

湖泊、水库富营养化的监测

庄一廷

(福建省环境监测站, 福建 福州 350002)

摘要: 介绍了湖泊、水库的特点及其水体富营养化的主要表现, 从湖泊、水库富营养化的生态学意义、发生的机理及产生的危害等方面阐述了富营养化监测的特点及监测过程中应注意的技术问题, 并提出了对目前国内湖泊、水库监测技术规范的建议。

关键词: 富营养化; 湖泊; 水库; 监测

中图分类号: X 832 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2005)04-0026-02

The Monitoring for Eutrophication of Lake and Reservoir

ZHUANG Y + ting

(Fujian Environmental Monitoring Station, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract The characteristic of lake and reservoir and their eutrophication were discussed. The eutrophication monitoring and its technique need was studied from the ecology meaning of eutrophication, the happen and harm of eutrophication. How to perfect the monitoring norm of eutrophication was studied.

Key words Eutrophication; Lake; Reservoir; Monitoring

湖泊、水库等封闭型水体的富营养化是一个全球性的水环境污染问题。据统计, 全球约有 75% 以上的封闭型水体存在富营养化问题^[1]; 我国的滇池、太湖、巢湖等湖泊, 以及许多中小型天然湖泊、水库也都面临着严重的富营养化问题^[2]。控制湖泊、水库富营养化的发生, 必须有针对性地开展监测, 寻找产生污染的原因和机理, 采取有效的防治措施, 以预防和控制富营养化现象的产生和蔓延。

1 湖泊、水库的特点

天然湖泊是由各种复杂的地质过程形成的封闭式水体, 水库则是人类活动形成的人工湖泊, 是人类活动改变河道形态而形成的产物。一般来说, 湖泊、水库水体的交换能力较弱, 水体停留时间长, 同外界物质和能量的交换渠道相对较少, 自身形成一个相对封闭、相对平衡的生态系统。水体水平方向的交换主要由水的对流、扩散及风力引起; 垂直方向的交换则由水体垂直温度差异产生的密度梯度所引起。当表层水体的密度大于底层水体时, 上

下水体便产生了交换, 多发生于春秋两季, 而在夏季和冬季, 表层水体的密度小于底层水体, 此时水体垂直交换非常小, 出现了水体的分层现象, 特别是在水深较大的湖泊和水库, 这种现象更为常见。

湖泊、水库水体的物理化学指标受生物活动的强烈影响, 随生物的生长季节而变化。生物活动活跃的春季和秋季, 是各种指标改变较大的时期, 比较适合水生生物尤其是浮游生物的生长, 生物密度较大, 各能量层次的生物通过捕食关系而紧密联系, 生态系统中各种生物件的关系亦更加紧密, 相互间的影响也更大。

2 水体富营养化的主要表现

2.1 理化指标异常

过量的营养物质供给是产生水体富营养化的必要条件, 较高的总氮和总磷浓度是其特征之一; 水体中初级生产力的过量增加, 增强了绿色植物的

收稿日期: 2004-09-06; 修订日期: 2005-04-21

作者简介: 庄一廷 (1963-), 男, 福建福州人, 高级工程师, 硕士, 从事环境监测工作。

光合作用,消耗了水中的 CO_2 ,使 pH 值升高,在富营养化严重的情况下,可能出现 $\text{pH} > 8.5$ 的现象;水生生物死亡后,沉入水底的残骸分解需要消耗大量的氧,在水体容易出现热分层的季节,在底层更会出现缺氧现象,使底层水体处于还原状态,进一步加快沉积物中氮、磷的释放。

2.2 生物多样性破坏

富营养化改变了水体的理化特性,破坏了水生生物环境,不适应变化的物种消失,耐污种属成为优势种,破坏了原有物种间的平衡。如藻类的优势种以蓝藻门的鱼腥草属、微囊藻属等为主。生物多样性的破坏,使水生生态环境更加脆弱。

2.3 水华频发

当蓝藻成为藻类的优势种后,会聚集成团,浮在水面上形成水华。多数蓝藻水华含有藻毒素,对人畜能产生毒害,并有难闻的异味,严重影响水体的使用功能。

3 富营养化监测的特点

3.1 时段性

水体富营养化是一个时间跨度较大的渐变过程。因此,湖泊、水库的富营养化监测应是长期连续的工作,对水体是否处于富营养化状态,不能仅凭某一局部时段的监测结果加以判断,而应客观、历史地考虑较长时间内水质各项物理、化学、生物指标的变化。春夏两季藻类大量生长,水体浮游植物生物量处于较高水平,最有可能爆发水华,对水体的使用功能产生影响;秋冬两季水生生物大量死亡,其残骸沉积底部,在分解过程中消耗底层水中的氧,使水体缺氧,妨碍水生生物的生长。因此,应根据实际条件,均衡地安排水质监测时间,将夏秋两季作为监测重点,适当增加监测频次。

3.2 空间分布性

多数藻类都选择在营养物质充分、光照强烈、水温适合的水域生长,其产生的污染有较强的空间差异性。营养物质浓度较高、光照较强的近岸水体,主要纳污支流的入口,污染点源排放的混合区等是监测的重点;同人直接接触的功能性水体如水源地、游泳场所、水上运动娱乐水体及风景游览点也应作为监测的重点。

3.3 生物学特点

水体富营养化是生物生产力过度增长的结果,可以说是一个生物学过程,而营养盐、透明度等理

化指标的改变,则是富营养化产生的原因和污染产生的结果。因此,采用生物学监测技术,可以得到更直接、更有价值的监测结果,能动态地表现富营养化产生的原因及过程,并对其潜在影响作出预报。

4 对目前国内湖泊、水库监测技术规范的建议

国内现行的湖泊、水库监测技术规范通常由各省(市)环境保护行政主管部门根据中国环境监测总站下发的监测技术要求制定,其原则是根据现行的地表水水质标准安排监测项目,监测时间选择在每年的春季和秋季。针对目前较广泛存在的湖泊、水库富营养化问题,有必要制定专门针对富营养化的监测技术规范和评价方法。

4.1 增加水体富营养化污染特征指标

现行监测技术规范规定的监测指标系根据地表水质量标准中涉及的理化指标,而与富营养化直接有关的生物学指标如叶绿素 a、藻类生物量、藻类优势种群等未作明确规定。虽然上述生物学指标在监测方法的标准化及结果的评价方法等方面存在一系列问题,但其均为直接反映藻类生长状态的指标,对于判定及预测富营养化的严重性具有重要价值。此外,水体处于富营养化的多数情况下,透明度、电导等指标会出现较为显著的改变,也应为必测项目。

4.2 增加监测频次

水体的富营养化在晚春到初秋这段时间内比较容易发生,应加密监测,有条件应坚持每周监测,在出现大面积水华时要逐日监测,监控其水质情况。

4.3 统一评价方法

目前,湖泊、水库水体富营养化的评价方法分为标准对照法和营养指数评价法两大类。前者采用与地表水水质标准相对照的方法,具有标准统一、简便易行的特点,但富营养化不同于其他污染,它是多个因素共同作用的结果,不能仅靠某些指标来判定,所以仅用水质标准评价富营养化有时比较简单化;后者可以综合各种因素,但在选择指标及计算方法上有各种不同的组合。为了使不同时空条件下的评价结果具有可比性,确定相对统一的评价方法显得十分必要。

(下转第 30 页)

分重要。经试验发现, 硅油和聚苯醚类化合物必须加一定量的磷酸才能减少峰的拖尾现象。二(2-乙基己基)磷酸既含有机基团, 又含磷酸基, 能有效地改善硫化物色谱峰的拖尾作用, 使 SO_2 和 H_2S 得到很好的分离, 但它们比较适合低浓度 SO_2 ($< 3 \text{ mg/m}^3$) 和 H_2S ($< 1.5 \text{ mg/m}^3$) 的分析。当 SO_2 和 H_2S 浓度较高时, 进入固定液层中的物质过多, 且担体又变得疏松, 使柱容量过于饱和, 从而降低了分离效果, 甚至失去分离能力。改用可直接分析气体样品的固定相高分子多孔微球 GDX 502、GDX 301、GDX 105 分离 SO_2 和 H_2S 可取得较好的效果。它们在高浓度 SO_2 和 H_2S 气样的分析中, 能够保持较高的分离效率, 具有长时间的使用寿命。不同色谱柱对废气中硫化物的分离情况见表 1。

表 1 不同色谱柱对废气中硫化物的分离

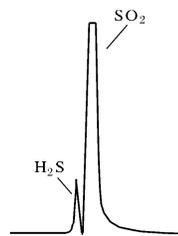
色谱柱	色谱峰保留时间 t/s		
	H_2S	SO_2	CS_2
5% 聚间苯醚-聚四氟乙烯微球	56	147	281
30% DNP / 上试 101 酸洗硅烷化	62	137	428
25% DC-200/Chromosorb W AW-DMCS	60	142	340
20% 二(2-乙基己基)磷酸 / 上试 101 酸洗硅烷化	80	145	482
GDX 502	60	82	—
GDX 301	64	88	—
GDX 105	62	85	—

现场采集某石油化工总厂制硫车间排放的废气样品, 以 GDX 502 为固定相, 经高纯氮稀释后立即分析, SO_2 质量浓度为 56.4 mg/m^3 , H_2S 质量浓度为 2.1 mg/m^3 。其色谱分离情况见图 1。

3.2 柱管材质和担体对样品的吸附

色谱柱的材质对 SO_2 和 H_2S 有一定的吸附作

用。经实验证明, 在一般情况下, 对 SO_2 和 H_2S 的吸附是不锈钢柱 > 玻璃柱 > 聚四氟乙烯柱, 吸附率约为样品浓度的 1% ~ 2%, 而担体对硫化物气体的吸附率较高, 通常为样品浓度的 30%。因此, 必须事先多次进样老化柱子, 或对柱子进行硅烷化处理, 以降低对硫化物的吸附率, 保证样品的分析质量。

图 1 SO_2 和 H_2S 色谱峰

4 结论

(1) GDX 502、GDX 301 等固定相对 SO_2 和 H_2S 的分离效率高, 峰形对称, 分析速度快, 适合高浓度 SO_2 和 H_2S 共存时的废气监测。

(2) 20% 二(2-乙基己基)磷酸 / 上试 101 酸洗硅烷化等色谱柱适合低浓度 SO_2 和 H_2S 气样的分析, 同时也可用来测定 CS_2 。

(3) 新配制的 SO_2 和 H_2S 钢瓶标准气可直接作为标气使用, 稀释标气和样品时, 只能以高纯氮为底气, 而不能用空气稀释, 否则 H_2S 浓度会降低。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护总局《空气和废气监测分析方法》编委会. 空气和废气监测分析方法 [M]. 第四版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003. 453-512.

本栏目责任编辑 姚朝英

(上接第 27 页)

4.4 开展生物学监测

从本质上来说, 水体富营养化是水中营养物质过剩导致生物物种失衡的过程, 是一个环境改变而导致的生物过程, 要更多地从生物学的角度来考虑。可以根据实际情况, 对水生生物 (包括浮游植物、浮游动物、鱼类、大型水生植物等) 的种群、数量进行监测, 以了解种群的演替和各营养能级间的

关系, 有条件还可开展藻毒素的监测, 以摸清富营养化对人群的危害。

[参考文献]

- [1] FREEDMAN B. Environmental ecology [M]. San Diego Academic Press, 2002.
- [2] 金相灿. 湖泊富营养化控制与管理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.