

文章编号:1672-3031(2022)02-0172-08

水功能区统一评价指标体系构建及应用研究

李佳¹, 杜霞², 阎柳青²

(1. 水利部南水北调规划设计管理局, 北京 100038; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

摘要: 为适应现阶段水功能区管理的系统性要求, 本文构建了水功能区统一评价指标体系, 针对10类水功能区分别提出水质、水量、水生态3个维度的评价指标, 采用层次分析法和结构熵权法确定指标权重, 并选取4个不同类型的水功能区进行指标应用。结果表明保护区的综合评价指数高于开发利用区, 但各类指标存在差异, 水功能区统一评价指标体系不仅可为水功能区考核提供技术参考, 还可为完善水功能区“三水统筹”管控提供数据支持。

关键词: 水功能区; 评价体系; 水质; 水量; 水生态

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

doi: 10.13244/j.cnki.jiwhr.20200208

1 研究背景

水功能区是水资源、水环境监督管理的基本单元, 是全国水资源开发利用与保护、水污染防治和水环境综合治理的重要对象, 做好水功能区管理是实行最严格水资源管理制度的重要抓手。

目前, 水功能区监督管理方面的研究主要集中在水功能区优化调整、水功能区评价、水功能区水质达标或水质达标影响因素分析以及以纳污能力为限制目标的调控研究等, 比如黄锦辉等^[1]提出了水功能区优化调整基本原则和主要技术方法, 为保障饮水安全、有效保护和合理开发利用水资源及水功能区管理提供了技术支撑; 王林等^[2]、赵云^[3]开展了水功能区纳污能力和达标评价研究; 张科等^[4]开展了水功能区达标改善措施研究; 尹炜等^[5]基于现行水污染物总量控制制度, 提出了优化制度设计、完善监测体系及强化监督管理等方面的建议; 周娜等^[6]建立了基于分布式水文模型的冰封期水功能区纳污能力计算方法, 开展了面向水功能区限制纳污控制的冰封期水质水量联合调控研究; 张倩等^[7]、秦景等^[8]等采用改进的模糊综合评价方法进行了水功能区水质评价。综合看来, 国内对于支撑水功能区监督管理的研究大多针对水资源单一要素, 并以水质为主要研究对象, 而基于水质、水量和水生态“三水”统一联合调控、综合管理的研究较少, 部分学者在局部地区(如长江中下游)建立涉及水量、水质、水生态指标的综合评价体系^[9-10]。基于此, 本文通过分析水功能区监督管理现状及存在问题, 结合我国生态文明建设^[11]、生态空间管控的新要求和新需求, 构建了水功能区水质-水量-水生态统一评价指标体系。

2 水功能区监督管理现状分析

水功能区监督管理为统筹约束陆域水污染防治、区域产业合理布局提供了重要支撑。随着生态文明建设的加快推进, 水功能区管理及评价的要求日益增强。2019年生态环境部印发《关于做好入河排污口和水功能区划相关工作的通知》, 明确“为推进山水林田湖草系统治理和水资源、水环境、水生态‘三水统筹’, 实现水功能区与水环境控制单元区划体系和管控手段的有机融合, 构建全国统一

收稿日期: 2020-10-20; 网络首发时间: 2021-08-17

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5020.TV.20210816.1136.001.html>

基金项目: 中国水利水电科学研究院基本科研专项基金(WE0145B052017)

作者简介: 李佳(1988-), 博士, 工程师, 主要从事水资源管理与规划研究工作。E-mail: sxjcljia@163.com

通讯作者: 杜霞(1964-), 教授级高级工程师, 主要从事水质评价与水环境管理研究。E-mail: duxia@iwhr.com

的水生态环境管理区划体系、监测体系和考核体系”。对照现行的监督管理工作，仍存在一些不足之处有待加强。

(1)水功能区管理目标单一。现行的水功能区划相关制度中，关于水功能区达标相关指标的管理、监测及考核的规定，过多强调水功能的水质目标，而水量、水生态方面的基本指标则被忽略或体现不够，难以真实反映水功能区的实际状况及全面管理要求。

(2)水功能区监测覆盖率及监测能力亟待提高。水功能区水质监测能力水平分布不均，东部区域监测覆盖率较高，西部区域的水功能区监测相对滞后，如上海市水功能区水质已实现全覆盖监测^[12]，而新疆2019年开展监测的水功能区仅占区划水功能区总数的66.4%^[13]。入河排污口监督性监测的覆盖面、频次及指标不足，与实行最严格水资源管理制度的考核要求相距甚远^[14]。水生态监测工作仍以水质、水量为主，水生生物监测除藻类试点监测外，其他水生生物及生境指标监测开展较少^[15-16]，目前监测能力难以满足水功能区监督管理要求。

(3)尚未考虑水体的区域分异性。2019—2020年，生态环境部布置的水功能区监测工作中，监测项目仍为高锰酸盐指数(或COD)和氨氮，但由于不同地区经济社会发展特点、产业布局及自然条件等的不同，河流湖库水质及水污染特点也不尽相同，如2018年水资源公报显示，总磷已上升为河流的第二位水质超标项目，却没有被列入考评。此外，一些区域受环境本底值的影响水质达标率较低，在现有评价体系中也未进行区分，难以在水资源和水环境管理中实现因地制宜^[17]。

3 指标体系构建及评价方法

针对水功能区监督管理工作现状，为辅助水资源刚性约束管理，强化水生态环境功能保护对经济社会的引导与约束，本文构建了具有“多要素、分级分类、全过程”特点的水功能区统一评价指标体系。

3.1 指标体系构建原则

(1)协调性原则。评价指标要与水功能区监督管理办法以及有关涉水评价管理的相关规范、标准或其他技术文件的目标或要求协调一致，以达到强化管理的目的。

(2)科学性原则。评价指标要以科学的理论依据为基础，使评价指标体系在基本概念和逻辑结构上严谨合理。根据代表性指标及断面进行水功能区评价，客观地描述水功能区现状。

(3)可操作性原则。充分利用现有资料和成果，评价方法应简便易行，所需数据需易于获取，整体操作要标准化、规范化。

3.2 评价指标体系构建 基于指标体系构建原则，考虑不同水体类型、不同水功能区类型的分异性，本研究构建的水功能区统一评价指标体系见表1，共分为1个目标层、2个准则层、12个评估指标，其中7个基本指标，5个推荐备选指标。目标层为水功能区统一评价指标体系；准则层1包括水量指标、水质指标和水生态指标；准则层2包括保护区、保留区、缓冲区、饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区和排污控制区共10类分级分类的水功能区；指标层选取了不断流时段占比、重点控制断面生态基流满足率、用水量保障率、敏感生态需水满足率、水质状况(水质类别/营养状况)、水功能区水质达标率、集中式饮用水源地水质达标率、主要污染物减排率、主要污染物入河量未超限排率、水生生物多样性指数(藻类/底栖/浮游)、重点保护物种存活情况和天然湿地保留率12项。

3.3 评价指标描述 根据监测现状，考虑水资源量的时空差异性及其受湖库调蓄影响，4个水量要素指标分不同水期(汛期和非汛期)和水体类型(河流类、湖泊类和水库类)按月和年度分别评价(见表2)；6个水质要素指标按月和年度分别评价(见表3)；考虑水生态监测频次和项目较少的现状，3个水生态要素指标按年度评价(见表4)。

3.4 评价指标赋权及综合评价方法 本研究在层次分析法评价结果的基础上，根据结构熵权法得出准则层权重。

层次分析法是将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次，在此基础之上进行定性和

表1 分级分类的水功能区综合评价指标体系

准则层1	指标	准则层2									
		保护区	保留区	缓冲区	饮用水源区	工业用水区	农业用水区	渔业用水区	景观娱乐用水区	过渡区	排污控制区
水量	不断流时段占比	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	重点控制断面生态基流满足率	√	√	√	√	√	√	√	√		
	用水量保障率*			√	√					√	
	敏感生态需水满足率*	√						√			
水质	水质状况（水质类别/营养状况）	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	水功能区水质达标率	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	集中式饮用水源地水质达标率				√						
	主要污染物减排率	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	主要污染物入河量未超限排率*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
水生态	水生生物多样性指数(藻类/底栖/浮游)	√									
	重点保护物种存活情况*	√									
	天然湿地保留率*	√									

注：*为推荐备选指标，研究区可根据资料 and 实际工作情况选用或者自定特征指标。

表2 水量要素指标描述

描述指标	子类1	子类2	月度评价赋分方法	年度评价赋分方法	表征
不断流时段占比			断流为0，不断流为100	不断流月数/监测频次×100	河流断流情况
重要控制断面生态基流满足率	河流类	汛期	当月最小日均流量/多年平均流量×100	4—9月最小日均流量占多年平均流量的百分比×100	河流生态基流满足程度
		非汛期	当月最小日均流量/多年平均流量×100	10—次年3月最小日均流量占多年平均流量的百分比×100	
用水量保障率	湖泊类		监测水位与最低生态水位对比，大于等于最低生态水位为100，否则为0	分别对比年内60天、30天、14天、7天、3天及1天的日均水位与最低生态水位的关系；若大于等于最低生态水位，则分别为10、20、30、50、75和100，取满足条件的最大值	湖泊生态水位满足程度
	水库类		监测流量与水库下泄生态基流对比，大于等于水库下泄生态基流为100，否则为0	水库下泄生态基流满足天数/年度评价总天数×100	水库下泄生态基流满足程度
	河流类		监测水量与用水户现状或规划用水量对比，若大于等于则为100，否则为0	监测水量大于等于用水量月数/监测频次×100	用水量保障程度
	湖库类		对比湖库水位与饮用水取水口水位，若大于等于则为100，否则为0	湖库水位大于等于取水口水位月数/监测频次×100	用水量保障程度
敏感生态需水满足率			对比敏感生态需水月监测流量与敏感生态需水量，若大于等于则为100，否则为0	满足敏感生态需水天数/敏感期总天数×100	敏感生态需水满足情况

定量分析的决策方法。而结构熵权法是通过分析系统指标及其相互关系，将指标分解为若干个独立的层次结构，然后将德尔斐专家调查法与模糊分析法相结合，对指标的重要性进行“典型排序”，再用熵理论对“典型排序”结构的不确定性进行定量分析，计算熵值和“盲度”分析，对可能产生潜在的偏差数据进行统计，确定出每一层次同类指标重要程度数值，即指标的权重。具体步骤如下^[18]：

(1)“典型排序”。根据构建的指标体系目标层及水质、水量、水生态3个准则层的分层指标集，

表3 水质要素指标描述

描述指标	月度评价赋分方法	年度评价赋分方法	表征
水质状况	将当月断面水质类别按 I、II、III、IV、V、劣 V 分别计算为 100、90、80、40、20 和 0	将年度平均水质类别按 I、II、III、IV、V、劣 V 分别计算为 100、90、80、40、20 和 0	水体水质状况
湖库营养状况	当月富营养化指数值	4—9月富营养化指数平均值	湖库营养状况
水功能区水质达标率	当月水功能区水质类别与目标水质类别对比，优于等于目标水质类别为 100，否则为 0	优于目标水质类别月数/监测频次×100	水功能区水质达标状况
集中式水源地水质达标率	当月水质类别优于等于 III 类为 100，否则为 0	优于等于 III 类月数/监测频次×100	饮用水水源地合格状况
主要污染物减排率	(当月污染物排放量-上月污染物排放量)/上月污染物排放量×100	(当年污染物排放总量-上年污染物排放总量)/上年污染物排放总量×100	主要污染物减排情况
主要污染物入河量未超限排率		(限制排污总量-污染物入河量)/限制排污总量×100	主要污染物超限排放情况

表4 水生态要素指标描述

描述指标	年度评价赋分方法	表征
水生生物多样性指数	水生生物多样性指标监测值/所在水生生态分区该水生生物多样性最佳期望值×100	水生生物多样性情况
重点保护物种存活率	重点保护物种种类数量/历史基准点的种类数量×100	保护物种存活情况
天然湿地保留率	评估年天然湿地面积/历史基准点的湿地面积×100	天然湿地保有情况

用“德尔斐法”采集专家意见。通过专家判断，用层次分析法独立地给出对测评指标集的重要性“排序意见”的定性判断，即为指标的“典型排序”。

(2)对“典型排序”进行“盲度”分析。设有 k 个专家典型排序，对应指标集记为 $U=\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 。 U 对应的“典型排序”数组记作 $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$ ，由 k 个指标集获得指标的排序矩阵记为 $A(A=(a_{ij})_{k \times n}, i=1, 2, \dots, k, j=1, 2, \dots, n)$ ，称为指标的“典型排序”矩阵，其中 a_{ij} 表示第 i 个专家对第 j 个指标 u_j 的评价， $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ 取 $\{1, 2, \dots, n\}$ 自然数中的任意一个数。

对上述“典型排序”定性、定量转化，定义定性排序转化的隶属函数为：

$$\chi(I) = -\lambda p_n(I) \ln p_n(I) \quad (1)$$

其中，令 $p_n(I) = \frac{m-I}{m-1}$ ，取 $\lambda = \frac{1}{\ln(m-1)}$ ，令 $\chi(I) / \left(\frac{m-I}{m-1} \right) - 1 = \mu(I)$ ，代入并化简得：

$$\mu(I) = -\frac{\ln(m-I)}{\ln(m-1)} \quad (2)$$

式中： I 为专家按照“典型排序”的格式对某个指标评议后给出的定性排序数； μ 为定义在 $[0, 1]$ 上的变量； $\mu(I)$ 为 I 对应的隶属函数值， $I=1, 2, \dots, j, j+1, j$ 为实际最大顺序号； m 为转换参数量，取 $m=j+2$ 。将排序数 $I=a_{ij}$ 代入式(2)中，可得其定量转化值 b_{ij} ，即排序数 I 的隶属度，矩阵 $B=(b_{ij})_{k \times n}$ 称为隶属度矩阵，视 k 个专家对指标 μ_j 的“话语权”相同，即计算 k 个专家对指标 μ_j 的“一致看法”，称为平均认识度，记作 b_j ，定义专家 z_i 对因素 μ_j 由认知产生的不确定性，称为“认识盲度”，记作 Q_j ，令：

$$Q_j = \left| \left\{ \left[\max(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{kj}) - b_j \right] + \left[\min(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{kj}) - b_j \right] \right\} / 2 \right| \quad (3)$$

对于每一个因素 μ_j ，定义 k (参加测评的全体专家数) 个专家关于 μ_j 的总体认识度记作 x_j 。

$$x_j = b_j(1 - Q_j), x_j > 0 \quad (4)$$

由 x_j 即得到 k 个专家全体对指标 μ_j 的评价向量 $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。

(3)确定权重。为得到指标 μ_j 的权重, 对 x_j 进行归一化处理, 令:

$$\alpha_j = x_j / \sum_{i=1}^m x_i \quad (5)$$

则 $W=(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ 即称为因素集 $U=\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$ 的权向量。

根据以上步骤, 本研究得出的水量、水质和水生态准则层权重见表5。

各准则层内指标层权重采用均权分配, 即均等考虑每个指标对准则层的影响。在实际应用中也可根据地域差异等实际情况进行调整, 并保证基本指标的权重高于备选指标及自选指标。水功能区统一评价采用分级指标评分法量化评价结果, 每项指标评价总分为100分, 根据水量、水质、水生态等要素进行单项评价后, 采用表5权重加权平均计算水功能区综合评价指数, 综合评价指数的数值范围在0~100之间, 以20为一级, 划分为优、良、中、差和劣5个等级, 值越大说明对应的水功能区质量状况越好。

4 实例分析

4.1 实例水功能区概况及数据来源 选取嫩江流域、浑太河流域和洋河流域的4个不同类型的水功能区进行水功能区统一评价指标体系实例应用研究。实例试算水功能区位置见图1, 基本情况见表6。

实例分析的水文数据来源于石灰窑、抚顺(二)、本溪(二)和柴沟堡-东水文站2016年的逐日流量监测资料; 水质数据来源于卧都河、石灰窑、橡胶坝(末)、源头(太子河)和东洋河水水质站2016年的逐月水质监测资料, 入河污染物量数据来源于抚西河排污口、戈布东河排污口、戈布河排污口、公园生活排污口、将军河排污口、欧家生活排污口和榆林明渠排污口2016年监测资料; 水生态数据来源于太子河2016年底栖动物的1次监测资料及各水功能区2016年7月和11月

表5 基于结构熵权法的评价指标权重

目标层	权重	准则层	权重
水功能区统一评价指标体系	1	水量	0.42
		水质	0.38
		水生态	0.20

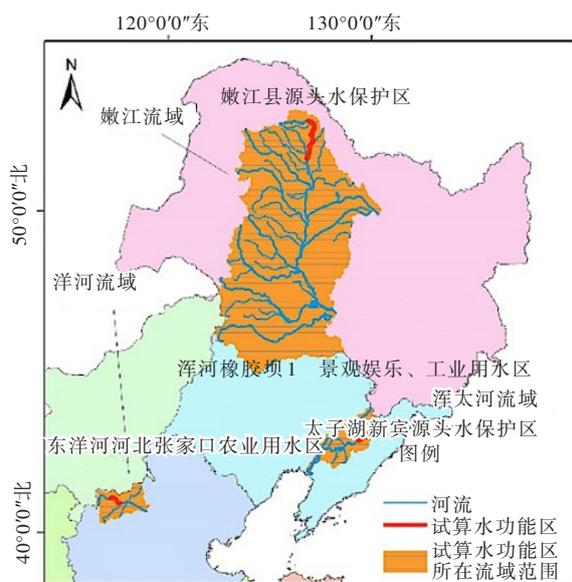


图1 实例试算水功能区位置示意图

表6 实例水功能区基本信息

序号	水功能一级区	水功能二级区	水功能区类型	所在省区	所在河流名称	区划长度/km	目标水质类别	代表水质站	水文站
1	嫩江嫩江县源头水保护区		保护区	黑龙江	嫩江	236.1	II	卧都河, 石灰窑	石灰窑
2	浑河抚顺、沈阳、辽阳、鞍山开发利用区	浑河橡胶坝1景观娱乐、工业用水区	景观娱乐用水区	辽宁	浑河	11	III	橡胶坝(末)	抚顺(二)
3	太子河新宾源头水保护区		保护区	辽宁	太子河	62	II	源头(太子河)	本溪(二)
4	东洋河河北张家口开发利用区	东洋河河北张家口农业用水区	农业用水区	河北	东洋河	46	IV	东洋河	柴沟堡-东

表7 实例水功能区2016年水质-水量-水生态统一评价结果

水功能区	项目	水量指标			水质指标						水生态指标			水质达标单一评价	综合评价指数	
		不断流时段占比	重要控制断面生态基流满足程度		水质状况	主要污染物减排率			主要污染物入河量未超限排率		年度水功能区水质达标率	栖息地环境质量	水生生物多样性指数			天然湿地保留率
			10—12月	1—3月		4—9月	废污水减排率	COD减排率	氨氮减排率	COD未超限排率						
太子河新宾源头水保护区	指标值	100%	28.4%	35.2%	II	/	/	/	/	/	60%	135	88.1%	/	不达标	75.9
	赋分	100	60.8	80		/	/	/	/	/	60	67.5	88.1	/		
浑河橡胶坝1景观娱乐、工业用水区	指标值	100%	32.7%	35.1%	V	4.30%	0.05%	1%	*	*	16.7%	60.5	/	/	不达标	52.0
	赋分	100	60.4	20		60			*	*	16.7	30.3	/	/		
东洋河河北张家口农业用水区	指标值	100%	3.70%	2.68%	IV	/	/	/	/	/	91.7%	89.8	/	/	达标	60.5
	赋分	100	0	40		/	/	/	/	/	91.7	44.9	/	/		
嫩江嫩江县源头水保护区	指标值	100%	10.1%	35.1%	IV	/	/	/	/	/	16.7%	159	*	100	不达标	58.2
	赋分	100	40.4	40		/	/	/	/	/	16.7	79.5	*	100		

注：“/”表示不涉及；“*”表示无数据。

2次栖息地质量状况调查评价资料。

4.2 评价结果 采用研究区的水质、水量及水生态监测资料成果，依据统一评价指标体系，对保护区、景观娱乐用水区和农业用水区选取不同参评指标，对4个水功能区进行评价，结果见表7。

分析结果表明，保护区的综合评价指数高于开发利用区。嫩江嫩江县源头水保护区和太子河新宾源头水保护区2个水功能区均位于河流源头的山区，生态环境保护状况较好，林地占比高，产流条件好，径流系数大，而土地开发利用程度低，工农业等人为活动影响较少，因此其水资源、水质和水生态状况均普遍优于受人为活动影响较大的开发利用区。其中，太子河新宾源头水保护区水质、水量、水生态各准则层得分均较高，“三水”状况较为均衡，而嫩江县源头水保护区水量和水生态准则层得分较高，而水质准则层得分却较低，这是由于该区域森林腐殖质堆积造成的COD水质背景值较高所致。

浑河橡胶坝1景观娱乐、工业用水区的制约因素为水质，其水量评价指数达80，但水质评价指数仅为32.2，水污染程度相对较高，水质保护压力较大。该水功能区位于浑河流域大伙房水库出口以下，水库的下泄流量使得水功能区水量有所保障，但由于地处平原地区，附近水田和旱地较多，且有一定比例的城镇建设用地，受人类生产生活等活动影响，水质不达标，应加强水污染治理、水生态修复和水环境保护，保证水功能区水质状况与对应的水质要求相匹配。

东洋河河北张家口农业用水区的制约因素则为水量，该区的重要控制断面生态基流满足程度为0，水量评价指数仅为50，其年度水质类别为IV类，满足农业用水区的水质管理目标，水功能区水质达标状况较好，水质评价指数为65.9。该水功能区位于东洋河流域入洋河口以上河段，地处东亚大陆季风气候区，年降水深为375 mm左右，降水量时空分布不均，属于典型的干旱、半干旱气候，河流主要以降水为补给来源，水资源禀赋条件较差。同时流域内地表水和地下水资源开发利用率均较高，用水供需矛盾较为突出，水资源量短缺形势严峻，导致该水功能区的生态基流无法得到满足，应加强水资源监督管理工作，合理配置外调水、本地水和非常规水，促进水资源与人口、经济、生态环境均衡协调发展。

若采用水质达标单一评价方法，除东洋河河北张家口农业用水区外，其他三个水功能区年度水质达标率未达80%，均为不达标，这个结果仅反映水质情况，且无法体现不同水功能区的水质差

异,而采用本文方法时,三个不达标水功能区的水质指标得分依次为70.0、32.2、28.4,对水质差异有定量的表征。此外,综合评价指数兼顾了水量和水生态指标,结果可表征水功能区的综合状况,涵盖信息更全面,且管理要求更严格,比如两个保护区,综合评价指数分别为75.9(良)、58.2(中),虽然达标情况相同,但是因为水量和水生态情况不一,评价结果依旧会有差别。综合指标体系的定量评价为强化水功能区管理提供抓手。

5 结果与讨论

水功能区管理是一项包括基础监测、分析评价、考核反馈等过程,涉及水资源保护、水污染防治、综合治理管控的综合性工作,其评价指标应体现监管全过程。目前水功能区评价及管理目标体系尚不完整,仅制定了水质指标,而缺少水量、水生态方面的基本指标,难以全面反映水功能区管理的系统性要求。与单一的传统指标体系相比,水功能区水质-水量-水生态统一评价指标体系基于现有监测水平,增加了水量和水生态评价指标,在应用过程中,可分级分类的识别水功能区水质、水量、水生态现状短板。

本研究确定的综合评价体系仍需进一步完善,比如更科学的选取地区特征指标,以及协调基础监测工作短板与评价数据需求等。此外,在实例应用时,需要注意两方面问题,一是背景值或本底值的影响情况,二是对冰封期或季节性河流的数据处理。对于背景值或本底值影响区域,可能使得水功能区水质始终不达标,此时可根据实际情况,考虑是否采用扣除背景值后数据进行评价。同时,水生生物或流量也存在背景值的问题,如有些对生态无管理目标的区域,可选取适宜的特征指标替换原评价指标。对于存在冰封期或季节性河流,在计算流量相关指标时,可将冰冻期和季节性无水期排除在外,只采用有径流的月份计算重要断面的生态基流满足程度。水功能区统一评价指标体系需要根据监测水平和管理要求的改变而不断完善,以强化对水功能区管理及水环境治理工作的支撑作用。

6 结论

(1)本文基于“三水统筹”的管理要求,构建了水功能区统一评价指标体系,包括了水质、水量、水生态多要素指标,提出了7个基本指标和5个推荐备选指标,并分级分类的匹配到10类水功能区中。统一评价指标体系采用层次分析法和结构熵权法确定指标权重,根据水量、水质、水生态等要素进行单项评价后,加权得到综合评价指数表征水功能区的综合状况,进行定量评价与分级,并选取保护区、农业用水区、景观娱乐用水区等4个不同类型的水功能区进行指标应用,具有可行性。

(2)评价结果表明保护区的综合评价指数高于开发利用区,但是各分项指标有所差异。试算的2个保护区位于河流源头的山区,生态环境保护状况较好,工农业等人为活动影响较少,因此其水资源、水质和水生态状况普遍优于受人为活动影响较大的开发利用区,但是区域森林腐殖质堆积造成的COD水质背景值影响水质评价结果。试算的景观娱乐用水区水量有所保障,但受人类生产生活等活动影响水质不达标。试算的农业用水区受水量制约,满足水质管理目标,但年度水质类别为IV类,用水供需矛盾较为突出。

(3)从评价方法来看,单一的水质评价仅针对水质管理目标判断水功能区达标情况,无法体现程度差异,也无法满足水功能区兼顾水量、水生态的系统管理要求。统一评价指标体系针对不同的水功能区功能目标进行指标划分,可定量区分各指标差异,更全面的反映水功能区现状,为定量反映水功能区环境动态变化提供支撑,为水功能区实现“三水统筹”管理提供评估参考。

参 考 文 献:

- [1] 黄锦辉,王晓红,廖文根,等.基于水功能区管理优化的调整技术研究[J].水利规划与设计,2019(8):

31-34.

- [2] 王林, 宓辰羲, 宓永宁. 辽阳市水功能区纳污能力计算研究[J]. 人民黄河, 2017, 39(12): 80-84.
- [3] 赵云. 大连市重要江河湖泊水功能区达标评价研究[J]. 水资源开发与管理, 2019(8): 4-8.
- [4] 张科, 王灵灵. 陕西省渭河干流水功能区达标改善措施浅析[J]. 地下水, 2019, 44(4): 61-62.
- [5] 尹炜, 裴中平, 辛小康. 现行水污染物总量控制制度存在的问题及对策研究[J]. 人民长江, 2019, 50(8): 1-5, 19.
- [6] 周娜, 贾仰文, 胡鹏, 等. 松花江流域冰封期水功能区限制纳污控制研究[J]. 水利学报, 2014, 45(5): 557-565.
- [7] 张倩, 李国强, 诸葛亦斯, 等. 改进的模糊综合评价法在洱海水质评价中的应用[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2019, 17(3): 226-232.
- [8] 秦景, 牛文龙. 北京西南部山前平原区地下水水质评价及其影响因素[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2020, 18(3): 161-169.
- [9] 黄苗, 赵鑫, 赵伟华, 等. 长江中下游干流水功能区评价体系研究[J]. 人民长江, 2013, 44(10): 40-43.
- [10] 邱凉, 翟红娟, 徐嘉. 长江中下游水功能区考核指标体系研究与构建[J]. 人民长江, 2013, 44(3): 75-77.
- [11] 王建华, 胡鹏. 我国水生态文明建设内涵、评价标准与经验模式[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2018, 16(5): 430-436.
- [12] 向婧怡. 面向水生态文明的上海市水资源管理及水文化建设途径[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
- [13] 狄瑞. 浅谈新疆水功能区水质监测评价存在的问题及对策建议[J]. 四川水利, 2020, 41(4): 128-131.
- [14] 王孟, 邱凉, 邓瑞. 长江流域入河排污口监督管理长效机制研究[J]. 人民长江, 2019, 50(9): 1-5, 29.
- [15] 李键庸, 马沛明, 史方. 长江流域开展经常性水生态监测的研究与思考[N]. 人民长江报, 2020-08-22(5).
- [16] 孙宁海, 王立萍. 山东省水文水质监测面临的形势与建议[J]. 山东水利, 2020(4): 16-18.
- [17] 杨林, 哈斯毕力格. 内蒙古自治区水质自然本底值状况评价[J]. 内蒙古科技与经济, 2015(3): 68-74.
- [18] 陈家栋, 张真真, 龚畅, 等. 基于自然-社会环境的南京市水环境承载力变化研究[J]. 水利发展研究, 2019, 19(12): 17-20.

Construction and application of unified evaluation index system in water function zone

LI Jia¹, DU Xia², YAN Liuqing²

(1. Bureau of South to North Water Transfer of Planning, Designing and Management,
Ministry of Water Resources, Beijing 100038, China;

2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: In order to meet the systematic requirements of water function zone management, this paper constructs a unified evaluation index system of water function zone. The evaluation indexes of water quality, water quantity and water ecology were put forward for 10 types of water function zones. The analytic hierarchy process and structural entropy weight method were used for evaluation, and four different types of water function zones were selected for application. The results show that the comprehensive evaluation index of the protection zone is higher than that of the development and utilization zone, but there are differences in various indexes. The unified evaluation index system of water function zones can provide not only data reference for the assessment, but also reference for improving the management and control of water function zones.

Keywords: water function zone; evaluation system; water quality; water quantity; water ecology

(责任编辑: 王学风)