

浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平评价

曹飞凤¹, 刘刚², 金爱民³, 李晓龙⁴

(1. 浙江工业大学建筑工程学院, 浙江 杭州 310014; 2. 中国人民解放军 91931 部队, 浙江 舟山 316000;
3. 浙江大学海洋学院, 浙江 杭州 310058; 4. 杭州永济水利科技有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 遵循独立、科学、系统、层次和可操作性的原则, 在充分分析国内外大量相关指标的基础上, 结合浙江省实际情况, 提出了包括防汛防台抗旱管理、水利工程管理、水行政管理、水利工程完好率、人才保障能力、资金保障能力等 6 项准则层的浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平评估指标体系, 在此基础上利用模糊聚类循环迭代法科学确定指标权重, 并构建了发展水平综合评估模型。对浙江省 2015 年的水利管理与服务能力现代化水平进行评价, 将结果与 2020 年的预期值进行对比, 查找问题和薄弱环节并提出对策建议。

关键词: 水利管理与服务; 现代化; 评价指标体系; 模糊聚类循环迭代法; 浙江省

中图分类号: TV213.4; TK01⁺8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7647(2017)05-0041-05

Study on the evaluation of the modernization level of water resources management and service capacity in Zhejiang Province//CAO Feifeng¹, LIU Gang², JIN Aimin³, LI Xiaolong⁴ (1. College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China; 2. The 91937 force, PLA, Zhoushan 316000, China; 3. Ocean College, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 4. Hangzhou Yongji Water Science and Technology Co., Ltd., Hangzhou, 310000, China)

Abstract: According to the independent, scientific, system level and operational principles, an indicator system for the evaluation of water conservancy management and service ability of modernization development level in Zhejiang is constructed. The system is based on the full analysis of a large number of domestic and foreign related indicators, combined with the actual situation of Zhejiang Province, preferably including six criteria layers, flood & typhoon control and drought management, water conservancy project management, water management, water conservancy projects, talents guarantee ability and the financial security ability. On the basis of fuzzy clustering iterative scientific method, the index weights were determined, and the development level comprehensive evaluation model was constructed. The level of modernization of the water resources management and service ability in Zhejiang in 2015 was evaluated using this model. The results are compared with the expected values in 2020. Solutions and suggestions are put forward according to the problems and weak links.

Key words: water resources management and service; modernization; evaluation index system; fuzzy clustering iterative method; Zhejiang Province

水利是国民经济建设与社会发展最根本的基础保障, 是生态环境保护和建设的关键所在^[1-2]。水利现代化是一个包含了社会、经济、生态以及环境发展的动态系统性工程, 是国家现代化与社会主义现代化不可或缺的重要组成部分^[3]。水利管理与服务能力现代化是一项适应经济社会现代化需求, 涵盖了高标准水利工程设施及监控调度手段、适应市场经济体制的管理模式^[4]、高素质高水平的现代化管理与服务队伍于其中的一流的、先进的水利管理与服务体系^[5-6]。

水利管理与服务能力的现代化核心内涵包括管理服务技术与管理服务法规的现代化, 即在管理与服务技术方面要充分吸收信息、通信、预测、决策等方面的最新技术, 使水利管理与服务过程公开化、民主化、科学化。同时建设完善的水利管理与服务法规体系, 坚持体制、机制和科技创新, 改革现行水利管理与服务体制机制, 实现水务一体化管理服务, 实现科教兴水战略。

新中国成立以来, 在历届省委省政府的高度重视及几代水利工作者的坚持不懈的努力下, 浙江省

基金项目: 浙江省自然科学基金 (LY04E090007); 浙江省科技计划 (2016C33006)

作者简介: 曹飞凤 (1983—), 女, 副教授, 主要从事水文水资源研究。E-mail: cff@zjut.deu.cn

通信作者: 刘刚 (1991—), 男, 助理工程师, 硕士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: 21434017@zju.edu.cn

水利建设工作取得了显著的成就,然而现阶段所取得的阶段性成果与如今高速腾飞的社会经济相比,水利管理与服务能力还略显不足,保障水平依旧偏低,体制机制和管理仍存在相当多的问题,水利发展创新不足,所面临的挑战严峻^[7]。

针对重建轻管的弊端,浙江省在提倡建管并重大力开展水利标准化管理建设工作的同时,还就水利管理与服务能力发展水平现状进行系统分析,以期找出水利现代化建设中的薄弱环节,对症下药,而这些工作的开展,无疑对加快浙江水利早日实现现代化的宏伟目标有着重要的现实意义。也正是基于此,需要建立适合浙江省的水利管理与服务现代化发展水平的评估体系及综合评价模型。

本文根据水利管理与服务能力的自身特点,结合浙江省实际情况,优选了12项指标构建浙江省水利管理与服务现代化发展水平评估指标体系,采用模糊聚类循环迭代法科学确定各项指标权重,通过综合评估模型对浙江省水利管理与服务能力进行评估。

1 指标体系构建

1.1 评价指标选取原则

围绕科学性、系统性、层次性、独立性以及可操作性原则,并查阅国内外相关研究成果,结合浙江省的水利发展实际,确保所选取的指标概念清晰、结构清晰、层次分明、数据可获得性强,以便真实客观地评估分析。

1.2 评价指标选取

为了科学系统的评估浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平,在遵循上述各项原则基础上,通过查阅大量国内外相关研究成果,同时借鉴其他兄弟省份率先开展水利现代化建设方面的宝贵经验,最终在反复征询有关专家后,构建了包含六项准则层和十二项指标层在内的浙江省水利管理与服务能力现代化定量评估指标体系(表1)。浙江省水利管

理与服务能力现代化发展水平评估指标体系的设置,保留和继承了以前指标体系中能较好反映水利发展状况的指标,以便于进行横向和纵向比较及后续的评估对照。

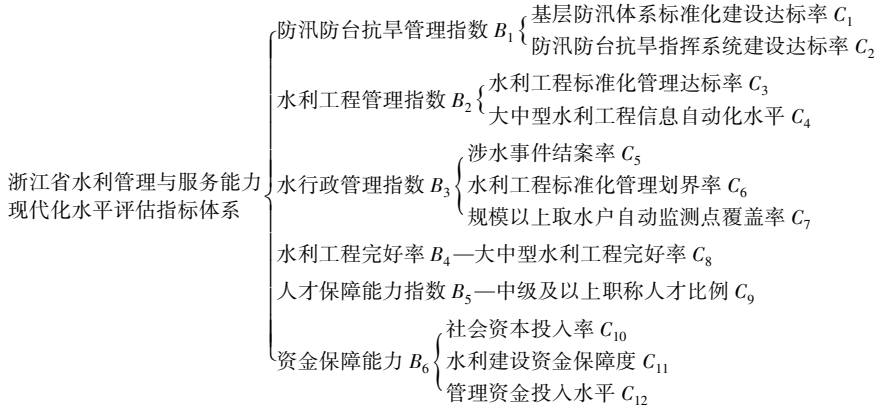
表1中防汛防台抗旱管理指数2项:基层防汛体系标准化建设达标率,其含义为基层防汛体系标准化建设达标数量占基层防汛体系标准化建设总数之比;防汛防台抗旱指挥系统建设达标率,其含义为防汛防台抗旱指挥系统建设达标数量占防汛防台抗旱指挥系统建设总数之比。水利工程管理指数2项:水利工程标准化管理达标率,其含义为纳入标准化管理名录的水利工程通过标准化管理验收的数量占纳入标准化管理名录的水利工程总数之比;大中型水利工程信息自动化水平,其含义为大中型水利工程中已实现信息自动化的数量占大中型水利工程总数之比。水行政管理指数3项:涉水事件结案率,其含义为涉水事件当年结案数量占同期立案总数之比;水利工程标准化管理划界率,其含义为纳入标准化管理名录的水利工程已划界的数量占纳入标准化管理名录的水利工程总数之比;规模以上取水户自动监测点覆盖率,其含义为已安装自动监测点的规模以上取水户数量占规模以上取水户总数之比。水利工程完好率1项:大中型水利工程完好率,其含义为大中型水利工程经鉴定安全的数量占大中型水利工程总数之比。人才保障能力指数1项:中级及以上职称人才比例,其含义为中级及以上职称人才数量占人才总数之比。资金保障能力3项:社会资本投入率,其含义为水利工程建设资金中的社会资本占水利工程建设总投资投入之比;水利建设资金保障度,其含义为水利建设资金占基础设施投资之比;管理资金投入水平,其含义为管理资金投入占当年水利工程总投资投入之比。

1.3 基于模糊聚类循环迭代法的指标权重确定

1.3.1 指标标准化处理

通过对所收集到的数据进行标准化处理,可提

表1 浙江省水利管理与服务能力现代化水平评估指标体系



高数据间的可比性,客观地评判各项指标的实际实现程度与目标值之间的差距。在标准化过程中定义现状实现值与目标值的比值作为实现程度。结合浙江省经济社会发展实际水平与区域特点,反复咨询专家并参考国内外同等发展水平地区的成果,确定各评价指标的目标值如表2所示。

表2 水利管理与服务能力现代化评价指标目标(标准)值

指标	目标值/%
C_1	100
C_2	100
C_3	100
C_4	100
C_5	98
C_6	100
C_7	95
C_8	95
C_9	60
C_{10}	3
C_{11}	100
C_{12}	30

各评价指标的标准化计算公式为

$$\text{正向指标} \quad N_{ki} = Z_{ki}/Z_{ski} \quad (1)$$

$$\text{负向指标} \quad N_{ki} = Z_{ski}/Z_{ki} \quad (2)$$

式中: N_{ki} 为第 k 个准则层中第 i 个指标的标准化值; Z_{ki} 、 Z_{ski} 分别为第 k 个准则层中第 i 个指标的实际值和目标值。

1.3.2 基于模糊聚类循环迭代法的指标权重计算

通过查阅文献^[8-10]及咨询专家,列举出可供参考的指标权重的分配方法有变异系数法、主成分分析法、层次分析法、客观赋权法、统计平均法以及模糊聚类循环迭代法^[11],其中模糊聚类循环迭代法能够较好地减小一般主、客观赋权法的人为片面性对决策结果所产生的影响,因此现采用模糊聚类循环迭代法进行权重值的分配。

本文以指标体系中准则层中6项指标为例,计算权重值过程如下:每项指标经过正、负向标准化处理后的指标特征值,构成了样本集的指标特征值矩阵:

$$\mathbf{X} = (x_{ij}) \quad (i = 1, 2, \dots, 6; j = 1) \quad (3)$$

式中 x_{ij} 为样本 j 指标 i 的特征值。

对样本集进行相对隶属度的计算,正向指标、负向指标特征值的相对隶属度公式分别为

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \quad (4)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_j x_{ij} - x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \quad (5)$$

经过运算得到指标特征值相对隶属度矩阵:

$$\mathbf{R} = (r_{ij}) \quad (6)$$

设样本集依据6个指标按照 c 个类别进行分类,其各类对模糊子集的相对隶属度为

$$\mathbf{S} = (s_{ih}) \quad (h = 1, 2, \dots, c; i = 1, 2, \dots, 6) \quad (7)$$

式中 s_{ih} 为类别 h 对应 i 的相对隶属度。

则准则层对各个类别的相对隶属度组成的模糊划分矩阵为

$$\mathbf{U} = (u_{hj}) \quad (h = 1, 2, \dots, c) \quad (8)$$

式中 u_{hj} 为样本从属于类别 h 的相对隶属度。

设任一样本的指标权向量为 $\mathbf{w} = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6)$, 初始权重可以人为任意分配,通常选定值为总权重(即1)比总的指标项项数所获得的平均值,该平均值即为指标体系中各项指标的初始权向量: $\mathbf{w}_0 = (0.16, 0.16, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17)$, 通过式(9)得到相关初始矩阵,再将此矩阵代入公式(10)。

$$w_i = \left\{ \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{h=1}^c [u_{hj}(r_{ij} - s_{ih})]^2 d_{hj}^{T-2}}{\sum_{j=1}^n \sum_{h=1}^c [u_{hj}(r_{ki} - s_{kh})]^2 d_{hj}^{T-2}} \right\}^{-1} \quad (9)$$

$$u_{hj} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^c \left[\frac{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_{ih})]^2}{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_{ih})]^2} \right]^{\frac{T}{2}}}{\sum_{i=1}^c \left[\frac{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_{ih})]^2}{\sum_{i=1}^m [w_i(r_{ij} - s_{ih})]^2} \right]^{\frac{T}{2}}} \right\}^{-1} \quad (10)$$

其中

$$s_{ih} = \frac{\sum_{j=1}^n u_{hj}^2 r_{ij}}{\sum_{j=1}^n u_{hj}^2}$$

如此循环迭代,当所有指标的权向量与前一次获得的相应权向量之差小于等于迭代精度0.0001,停止迭代,得到客观最优权向量 $\mathbf{w}_0 = (0.2000, 0.1556, 0.1556, 0.1778, 0.1333, 0.1778)$ 。

按照上述计算过程,可以得到浙江省水利管理与服务能力现代化评估指标体系各项指标的权重(表3),由表3可以看出在准则层与指标层中分别存在水利工程管理指数与水行政管理指数;水利工程完好率与资金保障能力、基层防汛体系标准化建

表3 水利管理与服务能力现代化评价指标权重

指标层 C	指标最优权重值
C_1	0.5000
C_2	0.5000
C_3	0.5294
C_4	0.4706
C_5	0.3478
C_6	0.3043
C_7	0.3478
C_8	1
C_9	1
C_{10}	0.2917
C_{11}	0.3750
C_{12}	0.3333

表4 2015、2020年浙江省水利管理与服务能力

现代化实现程度

准则层	实现程度/%		指标层	实现程度/%	
	2015年	2020年		2015年	2020年
B_1	92.50	95.50	C_1	95	98
			C_2	90	93
B_2	78.35	100	C_3	68	100
			C_4	90	100
B_3	69.48	97.11	C_5	89.29	94.89
			C_6	18	100
			C_7	94.74	96.84
B_4	97.89	100	C_8	97.89	100
B_5	80.67	84	C_9	80.67	84
B_6	68.09	72.79	C_{10}	36.33	41
			C_{11}	100	100
			C_{12}	55	70

设达标率与防汛防台抗旱指挥系统建设达标率;涉水事件结案率与规模以上取水用户自动监测点覆盖率权重相等的情况,这是由于指标在经过标准化后的所建立的样本集的指标特征矩阵中特征向量值相同所导致,而经过计算后咨询相关水利专家的意见,计算所得结果与实际重要性程度是相符合的。

2 综合评价模型

通过选取多层次多指标来综合评价浙江省水利管理与服务能力现代化水平。通过将评价对象的现状指标值与目标值进行对比,计算得出各项指标的实际实现程度,从而评价全省及各市、县(市、区)的进程。该评价指标是一个综合性的评价指标,综合各项指标后所得出的值能够从整体上反映出浙江省水利管理与服务能力现代化的实际情况。

水利管理与服务能力现代化综合评价指数模型为

$$N = \sum_i^n a_k N_k = \sum_i^n a_k \sum_i^{m_k} b_{ki} Z_{ki} \quad (11)$$

式中: N 为水利管理与服务能力现代化评估综合指数; N_k 为第 k 个准则层评价指数; n 为准则层指标总数量; a_k 为第 k 个准则层评价指标权重; b_{ki} 为第 k 个准则层评价指标中第 i 个评价指标权重; m_k 为第 k 个准则层评价指标中指标的数量。

3 评价结果与分析

3.1 区域概况

浙江省地处长江三角洲南翼,陆域面积10.18万 km^2 ,省内地形地貌复杂,有“七山一水两分田”之称。省内水系发达,钱塘江、苕溪、甬江、瓯江、飞云江、灵江、鳌江及京杭运河(浙江段)等八大水系贯流其中。由于长期以来在水利建设中存在的“重大型轻小型,重骨干轻配套,重工程轻实效,重建设轻管理”的观念,浙江省在水利管理与服务能力方面一直处于薄弱状态,重建轻管轻服务的思想并没有从根本上得到扭转,管理粗放、管理设施和经费不足、缺乏价格和收费的良性运行机制;部分水利工程配套不齐全,有些工程老化严重,水利工程效益衰减;水利管理与服务机构臃肿;流域管理与服务的机构和机制不健全。这些问题是当前浙江水利现代化建设的主要矛盾和国民经济社会可持续发展的突出制约因素。

根据构建的评价指标体系和综合评估模型,选取2015年的实际水利管理与服务能力各项数据及2020年全面建成小康社会对水利管理与服务能力的期望值代入模型进行定量化计算,得出浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平评估情况(表4)。

3.2 2015年浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平

近年来浙江省根据经济社会对水利行业能力提出的新需求,按照“依法管水、科学治水”的目标要求,着力构建有利于水利科学发展的体制机制,通过完善水法规体系、转变行政审批职能、基础设施建设、加强水利科学管理和科技创新等方面工作,加强水利管理与服务水平,不断提升水利行业管理能力,促进了水利持续稳定发展。

从表4可以看出,2015年的浙江省水利管理与服务能力现代化综合指数已达到水利现代化基本实现阶段对管理与服务能力的评分要求,但却处于该阶段的起步阶段,综合评价指数只有0.8147,其中准则居中资金保障能力指数得分最低(0.6809),水利工程管理指数也要略低于基本实现水利现代化的要求。这些现象的产生是由于长期以来在水利建设中人们所产生的“重视工程轻视实效,重视骨干轻视配套,重视建设轻视管理轻视服务”的观念所致。防汛防台抗旱管理指数、水利工程完好率指数以及人才保障能力指数的实现程度均已达到或接近理想状态,实现程度都很高,有的甚至已经超过基本实现水利现代化阶段所要求的评估指数值,而达到了发达阶段的水平,一定程度上反映了我省防汛抗旱及人才队伍建设工作成效明显。

3.3 2020年浙江省水利管理与服务能力现代化发展水平

近年来,按照“横向到边、纵向到底”“组织健全,责任落实,预案实用,预警及时,响应迅速,全民参与,救援有效,保障有力”总体要求,浙江省在全省开展基层防汛体系标准化建设,通过反复演练预案、宣传和教育,切实加强了全民的防灾意识和能力,在防汛防台应急实战中发挥了重要的防灾减灾

作用,基层防汛体系标准化建设达标率及防汛防台抗旱指挥系统建设达标率大大提高。通过开展水行政执法“三百六保障”达标活动,全省水行政执法制度持续完善,执法能力有效加强,执法力度不断加大,涉水事件结案率不断提升。

根据浙江省经济社会发展实际情况和浙江省水利发展十三五规划,测算出浙江省2020年水利管理与服务现代化期望的发展水平(表4)。预测发现,届时浙江省水利管理与服务现代化能力发展水平较2015年均有很大的提高,尤其是水行政管理指数和资金保障能力指数两项之前评分最低的指标均有一定的提高,这表明经过“十三五”时期的水利现代化建设,浙江省水利管理与服务能力的发展水平会得到大大提高。而且在努力提高水行政管理指数和资金保障能力指数两项指标的同时,防汛防台抗旱管理指数、水利工程管理指数、水利工程完好率指数、人才保障能力指数等之前发展较好的建设类指标均在原有基础上稳步提升。这与浙江省开展的加强人才培养引进,提高水利从业人员的业务能力;加强基层水利人才建设,提升基层水利服务能力;鼓励和引导社会资本进入水利领域,发挥市场的作用,创新投融资体制机制,推进PPP、BOT、TOT等投融资模式,更多调动社会资本的力量等分不开。

4 对策建议

通过构建的水利管理与服务现代化发展水平综合评估模型,对浙江省2015年的水利管理与服务能力现代化水平进行评价,并预测了2020年的预期水平。针对水利管理与服务中水利工程标准化管理达标率、标准化管理划界率、社会资本投入率、管理资金投入水平不高的“短板”,提出以下对策建议:

a. 大力推进水利标准化建设工作,重构水利工程管理体系。多年来,浙江省已经走了很长一段“重建轻管”的传统水利之路,如何转变传统水利观念,促进水利工作转型升级,仍需要努力探索,并继续贯彻落实全省全面推行水利工程标准化管理决策部署,补齐工程管理“短板”,积极探索推进标准化管理工作,加速水利工程向“重建强管”转变,提升水利工程标准化管理水平。通过规范各个管理环节,重构水利工程管理系统,降低运行事故发生率,更大程度保障人民群众生命财产安全。

b. 加快水利信息化资源整合与共享进度,形成水利大数据资源共享。从评估结果看,大中型水利工程信息化覆盖率相对较低,需进一步提升相关信息化水平。水利行业通过水利普查、建设防汛抗旱指挥系统、水资源监控能力建设项目等,积累了海量

的数据资源。如何有效管理相关数据,充分挖掘水利数据中蕴含的信息,为水利建设提供依据和支撑,是提升这些数据价值的重要内容。建议行业内提升对水利大数据的价值认识,认识并充分利用好数据的再生性;进行数据挖掘,发现数据的蕴藏信息;重视数据管理,顺应智能化管理趋势;完善外围保障,构建数据的安全长城。

c. 加大社会资本投入力度,加快水务管理一体化进程。加强社会资本参与水利领域投资的力度,发挥市场作用,创新投融资体制机制,推进PPP、BOT、TOT等投融资模式,更多调动社会资金力量。探索以供水、水电等资产及其相关收益权等作为还款来源和合法抵押担保物的融资方式。

d. 深化改革,完善财政水利资金预算管理机制。当前一些领域水利资金多头管理,特别在农村水利建设方面涉及的资金渠道及管理部门多,资金交叉重复和分散使用并存,影响了资金的整体效益。建议加快政府职能转变,科学合理确定政府在水利改革发展中的事务边界,进一步规范各部门在水利资金和项目管理中承担的职责、审批权限、审批环节和程序,明晰部门责任,加强统筹协调。

参考文献:

- [1] ZHU Qingyuan, FANG Guohau. Evaluation index system for positive operation of water conservancy projects[J]. Water science and Engineering, 2009, 2(4): 110-117.
- [2] 傅春, 杨志峰, 刘昌明. 水利现代化的内涵及评价指标体系的建立[J]. 水科学进展, 2002, 13(7): 502-506. (FU Chun, YANG Zhifeng, LIU Changming. Connotation and evaluation index system for water conservancy modernization[J]. Advances In Water Science. 2002, 13(7): 502-506. (in Chinese))
- [3] GAO Yuqin, FANG Guohua, LIU Yaqin. θ -improved limited tolerance relation model of oncomplete information system for evaluation of water conservancy project management modernization [J]. Water Science and Engineering, 2013, 6(4): 469-477.
- [4] 阳吉斌. 水利工程管理现代化研究[J]. 中国水运, 2011, 11(8): 125-126. (YANG Jibin. Study on the modernization of water conservancy project management [J]. China Water Transport. 2011, 11(8): 125-126. (in Chinese))
- [5] 杨丽英, 许新宜, 王红瑞, 等. 中国水利现代化发展水平综合评价分析[J]. 资源科学, 2011, 33(9): 1708-1713. (YANG Liying, XU Xinyi, WANG Hongrui, et al. A comprehensive evaluation of the development of water conservation modernization in China [J]. 2011, 33(9): 1708-1713. (in Chinese))

(下转第63页)

- [6] 徐广平,王静,黄玉清,等. 桂林会仙岩溶湿地不同富营养化水体水葫芦营养成分研究[J]. 中国农学通报, 2012,28(26):262-266. (XU Guangping, WANG Jing, HUANG Yuqing, et al. Determinations of nutrient chemical components in eichhornia crassipes sloms-laub from different eutrophic waters in Huixian Karst Wetlands, Guilin, China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012,28(26): 262-266. (in Chinese))
- [7] 蔡明,李怀恩,刘晓军. 非点源污染负荷估算方法研究[J]. 人民黄河,2007,29(7):36-37,39. (CAI Ming, LI Huanen, LIU Xiaojun. Study on the estimation of non-point source pollution load[J]. Yellow River,2007,29(7): 36-37,39. (in Chinese))
- [8] 蔡明,李怀恩,庄咏涛. 估算流域非点源污染负荷的降雨量差值法[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(4): 102-106. (CAI Ming, LI Huanen, ZHUANG Yongtao. Rainfall deduction method for estimating non-point source pollution load for watershed [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry(Natural Science Edition), 2005, 33(4):102-106. (in Chinese))
- [9] 李怀恩,李家科. 流域非点源污染负荷量化方法研究与应用[M]. 北京:科学出版社,2013.
- [10] 靖娟利,王永锋. 漓江流域近 15 年遥感植被覆盖度变化特征[J]. 桂林理工大学学报,2014,34(2):260-265. (JING Juanli, WANG Yongfeng. Vegetation coverage changes in the Lijiang river basin based on remote sensing in recent 15 years [J]. Journal of Guilin University of Technology, 2014,34(2):260-265. (in Chinese))
- [11] 蔡德所,马祖陆. 漓江流域的主要生态环境问题研究[J]. 广西师范大学学报(自然科学版),2008,26(1): 110-112. (CAI Desuo, MA Zulu. Main ecological problems in Lijiang River Watershed[J]. Journal of Guangxi Normal University: Natural Science Edition, 2008,26(1): 110-112. (in Chinese))
- [12] 张永祥,蔡德所,周铭. 基于 GIS 的漓江流域环境敏感性分析[J]. 中国水土保持, 2012, (11): 61-63. (ZHANG Yongxiang, CAI Desuo, ZHOU Ming. Environmental sensitivity analysis of Lijiang River Basin based on GIS[J]. Soil and Water Conservation in China, 2012,(11): 61-63. (in Chinese))
- [13] 郝芳华,杨胜天,程红光,等. 大尺度区域非点源污染负荷估算方法研究的意义、难点和关键技术[J]. 环境科学学报,2006,26(3):363-365. (HAO Fanghua, YANG Shengtian, CHENG Hongguang. The significance, difficulty and key technologies of large scale model applied in estimation of non-point source pollution [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2006, 26(3): 363-365. (in Chinese))
- [14] 李怀恩. 估算非点源污染负荷的平均浓度法及其应用[J]. 环境科学学报, 2000, 20(4): 397-400. (LI Huanen. Mean concentration method for estimation of nonpoint source load and its application [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2000, 20(4): 397-400. (in Chinese))
- [15] 陈友媛,惠二青,金春姬,等. 非点源污染负荷的水文估算方法[J]. 环境科学研究,2003,16(1):10-13. (CHEN Youyuan, HUI Erqing, JIN Chunji. A hydrological method for estimation of non-point source pollution loads and its application [J]. Research of Environmental Sciences, 2003,16(1): 10-13. (in Chinese))
- [16] 黄国如,姚锡良,胡海英. 农业非点源污染负荷核算方法研究[J]. 水电能源科学, 2011, 29(11): 28-32. (HUANG Guoru, YAO Xiliang, HU Haiying. Research on methods of agricultural non-point source pollution load calculation [J]. Water Resource and Power, 2011, 29(11):28-32. (in Chinese))
- [17] 刘庄,晁建颖,张丽,等. 中国非点源污染负荷计算研究现状与存在问题[J]. 水科学进展,2015,26(3):432-442. (LIU Zhuang, CHAO Jianying, ZHANG Li, et al. Current status and problems of non-point source pollution load calculation in China[J]. Advances in Water Science, 2015,26(3): 432-442. (in Chinese))

(收稿日期:2016-11-12 编辑:郑孝宇)

+++++
(上接第 45 页)

- [6] 唐容桂,张友明. 浅析水利工程管理现代化发展目标[J]. 水利发展研究, 2010, 5(5): 53-55. (TANG Ronggui, ZHANG Youming. Analysis of water conservancy project management modernization development goal[J]. Water Resources Development Research, 2010,5(5):53-55. (in Chinese))
- [7] 龚承柱,李兰兰,卫振锋,等. 基于前景理论和隶属度的混合型多属性决策方法[J]. 中国管理科学,2014,22(10): 122-128. (GONG Chenzhu, LI Lanlan, WEI Zhenfeng, et al. A method for hybrid multiple attribute decision making based on project theory and membership [J]. Chinese Journal of Management Science. 2014, 22(10):122-128. (in Chinese))
- [8] 陈守煜. 模糊识别、决策与聚类理论模型[J]. 模糊系统与数学,1991,5(2): 83-91. (CHEN Shouyu, Theory and model of fuzzy clustering iteration. fuzzy system and mathematics[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 1991,5(2): 83-91. (in Chinese))
- [9] 陈守煜,李庆国. 一种新的模糊聚类神经网络及其在水资源评价中的应用[J]. 水利学报,2005,36(6):662-667. (CHEN Shouyu, LI Qingguo. Fuzzy clustering neural network and its application to water resources assessment [J]. Journal of Hydraulic Engineering. 2005,36(6):662-667. (in Chinese))
- [10] 陈守煜. 模糊聚类循环迭代理论与模型[J]. 模糊系统与数学,2004,18(2):58-61. (CHEN Shouyu. Theory and model of fuzzy clustering iteration [J]. Fuzzy Systems and Mathematics. 2004,18(2):58-61. (in Chinese))
- [11] YANG Yulan, TAI Huixin, SHI Tao. Weighting indicators of building energy efficiency assessment taking account of experts' priority[J]. Journal of Central South University of Technology, 2012,19(3):803-808.

(收稿日期:2016-11-18 编辑:郑孝宇)