

玛纳斯河流域水资源纳污能力评价指标体系的研究

房睿

(新疆石河子水文勘测局, 新疆 石河子 832000)

摘要: 党的十九大报告提出: 建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念, 坚持节约资源和保护环境的基本国策, 像对待生命一样对待生态环境, 统筹山水林田湖草系统治理, 实行最严格的生态环境保护制度, 形成绿色发展方式和生活方式, 坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。为了研究玛纳斯河流域的水资源纳污能力, 防止玛纳斯河受到持续污染, 采用 AHP 层次分析法建立玛纳斯河水资源纳污能力的评价指标体系, 得出各污染因子对该体系的影响排序, 最后通过计算得出玛纳斯河水资源纳污能力的综合评价指数值。

关键词: 层次分析法; 水资源; 纳污能力

中图分类号: TV213.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2018) 06-0033-05

Research on the evaluation index system of water resources pollution capacity in Manas River Basin

FANG Rui

(Xinjiang Shihezi Hydrology Survey Bureau, Shihezi 832000, Xinjiang)

Abstract: The report of the 19th national congress of the communist party of China proposed that building an ecological civilization was a millennium plan for the sustainable development of the Chinese nation. It's necessary to establish and practice the idea that lucid waters and lush mountains are invaluable assets, remain committed to the basic state policy of conserving resources and protecting the environment, treat the ecological environment like life, make overall planning of governance of the mountain, water, forest, cropland, lake and grass system, implement the strictest ecological environment protection system, and form a green development mode and way of life. Firmly follow the civilized development road of production development, rich life and good ecology. In order to study the pollution capacity of water resources in the Manas River Basin and prevent the Manas River from being polluted continuously, the AHP was used to establish the evaluation index system of the Manas river resources, and the influence of the pollution factors on the system was obtained. Finally, the comprehensive evaluation index value of water environment capacity of the Manas River was calculated.

Key words: analytic hierarchy process (AHP); water resource; water environment capacity

1 概述

水资源纳污能力是由水利部提出, 在设计好

的水文条件下, 满足计算水域的目标要求时, 该水域所能容纳的污染物的最大数量。水资源纳污能力设计大量复杂的信息及现象包括经济社会与资

收稿日期: 2018-02-03

作者简介: 房睿 (1984-), 女, 硕士, 主要从事环境影响监测、环境工程、环境影响评价工作及河长制相关工作。

源的减量化联系。

玛纳斯河发源于北天山中段依连哈比尔尕山乌代肯尼河的 43 号冰川, 全长 420 km。源头区发育有冰川玛纳斯河 800 条, 冰川面积 608 km², 是准噶尔内陆区冰川规模最大的一条河流^[1]。玛纳斯河灌区是新疆五六十年代开发建设的现代化大型灌区, 对自治区经济的发展做出了重要贡献。玛纳斯河发源于天山北麓依连哈比尔尕山, 主要靠高山融雪和降水补给。多年平均径流量 12.61 亿 m, 年平均流量 39.99 m/s, 径流年内分配很不平衡。灌区泉水年出水量 3.65 亿 m, 地下水可开采量 4 ~ 7 亿 m。玛纳斯河是一条山溪性多沙河流, 多年平均悬移质输沙量 275 万 t, 最大含沙量 166 kg/m, 推移质 40 万 t, 泥沙 80% 集中在每年的 7 ~ 8 月。

2 水资源纳污能力概念内涵

水资源纳污能力的内涵为以水资源的水体功能区划为主体依托, 在利用水环境容量的基础上其承纳污染物的最大能力^[2]。影响水资源纳污能力的因素既多种多样又复杂。不同类型水体有着不同的物理、化学形态、不同的水体本底状况。不同的水资源, 有着不同的水环境功能区划, 不同的污染量或浓度。

3 水资源纳污能力评价指标体系的建立

根据水资源纳污能力的内涵, 将玛纳斯河流域的纳污能力评价指标体系可分为河道径流型、湖泊水库环流型及河口感湾型 3 个分纳污能力的相关指标, 见表 1。

4 水资源纳污能力评价模型

根据水资源纳污能力的内涵的理解, 将水资源纳污能力分解为河道径流型、湖库环流型及河口感湾型 3 个部分, 3 个纳污能力承载模型及子项分别按照体系的指标进行计算, 得出各指标的纳污能力承载度^[3], 再用加权法计算出纳污能力。

4.1 水资源纳污能力计算模型

4.1.1 模型运算规则

根据水资源的区域性、兼容性差异, 对水资源纳污能力的计算模型做以下规定:

(1) 水资源纳污能力计算模型中的指标为无量纲值: 复杂的计量单位会导致无法使模型计算, 在运算之前必须将每个指标进行无量纲化处理;

(2) 水资源纳污能力计算模型中的任一指标介于 0 ~ 1 间^[4]: 每个指标会存在一个最优值和一个最差值, 当指标的值为 0 或者低于 0 时取 0, 当指标的值为 1 或者优于 1 时取 1。

4.1.2 水资源纳污能力指标分数的确定

对于体系指标越优越小的指标, 采用下式计算:

表 1 玛纳斯河水资源纳污能力评价指标体系

水资源纳污能力 (E)	河道径流型 (A1)	水资源开发利用率 (B1) /%
		植物覆盖率 (B2) /%
		水土流失率 (B3) /%
		生态用水率 (B4) /%
	湖库环流型 (A2)	人均水资源量 (B5) /m · a ⁻¹
		人均 COD 容量 (B6) /kg · a ⁻¹
		人均 GDP (B7) /万元
		人均可用水量 (B8) /m · a ⁻¹
	河口感湾型 (A3)	万元 GDP 用水量 (B9) /m · 万元 ⁻¹
		万元 GDP 的 COD 排放量 (B10) /kg · 万元 ⁻¹
		工业重复用水利用率 (B11) /%
		用水投资 (B12) /元 · (m) ⁻¹

$$s_{ij}=(g_{ig}-\max_{j=1}^m g_{ig})/(\min_{j=1}^m g_{ig}-\max_{j=1}^m g_{ig}) \tag{1}$$

对于体系指标越优越大的指标, 采用下式计算:

$$s_{ij}=(g_{ig}-\min_{j=1}^m g_{ig})/(\max_{j=1}^m g_{ig}-\min_{j=1}^m g_{ig}) \tag{2}$$

4.1.3 水资源纳污能力计算模型

水资源纳污能力体现了河道径流型、湖库环流型、河口感湾型及水资源纳污能力的协调程度。水资源纳污能力计算模型为:

$$E=\sum_{i=1}^n \omega_i E_i \tag{3}$$

分纳污能力水资源纳污能力计算模型为:

$$E_i=\sum_{i=1}^n \omega_{ij} \times E_{ij} \tag{4}$$

式中, E 为水资源纳污能力大小; E_i 水资源第 i 个分纳污能力大小; E_{ij} 第 i 个分纳污能力 j 指标的权重^[5]; ω_{ij} 第 i 个分纳污能力 j 指标的权重; n 为分纳污能力的数目; m 为指标数。

4.2 水资源纳污能力权重确定

水资源纳污能力体系中各指标的权重采用 AHP 层次分析法确定, AHP 是 20 世纪 70 年代著名美国运算学家萨蒂提出的, 是一种将定性和定量相结合的系统分析法。AHP 是现将系统内的指标先分解开来再综合, 实现定量数据决策。首先将水资源纳污能力的指标层次化, 按照指标间的相互隶属联系, 构成一个多层次模型, 判断矩阵见表 2、表 3、表 4、及表 5。

表 2 河道径流分纳污能力判断矩阵

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
B ₁	1	4	5	3
B ₂	1/4	1	3	1/3
B ₃	1/5	1/3	1	1/4
B ₄	1/3	3	4	1

经过上述计算 $CR=CI/RI=0.004 < 0.1$, 满足一致性检验。

表 3 湖库环流型分纳污能力判断矩阵

	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈
B ₅	1	5	6	3
B ₆	1/5	1	2	1/3
B ₇	1/6	1/2	1	1/4
B ₈	1/3	3	4	1

经过上述计算 $CR=CI/RI=0 < 0.1$, 满足一致性检验。

表 4 河口感湾型分纳污能力判断矩阵

	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂
B ₉	1	4	1/3	3
B ₁₀	1/4	1	1/5	1/2
B ₁₁	3	5	1	2
B ₁₂	1/3	2	1/2	1

经过上述计算 $CR=CI/RI=0.0132 < 0.1$, 满足一致性检验。

表 5 玛纳斯河纳污能力判断矩阵

	A ₁	A ₂	A ₃
A ₁	1	4	5
A ₂	1/4	1	2
A ₃	1/5	1/2	1

经过上述计算 $CR=CI/RI=0 < 0.1$, 满足一致性检验。

4.3 水资源纳污能力评价等级

经过上述模型与矩阵计算, 将玛纳斯河水资源纳污能力的影响度划分为 5 个等级, 见表 6。

表 6 水资源纳污能力综合指数评价等级

综合指数值	0 ~ 0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.6	0.6 ~ 0.8	0.8 ~ 1.0
评价等级	较恶劣	恶劣	一般	良好	优良

5 实例应用

玛纳斯河流域地处亚欧大陆腹地包括 14 个农牧团场、新湖总场及小拐, 属于天山北坡的核心经济带。玛纳斯河水资源纳污能力评价指标体系及计算值, 见表 7。

根据玛纳斯河水资源纳污能力的计算模型, 经式(3)、式(4)计算得出, 玛纳斯河水资源纳污能力综合评价指数为 0.2442, 由表 6 可知玛纳斯河流域水环境属于恶劣情况, 需采取措施对水环境质量状况进行改善。

6 玛纳斯河流域水资源纳污能力实施可持续发展建议

(1) 全面推进节水型社会建设, 大力提高水资

表 7 玛纳斯河水资源纳污能力评价指标体系及权重

指标体系		权重	指标值
河道径流分纳污能力 子系统	水资源开发利用率 (B1) /%	0.1856	90
	植物覆盖率 (B2) /%	0.1019	13.5
	水土流失率 (B3) /%	0.0755	3750
	生态用水率 (B4) /%	0.1375	1.6
湖库环流型分纳污能力 子系统	人均水资源量 (B5) /m · a ⁻¹	0.1104	6459
	人均 COD 容量 (B6) /kg · a ⁻¹	0.0496	68.8
	人均 GDP (B7) / 万元	0.0406	1148
	人均可供水量 (B8) /m · a ⁻¹	0.0740	648
河口感湾型分纳污能力 子系统	万元 GDP 用水量 (B9) /m · 万元 ⁻¹	0.0629	1770
	万元 GDP 的 COD 排放量 (B10) /kg · 万元 ⁻¹	0.0363	56.8
	工业重复用水利用率 (B11) /%	0.0768	18.4
	用水投资 (B12) / 元 · (m) ⁻¹	0.0490	3.5

源利用效率。

通过节水型社会建设,科学调度水资源,从而提高水资源承载能力,发挥试点地区的地缘优势,优化调整经济结构和产业布局,完善水资源配置和管理工程设施技术体系,不断提高水资源利用效率和效益,形成先进的节水型社会生产力;通过一系列制度建设,建立保障节水型社会实现良性、可持续发展的内在机制,形成以人水和谐为核心的节水型社会生产关系;通过完善地方性水法规,增强公众节水意识,提高水资源利用效率。

(2)严格控制禁采区、限采区内的地下水开采。针对不同的功能区应采取不同的利用措施,保证地下水环境生态平衡及可持续利用。例如,对于生态脆弱区、地质灾害易发区、地下水水源涵养区等区域,应严格保护,防止地下水超采和水质恶化;对地下水超采的区域,通过节约用水、水资源合理配置和联合调度等措施,逐步压缩地下水开采量,实现均衡利用。对于划定地下水禁采的区域,应通过水源替代、企业搬迁等方式,严格控制地下水的开采。

(3)合理控制经济社会发展规模和调整产业结构,减少经济社会用水负荷。要重点抓好农业节水,调整农业种植结构,大力发展节水、高效作物,对现有灌区进行续建配套和节水改造,推广先进节水灌溉技术,提高用水效益。压缩耗水量大、用水效益低、水污染严重的产业,促进污水回用,提高工业用水重复利用率,逐步形成节水高效型产业体系。

(4)减少入河污染物排放,提高水环境质量。通过工业搬迁改造,工业结构水平优化。淘汰落后工艺,提高技术水平,推行清洁生产,以知识、技术密集为特点的尖端工业为主,耗水少,效益高,降低污染物排放量;加强水质监测,确保饮用水水源地安全建立污染源监控系统,加强水环境监管力度结合区域发展需求,合理调整水环境功能区划,尽可能提高点源排放标准;核定纳污能力,明确地方减排要求。建议严格按照纳污能力执行,同时根据时空变化特点和行政区划等情况,进行纳污能力区域分配,并结合污染源测算结果,明确各个行政区域的污染物减排要求。

(5)扩大污水处理厂处理能力。通过新建、改扩建的方式。加强雨污分流建设、修补渗漏严重的管网,完善污水管网系统,严禁直接向河道内排放污水和倾倒垃圾的行为。不断加大环境保护投资,推进城镇污水处理设施建设。

(6)健全水资源管理制度,建立河长制和水资源承载能力监测预警机制。对水资源实行科学管理,确保对水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理,实现从传统水利向现代水利转变。通过建立新疆水资源承载

能力监测预警系统,对水资源承载状况进行动态评价,将显著提高水资源开发、利用、治理、配置、节约和保护的综合管理水平。

参考文献:

- [1] 唐建武,郭怀成,叶文虎.环境承载力及其在环境规划中的初步应用[J].中国环境科学,1997,17(1):6-9.
- [2] 黄涛珍,宋帮胜.淮河流域水环境承载力评价研究[J].中

国农村水利水电,2013(4):45-49.

- [3] 王金南,于雷,万军.长江三角洲地区城市水环境承载力评估[J].中国环境科学,2013,33(6):1147-1151.
- [4] 刘臣辉.基于指标体系和层次分析法的洱海流域水环境承载动态研究[J].环境科学学报,2013,33(9):2626-2631.
- [5] 刘庄.社会经济活动对太湖流域的生态影响分析[J].生态与农村环境学报,2009,25(1):27-31.

