

基于客观组合赋权法的即墨市 水资源可持续利用评价

周玲玲¹, 王琳¹, 刘伟峰², 余静³

(1. 中国海洋大学 环境科学与工程学院, 青岛市 266100; 2. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061;
3. 中国海洋大学 海洋环境学院, 青岛 266100)

摘要: 以即墨市为例, 基于 DPSIR 模型构建了水资源可持续利用评价体系, 并采用变异系数法和熵值法相结合的客观组合赋权法确定指标体系权重。研究结果表明: ①采用变异系数法和熵值法相结合的指标权重较好地反映评价指标的相对重要性, 即墨市水资源可持续利用水平的主要影响指标为人口自然增长率、造林面积、环保投资额占 GDP 比重、生态用水比例和 GDP 增长率; ②即墨市水资源可持续利用水平呈“升(1999–2005)–降(2005–2009)–升(2009–2011)”的发展趋势。从建立多途径的水资源供给体系、形成节约型的水资源利用方式、完善水资源管理和运行体制方面提出了响应对策。

关键词: 水资源; DPSIR 模型; 变异系数法; 熵值法; 水资源可持续利用评价

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)04-0050-06

Assessment of sustainable use of water resources based on combination of weighting method in Jimo

ZHOU Lingling¹, WANG Lin¹, LIU Weifeng², YU Jing³

(1. College of Environmental Science and Engineer, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

2. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China;

3. College of Physical and Environmental Oceanography, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Taking Jimo for example, the paper used DPSIR model to build the evaluation system for sustainable use of water resources and determined the index weight by combination of objective weighting method which combines the variation coefficient method and entropy method. The result showed that ①the combination of variation coefficient method and entropy method can better reflect the relative importance of the evaluation index. The main factors impacting Jimo's water resources sustainable utilization level are natural population growth rate, afforestation area, ratio of environmental protection investment account for GDP, percentage of ecological water, GDP growth rate; ②Jimo's sustainable utilization level of water resources presents the trend of “rising(1999–2005)–falling(2005–2009)–rising(2009–2011)”. At last, the paper proposed the response strategy from the three aspects of building multiple water supply system, forming water saving utilization way and improving the management and operation schedule of water resources.

Key words: Water resources; DPSIR model; variation coefficient method; entropy method; assessment of sustainable use of water resources

在水资源可持续利用评价过程中, 几乎所有的
方法都存在确定权重问题。权重系数确定的合理与
否, 直接关系到综合评价结果的可信程度。权重确
定方法归纳起来有主观赋权法和客观赋权法。前者

依据专家经验进行主观判断得出, 较好地考虑了作
者的偏好, 在实践中得到广泛应用, 但这种方法客观
性差。客观赋权法是从原始数据出发, 从样本中提
取信息, 相较于主观赋权方法得到的权数的偏差更

收稿日期: 2013-12-09; 修回日期: 2014-05-07

基金项目: 国家水专项资金资助项目(2008ZX07010-008-04)

作者简介: 周玲玲(1981-), 女, 浙江临海人, 博士, 工程师, 主要从事水资源规划与管理研究。

小一些,更能反映众多评价指标真实的重要程度,但大多要依赖计算机技术来实现,实现过程比较复杂^[1]。判断一组权数的是否合理,并不能依据其是否采用主观赋权还是客观赋权,而应该看其是否准确反映了评价对象的真实重要性程度。王靖等^[2]通过对德尔菲法、层次分析法、熵值法和模糊聚类分析法测定评价指标权重的可信度做了比较研究,分析各自的适用范围和优缺点,研究认为,若样本数据完整,则熵值法可信度较高;如果样本数据缺乏,则应采用 AHP 法。何小龙^[3]采用层次分析法确定云南省水资源可持续评价指标的权重大小。李玲等^[4]采用网络分析法确定张掖市水资源评价指标权重。杜焕^[5]选择变异系数法确定东营市水资源可持续利用评价指标权重。左东启等^[6]选用灰关联分析法和专家系统法两种方法对水资源进行评价,使两种方法既能相互补充、检验,又各有其特点。高波^[7]和向红梅^[8]分别采用层次分析法和熵值法相结合的主客观组合赋权法确定了区域水资源可持续利用评价指标的权重,使权重的确定更合理。

水资源持续利用评价指标体系是综合社会、经济、环境和生态多方面、多学科的复合体系,涉及面广,研究期跨度长、样本数据多。为了克服主观赋权法周期性长、主观随意性大的缺点,也为了弥补单一客观赋权法片面性强的不足,本文以即墨市为研究对象,基于 DPSIR 模型建立水资源可持续利用评价指标体系,并探讨采用变异系数法和改进熵值法相结合的客观组合赋权法确定水资源可持续利用评价指标的权重的合理性和可行性,以此评价研究区水资源可持续利用状况及影响因素。

1 研究区概况及水资源利用现状分析

即墨市位于山东半岛西南部,假青岛之项背,素有“青岛后院”之称。截止 2011 年,即墨市实现生产总值 690.1 亿元,比 2010 年增长 16.8%,总量和增幅居青岛五市首位。近几年,随着城镇规模扩大、人口增长、经济的飞速发展,城市用水量剧增;随着农村种植结构的调整,林果茶蔬菜种植面积的急剧加大,灌溉用水量也逐年增大。主要存在以下问题:

(1)水资源供需矛盾突出。一是水资源总量少。多年平均水资源总量为 3.4911 亿 m^3 ,人均占有水资源量为 308.4 m^3 ,属资源缺水型城市。二是水资源区域分布不均,年际变化大。三是大沽河现已成为青岛市的重要水源地,随着青岛市经济社会的快速发展,城区用水量将越来越大,相反配置给即

墨当地的水量将越来越少。

(2)局部水环境恶化,相对减少了水资源可利用量。即墨市水资源天然水质较好,但随着近几年工业的发展,城市规模的膨胀,大量工业废水和生活污水乱排放,以及农药化肥使用量的不断增加,致使部分地表水、地下水水质恶化,水功能衰减。

(3)水资源管理体制有待于进一步提高。目前,管理体制最突出的问题主要表现在管理上条块分割、管理上城乡分割和依法管理上政出多门等问题,不利于水资源的统一管理和有效保护。

(4)非常规水源开发利用程度不高。即墨市地处沿海,海水利用有着得天独厚的优势,但因目前淡化成本较高,未得到有效开发。

由此可见,水资源短缺已成为制约即墨市社会经济可持续发展的主要因素之一。因此,采用科学的方法评价即墨市水资源可持续利用状况,分析影响水资源可持续利用的主要因子,为即墨市合理的水资源可持续利用对策提供一定科学依据和决策支持,具有十分重要的现实意义。

2 评价指标体系构建方法和评价方法

2.1 构建方法——DPSIR 模型

关于水资源可持续利用的评价方法有很多,主要包括模糊综合评价法、投影寻踪评价法、灰色聚类评价法、层次分析法、DPSIR 概念模型等^[5]。每种方法各有其自身的优缺点及应用的局限性。DPSIR 概念模型涵盖经济、社会、环境和政策四大因素,从水资源的各个方面、不同角度选取指标,突破以往指标体系相互孤立、静止的状态,评价效果好,是一个被广泛使用的评价指标体系概念模型。

DPSIR 模型包括驱动力(Driving Force)、压力(Pressure)、状态(State)、影响(Impact)和响应(Response)5个部分,各部分相互影响、相互作用^[7]。DPSIR 模型描述了环境问题的起源和结果之间的因果关系:经济、社会、人口的发展作为长期驱动力(D)作用于环境,从而对环境产生压力(P),造成了生态环境的状态(S)变化,因而对水资源和生态环境造成了各种影响(I)。这些影响促使人类对环境状态(S)的变化做出响应(R),响应(R)措施又直接作用于环境压力(P)、状态(S)和影响(I)或作用于经济、社会和人口所构成的复合系统。

基于 DPSIR 模型的水资源可持续利用评价指标体系分为驱动力因子、压力因子、状态因子、影响因子、响应因子五个系统,蕴含“发生了什么——为

什么发生——如何应对”的因果关系,具有综合性、直观性和可操作性的特点,有助于提高指标体系的应用效果。

2.2 评价方法

综合评价方法——加权线性和法。多指标综合评价是指通过一定的数学模型(或算法)将多个评价指标“合成”为一个整体的评价方法。多指标综合评价的方法较多,在实际应用中,应根据评价目的(或准则)及被评价系统的特点来选择较为合适的合成方法。本研究采用综合指数法中的加权线性和法进行评价。该法无需复杂的运算,对数据的分布、指标的多少无严格要求,适用范围广,是水资源可持续利用评价中应用最广泛的方法^[9]。评价模型为:

$$y = \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot x_j \quad (1)$$

式中: y 为被评价对象的综合评价值; ω_j 为与评价指标相对应的权重系数, $0 \leq x_j \leq 1$, 且 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 是归一化的权重向量, 各评价指标的权重系数之和为 1。

3 指标权重确定方法

3.1 变异系数法

变异系数法是一种客观赋权的方法,它能够直接利用各项指标所包含的信息,根据各指标间的变异程度计算得到指标权重。该方法通过比较指标值之间的差异确定指标的差别档次,很好地反映了指标数值上的差异档次,有效地克服了主观赋权法存在的受人为因素影响大的弊端,能够更为客观地反映事物间的联系。变异系数法的计算过程如下:

(1) 各项指标的变异系数公式为:

$$v_j = \sigma_j / \bar{x}_j \quad (2)$$

式中: v_j 为第 j 个评价指标的变异系数; σ_j 是第 j 项指标的标准差; $\bar{x}_j$ 是第 j 个指标的平均数。

(2) 各评价指标的权重为:

$$\omega_{1j} = v_j / \sum_{j=1}^n v_j \quad (3)$$

式中: ω_{1j} 是第 j 个评价指标的权重。

(3) 对于多层次结构的评价指标体系,可以利用下层结构的变异系数值,按比例确定对应于上层结构的权重数值。对下层结构的每类指标的变异系数值求和,得到准则层各类指标的变异系数值之和,记作 $V_k, k = 1, 2, \dots, n, n$ 为准则层的层数。

则准则层 k 的指标权重为:

$$\omega_{1k} = V_k / \sum_{k=1}^n V_k \quad (4)$$

3.2 熵值法

熵值法的基本思路是根据各指标传递给决策者的信息量的大小来确定指标权数的方法。一般来说,某个指标的信息熵越小,表明指标值的变异程度越大,提供的信息量越多,在综合评价中所起的作用越大,其权重也越大。反之,指标的信息熵越大,权重越小^[2]。熵值法确定权重计算步骤如下:

(1) 评价指标的无量纲化。采用 Z -score 方法通过 SPSS 软件实现数据无量纲化低于平均水平。

(2) 无量纲化后的变量值围绕 0 上下波动,大于 0 说明高于平均水平,小于 0 说明低于平均水平。

为了消除负值对计算的影响,可进行坐标平移,平移方法如下:

$$P'_{ij} = P_{ij} + Z \quad (5)$$

式中: P'_{ij} 是经坐标平移处理后的标准化值, Z 的数值根据 P_{ij} 的最小值确定,一般情况下, Z 取整数,取值范围为 $[-5, 5]$ 。令 $Z = 5$, 则 $P'_{ij} = P_{ij} + 5$ 。

(3) 计算指标 P'_{ij} 的比重 R_{ij} :

$$R_{ij} = P'_{ij} / \sum_{i=1}^m P'_{ij} \quad (6)$$

式中: m 为统计年份。

(4) 计算第 j 项指标的熵值 e_j :

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m R_{ij} \cdot \ln R_{ij} \quad (7)$$

(5) 计算第 j 项指标的差异性系数 g_j :

$$g_j = 1 - e_j \quad (8)$$

对于给定的指标, g_j 越小,则说明该项指标越不重要,当 x_{ij} 相等时, $e_j = 1$, g_j 为 0,说明指标 j 对综合评价的效用值是 0;反之,说明指标重要性越大。

(6) 计算第 j 项指标的指标权重 ω_{2j} :

$$\omega_{2j} = g_j / \sum_{j=1}^n g_j \quad (9)$$

(7) 准则层权重的计算对于多层次结构的评价指标体系,根据熵的可加性,可以利用下层结构的指标效用值 g_j ,按比例确定对应于上层结构的权重数值。对下层结构的每类指标的效用值求和,得到准则层各类指标的效用值之和,记作 $G_k, k = 1, 2, \dots, n, n$ 为准则层的层数。则准则层 k 的指标权重为:

$$\omega_{2k} = G_k / \sum_{k=1}^n G_k \quad (10)$$

3.3 组合权重的确定

把变异系数法和熵值法的结果进行组合,得到综合考虑两种客观赋权法的指标权重 ω_j :

$$\omega_j = (1 - a) \omega_{1j} + a \omega_{2j} \quad (11)$$

式中: ω_{ij} 为变异系数法计算得到的权重; ω_{2j} 为改进的熵值法计算得到的权重。组合权重随 a 的改变而改变,当 $a = 0$ 和 $a = 1$ 时,分别对应于变异系数法和改进的熵值法。 a 如何合理的取值,有很多讨论,参照前人的研究成果^[10-11]和指标体系的实际情况,本研究取 $a = 0.5$ 。

4 评价结果及分析

4.1 评价指标体系的建立

为了客观、全面、科学地衡量即墨市水资源可持续利用综合水平状况,在选取指标时应遵循目的性、科学性、全面性和概括性相结合、系统性与层次性相结合、定性与定量相结合、可操作性、时效性、政令性以及可比性的原则。同时考虑数据的可获得性和归类计算等因素,研究提炼出了包含5个准则层、30个指标的即墨市水资源可持续利用评价体系。其中,驱动力系统、压力系统、状态系统、影响系统和响应系统包含的指标分别为 $C_1 \sim C_5$ 、 $C_6 \sim C_{13}$ 、 $C_{14} \sim C_{19}$ 、 $C_{20} \sim C_{24}$ 、 $C_{25} \sim C_{30}$ 。各评价指标的计算公式和含义见表1。

4.2 数据来源

评价指标数据取自《即墨市统计年鉴》(1999 - 2012)和《即墨市水资源公报》(1999 - 2012)。

4.3 评价结果及分析

采用变异系数法和熵值法相结合的客观组合赋权法计算得到各准则层的和各评价指标的,见表1。采用加权平均法,计算各准则层及目标层的评价值。

(1)准则层权重分析 由客观组合赋权法得到的权重结果显示(见表1),五个影响因素层对即墨市水资源可持续利用水平的影响程度从大到小依次为:压力因子(0.2523)、状态因子(0.2361)、驱动力因子(0.2186)、响应因子(0.1972)和影响因子(0.0958)。

压力因子是各种社会经济驱动力对水资源持续利用带来的主要压力。社会用水总量的增长是导致即墨市水资源短缺的直接原因,而水资源浪费和水环境的污染则加剧了水资源的紧张。水资源需求、污染以及管理相对无序是目前即墨市在水资源利用过程中面临的主要压力和迫切需要解决的问题。因此,压力因子对水资源可持续利用影响最大,权重最大。状态因子是研究驱动力和压力的基础,也是分析影响和响应的依据,在指标体系中的作用至关重要,权重较大。驱动力因子是导致水资源利用方式和程度发生变化的自然、经济和社会因素,社会系统

中人口的增长、城市化的扩张、生活水平的提高以及城市环境建设都是促使生活用水迅速递增的主要因素,其权重略低于状态因子。响应因子是人类为实现水资源的可持续利用所做出的响应措施,对水资源可持续利用的影响也比较重要。影响因子是指水资源的开发利用对社会经济系统、生态环境的影响所表现的结果,相比其它影响因素层,其权重较小。

(2)指标层权重分析 水资源可持续利用评价指标体系中权重大于0.04的指标共有10项,位于前5位的指标从大到小排序依次为:人口自然增长率(C_4)、造林面积(C_{25})、环保投资额占GDP比重(C_{30})、生态用水比例(C_{10})、GDP增长率(C_3)。

①人口自然增长率 C_4 权重最大。因为人口的不断增长、生活水平的不断提高,是促使城市扩张、消费需求增加的主要驱动力,是导致各行各业用水需求增加的最直接的因素。1998 - 2011年,即墨市人口自然增长率约为3.17‰,2005年以后,人口自然增长下降趋势明显,从2005的5.02‰下降到2011年的-0.17‰,这说明即墨市有效控制了人口增长,逐步缓解因人口持续增长导致的城市化、用水量增加的压力。

②造林面积、环保投资额占GDP比重、生态用水比例均是衡量社会系统为改善生态环境质量而作出的努力,三者指标值的增长,反映了社会越关注生态环境的健康良性发展,有利于水资源可持续利用,对水资源可持续利用体系的影响很显著。即墨市年度造林面积、环保投资额占GDP比重起伏波动较大,1998 - 2011年,平均造林面积2124.5 hm²,环保投资额占GDP平均比重为9.99%;2006年前,即墨市生态用水量很少,占总水足迹的比例几乎为0,从2006年后逐渐呈上升趋势,即墨市逐渐重视改善城市生态环境质量。

③GDP增长率属于水资源开发利用的外部驱动力,社会经济的增长直接驱动工业、农业、能源等社会基础部门的用水增长,对水资源可持续利用体系的影响较显著。研究期内即墨市的GDP增长率平均值为16.8%,1998年最大值为32.0%。自2005年以后,下降趋势明显,从2005的22.7%下降到2010年的6.5%,这表明即墨市不再一味把追求经济高度发展,逐渐重视实现社会、经济、生态环境的和谐发展。

(3)准则层系统评价价值分析 根据即墨市水资源可持续利用评价体系各准则层评价价值计算结果,绘

表 1 即墨市水资源可持续利用评价指标体系及指标权重值

准则层			指标层	
(权重)	主要指标(权重)		计算公式	指标代表的意义
驱动力系统 (0.2186)	C_1 降水深	(0.0334)	降水量 / 计算土地面积	表征区域降水的丰度
	C_2 水资源总量	(0.0422)	水资源总量	反映区域水资源的有限性
	C_3 GDP 增长率	(0.0455)	$(\text{当年 } C_3 - \text{上年 } C_3) / \text{当年 } C_3 \times 100\%$	表征区域的经济发展水平
	C_4 人口自然增长率	(0.0719)	出生率 - 死亡率	人口增长的同时需水增长
	C_5 城市化水平	(0.0257)	城镇总人口 / 城市总人口 $\times 100\%$	表征城市化的程度压力
压力系统 (0.2523)	C_6 万元 GDP 用水量	(0.0437)	区域总用水量 / 区域 GDP 值	反映了经济发展所付出的水资源代价
	C_7 农业生产用水比例	(0.0256)	农业生产用水量 / 总用水量	反映用水结构和行业用水压力
	C_8 工业用水比例	(0.0260)	工业用水量 / 总用水量	反映用水结构和行业用水压力
	C_9 生活用水比例	(0.0260)	生活用水量 / 总用水量	反映用水结构和行业用水压力
	C_{10} 生态用水比例	(0.0460)	生态用水量 / 总用水量	反映用水结构和行业用水压力
	C_{11} 化肥施用强度	(0.0222)	化肥施用量(折纯) / 耕地面积	表征农业径流对水体的污染压力
	C_{12} 工业废水排放强度	(0.0288)	工业废水排放量 / GDP	表征工业废水排放对水体的污染压力
	C_{13} 工业固体废物放强度	(0.0340)	工业固废排放量 / GDP	表征工业固废排放对水体的污染压力
状态系统 (0.2361)	C_{14} 河道水质优良率	(0.0433)	Ⅲ 类及以上河道水质级别所占的百分数	反映区域河道水环境质量状况
	C_{15} 地下水水质优良率	(0.0346)	Ⅲ 类及以上地下水水质级别所占的百分数	反映区域地下水水环境质量状况
	C_{16} 单方水产粮率	(0.0326)	粮食产量 / 粮食生产用水量	反映区域粮食生产用水水平
	C_{17} 万元工业增加值取水水量	(0.0450)	工业取水量 / 工业增加值	反映一个区域的工业生产用水水平
	C_{18} 人均生活用水量	(0.0362)	生活用水量 / 人口数	反映人口增加造成用水压力
	C_{19} 水资源开发利用率	(0.0444)	年供水量 / 水资源总量 $\times 100\%$	反映水资源利用水平和开发潜力
影响系统 (0.0958)	C_{20} 森林覆盖率	(0.0262)	森林覆盖面积 / 区域土地面积 $\times 100\%$	反映森林资源丰富程度和生态平衡状况
	C_{21} 耕地面积	(0.0134)	区域耕地总面积	表征区域耕地资源的可持续水平
	C_{22} 建成区绿化覆盖率	(0.0190)	建成区绿化覆盖面积 / 建成区面积 $\times 100\%$	表征对生态环境的影响
	C_{23} 人均公共绿地面积	(0.0241)	公共绿地面积 / 居住人口	表征对生态环境的影响
	C_{24} 第三产业增加值比重	(0.0130)	第三产业增加值 / 国内生产总值	表明产业的优化程度
响应系统 (0.1972)	C_{25} 造林面积	(0.0563)	年造林面积	反映政府对生态环境保护的支持
	C_{26} 有效灌溉面积	(0.0171)	能够进行正常灌溉的耕地面积	表征水利化程度
	C_{27} 工业废水达标排放率	(0.0293)	达标排放量 / 废水排放总量 $\times 100\%$	反映科技、管理水平对环境支持程度
	C_{28} 工业固废综合利用率	(0.0265)	工业固废综合利用量 / (工业固废产生量 + 综合利用往年贮存量) $\times 100\%$	反映工业固废综合利用技术水平,其越高,对水环境二次污染的风险越小
	C_{29} 水土流失治理率	(0.0198)	水土流失治理面积 / 水土流失总面积	反映政府在水土保持方面的治理力度
	C_{30} 环保投资额占 GDP 比重	(0.0482)	环保投资额 / 区域国内生产总值 $\times 100\%$	反映政府环境保护的力度

制 1999 - 2011 年各准则层评价值的总体变化曲线, 见图 1、2。由图 1 可见, 驱动力评价值波动起伏比较大, 不稳定, 表明即墨市社会经济发展对水资源利用的驱动力年际变动较大; 压力因子变化比较平缓, 起伏波动不大, 说明即墨市社会经济发展对水资源利用造成的压力正逐渐减小(曲线从 2007 年开始呈增长变化); 状态因子呈现波动起伏较大, 总体提高不大, 说明即墨市用水效率没有明显改善。由图 3 可见, 影响因子评价值呈现上升的趋势, 说明社会经济的发展为水资源的开发利用奠定了坚实的物质基础, 社会有能力投资节水建设, 减弱水资源开发利用的消极影响, 呈现积极的一面; 除 2006、2007 年响应因子评价值较上一年度有所下跌外, 其他年份评价值呈现上升态势, 这说明即墨市较为关注水资源的可持续利用, 积极响应节水措施, 水资源开发利用水平、环境条件、生态条件也在不断改善。

(4) 水资源可持续利用水平评价值及影响因素

分析 根据水资源可持续利用水平评价值结算结果, 绘制 1999 - 2011 年即墨市水资源可持续利用总体变化曲线, 见图 3。由图 3 可看出, 1998 - 2011 年即墨市水资源可持续利用整体呈波动上升趋势: 2005 年可持续利用水平最高, 1999 年最低; 1999 - 2005 年持续上升并达到最高水平, 之后 5 年内连续下降, 到 2009 年降至之前 2003 年的水平; 2010 - 2011 近两年来水资源可持续利用水平上升速度较快。

2005 年水资源可持续利用水平最高, 结合准则层 5 个影响因素的评价值及各指标数据分析可知, 2005 年驱动力因子和响应因子评价值最高。与此同时, 驱动力系统中的降水深、水资源总量和 GDP 增长率指标、响应系统中的环保投资占 GDP 比重指标均是 1998 - 2011 年间最高的。这说明 2005 年即墨市降雨量大, 水资源丰富, 在经济快速发展和社会积极响应的背景下, 即墨市水资源可持续利用水平较高。1999 年, 驱动力、压力和状态因子的评价值相对不高, 响应

因子的评价值是14 a间最低的;此外,这一年降雨相对较少,经济发展速度较前一年有所放缓,水资源污染相对严重,政府在水资源管理方面的相对薄弱,因此,1999年即墨市水资源可持续利用水平相对较低。

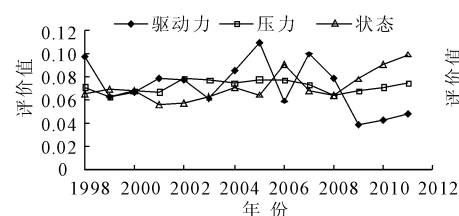


图1 驱动力、压力和状态因子评价价值变化

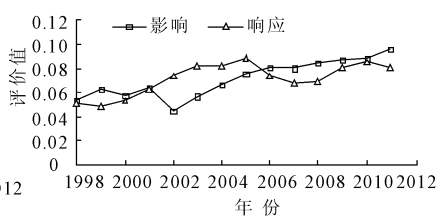


图2 影响和响应因子评价价值变化

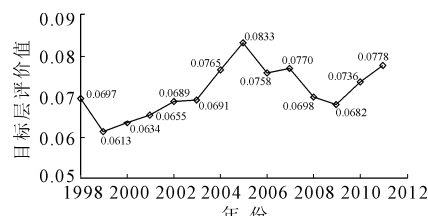


图3 即墨市水资源可持续利用水平变化

4.4 即墨市水资源可持续利用对策建议

根据以上评价结果和分析过程可见,即墨市水资源可持续利用状况呈“升(1999-2005)-降(2005-2009)-升(2009-2011)”的发展趋势,总体来说,随着社会经济的发展,即墨市日益关注环境保护,积极响应节水措施,使即墨市社会、经济、环境三者朝着和谐、有序方向发展。本着“积极开源、综合利用、节约用水”的原则,提出即墨市在水资源可持续利用过程中改善“驱动力”、降低“压力”、恢复“状态”和消除“影响”的响应对策。

(1)建立多途径的水资源供给体系是实现水资源可持续利用的重要保障。从源头抓起,通过科学合理地开发、调配和保护水源,建立起多途径、有充分数量和可靠质量的水资源供给体系,以满足即墨市各行业长期发展的需要。包括:大力兴建水利工程、科学利用径流水和合理拦蓄洪水资源,做好地表水、地下水和外调水的合理调配,有效蓄积天然水、充分利用雨水资源,污水的资源化,非常规水资源的开发利用,涵养水源等措施。

(2)形成节约型的水资源利用方式。农业节水方面,调整农业产业结构,发展节水农业;采用先进的农业生产技术水平,减少农药、化肥的施用量;改进灌溉技术和制度,提高用水效率。工业节水方面,调整产业结构和工业布局,发展低耗水工业,提高工业水重复利用率;运用价格杠杆,通过合理的水价促进企业节水,减少工业用水总量。加强用水管理和实行计划用水;重视生活污水处理和回收利用。

(3)完善水资源管理和运行体制。加强水资源统一管理,采取可持续发展的治水与管水方式;利用市场机制,运用价格杠杆,加强水资源管理。

5 结 语

采用变异系数法和熵值法相结合的客观组合赋权法不仅克服了主观赋权法周期性长、主观随意性大的缺点,而且弥补了单一客观赋权法片面性强的不足,能够较好地体现了水资源可持续利用评价体系指标的相对重要性,用于确定水资源可持续利用评价指标的权重是合理的、可行的。

参考文献:

- [1] 马辉. 综合评价系统中的客观赋权方法[J]. 合作经济与科技, 2009(17): 50-51.
- [2] 王靖, 张金锁. 综合评价中确定权重向量的几种方法比较[J]. 河北工业大学学报, 2001, 30(2): 52-57.
- [3] 何小龙. 云南省水资源可持续开发利用及其模糊综合评价[D]. 成都: 四川大学, 2005.
- [4] 李玲, 徐中民. 基于ANP的区域水资源可持续利用评价研究[J]. 开发研究, 2007, 133(6): 41-46.
- [5] 杜焕. 基于DPSIR模型的东营市水资源可持续利用评价研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2012.
- [6] 左东启, 戴树声, 袁汝华, 等. 水资源评价指标体系研究[J]. 水科学进展, 1996, 7(4): 367-373.
- [7] 高波. 基于DPSIR模型的陕西水资源可持续利用评价研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2007.
- [8] 向红梅. 区域水安全评价指标体系的构建与应用研究[D]. 广州: 暨南大学, 2011.
- [9] 王晖, 陈丽, 陈昱, 等. 多指标综合评价方法及权重系数的选择(ED/OL). 2009, <http://www.studa.net/yaoxue/090201/10174213-2.html>.
- [10] 王明涛. 多指标综合评价中权重系数确定的一种综合分析方法[J]. 系统工程, 1999, 17(2): 56-61.
- [11] 曾得峰. 喀斯特区域水安全评价理论与方法研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2006.