

邛海水生生态系统健康评价

杨位飞¹, 李铁松¹, 叶兴东²

(1. 西华师范大学国土资源学院, 四川 南充 637002;

2 西华师范大学环境科学与生物多样性保护省级重点实验室, 四川 南充 637002)

摘 要: 通过对邛海水生生态系统健康状况初步评价得出: 邛海水生生态系统健康状况为: 1988 年最好, 其次是 2004 年, 2000 年最差。因此, 要作好流域内的水土保持工程, 加快污水管道建设, 才能改善邛海生态环境。

关键词: 邛海; 水生生态系统; 生态系统健康评价

中图分类号: X52; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)02-0162-03

Health Assessments on the Hydrophytic Ecosystem of Qionghai Lake

YANG Wei-fei¹, LI Tie-song¹, YE Xing-dong²

(1. College of Land and Resources, China West Normal University;

2 Sichuan Provincial Key Laboratory of Environment Science and Biodiversity Conservation, China West Normal University, Nanchong 637002, China)

Abstract: The health situation of the hydrophytic ecosystem of Qionghai Lake is evaluated. The result is: the quality of the ecosystem health was the best in 1988, good in 2004, the worst in 2000. Therefore, soil and water conservation engineering should be well done and the construction of sewage conduit should be strengthened to improve the eco-environment of the Qionghai Lake.

Key words: Qionghai lake; hydrophytic ecosystem; health assessments of ecosystem

健康的生态系统是人类生存和发展的必要条件, 生态系统是否健康将直接影响到人类的生存和发展。20 世纪 50 年代以来, 全球经济快速增长, 人们对自然资源的掠夺式开采, 大量的工业三废排入大自然中, 造成了生态系统的功能和健康状况日益下降。现在, 地球上已经不存在未被人类影响的生态系统^[1]。生态系统健康评价作为一个新兴的研究热点, 虽然, 其正式提出只有 10 余年的时间, 但近年来被广泛用于土地评价、森林生态系统评价、淡水生态系统评价之中, 其发展非常迅速。

湖泊是地表特殊的自然综合体, 同时又是重要的国土资源, 它同河流、森林和土壤一样, 是自然资源的重要组成部分。湖泊能调节河川径流、防洪减灾; 湖水可用于灌溉、航运、发电、提供工农业生产以及饮用水源, 还能繁衍水生动物、植物, 发展水产品生产。湖泊水体的存在, 它能改善湖区生态环境, 提高环境质量。可是, 蓬勃兴起的乡镇工业、农药、化肥、城市污水排放以及规模化的湖泊养殖、围垦等强烈的人为活动, 导致湖泊生态系统健康状况日益恶化。目前对湖泊环境的研究主要是水体富营养化、水环境容量方面, 而对湖泊生态系统健康评价方面研究还处于起步阶段, 没有统一的评价指标体系和方法。本文在目前众多学者对邛海环境研究基础上, 首次对邛海水生生态系统健康评价作了初步探讨。

1 邛海概况

邛海位于四川省西昌市境内(东经 102°18', 北纬 27°

49'), 系四川省第一大天然淡水湖, 为更新世早期形成的断陷湖, 距今已有 200 万年的历史。南北长 10.3 km, 东西最宽处 5.6 km, 平均湖宽 3.8 km, 周长 37.2 km。按湖泊水位 1510.3 m 计, 湖泊面积为 27.87 km², 最大水深 18.32 m, 平均水深 10.32 m, 蓄水量 3.2 × 10⁸ m³, 湖水滞留期为 834 d。流域水系属金沙江水系, 西北部的海河是湖泊的惟一出水通道。邛海已被四川省列为饮用水保护区、自然保护区和风景名胜, 2002 年被列为国家级风景名胜区。

作为一个重要的高原湖泊, 邛海对维持生物多样性和西昌市的经济、文化、科学、娱乐等方面都有重要的作用。近年来, 由于湖岸工农业的发展、围垦、流域水土流失等原因, 造成邛海环境状况日益恶化。

2 邛海环境研究现状

邛海的环境问题很早就引起人们的关注, 众多学者从不同角度、不同层次对邛海环境问题进行了研究, 其研究成果见表 1。

通过表 1 我们可以看出: 金相灿 1988 年就对邛海环境问题进行了研究^[2], 其中涉及邛海的水质、底质状况、水生生物群落、湖泊富营养化评价; 通过研究得出邛海水体为中富营养化水平。彭徐(1994)主要是对邛海的藻类进行调查^[3], 通过调查得出邛海藻类的种类、数量、分布与水质的关系。姚维志、周云昕等研究的角度是邛海水生生物方面^[4,5], 通过选择水生生物污染指示种的数量变化对邛海水体质量状况做出评价,

收稿日期: 2005-04-28

作者简介: 杨位飞(1981-), 男, 四川西昌人, 西华师范大学环境科学硕士研究生, 主要从事水环境评价方面研究。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

认为邛海水体个别指标达到富营养化水平, 综合各指标来看邛海水体为中富营养化水平。门宝辉(2002)^[6]没有对邛海水体作出结论性的评价, 只是介绍了数学方法在水体富营养化评价中的应用。而鄢和琳(2002)^[7]和罗茜(2003)^[8]主要是综合邛海的各个污染问题、污染的严重性, 进一步提出了邛海环境整治措施。

表 1 邛海环境问题研究进展

文献作者	文献	研究角度
金相灿(1988) ^[2]	《中国湖泊环境》(1995)	水生生物群落、水体富营养化、水质等
彭 徐(1994) ^[3]	四川邛海藻类植物调查初报	通过藻类植物的群体组成评价水体
姚维志(1995) ^[4]	邛海浮游植物与水质污染及富营养化研究	通过浮游植物的组成评价水体
周云昕(1998) ^[5]	用浮游动物评价邛海水质和营养类型	用污染指示种、生物多样性评价湖泊富营养化
门宝辉(2002) ^[6]	物元模型在湖泊水体富营养化评价中的应用	数学方法在水体富营养化中的应用
鄢和琳(2002) ^[7]	西昌邛海水体污染及其综合整治与保护管理问题研究	综述邛海水环境问题
罗 茜(2003) ^[8]	邛海环境污染现状与治理对策	污染源、水质现状、治理对策

总的来看, 众多学者对邛海环境问题的研究主要是水体富营养化方面, 对邛海生态系统健康状况的研究很少。湖泊是一个巨大的生态系统, 因此, 对湖泊环境问题的研究可以从生态系统健康状况角度出发。生态系统健康评价作为当今生物学领域一个热点研究问题, 虽然提出仅 10 余年, 但已经被广泛用于生态环境的研究当中。

3 邛海生态系统健康评价

3.1 评价的理论基础

“健康”一词最早出现在生态系统研究中是 1941 年美国自然学家 A ldo. Leopold 在对土地进行研究时提出了“土地健康(L and Health)”定义^[9]; 随着 20 世纪 70 年代生态学的迅速发展, Rapport 等提出了“生态系统医学(Eco system medicine)”概念^[10], 认为由于人类的影响, 致使生态系统遭到破坏, 对其症状的诊断涉及多个学科, 因此, 对生态系统研究需要多学科综合进行。此后, 该理念逐渐发展成为了“生态系统健康”的概念。1992 年, “Journal of A quatic Ecosy stem Health”诞生, 1994 年在加拿大召开了全球生态系统健康国际会议, 会议主旨在于生态系统健康评价、检验人与生态系统的相互作用、生态系统健康评价政策。这次会议把生态系统健康评价研究推向高潮。

但由于生态系统的复杂性, 不同的学者对生态系统健康的概念提出了不同的标准^[11]。A ldo Leopold, Holling, Karr, Constanza 和 Rapport 等都提出了不同的健康标准^[12]。其中, Constanza 提出的生态系统健康概念涵盖了 6 个方面: 自我平衡、没有病症、多样性、恢复力、有活力和能够维持系统组分间的平衡, 包含描述系统状态的三个指标: 活力、组织力和恢复力^[13]。由于涵盖的面比较广, 加上生态系统的复杂性, 造成了生态系统健康评价仍处于探索阶段。

3.2 评价方法与指标体系

本文利用 Xu F. L (1999, 2001) 对巢湖、青海湖研究成果^[14, 15], 同时结合邛海的实际生态环境问题, 选择生物和物化两方面评价指标和方法对邛海水生生态系统健康作了初步评价, 见表 2、表 3。

3.3 计算结果与分析

根据文献[1]的基本数据和凉山州环境监测站长期对邛海环境监测的数据, 分别选取 1988 年、2000 年、2004 年的数据指标对邛海的生态系统健康状况进行评价。评价结果分别见表 4、表 5。

表 2 邛海生态系统健康评价生态指标

生态指标	相对健康状况(差—好)	方法
Bp/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量
Bz/(mg · L ⁻¹)	低—高	测量
Bmac/(mg · L ⁻¹)	低—高	测量
Bmic/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量
Chla/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量
Bz/Bp	低—高	测量、计算
Bmac/Bmic	低—高	测量、计算
Ex/(MJ · L ⁻¹)	低—高	计算
Exst(MJ/mg ⁻¹)	低—高	计算

注: Bp: 浮游植物生物量 Bz: 浮游动物生物量 Bmac: 大型浮游动物生物量 Bmic: 小型浮游动物生物量 Ex: 能值 Exst: 结构能值

$$E_x = \sum_{i=1}^n (B_i \times W_i)^{[16]}, E_{xst} = \sum (B_i \times B_i) \times W_i$$
 而公式中: B_i 为第 i 种生物的生物量, mg/L ; B_t 为总生物量, mg/L ; W_i 为第 i 种生物有机成分的权重值, 浮游植物和浮游动物的权重值分别为 3.4 和 144^[17]。

表 3 邛海水生生态系统健康评价物化指标

物化指标	相对健康状况(差—好)	方法
SD/m	低—高	测量
TN/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量
TP/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量
COD/(mg · L ⁻¹)	高一低	测量

对邛海各个生态指标的变化模拟, 绘出邛海主要生态指标随时间变化图, 如图 1 所示。通过表 4 和图 1 我们可以清楚的看出, 邛海各个生态指标的变化存在一致性: 2000 年最高, 1988 年最低。由表 2 我们知道 Bz、Bmac 在增大, 似乎生态系统内的健康状况较好; 但 Bp、Bmic、Chla 指数同样也在增加, 而且增加的速度远远高于 Bz、Bmac。因此, 邛海生态系统健康状况在日益下降。根据 Bz/Bp、Bmac/Bmic、Ex 和 Exst 的变化可以知道, Bz/Bp, 1988 年高于 2000 年, 而 2004 年比 2000 年有所下降; Bmac/Bmic, 1988 年最高, 其次是 2004 年, 2000 年最低; 从能值 Ex 方面来看, 2000 年最高, 1988 年最低; 而结构能值 Exst 恰好与 Ex 相反, 1988 年最高; 能值增加而结构能值减小, 说明邛海生态系统对外部资源的利用效率在降低, 水体已经达到了一种相对比较稳定的营养化状态, 要使生态系统恢复到一种比较健康的状态比较困难。

综合各个生态指标来看, 邛海水生生态系统健康状况由好到差排序为: 1988 年, 2004 年, 2000 年。

从表 5 可以看出, 邛海 TN、TP 浓度一直相对较高, 为邛海的主要污染因子, 对邛海的污染贡献最大。2000 年 TN、TP 浓度在 1988 年的基础上略有增加。首先, 是由于大量的工业和生活污水排入邛海; 据统计, 每年有 230 万 t 的生活污水直接排入邛海^[8]。其次, 20 世纪 90 年代, 邛海兴起一股网箱养鱼热潮, 大量的饵料和养鱼废水排入邛海, 致使邛海

水质恶化。再次,由于流域内农田肥料利用率较低,水土流失严重,大量未被植物吸收的氮、磷物质进入邛海。据西昌农业局统计,邛海湖盆地区,化肥、农药每年使用量达 4 000 t 以上。2004 年 TN、TP 比 1988 年和 2000 年有所下降,主要是随着 1997 年《凉山州邛海保护条例》的颁布实施,取缔了邛海内和周边地区的网箱养鱼,对周边地区生活污水实行限量排放,在污染较重地区建造污水管道阻止污水进入邛海。因此,邛海 TN、TP、COD 指标明显下降。但值得注意的是邛海水体透明度 SD 逐年下降,2004 年仅为 0.85 m,远远低于同为高原湖泊泸沽湖的 11.7 m。邛海水体透明度下降的主要原因是流域内水土流失比较严重,须引有关部门注意。综合各物化指标来看,邛海水生生态系统健康状况 2000 年最差,与前面生态指标评价结果相吻合。

表 4 1988, 2000, 2004 年生态指标计算结果

生态指标	1988 年	2000 年	2004 年
Bp/(mg · L ⁻¹)	5.070	28.750	27.120
Bz/(mg · L ⁻¹)	1.620	5.973	5.454
Bmac/(mg · L ⁻¹)	1.406	4.561	4.183
Bmic/(mg · L ⁻¹)	0.223	0.412	1.271
Chla/(mg · m ⁻³)	0.590	1.70	0.670
Bz/Bp	0.319	0.208	0.201
Bmac/Bmic	6.305	3.230	3.289
Ex/(MJ · L ⁻¹)	251.810	957.862	877.008
Exst/(MJ · m ² · d ⁻¹)	37.590	27.586	26.941

注: Bmac 主要为枝角类和桡足类浮游动物; Bmic 为原生动物和轮虫类浮游动物^[18]。

4 结 论

(1) 通过对邛海水生生态系统健康初步评价可以得出,

参考文献:

- [1] Cairns J. Jr. and Munawar M. (ed). Ecosystem health through ecological restoration: barriers and opportunities [J]. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1994, 3(1): 5- 14
- [2] 金灿 中国湖泊环境[M]. 北京: 海洋出版社, 1995
- [3] 彭徐, 吴 坚. 四川邛海藻类植物调查初报[J]. 西南师范大学学报, 1995, 20(2): 187- 194
- [4] 姚维志, 周仰, 冯锦光, 等. 邛海浮游生物初步研究[J]. 水产学报, 1996, 20(2): 183- 187
- [5] 周云昕. 用浮游动物评价邛海水质和营养类型[J]. 水利渔业, 1998, 5: 4- 6
- [6] 门宝辉, 杨兴国, 等. 物元模型在湖泊水体富营养化评价中的应用[J]. 东北水利水电, 2002, 20(9): 42- 56
- [7] 鄢和琳, 崔志伟. 西昌邛海水体污染及其综合整治与保护管理问题研究[J]. 四川环境, 2003, 22(2): 40- 42
- [8] 罗茜, 刘强. 邛海环境污染现状与治理对策[J]. 重庆师范学院学报, 2003, 20(2): 52- 55
- [9] Rapport DJ. Ecosystem Health[M]. Oxford: Blackwell Science, Inc, 1998
- [10] Rapport DJ, Thorpe C, Regier HA. 1979 Ecosystem medicine[M]. Bull Ecol Soc Amer, 60: 180- 182
- [11] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000
- [12] 刘建军, 王文杰, 李春来. 生态系统研究进展[J]. 环境科学研究, 2002, 1(15): 41- 44
- [13] 李瑾, 安树清, 程小莉, 等. 生态系统健康评价研究进展[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6): 641- 647
- [14] Xu, F. L., Jrgensen SE, Tao S. Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health [J]. Ecological Modelling, 1999, 116(1): 77- 106
- [15] Xu, F. L., S. Tao, R. W. Dawson, B. G. Li & J. Cao. Lake ecosystem health assessment: indicators and methods[J]. Wat Res, 2001, 35(13): 3157- 3167
- [16] 孙平跃, 陆建建. 埃三级(Exergy)理论[J]. 生态学杂志, 1997, 16(5): 32- 37
- [17] Jrgensen SE. A systems approach to the environmental analysis of pollution minimization [M]. New York: Lewis Publishers, 1999: 20- 53
- [18] 胡会峰, 徐福留, 赵臻彦, 等. 青海湖生态系统健康评价[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 3(16): 71- 75

邛海生态系统健康状况由好到差排序为: 1988 年, 2004 年, 2000 年。邛海环境污染状况有所减轻, 但由于流域内水土流失严重, 大量生活污水排入邛海, 造成了 TN、TP 浓度仍然比较高; 透明度(SD)逐年下降。因此, 应该作好流域内的水土保持工程; 加快邛海污水管道的建设; 限制小规模餐厅和“农家乐”; 对周边单位实行排污总量控制。

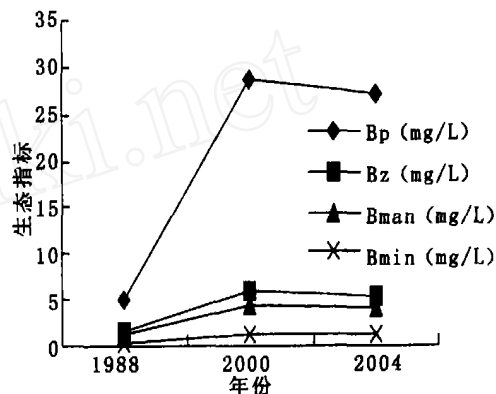


图 1 邛海水生生态系统主要生态指标变化

表 5 1988, 2000, 2004 年邛海物化指标结果

物化指标	1988 年	2000 年	2004 年
SD/m	2.33	1.00	0.85
TN/(mg · L ⁻¹)	1.22	1.10	0.62
TP/(mg · L ⁻¹)	0.13	0.15	0.04
COD/(mg · L ⁻¹)	1.50	1.43	1.36

(2) 生态系统是一个巨大的复杂系统, 对其评价需要涉及多个方面。本文由于数据来源有限, 只对邛海水生生态系统方面做出初步评价; 如果结合社会经济和健康方面进行评价, 将会得到更加完善的评价结果。