

· 解析评价 ·

doi:10.3969/j.issn.1674-6732.2011.01.012

长潭水库富营养化现状及防治对策

屈道村¹, 屈艺²

(1. 台州市环境监测中心站, 浙江 台州 318000; 2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 介绍了长潭水库的水文、功能及社会环境概况。跟踪统计分析了3个点位9年以来的监测数据和环境质量, 研究显示, 总体水质先降后升, 水文因素非常明显。目前富营养化程度为中营养, 主要污染因子波动指标为 TP、TN、叶绿素 a、pH 值几个项目。同时分析了污染因子波动的原因以及氮、磷的来源。根据当地环境、经济状况, 提出了控制水体富营养化的建议、方法。

关键词: 水质; 富营养化; 对策

中图分类号: X508

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2011)-01-0041-04

Eutrophication Situation in Changtan Reservoir and the Protection Measures

QU Dao-cun¹, QU Yi²

(1. Taizhou Environmental Monitoring Central Station, Taizhou, Zhejiang 318000, China; 2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

ABSTRACT: The hydrology, function and social environmental of Changtan Reservoir were introduced. The water quality declined during the last nine years according to the analysis of environmental monitoring data and water quality from three position, one of the main reasons of which is hydrology condition. The eutrophication level is middle, as the main pollution factor were TP TN chlorophylla and pH. The reasons of the fluctuation of pollutants and the source of nitrogen and phosphor were also analyzed. Suggestions and methods were given to control water eutrophication according to the local environment and economic status.

KEY WORDS: water quality; eutrophication; counter measures

黄岩长潭水库位于浙江东部, 台州市黄岩区西部, 1964 年建成, 库区集雨面积达 441.3 km², 年平均径流量 5.65 × 10⁸ m³, 总库容 7.32 × 10⁸ m³, 正常蓄水量 4.57 × 10⁸ m³。是一座以供水、防洪、灌溉为主的大型水库, 现主要提供台州市“三区”(椒江区、黄岩区、路桥区)及玉环、温岭两县市 200 多万城乡居民的生活用水和上万家企业的生产用水, 同时在农业生产干旱季节承担 695.1 km² 的农田灌溉用水。对台州市的“三区”及玉环、温岭两县市的经济发展和社会建设起着极其重要的作用。

由于建库时间较长, 再加上集雨面积内有宁溪镇、富山、上郑、屿头、上洋等 5 个乡镇以及北洋镇、平

田乡等 23 个村, 人口共约 99 501 人, 社会生产、生活及农业面源污染严重, 库水富营养化问题也日益突出。跟踪、分析水体富营养化现状, 探讨成因, 进而提出预防与重点整治对策, 对保证台州市南部 200 多万人的饮水安全及区域内的可持续发展, 具有十分重要的意义。

1 水库水质状况

1.1 水质概况

从 1995 年以来, 长潭水库成为台州市“三区”的主要饮用水源地, 台州市环境监测中心站对长潭水库 3 个点位每月进行 1 次水质监测, 2001—2008 年的水质情况见表 1。

表 1 2001—2008 年长潭水库水质情况

| 点 位 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 温 潭 | II | III | IV | V | II | II | III | II |
| 大众旺 | II | III | IV | IV | II | II | II | II |
| 坝 口 | II | III | IV | IV | II | II | III | II |

从表 1 可以看出, 在大坝维修完毕(2004 年 7 月)

收稿日期: 2010-02-25

作者简介: 屈道村(1956—), 男, 工程师, 大专, 从事环境保护工作。

之前,水位较低,水质呈逐年下降趋势,从2002—2004年,水库的水质都低于其所执行标准(Ⅱ类)。大坝经过加固维修后,水位升高,蓄水量增加50%,同时对一级库区和二级库区上游工业源进行更为严格的环境管理,2005年的水库水质有了明显改善。但近年来有些指标波动开始增多,水质在逐步下降。

1.2 超标项目分析

根据台州市站5年来(2004—2008年)的监测项目数据统计,在23个监测项目中,大部分项目指标都未超出地面水功能二级标准,但总磷(TP)、总氮(TN)、叶绿素a、pH值几个项目,在各时期不少月份均有超标,超标次数最多的项目为叶绿素a,有35次超标,最大值达 0.059 mg/m^3 。超标倍数最大的项目为TP,最大值为 0.204 mg/L ,超标8倍以上。

1.3 富营养化状况

按中国环境监测总站生字[2001]090号文件的要求,湖泊(水库)富营养化状况评价方法采用综合营养状态指数法,评价指标为:叶绿素a、TP、TN、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})。综合营养状态指数(TLI)计算公式为:

$$TLI(\sum) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中: $TLI(\sum)$ ——综合营养状态指数;
 W_j ——第j种参数的营养状态指数的相关权重;
 $TLI(j)$ ——第j种参数的营养状态指数; m ——评价参数的个数。

根据2008年5月20日的相关监测数据,代入上述公式计算得到3个监测点位的TLI值为40.17, 39.10, 41.76。对照湖泊(水库)富营养化评价标准,长潭水库目前的富营养化程度为中营养,定性评价为良好。

1.4 主要入库溪流水质

宁溪支流上两个站点位3年(2006—2008年)地面水监测数据统计表明,在15个监测项目中只有TP经常超标,上郑站点位3年来有6次超标,最大值在2007年7月、9月,分别为 0.060 , 0.070 mg/L 。宁溪站点位3年来有4次超标,最大值出现在2007年9月,为 0.05 mg/L 。

2 水库水中波动指标原因分析

通过近年的监测数据分析,长潭水库水质数据

发生波动的指标主要是TP、TN、叶绿素a、溶解氧和pH值,其他指标虽有波动,但并不明显。这几个指标波动的原因,主要是水体中氮、磷等营养元素的含量增加,随着气温、水温的升高,特别是水温在 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ 左右时,藻类开始大量繁殖,易导致富营养化。另一方面由于植物(藻类)光合作用需要一定的 CO_2 ,从而引起pH值和溶解氧的变化^[1]。所以预防水体中氮、磷等元素,尤其预防含磷物质进入水体是解决水质下降的关键,也是今后需要着力控制的方向。

在无人活动区域,正常地表水氮、磷含量较低,磷含量一般在 $10 \sim 50 \mu\text{g/L}$ 范围。影响长潭水库水中氮、磷含量的因素较多,如工业废水、生活污水、农业生产、地表径流、降水、降尘等,但主要有以下几个方面。

2.1 村镇居民生活污水

据《台州市饮用水源地环境保护规划》统计,库区上游有村镇居民10万人左右(常住6万),每年排放氨氮 127.0 t , TP 14.0 t 。改革开放之前,村民主要将粪便作为主肥使用,而现在多数村民不种或少种农作物,再加上农村不科学的改厕方式,使得粪便无法利用,这导致粪便直接或间接进入水体。近年来,含磷洗衣粉、洗涤剂的大量使用,也是一个不可忽视的污染来源因素。

2.2 畜禽养殖污水

水库上游畜禽养殖业以传统养殖方式为主。自从上游水系确定为一、二级保护区以来,区域内养殖业发展不快,没有大中型养殖企业,无点源污染。但少数家禽(牛、猪、羊、狗、鸡、鸭等)养殖有一定数量基础,户数多、分布广。畜禽养殖污水是一种高浓度的废水,其中含有较多的氮磷。据2006年调查统计,畜禽养殖污水排放的COD为 805.85 t/a ;氨氮为 76.05 t/a ;TP为 41.58 t/a 。这些面源养殖废水、废物在过去会被农民收集用作肥料,施用于农作物,大部分经过农作物吸收进入大循环。而现在由于农业生产规模小、分布多以及非农业经济的发展等原因,没有被充分利用,绝大部分直接排入水体。

2.3 农业生产污水

农业生产中产生的氮、磷物质,主要有化学肥料和有机磷农药。目前在农村用肥、施肥不科学的现象比较普遍,存在化肥施用量大,比例失调的问题。重化肥、轻有机肥的问题明显,加上施用技术不当,

多撒施于地表,并未深施,造成大量的化肥随表土和径流流入河道。长潭水库上游有 21.4 km² 水田,据测算使用氮肥约 22 439.72 kg/km²、磷肥约 16 455.79 kg/km²、农药施用量约 897.59 kg/km²,按化学氮肥流失率 20%、磷肥流失率 5% 计算,每年约有 9.6 t 氮和 1.76 t 磷进入水库。含磷农药使用后,最终分解产生含磷元素,通过各种途径进入水体。

2.4 水库底泥

长潭水库建成于 1964 年,至今已有 40 多年的库龄,水库底泥至少有 1 000 多万 m³。国内外学者研究表明,建库时间在 35 年以上的水库极易出现水体富营养化,其原理是随着库龄的增加,溶解在水体中的各种物质,在物理、化学、生物等因素的作用下自然沉积在底泥中,当它们累积到一定程度,超过覆盖层的水体中的物质浓度时,一些沉淀物(如重金属、营养盐等)又会向覆盖其上的水体释放,它们就这样不断地循环。自从 1995 年一期供水工程实施后,长潭水库成为主要生活饮用水源地,因此,水库水流缓慢,水体置换率更低,使氮、磷等物质在水库底泥中更加容易积累。

3 预防和对策

通过监测数据分析表明,长潭水库水质多数指标处于良好状态,但部分指标超标,特别是 TP、TN、叶绿素 a、pH 值等几个指标,数值变化较大,目前水库水中测出各种高指标含量物质,表明水库已具备富营养化条件,若不加以控制,在一定的自然条件下极易出现富营养化现象。藻类生长与氮、磷元素关系最为密切,控磷是抑制藻类生长最有效的方法^[2]。为了有效防止水库富营养化问题的出现,保障“三区、两县市”200 多万居民的饮水安全。借鉴各地湖泊、水库富营养化问题治理经验,结合库区上游社会经济、生活、生产等要素的实际情况,提出以下预防措施。

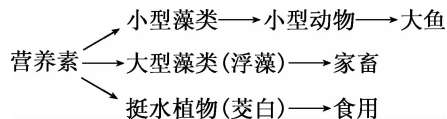
3.1 加快村镇污水处理设施建设

如何控制农村面源污染是农业、卫生、环保、水资源管理部门一个共同关注的问题。从氮、磷来源分析中可以看出,每年 50 多 t 的磷主要来自农村居民的生活污水和家庭养殖业废水。这种分散、小规模农村面源,要用多种方式控制。目前常用的简易处理设施有:化粪池、沼气发酵池、一体化多级分解处理设施,这些设施的处理效果不同,且难以

控制氮、磷指标。多数一体化处理设施成本比较高、运行困难,需要一定的经济基础作为支撑^[3]。笔者认为应从以下几种方式来控制:(1)政府要把库区上游村镇列入重点生态村镇建设的名单,特别是人口多的村镇要加快污水处理设施建设。政府应加大这些地区生态建设的投入,既扶贫又保水。(2)加快农村改厕工作,改厕的原则是既要充分利用有机肥,又要提高农村的环境卫生水平。而现在农村改厕,多数都是改成用水冲洗的方式,这种改厕方式,实际上只考虑到家庭卫生,而忽视了对水环境的污染问题。(3)加强对禽畜养殖业废水的管理和利用,上规模的养殖业一定要进行“三废”处理,这是不言而喻的事。据调查,库区上游连小规模养殖业也不多,绝大部分是散养。过去禽畜的排泄物被村民集中起来用作农作物肥料,既有利于土壤改良,又避免污染水环境。而现在许多养殖户把禽畜产生的排泄物冲入水环境。笔者认为要改变这种现象,首先市政府应出台饮用水源地污染防治管理办法和实施细则等政策,制定水资源补偿政策,调动农民的积极性。二要在二级水源保护区内的乡镇广泛开展宣传保护水环境的重要性,使人们意识到保护当地水环境,就是保护下游 200 多万人的饮水安全,是对台州经济发展、社会安定的贡献。这样,当地人民才会自觉充分利用人、畜产生的有机肥,减少对水环境的污染。

3.2 建立自然生态水塘

前人在农村边上低洼处建水塘,主要用作防止火灾用水、生活用水和牲畜饮水等,其实它也有很好的净化功能。村庄中产生的各种污水,首先经村中的小水沟流入水塘,经过水塘沉淀和生物吸收,许多污染物会沉淀或去除。水塘的净化原理如下:



国内外科学工作者已证实这一简单而古老的水塘处理方式在脱氮、除磷方面具有良好的效果。然而这几条生物链现在较难维持,主要原因是人们对鱼的滥捕导致资源枯竭,以及没有利用好青饲料养殖家畜导致池塘植物食物链的破坏。所以这一方法的关键是解决好生物链中鱼和家畜这两个环节。另外在水塘下游建一些湿田,种植空心菜等植物,可以起到进一步消除水中氮、磷元素的作用,达

到治污目的。

3.3 建立多级前置库、人工湿地

· 控制技术 ·

前置库与人工湿地的作用是众所周知的,现在

(下转第53页)

doi:10.3969/j.issn.1674-6732.2011.01.013

生物质气化焦油生成及裂解机理研究进展

杨小元,周宇翔

(南通市环境监测中心站,江苏 南通 226006)

摘要:总结了生物质气化过程焦油产生的影响规律,讨论了焦油的热裂解、催化裂解、水蒸气氧化及部分氧化机理,展望了生物质气化过程中焦油可控转移研究的目标及几个有待解决的主要问题。

关键词: 生物质气化;焦油;生成;脱除

中图分类号: X511

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2011)-01-0044-04

A Literature Review on the Formation and Pyrolysis Mechanism of Biomass Gasification Tar

YANG Xiao-yuan, ZHOU Yu-xiang

(Nantong Environmental Monitoring Central Station, Nantong, Jiangsu 226006, China)

ABSTRACT: The tar formation behavior of biomass gasification process for power generation was briefly reviewed. The pyrolysis mechanism of biomass gasification tar in terms of thermal cracking, catalytic cracking, steam oxidation and partial oxidation were also presented. At last tar controllable transformation technology during biomass gasification and several research highlights were discussed.

KEY WORDS: biomass gasification; tar; formation; reduction

0 引言

生物质气化发电技术主要包括生物质气化、气体净化、燃气发电等过程,具有技术灵活性强、污染物排放低、经济性高等特点,是所有可再生能源技术中最经济的发电技术^[1]。该技术既可解决生物质难于燃用且分散地域广泛的缺点,又可充分发挥燃气发电技术设备紧凑且污染少的优点,因此引起了国内外的广泛重视,是当前可再生能源利用研究领域的热点之一^[2-5]。

生物质气化涉及的主要物理与化学过程有生物质干燥、热解、气化及气相反应等。基于不同反应器型式及操作参数变化,生物质气化过程生成质量浓度为1~100 g/Nm³的焦油^[3]。焦油指相对分子质量大于苯的有机污染物,其危害可概括为:①增加气体净化处理难度与复杂程度;②轻质焦油如酚溶于洗涤水可致水体污染,如萘可形成结晶堵塞阀门及发电设备,其他重质焦油在350℃以下发生冷凝可堵塞内燃机中间冷却器;③焦油酸性组分可腐蚀内燃机或汽轮机气缸;④降低系统气化效率

和能源利用效率^[6-7]。焦油去除可分为炉内去除(如氧化裂解、热裂解、炉内催化裂解)与炉外去除(如炉外催化裂解、物理过滤洗涤)2种方式。建议的内燃机用气体,焦油质量浓度以低于1~10 mg/Nm³为宜^[8],这表明即便采用物理处理方法(如布袋过滤、湿洗、静电捕获等)可除去粗产品气中99%的焦油,亦难达到内燃机用所需焦油含量标准,因此必须通过其他手段(如炉内脱除方法)降低焦油量。

1 焦油生成机理

1.1 操作工况

生物质热解、气化过程均可产生焦油。因此操作工况对焦油含量有重要影响。

热解反应温度400℃时,生物质脱挥发成分后生成糖、醛、酸类化合物,顺丁烯,环戊二烯是形成

收稿日期:2010-01-26; 修订日期:2010-02-08

作者简介:杨小元(1976—),男,工程师,本科,从事环境监测工作。

具有十分重要的理论意义。

[参考文献]

- [1] 王焕校. 污染生态学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [2] 王宏镛, 束文圣. 重金属污染生态学研究现状与展望[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 596-601.
- [3] 杨正亮, 冯贵颖, 呼世斌, 等. 水体重金属污染研究现状及治理技术[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 219-222.
- [4] 李振国. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 302-303.
- [5] BIPASHA C, SHEELA S. Effect of cadmium and zinc interaction on metal uptake and regeneration of tolerant plants in linseed[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1997, 61: 45-50.
- [6] BROOKS R R, SHAW S, ASENSI M A. The chemical form and physiological function of nickel in some Iberian Alyssum species[J]. Plant Physiology, 1981, 51: 167-170.
- [7] BUCHANAN B B, GRUISSEM W. Biochemistry and Molecular Biology of Plants[M]. Maryland, Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000: 456-526.
- [8] MISHRA S, SRIVASTAVA S. Phytochelatin synthesis and response of antioxidants during cadmium stress in *Bacopa monnieri* [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2006, 44: 25-37.
- [9] 徐鲁荣, 王宪. 环境因子对海藻吸附重金属的影响[J]. 厦门大学学报, 2003, 42(6): 772-775.
- [10] 刘素纯, 萧浪涛. 植物对重金属的吸收机制与植物的修复技

- 术[J]. 湖南农业大学学报, 2004, 30(5): 493-496.
- [11] ASHA V, DAMIEN C W. Control of cellular cholesterol efflux by the nuclear oxysterol receptor LXR α [J]. PNAS, 2000, 22(97): 12097-12102.
- [12] 吴能表, 付启昌. 不同小球藻对工业废水中金属离子吸附比较[J]. 西南农业大学学报, 2005, 27(1): 111-114.
- [13] TSEZOS M, REMOUDAKI E. Biosorption sites of selected metals using electron microscopy[J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 1995, 3(118): 481-487.
- [14] SALT D E, SMITH R D, RASKIN I, et al. Phytoremediation. Annu. Rev[J]. Plant Physiol, 1998, 49: 643-668.
- [15] SILVER S. Bacterial resistances to toxic metal ions [J]. Gene, 1996, 179(1): 9-11.
- [16] FOY G D, CHANEY R I, WHITE M C. The physiology metal of toxicity in Plants[J]. Ann Rew Plant Physio, 1987, 29: 511-541.
- [17] DAVIS T A, VOLESKY B, MUCCI A. Review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae[J]. Water Research, 2003, 37(18): 4311-4330.
- [18] SUDHAKAR S, SEEMA M. Copper-induced oxidative stress and responses of antioxidants and phytochelatin in *Hysrilla veticillata* (L. f) Royle [J]. Aquatic Toxicology, 2006, 80: 405-415.

(本栏目编辑 熊光陵)

(上接第 43 页)

水库支流入口处, 也建有一些规模、面积、数量较小的工程。在资金允许的情况下, 水库上游各支流适当建立一定数量和规模的河塘、溪坝、半人工自然型湿地, 利用其特有功能来净化或拦截水中的氮、磷物质。

3.4 加快引水工程建设

保持高水位对水体置换和控制营养元素具有积极的作用。2004 年 7 月之前, 由于水库年久失修, 水位较低, 水质逐年下降。水库大坝加固维修之后, 水量增加, 水质明显得到改善。因此加快引水工程建设, 引水进库, 加快换水周期, 是改善水质的有效方法。

3.5 疏浚底泥

疏挖底泥污染源, 在湖泊富营养化治理方面有一定的作用, 国内外科技工作者对此方面的研究也较多, 但这一方法在大型湖泊、水库处理过程中, 由于往往疏挖不彻底, 所以效果不十分理想。杭州市政府曾经对西湖采用这一方法, 但效果甚微^[4]。同时考虑到水库的特殊功能——以饮用水源水为主, 在工程方面投资也较大, 据估算, 去除底泥费用需

要 4~5 亿元, 所以这一工程要全面考虑, 细致规划。另外, 可增建水库自动排泥沙工程。

3.6 进一步削减工业点源和农业面源

虽然库区上游企业较少, 但仍有几家老企业, 因此应加强对企业的监管力度, 尽一切可能减少污染物的排放量。

集雨面积内有近 30 km² 土地, 农业生产面源也不可忽视。要控制生产面源, 在这一区域尽快开展农业生态建设。提高农民的农业科学知识, 以此来带动科学生产、合理施肥、少用农药, 这样有助于减少农业面源污染。

3.7 加强旅游业的环境管理

随着库区生态的改善, 旅游业也开始兴起, 所以一定要防止旅游业带来的生活源直接污染水体。旅游业开发一定要有计划, 规模大小不能超出环境承载容量。要加强对游客废弃物的管理, 及时收集污染物并运出库区。改善或更换现有交通工具, 防止有机污染。

3.8 生物控制

在库内用水生生物控制富营养化、藻类的方

法,国内外学者也有较多研究,常用的方法有放养鲢鱼、鳙鱼和一些沉水植物。一定密度和比例的鲢鱼、鳙鱼能有效去除某些藻类^[5]。在库内浅水区种植一些沉水植物,也能有效吸收底质中的营养素,减少底质与水体某些物质的循环。

[参考文献]

[1] 山东省水产学校编写组. 淡水生物学[M]. 苏州:苏州大学出版社,1978.

- [2] 曾明,刘阳生. 水体富营养化及其治理研究进展. 环境污染与防治(网络版),2003(2):1-5.
- [3] 朱思诚. 村镇建设中污水处理设施的选择. 环境污染与防治(网络版),2006(10):1-3.
- [4] 毛成贵,余雪芳,邵晓阳. 杭州西湖总氮、总磷周年变化与水体富营养化研究[J]. 水生态学杂志,2010,3(4):1-5.
- [5] 李林春. 南湾水库鲢鳙放养比例对水质调控的研究[J]. 水生态学杂志,2010,3(4):70-73.

(本栏目编辑 周立平)