

# 石嘴山市星海湖生态需水量研究

许伟

中水北方勘测设计研究有限责任公司 天津 300222

**摘要:** 本文对石嘴山市星海湖生态需水量进行了研究计算,以湖泊湿地生态系统水量平衡为基础,通过分别计算星海湖降雨量、蒸发量、渗漏量、湿地植物需水量和绿地灌溉需水量,研究计算出星海湖实施生态环境整治工程后每年的生态需水量约为1402.6万 $m^3$ ,为星海湖实施生态补水工程提供科学合理依据。

**关键词:** 星海湖;生态需水量;水量平衡法

人多水少、水资源时空分布不均,与经济要素之间不匹配是我国基本水情。水资源已经成为制约我国经济社会可持续发展的瓶颈。河流湖泊是水资源、水环境和水生态的重要载体,是生态系统的重要组成部分。随着我国经济社会的快速发展,城市化进程的不断加速,以及气候变化的影响下,我国部分地区河湖生态问题逐渐凸显,特别是在我国西北地区,水资源禀赋相对较差,生态、生产用水矛盾较为突出,普遍存在河湖生态流量不足和生态系统存在退化风险等问题。为了保护缺水地区河湖的生态系统健康,实现水资源可持续利用,需要科学合理的确定河湖的生态需水量。

本文以石嘴山市星海湖为例,根据星海湖自然条件禀赋,研究计算了星海湖生态需水量,为后继星海湖实施生态补水和其他河湖生态补水工程提供参考。

## 1 星海湖概况

### 1.1 星海湖基本情况

星海湖位于宁夏回族自治区石嘴山市大武口区境内,南距银川市市区约70km,星海湖湖域面积23.38  $km^2$ ,常年水面面积18.08 $km^2$ 。

星海湖属于中型拦洪库,分南域、中域、北域和东域,主要担负汝箕沟、小风沟、大风沟、归德沟、韭菜沟、大武口沟等沟道的拦洪蓄洪任务。经过多年开发和

建设,星海湖已建成为一个沙水相依、群岛环绕,林荫草茂、鸥翔鱼游,特色明显的沙水园林生态景区,成为石嘴山市最靓丽的城市名片。星海湖先后被评为国家级水利风景区、国家湿地公园、国家体育总局水上运动训练基地等。



图1 星海湖位置图

表1 星海湖各域情况表

名称	区域	面积 ( $km^2$ )	洪水来源	平均底高程 (m)	设计洪水位 (m)	校核洪水位 (m)	正常蓄水位 (m)
星海湖	北域	3.82	大武口沟	1096.5	1099.65	1100.53	1098
	中域	6.17	归德沟、韭菜沟、大武口沟	1096.5-1096.7	1099.65	1100.53	1098
	西域	0.3			1099.65	1100.53	1098
	南域	5.05	大风沟、小风沟、汝箕沟	1096.5~1096.7	1099.65	1100.53	1098
	东域	5.8	滞洪区	1094.8-1095.7	1098.6	1098.6	1096.5
	新月海	2.24					
	合计	23.38					



图2 星海湖各域位置图

### 1.2 星海湖补水情况变化

星海湖地处西北内陆干旱石山区,属于中温带干旱气候,资源型缺水问题突出,主要补水来源为经第二农场渠输入的黄河水、山洪水和周边雨水。星海湖总汇流面积1061.3km<sup>2</sup>,山洪水主要通过大武口沟(进北域)、归韭沟(进中域)、大小风沟及汝箕沟(进南域)等5条山洪沟汇入,但多年来由于山上修建有蓄水截流工程加之近年来雨量不足,能进入星海湖的水量极其有限。2004年开始通过第二农场渠向星海湖生态补充黄河水,2004年至2019年合计向星海湖生态补水约3.21亿m<sup>3</sup>,年均生态补水量约2000万m<sup>3</sup>。

为落实习总书记视察宁夏重要讲话精神,落实黄河流域生态保护与高质量发展要求,扭转挖湖造景,提高黄河上游水资源集约利用水平。2020年,石嘴山市实施星海湖生态环境整治工程,其中重要的一项就是减少星海湖水面和生态补水量,并以中水替代黄河水对星海湖进行生态补水。实施星海湖生态环境整治工程后星海湖水域面积减少为10.55km<sup>2</sup>,减少的湖面改造成为自然湿地。星海湖生态环境整治工程的实施,使其自然环境发生改变,需要对其生态需水量进行科学合理的研究计算,为生态补水工程提供科学合理依据。

### 2 生态需水量计算方法

近年来,我国对河湖生态需水的保障工作越来越重视,也陆续出台了一些关于河湖生态需水量的计算规范、导则和技术方案,主要包括:《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)、《河湖生态需水评估导则》(SL/Z479-2010)、《河湖生态保护与修复规划导则》(SL709-2015)、《水资源保护规划编制规程》(SL613-2013)、《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》(水总环移[2010]248号)、《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010)、《全国水资源调查评价生态水量调查评价补充细则》(水总环移[2018]506号)等。

按照《河湖生态环境需水计算规范》等相关计算规范要求,湖泊生态水量的计算方法主要有90%保证率法(Qp法)、近十年最枯月水位法、频率曲线法、水量平衡法、最小生态水位法和功能分析法等。根据相关规范中湖泊生态水量计算的适用条件及其特点,考虑到星海湖缺乏基本性水文、生态监测数据,许多计算方法应用时面临许多困难。结合星海湖自然禀赋和实际情况,本研究选用水量平衡法开展星海湖生态水量计算。水量平衡法是根据研究区各水量收支情况确定生态需水量的一种方法,该方法也是目前湖泊生态水量计算的主要方法。

### 3 星海湖生态需水量计算

生态需水量计算以湖泊湿地生态系统水量平衡为基础,当降水不能满足耗水需要时,需要利用外来水资源进行补充,以保证湿地生态系统的健康状态。结合星海湖的现状特点,其生态需水量可由下式表示:

$$W_L = W_w + W_p + W_s + W_m - W_r$$

式中, $W_L$ 为湖泊湿地生态需水量, $W_w$ 为水面蒸发消耗需水, $W_p$ 为湿地植物需水, $W_s$ 为渗漏需水, $W_m$ 为绿地灌溉需水, $W_r$ 为降雨量

#### 3.1 降雨量

降水是星海湖的重要补给来源之一,星海湖地处宁夏引黄灌区腹地,降水量少,根据石嘴山市平罗雨量代表站1988~2019年长系列降雨量观测成果资料,星海湖区域多年平均降雨量为179.8mm。按照星海湖面积为23.38km<sup>2</sup>核算,多年平均条件下降水进入星海湖的水量为420.37万m<sup>3</sup>。

#### 3.2 蒸发量

蒸发是星海湖水量损失的重要途径之一,星海湖位于我国西北干旱半干旱地区,区域蒸发强烈。星海湖附近水文站点有大武口沟水文站和平罗站,大武口沟水文站位于贺兰山出山口附近,风速大、蒸发量偏大;平罗站位于平原区,与星海湖蒸发情况接近。根据石嘴山市平罗蒸发代表站采用E-601型蒸发皿测定的1965~2019年长系列蒸发观测成果资料,核算多年平均蒸发量为1107.3mm。根据E-601型蒸发皿和实际水体蒸发量的换算关系,系数取值0.9。按照星海湖水面面积为10.55km<sup>2</sup>核算,星海湖蒸发水量为1051.38万m<sup>3</sup>。

#### 3.3 渗漏量

渗漏是星海湖水量减少的一个关键途径,为了准确计算星海湖渗漏水量,星海湖渗漏补给量按照达西定律进行计算,是由渗透系数、过水断面面积和水力坡度共同决定。渗漏量计算公式为:

$$W_s = K \times A \times J$$

其中： $W_s$ 为渗漏量；

$K$ 为渗透系数，m/d；

$A$ 为渗透面积， $m^2$ ；

$J$ 为水力坡度，无量纲。

星海湖渗透系数数值取 $0.0001m/d$ ，水力坡度为1。按照星海湖水面面积为 $10.55km^2$ 核算，渗漏水量为 $38.51$ 万 $m^3$ 。

### 3.4 湿地植物需水量

湿地植物需水量是植被正常生长所需要的水量，包括4部分：植物同化过程耗水和植物体内包含的水分、蒸腾耗水、植株表面蒸发耗水以及土壤蒸发耗水。而植物蒸腾耗水和土壤蒸发耗水的水量之和，即蒸散发量占植物需水量的99%，所以可将其近似理解为植物需水量。在估算大区域或流域植物需水量时，常采用植被面积和蒸散发量的乘积进行植被需水量的计算。其公式为：

$$W_p = A(t)ET$$

式中， $W_p$ 为湿地植物需水量， $A(t)$ 为湿地面积， $E$ 为植被覆盖度， $T$ 为蒸散发量。

湿地是生物、生物多样性极其丰富的地区，在计算植物需水量时只能选择有代表性的植物，并选择关键物种和指标值进行计算。星海湖的野生群落以芦苇为优势种，所以以芦苇的覆盖度划分需水量级别来计算植物需水量是合理的。计算过程中的芦苇的蒸散发量值参考了国内部分学者的研究成果，芦苇覆盖度取值为60%，年蒸散发量取值 $1200mm^{[1-4]}$ 。湿地面积取值为星海湖不包括水面和湖滨带绿地区域为 $8.29km^2$ ，计算植物需水量为 $596.88$ 万 $m^3$ 。

### 3.5 绿地灌溉需水量

根据《宁夏回族自治区城市生活用水定额（试行）》（宁水发[2008]19号），绿化用水为 $1\sim 3L/m^2 \cdot d$ 。草坪一般天晴是两到三天浇灌一次，地被植物（小灌木）连同乔木一般晴天是三到五天浇灌一次。综合考虑用水定额和浇灌次数，星海湖湖滨带浇灌水量取值 $0.3m^3/m^2 \cdot a$ ，星海湖湖滨带面积约 $4.54km^2$ ，绿地灌溉每年需水量约为 $136.2$ 万 $m^3$ 。

### 3.6 星海湖生态需水量

以湖泊湿地生态系统水量平衡为基础，根据以上计算结果，星海湖每年的生态需水量约为 $1402.6$ 万 $m^3$ 。

## 4 结语

本文对石嘴山市星海湖生态需水量进行了初步研究计算，以湖泊湿地生态系统水量平衡为基础，通过分别计算星海湖降雨量、蒸发量、渗漏量、湿地植物需水量和绿地灌溉需水量，最终计算得出星海湖实施生态环境整治后每年的生态需水量约为 $1402.6$ 万 $m^3$ ，为星海湖实施生态补水工程提供了科学合理依据。

## 参考文献

- [1]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):213-218.
- [2]宋松,许有鹏,张建新,等.生态保护目标体系下海河流域湿地需水研究——以河北省衡水湖湿地自然保护区为例[J].水土保持通报,2010,30(4):119-123.
- [3]姚慧敏,刘景兰.七里海湿地水资源现状及其生态需水量研究[J].矿产勘查,2010,1(6):598-602.
- [4]赵旭阳,刘浩杰,韩晨霞.滹沱河岗黄段湿地生态需水量研究[J].安徽农业科学,2007,35(35):11531-11533.