

# 广西河流型湖泊和水库的水质富营养化评价 Eutrophication Assessment of River-type Lakes and Reservoirs in Guangxi

白海强, 吕保玉

BAI Hai-qiang, LV Bao-yu

(广西壮族自治区环境监测中心站, 广西南宁 530028)

(Guangxi Environmental Monitoring Center Station, Nanning, Guangxi, 530028, China)

**摘要:**选择广西境内人工筑坝形成的 11 个主要河流型湖泊和水库开展水质监测, 采集样品测定叶绿素 a、总磷、总氮、透明度和高锰酸盐指数, 进行水质富营养化评价。结果显示, 广西 11 个主要河流型湖泊和水库的水质整体处于中营养状态, 处于富营养化的初级阶段。南宁、贵港、桂林等广西中部地区湖泊和水库的综合营养状态指数相对较高, 河池、百色等西部地区湖泊和水库的综合营养状态指数相对较低, 百色市澄碧河更处贫营养状态。

**关键词:**湖泊和水库 河流型 富营养化

**中图分类号:** X524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2012)04-0330-03

**Abstract:** Water samples were collected from 11 Guangxi river-type lakes and reservoirs. The eutrophication of these lakes and reservoirs was evaluated by the detection of chlorophyll a, total phosphorus, total nitrogen, transparency and permanganate index. The result showed that 11 Guangxi river-type lakes and reservoirs were in middle nutritional status, which was the primary stage of eutrophication. The trophic state index of lakes and reservoirs in eastern region of Guangxi was slight high than that in western region of Guangxi. Chengbihe in Baise was even beyond poor nutritional status.

**Key words:** lakes and reservoirs, river-type, eutrophication

目前湖泊富营养化已经成为世界范围内一个突出的环境问题。随着我国社会经济的快速发展, 用水量激增, 污水不经处理或处理不达标就直接排放, 使湖泊水体污染日趋严重。我国湖泊富营养化已经成为严重的环境问题<sup>[1]</sup>。富营养化是湖泊水体营养物质含量不断上升、从生产力低的贫营养状态逐步向生产力高的富营养状态过度的现象<sup>[2]</sup>。富营养化造成水生植物大量繁殖, 使水体透明度降低, 溶解氧减少, 导致水质变坏, 加速湖泊淤积和沼泽化<sup>[3]</sup>。

广西地处祖国南疆, 位于东经 104°26'~112°04', 北纬 20°54'~26°24' 之间, 北回归线横贯广西中部。广西河流众多, 总长约  $3.4 \times 10^4$  km; 水域面积

约 8026 km<sup>2</sup>, 占陆地总面积的 3.4%。广西境内地表水多为流动的河流, 主要河流分属珠江流域西江水系、长江流域洞庭湖水系、独流入海水系。珠江流域西江水系有红水河、柳江、黔江、郁江、浔江和桂江; 长江流域洞庭湖水系主要有湘江、资江; 独流入海水系有北仑河、钦江、南流江等桂南沿海诸河。广西的湖泊和水库多为河流上拦坝建设形成的, 截至 2007 年大型水库已有 33 座<sup>[4]</sup>, 总库容 153.22 亿米<sup>3</sup>, 兴利库容 51.07 亿米<sup>3</sup>, 防洪库容 46.88 亿米<sup>3</sup>, 已淤积库容 0.21 亿米<sup>3</sup>, 年末蓄水量 83.53 亿米<sup>3</sup>。本研究对广西河流型湖泊和水库富营养化程度进行评价分析, 以为湖泊和水库的富营养化防治工作提供参考。

收稿日期: 2012-08-30

作者简介: 白海强(1983-), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事环境质量监测及评价研究。

# 1 水质监测与评价方法

## 1.1 水质监测方法

2012年选择广西境内人工筑坝形成的11个主要河流型湖泊和水库(图1)开展水质监测,其中平班、天生桥、龙滩、西津4个湖泊和水库位于主要河流干流上,青狮潭、澄碧河、平龙、达开、六陈、武思江、大王滩均位于支流。水质监测工作方法参照文献[5]进行。参照文献[6]现场测定溶解氧(DO)和透明度(SD)。其余样品24h内在实验室参照文献[7]进行分析,pH值用pH计测量,叶绿素a(Chla)采用分光光度法分析,总氮(TN)采用碱性过硫酸钾氧化法分析,总磷(TP)采用过硫酸钾氧化法分析,高锰酸盐指数(COD<sub>Mn</sub>)采用重铬酸钾氧化法分析。

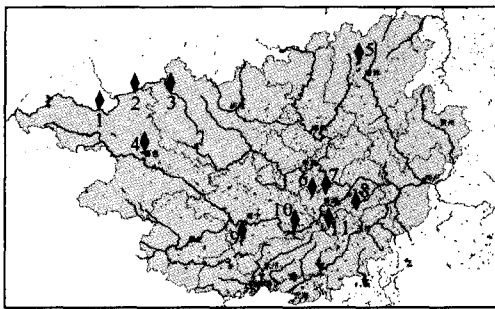


图1 广西主要湖泊和水库

1:平班,2:天生桥,3:龙滩,4:澄碧河,5:青狮潭,6:平龙,7:达开,8:六陈,9:大王滩,10:西津,11:武思江。

## 1.2 营养状态评价方法

采用综合营养状态指数评价湖泊和水库的营养化类型,采用0~100的一系列数字对湖泊营养状态进行分级,综合营养状态指数在30以下为贫营养,30~50为中营养,50以上为富营养,其中50~60为

轻度富营养,60~70为中度富营养,70以上为重度富营养<sup>[7]</sup>。营养状态指数计算公式如下:

$$TLI(Chla) = 10 \times (2.5 + 1.086 \times \ln Chla) \quad (1)$$

$$TLI(TP) = 10 \times (9.436 + 1.624 \times \ln TP) \quad (2)$$

$$TLI(TN) = 10 \times (5.453 + 1.694 \times \ln TN) \quad (3)$$

$$TLI(SD) = 10 \times (5.118 - 1.94 \times \ln SD) \quad (4)$$

$$TLI(COD_{Mn}) = 10 \times (0.109 + 2.661 \times \ln COD_{Mn}) \quad (5)$$

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2} \quad (6)$$

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j) \quad (7)$$

式中,TLI(Chla)、TLI(TP)、TLI(TN)、TLI(SD)、TLI(COD<sub>Mn</sub>)分别是以叶绿素a、总磷、总氮、透明度、高锰酸盐指数为基准的营养状态指数;Chla、TP、TN、SD、COD<sub>Mn</sub>分别为叶绿素a浓度(mg/m<sup>3</sup>)、总磷浓度(mg/L)、总氮(mg/L)、透明度(m)、高锰酸盐指数(mg/L);W<sub>j</sub>为第j种参数的营养状态指数的相关权重,r<sub>ij</sub>为第j种参数与基准参数Chla的相关系数,m为评价参数的个数;TLI(Σ)为综合营养状态指数,TLI(j)为第j种参数的营养状态指数。

## 2 结果与分析

表1数据表明,广西河流型湖泊和水库整体处于中营养状态,富营养化阶段处于初级阶段。南宁市、贵港市、桂林市等广西中东部地区的湖泊和水库综合营养状态指数较高,河池、百色等西部湖泊和水库较低,百色市澄碧河更处于贫营养状态。

表1 广西河流型湖泊和水库营养状态指数及营养状态

湖泊和水库	所在地区	TLI(Chla)	TLI(TP)	TLI(TN)	TLI(SD)	TLI(COD <sub>Mn</sub> )	TLI(Σ)	营养状态
平龙	贵港市	40.3	30.8	50.0	64.6	35.9	43.9	中营养
武思江	贵港市	40.3	30.8	53.7	74.5	38.0	46.8	中营养
达开	贵港市	38.6	30.8	27.3	35.0	32.0	33.3	中营养
六陈	贵港市	35.8	30.8	44.5	86.8	36.6	45.9	中营养
青狮潭	桂林市	48.5	42.1	60.1	52.2	19.5	44.7	中营养
澄碧河	百色市	40.0	8.3	49.4	37.7	5.9	29.1	贫营养
天生桥	百色市	14.7	37.4	68.9	37.7	13.6	32.7	中营养
平班	百色市	41.3	45.7	76.0	37.7	18.2	43.4	中营养
龙滩	河池市	29.8	19.6	54.0	59.5	19.5	35.8	中营养
大王滩	南宁市	48.0	57.0	65.2	37.7	31.2	47.8	中营养
西津	南宁市	34.0	63.6	69.9	51.2	24.4	47.4	中营养

叶绿素 a 的营养状态指数为青狮潭、澄碧河、平龙、达开、六陈、武思江、大王滩等位于支流的湖泊和水库较高,天生桥、龙滩等位于干流的湖泊和水库较低,位于干流的湖泊和水库较低和位于支流的湖泊和水库较高,表明叶绿素 a 营养指数与湖泊和水库水流量和换水频率成负相关。总磷的营养状态指数为南宁市的西津和大王滩最高,百色市的澄碧河最低,南宁市的经济发展状况比百色市的好,表明总磷营养状态指数与人类的活动成一定的正相关。总氮的营养状态指数为平班、西津、天生桥、大王滩、青狮潭等较高。透明度的营养状态指数为六陈和武思江较高。高锰酸盐指数的营养状态指数为南宁市的西津、大王滩,和贵港市的平龙、武思江、达开、六陈等较高,百色市的澄碧河和河池市的龙滩等较低,反映贵港市、南宁市湖泊和水库水体中有机物含量较高,这是受当地经济发展状况和生产生活污水排放量的影响,表明人类生产生活等活动是也水体富营养化的一个重要原因。

### 3 结束语

广西河流型湖泊和水库富营养化阶段处于初级阶段,对生态影响较小。其原因主要有:(1)当地经济发展较差,生产生活污水排放量小;(2)河流水量较大,湖泊和水库水更换频率大,各项指标更加接近于河流状态,在河流中富营养化过程要慢得多;(3)近年来的污染治理大大减轻了河流污染的负荷。

当前,广西应该加强湖泊和水库保护规划,实现湖泊和水库水环境良性发展。首先控制工业污染。加强对重点工业污染源的整治,实现达标排放;对于含氮工业废水和含磷工业废水,采用 A2/O 处理系统、多级氧化沟等生物处理工艺、生物硝化-反硝化与化学沉淀工艺、生物塘处理系统等技术进行废水

治理,加强氮和磷的去除。其次减少农业面源污染。调整农业种植结构和耕作方式,改进施肥方式,推广新型复合肥料和缓效肥料,科学合理处理养殖场畜禽的粪便,减少湖泊流域污水流入量;采用节水灌溉技术减少农田排水,增加上游地区植被覆盖率,减少水土流失,将减轻中下游地区的营养物质输入负荷;加强对湖泊养殖业的管理,大幅度削减湖内网箱养殖面积,逐步恢复湖泊水体的自净功能。最后还要减少生活污染。使用无磷或低磷合成洗衣粉和肥皂,从源头上减少含磷生活污水的排放。在湖泊周围的城镇,要建设生活污水处理设施,实现生活污水集中处理,杜绝生活污水直接排入湖泊。

### 参考文献:

- [1] 蔡启铭,高锡芸,陈宇炜,等.太湖水质的动态变化及影响因子的多元分析[J].湖泊科学,1995,7(2):97-106.
- [2] 郭玉峰,郑轶荣.水体富营养化的控制与治理[J].产业与科技论坛,2011,10(7):83-84.
- [3] 曹金玲,许其功,席北斗,等.我国湖泊富营养化效应区域差异性分析[J].环境科学,2012,33(6):1777-1783.
- [4] 水利部发展研究中心.2007年大型水库一览表[EB/OL].[2010-04-12].<http://www.waterinfo.com.cn/sltj/Document/49124/49124.html>.
- [5] 中国环境监测总站.地表水环境质量评价办法(试行)[S/OL].[2011-04-02].[http://www.cnemc.cn/publish/107/news/news\\_14483.html](http://www.cnemc.cn/publish/107/news/news_14483.html).
- [6] 金相灿,屠清瑛.湖泊富营养化调查规范[M].第2版.北京:中国环境出版社,1990.
- [7] 魏复盛.水和废水监测分析方法[M].第4版.北京:中国环境科学出版社,2002.

(责任编辑:陈小玲)