

文章编号: 1007 - 7596(2010)02 - 0021 - 03

# 水量平衡法对扎龙湿地生态需水量的研究

刘长荣<sup>1,2</sup>, 付强<sup>1</sup>, 赵洋<sup>1,3</sup>

(1. 东北农业大学, 哈尔滨 150001; 2. 黑龙江省水利科学研究院, 哈尔滨 150080;  
3. 黑龙江省水利工程建设质量与安全监督中心站, 哈尔滨 150001)

**摘要:**湿地为维护自身发展过程和保护生物多样性所需要的水量,包括植物、土壤、动物、生物栖息和生态地质过程等需水量。湿地需水量是指湿地用于生态消耗的水量,即湿地生态系统蒸散需要的水量。水量平衡,在给定任意尺度的时域空间中,水的运动(包括相变)有连续性,在数量上保持着收支平衡。平衡的基本原理是质量守恒定律。水量平衡是水文现象和水文过程分析研究的基础,也是水资源数量和质量计算及评价的依据。

**关键词:**湿地;生态需水;水量平衡;收支平衡;调蓄演算

**中图分类号:** TV214

**文献标识码:** A

保护与合理利用资源是我国的一项基本国策,湿地是重要的国土资源和自然资源,采取切实措施保护好、利用好湿地资源刻不容缓。扎龙湿地位于我国东北松嫩平原地区,是我国最大的以鹤类等大型水禽为主体的珍稀鸟类和湿地生态类型国家级自然保护区,在调节区域气候、滞蓄洪水、净化水体、减轻污染等方面具有重要作用。然而,近年来由于受到自然因素及人类活动的影响,以及缺乏对水资源和湿地的统一管理,扎龙湿地曾面临水资源短缺、水质及生态环境恶化、水土流失加重、湿地面积萎缩、动植物资源衰退、生态功能明显下降等问题,生态环境恶化不仅威胁着扎龙湿地生态系统的生存和良性循环,而且影响到当地经济社会的可持续发展。扎龙湿地水资源短缺除了气候因素以外,人类对进入湿地的主要水源河流乌裕尔河的用水增长也是导致湿地来水减少,面积萎缩的重要原因。如何在保证扎龙湿地上游地区人类生产生活用水的同时,又保证扎龙湿地本身的生态用水需求,是该区域水资源规划的重要问题。由于扎龙湿地濒临嫩江,从嫩江引水来补充扎龙湿地生态用水近年来已经开始实施(2001~2005年连续5年补水),但是目前的生态补水随意性较大,缺乏足够的科学依据,这主要是由于对扎龙湿地生态需水缺乏深刻理解的缘故。扎龙湿地对水资源量的需求一方面关系到湿地的生存和恢复,另一方面也对区域水资源的配置有较大影响。由于区域水资源量是有限的,如果确定的湿地需水量过小,将对扎龙湿地的生产产生影响,但需水量过大,则将影响到区域内其他生产、生活用水的分配。因此,合理确定扎龙湿地需水量是实现本区域内资源、环境

与经济社会可持续协调发展的关键。

湿地生态需水量从广义上讲,就是指湿地为维护自身发展过程和保护生物多样性所需要的水量,包括植物、土壤、动物、生物栖息和生态地质过程等需水量。从狭义而言,湿地环境蓄水量是指湿地用于生态消耗的水量,即湿地生态系统蒸散需要的水量。东北地区湿地生态环境需水量通常由以下几个部分组成:湖泊、明水沼泽生态需水;湿地植物生态需水;湿地土壤需水;生物栖息地需水;净化污染物需水;景观需水。

## 1 扎龙湿地生态环境自然状况

扎龙湿地生态环境自然状况见图1。

### 1.1 地理位置

扎龙国家级自然保护区地理位置:东经 123°51.5'~124°37.5',北纬 46°48'~47°31.5',松嫩平原左岸,乌裕尔河和双阳河下游,齐齐哈尔市东南 26 km处,总面积 2 100 km<sup>2</sup>。其中,核心区面积 700 km<sup>2</sup>,缓冲区 670 km<sup>2</sup>,实验区 730 km<sup>2</sup>。

### 1.2 保护区状况

保护区于 1976年由黑龙江省林业厅开始筹建,1979年黑龙江省人民政府批准建立黑龙江省扎龙自然保护区并成立扎龙自然保护区管理局。1987年4月国务院批准扎龙自然保护区为国家级自然保护区。1992年中国加入《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》,扎龙保护区被列入国际重要湿地名录,是我国现存的以鹤类等大型水禽为主体的珍稀鸟类和湿地生态类型的国家级自然保护区。扎龙自然保护区位置见图1。

[收稿日期] 2010 - 02 - 14

[作者简介] 刘长荣(1977-),女,山东龙口人,硕士研究生,工程师;付强(1973-),男,黑龙江哈尔滨人,教授;赵洋(1977-),男,辽宁锦西人,工程师。

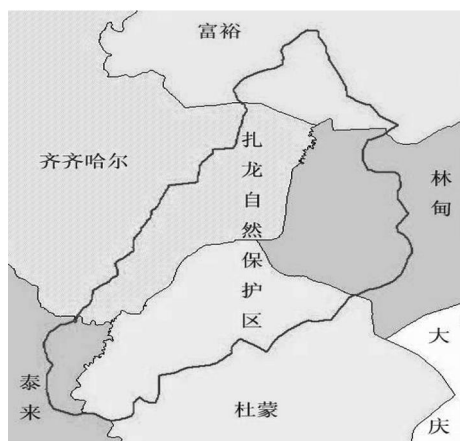


图1 扎龙自然保护区位置图

扎龙湿地是乌裕尔河水漫溢而成的一大片弱碱性淡水沼泽区,本区地形波状起伏、丘岗错落、微地形错综复杂,区内地势低洼、河流漫溢、苇草丛生、湖泊星罗棋布,是以低平原区河相冲积为主的地貌。保护区地形由东北向西南倾斜,内部分布众多泡沼,正常年份有明水泡二百余个,较大的有克钦湖、扎龙湖、仙鹤湖和东升水库等,湖泊最大水深达5.0 m。另有大面积发育的沼泽,沼泽地最大水深0.75 m,沼泽类型主要是芦苇沼泽,此外还有香蒲沼泽、苔草沼泽。湿地周边地区主要为草原、苇塘、农田和水域。

### 1.3 气象

扎龙湿地属寒温带大陆性季风气候,春季干旱多大风,夏季湿热多雨,秋季干燥、降温急剧,冬季寒冷漫长、少雪。

### 1.4 水文

自然条件下扎龙自然保护区的西部为嫩江干流行洪滩地,北部有乌裕尔河南支注入,东部有双阳河西支注入。乌裕尔河、双阳河来水以及当地区间降雨径流是维系扎龙湿地存在的稳定水源,嫩江洪泛来水是维系扎龙湿地的不确定水源,亦是重要水源。建国以来,由于嫩江防洪堤的修建,嫩江洪水一般不再进入扎龙湿地,乌双流域来水和中部引嫩工程灌区农田退水也成为维持现状湿地的主要水源。

### 1.5 湿地面积

不同时期扎龙湿地芦苇沼泽、明水沼泽、湖泊水库总面积的变化如图2。

从图2可以看出,历年来扎龙湿地湖泊水库、芦苇沼泽、明水沼泽的面积总和均维持在1400 km<sup>2</sup>左右,平均值为1414.94 km<sup>2</sup>,最大值为1484.13 km<sup>2</sup>,为1998年10月。最小值为1372.11 km<sup>2</sup>,出现在2002年4月,见图2。

### 1.6 降雨量

扎龙湿地上游有龙安桥雨量站,下游有烟筒屯雨量站,这两个站均为国家基本雨量站点,具有建国以来的长系列降雨观测资料。根据两站1956~2007年实测年降水量系列计

算扎龙湿地多年平均降水量为421.8 mm。扎龙湿地处乌双流域下游、嫩江左岸低平原区,年降水量相对偏小,降水主要集中在6~9月,占全年降水量的80.5%,其中7、8月份降雨量最大,占全年降水的53.1%,春季干旱少雨,4、5月份降雨占全年的11.2%。

## 2 水量平衡法

目前,国外关于湿地生态需水的具体方法并不多见,相比之下,国内提出了多种具体方法。基本上来说,用于河流生态需水的方法和原理同样适用于湿地生态需水的计算。湿地生态系统主要以面域特征为控制的环境结构。由于目前的湿地的水文数据及生态数据相当缺乏,尤其对于向中国这样的发展中国家而言更是如此,数据的可靠性和丰富性是在开发生态需水计算方法时必须考虑的因素,按照生态需水计算方法所需数据类型的不同进行分类,所需数据主要为水文数据,则称为水文驱动法,是运用了水文驱动法中其一水量平衡法,此方法也是全国水资源保护规划推荐的生态需水量研究方法。

2002年,刘静玲等提出水量平衡法,该方法认为湖泊的蓄水量由于入流和出流量不尽相同而不断变化,在没有或较少人为干扰的状态下,湖泊水量的变化处于动态平衡,如果想保持湖泊的水量平衡,可据此算出出湖水量,并估算湖泊生态系统维持正常的结构与功能所必需的水量。而湖泊最小生态环境需水量应当保证补充湖泊的蒸散量、地下径流的出湖水量。湖泊最小生态环境需水量可以根据湖泊水量消耗的实际情况进行估算。段永强应用水量平衡法对柴达木盆地的德令哈盆地湖泊湿地进行了生态需水粗略估算。

水量平衡法,也称水均衡法。是根据水量平衡原理,建立水量平衡方程来进行地下水资源评价的方法。评价水量的一切方法都离不开水量平衡原理,尤其是在较大范围之内进行区域性地下水资源评价时,往往因水文地质条件及其他影响因素的复杂性,当用其他方法评价都比较困难时,采用水量平衡法具有概念清楚、方法简单、适应性强等优点。该方法是目前生产中应用最广泛的一种水资源评价方法。水量平衡法它是通过建立水量平衡方程式,并测定方程式中有关的收入项和支出项,来评价水资源平衡动态。在大面积水资源评价时比较适用。为了提高评价的准确度,建立水量平衡方程式时要全面考虑当地的水文条件,防止重复计算和漏算,水量平衡要素的测定要准确并且有代表性。

水量均衡法的原理明确、计算公式简单,但计算项目有时较多,有些均衡要素难于准确测定,甚至要花费较大的勘探试验工作量。水量均衡法的计算结果能够反映大面积的平均情况,而不能反映出评价区内由于水文地质条件的变化或开采强度的不均所产生的局部水位变化。但水量均衡法

适应性较强,可粗可细,许多情况下都能应用。对于开采强度均匀、地下水补排条件简单、水均衡要素容易确定且开采后变化不大的地区,利用水量均衡法评价水资源效果良好,同样适用于实地研究,从而为湿地的合理保护开发利用提供依据。

水量平衡,在给定任意尺度的时域空间中,水的运动(包括相变)有连续性,在数量上保持着收支平衡。平衡的基本原理是质量守恒定律。水量平衡是水文现象和水文过程分析研究的基础,也是水资源数量和质量计算及评价的依据。水量平衡各要素组合特征(它们的数量和对比关系),因受人类活动影响而出现一系列的环境问题,多数与人们改变了水量平衡有关。

中国各地区水文和水资源的研究中,均包含有水量平衡各要素如降水、蒸发、径流、地下水等和水量平衡的计算。

水量平衡方程式可由水量的收支情况来制定。系统中输入的水( $I$ )与输出的水( $O$ )之差就是该系统内的蓄水量( $S$ ),其通式为: $I - O = \pm S$ 按系统的空间尺度,大可到全球,小至一个区域;也可从大气层到地下水的任何层次,可根据通式写出不同的水量平衡方程式。

水量平衡要素的相互关系还表明在径流量大于蒸发量的地区,径流与降水的相关性很高,蒸散发对水量平衡的组成影响甚小。在径流量小于蒸发量的地区,蒸散发量则依降水而变化。这些规律可作为年径流建立模型的依据。平原区的水量平衡均为径流量小于蒸发量,说明水循环过程以垂直方向的水量交换为主。

### 3 扎龙湿地生态需水量研究

根据扎龙保护区 1986~2002 年卫片图像,对扎龙自然保

护区及其核心区土地利用情况进行分析,利用齐齐哈尔气象局芦苇观测资料,1956~2007 年龙安桥、烟筒屯雨量站降雨观测资料,1956~2007 年龙安桥站蒸发观测资料,结合扎龙湿地的实际情况,从生态学角度分析论证,根据水量平衡计算模型对扎龙湿地进行了长系列的调蓄演算,以水面面积为调控目标确定了扎龙湿地生态需水量。通过对水量平衡法的分析最终可以确定扎龙湿地生态需水水量。

依据卫星图片分析湖泊水库、明水沼泽和芦苇沼泽三者之间的相互依存及转化关系,拟定扎龙湿地湖泊水库、明水沼泽和芦苇沼泽的适宜面积分别为  $93 \text{ km}^2$ 、 $343 \text{ km}^2$ 、 $965 \text{ km}^2$ 。扎龙湿地的生态环境需水量为  $6.59 \text{ 亿 m}^3$ ,湿地平均用水量为  $4\,656 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。根据核心区面积及土地利用情况,核心区生态环境需水量为  $2.95 \text{ 亿 m}^3$ ,平均用水量为  $4\,732 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

根据扎龙自然保护区的划分及生物生存特点,扎龙自然保护区核心区的需水得到保障,即可最低限度地保持湿地及野生动植物的基本生存,对应的核心区需水量即为扎龙自然保护区最小生态环境需水量。

### 参考文献:

- [1] 宫飞. 华北地区结构型节水种植业模式及途径研究[D]. 北京:中国农业大学,2003.
- [2] 高明杰. 区域节水型种植结构优化研究[D]. 北京:中国农业科学院,2005.
- [3] 刘俊. 缺水地区农业种植结构调整与经济灌溉定额研究[D]. 北京:中国水利水电科学研究院,2007.
- [4] 周惠成,彭慧,张弛等. 基于水资源合理利用的多目标农作物种植结构调整与评价[J]. 农业工程学报,2007,23(9):45-49.

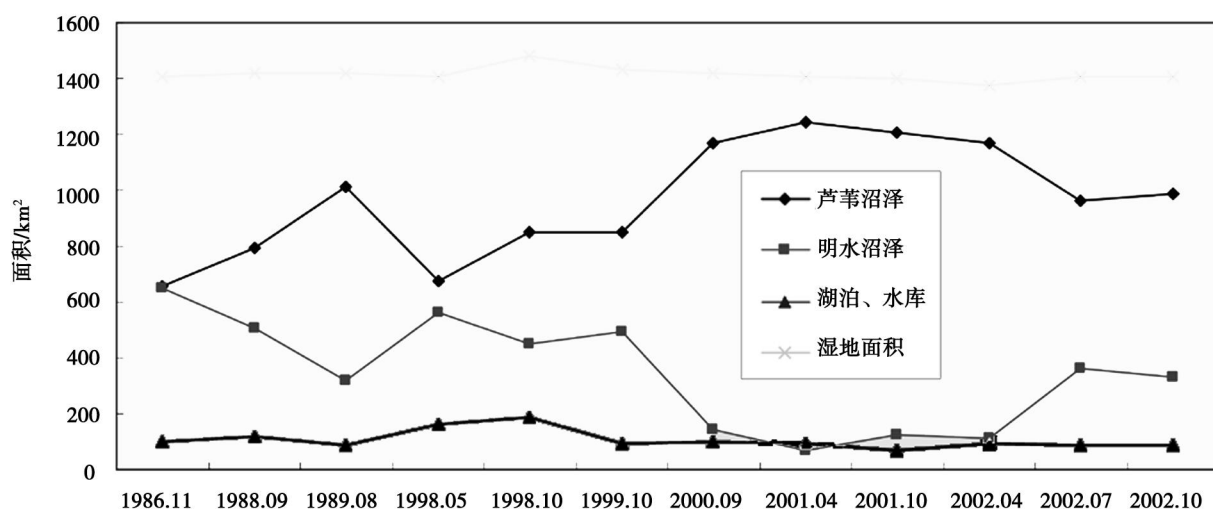


图 2 扎龙保护区湿地面积变化图