

# 白洋淀生态需水研究

刘世奇<sup>1</sup>, 李焯<sup>2</sup>, 郭旺鑫<sup>1</sup>, 李可可<sup>1</sup>, 王辰辰<sup>3</sup>

<sup>1</sup>河北工程大学水利水电学院, 河北 邯郸

<sup>2</sup>黄河水文水资源科学研究院, 河南 郑州

<sup>3</sup>河北工程大学地球科学与工程学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2025年2月18日; 录用日期: 2025年3月20日; 发布日期: 2025年4月28日

## 摘要

雄安新区作为北京非首都功能疏解的承接地, 注重生态环境保护与绿色发展。白洋淀作为其重要生态水体, 对区域生态平衡至关重要。本研究利用2021~2022年水位数据, 通过Origin软件拟合水位与水面面积的关系, 计算了生态水位控制在6.5~7.0 m时的水面面积范围。结合2021~2022年的蒸发量和降雨量数据, 得出白洋淀生态需水量为1.64亿m<sup>3</sup>~1.88亿m<sup>3</sup>, 为白洋淀多水源补水提供了科学依据。

## 关键词

白洋淀, 生态需水, 生态水位, 生态补水

# Study on Ecological Water Demand of Baiyangdian Lake

Shiqi Liu<sup>1</sup>, Chao Li<sup>2</sup>, Wangxin Guo<sup>1</sup>, Keke Li<sup>1</sup>, Chenchen Wang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

<sup>2</sup>Yellow River Institute of Hydrology and Water Resources, Zhengzhou Henan

<sup>3</sup>School of Earth Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

Received: Feb. 18<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 20<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 28<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Xiong'an new area, as the undertaking place of Beijing's non-capital function relief, pays much attention to ecological environment protection and green development. As an important ecological water body,

作者简介: 刘世奇, 出生于1999年4月27日, 籍贯: 河北石家庄, 研究方向: 水资源综合利用及保护, Email: 2728578181@qq.com

文章引用: 刘世奇, 李焯, 郭旺鑫, 李可可, 王辰辰. 白洋淀生态需水研究[J]. 水资源研究, 2025, 14(2): 163-168.

DOI: 10.12677/jwrr.2025.142017

Baiyangdian Lake is very important to the regional ecological balance. Based on the water level data from 2021 to 2022, the relationship between water level and water surface area was fitted by Origin software, and the range of water surface area was calculated when the ecological water level was controlled at 6.5 m~7.0 m. Combined with the evaporation and rainfall data from 2021 to 2022, the ecological water demand of Baiyangdian Lake is 164 million m<sup>3</sup>~188 million m<sup>3</sup>, which provides a scientific basis for multi-source water replenishment of Baiyangdian Lake.

## Keywords

Baiyangdian Lake, Ecological Water Demand, Ecological Water Level, Ecological Water Replenishment

Copyright © 2025 by author(s) and Wuhan University & Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

为深入贯彻落实习近平总书记生态文明思想和白洋淀生态治理和保护的重要指示精神，2019年1月，经党中央、国务院同意，河北省委、省政府正式印发《白洋淀生态环境治理和保护规划(2018~2035年)》[1]-[3]，要求白洋淀淀区的正常水位要保持在6.5~7.0 m，并到2035年全面完成白洋淀综合治理，淀区生态环境得到根本改善，良性生态系统基本恢复。白洋淀是中国华北地区最大的淡水湖泊湿地系统，素有“华北之肾”的美誉。它不仅是雄安新区生态建设的重要载体，更是维护区域生物多样性、调节气候和涵养水源的关键生态系统。然而，受气候变化与人类活动的影响，白洋淀曾多次面临水源短缺、水质恶化等问题。科学分析其生态需水量，制定可持续的补水方案，成为保障区域生态安全的核心课题。

## 2. 白洋淀区域概况

白洋淀位于河北省中部，是雄安新区的核心组成部分，地跨保定、沧州市，以白洋淀湖泊群为主体，覆盖周边多个县市，水域总面积大约366 km<sup>2</sup>，是华北平原最大的淡水湿地系统。白洋淀由143个大小淀泊组成，素有“华北之肾”之称，对调节区域气候、净化水质至关重要。白洋淀湿地生态系统丰富，是候鸟迁徙的重要驿站，水生生物多种多样，芦苇年产量占华北一半以上。此外白洋淀盛产青虾、河蟹、鲤鱼等，是华北重要水产基地，过度开发导致白洋淀生态水位迅速下降、生物减少，发生了多次干淀危机。

## 3. 白洋淀河流水系

白洋淀，属海河流域大清河南支水系湖泊，位于东经115°45'~116°07'，北纬38°44'~38°59' [4]之间，是河北省最大的湖泊。白洋淀承担着白沟引河、萍河、瀑河、漕河、府河、清水河、唐河、孝义河、潞龙河，共计9条河流的洪水调蓄，形成了白洋淀丰富的水源。其中，府河、漕河、萍河、瀑河及南拒河五条较大河流是白洋淀的主要补水河道，入淀水量占入淀总水量的85%以上。随着海河治理工程的建设完成后，入淀水系也随之发生了变化，新盖房水利枢纽工程的兴建和白沟引河的开挖导致大清河北支由此入淀；唐河新道阻断了金线河与清水河入淀；府清河污分流，清水入淀，污水排入唐河污水库；孝义河、萍河属于平原河流，由于种种原因，常年干枯断流，因此实际入淀河流支流6条[5]，分别是孝义河、潞龙河、唐河、清水河、府河和漕河。由于在各个入淀河流上，修建了许多水利工程，导致流域水资源入淀径流量逐渐减少，详见图1。

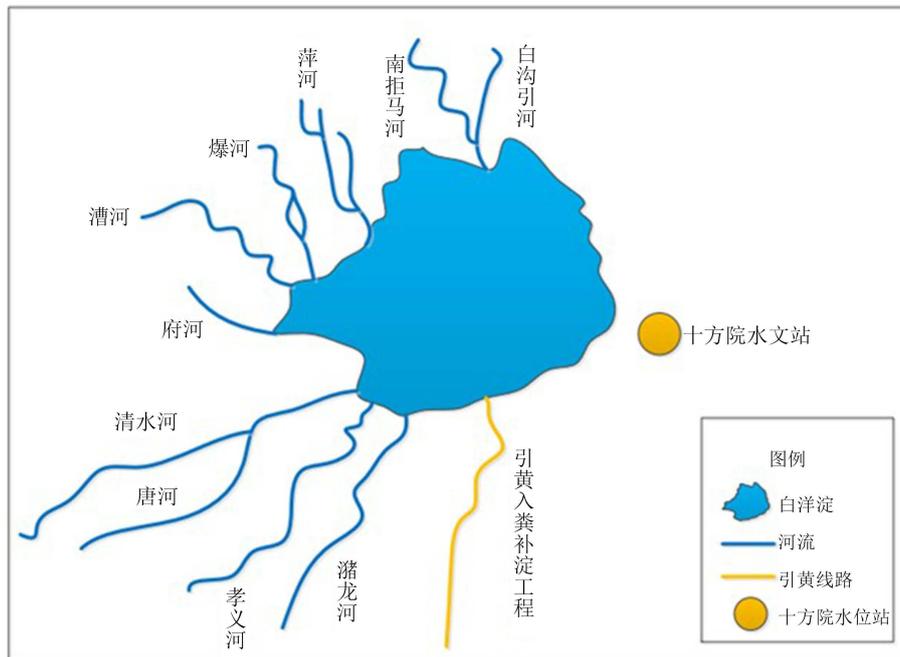


图 1. 白洋淀入淀河流分布示意图

## 4. 白洋淀生态需水计算

### 4.1. 白洋淀水位与水面面积变化

当前，白洋淀的水位变化总体呈现出先下降后上升的趋势。上世纪八十年代以来，由于受到环境因素及过度开发的影响，白洋淀的面积逐渐缩小，水位明显下降，甚至出现了干淀的现象。到了 2007 年，白洋淀的面积已经从原来的 366 km<sup>2</sup> 缩减到 62 km<sup>2</sup>。然而，近年来，随着一系列调控工程，白洋淀水位有所回升，水面面积也有所增加。白洋淀水位 - 水面面积年际变化如表 1 所示。

表 1. 2012~2022 十方院多年水位 - 水面面积表

年份	水位/m	水面面积/km <sup>2</sup>
2012	6.93	259
2013	7.42	301
2014	7.40	299
2015	6.68	230
2016	7.11	276
2017	7.08	273
2018	7.39	298
2019	7.44	303
2020	7.52	308
2021	7.52	308
2022	7.48	306

结合水位 - 水面面积关系表, 利用 Origin 软件拟合得到了二者之间的函数关系式, 详见公式(1), 并做出函数图像详见图 2, 由图像分析得知, 当白洋淀的控制水位即绝对水位在 6.5~7.0 m 范围内时, 随着水位的增加, 水面面积也在逐渐地变大。

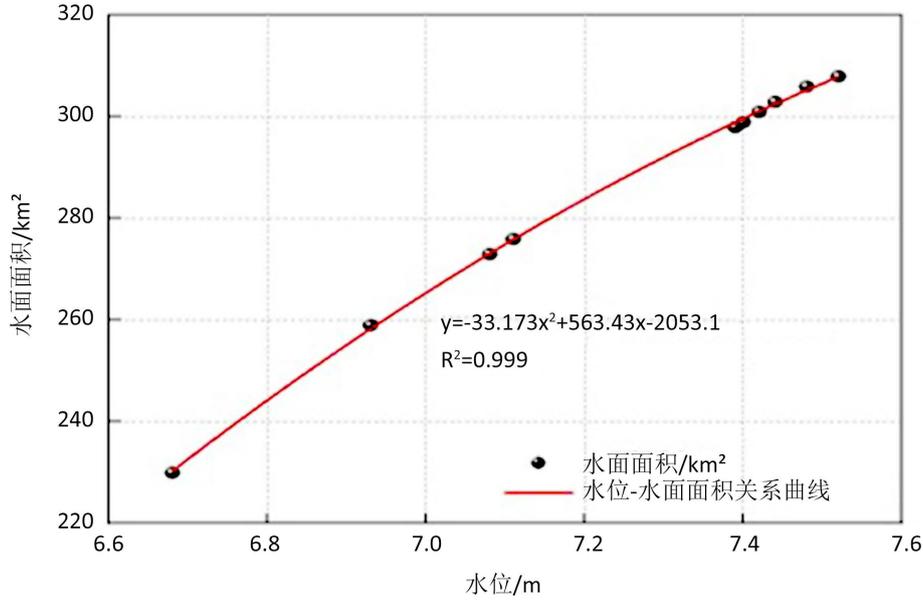


图 2. 水位 - 水面面积函数关系图像

$$y = -33.173 x^2 + 563.43 x - 2053.1 \tag{1}$$

式中:  $x$  表示白洋淀的水位,  $y$  表示白洋淀的水面面积。

## 4.2. 白洋淀生态需水量

白洋淀的主要耗水量来自于其蒸发量和耗水量, 为满足白洋淀的生态水量需求, 维持白洋淀生态环境可持续发展, 根据其蒸发量和渗漏量来计算, 生态需水量等于二者之和。

### 4.2.1. 白洋淀的蒸发量

白洋淀的蒸发量包括, 水面自然蒸发, 湿地植被及水稻田蒸发。水面自然蒸发根据水面净蒸发损失量和水面面积来计算, 其中净蒸发损失量采用枣林庄水文站 2012~2022 年多年平均逐月蒸发, 减去多年同期平均逐月降雨来确定[6]。水面自然蒸发公式, 详见公式(2), 枣林庄 2012~2022 多年平均逐月蒸发量和降雨量的差值详见表 2。

表 2. 枣林庄 2012~2022 多年平均逐月蒸发量和降雨量的差值(单位/mm)

月份	蒸发量	降雨量	差值
1 月	12.64	0.8	11.84
2 月	22.1	3.26	18.84
3 月	52.87	7.72	45.15
4 月	74.63	17.43	57.2
5 月	96.59	18.71	77.88

续表

6月	97.07	39.36	57.71
7月	84.25	128.84	-44.59
8月	80	57.65	22.35
9月	63.46	32.84	30.62
10月	40.09	20.77	19.32
11月	23.21	11.82	11.39
12月	123.53	2.15	10.38
全年	659.44	341.35	318.09

$$Q = S * E \quad (2)$$

式中： $Q$ 表示水面自然蒸发量， $S$ 表示白洋淀的水面面积， $E$ 表示多年平均逐月蒸发量和降雨量的差值之和。

按照《白洋淀生态环境治理和保护规划(2018~2035年)》文件中的要求，白洋淀的动态水位保持在6.5~7.0 m之间，根据公式(1)、公式(2)计算得到，当白洋淀的生态水位为6.5 m时，水面面积为207 km<sup>2</sup>，水面自然蒸发量为0.66亿 m<sup>3</sup>/a，当生态水位为7.0 m时，水面面积为265 km<sup>2</sup>，水面自然蒸发量为0.82亿 m<sup>3</sup>/a，即白洋淀的水面自然蒸发量在0.66亿 m<sup>3</sup>/a~0.82亿 m<sup>3</sup>/a范围内。

白洋淀有种植芦苇12万亩(80 km<sup>2</sup>)、荷花10万亩(66.67 km<sup>2</sup>)，农田5000亩(2.33 km<sup>2</sup>)，共计22.5万亩(150 km<sup>2</sup>)。蒸腾量根据国家林业局每平方米树叶每日蒸腾量4 kg水计算[6]。白洋淀芦苇丛发芽期至种子成熟期通常在4月上旬~10月上旬，共计183天，蒸腾量为0.59亿 m<sup>3</sup>/a，荷花通常在6月~9月盛开，共计荷花蒸腾量为0.25亿 m<sup>3</sup>/a，水稻生长期主要集中在6月份种植，11月份收割，共计153天，蒸腾量0.01亿 m<sup>3</sup>/a。

综上所述，当白洋淀的水位达到6.5~7.0 m时，白洋淀的蒸发量在1.51亿 m<sup>3</sup>/a~1.67亿 m<sup>3</sup>/a。

#### 4.2.2. 白洋淀的渗漏量

白洋淀的渗漏量主要是白洋淀周边的排泄量和堤防排泄量之和。本文根据河北省水科所1979年的模拟实验结果[7]，依据对应水位确定渗漏量。当白洋淀的生态水位达到6.5 m时，渗漏量为3.48万 m<sup>3</sup>/d，合计0.13亿 m<sup>3</sup>/a，当白洋淀生态水位达到7.0 m时，渗漏量为5.63万 m<sup>3</sup>/d，合计0.21亿 m<sup>3</sup>/a。

#### 4.2.3. 白洋淀的生态总需水量

因此，当白洋淀的生态水位达到6.5~7.0 m范围内时，白洋淀的生态需水量应该在1.64亿 m<sup>3</sup>/a~1.88亿 m<sup>3</sup>/a范围内。白洋淀生态需水量统计详见表3。

表3. 白洋淀生态总需水量(单位/亿 m<sup>3</sup>/a)

生态水位	白洋淀蒸发渗漏量					合计
	水面自然蒸发	芦苇蒸发	水稻蒸发	荷花蒸发	渗漏损失量	
6.5 m	0.66	0.59	0.01	0.25	0.13	1.64
7.0 m	0.82	0.59	0.01	0.25	0.21	1.88

## 5. 白洋淀生态补水与补水困境分析

生态需水是为维持生态系统结构完整、功能稳定所需的水量，涵盖植被、水生生物、水质净化、水循环调节等多维度需求。对白洋淀而言，其生态需水具有复杂性，具有一定的动态平衡特征。然而，白洋淀的生态补

水面临水源稳定性不足、生态补偿机制缺位和气候变化加剧风险等困境。目前，白洋淀依赖跨流域调水和再生水补给，但调水成本高且易受政策影响，2022年南水北调中线补淀水量占全年总来水量的58%，暴露出过度依赖外部水源的脆弱性。同时，上游地区为保淀限采地下水，但缺乏横向生态补偿，导致水资源管理矛盾，保定市农业需水与白洋淀补水之间存在利益冲突。此外，华北地区降水集中于7~8月，春季干旱频发，近30年平均气温上升1.2℃，蒸发量增加5%，降水变率增大，进一步加剧了白洋淀生态补水的风险。

## 6. 结论与建议

白洋淀的生态需水管理是一项系统性工程，需兼顾水量保障、水质提升与流域协同治理。在雄安新区高质量发展的背景下，只有通过科学测算、多源统筹和制度创新，才能实现“以水定城、人水和谐”的目标，让这颗“华北明珠”永葆生机。通过重新分析白洋淀的生态需水可以得出，如果白洋淀生态水位保持在6.5~7.0 m范围内，那么生态需水量需要在1.64亿 m<sup>3</sup>/a~1.88亿 m<sup>3</sup>/a范围内。

对于白洋淀蒸发量和渗漏量的增加会提高生态需水量，通过植被覆盖、遮阴等措施降低蒸发量，建设防渗工程减少渗漏量，合理管理这两者有助于维持白洋淀的生态平衡。

## 基金项目

河北省高等学校科学技术研究项目资助，CXY2024037。

## 参考文献

- [1] 中国城市规划设计研究院. 河北雄安新区总体规划(2018-2035年) [R]. 北京: 中国城市规划设计研究院, 2019.
- [2] 李澈. 雄安新区水资源承载能力评价及提升途径研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2020.
- [3] 河北省安排部署《白洋淀规划》组织实施工作[J]. 海河水利, 2019(2): 13.
- [4] 韩煦. 氮磷输入对白洋淀芦苇湿地水体浮游生物多样性及生物量的影响[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北大学, 2024.
- [5] 易雨君, 林楚翘, 唐彩红. 1960s以来白洋淀水文、环境、生态演变趋势[J]. 湖泊科学, 2020, 32(5): 1333-1347+1226.
- [6] 白亮亮, 穆冬靖, 齐静, 等. 白洋淀生态需水量分析与研究[C]//中国水利学会. 2022中国水利学术大会论文集(第二分册). 水利部海河水利委员会科技咨询中心, 2022: 5.
- [7] 刘建芝, 魏建强. 白洋淀蒸发渗漏与补水量计算分析[J]. 水科学与工程技术, 2007(1): 15-16.