

# 天津市独流减河宽河槽湿地生态需水量研究

许伟 乔玉

中水北方勘测设计研究有限责任公司 天津 300222

**摘要:** 本文以独流减河宽河槽下段湿地为例,根据广泛认同的湿地生态需水量概念,把独流减河宽河槽下段湿地的生态需水量分解为湿地水面蒸发量需水量、湿地植物需水量、湿地土壤需水量和生物栖息地需水量4种类型。分别确定了需水量的级别和相应指标,并计算出各级生态需水量,每年维持湿地生态功能的最小生态补水量为应1619.07万 $m^3$ ,同时提出了3种补水方案。

**关键词:** 独流减河宽河槽湿地; 湿地生态需水量; 生态补水量

湿地是陆地生态系统和水体生态系统交互作用形成的独特生态系统,在维持区域生态平衡、保护生物多样性、蓄洪防旱、控制土壤侵蚀等方面均起到重要作用,被誉为“地球之肾”<sup>[1-4]</sup>。随着我国社会经济和城市化进程的快速发展,部分地区水资源短缺问题越发严重,并且受气候变化等因素影响,部分地区的湿地出现大面积的退化现象。为了保护湿地的生态系统,需对发生退化的湿地进行恢复,而水是保障湿地生态系统的基础,往往需要对退化的湿地进行生态补水。而对湿地进行生态补水的前提是科学合理的确定湿地的生态需水量。目前,国内外已经有许多学者对湿地的生态需水量进行过研究,但至今还没有统一的定义。崔保山等学者提出广义的湿地生态需水量就是指湿地为维持自身发展过程和保护生物多样性所需要的水量,狭义的湿地生态需水量是指湿地每年用于生态消耗而需要补充的水量,主要是补充湿地生态系统蒸散需要的水量<sup>[1]</sup>,这一湿地生态需水量概念得到广泛认同。

**前言:** 本研究以独流减河宽河槽下段湿地为研究对象,从广义的湿地生态需水量概念出发,对其生态需水量进行分析研究和相关计算,为宽河槽湿地生态系统保护和管理提供一些科学依据。

## 1 独流减河宽河槽湿地概况

独流减河位于天津市南部区域,是一条人工排洪河道,主要承泄大清河系洪水。独流减河宽河槽湿地位于独流减河下游,西起万家码头大桥,东至东千米桥,是北大港湿地自然保护区的一部分。从上世纪70年代以来,独流减河多年没有大水,河道内污染严重,独流减河宽河槽湿地生态系统退化明显。而生态用水量不足是导致独流减河宽河槽湿地生态系统退化的重要原因。

独流减河宽河槽湿地被十里横河分为上、下两段。湿地上段西起万家码头大桥,东至十里横河,面积

39.20 $km^2$ ,目前已经建成以表流近自然湿地+兼氧型稳定塘组合工艺为主的人工湿地。湿地下段西起十里横河,东至东千米桥,面积约为33.56 $km^2$ 。独流减河宽河槽下段湿地靠近十里横河处中部区域,为大面积的水塘,其余区域为滩地、沼泽和少部分水塘。由于受人破坏因素影响小,滩地上的水生植物生长良好。

目前,独流减河无法自然为独流减河宽河槽湿地下段进行补水,需进行人工生态补水。本研究主要对独流减河宽河槽湿地下段生态需水量进行分析研究,为湿地生态系统保护和管理提供科学依据。

## 2 独流减河宽河槽下段湿地生态需水量

### 2.1 生态需水量各类型的确定与等级划分

按照广义湿地生态需水量的概念,本研究将宽河槽下段湿地生态需水量分解为湿地植物需水量、湿地土壤需水量和生物栖息地需水量3个类型<sup>[2-3]</sup>。并根据湿地对生态需水量需求的功能差异,可以划分三个等级,即湿地最小需水量、湿地适宜需水量和湿地最大需水量,并且将适宜需水量设为范围值、最小需水量和最大需水量设为单值<sup>[4-5]</sup>。最小需水量是湿地维持生态系统健康所需要的最低水量,最大需水量是指湿地生态系统免受洪涝灾害的最大上限水量,适宜需水量是湿地生态系统健康稳定所需的适宜水量,此时,湿地的生态系统处于较理想状态<sup>[6-7]</sup>。湿地生态需水量具体等级划分方法见下表。

表1 生态需水量等级划分方法

需水类型	指标依据	最小需水量	适宜需水量	最大需水量
湿地植物需水	芦苇覆盖度(%)	40	60-70	> 90
	年蒸散发量(mm)	900	1400-1600	1900
湿地土壤需水	体积含水量(%)	30	50-60	> 80
生物栖息地需水	淹水面积占总面积(%)	15	50-60	> 80
	水深(m)	0.5	1.0-1.5	2.0

另外，独流减河宽河槽下段湿地包括历史遗留的9.06km<sup>2</sup>左右的鱼塘，这些鱼塘已不再进行渔业养殖，是湿地生态系统的重要组成部分，计算独流减河宽河槽下段湿地生态需水量时需单独计算鱼塘水面的蒸发量。

2.2 独流减河宽河槽下段湿地生态需水量计算

2.2.1 湿地水面蒸发需水量

湿地水面蒸发量采用水面蒸发量来计算。根据大港1976~2005年气象资料统计分析，多年平均年蒸发量（统一折算到E601蒸发皿标准下）为1253.3mm。宽河槽下段湿地万亩鱼塘底高程低，常年有水，水面面积为9.06km<sup>2</sup>，由此计算湿地年平均水面蒸发需水量为1133.42万m<sup>3</sup>。

2.2.2 湿地植物需水量

湿地植物需水量是指湿地中的植被正常生长过程中所需要的水量，采用湿地的植被面积和年蒸散发量的乘积来进行计算。其公式为：

$$W_p = A(t) ET \times 10^{-1}$$

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。

湿地种植物的种类往往是极为丰富的，而在计算湿地植物生长所需水量时，通常选用具有代表性的植物来进行计算。天津市独流减河宽河槽下段湿地中大部分区域覆盖的植物群落是芦苇，所以在本研究计算湿地植物需水量时选用芦苇的覆盖度来划分需水量级别。独流减河宽河槽下段湿地在计算植物需水量过程中的蒸散发量值，参考了同属于海河流域的七里海、南大港、衡水湖湿地生态需水量研究中芦苇蒸散发量的数据<sup>[3-5]</sup>。

独流减河宽河槽下段湿地植物需水量的计算结果见表2。

表2 宽河槽下段湿地植物需水量

级别	芦苇覆盖度 (%)	年蒸散发量 (mm)	湿地面积 (km <sup>2</sup> )	植物需水量 (万m <sup>3</sup> )
最小	40	900	24.50	882.07
适宜	60-70	1400-1600	24.50	2058.17-2744.22
最大	> 90	1900	24.50	4189.84

2.2.3 湿地土壤需水量

在计算湿地土壤需水量时一般以土壤含水量来近似，土壤含水量主要涉及两个水分常数，分别是田间持水量和饱和持水量。在实际计算中，通常用田间持水量或饱和持水量参数来划分需水量等级并进行计算<sup>[8]</sup>，其公式为：

$$Q_i = \alpha H_i A_i$$

式中， $Q_i$ 为湿地土壤需水量， $\alpha$ 为田间持水量或饱和持水量体积百分比（即体积含水量）， $H_i$ 为土壤的厚度，

$A_i$ 为湿地土壤的面积。

独流减河宽河槽湿地的土壤属潮土，取土壤厚度为150cm。

宽河槽下段湿地土壤需水量的计算结果见表3。

表3 宽河槽下段湿地土壤需水量

级别	持水量类型	体积含水量 (%)	土壤厚度 (cm)	湿地面积 (km <sup>2</sup> )	土壤需水量 (万m <sup>3</sup> )
最小	田间持水量	30	150	24.50	1102.59
适宜	饱和持水量	50-60	150	24.50	1837.65-2205.18
最大	饱和蓄水能力	> 80	150	24.50	2940.24

2.2.4 生物栖息地需水量

湿地的生物栖息地需水量通常是为了湿地内各种动物栖息和繁殖所需要的基本水量。在计算湿地生物栖息地需水量时，是按照湿地栖息地水面面积的百分比和水深来划分需水量级别并进行计算<sup>[8]</sup>，其公式为：

$$W_q = A(t) CH(t)$$

式中， $W_q$ 为生物栖息地需水量， $C$ 为水面面积占总面积百分比， $H(t)$ 为水深。

独流减河宽河槽下段湿地是北大港湿地自然保护区的一部分，也是著名的候鸟迁徙湿地，宽河槽下段湿地最小需水量就是为各种常见的当地和迁徙水禽提供最基本的栖息空间，参照宽河槽下段湿地常年积水面积占总面积的百分比，将其最小值设定为25%；适宜需水量通常是给水禽和鱼类提供适宜的生存环境，并且能为候鸟提供较好的栖息场所；而最大需水量是为满足常见鱼类最佳生存环境时对生活水的要求。独流减河宽河槽下段湿地生物栖息地需水量的计算结果见表4。

表4 宽河槽下段湿地生物栖息地需水量

级别	淹水面积占总面积 (%)	水深 (m)	湿地面积 (km <sup>2</sup> )	生物栖息地需水量 (万m <sup>3</sup> )
最小	25	0.5	33.55	418.75
适宜	50-60	1.0-1.5	33.55	1677.5-3019.5
最大	> 80	2.0	33.55	5368.00

2.2.5 总生态需水量结果

通过湿地需水量的计算可知，宽河槽下段湿地生态需水量的最小值为3537.46万m<sup>3</sup>，适宜值为6706.74-9102.33万m<sup>3</sup>，最大值为13631.50万m<sup>3</sup>。

表5 宽河槽下段湿地生态需水量（单位：万m<sup>3</sup>）

级别	水面蒸发需水量	植物需水量	土壤需水量	生物栖息地需水量	合计
最小	1133.42	882.07	1102.59	419.38	3537.46
适宜	1133.42	2058.17-2744.22	1837.65-2205.18	1677.5-3019.5	6706.74-9102.33
最大	1133.42	4189.84	2940.24	5368.00	13631.50

由表5可知,独流减河宽河槽下段湿地的最小需水量、适宜需水量和最大需水量之间差距较大,最大需水量是最小需水量的4倍左右,湿地适宜生态需水量的下限值是最小生态需水量的将近2倍。单就需水量类别而言,水面蒸发需水量保持不变,但在最小需水量、适宜需水量和最大需水量中所占比例逐步降低,分别为32.04%、12.45%-16.90%、8.31% (图1);植物需水量随着级别增大所占比例变化不大,在最小、适宜和最大需水量中分别占24.94%、30.15%-30.69%、30.74%;土壤需水量随着级别增大所占比例依次减少,在最小、适宜和最大需水量中分别占31.17%、24.23%-27.40%、21.57%;栖息地需水量在最小需水量、适宜需水量和最大需水量中所占比例逐步提高,分别为11.86%、25.01%-33.17%、39.38%。

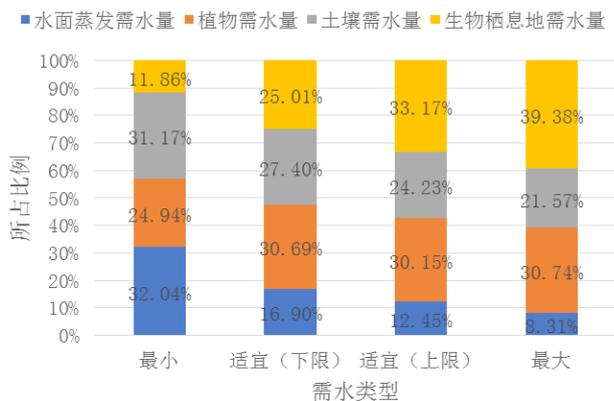


图1 各生态需水量类型所占比例

结语:本文对天津市独流减河宽河槽下段湿地生态需水进行了初步研究,通过计算了宽河槽下段湿地的水面蒸发量、湿地植物需水量、湿地土壤需水量和生物栖息地需水量4项生态需水量,最终得到了其各级别生态需水量的数值。经过相关计算得知流减河宽河槽下段湿地的平均年降雨量为1918.39万 $m^3$ ,因此在扣除天然降雨补

给后,为了维持湿地的面积不缩小和其基本生态功能,每年还需要向湿地补水1619.07万 $m^3$ 。

为解决独流减河宽河槽下段湿地的生态补水问题,根据周边的水资源条件和禀赋,本研究提出以下3种补水建议:①当独流减河水质较好时,达到地表水V类以上,宽河槽下段湿地从独流减河补水;②当独流减河水质较差,且宽河槽上段湿地参与天津市南部水系循环时,宽河槽下段湿地从上段湿地出水进行补水;③当独流减河水质较差,且宽河槽上段湿地没有参与天津市南部水系循环时,抽取独流减河水进入宽河槽上段湿地,通过湿地净化后进入宽河槽下段湿地进行补水。

#### 参考文献

- [1]崔保山,杨志峰.湿地生态系统健康的时空尺度特征[J].应用生态学报,2003,13(10):121-125.
- [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):213-218.
- [3]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.
- [4]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.
- [5]张颖.南大港湿地生态需水量研究[D].石家庄:河北师范大学,2008.
- [6]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.
- [7]崔保山,杨志峰.湿地学[M].北京:北京师范大学出版社,2006.313-324.
- [8]徐艳菲,张义文,焦明,等.永年洼湿地生态需水量初步研究[J].湖北农业科学,2013,52(9):2031-2034.