

盘锦双台河口湿地生态环境需水量与水资源优化配置研究^{*}

芦晓峰, 王铁良, 李 波

(沈阳农业大学 水利学院, 沈阳 110161)

摘 要: 盘锦双台河口湿地国家级自然保护区位于辽宁省盘锦市境内, 是全国最大的湿地自然保护区。近年来盘锦双台河口湿地退化严重, 为了挽救盘锦双台河口湿地生命, 保护宝贵的自然资源, 以可持续发展理念为基本指导思想, 对盘锦双台河口湿地进行了生态环境需水量和水资源优化配置方面的深入研究。研究表明, 该地区生态环境退化严重, 通过对水资源进行优化配置研究, 提出为改善该地区生态环境, 最有效的措施是考虑湿地自净能力、污水处理量逐年提高的水资源配置模式。

关键词: 湿地; 生态环境; 水资源; 优化配置

中图分类号: X171.1; TV213.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0093-04

The Eco-environmental Water Requirements and the Optimal Allocation of Water Resources at Shuangtai Estuary Wetland of Panjin

LU Xiao-feng, WANG Tie-liang, LI Bo

(Water Conservancy Institute of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Panjin Shuangtai estuary wetland is located in Panjin city, Liaoning Province. It is the largest wetland natural conservation district in the country. In recent years, the degradation of Panjin shuangtai estuary wetland is very serious. In order to prolong the life of Panjin shuangtai estuary wetland, and protect valuable natural resources, this paper studies deeply and systematically on the eco-environmental water requirements and the optimal allocation of water resources at Shuangtai estuary wetland of Panjin. Research shows that the region's ecological environment has a serious degradation. Through optimizing the allocation of water resources research, to improve the ecological environment in the region, the most effective measure is the water resources model of improving sewage treatment in the annual allocation, and considering self purification ability of wetlands.

Key words: wetland; eco-environmental; water resources; optimization allocation

水是决定湿地类型和维持湿地发育过程的首要因子, 也是湿地生物生长发育的原料和介质。因此, 自然和人类活动所造成的水资源的任何变化, 都会反映在湿地生态系统的结构和功能上, 湿地对径流的调节作用和维持生态系统生产力的作用就会变化, 进而对区域生态环境产生影响。一直以来, 区域水量配置的出发点是满足工农业生产和人类生活用水, 但生态环境的需水问题一直没有列入水量调配方案。随着生态环境问题的日益显现, 不合理的水资源利用导致生态环境的恶化——特别是自然湿地丧失和生态退化问题, 已经受到了人们的关注。目前, 许多国家的水资源管理部门已经开始运用水量调配手段抢救性地开展区域生态恢复和环境治理, 并取得了明显成效。将生态环境用水纳入区域水资源统一规划中, 建立湿地生态环境用水的保障制度, 是构成国家或区域可持续发展战略的必然选择^[1]。然而, 湿地水资源优化配置技术还存在着诸多问题, 有待进一步深入研究, 如

湿地边界的划分、不同类型湿地生态环境需水量的计算和运行管理等。

本文结合盘锦双台河口湿地经济、社会、生态环境等现状, 分析水资源供需矛盾, 开展水资源优化配置研究, 利用“3S”技术建立双台河口湿地信息系统, 重点考虑湿地生态需水, 结合供需平衡分析, 提出有效、合理的水资源配置模式, 具有重要的理论意义。

1 基于 3S 技术的信息提取

本次研究主要应用的是 ARCVIEW3.2 软件, 将处理过的遥感图像转化成为 TIFF 格式, 转入到软件中, 在 ARCVIEW 中进行数字化, 作为栅格数据读入。根据所编制的解译标志, 全面地从遥感图像上绘出各类湿地图斑的界线, 然后根据所收集的资料建立与图斑所对应的属性数据库后, 可绘制成遥感解译图。

^{*} 收稿日期: 2008 06 27

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金教发中心函[2006]226 号; 辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目辽教发[2006]124 号
作者简介: 芦晓峰(1981-), 男, 博士研究生, 主要从事湿地水资源配置方面的研究。E-mail: lx_flying@163.com

通讯作者: 王铁良(1965-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事农业设施, 水资源生态等方面的研究。E-mail: tieliangwang@126.com

根据研究的需要, 可以使用 ARCVIEW 软件对盘锦地区湿地面积进行计算, 根据不同湿地土地类型的属性, 可以得出其面积值。

根据这些面积可以分析盘锦湿地的土地利用状况、破坏程度、生产结构。

表 1 盘锦双台河口湿地各类土地类型面积值		
湿地代码	湿地类型	面积/k m ²
1	旱地	83. 732286
11	水田	169. 770740
4	水塘	41. 435976
41	水渠	37. 966772
46	滩地	122. 642229
463	芦苇	317. 036080
5	城镇	294. 095758
2	林地	0. 461148
123	海域	399. 220024
6	水库	13. 387405
总面积		1214. 725

2 生态环境需水量计算

湿地生态环境需水量分为: 湿地植被需水量、湿地土壤需水量、野生生物栖息地需水量、补给地下水需水量、湖泊—坑塘—水库生态需水、河口生态环境需水量、净化污染物需水量等^[2]。其中, 由于考虑到湿地应首先要维持其自身的生态平衡, 而其净化污染物的作用则在其次, 因此, 应该加大力度修建大型的污水处理厂, 使污水在进入湿地时就达到排放标准, 减轻湿地的生态需水压力, 故这里不再计算湿地净化污染物的需水量。

2.1 湿地植被需水量

湿地植被需水量指湿地植被正常生长所需要的水分, 主要包括蒸腾水和土壤蒸发水, 可近似为植被需水量^[3]。用下式计算:

$$dW_p/dt= A(t)ETm(t)$$

式中: dW_p ——植被需水量(m^3); $A(t)$ ——湿地植被面积(m^2); $ETm(t)$ ——蒸散发量(mm); t ——时间(a)。

2.2 湿地土壤需水量

湿地土壤需水量是指土壤中与植被生长密切相关的水量, 湿地土壤需水量与土壤性质、土壤田间持水量、饱和持水量等有关^[4], 其计算公式为

$$Qt= \alpha H t At$$

式中: Qt ——土壤需水量(m^3); α ——田间持水量或饱和持水量百分比(据土壤类型而定); Ht ——土壤厚度(m); At ——湿地土壤面积(m^2)。

2.3 野生生物栖息地需水量

野生生物栖息地需水量是指鱼类、鸟类等栖息繁殖需要的基本水量^[5]。在计算大区域的湿地野生生物栖息地需水量时, 需要根据栖息地水面面积百分比和水深进行计算。为避免与湿地土壤需水量重复, 只计算地表以上低洼地蓄水量:

$$dWq/dt= A(t)BH(t)$$

式中: dWq ——生物栖息地需水量(m^3); A ——湿地面积(m^2); B ——水面面积百分比(%); $H(t)$ ——水深(m); t ——时间(a)。

2.4 湿地补给地下水需水量

湿地具有补给地下水的功能, 实现这一功能是通过渗漏途径完成的^[6]。补给地下水需水量指湿地通过自然渗漏补给地下水的水量。其计算公式为

$$Wb= K I A T$$

式中: Wb ——补水量(m^3); K ——渗透系数(m/d); I ——水力坡度; A ——渗流剖面面积(m^2); T ——计算时段长度(d)。

2.5 湖泊—坑塘—水库—养殖用地生态环境需水量

由于研究区蒸发大于降水, 为保持地下水位的动态平衡, 必须有一定量的入湖(库)水量消耗于湖(库)面蒸发而保持其水量平衡^[7]。湖泊、水库生态环境需水量可用下式计算

$$W_l= \sum A_i(E_i- P_i)$$

式中: W_l ——湖泊、水库生态环境需水量(m^3); A_i ——某一湖泊、水库的水面面积(m^2); E_i ——相应的水面蒸发能力; P_i ——湖泊、水库上的降水量(mm)。

2.6 河口生态环境需水量

河口生态环境需水量是指用以维持河口地区冲刷与淤积动态平衡所需的水量, 这与河流含沙量的多少直接相关, 在一定输沙总量要求下, 输沙量直接决定于水流含沙量的大小^[8]。计算公式为

$$W_s= Q_s/C_n$$

式中: W_s ——输沙用水量(m^3); Q_s ——泥沙年淤积量(m^3); C_n ——冲泄流能力, 常用经验数据以每 1 亿 m^3 水量可冲泥沙 5 亿 m^3 计。

在双台河口湿地的各种湿地类型中, 苇田的生态环境需水构成最多, 包括湿地植被需水、湿地土壤需水、湿地生物栖息地需水、湿地补给地下水需水共 4 类。其次是水田和河流、沟渠的生态环境需水, 分别包括湿地植被需水、湿地土壤需水、湿地补给地下水需水 3 类, 以及湿地补给地下水需水、河口生态需水、河流基本生态需水 3 类。湖泊—坑塘—水库—养殖用地的生态环境需水包括其自身的生态需水和湿地补给地下水需水 2 类。滩涂、滩地的生态环境需水量则只包括湿地土壤需水量一种。综上, 不同类型的湿地生态环境需水量的构成也不相同, 因此, 双台河口湿地不同类型的生态环境需水量如表 2 所示。

3 水资源优化配置研究

湿地水资源优化配置的理论研究较少, 但必须以生态环境需水为首要考虑问题。相对于其他类型的水资源优化配置, 湿地水资源优化配置具有: 工业需水少、经济效益比重小、控制人口数量及生活用水量等特点。

对于盘锦双台河口湿地水资源系统, 如果从生态环境保护、社会经济发展速度、产业结构、地区经济发展步伐、水资源开发利用的工程措施与非工程措施等方面进行任意组合来构造水资源配置方案, 其方案数目是非常庞大的, 无法枚

举的。每一种水资源配置方案都需要对各个计算单元及单元之间的关系进行深入分析和详尽描述,并进行长系列供需平衡分析,其工作量将是非常繁重的^[9]。因此,分析和拟订的水资源配置方案不能太多,但必须具有良好的代表性^[10]。

表 2 各类湿地生态环境需水量汇总表

湿地类型		需水类型		最小			最适			最大		
苇田 (317.0361 km ²)	植被需水量		1.268	1.902	1.268~1.902	1.902	2.536	1.902~2.536	2.536	3.170	2.536~3.170	
	土壤需水量		0.888	1.141	0.888~1.141	1.141	1.395	1.141~1.395	1.395	1.649	1.395~1.649	
	野生生物栖息地需水量		0.095	0.238	0.095~0.238	0.396	0.713	0.396~0.713	2.061	2.378	2.061~2.378	
	补给地下水需水量		0.357	0.594	0.357~0.594	0.594	1.070	0.594~1.070	1.902	2.378	1.902~2.378	
	总需水量		2.608	3.876	2.608~3.876	4.034	5.715	4.034~5.715	7.894	9.574	7.894~9.574	
	单位需水量		0.008	0.012	0.008~0.012	0.013	0.018	0.013~0.018	0.025	0.030	0.025~0.030	
水田 (169.7707 km ²)	植被需水量		0.849	1.019	0.849~1.019	1.019	1.188	1.019~1.188	1.188	1.358	1.188~1.358	
	土壤需水量		1.019	1.222	1.019~1.222	1.222	1.426	1.222~1.426	1.426	2.037	1.426~2.037	
	补给地下水需水量		0.191	0.318	0.191~0.318	0.318	0.573	0.318~0.573	1.019	1.273	1.019~1.273	
	总需水量		2.058	2.559	2.058~2.559	2.559	3.187	2.559~3.187	3.633	4.668	3.633~4.668	
	单位需水量		0.012	0.015	0.012~0.015	0.015	0.019	0.015~0.019	0.021	0.027	0.021~0.027	
湖泊-坑塘-水库、 养殖用地 (54.8234 km ²)	自身需水量		0.155	0.161	0.155~0.161	0.165	0.172	0.165~0.172	0.182	0.189	0.182~0.189	
	野生生物栖息地需水量		0.016	0.041	0.016~0.041	0.069	0.123	0.069~0.123	0.356	0.411	0.356~0.411	
	补给地下水需水量		0.062	0.103	0.062~0.103	0.103	0.185	0.103~0.185	0.329	0.411	0.329~0.411	
	总需水量		0.233	0.305	0.233~0.305	0.336	0.480	0.336~0.480	0.867	1.011	0.867~1.011	
	单位需水量		0.004	0.006	0.004~0.006	0.006	0.009	0.006~0.009	0.016	0.018	0.016~0.018	
河流沟渠 (37.9668 km ²)	河口生态环境需水量		0.039	0.039	0.039	0.076	0.076	0.076	0.155	0.155	0.155	
	总需水量		0.039	0.039	0.039	0.076	0.076	0.076	0.155	0.155	0.155	
	单位需水量		0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004	
滩涂(122.6422 km ²)	土壤需水量		0.343	0.442	0.343~0.443	0.442	0.540	0.442~0.540	0.540	0.638	0.540~0.638	
	总需水量		0.343	0.442	0.343~0.443	0.442	0.540	0.442~0.540	0.540	0.638	0.540~0.638	
	单位需水量		0.003	0.004	0.003~0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004~0.005	

现在以 2005 年、2010 年、2015 年三个水平年,对所拟订的方案进行供需平衡计算。同一水平年的每一种水源工程及措施的组合方案,称为小方案;包括四个水平年的四个小方案称为大方案。通过对多方案的长系列模拟计算和综合对比分析,最后选出几个大的配置方案其中包括多个小方案。具体说明如下:

盘锦双台河口湿地不同水平年水资源平衡模拟分析,主要包括以下 3 个方面:其一为立足于现状开发利用模式下的水资源供需平衡分析;其二为基于污水处理量固定的水资源供需平衡分析;其三为考虑湿地自净能力后的水资源供需平衡分析。

现状模式供需平衡主要回答 3 个问题:一是明确未来不同时段内的供水能力和可供水量;二是明确在无节水工程条件下的水资源需求自然增长量;三是明确在现状开发利用模式下的水资源供需缺口,为确定节水、治污等措施提供依据。

污水处理量固定的水资源供需平衡分析是在现状模式供需平衡的基础上,结合节水、治污等措施所进行的基于盘锦双台河口湿地水资源承载能力的供需平衡分析。主要回答:在充分发挥当地水资源承载能力条件下仍不能解决的水资源供需缺口,只能依靠自净能力来解决缺水量的问题,从而为确定湿地纳污量和自净能力提供依据。

考虑湿地自净能力后的水资源供需平衡分析则是在现状模式供需平衡的基础上,考虑湿地自净能力条件下的水资源供需平衡分析。主要回答污水利用及其合理分配问题,为制定规划方案提供基本依据。

从表 3 中各方案的水资源供需平衡分析结果,可以得到如下结论:

(1) A、B 两方案主要以当地水资源为主, A 方案是在允许过度利用当地水资源的条件下来确定其他水平年的缺水程度; B 方案是在不允许过度利用当地水资源的条件下来确定其他水平年的缺水程度。

(2) C、D 两方案与 A、B 两方案的区别主要在于增加了污水回用量,在污水处理量固定的水资源供需平衡分析的基础上进一步分析了当地水资源的缺水程度。

(3) E、F 两方案均不允许过度利用当地水资源条件下进行的分析,其中 F 方案考虑了湿地自身的纳污能力。

增加污水处理回用投资较大,但从长远的利益来看,是值得的,增加污水回用一方面保护了生态环境,为湿地生态功能的恢复提供了很好的基础,另一方面,对于当地水资源也是一个补充。其中 F 方案只允许在湿地自身的纳污能力范围内予以考虑,使水资源可持续利用落到了实处。F 方案为推荐方案。

表 3 盘锦双台河口湿地水资源供需平衡长系列模拟计算结果

亿 m³

方案	水平年	需水量	供水量	供水量		缺水量	缺水程度%	水资源过量利用量
				当地水资源	回用水量			
A	A2005	7.255	7.000	7.00	0	0.255	3.5	0
	A2010	8.366	7.50	7.50	0	0.866	10.4	0.500
	A2015	9.476	8.000	8.00	0	1.476	15.6	1.000
B	B2005	7.255	7.000	7.00	0	0.255	3.5	0
	B2010	8.366	7.000	7.00	0	1.366	16.3	0
	B2015	9.476	7.000	7.00	0	2.476	26.1	0
C	C2010	8.366	8.700	7.50	1.200	-0.334	0	0.500
	C2015	9.476	9.200	8.00	1.200	0.276	2.9	1.000
D	D2010	8.366	8.200	7.00	1.200	0.166	2.0	0
	D2015	9.476	8.200	7.00	1.200	1.276	13.5	0
E	E2010	8.366	8.200	7.00	1.200	0.166	2.0	0
	E2015	9.476	9.000	7.00	2.000	0.476	5.0	0
F	F2010	8.366	8.200+ 0.166	7.00	1.200	0	0	0
	F2015	9.476	9.000+ 0.476	7.00	2.700	0	0	0

4 结 论

通过建立盘锦双台河口湿地信息系统,实现了信息的提取和查询,通过各地类面积的提取,采取合理的计算方法,对该地区生态环境需水量进行了计算,根据生态环境需水量确定该地区的水资源最优配置模式。为维持湿地生态功能,恢复湿地生态环境提供了理论基础,同时也为今后的研究提供了理论依据。

参考文献:

[1] Martin J F, Reddy K R. Interaction and spatial distribution of wetland nitrogen processes [J]. Ecological modeling, 1997, 105: 1-21.

[2] 崔保山,杨志峰. 湿地生态环境需水量研究[J]. 环境科学学报,2002, 22(2): 219-224.

[3] 崔保山, 胡波, 杨志峰. 西南纵向岭谷区河道生态需水

计算方法[J]. 生态学报,2006, 26(1): 174-185.

[4] 丰丽华,王超,李剑超. 河流生态与环境用水研究进展[J]. 河海大学学报,2002, 30(3): 19-22.

[5] 胡习英,陈南祥. 城市生态环境需水量计算方法及应用[J]. 人民黄河,2006, 28(2): 48-50.

[6] 刘振乾,徐新良,吕宪国. 3S 技术在三角洲湿地资源研究中的应用[J]. 地理学与国土研究, 1999, 15(4): 87-91.

[7] 崔保山,胡波,杨志峰. 西南纵向岭谷区河道生态需水计算方法[J]. 生态学报,2006, 26(1): 174-185.

[8] 丰丽华,王超,李剑超. 干旱区流域生态需水量估算原则分析[J]. 环境科学与技术,2002, 25(1): 31-33.

[9] 王顺久,侯玉,张欣莉,等. 中国水资源优化配置研究的进展与展望[J]. 水利发展研究. 2002(2): 9-11.

[10] 夏军,左其亭,邵民诚. 博斯腾湖水资源可持续利用: 理论. 方法. 实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

欢迎订阅 2009 年《水土保持研究》

《水土保持研究》创刊于 1985 年,双月刊,中文版,属地球科学类期刊。主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所主办。为《中国科技论文统计源期刊》、《中国科学引文数据库统计源期刊》、《中文核心期刊要目总览》。本刊为 A4 开本,272 页/期。刊号为:ISSN1005- 3409, CN61- 1272/P。国内邮发代号: 52- 211, 定价:20.0 元/册。

报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动态;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。

读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员;国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科的科教人员及大专院校师生。