判断矩阵均满足 CR 小于 0.1 的要求. 其求得的权重系数是可信的. 所以, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 因素间的权重: $A = (0.145 \quad 0.235 \quad 0.089 \quad 0.121 \quad 0.410)$.

表 2 次级河流流域水环境治理绩效审计评价指标测评表

目 标 层	准则要素层 X_i (权重 F_i)	观测指标层 X_{ij}	绩优度等级指标 (A_{ij})				
			不合格	合格	中等	良好	优秀
水环境治理绩优度 X	污水治理防控措施采取率 X_1	日排放量 TMDL 控制 X_{11}	0	0.3	0.5	0.2	0
		COD 等 4 指标减排降低率 X_{12}	0	0.2	0.6	0.2	0
		污水集中处理率 X_{13}	0	0.2	0.6	0.2	0
水环境治理政策执行率 X_2	水域功能划分及总量核定 X_{21}	生态责任制与监管考核 X_{22}	0	0.6	0.3	0.1	0
		生态责任制与监管考核 X_{22}	0	0.6	0.3	0.1	0
		污染者付费及生态补偿 X_{23}	0.5	0.3	0.2	0	0
水环境治理资金投入使用率 X_3	水环境治理投入资金增长率 X_{31}	水环境治理资金到位使用率 X_{32}	0.5	0.4	0.1	0	0
		水环境治理资金到位使用率 X_{32}	0.1	0.2	0.5	0.2	0
		水环境治理资金管理规范率 X_{33}	0	0.5	0.4	0.1	0
水环境治量工程完工率 X_4	污水处理设施完工率 X_{41}	二三级管网完工率 X_{42}	0	0.6	0.3	0.1	0
		二三级管网完工率 X_{42}	0.5	0.4	0.1	0	0
		流域环境整治工程完工率 X_{43}	0	0.8	0.2	0	0
水环境治理效能实现率 X_5	万元 GDP 减排率 X_{51}	水质正向变化率 X_{52}	0.2	0.5	0.2	0.1	0
		水质正向变化率 X_{52}	0.1	0.6	0.2	0.1	0
		公众水环境满意度 X_{53}	0.2	0.6	0.2	0	0

2.3.3 计算单因素评价向量

计算得到各单要素综合评判向量集 B_i 如下: 治理控制措施情况 $B_1 = A_1 \times R_1 = (0 \quad 0.2167 \quad 0.583 \quad 0.200 \quad 0)$, 治理政策执行情况 $B_2 = A_2 \times R_2 = (0.1745 \quad 0.4786 \quad 0.2651 \quad 0.0818 \quad 0)$, 治理资金投入使用 $B_3 = A_3 \times R_3 = (0.3429 \quad 0.4023 \quad 0.2109 \quad 0.0439 \quad 0)$, 治理工程完善程度 $B_4 = A_4 \times R_4 = (0.052 \quad 0.6254 \quad 0.2561 \quad 0.0665 \quad 0)$. 由此得到综合判断矩阵如下:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0.2167 & 0.583 & 0.200 & 0 \\ 0.1745 & 0.4786 & 0.2651 & 0.0818 & 0 \\ 0.3429 & 0.4023 & 0.2109 & 0.0439 & 0 \\ 0.052 & 0.6254 & 0.2561 & 0.0665 & 0 \\ 0.1483 & 0.5876 & 0.200 & 0.0641 & 0 \end{pmatrix}$$

项目治理绩优度多要素综合评判向量集 $B = AR = (0.1386 \quad 0.4963 \quad 0.2786 \quad 0.0865 \quad 0)$.

2.3.4 计算单因素和多因素评价值

各单因素计算值为: 治理控制措施状况 $X_1 = B_1 \times V = 74.83$; 治理政策执行情况 $X_2 = B_2 \times V = 67.54$; 治理资金投入使用情况 $X_3 = B_3 \times V = 64.56$; 治理工程完善程度 $X_4 = B_4 \times V = 68.37$; 治理绩效效能实现程度 $X_5 = B_5 \times V = 66.80$.

多因素综合评价值为 $X = B \times V = 68.13$.

2.4 讨论

2.4.1 单因素评价讨论

1) 按照本文模糊评价五级标准, 荣昌县濑溪河“治理控制措施情况”得分 74.83 分, 非常逼近治理防控标准的“中等”水平, 说明该县濑溪河流域的污水处理防控的水平虽然有较大提高, 但还存在提升空间, 其污水处理目标任重道远.

2) 荣昌县濑溪河“水环境政策执行情况”得分 67.54 分, 达到“合格”水平, 趋于“中等”, 表明该县执行《中华人民共和国环境保护法》及环境承载容量总量核定措施、生态责任制与监管考核制度存在一定差距, 尤其是有 50% 的专家对污染者付费及生态补偿给出了“不合格”等级, 因此, 建议该县早日建立水环境治理生态补偿制度和奖惩制度, 提高水环境政策的执行水平与监管力度.

3) 荣昌县濑溪河“水环境治理资金投入使用情况”得分 64.56 分, 刚好达到“合格”水平, 距“优秀”等级差 3 个等级. 该县虽然财力较强, GDP 已达 160 多亿元, 但是在水环境治理专项资金预算安排和使用方面存在重视不够、投入不足, 在水环境治理专项资金的筹集方面比较单一, 没有充分发挥政府主导企业参与, 没有撬动民间资金进入水环境整治. 有 50% 的专家对投入规模资金增长率评了“不合格”等级. 此外该县筹集资金到位的使用率不高, 水环境治理的专项资金使用监督上还有不规范的行为, 因此, 该县要加大水环境治理资金的筹集, 并做到使用的规范、透明.

4) 荣昌县濑溪河“水环境治理工程完善程度”得分 68.37 分, 表明该县水环境治理的各项工程离上级要求还存在较大差距, 雨污分流管道的改造是最大薄弱环节, 有一半的专家对二三级管网工程完工率评了“不合格”等级. 已建并投入使用的污水处理工程完善程度达到“中等”水平, 但濑溪河流域经过的乡镇污水集中处理工程完工交付使用的程度不高, 与国家环境保护标准存在较大差距, 是下一个五年计划整治的重点. “二三级管网完工率”基本上不合格, 只有县城少数已改建的路段达到合格, 其余路段特别是濑溪河流域的乡镇二三级管网基本上没有改建. 县城濑溪河两岸护堤绿化、休闲设施景观工程对美化环境起到了不可或缺的作用, 但离市和国家要求有不小的差距, 还有大量的工作要做.

5) 荣昌县濑溪河“水环境治理绩效实现程度”得分 66.8 分, 达到“合格”等级, 表明“万元 GDP 减排率”提升速度不高, 整治任务还比较艰巨、“水质正向变化率”极不稳定, 突高突低的现象时有发生, 对发生违法排污的企业要加大惩治力度, 使该河流水质达到国家标准; “公众水环境满意度”基本合格, 表明老百姓和专家的幸福指数的期望值在逐渐提高, 濑溪河两岸人们对水质达标等方面的要求比较强烈.

2.4.2 多因素综合评价讨论

濑溪河水环境治理绩优度 $X = B \times V = 68.13$, 表明该县的濑溪河流域水环境治理的绩优度处于“合格”向“中等”水平方向提升的阶段. 该评价结果意味着濑溪河水环境治理与国家环保治理要求存在较大差距. 该多因素综合评价值 68.13 分, 包含了 15 个单因素观测变量指标以及各等级评判结果的全部信息. “水环境治理资金投入使用情况”是 5 大水环境治理因素中达到合格且评价价值最低的二级指标, 表明该县在水环境治理资金的筹集、使用和管理中的提升空间非常大, 其工作任务还比较艰巨, 必须加大财政投入力度, 积极争取各级资金投入, 制定农村污水处理厂用电价格参照农用电价格执行的政策, 撬动民间资金进入水环境治理, 及时建立水环境污染生态补偿机制, 注意加强二三级管网工程、雨污分流工程对污水处理厂的配套, 注意根据污染物的贡献程度以及每个污染物污染源的贡献程度采取差异化政策措施, 进一步完善生态环境责任制, 提高人民群众对水质和水环境的满意度.

3 结论

论文基于问题导向范式, 以审计的特殊视角, 以濑溪河荣昌段水环境治理绩效审计项目为例, 综合运用模糊综合评价法和主成分分析法等方法, 筛选出水环境治理绩效评价的 5 大因素, 通过评价标准公式、评价等级与专家判断矩阵等方式将一些难以定量客观描述的因素通过一定方法转化成定量描述, 计算出该流域“水环境治理绩优度”的 5 个单因素的模糊综合评价值以及水环境综合绩优度的评价值. 濑溪河水环境治理绩优度 68.13 分, 表明该县的濑溪河流域水环境治理的绩优度处于“合格”向“中等”水平

方向提升的区间. 据此, 提出了改进和完善该流域水环境治理的相应对策, 以改善审计机关的水环境治理审计项目管理, 实现审计结果利用最大化. 各级审计机关可早日出台次级河水环境治理绩效审计评价标准, 以实现“大格局”审计.

参考文献:

- [1] 黄昌兵. 农业县干部经济责任审计评价指标体系研究——以三峡库区 3 个主农区县为例 [J]. 农业技术经济, 2012, 11: 123-128.
- [2] 邬凤英. 绿色 GDP 有助实现“代际公平” [N]. 中国经营报, 2004-09-06(7).
- [3] 孙 晗, 唐 洋. PSA 基于 PSR 框架构建水环境绩效审计评价体系 [J]. 财会月刊, 2014(7): 94-96.
- [4] 韩宇平, 阮本清, 解建仓. 多层次多目标模糊优选模型在水安全评价中的应用 [J]. 资源科学, 2003, 25(4): 37-42.
- [5] HUANG R, LI Y. Undesirable Input-Output Two-Phase DEA Model in an Environmental Performance Audit [J]. Mathematical and Computer Modelling, 2013, 58(5): 971-979.
- [6] 苏小东. 管理学院模糊评估法在项目管理成熟度评价体系中的应用 [J]. 现代交际, 2010(2): 16-17.
- [7] 重庆第一次水利普查公报 [N]. 重庆日报, 2013-6-19(6).
- [8] 陈维灯. 次级河流治理 3 月份将全部达标 [N]. 重庆日报, 2012-02-28(3).
- [9] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用 [J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(5): 148-153.
- [10] 王季方, 卢正鼎. 模糊控制中隶属度函数的确定方法 [J]. 河南科学, 2000, 18(4): 348-351.
- [11] 田海龙, 李 岩, 高维春. 基于因子分析法原理的水环境模糊评价模型 [J]. 吉林化工学院学报, 2009, 26(2): 40-42.
- [12] 李 强. 房地产项目管理成熟度评价模型研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2005.
- [13] 刘新铭. 丹河流域水环境模糊评价与容量研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2005.

A Study of Fuzzy Audit Evaluation of the Performance in Water Environment Governance ——A Case Study of the Laixi River in Rongchang County

HUANG Chang-bing, ZHANG Xiao-you

School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: The methods of questionnaire survey, scaling, range transformation and interval transformation were used to collect and process the original data information, which was then converted from variables without uniform dimension into comparable system variables. The fuzzy mathematics evaluation model and the expert evaluation method were used to screen elements and to construct a comprehensive factor evaluation matrix. Then the criteria elements of performance evaluation and all the observation indicators and their weights were determined to calculate the judgment matrix vectors of various single factors and comprehensive factors. The result showed that the water environment governance performance of the Laixi River catchment was at the level of “qualified”, or close to the “middle” level, there was considerable room for its improvement and a large potential existed for various factors. Finally, corresponding countermeasures to improve water environmental governance of the catchment were put forward in this paper.

Key words: water environment governance; performance; fuzzy evaluation

