

水库富营养化问题及相应对策

戴群英<sup>1</sup>, 赵冰华<sup>2</sup>, 李雅萍<sup>3</sup>, 张文俊<sup>3</sup>

( 1. 河海大学环境科学与工程学院, 南京 210098;  
2. 南京工程学院建筑工程系, 南京 210013; 3. 山东省水利勘测设计院, 济南 250013)

**摘要:** 随着人类社会经济的发展, 水库富营养化现象日趋严重, 富营养化改变了水体的理化性质, 使水味变得腥臭难闻, 透明度明显下降, 溶解氧降低, 并释放出有毒物质, 破坏生态平衡, 还会对人体健康带来危害。水库富营养化的综合防治是一个系统工程, 涉及到水库污染源的控制、水库的运行管理、水库环境保护法规的制订和环境监测体系的建立等方面, 必须以防为主, 采取综合防治措施, 因地制宜, 加强管理。  
**关键词:** 富营养化; 水库; 综合防治  
中图分类号: X 524 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)06-0095-03

The Problem of Eutrophied Reservoirs and Relevant Countermeasure

DAI Qun-ying<sup>1</sup>, ZHAO Bing-hua<sup>2</sup>, LI Ya-ping<sup>3</sup>, ZHANG Wen-jun<sup>3</sup>  
(1. College of Environment Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;  
2. Department of Civil Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 210013, China;  
3. Shandong Survey and Design Institute of Water Conservancy, Jinan 250013, China)

**Abstract:** With the development of the social economy, the phenomenon of eutrophied reservoirs turns gradually serious, eutrophication changes the physics and chemistry quality of water, makes water become odorous, moreover, the clarity of water descends obviously, the dissolved oxygen dropping, and it releases a poisonous material, destroys ecological balance, eutrophication will also bring harm to human. The comprehensive prevention and cure of eutrophied reservoirs is a systemic engineering, involving the control of reservoir polluted source, management of reservoir, drawing up reservoir environmental protection law and setting up environment monitoring system, the comprehensive control should be adopted and management should be strengthened.  
**Key words:** eutrophication; reservoir; comprehensive prevention and cure

水库除有防洪、灌溉、发电、航运和养殖等一般功能外, 大多数还有供水或旅游功能。<sup>[1]</sup> 目前, 随着人类社会经济的发展, 全球性的水体污染、水体富营养化现象日趋严重, 在水动力交换条件比较差的水库表现得尤为突出。<sup>[2]</sup> 生物所需的N、P等营养物质大量进入水库, 导致水体富营养化。<sup>[3]</sup> 富营养化改变了水体的理化性质, 使水味变得腥臭难闻, 透明度明显下降, 溶解氧降低, 并释放出有毒物质, 破坏生态平衡。水质日趋恶化, 不但不能满足饮用、娱乐、旅游、水产养殖和工农业用水的需要。还会对人体健康带来危害, 造成严重的经济损失。<sup>[4]</sup> 水库富营养化是水库水质污染主要特点之一。

1 水库富营养化现状<sup>[5]</sup>

水库富营养化的问题比较严重, 根据对全国39个大、中、小型水库的调查结果表明(见表1<sup>[5]</sup>, 图1<sup>[5]</sup>): 在所调查的水库中, 处于富营养状态的水库个数和库容分别占所调查水库的43.6%和83.3%。总体而言, 水库水质是良好的, 但是濒临城市和作为水源的水库也有不少出现了向富营养化演变趋势, 特别是邻近城镇的水库富营养化程度较高, 如北京

官厅水库、天津的于桥水库、石河子市的蘑菇水库等几乎达到富营养化程度。

表1 我国部分水库富营养化评价结果			
	贫营养	中营养	富营养
水库个数	10	17	12
占调查水库数/%	25.6	43.6	30.8
库容/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	37.6	546.1	73.94
占调查库容/%	5.7	83.1	11.2

2 富营养化一般机理

水库富营养化是指在人类活动的影响下, 流入水库中的过量营养(如N、P等), 在温度和光照作用下, 引发藻类大量繁殖, 藻类生命很短, 死亡后下沉, 在细菌作用下分解, 使库水发生异味, 水质下降。由于藻类存在, 水体透明度(SD)下降, 使中、下层溶解氧减少, 而表层溶解氧饱和, 致使水体中鱼类窒息死亡, 进一步恶化水质, 影响水库水体功能, 甚至失去资源和景观价值。水中营养盐的响应关系是确定水库富营养化类型的主要依据。

\* 收稿日期: 2004-12-23  
作者简介: 戴群英(1978-), 女, 河海大学在读研究生, 从事水环境评价与规划研究。



设施, 沿途多设立废物箱, 供游人使用; 或者设立警示牌, 提示旅游者不要随地乱扔废物, 保护库区旅游资源<sup>[7]</sup>。水库发展养殖业, 应该因地制宜、合理放养、搭配适当、科学管理, 在保证水质的前提下, 以保护环境、减少污染为目的, 对大面积增殖养鱼进行科学规划, 合理调整鱼类种群结构, 提倡养殖清水鱼类, 投放生态鱼, 以鱼除藻, 以达到既发展水库经济, 又不破坏水库环境的目的。<sup>[9]</sup>

4.3 水库运行管理

(1) 水库水量径流调度的调节。研究水库的蓄水量、发电量、供水和灌溉等用水之间的关系, 科学的确定下泄量。增大下泄流量、稀释冲洗水库、缩短水滞留时间, 可减少利于富营养形成的物理因素, 维持水体环境的正常功能, 使水体符合特定使用功能的需要。下泄流量应由流域管理委员会、水资源部门及用户合作实施河流水量的具体管理。<sup>[10]</sup>在条件成熟时, 可彻底放水清淤, 以解决底泥释放营养盐问题。

(2) 减轻库区内航运污染, 船上应装备防止油污染的设备。在污水处理厂的出水口处建立生物净化塘, 利用水生生物强化出水的N、P去除率。

4.4 采取工程措施

(1) 采用截污、排污工程, 在人口密集的城市库区沿岸埋

参考文献:

[ 1] 朱爱民, 余秋梅, 黄学才. 长江流域9座大型水库水体营养状态评价[ J]. 水利渔业, 2001, 21( 6) : 30- 32.  
[ 2] 李锦秀, 廖文根. 三峡库区富营养化主要诱发因子分析[ J]. 科技导报, 2003, ( 2) : 49- 52.  
[ 3] 丁兆运. 岩马水库富营养化机制及防治的生态对策[ J]. 水土保持研究, 2003, 10( 4) : 290- 292.  
[ 4] 姜世中. 对湖泊水库富营养化系统分析方法的研究[ J]. 内江师专学报, 1996, 11( 4) : 41- 48.  
[ 5] 马经安, 李红清. 浅谈国内外江河湖库水体富营养化[ J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11( 6) : 575- 578.  
[ 6] 金相灿. 中国湖泊水库环境调查研究( 1980- 1985)[ M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 1- 11.  
[ 7] 李万庆, 李金中, 等. 于桥水库网箱养鱼对水质影响分析[ J]. 城市环境与城市生态, 1999, 12( 4) : 33- 35.  
[ 8] 方建华. 东风水库水质污染变动趋势分析[ J]. 云南环境科学, 1995, 14( 2) : 21- 24.  
[ 9] 毛毅. 小型水库富营养化现状评价及综合整治对策[ J]. 甘肃环境研究与监测, 2003, 16: 87- 88.  
[ 10] 陈汉辉. 澳大利亚水华控制和管理[ J]. 环境导报, 1995, ( 5) : 32- 33.  
[ 11] 边金钟, 王建华, 等. 于桥水库富营养化防治前置库对策可行性研究[ J]. 城市环境与城市生态, 1994, 7( 3) : 5- 10.

( 上接第27页)

土壤洞穴形成的复合型模式是其形成模式中最复杂的一种。通常在各种节理( 主要是构造节理) 发育程度高<sup>[6]</sup>、节理切割关系复杂、开启程度及充填程度不一、地层条件及地形条件多变的黄土塬边冲沟、黄土梁边冲沟处, 尤其是在沟脑部位更为发育, 因而复合型模式也常常是黄土冲沟扩展的一种主要模式。

3 结 论

(1) 土壤洞穴侵蚀是一个十分复杂的物理化学过程, 其作用对象多为疏松多孔的具有特殊结构的强湿陷性、强崩解性和渗透性的黄土, 作用途径是黄土地层中发育的垂直节

参考文献:

[ 1] M L Fuller. Some Unusual Erosion Feature in the Loess of China[ J]. Geogl. Rew., 1922, 12: 570- 584.  
[ 2] W W Rubey. Gullies in the Great Plains Fomed by Sinking of Ground[ J]. Am J. Sci., 1928, 12: 417.  
[ 3] 王斌科. 引起洞穴侵蚀的主要因素探索[ J]. 水土保持学报, 1989, 3( 3) : 84- 90.  
[ 4] 李喜安. 黄土暗穴的成因及其公路工程灾害效应研究[ D]. 西安: 长安大学, 2004. 1- 168.  
[ 5] 王景明, 卜臣. 黄土喀斯特与水土流失灾害[ J]. 中国水土保持, 1990, 3( 3) : 18- 33.  
[ 6] 李喜安, 彭建兵, 陈志新, 等. 湿陷性黄土地区土壤洞穴侵蚀研究[ J]. 水土保持研究, 2003, 10( 2) : 28- 32.

设污水管道, 把污水集中统一处理<sup>[4]</sup>, 减少入库营养物质负荷量; 及河道整治工程、底泥疏浚工程等工程措施防治水库富营养化。

(2) 防治富营养化的前置库对策。前置库对策是有效的富营养化治理对策之一。该对策也称为“水库串对策”, 其主要含义是利用水库一般入口在上游, 出口在下游, 经常存在从上游到下游的水质变化梯度特点, 在水库形态适宜情况下, 将水库一分为二或分成一系列的子库, 延长水力停留时间, 增强泥沙及营养盐的沉降量, 同时利用子库中浮游藻类或大型水生植物吸收、吸附、拦截营养盐的功能, 使营养盐合成为有机物或沉降于库底。这样使进入下级子库或主库水中的营养盐含量降低, 从而抑制主库中藻类过度繁殖, 减缓主库富营养化进程的目的。换言之, 根据水库的特点, 在水库上游区域或主要入流处设置前置库, 充分利用沉降和“生物反应器”的作用, 使入水得以净化, 减少营养元素的输入, 从而保障主库的水质, 防治水库的富营养化。该项措施除磷效益明显, 在国际上得到越来越广泛的应用, 著名的ZALA河口上的Balanton水库则是杰出的实例。该水库面积100 km<sup>2</sup>, 1955年建了20 km<sup>2</sup>的前置库, 利用藻类和大型水生植物除磷, 效果明显, 除磷能力可达95%。<sup>[11]</sup>

理、构造节理、卸荷节理、湿陷节理等等强径流通道或强渗流通道, 作用方式主要以水的冲蚀作用和潜蚀作用为主, 兼有湿陷作用、崩解作用、重力作用、风化作用、生物作用等一系列综合因素的影响。

(2) 以水的作用途径、作用方式及其作用结果为主线, 将土壤洞穴的形成模式概化为: 冲蚀- 贯通型模式、冲蚀- 潜蚀- 贯通型模式、湿陷- 潜蚀- 贯通型模式、冲蚀- 潜蚀- 湿陷- 潜蚀- 贯通型模式以及复合型模式等五大类型, 形象地反演了不同模式的土壤洞穴的形成过程, 揭示了黄土暗穴在不同演化阶段的各自特点, 同时也为土壤洞穴侵蚀的进一步深入研究提供了依据。