

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2015.03.001

全国重要水功能区达标评价与承载力协同分析

李 扬^{1,2},朱党生²,廖文根²,史晓新²,张建永²

(1. 中国水利水电科学研究院,北京 100038;2. 水利部水利水电规划设计总院,北京 100120)

摘要:采取全指标评价法和双指标评价法对全国 4 493 个重要江河湖泊水功能区的水质达标率进行评价。结果表明,两方法的评价结果存在着明显的差异——全国重要水功能区水质达标率分别为 61.2% 和 49.6%,双指标评价结果好于全指标评价结果。根据水功能区纳污能力和现状污染物入河量的关系,对水功能区承载力进行分析。结果表明,全国未超载的水功能区有 2 907 个(占 64.7%),而另外 35.3% 的超载水功能区以 25% 左右的纳污能力接纳了 60% 以上的污染物入河量,表明功能区超载而水质达标的问题普遍存在,原因是纳污能力计算标准偏严格而导致。同时还大量存在功能区不超载但水质不达标的情况,这主要有污染物的质量浓度背景值高、受到上游功能区污染物超标入河量的影响,以及对农业面源污染入河量暂无法全面测量等原因。

关键词:水功能区;水质达标率;全指标评价法;双指标评价法;承载力;协同分析

中图分类号:TV212.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2015)03-0001-04

Evaluation on compliance rates of important national water function zones in China and cooperative analysis of its bearing capacity

LI Yang^{1,2}, ZHU Dangsheng², LIAO Wengen², SHI Xiaoxin², ZHANG Jianyong²

(1. China Institute of Water Resource and Hydropower Research, Beijing 100038, China;
2. General Institute of Water Resource Planning and Design, Beijing 100120, China)

Abstract: Whole index evaluation method and double index evaluation method were applied to evaluate the water quality compliance rates of 4493 national water function zones in China. The results show that there are clear differences between the two evaluation methods, with 61.2% and 49.6% water quality compliance rate respectively. The evaluation result of double index evaluation method is better than that of whole index evaluation method. According to the relationship between the pollution capacity of water function zone and measured amount of pollutants into rivers, the bearing capacity of water function zones were analyzed. The results show that 2907 water function zones are not overloaded with the rate of 64.7%, while the other 35.3% of the national water function zones has taken more than 60% of the total amount of pollutants within 25% of the total amount of pollution capacity, showing that pollution has been overloaded but water quality reach the standards in some water function zones. It can be explained as the calculation standard of pollutant carrying capacity tends to be strict. In the meantime, there is another kind of problem that pollution has not been overloaded but water quality is not up to the standard, which can be explained as the high value of the background pollutants, affected by pollutants exceeding the standard into rivers of upstream function area, and lacking of complete measurement of agricultural non-point source pollution for the time being.

Key words: water function zone; water quality compliance rate; whole index evaluation; double index evaluation; bearing capacity; cooperative analysis

基金项目:水利部水资源费项目
作者简介:李扬(1983—),男,工程师,博士研究生,研究方向为水资源保护规划设计与研究。E-mail:liyong@giwp.org.cn

水功能区是指为满足水资源开发利用和节约保护的需求,根据水资源自然条件和开发利用现状,按照流域综合规划、水资源保护规划和经济社会发展要求,在相应水域按其主导功能划定范围并执行相应水环境质量标准的水域。制定水功能区划,加强水功能区监督管理,对促进水资源合理开发和有效保护,落实最严格水资源管理制度,实现水资源可持续利用具有重要意义。

2012 年底,国务院批复颁布了《全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030 年)》(以下简称《区划》)。国务院在批复中明确提出《区划》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依据,要根据不同水域的功能定位,实行分类保护和管理,促进经济社会发展与水资源承载力相适应,力争到 2020 年水功能区水质达标率达到 80%,到 2030 年水质基本达标。

笔者对《区划》中全国 4 493 个重要水功能区的水质达标现状进行分析和评价,结合水功能区纳污能力及入河污染现状,剖析水质达标评价成果与环境承载现状间的关系,旨在为加强水功能区管理,推进实现国务院提出的水质管理目标提供思路和建议。

1 水功能区现状达标评价

1.1 评价指标

本研究对重要江河湖泊水功能区分别开展全指标(GB3838—2002《地表水环境质量标准》中的常规监测项目)和双指标(COD_{Mn}或(COD)和 NH₃-N)评价。

全指标评价分两种情况:在非饮用水水源保护区采取 24 项指标进行评价,包括水温、pH 值、DO 等;在饮用水源保护区采用增加了硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等 5 项指标的共 29 项指标进行评价。双指标评价是对全指标评价的简化,选取最具代表性的 COD 和 NH₃-N 两项关键指标开展评价,是对不具备全指标监测条件的地区评价工作的简化处理。双指标评价法在具备评价条件的湖库增加了 TP、TN 两项指标。

1.2 评价方法

水功能区水质达标评价按照 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》、SL395—2007《地表水资源质量评价技术规程》的要求,原则上采用频次法进行,年度监测次数不低于 6 次,水质达标率大于等于 80%的水功能区为达标水功能区。对年度监测次数低于 6 次的河流源头保护区、自然保护区及保留区,按年均值法进行水质达标评价,水质评价类别等于或优于水功能区水质目标的水功能区为达标水功能区。水功能区水质达标率按水功能区个数进行统

计。太湖流域水功能区水质达标评价与《太湖流域水环境综合治理总体方案》有关要求相衔接。

评价数据原则上采用 2010 年监测资料,对无当年实测数据的,采用近 3 年水功能区监测资料并充分收集和利用已有监测成果。对除河流源头保护区、自然保护区以及保留区之外的其他类型水功能区,因监测频次不足或缺少评价数据,无法按频次法开展评价的,本研究请相关的省区或流域机构开展了补充监测;对确实无法补充监测的,采用年均值法或结合近几年监测成果、上下游水质资料以及现场调研工作情况,进行综合分析确定。

水功能区水质评价指标代表值的确定,按照以下几种情况来进行:①具有一个代表断面的水功能区,以该断面的水质监测数据作为该水功能区的水质评价指标代表值;②具有两个或两个以上代表断面的水功能区,采用各代表断面水质评价指标值的算术平均值,作为该水功能区水质评价指标代表值;③缓冲区内有多个水质监测代表断面时,采用该区省界控制断面监测数据作为水质评价指标代表值;④对饮用水源区采用水质最差的断面监测数据作为该功能区的水质评价指标代表值;⑤左、右岸水功能区不同,而有全断面监测资料时,分别用左、右岸测点的监测结果来代表不同水功能区,分别进行统计。

1.3 评价结果

评价结果表明,双指标评价结果优于全指标评价结果:双指标评价结果为Ⅲ类及优于Ⅲ类的水功能区有 2864 个,占 67.2%;全指标评价结果为Ⅲ类及优于Ⅲ类的水功能区有 2561 个,占 60.1%。双指标评价为劣Ⅴ类的水功能区共 633 个,占 14.9%。

全指标和双指标的评价结果表明,水质达标的水功能区分别为 2 112 个和 2 609 个,水质达标率分别为 49.6%和 61.2%,双指标达标率较全指标高 11.6%。南方地区的水功能区水质达标率总体上高于北方地区,其中西南诸河区、珠江区、东南诸河区、长江区、西北诸河区的水质达标率较高,均接近或者高于 60%;而松花江区、辽河区、海河区及太湖流域的水质达标率偏低,均低于 40%(表 1,图 1)。

不同类型水功能区分析表明,保护区、保留区和饮用水水源区的水质达标率相对较高,其中全指标评价的保护区、保留区和饮用水水源区水质达标率分别为 54.2%、71.7%和 58.5%,双指标评价的保护区、保留区和饮用水水源区水质达标率分别为 67.6%、82.2%和 70.8%。而农业用水区、景观娱乐用水区和过渡区的水质达标率偏低,均低于 50%,见表 2 和图 2。全国跨省水功能区有 348 个,其中参与评价的水功能区 346 个,全指标评价和双指标评价的水功能区达标率分别达到 49.7%和 60.1%。

表 1 全国重要江河湖泊水功能区现状水质达标状况

水资源分区	水功能区			全指标评价		双指标评价	
	总个数/个	排污控制区 个数/个	参评水功能区 个数/个	达标个数/个	达标率/%	达标个数/个	达标率/%
松花江区	406	33	373	78	20.9	110	29.5
辽河区	333	26	307	89	29.0	114	37.1
海河区	230	8	222	57	25.7	76	34.2
黄河区	346	41	305	124	40.7	160	52.5
淮河区	394	46	348	93	26.7	179	51.4
长江区	1743	68	1675	981	58.6	1162	69.4
其中太湖流域	380	0	380	68	17.9	103	27.1
东南诸河区	234	0	234	139	59.4	172	73.5
珠江区	519	6	513	332	64.7	385	75.0
西北诸河区	107	3	104	87	83.7	93	89.4
西南诸河区	181	0	181	132	72.9	158	87.3
全国合计	4493	231	4262	2112	49.6	2609	61.2

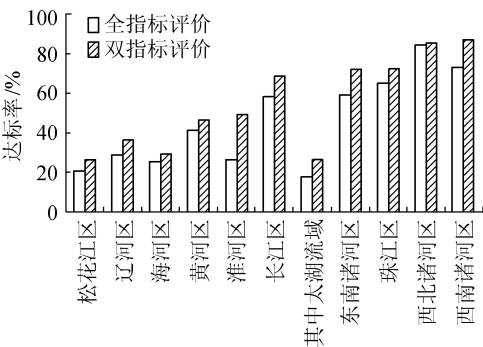


图 1 各水资源一级区重要江河湖泊水功能区水质现状达标率

表 2 不同类型水功能区水质现状达标状况

水功能区 类型	参评 水功能区 个数/个	全指标评价		双指标评价	
		达标个 数/个	达标率/%	达标个 数/个	达标率/%
保护区	618	335	54.2	432	69.9
保留区	679	488	71.9	564	83.1
缓冲区	458	178	38.9	232	50.7
开发 利用 区					
饮用	687	402	58.5	492	71.6
工业	553	272	49.2	330	59.7
农业	625	186	29.8	257	41.1
渔业	90	42	46.7	55	61.1
过渡	309	119	38.5	144	46.6
景观	243	92	37.9	103	42.4
全国合计	4262	2114	49.6	2609	61.2

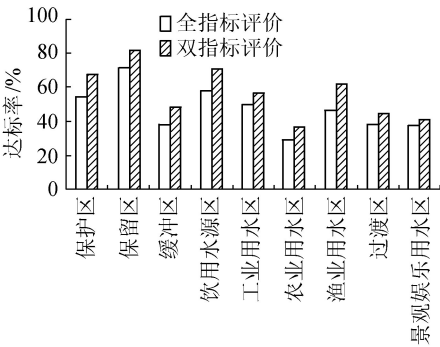


图 2 不同类型水功能区现状水质达标率

2 水功能区承载状况分析

根据水功能区纳污能力和现状污染物入河量的关系,将水功能区分为未超载区(无现状污染物入河量,以及现状污染物入河量小于或等于河道纳污能力)和超载区(现状污染物入河量大于河道纳污能力)两类。各水资源一级区不同承载类型水功能区个数比例见图 3。

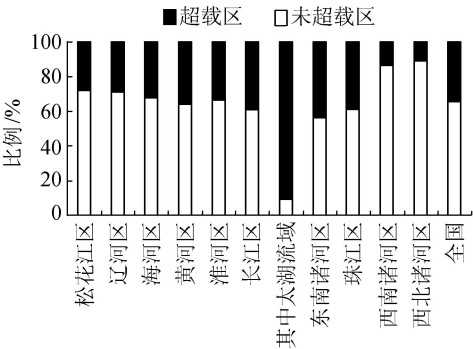


图 3 各水资源一级区不同承载类型水功能区个数比例

分析表明,全国未超载的水功能区有 2 907 个(占 64.7%),所对应的 COD 与 NH₃-N 纳污能力分别占全国总量的 73.8%、76.0%,COD 与 NH₃-N 的入河量分别占全国总量的 37.4%、34.7%。超载的水功能区有 1 586 个,占全国总数的 35.3%,其中 COD 与 NH₃-N 纳污能力分别占全国总量的 26.2%、24.0%,COD 与 NH₃-N 入河量分别占全国总量的 62.6%、65.3%,即全国 35% 的超载水功能区以 25% 左右的纳污能力接纳了 60% 以上的污染物入河量,见表 3。

对各水资源一级区中超载的水功能区进行超载程度分析,发现 NH₃-N 的超载程度总体上比 COD 超载程度大,其中 COD 入河量超载 1 倍以上的有淮河区、松花江区、海河区和西南诸河区,其中淮河区超出 2 倍以上;而各水资源一级区的 NH₃-N 入河量均

表 3 重要江河湖泊水功能区承载状况分析						
纳污承载状况	水功能区		COD		NH ₃ -N	
	个数/个	比例/%	现状入河量/(万 t·a ⁻¹)	现状纳污能力/(万 t·a ⁻¹)	现状入河量/(万 t·a ⁻¹)	现状纳污能力/(万 t·a ⁻¹)
超载区	1 586	35.3	452.2	273.2	49.1	16.6
未超载区	2 907	64.7	269.6	767.8	26.1	52.6
合计	4 493	100	721.8	1 041.0	75.2	69.2

超载 1 倍以上,其中淮河区、辽河区、松花江区、海河区、珠江区、黄河区和西南诸河区则超出 3 倍以上。

3 达标评价与承载能力关系分析

对照水功能区达标率与超载功能区占比 2 项指标,可以发现二者间并无良好的对应关系。在长江流域、太湖流域、东南诸河流域、珠江流域、西北诸河流域,水功能区不达标率与超载功能区占比率基本持平,而在松花江流域、辽河流域、海河流域、黄河流域、淮河流域以及西南诸河区,二者之间差别较大,且不达标功能区个数要远多于超载功能区。

从超载功能区入河污染物超载率来看,松花江流域、辽河流域、海河流域、黄河流域、淮河流域以及西南诸河区的超载功能区特征污染物平均超载率较其他几个流域明显要高很多,以 NH₃-N 为例,上述 6 个一级区的平均超载率为 5.1,而另外 5 个一级区的平均超载率仅为 2.6,见表 4 和图 4。

水功能区达标率与超载功能区占比率的不完全相关性,说明并非入河污染物超标的功能区均为现状不达标,或者并非现状入河污染物不超标的功能区其现状一定达标。对于污染物入河量超载而水质现状评价达标的功能区,主要是因为纳污能力计算标准严格,采用的水文条件大多选用 90% 或 75% 保障率最枯月均流量,而大多数时段的河流流量是大于这个流量值的,因而即使污染物入河量超过水域

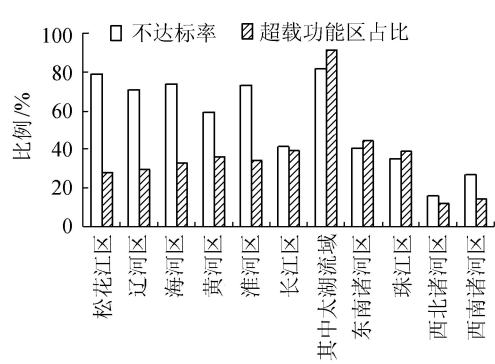


图 4 水功能区不达标率与超载功能区占比对照

纳污能力,测量得到的污染物质量浓度值仍有很大可能低于水质目标质量浓度值,因而水功能区水质仍是达标的。

另一种情况下,也大量存在着现状污染物入河量不超载但仍水质不达标功能区,究其原因,有以下 3 种情况:①河流天然本底状况较差,污染物的质量浓度背景值高;②受到上游功能区污染物超标入河量的影响,与本功能区污染物叠加导致水质不达标;③受监测条件所限,入河污染物仅考虑集中式点源污染,而对农业面源污染入河量则暂无法全面测量,在一些农药化肥施用量相对较高、农田灌溉面积较广阔的地区,尽管点源污染入河量不高,但仍存在着实测功能区水质不达标的问题。

4 讨论与建议

a. 功能区水质评价采取全指标评价和双指标评价两种方法,评价结果存在着明显的差异,双指标评价结果好于全指标评价结果。为落实最严格的水资源管理制度,应完善水质监测网络建设,以保障水质评价工作可采用全指标评价法进行。

b. 重要江河湖泊水功能区的纳污能力受水资源条件等因素影响,在空间上分布不均匀,与经济社会

表 4 水资源一级区达标率与超载状况对照

水资源分区	水功能区			全指标评价		超载功能区			
	总个数/个	排污控制区/个	参评水功能区/个	不达标个数/个	不达标率/%	个数/个	占比/%	COD 超载率/%	NH ₃ -N 超载率/%
松花江区	406	33	373	295	79.09	114	28.1	2.9	6.0
辽河区	333	26	307	218	71.01	98	29.4	2.0	5.9
海河区	230	8	222	165	74.32	76	33	2.4	5.5
黄河区	346	41	305	181	59.34	126	36.4	1.4	3.6
淮河区	394	46	348	255	73.28	134	34	3.2	6.8
长江区	1 743	68	1 675	694	41.43	691	39.6	1.7	2.0
其中太湖流域	380	0	380	312	82.11	347	91.3	1.6	2.1
东南诸河区	234	0	234	95	40.60	104	44.4	1.2	2.0
珠江区	519	6	513	181	35.28	204	39.2	1.6	3.9
西北诸河区	107	3	104	17	16.35	13	12.1	1.8	3.0
西南诸河区	181	0	181	49	27.07	26	14.4	1.9	3.0
全国合计	4 493	231	4 262	2 150	50.45	1 586	35.3	1.7	3.0

(下转第 10 页)

主要是以水资源开发利用为主线,以河流为纽带进行的。在自然条件与人类活动的共同驱动下,共同作用于水循环系统,进而驱动河西走廊不同生态分区生态格局的演变。水资源在人工绿洲和天然绿洲、流域上中下游之间重新进行分配,形成了人工绿洲与荒漠、天然绿洲之间此消彼长的关系,决定了生态格局演进的方向与进程。

作为对区域生态格局演变的响应,为维护河西走廊区域生态安全格局,亟须优化产业布局 and 结构、改变水资源开发利用方式,减轻水土资源开发对生态系统的压力,加大脆弱生态系统的保护力度,实现经济发展和生态保护双赢。

参考文献:

[1] 水利部水利水电规划设计总院. 河西走廊水生态变化跟踪分析与对策措施研究[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2011.

[2] 杜文涛,秦翔,刘宇硕,等. 1958-2005 年祁连山老虎沟 12 号冰川变化特征研究[J]. 冰川冻土,2008,30(3):373-377. (DU Wentao, QIN Xiang, LIU Yushuo, et al. Variation of the Laohugou Glacier No.12 in the Qilian Mountains [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2008, 30(3): 373-377. (in Chinese))

[3] 施雅风. 2050 年前气候变暖冰川萎缩对水资源影响情

景预估[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4):333-338. (SHI Yafeng. Estimation of the water resources affected by climatic warming and glacier shrinkage before 2050 in West China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2001, 23(4):333-338. (in Chinese))

[4] 王根绪,程国栋,沈永平. 近 50 年来河西走廊区域生态环境变化特征与综合防治对策[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1):78-82. (WANG Genxu, CHENG Guodong, SHEN Yongping. Features of eco-environmental changes in Hexi corridor region in the last 50 years and comprehensive control strategies [J]. Journal of Natural Resouces, 2002, 17(1):78-82. (in Chinese))

[5] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 我国西北干旱区的荒漠化过程及其空间分异规律[J]. 中国沙漠, 2011, 31(1):1-4. (ZHAO Halin, ZHAO Xueyong, ZHANG Tonghui, et al. Desertification process and its spatial differentiation in arid areas of Northwest China [J]. Journal of Desert Research, 2011, 31(1):1-4. (in Chinese))

[6] 王忠静,郑航,耿国婷. 河西走廊流域治理的科学问题及其思考[J]. 水利水电技术, 2011, 42(1):7-11. (WANG Zhongjing, ZHENG Hang, GENG Guoting. The key problems and challenges on the river basin governance in the Hexi Corridor, Gansu, China [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2011, 42(1):7-11. (in Chinese))

(收稿日期:2014-07-04 编辑:高渭文)

(上接第 4 页)

会发展布局及污染物排放的空间布局不相匹配。受经济社会发展布局、沿河地形条件等的影响,我国主要江河约有一半左右的排污口集中在城市及江河的下游河段,而这些河段的纳污能力有限。保护区和保留区虽有一定纳污能力,但其水质目标按现状水质进行控制,保护要求高,在空间上也不是污染物排放的主要水域。

c. 从部分功能区存在超载但水质达标的问题来看,今后可对纳污能力的计算方法进一步研究探讨,特别是对汛期与非汛期采用不同的计算条件。

d. 从部分功能区存在不超载但水质不达标的问题来看,从保障完成规划水平年水质达标目标的角度,建议进一步对天然本底值超高的功能区进行梳理统计,将这部分功能区作为规划水平年不达标功能区,或者在达标目标中建议暂不考虑这部分功能区。对于功能区不达标且影响下游功能区达标的,建议作为排污口治理的重点区域;对于农业面源污染影响功能区达标的情况,建议进一步加强农业面源污染治理,并对面源污染强化监测与评估。

参考文献:

[1] 国函[2011]167 号 全国重要江河湖泊水功能区划

(2011—2030 年)[S].

[2] 国发[2012]3 号 国务院关于实行最严格水资源管理制度意见[S].

[3] 水资源[2011]544 号 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案制定技术大纲[S].

[4] 水利部水利水电规划设计总院. 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2014.

[5] 水利部水利水电规划设计总院. 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限排总量控制方案技术大纲[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2011.

[6] 国办发[2013]2 号 实行最严格水资源管理制度考核办法[S].

[7] 国函[2012]32 号 重点流域水污染防治规划(2011-2015 年)[S].

[8] 朱党生,张建业,史晓新,等. 现代水资源保护规划技术体系[J]. 水资源保护, 2011, 27(5):37-38. (ZHU Dangsheng, ZHANG Jianyong, SHI Xiaoxin, et al. Modern water resources protection planning system [J]. Water Resources Protection, 2011, 27(5):37-38. (in Chinese))

(收稿日期:2015-03-25 编辑:彭桃英)