

Assessment of Water Quality after Sewage Interception and Water Pollution Control in Xinglin Bay Reservoir

Chunming Gong^{1,2}, Yongchun Liu¹, Xiaoda Huang¹

¹Xiamen Jimei New Town Headquarters, Xiamen Fujian

²Xiamen Environmental Science Research Institute, Xiamen Fujian

Email: xmgcm@163.com

Received: Mar. 22nd, 2018; accepted: Apr. 6th, 2018; published: Apr. 13th, 2018

Abstract

Based on the monitoring data of water quality in Xinglin bay Reservoir, non-compliance category evaluation method was applied to evaluate the changes of water quality after sewage interception. The results showed that the water quality indexes of DO, COD_{Mn}, BOD₅, NH₃-N and TP were all above class III level, but the TN was below class V level. Investigation indicated that the main pollution reasons included urban domestic sewage and agricultural pollution. Appropriate measures should be taken to restore and protect water quality of the Xinglin bay Reservoir.

Keywords

Xinglin Bay Reservoir, Sewage Interception, Assessment of Water Quality, Water Pollution Control

厦门杏林湾水库截污效果分析及防控对策

龚春明^{1,2}, 刘永春¹, 黄小达¹

¹厦门市集美新城指挥部, 福建 厦门

²厦门市环境科学研究院, 福建 厦门

Email: xmgcm@163.com

收稿日期: 2018年3月22日; 录用日期: 2018年4月6日; 发布日期: 2018年4月13日

摘要

利用杏林湾水库水质监测资料, 用超标分类评价法对杏林湾水库截污后水质变化进行评价。结果表明,

截污后的杏林湾水库水质指标DO、COD_{Mn}、BOD₅、NH₃-N和TP总磷都处于Ⅲ类以上水平,但TN仍处于劣Ⅴ类,常年处于严重污染状态。调查分析污染的主要原因为城镇生活污水及农业面源污染,并提出水库水质改善提高的措施。

关键词

杏林湾水库, 截污, 水质评价, 水污染防控

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

杏林湾水库地处厦门市北部集美区内,该处原为一个开阔海湾,1956年筑堤围海后形成一个封闭的淡水水库,面积7.2 km²,周边有杏林、后溪、灌口、侨英等多个街镇,汇水面积约209.3 km²,总库容2465万 m³,正常水位库容1201万 m³,主要受上游石兜-坂头水库和后溪流域降水的汇流补给,下游经涵闸通入大海,是具防洪排涝、灌溉、养殖、供水及旅游等多功能的水库[1]。

周玉琴通过分析1990~1996年监测数据结果表明,杏林湾水库大多数情况下水质类别为IV~V类,主要污染来源为生活污水、农田面源污染和水产养殖废水[2],王静等对2006~2010年的监测数据进行评价表明,杏林湾水库主要污染因子为TN,TP,NH₃-N和BOD₅,其中TN超标最严重,水库基本处于中度富营养-重度富营养化状态[3],卢亚芳等还对杏林湾水库的水质富营养化、水质理化特性,水体的硝化作用及水系表层沉积物中PAHs进行了评价和研究[4][5][6][7][8]。

近年来,随着社会经济的快速发展,杏林湾水库水质日趋劣化。2011年发布的《厦门市环境功能区划(第三次修订)》已把杏林湾水库调整为执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)V类水环境质量标准,主要功能为养殖、农业灌溉和一般景观水体。随着大量污染物的汇入,2015年水库主要水质指标已严重超标为劣V类[9],不能满足其水环境功能的要求。为了改善杏林湾水库水质,厦门市政府于2016年6~9月进行了杏林湾水域截污整治百日行动,对环湾污水排放口进行了大规模的截污整治,本文就这次的整治效果进行评估并提出进一步的防治对策,以期对杏林湾水库污染防治、合理开发利用水库资源及为上游流域综合治理提供技术支撑。

2. 库区截污概况

通过现场勘查、资料查阅、村庄排水体系分析等方法对杏林湾环湾污水排放口进行调查核实,查明全湾共有雨污排放口52处,现状日排放合流制污水量约2万 t/d(不计雨天及后溪流域流入量),导致杏林湾水质重度富营养化,水库坝头断面水质为劣V类。为改善水域水质,厦门市于2016年6月启动了杏林湾水域截污整治工程建设,共投资5亿多元,对环湾20 km的雨污水排放口全部进行截流,建设了10座分散式污水处理站,其中4座合计处理能力达3.9万 t/d的污水处理站已建成运行,对截流的污水进行处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》的一级标准A标准后排到杏林湾水库。同时建设2座初期雨水调蓄池,对降雨量4 mm以内的初期雨水进行去污处理后排放,并在九天湖下游建设泵站,以回抽湖水的方式,加强湖水循环。整个环湾污水截流系统已于2016年10月建成并试运行。

3. 截污后库区水质评价

3.1. 评价因子

采用厦门市环境监测中心站的监测数据, 在水库入口(1#)及库心(2#)设 2 个采样点, 样品采集、保存及指标的检测严格按照地表水和污水监测技术规范(HJ/T91-2002)等开展, 水质监测指标包括溶解氧(DO)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、五日生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、总氮(TN)。

3.2. 评价方法及标准

采用超标分类评价方法。评价标准执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), 本文把超过 V 类标准值的水质划为劣 V 类, 见表 1。在地表水环境质量标准中对地表水综合评价采取的是限值原则, 即以单项指标最差所属级别确定其综合水质类别[2]。

3.3. 评价结果

根据厦门市环境监测中心站实际监测的数据, 按超标分类评价方法进行杏林湾水库截污前后的水质进行评价, 结果见表 2。

入库口与库心两个监测点截污前后监测数据变化趋势基本一致。从评价结果分析, 截污前 6 个指标中 DO 和 COD_{Mn} 两个水质指标达到 III 类, NH₃-N 和 TP 达到 IV 类, BOD₅ 为 V 类, TN 为劣 V 类。截污后 6 个指标都有较大幅度的改善, 其中 DO 改善了 11.9%~15.2%, 两个监测点指标都由 III 类提高到 II 类;

Table 1. Surface water environmental quality standard limit (unit: mg/L)

表 1. 地表水环境质量标准限值(单位: mg/L)

分类	DO	COD _{Mn}	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
I 类	7.5	2	3	0.15	0.02	0.2
II 类	6	4	3	0.5	0.1	0.5
III 类	5	6	4	1.0	0.2	1.0
IV 类	3	10	6	1.5	0.3	1.5
V 类	2	15	10	2.0	0.4	2.0
劣 V 类	<2	>15	>10	>2.0	>0.4	>2.0

Table 2. Evaluation results of water quality of Xinglin bay reservoir after sewage interception (unit: mg/L)

表 2. 截污前后杏林湾水库水质评价结果(监测值单位: mg/L)

评价因子	1#监测点				2#监测点			
	2016年5月5日 (截污前)		2016年11月1日 (截污后)		2016年5月5日 (截污前)		2016年11月1日 (截污后)	
	监测值	类别	监测值	类别	监测值	类别	监测值	类别
DO	5.40	III	6.22	II	5.46	III	6.11	II
COD _{Mn}	4.83	III	4.18	III	4.37	III	3.80	II
BOD ₅	6.80	V	3.10	III	7.40	V	2.80	II
NH ₃ -N	1.38	IV	0.79	III	1.32	IV	0.78	III
TP	0.24	IV	0.14	III	0.27	IV	0.13	III
TN	3.24	劣 V	2.29	劣 V	3.26	劣 V	2.34	劣 V
水质类别	劣 V		劣 V		劣 V		劣 V	

COD_{Mn}改善了 13.0%~13.5%，1#监测点维持 III 类，2#监测点提高到 II 类；BOD₅改善了 54.4%~62.2%，1#监测点从 V 类提高到 III 类，2#监测点从 V 类提高到 II 类；NH₃-N 和 TP 分别改善了 40.9%~42.8%和 41.7%~51.9%，两个监测点都从 IV 类提高到 III 类；TN 的监测数据改善了 28.2%~29.3%，尽管提高幅度较大，但仍然低于 V 类水质标准，为劣 V 类。

随着截污工程的完工，杏林湾水库水质在原有的基础上有较大好转，6 个主要指标中改善效果从大到小依次为 BOD₅、TP、NH₃-N、TN、DO 和 COD_{Mn}，其中 BOD₅、TP、NH₃-N、DO 和 COD_{Mn}5 个指标都可满足地表水 III 类水质标准，但由于受到 TN 这个短板的影响，按照限值原则，即以单项指标最差所属级别确定其综合水质类别，杏林湾水库的水质依然为劣 V 类。

4. 水污染原因分析

4.1. 城镇生活污染的影响

近年来，随着集美新城建设的快速发展，生活污水逐年增加，已建成的污水处理厂纳污能力不足，使得一部分城镇生活污水未经处理就直接排入库区，造成了严重的污染。水库流域范围内有英村、锦园、西亭、兑山 4 个社区，加上集美新城的新增人口约 7.8 万人，以人均用水 185 L/d 计算，生活污水排放量达 475.44 万 t/a，估算 COD 入库量为 1473.45 t/a、NH₃-N 为 182.33 t/a，TP 为 21.90 t/a，TN 为 280.34 t/a。生活垃圾入库量 COD、NH₃-N、TP、TN 负荷分别为 19.40 t/a、1.20 t/a、3.68 t/a、12.04 t/a [10]。

4.2. 流域农业污染源的影响

流域内农业生产使用的农药、化肥和地膜的使用量不断增加，加上焚烧和雨水的冲刷等原因，加剧了杏林湾水库水体富营养化。水库周边有耕地面积 1530 ha，调查每年施氮量(以 N 计) 300 kg/ha、施磷量(以 P 计) 30 kg/ha 左右，测算耕地流失的 N 为 53 t/a，P 为 0.82 t/a 进入库区[2]。上游河道鸭等禽类的养殖业对库区水体造成了一定污染，据测算 2015 年鸡鸭养殖污染物入库量 COD 为 2.27 t/a、NH₃-N 为 0.10 t/a，TP 为 0.02 t/a，TN 为 0.20 t/a [10]。

4.3. 工业污染源的影响

工业废水是造成杏林湾水库水质污染的重要因素。据《集美区后溪工业污染源调查报告》统计，2015 年杏林湾水库流域共有工业企业 251 家，主要为织染厂、饲料厂、食品厂等企业，排放工业废水 7.58 万 t/a，估算 COD 入库量为 30.12 t/a、NH₃-N 为 2.64 t/a，TP 为 0.23 t/a，TN 为 7.91 t/a。

4.4. 水资源短缺的影响

厦门是淡水资源匮乏的海湾型城市，多年平均降雨量 1427.9 mm，3~9 月为春夏多雨湿润季节，10 月至来年 2 月为秋冬少雨干燥季节，最少的月份滴雨不下。主要入库河流后溪属于独流入海的山溪性溪流，水系分布短促，汇流时间短，径流量集中在汛期的很短时间内，大部分直接渲泄入海。汛期时河床中沉积的污染物被带入杏林湾水库，枯水期库区得不到补水，水库污染物得不到有效的稀释和净化。

4.5. 其他影响因素

一是随着杏林湾水库中园博苑景观升级和环湾慢行系统的建设，库区旅游人数快速增长，增加了入库的生活垃圾和生活污水。二是新城建设过程中因市政污水系统尚未完善，工地的施工泥水、生活污水等通过雨水沟渠或管道排放进入杏林湾。三是库区底泥中的营养盐大量释放到水体，导致整个水库全年都处于富营养化水平[4]。

综上所述,杏林湾水库现状污染负荷中生活污染已占全部污染负荷的 80%以上,是 COD、NH₃-N、TP、TN 污染的主要来源。其中对库区 TN 的影响大小依次为生活污染源、农业污染源和工业废水,贡献率分别为 80.4%、14.6%和 2.2%。

5. 库区水污染防治对策

截污后,水体中 DO、COD_{Mn}、BOD₅、NH₃-N、TP 都已达到Ⅲ类或Ⅲ类以上指标,但 TN 浓度仍未达标为劣 V 类,因此,控制 TN 是今后杏林湾水库治理的主要目标,建议从以下四个方面对 TN 进行控制和治理。

5.1. 加强生活污染源治理

重点关注农村生活污水的处理,推进流域农村污水全面截流纳管,采取截污、禁排、雨污分流和污水资源化等措施,完善水库周边区域的污水收集处理系统和管理。对现有的 10 座分散式污水处理站进行提标改造,强化污水脱氮工艺,提高 TN 排放标准,并加大中水回用。农村生活垃圾按照“户分类、村收集、镇转运、区处理”的原则,完善杏林、灌口、后溪和侨英街镇农村生活垃圾收集及转运体系,将流域内的生活垃圾收集到垃圾填埋场处理。

5.2. 开展小流域综合整治

按照《厦门市小流域综合治理工作方案》要求,在上游许溪段试点工作成功的基础上,实施上游河道后溪、兑山溪、崎沟溪和锦园溪的黑臭河道整治工程和防洪排涝整治工程。对存在污水溢流的崎沟溪、九天湖、董任村等处排洪沟实施上游拦沙拦渣,防止水土流失。加强库区流域的农田管理,推广测土施肥技术和病虫害综合防治技术,减少化肥、农药施用量。对禽畜养殖户进行规模化管理,禽畜养殖场通过使用发酵床技术和沼气工程,实现无污染零排放,控制进入水库的面源污染。加快城镇污水处理厂及其配套管网建设,工业废水按规定处理后,全部纳入市政管网汇入城市污水处理厂集中处理。

5.3. 优化库区生态岸线建设

划定库区岸线生态保护红线,注重维护库区岸线的天然形态。在后溪和锦园溪等入库河口构建前置库或生态河道工程,通过设施的拦截、沉淀、絮凝,水生植物的吸收、吸附以及微生物的分解、转化作用,阻滞泥砂、TN 入库,改善入库水质。在环湾库岸采用生态缓冲带技术,合理搭配林地、草地、灌木、混合植被和沼泽湿地,通过植物拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速,拦截陆域面源污染,达到截留或吸收地表径流 TN 的目的。

5.4. 强化水体的净化处理

在浅水水域,建立天然湿地净化系统,由低向高依次种植漂浮、沉水、挺水、湿生植物,如金鱼藻、水罨粟、荷花、香菇草、水芹、慈姑、黄菖蒲等,适当配置景观物种或归化种,构建成丰富多样的污水净化生物群落,净化水体。在库中设立人工浮床,通过浮床植物根部的吸收、吸附和根际微生物硝化反硝化作用,削减水体中的 TN。定期进行水库清淤,物理去除和转移底泥中的大量营养盐。评估上游的石兜-坂头水库的生态补水能力,或利用雨季进行蓄水调水,定期对库区进行生态补水,提高库区自然净化能力。

参考文献

- [1] 厦门市水利局. 厦门水资源公报(2016 年)[R]. 厦门: 厦门市水利局, 2017.

- [2] 周玉琴. 厦门杏林湾水库水质污染分析[J]. 福建环境, 1999, 16(1): 19-21.
- [3] 王静, 刘瑞志, 李捷, 等. 厦门市杏林湾水库水环境质量评价分析[J]. 浙江农业科学, 2014(10): 1599-1607.
- [4] 卢亚芳, 周立红. 杏林湾水库水质富营养化评价[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2002, 7(4): 295-299.
- [5] 黄永春, 卢亚芳, 周立红, 等. 杏林湾水库水质的理化特性[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2002, 7(4): 300-303.
- [6] 何碧烟, 欧光南, 吕禹泽, 等. 杏林湾水体的硝化作用及其影响因素研究[J]. 微生物前沿, 2016, 5(4): 71-80.
- [7] 程启明, 黄青, 廖祯妮, 等. 厦门杏林湾水系表层沉积物中 PAHs 分析与风险评估[J]. 环境科学, 2015, 36(1): 179-185.
- [8] 龙邹霞, 余兴光, 王金坑, 等. 厦门杏林湾现代沉积速率及其影响因素研究[J]. 海洋学报, 2007, 29(6): 155-160.
- [9] 厦门市环境保护局. 厦门市环境质量公报(2015) [R]. 厦门: 厦门市环境保护局, 2016.
- [10] 集美区人民政府. 厦门市集美区杏林湾水库水体达标方案(简本) [R]. 厦门: 集美区人民政府, 2016.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org