

白洋淀最低生态水位研究

赵 翔, 崔保山, 杨志峰*

(北京师范大学环境学院, 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 由于自然条件的变化、工农业的不合理开发、人口的剧增以及水库和涵闸水利设施的盲目建设等, 引发了白洋淀一系列生态环境问题, 主要表现为干淀、水污染、生态环境退化、泥沙淤积、湖泊萎缩以及航运中断等。恢复和重建已遭破坏的白洋淀湿地生态系统, 并使其至少维持在最低生态水位上是至关重要的问题。在分析白洋淀生态系统功能的基础上, 利用水量面积法、最低年平均水位法、年保证率设定法和功能法等 4 种方法对其最低生态水位进行分析和计算, 计算结果分别为 7.32m、7.33m、7.28m 和 7.27m。通过合理性分析, 认为取它们的平均值即 7.30m 作为白洋淀最低生态水位是合理的, 符合白洋淀实际情况。

关键词: 湖泊; 最低生态水位; 计算方法; 白洋淀

文章编号: 1000-0933(2005)05-1033-08 **中图分类号:** P33, P344, Q141 **文献标识码:** A

A study of the lowest ecological water level of Baiyangdian Lake

ZHAO Xiang, CUI Bao-Shan, YANG Zhi-Feng* (School of Environment, State Key Laboratory of Water Environmental Simulation, Key Laboratory for Water and Sediment Sciences Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(5): 1033~1040.

Abstract: Baiyangdian lake is a sluice depression which is naturally-formed by Daqing River. It possesses a number of functions such as flood control, microclimate maintenance water storage and supply, fishery and reed production. In addition, Baiyangdian lake is a perfect place to develop navigation and tourism. It plays an important role in maintaining the ecological balance of this area. However, in the past half century, Baiyangdian lake has been facing a series of eco-environmental problems such as water shortage, water pollution, eco-environmental degradation, siltation, lake shrinkage and navigation interruption, which is the result of the change of natural conditions, irrational development of industry and agriculture, rapid growth of population, poorly planned construction of the reservoir and culvert water conservancy, etc.. It is very important to restore and rebuild the destroyed wetland ecosystem of Baiyangdian lake and maintain the lowest ecological water level at least. And the key problem is how to maintain the lowest water level of Baiyangdian lake. Therefore, a study of the lowest ecological water level in Baiyangdian lake is not only the urgent heed in the eco-environmental construction of the basin but also an important aspect to achieve the sustainable utilization of the water resources.

In light of the present environmental problems of Baiyangdian lake, the ecosystem functions are in depth analyzed. Based on the analysis, the lowest ecological water level is studied and calculated using water quantity area method, lowest mean annual water level method, year guarantee setting method and function method. The results are 7.32m, 7.33m, 7.28m and 7.27m, respectively, and the average value 7.30m is considered as the lowest control water level. According to the rationality analysis, the results show that only the water level is higher than 7.30m, can the ecosystem structure be guaranteed, the normal ecosystem function be fully played, the bio diversity and the ecosystem integrality be maintained. However, when the water level is lower than 7.30m, the population structure and quantity of the aquatic species are obviously changed, and the

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(50239020)

收稿日期: 2004-09-03; **修订日期:** 2005-03-29

作者简介: 赵翔(1974~), 男, 广西桂林人, 硕士生, 主要从事水资源与水环境、生态环境需水等研究. E-mail: xiangz128@sina.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zfyang@bnu.edu.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 50239020)

Received date: 2004-09-03; **Accepted date:** 2005-03-29

Biography: ZHAO Xiang, Master, mainly engaged in water resource and water environment, ecological water demand. E-mail: xiangz128@sina.com

ecological balance is destroyed. Therefore, it is reasonable to make the average value 7.30m as the lowest ecological water level.

Key words: lakes; the lowest ecological water level; calculation methods; Baiyangdian lake

白洋淀地处华北平原东部,北纬 $38^{\circ}43' \sim 39^{\circ}02'$,东经 $115^{\circ}38' \sim 116^{\circ}07'$ 之间。其四周以堤坝为界,东起千里堤,西至四门堤,北始新安北堤,南至淀南新堤,东西长 39.5Km,南北宽 28.5Km,总面积为 366Km^2 ,淀底高程 5.5~6.0m(大沽高程)。行政区主要隶属保定市的安新县、高阳县、雄县和容城县管辖,其占总面积的 93%。当水位 8.8m(大沽高程)时,85.6%的水域分布于安新县境内^[1]。

白洋淀流域位于大清河中上游地区,大清河水系的潞龙、孝义、唐、府、漕、瀑、萍、白沟引河八条河流呈扇形分别由南、西、北部直接入淀,然后通过赵北口汇入海河,流入渤海^[1~3](图 1)。

白洋淀流域属温带大陆性季风区,冬季寒冷干燥,夏季炎热多雨,多年平均气温 $7.3 \sim 12.7^{\circ}\text{C}$,最高气温 43.5°C 。平均年积温在 $2992 \sim 4409^{\circ}\text{C}$ 之间。全流域多年平均降雨 563.7mm。白洋淀土壤母质主要是第四纪冲积物,淀内以沼泽为主,土壤养分含量较高,土壤肥沃,但表层质地较粘重^[3]。白洋淀流域动植物种类繁多,生物资源丰富^[1~3]。

1 湖泊生态系统功能

白洋淀是大清河系自然形成的蓄水洼淀。具有缓洪滞沥、调节气候、蓄水兴利和渔苇生产等多种功能,是发展航运和旅游业的理想之地,同时还对维持这一地区的生态平衡起着重要作用。

(1)缓洪滞沥 白洋淀位于大清河中游,承受着白洋淀以上流域 31199km^2 的洪、沥水。白洋淀宽阔的水域面积,正常情况下,可蓄纳约 5 亿 m^3 的洪水,从而大大缓解了下游河流洪峰,并使周边地区沥水排泄入淀^[3]。

(2)调节气候 白洋淀所特有的地理位置,使得其具有调节河北平原及京津地区气候,改善温湿状况等重要作用。

(3)蓄水兴利 据有关资料统计^[6],白洋淀水位达到 8.0m(大沽高程)时可蓄水 2.3 亿 m^3 ,水位达到 9m 时可蓄水 5.0 亿 m^3 。因而为湖周边区域及其下游地区工业、农业及生活等提供需水。

(4)渔苇生产 白洋淀水域辽阔,水质良好,光热适宜,生物繁茂,利于鱼类等水生生物繁殖生长,盛产鱼、虾、蟹、贝,是我国北方重要的淡水水产品生产基地之一。淀内芦苇以数量大、质地优而著称全国,素有“芦苇之乡”的美誉。

(5)旅游景观 白洋淀是华北平原上著名的面积最大的淡水湖泊,地处京、津、保之间,加上风景秀丽,环境优雅,气候宜人,水产资源丰富等,使白洋淀旅游资源具有独特的景色。

(6)保护生物多样性 为湖泊鱼类、两栖动物、水生无脊椎动物及其它野生生物提供水栖场所以及为这些动植物的生存提供需水等,从而在保护湖泊生物多样性方面发挥着重要的作用。

(7)维护水体自然净化能力 注入淀区的水由于水面展宽、坡降变小,水中的泥沙等杂质大量沉淀,脱离水体,使水质改善。另外,白洋淀水域辽阔,水量大,淀水常年流动,水体变换量大,水生生物丰富,可通过水体的稀释、混合等物理过程以及生物的吸收、降解等生物化学过程,对注入淀内的农业退水和工业污水中的有毒物质进行自然净化^[3]。

(8)为保护湖泊下游区域地下含水层免遭海河盐水入侵提供淡水。

2 主要生态环境问题及原因

白洋淀历经兴衰变迁至今,以它过去的天水相济,澜平波浅,村田错落,渔苇粮航而著称;现在因自然和人为因素已造成白洋淀的干涸、污染严重、生态环境退化、泥沙淤积和航运中断等生态环境问题。

2.1 干涸 在干旱气候和人类大规模经济活动影响下,白洋淀水源日趋紧张。据有关水文资料统计,20 世纪 50、60、70、80 年代的年平均入淀水量分别是 23.96、17.3、11.4、2.37 亿 m^3 ,明显呈下降趋势。并且出现了严重的干涸现象,如 60 年代的 1966 年,70 年代的 1972、1973、1976 年。最严重的是 1985~1987 年,全年处于干涸状态(图 2)。干涸的发生,对湖泊生态系统及其功能造成了极大的不利影响,阻碍了湖区可持续发展。

2.2 水污染 自 20 世纪 60 年代中期以来,白洋淀水污染程度日趋严重。根据河北省环境监测中心站 1992~1998 年的常规监测资料统计,白洋淀 9 个监测断面水质全在 III 类以上,其中 V 类和超 V 类断面占 45%,检出超过 III 类项目有 3 至 5 项的断面占

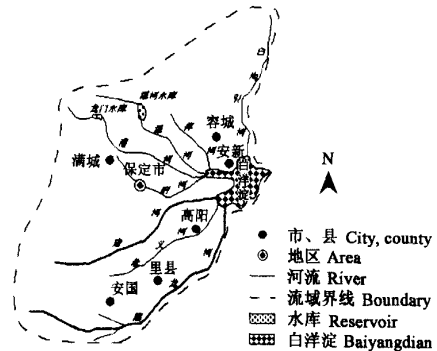


图 1 白洋淀流域示意^[4]

Fig. 1 The schematics diagram of Baiyangdian Basin^[4]

89%。导致白洋淀水质恶化除了淀区工业迅速发展和人口的快速增长而致使工业废水和生活污水排放逐年增加原因之外,还与^[6]当年乃至前期的人淀水量和淀内水位有很大关系。如1976~1980年入淀水量大,淀内水位较高,白洋淀水质也逐渐变好;1981~1987年上来水减少,淀内水位降低甚至出现干淀现象,水质也恶化了。因此,如何通过人为干预,调节入淀水量,使其保持一定的人淀水量和淀内水位,是解决白洋淀污染问题的一个重要措施。

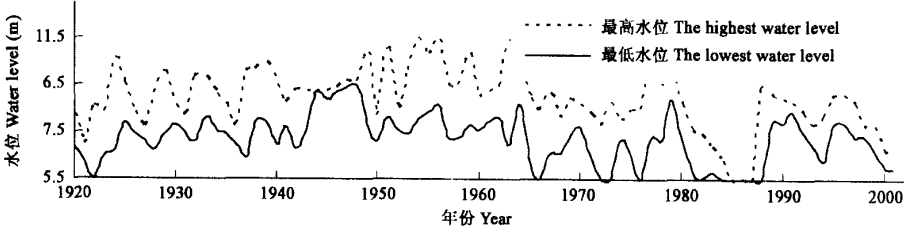


图2 白洋淀历年最高、最低水位曲线

Fig.2 Inter-annual highest water level and lowest water level of Baiyangdian lake

2.3 生态环境退化 20世纪60年代以来出现的多次干淀以及水位的不稳定等,导致了水生生态系统退化、生物多样性减少及与此系统相关的资源枯竭,鱼产量下降等。据文献^[2,4],鱼虾产量20世纪60年代较50年代下降了37%,70年代较60年代下降了63%,比50年代下降了77%。至80年代以后,连年干淀,此时淀内只有少量的坑塘养鱼,种类单一,年均产量仅有1270t,为最高年产量的18.4%。直至20世纪90年代后,随着网箱养殖技术的兴起,鱼类的品种和数量才有所增加。如90年代年均鱼虾产量已增加到12254.5t,而2000~2002年年均鱼虾产量已达29136.7t。这些鱼虾产量的变化无不与白洋淀水位的变化有着千丝万缕的联系。并且随着水位的变化,主要经济鱼类的组成也发生了变化(图3)。白洋淀水生生物区系组成成分减少。据1958年调查,白洋淀浮游植物有甲藻、金藻、矽藻、裸藻、绿藻、蓝藻等7

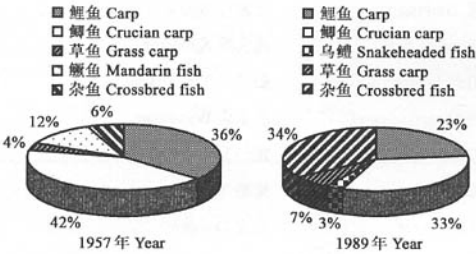


图3 白洋淀1957、1989年主要经济鱼类组成状况

Fig.3 Main economic fish form of Baiyangdian lake in 1957 and 1989

门129属,在浮游植物中占绝对优势。还在原生动物、担轮动物和节肢动物,共3门85属。1997年调查,浮游植物在门类方面无变化,但只有92属;浮游动物门类也无变化,但原生动物由38属减少到24属,轮虫由60种减少到49种,枝角类由29种减少23种。1992年,浮游植物有85属,原生动物23属,轮虫42种。而且代表湖泊富营养型的蓝藻、绿藻成为优势种。白洋淀底栖动物也由1958年的35种降至1980年的25种。白洋淀的大型水生植物种群也在发生变化。由1975年的16科34种减少到现在的15科32种。种类变化不大,但由于淀泊营养盐的增加,大型水生植物生物量明显增加,优势种是芦苇、五刺金鱼藻、篦齿眼

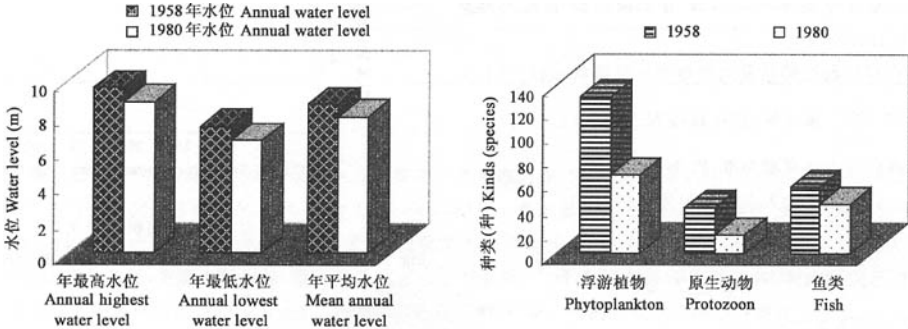


图4 白洋淀1958年水位、生物种类等与1980年比较

Fig.4 Comparison of water level and biology kind of Baiyangdian lake between in 1958 and 1980

子菜、茨藻、黑藻、光叶眼子菜等 7 种。与 1958 年相比,蓬、菱和芡实的数量锐减。表明白洋淀有沼泽化趋势。图 4 对白洋淀 1958 年和 1980 年的水位、动植物的种类等进行了比较。比较结果表明,湖泊水位降低对生物的多样性有较大影响。

2.4 泥沙淤积 多年来由于泥沙的淤积,致使湖泊萎缩、容积变小。据统计,白洋淀上游各河多年平均输沙量合计为 173.1 万 t (表 1)。这些泥沙在湖泊中淤积,某种意义上与水位的降低有一定的联系,如水位的降低将减弱水流冲沙的能力。

2.5 航运中断 历史上,白洋淀上下游通航业发达,自保定府河到白洋淀,再经赵北口、大清河经西河到天津,航道长 193km。据文献^[2],20 世纪 50 年代年通货量为 $14.5 \times 10^4 \text{t}$,60 年代修建了枣林庄船闸。但以后一亩泉断流,府河水源减少,至白洋淀干涸,津保船道已多年中断。

从上述可知,白洋淀目前面临的各种环境问题的根源就在于人类不断增长的各种需要已超过了湖泊自身的承载能力,而解决问题的关键在于如何确保湖泊的最低生态水位。因此,开展白洋淀最低生态水位研究,不仅已成为流域生态环境建设的紧迫要求,而且也是实现白洋淀水资源可持续利用的重要一环。

表 1 白洋淀上游各河多年输沙量统计^[7]

Table 1 Sands statistical characteristic of each steam of Baiyangdian lake in different years^[7]

河名 River	站名 Station name	观测时间 Observation time (year)	总输沙量(×万 m ³) Total sediment transportation(×10 ⁴ m ³)	多年平均输沙量(×万 m ³) Mean annual sediment transportation(×10 ⁴ m ³)
潞龙河 Zhulong river	北郭村 Beiguo country	1951~1989	2426.53	62.22
唐河 Tanghe river	西大洋 Xidayang	1954~1989	2848.29	79.12
白沟引河 Baigouyin river	新盖房 Xingaifang	1970~1989	342.33	17.12
清水河 Qingshui river	北辛店 Beixindian	1971~1989	97.67	5.14
漕河 Caohe river	龙门 Longmen;	1953~1989	61.06	1.65
瀑河 Baohe river	塘湖 Tanghu	1959~1969	37.00	3.70
府河 Fuhe river	东安 Dongan	1952~1966	58.14	4.15
合计 Total			5871.02	173.1

3 最低生态水位的计算

生态系统的研究离不开结构和功能两个方面,而一定地域又有其特定的生态系统及其植被类型和气候特征^[8]。根据白洋淀自然地理特征和功能,利用水量面积法、最低年平均水位法、年保证率设定法以及功能法等 4 种方法来分别计算它的最低生态水位。

3.1 水量面积法

由于白洋淀处于半干旱半湿润地区和属于吞吐湖泊,故可用水量面积法来计算白洋淀最低生态水位,其步骤如下:

- (1)点绘湖泊水面面积-容量光滑曲线(图 5)。
- (2)由多年入淀水量、出淀水量等系列资料(1951~2000 年资料)计算湖泊最小水量为 1.079 亿 m³。
- (3)由湖泊最小水量 1.079 亿 m³ 查水面面积-容量光滑曲线得面积 S 为 120.987km²。
- (4)根据白洋淀湖泊形状及湖岸植被生长现状,湖岸系数由公式 $K = 1.77 \frac{Z_{max}}{\sqrt{A}}$ 来计算。经计算得 K 为 0.49。
- (5)湖底高程以大沽高程为准,即为 5.5m。
- (6)将以上计算结果代入水量面积公式:

$$H_{min} = \left[0.536 \frac{\sum_{i=1}^n (W_i - W'_i)}{n} \right] / (KS) + H$$

即得最低生态水位为 7.32m。

3.2 最低年平均水位法

利用最低年平均水位法计算最低生态水位,关键是确定权重 λ。根据 λ 反映的是最低生态水位与最低年平均水位的接近程

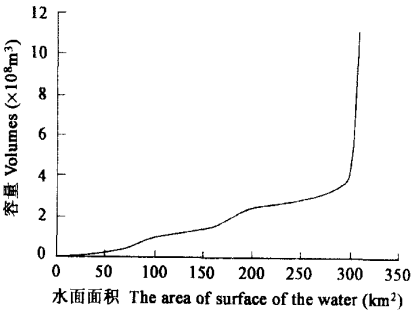


图 5 白洋淀水面面积-容量关系

Fig. 5 Relation between areas and volumes in Baiyangdian lake

度,基于水文统计学原理,并结合白洋淀的实际情况,可建立如下经验公式:

$$\lambda = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{E(\eta_i)}{E(\xi_i)}$$

(1)

式中, λ 为权重; m 为所选择的体现湖泊生态环境状况的指标数,如选择湖泊鱼类种类和芦苇面积两个生态指标,则 m 为2; ξ_i 为年最低水位变量,取值为第 i 个生态指标变化最大的时段(一般以生态资料实测的间隔年份为时间段)内对应的所有年最低水位; η_i 为年最低水位变量,取值为第 i 个生态指标对应的除了 ξ_i 以外的所有年最低水位; $E(\xi_i)$ 为 ξ_i 的数学期望; $E(\eta_i)$ 为 η_i 的数学期望。应用公式(1)计算权重 λ 步骤如下:

- (1)根据白洋淀生态资料情况,选取鱼虾产量和鱼类种类两个生态指标来计算(表2)。
- (2)由表2知,鱼虾产量在1990~2000年时段内变化最大,故 ξ_1 的取值范围为1990~2000年所对应的年最低水位,由此可算得 $E(\xi_1)$ 为7.29m, $E(\eta_1)$ 为7.15m;鱼类种类在1980~1990年时段内变化最大,故 ξ_2 的取值范围为1980~1990年所对应的年最低水位,由此可算得 $E(\xi_2)$ 为6.91m, $E(\eta_2)$ 为7.32m。
- (3)将 $m=2$, $E(\xi_1)=7.29$, $E(\eta_1)=7.15$, $E(\xi_2)=6.91$, $E(\eta_2)=7.32$ 代入公式(1)得权重 λ 为1.020。

表2 白洋淀不同时期鱼虾产量和鱼类种类^[2,4,9]

Table 2 Fishery production and fish kind in different periods in Baiyangdian lake^[2,4,9]

项目 Item	年份 Years					
	1950~1959	1960~1969	1970~1979	1980~1989	1990~1999	2000~2002
年均鱼虾产量 Mean annual fish yield(t)	6915	4340	1605	1270	12254.5	29136.7
年份 A particular year	1958	1975	1980	1990	2002	
鱼类种类(种) Fish species (kind)	54	35	40	24	33	

由权重 $\lambda=1.020$ 和1919~2001年最低水位系列资料,代入最低年平均水位法计算公式 $H_{\min}=\lambda\frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$ 中,计算得最低生态水位为7.33m。

3.3 年保证率设定法

选取1919~2001年最低水位资料,按从大到小的顺序排列。根据经验频率公式 $P=m/(n+1)\times 100\%$,取 $P=75\%$,计算得相应的水文年为1994年。该年的月平均水位如表3。根据文献^[8]的生态系统健康评价指标,对水文年的生态系统健康进行评价,结果为中等,再由湖泊生态系统健康等级与权重 μ 的对应关系,得权重 μ 为1.000。代入公式 $H_{\min}=\mu H$ 中,由此可得白洋淀最低生态水位为7.28m。

表3 水文年月(1994年)平均水位

Table 3 Monthly average water level of representative year(1994)

月份 Month	1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sep.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	年平均 Mean annual
水位 Water level(m)	6.94	6.93	6.88	6.76	6.59	6.31	6.68	7.62	8.20	8.13	8.10	8.17	7.28

3.4 功能法

根据白洋淀生态系统功能,确定该湖泊最低生态水位将主要考虑渔业、旅游业、芦苇以及其它水生植物所需要的水位。基于动物学原理^[10],再由白洋淀的具体情况,当水深为1.77~4m,即最小蓄水量为3.6亿m³时,是鱼、虾、河蟹和元鱼等生存所需要的最佳水位,由此可推出为满足渔业的需水要求,其最低生态水深应该为1.77m,相应生态水位为7.27m(大沽高程,以下同)。目前,对于旅游业来说,主要包括划船、垂钓以及其它水上娱乐等。一般来说,当水深达到0.7m时即可满足划船的需要,从而得出旅游业所需要的最低生态水位为6.2m。由植物学原理可知,芦苇一般的生长水深最小应满足0.8m,则相应生态水位为6.3m。对于水生生物,它是湖泊中水、底质和光的最大利用者,其质和量的变化都直接引起鱼类饵料基础的变动。一般来说,它们生活在水深为1~5m处为宜,如具有经济价值的作物的藕、莲等。由此推出其最低生态水位为6.5m。遵循最大值原则,并结合白洋淀水资源管理目标,可得白洋淀的最低生态水位为7.27m。

3.5 计算结果比较

对上述 4 种方法计算结果进行比较,成果如表 4 所示。

表 4 白洋淀最低生态水位计算成果比较

Table 4 Comparison of lowest ecological water level results in Baiyangdian lake(m)

项目 Item	水量面积法 Water quantity area method	最低年平均水位法 Lowest mean annual water level method	年保证率设定法 Year guarantee setting method	功能法 Function method
水量面积法 Water quantity area method	—	0.01	0.04	0.05
最低年平均水位法 Lowest mean annual water level method	0.01	--	0.05	0.06
年保证率设定法 Year guarantee setting method	0.04	0.05	--	0.01
功能法 Function method	0.05	0.06	0.01	—

* 表中的数值为不同方法计算值之差的绝对值 The data of the table are the absolute value of the difference of various calculated value

由比较结果可知:

(1)通过以上计算,可看出不同的方法,所得到的最低生态水位不完全一致,这是由于不同的方法所基于的理论及其侧重点不同所致。其中最大的是最低年平均水位法,为 7.33m,主要因为在估计权重时所选择的鱼类种类指标,其变化最大时所对应的年最低水位普遍处于历史较低水平,甚至出现连续几年的干淀现象。历史生态资料也说明了这一点,即在此期间,湖泊生态系统基本上处于非健康状态。而最小值是功能法,为 7.27m。经过分析,主要是计算中没有考虑水文条件对湖泊的影响。各种方法虽然计算结果不完全一致,但相差很小。相差最大的为 0.06m,其相对误差在水文统计和系统分析上来说是可以允许的。而相差最小的仅为 0.01m。

(2)经过比较分析,4 种方法计算结果相当接近,所以可取它们的平均值作为白洋淀的最低生态水位,即为 7.30m。

4 合理性分析

为了验证研究结果的合理性,用如下两种方法进行分析:

(1)通过历史水位与生态环境状况的对照来进行合理性分析,成果详见表 5。分析结果表明,只有当白洋淀水位大于 7.30m 时,才能保证其生态系统结构的稳定,发挥其正常的生态系统功能,维持其生物多样性和生态系统的完整性。而水位降到 7.30m 以下时,湖泊水生生物群落的结构及其数量均发生了明显的变化,生态平衡遭到了破坏。

(2)利用历史生态资料,点绘水生生物种类组成与年最低水位变化对照图(图 6)。从图上分析得出,当水位小于 7.30m 时,水生生物种数发生突变。说明了 7.30m 的水位对水生生物种数的变化最为敏感。

综上所述,以 7.30m 作为白洋淀最低生态水位是合理的,符合实际情况的。

5 结语

(1)本文基于水文统计学原理,建立了最低年平均水位法中权重 λ 的经验公式。该公式可以在干旱半干旱地区推广使用,同时也为其它模型权重的确定提供一种新的思路。

(2)在资料有限的情况下,如何对所建模型进行合理性分析,本文给出了一种新的尝试,具有一定的参考价值。

(3)研究结果表明,为维持白洋淀生态系统动态平衡或持续发展,并能在很大程度上克服和消除外来的干扰,保持自身的稳定性,进一步给淀区人们提供最大限度的经济效率、社会效率和生态效率,其水位应维持在 7.30m 以上。水位一旦低于 7.30m,将为导致一系列的不利于人类生存和发展的生态环境问题。因而,以 7.30m 水位作为白洋淀最低生态水位是科学且符合白洋淀的实际情况。

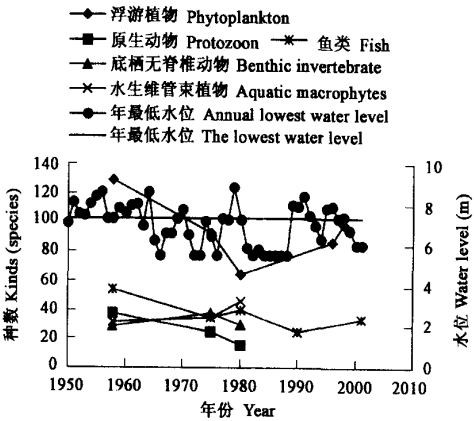


图 6 白洋淀水生生物种类组成与年最低水位变化

Fig. 6 The variation of aquatic biology composition and lowest water in Beiyangdian lake

表 5 白洋淀最低生态水位合理性分析

Table 5 Rationality analysis of minimum ecological water level in Baiyangdian lake

年份 Year	项目 Item*					生态环境状况 The state of eco-environment	结论 Results
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
1920~ 1949	8.21	7.55	7.1	40	较短 Shorter	生态环境状况良好,生态结构稳定,生物多样性丰富 It has good eco-environment, stable eco-structure, and it is abundant in ecological diversity	当水位高于 7.30m 时,白洋淀生态环境状况良好 When the water level is higher than 7.30m, the eco-environmental of Baiyangdian shallow lake is in order
1950~ 1959	8.90	7.71	0	10	较短 Shorter	生物种类繁多,数量丰富,盛产鱼、虾、蟹、贝、芦苇、藕、菱角等。据 1958 年调查统计,浮游植物共有 129 属,浮游动物 85 属,底栖无脊椎动物 28 种,鱼类 54 种 ^[2] It has a variety of organism and each kind of organism is abundant in the amount. It is abundant in fish, shrimp, crab, shellfish, bulrush, lotus root, water chestnut, and so on. According to the statistics of 1958, the total category of the phytoplankton is 129 genera, the zooplankton is 85 kinds, the benthic invertebrate is 28 kinds and the fish is 54 kinds	当水位高于 7.30m 时,能维持白洋淀生态系统的动态平衡 When the water level is higher than 7.30m, the ecosystem of Baiyangdian shallow lake maintains homeostasis
1960~ 1979	7.91	7.01	20	60	长 Long	发生了泥沙淤积,湖泊萎缩,水质恶化等情况。水生生物种群结构发生变化,生物多样性在一定程度上遭到破坏。据 1975 年调查结果表明,浮游植物已减至 92 属,原生动物已减至 24 属,鱼类已减至 35 种 ^[2] Sediment siltation, lake shrinkage and water pollution is occurred. The population structure of the aquatic animal is changed, and at a certain extent the organism diversity is destroyed. According to the statistics of 1975, the category of the phytoplankton has decreased to 92 genera, the protozoan has decreased to 24 genera, and the fish has decreased to 35 kinds	当白洋淀水位降到 7.30m 以下时,湖泊生物群落的结构及其数量均发生了明显的变化,生态平衡遭到了破坏 When the water level is lower than 7.30m, both of the structure and the magnitude of the lake biome are obviously changed and the ecological system is destroyed
1980~ 1989	6.48	5.99	80	90	较长 Longer	泥沙淤积严重,湖面面积锐减,水质严重下降,水生生物种群结构发生变化,生物多样性遭致毁灭性破坏,许多珍稀物种灭绝。据 1980 年调查结果表明,浮游植物仅有 64 属,原生动物减至 17 种,鱼类有 40 种 ^[2] ,虽然有所增加,但都是一些缺少经济价值较大的种类,而一些经济鱼类种数明显下降 Sediment siltation is very heavy, the lake area quick shrink, water quality seriously decline, the population structure of the aquatic animal is changed, the organism diversity is destructively destroyed, and many rare species die out. According to the statistics of 1980, the category of the phytoplankton is only 64 genera, the protozoan has decreased to 17 kinds, the fish is 40 kinds, which is a bit increased but most of the fish has less economic value and the category of some economic fish obviously decrease	当白洋淀水位小于 7.30m 且持续时间较长时,将导致湖泊生态环境的退化以及功能的丧失 When the water level is lower than 7.30m and when the duration is longer, the lake eco-environmental undergoes degeneration and the eco-function is lost
1990~ 2001	7.68	7.18	33.3	41.7	短 Short	生态系统的破坏在一定程度上得到了遏制。据调查统计 ^[11~14] ,1990 年共有鱼类 24 种,2001~2002 年共计 33 种。1991 年浮游植物出现 261 种,1992 年出现 243 种,1993 年出现 201 种,1996 年出现 170 种,1998 出现 258 种。1993 年原生动物 77 种(属) At a certain extent, destroy of the ecosystem is kept within limits. According to the statistics, the total category of the fish is 24 kinds in 1990, 33 kinds in 2002~2003. The category of the phytoplankton come up to 261 kinds in 1991, 243 kinds in 1992, 201 kinds in 1993, 170 kinds in 1996 and 258 kinds in 1998. The category of the protozoan is 77 kinds (genera)	当白洋淀水位小于 7.30m 的年份减少后,湖泊生态环境在一定程度上得到了恢复 When the amount of the year in which water level is lower than 7.30m is decreased, the lake eco-environmental is restored at a certain extent

* (1)多年平均水位 Mean annual water level(m);(2)多年平均最低水位 Mean annual lowest water level(m);(3)年平均水位小于 7.30m 占总年数的百分数 The percentage of the year that mean annual water level is lower than 7.30m to total years(%);(4)年最低水位小于 7.30m 占总年数的百分数 The percentage of the year that lowest annual water level is lower than 7.30m to total years(%);(5)年最低水位小于 7.30m 的持续历时长短 The duration of which the lowest water level is lower than 7.30m

References:

- [1] Local authority of Anxin. *Baiyangdian*. Beijing: China Bookstore Press, 1996.
- [2] Jing X C, Liu S K, Tu Q Y, et al. *Lake environment of China*. Beijing: China Ocean Press, 1995.
- [3] Zhang S Z. Evaluation and protection measures of ecological function of Baiyangdian Lake marsh. *Journal of Shijiazhuang Teachers College*, 2003, **5**(3):40~44.
- [4] Li Y H, Cui B S, Yang Z F. Influence of hydrological characteristic change of baiyangdian on the ecological environment in wetland. *Journal of Natural Resources*, 2004, **19**(1):62~68.
- [5] Local Editor Commission of Anxin. *Anxin*. Beijing: Xinhua Publishing House, 2000.
- [6] Zhu X Q, Gong R, Mu Z Y, et al. *Environment evolution and predict*. Xi'an: Xi'an Map Publishing House, 1994.
- [7] Li Z Q, Liu J Z, Wang W X. Analysis of silt of Baiyangdian. *Hebei Water Power and Water Electric Technology*, 2002, (2):31~32.
- [8] Yang Z F, Cui B S, Liu J L, et al. *The theory, method and practice of ecological environment water demand*. Beijing: Science Press, 2003.
- [9] Cao Y P, Wang W, Zhang Y B. Present Situation of Fish Stocks in Baiyangdian Lake. *Chinese Journal of Zoology*, 2003, **38**(3):65~69.
- [10] Zou Z X. *Zoology*. Beijing: China Agricultural university Publishing House, 1999.
- [11] Zhang Y K, Zhang X S, Tian Y M. Study on Assessment of Water Quality of the Lake Baiyangdian Using Phytoplankton on Community Ctructuer. *Journal of Hebei University*, 1997, **4**(2):39~46.
- [12] Xu M Q, Zhu J, Cao H. The relationship between the protozoan community diversity and the water quality in the Baiyangdian Lake. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(7):1114~1120.
- [13] Feng J S. Phytoplankton and assessment of water quality of Baiyangdian. *Environmental Technology of Jiangshu*, 1999, (2):27~29.
- [14] Zhang Y K, Zhang C J, Zhang X S, et al. Biomass, Chlorophyll Content and Production of Phytoplankton in the Lake Baiyangdian. *Journal of Hebei University*, 1999, **19**(3):267~271.
- [15] Cai X M. *Ecology of Ecosystem*. Beijing: Science Press, 2000.

参考文献:

- [1] 安新县地方志办公室. 白洋淀. 北京: 中国书店出版社, 1996.
- [2] 金相灿, 刘树坤, 章宗涉, 等. 中国湖泊环境. 北京: 海洋出版社, 1995.
- [3] 张素珍. 白洋淀湿地生态功能评价及保护对策. 石家庄师范专科学校学报, 2003, **5**(3):40~44.
- [4] 李英华, 崔保山, 杨志峰. 白洋淀水文特征变化对湿地生态环境的影响. 自然资源学报, 2004, **19**(1):62~68.
- [5] 安新县地方志编纂委员会. 安新县志. 北京: 新华出版社, 2000.
- [6] 朱宣清, 弓冉, 穆仲义, 等. 白洋淀环境演变及预测. 西安: 西安地图出版社, 1994.
- [7] 李振卿, 刘建芝, 王卫喜. 白洋淀泥沙淤积成因分析. 河北水利水电技术, 2002(2):31~32.
- [8] 杨志峰, 崔保山, 刘静玲, 等. 生态环境需水量理论、方法与实践. 北京: 科学出版社, 2003.
- [9] 曹玉萍, 王伟, 张永兵. 白洋淀鱼类组成现状. 动物学杂志, 2003, **38**(3):65~69.
- [10] 周正西. 动物学. 北京: 中国农业大学出版社, 1999.
- [11] 张义科, 张雪松, 田玉梅. 利用浮游植物群落评价白洋淀水质的研究. 河北大学学报(自然科学版), 1997, **4**(2):39~46.
- [12] 许木启, 朱江, 曹宏. 白洋淀原生动物群落多样性变化与水质关系研究. 生态学报, 2001, **21**(7):1114~1120.
- [13] 冯建社. 白洋淀浮游植物与水质评价. 江苏环境科技, 1999, (2):27~29.
- [14] 张义科, 张翠君, 张雪松, 等. 白洋淀浮游植物的生物量、叶绿素含量和生产量. 河北大学学报(自然科学版), 1999, **19**(3):267~271.
- [15] 蔡晓明. 生态系统生态学. 北京: 科学出版社, 2000.