

DOI: 10. 3880/j. issn. 1004 - 6933. 2019. 01. 008

基于云模型的区域河长制考核评价模型

唐新玥, 唐德善, 常文倩, 袁志美, 唐肖阳

(河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要:为考核区域河长制工作,从水资源保护、水域岸线管护、水污染防治、水环境治理与水生态修复、执法监督以及河长体系和工作机制建设情况 6 个方面选取 25 个评价指标,根据已划分的河长制考核评价等级与标准,构建了基于云模型的区域河长制考核评价模型;模型利用层次分析法与熵权法得出组合权重,运用 X 条件正向云发生器求得各指标隶属度,为避免最大隶属度原则造成的缺陷,通过加权平均法计算考核分值。采用该模型对南京市 2013—2017 年的河长制工作进行考核评价,得到的考核综合分值逐年提高,与南京市河长制实施情况基本一致,表明该模型适用于区域河长制考核评价。

关键词:河长制;考核评价;云模型;南京市

中图分类号:TV213.4

文献标志码:A

文章编号:1004 - 6933(2019)01 - 0041 - 06

Evaluation model of regional river chief system based on cloud model // TANG Xinyue, TANG Deshan, CHANG Wenqian, YUAN Zhimei, TANG Xiaoyang (College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In order to evaluate the work of regional river chief system, 25 evaluation indexes were selected from six aspects such as water resources protection, shoreline management and protection, water pollution prevention and control, water environment management and ecological restoration, law enforcement supervision and construction of river chief system and its working mechanism. According to the evaluation level and standard of river chief system, the evaluation model of regional river chief system was established based on the cloud model. The combination weight was obtained by AHP and EVM method in this model, and the membership degree of each indicator was got by use of the X conditional Cloud Generator. To avoid the defect caused by maximum subordination principle, calculation was made by weighted average method. The work of river chief system in Nanjing from 2013 to 2017 was evaluated by this model, and get the comprehensive score of assessment which increases gradually, which is basically consistent with the implementation of river chief system in Nanjing, showing that this evaluation model is suitable for the assessment and evaluation of regional river chief system.

Key words: river chief system; assessment and evaluation; cloud model; Nanjing City

2007 年,无锡市为整治由太湖蓝藻暴发引起的严重水危机提出并实施了以各级党政机关负责人担任河流长官的河流管理制度——河长制,此制度实施后,无锡水环境问题得到有效解决。鉴于在水污染治理中河长制起到了较好的作用,河长制得以在全国范围内推广。在全面推行河长制的过程中,党中央、国务院同样重视河长制的监督考核环节,2016 年 11 月 28 日中共中央办公厅、国务院办公厅印发

了《关于全面推行河长制的意见》,指出要坚持强化监督、严格考核,要求各地区建立健全河湖管理监督考核和责任制度。在《关于全面推行河长制的意见》有关情况发布会上,水利部副部长周学文表示,考核的重点是解决考核谁、考核什么以及考核结果怎么用的问题^[1]。水利部、环境保护部制定的《贯彻落实〈关于全面推行河长制的意见〉实施方案》中要求各地加强对河长制工作的监督考核,确保各项

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2017YFC0405805 - 04)

作者简介:唐新玥(1993—),女,硕士研究生,研究方向为水利水电系统规划。E-mail:2115268017@qq.com

通信作者:唐德善,教授。E-mail:tds808@163.com

任务的有效落实。关于河长制的监督考核学术界也进行了探讨。针对目前河长制的推进仍然缺乏考核评估及问责机制的问题,陈婧^[2]认为,应当加快建立河长制政绩考核标准,及时向社会公布治河信息;柳战良^[3]认为,在河长制取得明显成效的基础上,下一步要着力创新体制机制,推行量化考核;左佳^[4]认为要将各地区制定的河湖年度治理计划、各级河长职责纳入省政府年度考核内容,定期进行督查,年度进行考核;刘长兴^[5]分析了河长制需要内部考核督查的原因,认为河长制考核应包括河长制的形式落实和河长制的实质效果两部分内容。

虽然国内专家学者对河长制考核进行了探索,各地政府也制定了与考核相关的政策及考核办法,但现阶段的考核多以结果为导向,以水质改善为主要目标,尚未形成科学全面的考核评价体系,无法实现对一个地区河长制工作全面系统的考核^[6]。本文在已有研究基础上,引入云模型理论,建立了较为全面的河长制考核评价指标体系,为河长制考核提供了新的评价方法。

1 河长制考核的内涵

河长制考核实质是考核河长制实施过程中的政策落实情况和水问题的解决情况,目的在于通过对各级河长及各部门工作进行考核监督,提高政府的工作效率,促进河湖管理和水污染治理工作的有序开展。从考核对象和考核主体的角度,可以将河长制考核分为两类:上级河长对下级河长进行考核和地方党政机关对同级河长制办公室相关责任单位进行考核。目前河长制的考核主体和考核对象并不明确,各地区已出台的政策也是根据中央文件要求相应调整,因此需要进一步的探讨。本文研究基于省政府对市政府河长制工作的考核,即在省级河长和省河长制办公室的组织指导下成立考核小组对市级河长制工作进行的综合考核。

通过考核结果可以了解河长及责任部门工作是否到位,明确下一步工作的重点,督促工作开展。对于考核结果不合格的地区,应给予通报批评,追究对生态环境造成严重损害的人员及部门的责任;对于治理政绩较好的地区应予以表扬,例如加大资金投入,优先考虑其上报项目等,各地区可根据实际情况制定合适的激励政策。考核结果可通过多种方式向社会公开,增强社会对河长制工作的监督。

2 河长制考核评价指标体系

河长制考核应与河长制年度工作重点、阶段性任务相联系,要以阶段性目标和任务为前提,结合本

地区水管理的实际情况,对指标进行检查、分析、反馈和动态调整。河长制考核应根据因地制宜的原则,对不同地区和不同河湖的具体情况设置差异化指标,保证构建指标体系的准确性。

2.1 考核评价指标体系的构建

考核评价指标在借鉴各地已出台“一河一策”报告中六大任务的控制性指标的基础上,参考各地区河长制考核办法以及水利现代化评价指标体系,按照《关于全面推行河长制的意见》要求,结合地区实际发展情况,重点选取与六大任务完成情况与河长体系和工作机制建设情况相关的指标,确保指标涵盖河长制实施工作的关键部分,建立全面的指标体系。

本文构建由目标层 A、准则层 B 和指标层 C 组成的 3 级指标体系,其中准则层由水资源保护、水域岸线管护、水污染防治、水环境治理与水生态修复、执法监督以及河长体系和工作机制建设情况 6 部分组成,指标层由 25 个具体指标组成,如表 1 所示。选取的 25 个指标分为成本型指标和效益型指标,其中万元 GDP 用水量和万元工业增加值用水量为成本型指标,其余为效益型指标。本文构建的指标体系具有一般性,可适用于大部分区域,但不同区域河长制实施情况各有不同,在进行考核时应因地制宜,结合考核评价区域当年的工作重点相应调整指标体系,例如增加河长会议、工作督察、考验收收等制度建立情况的具体考核指标。

表 1 河长制考核评价指标体系

河长制考核评价 A	水资源保护 B ₁	水功能区水质达标率 C ₁
		万元 GDP 用水量 C ₂
		万元工业增加值用水量 C ₃
		农业灌溉水有效利用系数 C ₄
	水域岸线管护 B ₂	骨干河道岸线划界完成率 C ₅
		生态红线区域占全市国土面积比例 C ₆
		水利设施土地占有率 C ₇
	水污染防治 B ₃	入河排污口整治完成率 C ₈
		城市生活污水处理率 C ₉
		禁养区内养殖场关闭拆迁完成率 C ₁₀
		测土配方施肥技术推广覆盖率 C ₁₁
		船舶港口污染治理率 C ₁₂
	水环境治理与水生态修复 B ₄	工业废水排污达标率 C ₁₃
		控制断面水质达标率 C ₁₄
		城市黑臭水体治理率 C ₁₅
		河道综合整治完成率 C ₁₆
		水土流失治理率 C ₁₇
	执法监督 B ₅	河长制公示牌覆盖率 C ₁₈
		河湖日常保洁巡查落实率 C ₁₉
		水利科技信息化水平 C ₂₀
	河长体系和工作机制建设情况 B ₆	河长制落实率 C ₂₁
		水利建设年度工作任务经费支出率 C ₂₂
		人才结构达标率 C ₂₃
		水利投入政策到位率 C ₂₄
		公众满意度 C ₂₅

2.2 评价等级与标准确定

在参考水利现代化指标体系等级和标准^[7]的基础上,借鉴多个地区河长制考核的分级情况,根据本地区发展规划目标值、研究对象的实际发展水平、河长制考核各指标特点等确定研究区域的河长制考核评价分级标准,划分为优秀、良好、及格与不及格4个等级,如表2所示。

3 河长制考核评价模型

基于云模型的区域河长制考核评价模型的考核流程为:①建立评价指标集,本文建立了如表1所示的评价指标体系;②确定评价等级集及各指标评价等级标准值,将评价等级划分为优秀、良好、及格和不及格4级;③采用组合权重法确定指标权重集;④运用X条件正向云发生器求得指标隶属度矩阵;⑤将隶属度矩阵与权重结合,得到综合隶属度矩阵;⑥采用加权平均法计算最终的评价等级。

3.1 权重确定

为避免单一赋权法造成信息缺失,本文采取层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)和熵值法(entropy value method, EVM)组合的主客观综合集成赋权法^[8]对河长制考核指标进行权重计算,其中层次分析法确定主观权重,熵权法确定客观权重,乘法合成法确定组合权重。

3.1.1 层次分析法确定主观权重

层次分析法确定主观权重 w_{ai} 的基本步骤为:①先根据系统特点构造一个递阶分析的层次模型;②邀请多位专家对某层次下的两两指标进行比较判断,并采用9位标度法将判断结果量化,构造判断矩阵,通过计算其最大特征值及相应的特征向量,得到相对权重系数并检验判断矩阵的一致性;③通过加权方法得到某层次相对于上一层次的权重。

3.1.2 熵权法确定客观权重

a. 构造原始数据矩阵 $\mathbf{X} = (x_{ig})_{m \times n}$,然后对指

标进行标准化处理,根据指标类型的不同,对于效益型指标和成本型指标分别采取以下公式处理:

$$a_{ig} = \begin{cases} \frac{x_{ig} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} & \text{效益型指标} \\ \frac{x_{i,\max} - x_{ig}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} & \text{成本型指标} \end{cases} \quad (1)$$

式中: a_{ig} 为标准化处理后的指标值; $x_{i,\max}$ 、 $x_{i,\min}$ 分别为指标*i*在相应年份系列值中的最大值和最小值。

b. 计算指标的熵,公式如下:

$$H_i = - \frac{\sum_{g=1}^n P_{ig} \ln P_{ig}}{\ln n} \quad (2)$$

其中

$$P_{ig} = \frac{1 + a_{ig}}{\sum_{g=1}^n (1 + a_{ig})}$$

式中: H_i 为指标*i*的熵; P_{ig} 为指标*i*在年份*g*的特征比重; n 为年份总数。

c. 计算熵权:

$$w_{ei} = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i} \quad (3)$$

式中: w_{ei} 为指标*i*的客观权重, $\sum_{i=1}^m w_{ei} = 1, w_{ei} > 0$; m 为指标总数。

3.1.3 确定组合权重

采用主客观综合集成赋权法中的乘法合成法^[9]确定河长制考核评价指标的组合权重,指标*i*的组合权重 w_{zi} 的计算公式为

$$w_{zi} = \frac{w_{ai} w_{ei}}{\sum_{i=1}^m w_{ai} w_{ei}} \quad (4)$$

3.2 隶属度确定

3.2.1 云模型基本原理

云模型可以实现定性概念与定量描述之间的相互转化,是具有模糊性与随机性的转换模型。云模型通过期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 3个特征值表示样本数字特征,它们反映了定性和定量之间不确定性

表2 河长制考核评价等级与标准

评价等级	$C_1/\%$	C_2/m^3	C_3/m^3	C_4	$C_5/\%$	$C_6/\%$	$C_7/\%$	$C_8/\%$	$C_9/\%$	$C_{10}/\%$	$C_{11}/\%$	$C_{12}/\%$
不及格	[40,50)	≥ 120	≥ 24	[0,0.45)	[0,60)	[0,10)	[0,1)	[0,30)	[0,60)	[0,60)	[0,60)	[0,60)
及格	[50,60)	[90,120)	[22,24)	[0.45,0.55)	[60,70)	[10,15)	[1,2)	[30,60)	[60,80)	[60,80)	[60,70)	[60,70)
良好	[60,80)	[50,90)	[20,22)	[0.55,0.65)	[70,80)	[15,25)	[2,3)	[60,80)	[80,90)	[80,90)	[70,80)	[70,90)
优秀	[80,100]	[0,50)	[0,20)	[0.65,1]	[80,100]	[25,50]	[3,4]	[80,100]	[90,100]	[90,100]	[80,100]	[90,100]

评价等级	$C_{13}/\%$	$C_{14}/\%$	$C_{15}/\%$	$C_{16}/\%$	$C_{17}/\%$	$C_{18}/\%$	$C_{19}/\%$	C_{20}	$C_{21}/\%$	$C_{22}/\%$	$C_{23}/\%$	$C_{24}/\%$	C_{25}
不及格	[0,60)	[0,50)	[0,30)	[0,10)	[0,60)	[0,60)	[0,60)	[0,60)	[0,60)	[0,30)	[0,60)	[0,70)	[0,60)
及格	[60,70)	[50,60)	[30,60)	[10,30)	[60,70)	[60,70)	[60,80)	[60,70)	[60,70)	[30,40)	[60,70)	[70,80)	[60,70)
良好	[70,90)	[60,80)	[60,80)	[30,60)	[70,80)	[70,90)	[80,90)	[70,80)	[70,80)	[40,50)	[70,80)	[80,90)	[70,80)
优秀	[90,100]	[80,100]	[80,100]	[60,100]	[80,100]	[90,100]	[90,100]	[80,100]	[80,100]	[50,80]	[80,100]	[90,100]	[80,100]

的相互映射^[10]。

云模型的发生器分为正向、逆向两种,正向云发生器是根据已知数字特征值 E_x 、 E_n 和 H_e , 产生满足其分布规律的定量云滴 x 和隶属度 $\mu(x)$, 即生成云滴; 逆向云发生器则是由多个云滴确定云的数字特征值 E_x 、 E_n 和 H_e 。本文运用 X 条件正向云发生器(图 1) 计算各个指标等级的隶属度, X 条件云模型是一种特殊的正向云模型, 根据已知数字特征值 E_x 、 E_n 和 H_e 与特定条件 $X = x_0$, 产生隶属度 $\mu(x)$ ^[11]。

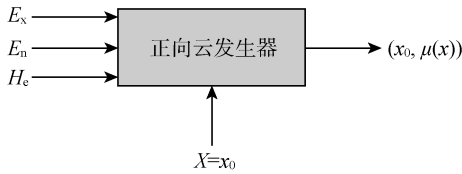


图 1 X 条件正向云发生器

3.2.2 云模型参数的选取

在已知指标 i 的数值 x_i 与其在等级 j 的区间 $(C_{ij, \min}, C_{ij, \max})$ 的情况下, 则该等级的数字特征 E_{xij} 、 E_{nij} 和 H_e 可由以下公式计算:

$$\begin{cases} E_{xij} = \frac{C_{ij, \min} + C_{ij, \max}}{2} \\ E_{nij} = \frac{C_{ij, \max} - C_{ij, \min}}{6} \\ H_e = \beta \end{cases} \quad (5)$$

式中: $C_{ij, \max}$ 、 $C_{ij, \min}$ 分别为指标 i 在等级 j 中的上下限; E_{xij} 、 E_{nij} 分别为指标 i 在等级 j 中的期望和熵值; β 为常数, 可由试验和经验所得, 本文取 0.001。

对于仅有单边界限没有规定最大区间的情况, 如 $x_i \in (C_{ij}, +\infty)$, 则根据该区间下限确定其期望, 熵由上一等级的熵确定。

3.2.3 云模型确定隶属度矩阵

在云模型参数 E_{xij} 、 E_{nij} 、 H_e 确定的基础上, 运用 X 条件正向云发生器对所有指标数据进行计算, 即采用公式(6)(7)对指标 x_i 对应等级 j 时重复计算 q 次, 再对所得的 q 个隶属度 $\mu_{ij}(x)$ 求加权平均值, 得到最终平均隶属度 $\bar{\mu}_{ij}(x)$ 。

$$E'_{nij} = \text{randn}(1)H_e + E_{nij} \quad (6)$$

$$\mu_{ij}(x) = \exp\left[\frac{-(x_i - E_{xij})^2}{2E'^2_{nij}}\right] \quad (7)$$

式中: $\text{randn}(1)$ 为随机数; E'_{nij} 为服从期望值 E_{nij} 、方差 H_e 的正态随机数; $\mu_{ij}(x)$ 为 x_i 对等级 j 的隶属度。

对指标 i 对应的 4 个等级指标进行标准化处理, 即

$$r_{ij}(x) = \frac{\bar{\mu}_{ij}(x)}{\sum_{j=1}^4 \bar{\mu}_{ij}(x)} \quad (8)$$

可求得隶属度矩阵 $R = (r_{ij})$, 加权计算得到综合隶属度矩阵 G :

$$G = w_z^T R \quad (9)$$

3.3 综合隶属度矩阵量化

为避免最大隶属度原则导致结果失效, 采用加权平均法^[12] 确定考核等级, 假设评价等级用连续变量 1、2、 \dots 、 l 表示, 然后用每一个综合隶属度分量与评价等级计算求和, 得出河长制考核评价的最后结果, 计算公式为

$$A = \frac{\sum_{j=1}^l t_j^k j}{\sum_{j=1}^l t_j^k} \quad (j = 1, 2, \dots, l) \quad (10)$$

式中: t_j 为等级 j 的综合隶属度的数值; l 为评价等级个数; k 为待定系数(一般取 1 或 2)。

加权平均法用连续的整数依次描述每一评价等级, 本文以 4、3、2、1 分别表示优秀、良好、及格和不及格 4 个等级。至此, 可以根据计算得到的目标层 A 的数值判断评价对象的等级。

4 实例验证

4.1 南京市河长制实施基本情况

南京市位于江苏省西南部、长江下游, 属长江水系。南京市自 2013 年实施河长制以来已有 5 年时间, 从一开始针对黑臭河道的整治到现在的全面治理, 全市 821 条河道、251 座水库、10 个湖泊都已设立河长。自实施河长制以来, 南京水污染问题得到基本解决, 水环境明显改善。

4.2 数据来源

为了反映南京市河长制实施以来工作情况, 选用河海大学测评小组 2013—2017 年的测评数据评价其河长制工作落实情况。查阅《南京市水资源公报》《南京市环境公报》《南京统计年鉴》《南京市“十三五”生态环境保护规划》《南京市“十三五”水污染防治专项规划》等资料, 参考南京市水务局、环境保护局等相关单位网上公开信息, 得到了 2013—2017 年的指标数据, 个别年份的缺失数据采用插值法补充。

4.3 权重确定

采用层次分析法得到主观权重 w_{ai} , 满足一致性检验要求; 由熵权法得到客观权重 w_{ei} , 并采用式(4)得到各指标的组合权重如表 3 所示。

4.4 云模型考核评价等级计算

根据河长制考核评价指标各个等级的标准, 通过 X 条件正向云发生器, 可以得到各指标的隶属度, 然后通过加权平均法可以求出各准则层的数值

表3 南京市河长制考核评价指标权重

指标	层次分析法权重	熵权法权重	组合权重
C ₁	0.0923	0.0268	0.0632
C ₂	0.0393	0.0284	0.0285
C ₃	0.0558	0.0262	0.0374
C ₄	0.0461	0.0307	0.0362
C ₅	0.0386	0.0265	0.0261
C ₆	0.0442	0.0241	0.0272
C ₇	0.0169	0.0741	0.0319
C ₈	0.0681	0.0545	0.0948
C ₉	0.0593	0.0246	0.0373
C ₁₀	0.0432	0.0345	0.0380
C ₁₁	0.0282	0.0333	0.0239
C ₁₂	0.0298	0.0406	0.0309
C ₁₃	0.0795	0.0305	0.0620
C ₁₄	0.0315	0.0475	0.0382
C ₁₅	0.1027	0.0588	0.1542
C ₁₆	0.0281	0.0405	0.0290
C ₁₇	0.0113	0.0280	0.0081
C ₁₈	0.0071	0.0315	0.0057
C ₁₉	0.0176	0.0952	0.0428
C ₂₀	0.0434	0.0665	0.0738
C ₂₁	0.0358	0.0406	0.0371
C ₂₂	0.0358	0.0390	0.0356
C ₂₃	0.0079	0.0305	0.0062
C ₂₄	0.0295	0.0333	0.0251
C ₂₅	0.0079	0.0337	0.0068

与每年的考核分值,具体数据见表4。

表4 南京市2013—2017年河长制考核评价结果

年份	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	A
2013	3.245	2.387	2.472	1.350	2.984	2.661	2.419
2014	3.392	3.113	2.716	1.369	2.984	3.179	2.637
2015	3.117	3.316	2.824	1.542	2.984	3.109	2.793
2016	3.615	3.316	3.105	2.184	3.533	3.833	3.129
2017	3.618	3.379	3.958	3.563	3.953	4.000	3.766

4.5 考核评价结果分析

由表4可知,南京市2013—2017年河长制考核成绩逐年提高且2017年的增长幅度高于前几年,与河长制工作逐年深入,2017年加大河长制实施力度,出台《关于全面推行“河长制”的实施意见》、成立南京市河长制办公室等事实相符。2013—2015年河长制考核综合成绩介于及格与良好之间,且2013年河长制考核综合分值为2.419,处于及格与良好的中间位置,是因为南京市在开始实施河长制时已经非常重视相关工作推进。2016年和2017年河长制考核综合分值介于良好与优秀之间,且2017年为3.766,接近于优秀,这与南京市河长制实施情况基本一致,符合南京市河长制开展的趋势,南京市应继续加强六大任务措施的实施与落实。

水资源保护方面,南京市严格按照最严格水资源管理制度实施,但2015年水功能区水质达标率降低,与2015年水资源保护分值降低吻合;水域岸线管护方面,南京现阶段骨干河道已确定蓝线,自2017年7月1日起实行《南京市蓝线管理办法》,将会划定河道蓝线,与水域岸线方面分值逐渐提高相符;水污染防治方面,南京市正逐渐加强对污染源的防治,与水污染防治分值迅速提高相符;水环境治理与水生态修复方面,2013—2015年水环境与水生态方面措施不到位,2016年起南京市已经加强此方面措施,与分值在不及格与及格之间逐渐上升相符;执法监督方面,南京市正逐步建立起河长制信息平台,与分值先稳定后上升相符;河长体系和工作机制建设情况方面,南京市各区、镇街出台河长制实施方案,南京市河长制办公室印发工作督导、信息管理、考核实施等制度文件,随着制度文件的出台河长体系与工作机制建设情况分值逐渐上升。综上,本文运用河长制考核评价模型得到的评价结果与南京市河长制实施情况吻合,说明评价结果具有合理性,评价模型具有适用性。

5 结语

本文从河长制的考核角度出发,引入云模型理论,构建了包括水资源保护、水域岸线管护、水污染防治、水环境治理与水生态修复、执法监督以及河长体系和工作机制建设情况等6个方面25个指标的河长制考核评价指标体系,弥补了现阶段河长制考核工作依靠主观打分缺乏客观性的缺点。通过对南京市2013—2017年的河长制工作进行考评,分析得出南京市2013—2017年河长制工作的综合变化趋势为逐年上升。考核评价结果与南京市实施河长制工作的实际情况相符,说明该模型适用于区域河长制考核评价,可作为其他区域河长制考核的参考。

由于河长制推行的时间较短,存在着经验不足、措施不全面等问题,本文建立的河长制考核评价模型可以为区域河长制考核提供新的评价方法,更好地督促河长工作发挥预期作用。根据本模型的考核结果可判断河长是否认真履职,目标措施是否落实,从而促进河湖水污染治理,也能及时发现河长制工作中的薄弱环节,明确今后工作重点,为制定明确的改善措施提供依据。

参考文献:

[1] 任文岱. 全面推行河长制 责任的细化和考核是关键 [N]. 民主与法制时报, 2016-12-25(2).

- [2] 陈婧. 推动“河长制”需完善监督考核机制[N]. 中国经济时报, 2017-08-07(2).
- [3] 柳秋良. 以量化考核推动河长制落实[N]. 中国环境报, 2017-09-19(3).
- [4] 左佳. 落实河长制 关键在考核[N]. 中国环境报, 2017-06-01(3).
- [5] 刘长兴. 广东省河长制的实践经验与法制思考[J]. 环境保护, 2017, 45(9): 34-37. (LIU Changxing. Thinking on the practical experience and legislation of the river governor system in Guangdong Province [J]. Environmental Protection, 2017, 45(9): 34-37. (in Chinese))
- [6] 朱玫. 论河长制的发展实践与推进[J]. 环境保护, 2017, 45(增刊1): 58-61. (ZHU Mei. On the development and promotion of river governor system[J]. Environmental Protection, 2017, 45(Sup1): 58-61. (in Chinese))
- [7] 黄显峰, 刘展志, 方国华. 基于云模型的水利现代化评价方法与应用[J]. 水利水电科技进展, 2017, 37(6): 54-61. (HUANG Xianfeng, LIU Zhanzhi, FANG Guohua. Evaluation and application of water conservancy modernization index system based on a cloud model[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2017, 37(6): 54-61. (in Chinese))
- [8] 郑斌, 唐德善, 史兹国. 基于综合集成赋权法的河道整治方案优选研究[J]. 水电能源科学, 2010, 28(4): 113-115. (ZHENG Bin, TANG Deshan, SHI Ziguo. Scheme optimization of river regulation based on combination weighting method[J]. Water Resources and Power, 2010, 28(4): 113-115. (in Chinese))
- [9] 王惠子, 赵敏. 基于综合集成赋权的水务公司财务评价[J]. 水利经济, 2014, 32(4): 21-24. (WANG Hui zi, ZHAO Min. Financial evaluation of water affair companies based on integrated weighting method [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2014, 32(4): 21-24. (in Chinese))
- [10] 乔丹颖, 刘凌, 闫峰. 基于云模型的中运河水安全评价[J]. 水资源保护, 2015, 31(2): 26-29. (QIAO Danying, LIU Ling, YAN Feng. Assessment on water security of Zhong Canal based on cloud model[J]. Water Resources Protection, 2015, 31(2): 26-29. (in Chinese))
- [11] 耿芳, 董增川, 徐伟. 基于云模型的黑龙江上中游河流健康评价[J]. 水资源保护, 2016, 32(6): 131-135. (GENG Fang, DONG Zengchuan, XU Wei. River health assessment of upper and middle reaches of Heilongjiang River based on cloud model [J]. Water Resources Protection, 2016, 32(6): 131-135. (in Chinese))
- [12] 陈耀辉, 孙春燕. 对最大隶属原则有效度的进一步研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2002, 19(1): 47-49. (CHEN Yaohui, SUN Chunyan. Further study of validity for the maximum subordination principle [J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science Edition), 2002, 19(1): 47-49. (in Chinese))

(收稿日期: 2018-01-11 编辑: 熊水斌)

(上接第 24 页)

- [21] 张波, 张路. 太湖水体固氮速率时空变化[J]. 环境科学学报, 2016, 36(4): 1129-1136. (ZHANG Bo, ZHANG Lu. Spatial-seasonal variations of nitrogen fixation of water column in Taihu Lake [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2016, 36(4): 1129-1136. (in Chinese))
- [22] QIAN Song. 环境与生态统计: R 语言的应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [23] 郭茹, 杨京平, 梁新强, 等. 太湖苕溪流域氮磷的生物学阈值评估[J]. 环境科学学报, 2013, 33(10): 2756-2765. (GUO Ru, YANG Jingping, LIANG Xinqiang, et al. Biological threshold of nitrogen and phosphorus in Tiaoxi River, Taihu Lake Basin [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2013, 33(10): 2756-2765. (in Chinese))
- [24] HUO Shouliang, ZAN Fengyu, CHEN Qi, et al. Determining reference conditions for nutrients, chlorophyll-a and Secchi depth in Yungui Plateau ecoregion lakes, China [J]. Water and Environment Journal, 2012, 26: 324-334.
- [25] HUO Shouliang, XI Beidou, SU Jing, et al. Determining reference conditions for TN, TP, SD and Chl-a in eastern plain ecoregion lakes, China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2013, 25(5): 1001-1006.
- [26] 郑丙辉, 许秋瑾, 周保华, 等. 水体营养物及其响应指标基准制定过程中建立参照状态的方法: 以典型浅水湖泊太湖为例 [J]. 湖泊科学, 2009, 21(1): 21-26. (ZHENG Binghui, XU Qiujin, ZHOU Baohua, et al. Building nutrient and its response indications reference state for criteria enactment: on the case of Lake Taihu, a typical shallow lake in eastern China [J]. Journal of Lake Science, 2009, 21(1): 21-26. (in Chinese))
- [27] 顾莉, 李秋兰, 华祖林, 等. 确定太湖流域湖库总磷参照浓度的改进 MEI 模型 [J]. 湖泊科学, 2013, 25(3): 347-351. (GU Li, LI Qiulan, HUA Zulin, et al. The improved MEI model for forecasting TP reference condition in Lake Taihu basin [J]. Journal of Lake Sciences, 2013, 25(3): 347-351. (in Chinese))
- [28] 中国科学院南京地理研究所. 太湖综合调查初步报告 [M]. 北京: 科学出版社, 1965.

(收稿日期: 2018-04-28 编辑: 彭桃英)