

# 连云港市 4 座水源水库富营养化评价及防治

彭晓丽

(江苏省水文水资源勘测局连云港分局, 江苏 连云港 222000)

**摘要:** 连云港市的安峰山水库、横沟水库、小塔山水库和石梁河水库均为重要的饮用水源地。研究采用评分法对 4 座水源水库 2013 ~ 2017 年的水体富营养化状态进行评价, 结果表明 4 座水库都有不同程度地富营养化趋势。水库的富营养化影响其使用功能, 为了保护水源地的水质安全, 提出相应的防治措施。

**关键词:** 水源水库; 富营养化; 评价; 防治

**中图分类号:** X524

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1007-7839 (2019) 03-0036-04

## Eutrophication assessment and prevention of 4 water source reservoirs in Lianyungang City

PENG Xiaoli

(*Lianyungang Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Lianyungang 222000, Jiangsu*)

**Abstract:** Anfengshan Reservoir, Henggou Reservoir, Xiaotashan Reservoir and Shilianghe Reservoir in Lianyungang City are all important drinking water sources. The eutrophication status of the four water source reservoirs from 2013 to 2017 was evaluated by scoring method. The results showed that the four reservoirs had different eutrophication trends. Eutrophication of reservoir affected its use function. Corresponding prevention and control measures were put forward in order to protect water quality safety of water source area.

**Key words:** water source reservoir; eutrophication; assessment; prevention and control

连云港市的安峰山水库、横沟水库、小塔山水库和石梁河水库均为连云港市主要水源水库, 其主要功能是供水, 特别是在近些年来需水迅速增加、而干旱趋势加重的情况下, 水库调蓄供水更为重要<sup>[1]</sup>。此外还兼有防洪、灌溉、养殖、发电等功能<sup>[2]</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。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>。水库受到富营养化污染导致藻类过度繁殖, 部分藻类将产生微囊藻毒素, 对人体产

生致畸性、致癌、致突变的危害<sup>[4]</sup>。水库富营养化是水库水质污染主要特点之一。

## 1 水库富营养化评价方法

### 1.1 评价指标的选取

湖泊的富营养化状况主要取决于湖泊中氮、磷等营养物质含量的多少, Chla 是直接反映藻类现存量的指标, 被称为“基准因子”, TN、TP 作为藻类增殖的主要限制因子, 被称为“重要因子”。在进行湖泊富营养化综合评价时, Chla、TN、TP 是必须强制进入评价模式的指标<sup>[5]</sup>。根据我国湖泊

收稿日期: 2018-08-10

作者简介: 彭晓丽(1987—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事水质检测工作。

的实际情况,按照相关性、可操作性和科学性相结合的原则,一般选择与湖泊富营养状况直接有关的 Chla、TN、TP、COD、SD 等 5 个基本参数作为主要湖泊富营养化评价的指标<sup>[6]</sup>。

1.2 评价方法

连云港市 4 座水源水库采用评分法进行富营养化评价。评价方法分以下几个步骤<sup>[7]</sup>:

- (1) 采用线性插值法将水质项目浓度值转换为赋分值(见表 1)。
- (2) 按公式(1)计算营养状态指数 EI,其值越高,表明富营养化程度越严重(见表 2)。

$$EI=\sum_{n=1}^N En/N$$
 (1)

式中:

- EI—营养状态指示;
- En—评价项目赋分值;
- N—评价项目个数。

表 2 水体营养状态综合指数与评价结果对应表

营养状态分级	综合评分值 EI	定性评价
贫营养	$0 \leq EI \leq 20$	优
中营养	$20 < EI \leq 50$	良好
轻度富营养	$50 < EI \leq 60$	轻度污染
中度富营养	$60 < EI \leq 80$	中度污染
重度富营养	$80 < EI \leq 100$	重度污染

2 评价结果

2.1 水库富营养化均值评价结果

选取 4 座水源水库 2013 ~ 2017 年共 5 年的水质监测资料进行富营养化评价,评价指标为总氮、总磷、高锰酸盐指数、透明度和叶绿素 a,各水库具体评价结果见表 3。

从表 3 中可以看出,连云港市 4 座水源水库中,大型水库富营养化程度低于中型水库。其中,大型水库小塔山水库、安峰山水库和石梁河水库为轻度富营养化,属于轻度污染;中型水库横沟水库为中度富营养化,属于中度污染。主要影响项目是总氮和总磷,总氮和总磷值分别为 1.48 ~ 3.53 mg/L、0.055 ~ 0.158 mg/L,总氮和总磷最高值分别出现在石梁河水库和横沟水库。

2.2 水库富营养化测次评价结果

近 5 年内,小塔山水库和石梁河水库共监测 60 次,横沟水库和安峰山水库共监测 54 次,根据每次的监测数据进行富营养化评价。从表 4 中可以得出,小塔山水库处于中营养状态占 25.0%,轻度富营养状态占 71.7%,中度富营养状态占 3.3%;横沟水库处于中营养状态占 1.8%,轻度富营养状态占 38.9%,中度富营养状态占 59.3%;安峰山水库水体处于中营养状态占 12.9%,轻度富营养状态占 63.0%,中度富营养状态占 24.1%;石梁河水库水体处于中营养状态占 3.3%,轻度富营养状态占

表 1 湖泊(水库)营养状态评价标准及分级方法

营养状态分级 (EI= 营养状态指数)	评分项目 赋分值 (En)	总磷 mg/L	总氮 mg/L	叶绿素 (a) mg/L	高锰酸盐指 数 mg/L	透明度 m
贫营养 (0 ≤ EI ≤ 20)	10	0.001	0.020	0.0005	0.15	10
	20	0.004	0.050	0.0010	0.4	5.0
	30	0.010	0.10	0.0020	1.0	3.0
中营养 (20 < EI ≤ 50)	40	0.025	0.30	0.0040	2.0	1.5
	50	0.050	0.50	0.010	4.0	1.0
	60	0.10	1.0	0.026	8.0	0.5
富营养 (50 < EI ≤ 60)	70	0.20	2.0	0.064	10	0.4
	80	0.60	6.0	0.16	25	0.3
	90	0.90	9.0	0.40	40	0.2
	100	1.3	16.0	1.0	60	0.12

表 3 连云港市 4 座水源水库富营养化均值评价结果

水库名称	评价指标	总磷 mg/L	总氮 mg/L	叶绿素 (a) mg/L	高锰酸盐指 数 mg/L	透明度 m	营养 指数	营养 等级
小塔山水库	浓度	0.058	1.53	0.016	4.3	0.86	54.9	轻度
	营养指数	51.5	65.3	54	50.9	52.7		
横沟水库	浓度	0.158	1.71	0.038	6.3	0.53	62.2	中度
	营养指数	65.8	67.1	63.1	55.6	59.4		
安峰山水库	浓度	0.055	1.48	0.022	5.3	0.66	56.7	轻度
	营养指数	50.9	64.8	57.8	53.2	56.9		
石梁河水库	浓度	0.110	3.53	0.010	4.5	0.63	58.6	轻度
	营养指数	61.0	73.8	49.5	51.2	57.5		

表 4 连云港市 4 座水源水库富营养化测次评价结果

水库名称	总监测 次数	贫营养		中营养		轻度富营养		中度富营养		重度富营养	
		次数	百分率 (%)	次数	百分率 (%)	次数	百分率 (%)	次数	百分率 (%)	次数	百分率 (%)
小塔山水库	60	0	0	15	25.0	43	71.7	2	3.3	0	0
横沟水库	54	0	0	1	1.8	21	38.9	32	59.3	0	0
安峰山水库	54	0	0	7	12.9	34	63.0	13	24.1	0	0
石梁河水库	60	0	0	2	3.3	46	76.7	12	20.0	0	0

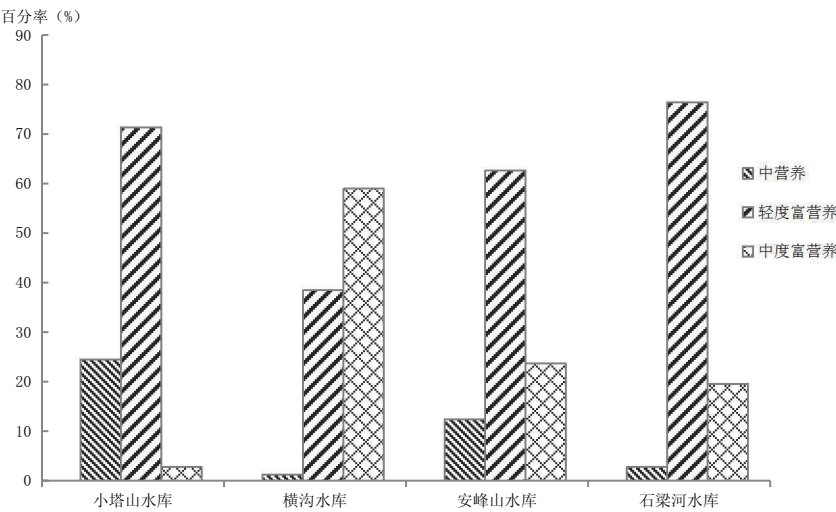


图 1 连云港市 4 座水源水库富营养化测次评价结果对比图

76.7%, 中度富营养状态占 20.0%。各水库均无贫营养及重度富营养化。

从图 1 中可以看出, 4 座水源水库富营养化程度从低到高依次为石梁河水库、小塔山水库、安峰山水库、横沟水库。

2.3 水库富营养化分期评价结果

各水库富营养化分期评价结果详见表 5。小塔山水库和安峰山水库 2013 ~ 2017 年汛期、非汛期和全年期均为轻度富营养化, 水库的营养程度有一定的季节变化, 但水库所属的营养类型没

表 5 连云港市 4 座水源水库富营养化分期评价

水库名称	水期	2013 年		2014 年		2015 年		2016 年		2017 年	
		指数	等级	指数	等级	指数	等级	指数	等级	指数	等级
小塔山 水库	汛期	55.7	轻度	54.1	轻度	53.7	轻度	55.7	轻度	54.5	轻度
	非汛期	53.0	轻度	54.7	轻度	54.2	轻度	55.2	轻度	56.8	轻度
	全年期	54.3	轻度	54.4	轻度	54.0	轻度	55.4	轻度	55.9	轻度
横沟水库	汛期	63.7	中度	63.2	中度	65.7	中度	68.6	中度	61.3	中度
	非汛期	59.0	轻度	59.8	轻度	60.1	中度	61.8	中度	59.2	轻度
	全年期	61.4	中度	61.4	中度	62.1	中度	64.7	中度	60.5	中度
安峰山 水库	汛期	57.0	轻度	56.7	轻度	55.6	轻度	59.3	轻度	54.4	轻度
	非汛期	54.4	轻度	53.5	轻度	58.5	轻度	58.2	轻度	54.9	轻度
	全年期	55.8	轻度	54.9	轻度	57.5	轻度	58.6	轻度	54.8	轻度
石梁河 水库	汛期	62.5	中度	53.5	轻度	55.6	轻度	63.1	中度	61.8	中度
	非汛期	60.5	中度	54.5	轻度	55.8	轻度	56.0	轻度	58.2	轻度
	全年期	62.1	中度	54.1	轻度	55.8	轻度	59.3	轻度	59.1	轻度

有改变;横沟水库和石梁河水库各个分期营养类型有一定变化,汛期水库营养程度略高于全年期,全年期营养程度略高于非汛期。

3 结论与建议

3.1 结论

(1) 连云港市 4 座水源水库水体均已受到一定程度的污染,小塔山水库、安峰山水库和石梁河水库为轻度富营养化,横沟水库为中度富营养化。

(2) 近 5 年内测次评价,4 座水源水库富营养化程度从低到高依次为石梁河水库、小塔山水库、安峰山水库、横沟水库。

(3) 小塔山水库和安峰山水库各个分期的营养程度有一定的季节变化,但水库所属的营养类型没有改变;横沟水库和石梁河水库各个分期营养类型有一定变化,汛期水库营养程度略高于全年期,全年期营养程度略高于非汛期。

3.2 建议

连云港市 4 座水源水库已经受到一定程度的污染,如果不采取防治措施的话,水质情况可能进一步恶化,造成用水障碍。因此,水库富营养化的防治任务极其重要。建议从水库富营养化产生的原因入手,采取以下几个方面的措施:

(1) 减少水库上游流域内点、面污染源。应大力发展生态农业,严禁过量施肥,推广农业新技术,改进施肥方式和灌溉制度,合理种植农作物,推广新型复合肥,提高有机肥的使用量。加强农村生产生活废弃物集中整治,开展农村废污水、废弃物治理试点工作,努力减轻面源污染<sup>[8]</sup>。

(2) 减少内源污染,有效控制水库内氮、磷含量。河、库清淤疏浚是解决内源污染释放的重要措施,对水库定期开展清淤疏浚工程,降低水体中的污染物浓度,从而有效控制水库的富营养化趋势。

(3) 取缔网箱养鱼。因网箱内鱼群密集,必须投放饵料人工喂养,造成大量饵料残渣以及鱼粪便进入水体,导致水体富营养化和生物浓度指标的上升。因此,明令水库内严禁网箱养鱼及任何形式的人工投饵喂养行为能有效控制水体向富营养化状态的发展<sup>[9]</sup>。

(4) 控制藻类植物的生长和繁殖。取缔库内网箱养鱼、放养鲢鳙鱼吞食蓝藻的生物防治措施能够较快地取得成效<sup>[10]</sup>。此外,可以利用特殊的化学试剂进行藻类植物的杀除或者通过接种有效的微生物种群、水生植物和浮游动物等抑制藻类的生长和繁殖。

(下转第 46 页)

（上接第39页）

（5）加大水库的监测力度。在各大水库库区建立水质自动监测系统，定时上报监测数据，实现对水库库区及进出库的水质进行监测，提高突发污染事故的预警反应能力，确保水质安全。掌握排入水库中的废水和污水中的氮、磷浓度的变化趋势，计算出年排放的氮、磷总量，为水资源保护与合理利用提供科学依据。

#### 参考文献：

- [1] 江涛, 刘祖发, 陈晓宏, 等. 广东省水库富营养化评价[J]. 湖泊科学, 2005, 17(4): 378-382.
- [2] 焉鸿启, 赵文, 郭凯, 等. 辽宁省6座水源水库富营养化状况的分析与评价[J]. 大连海洋大学学报, 2016, 31(2): 180-184.
- [3] 戴群英, 赵冰华, 李雅萍, 等. 水库富营养化问题及相应对策[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 95-97.
- [4] 刘益片. 东莞市水库富营养化评价[J]. 广东水利水电, 2012, (10): 7-9.
- [5] 金相灿. 中国湖泊富营养化[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [6] 夏婷婷, 尚广萍. 基于地表水环境质量的富营养化评价方法[J]. 皖西学院学报, 2010, 26(5): 98-101.
- [7] 魏华. 基于综合指数法和状态评分法对于旱区域水体营养化评价对比分析[J]. 科技创新导报, 2015(5): 31-32.
- [8] 李洪利, 赵凯. 大连市水库富营养化现状及治理方案[J]. 东北水利水电, 2013(3): 38-39.
- [9] 梁作光, 欧丽, 胡建伟, 等. 塔山水库富营养化的成因与控制[J]. 污染防治技术, 2005, 18(5): 40-41.
- [10] 陈学云, 李慧. 赣榆县塔山水库富营养化防治对策探究[J]. 淮海工学院学报(自然科学版), 2013, 22(2): 68-70.