

# 里禾水库水质 PH 值异常研究及点位设置分析

陈来山 陈冬华\* 朱盼盼 杨开贵

凯里生态环境监测中心

DOI:10.12238/eep.v5i5.1629

**[摘要]** 凯里市里禾水库连续几年pH值超标,引起了各级政府的高度重视。影响水库水质pH值的因素很多,本文从水库环境,水库水来源等多方面分析后对里禾水库进行采样监测。通过对监测结果分析水质pH值异常的原因。同时为凯里市里禾水库水质调查分析提供合理的分析点位。

**[关键词]** 水库; pH值

**中图分类号:** TV62+2 **文献标识码:** A

## Research on Water Quality pH Abnormalities in Lihe Reservoir and Analysis of Point Settings

Laishan Chen Donghua Chen\* Panpan Zhu Kaigui Yang

Kaili Municipal Ecological and Environmental Monitoring Center

**[Abstract]** The pH value of Kaili Lihe Reservoir has exceeded the standard for several years, which has attracted great attention from governments at all levels. There are many factors affecting the pH quality of reservoirs. This paper samples and monitors Lihe reservoir from the analysis of the reservoir environment and the water source of the reservoir. The causes of abnormal pH value were analyzed by the monitoring results. At the same time, it provides reasonable analysis points for the water quality investigation and analysis of Lihe reservoir in Kaili City.

**[Key words]** reservoir; pH value

### 前言

里禾水库,位于贵州省凯里市西南部鸭塘河上游。是一座中型水库,水源主要来自雷山的乌肖和本市的火烧寨等几条河溪以及雨水汇集,是凯里市集中式饮用水源地之一。水库于1977年兴建,于2018年完工并投入使用。水库集雨面积35.3平方公里,总库容1798万立方米,大坝为浆砌石拱坝,坝高55.5m,坝顶宽5.0m,坝顶高程816m,正常蓄水位810m。日供水量3万方。自里禾水库投入使用后水质一直正常,能达到国家地表水水质Ⅱ类,符合饮用水水源要求。但近几年来由于人类活动及雨水冲积山林中腐殖质影响,使得水中营养物质大量富集。水中藻类大量繁殖,每年4月开始水库出现轻微水华现象,水质呈褐色,同时伴随水质PH值异常到每年的9月结束,给群众带来极大不便。我们通过走访调查,设置了里禾水库水质PH值异常研究监测点位及检测项目。

### 1 里禾水库污染源调查

#### 1.1 农村面源污染

里禾水库于2017年对一级保护区耕地征用14.5亩进行退耕绿化,但水库左岸还存在30余亩耕地,周边群众在种植粮食过程中不可避免的要使用化肥,在农村缺乏专业的技术指导,对农作物使用化肥缺乏合理性。化肥使用率低,养分流失率高。这部分流失的养分给水库带来了大量的氮、磷。

#### 1.2 农村生活污水

里禾水库二级保护区存在300多户1000多人的村寨村民居住,虽然大量人口在外务工,但农村留守的人员所产生的生活污水也会给水库带来大量的氮磷。况且农村普遍存在养猪和养殖耕牛的习惯。养猪养牛也会给水库带来大量的氮、磷输入。就拿养猪举例,根据文献,一头猪的年输入氮为22.9kg氮流失率为71.2%。则每头猪年流失的氮为16.3048kg<sup>[1]</sup>。这些氮、磷将随雨水和生活污水一起流入库区。2016年由市新农办实施完成里禾村寨生活污水收集处理系统工程建设,但工程建设后并未运行未能解决农村生活污染问题。

#### 1.3 雨水冲刷森林腐殖质

里禾水库水源主要来自雨水聚集。水库集雨面积35.3平方公里,大部分为森林。森林中的乔、灌、草的枯枝落叶在腐烂后会释放出大量氮、磷等营养及其它微量营养物质,并产生大量腐殖质,降雨过程中会把森林中的腐殖质带入水库,从而给水库带入大量的氮、磷物质为水体富营养化提供大量的养分。

### 2 里禾水库水质pH值异常调查点位设置

#### 2.1 点位设置目的

对凯里市里禾水库水质现状进行监测与分析,并找出水质pH值的变化趋势及影响水质pH值的因子,为凯里市里禾水库水质调查分析提供了合理的分析点位,并给后期里禾水库治理提供帮助。

2.2 点位选取依据

2.2.1 《地表水和污水监测技术规范》<sup>[2]</sup> (HJ/T91-2002), 地表水监测断面的布设应能在总体上反映所在区域的水环境质量状况。各断面的具体位置须能反映所在区域环境的污染特征; 以最少的断面获取足够的环境信息; 断面设立应有背景断面、控制断面; 水库通常只设监测垂线, 根据水库情况设进水区、出水区、湖心区等监测垂线。

2.2.2 《水质 采样技术指导》<sup>[3]</sup> (HJ494-2009) 水库和湖泊的采样, 应根据采样地点位不同和温度的分层现象设置监测点; 选取有代表性的点位, 如: 河流汇入前、汇入后混匀点、取水点等。

2.2.3 《中型水库水温分层的影响及分层取水建议》<sup>[4]</sup> 为了解不同水温层的水质情况, 增加垂直断面采样。

2.3 点位设置

根据调查研究以及相关技术规范设立水库大坝、水质自动站取水、进水混匀区1、进水混匀区2、进水混匀区3、小溪1、小溪2、污水1、污水2、污水3共计10个监测断面, 具体位见图1, 里禾水库水质pH值异常调查点位设置图。

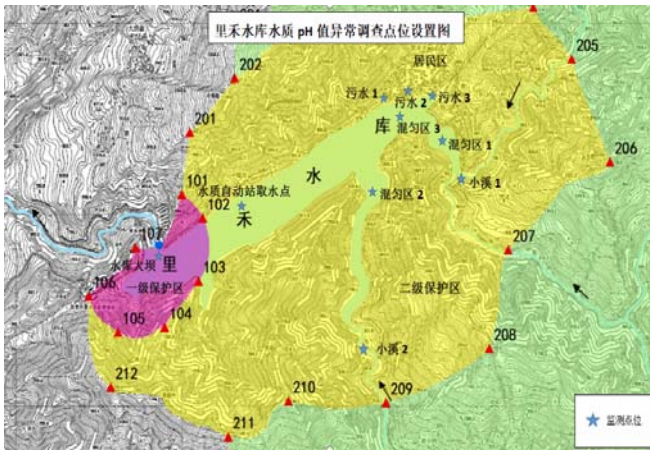


图1 里禾水库水质pH值异常调查点位设置图

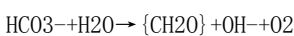
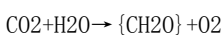
2.4 监测项目及分析方法

根据调查结果和相关技术规范, 确定水温、pH值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、硝酸盐氮、铁、锰、藻密度、透明度共13项监测项目。

3 监测结果及结果分析

3.1 不同深度水温、pH值、藻密度、溶解氧变化规律

由图2、图3、图4、图5可以看出, 水库表层至水下7.5米为水库斜温层, 水温变化明显。7.5米以下水温趋于平稳。同时可以得到里禾水库斜温层的水温、pH值、藻密度、溶解氧等成正相关, 与水深成负相关。水库大坝和水质自动站取水点表层藻密度均在200万个/L以上, 根据文献, 藻类密度(a, 万个/L)在 $200 \leq a < 1500$ 时为4级, 无明显水华现象<sup>[5]</sup>。此时藻类的合作用影响水中的碳酸平衡, 当藻类光合作用时 $\text{HCO}_3^-$ 减少导致 $\text{OH}^-$ 浓度增加, 使水体pH值上升<sup>[6]</sup>。具体方程为:



从而使水库表层水pH值均在9.08以上, 中层和下层水由于光照达不到, 藻类无法进行光合作用, 生长受抑制, pH值等趋于正常。

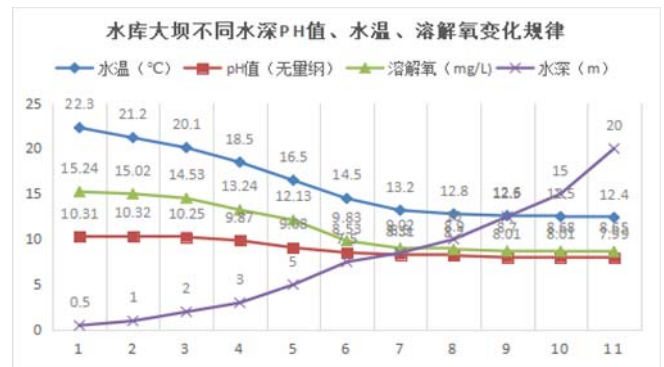


图2 水库大坝不同深度水温、pH值、溶解氧变化情况

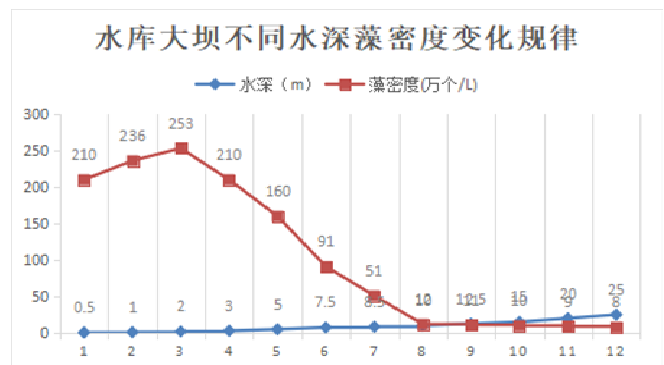


图3 水库大坝不同深度藻密度变化情况

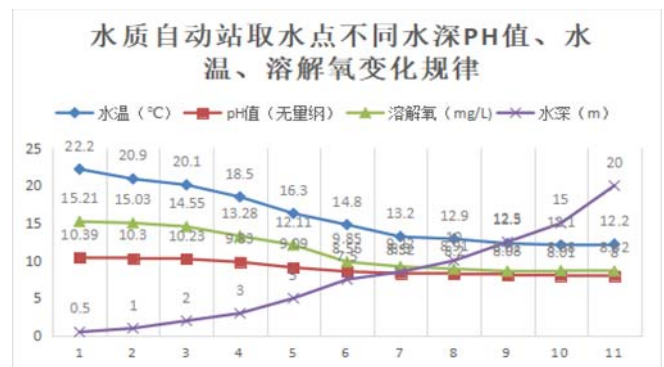


图4 水质自动站取水点不同深度水温、pH值、溶解氧变化情况

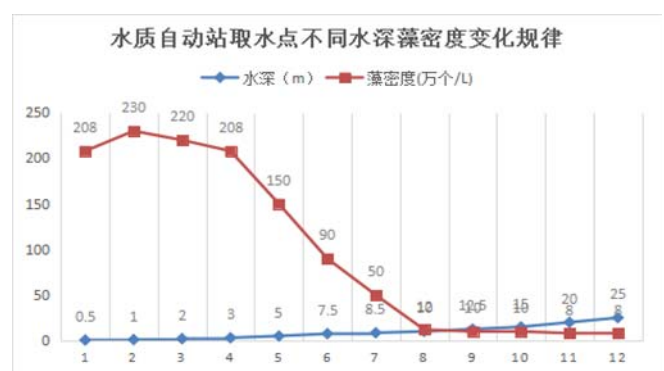


图5 水质自动站取水点不同深度藻密度变化情况

表 3-1 水库大坝水质监测结果

监测项目	水库大坝								备注
	0.5m	1.0m	2.5m	5.0m	7.5m	10.0m	15.0m	20.0m	
电导率	104.5	99.8	96.5	87.9	74.2	73.2	72.3	72.5	
浊度	2.50	2.46	2.28	1.99	1.27	1.06	1.01	0.99	
总氮(mg/L)	0.70	0.78	0.81	0.96	1.36	1.53	1.52	1.55	
硝酸盐氮(mg/L)	0.388	0.216	0.353	0.285	0.139	0.098	0.078	0.0595	
氨氮(NH <sub>3</sub> -N)(mg/L)	0.020L	0.020L	0.020L	0.020L	0.022	0.035	0.036	0.037	
高锰酸盐指数(mg/L)	3.5	3.5	3.3	2.8	1.6	1.5	1.5	1.4	
铁(mg/L)	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	
锰(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	
透明度(cm)	58								

注: 检测结果低于检出限时,用“检出限+L”表示;

表 3-2 水质自动站取水点水质监测结果

监测项目	水质自动站取水点								备注
	0.5m	1.0m	2.5m	5.0m	7.5m	10.0m	15.0m	20.0m	
电导率	105.7	98.5	93.3	84.5	75.1	74.1	73.3	72.6	
浊度	2.08	1.95	1.85	1.78	1.58	1.29	1.20	1.10	
总氮(mg/L)	0.69	0.75	0.83	0.95	1.39	1.58	1.53	1.53	
硝酸盐氮(mg/L)	0.376	0.2531	0.356	0.235	0.139	0.091	0.071	0.0555	
氨氮(NH <sub>3</sub> -N)(mg/L)	0.020L	0.020L	0.020L	0.020L	0.025	0.032	0.035	0.038	
高锰酸盐指数(mg/L)	3.6	3.5	3.4	3.0	1.7	1.6	1.4	1.4	
铁(mg/L)	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	
锰(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	
透明度(cm)	60								

注: 检测结果低于检出限时,用“检出限+L”表示;

### 3.2 不同深度营养物质变化规律

从表3-1和表3-2可以看出,里禾水库不同深度的总氮、氨氮等指标浓度随深度增加而增加,结合图2-5可知pH值、藻密度指标等和总氮、氨氮等指标成负相关。这表明水库表层由于藻类光合作用消耗了营养物质,从而使总氮、氨氮等指标浓度降低。硝酸盐浓度表层水浓度高而底层浓度低这是由于水库水温分层

导致深层水体处于缺氧状态,加上库底水温低,硝化反应受到抑制,氮以还原性氮(即氨氮)形式存在于深层水体中,硝酸盐氮浓度远低于表层水<sup>[4]</sup>。

### 3.3 库区pH值情况

从监测结果表3-1、3-2、3-3中可以看出里禾水库的pH值在库区表层整体偏高,均在9.00以上,高于《地表水环境质量标准》

表 3-3 其他点位水质监测结果

监测项目	进水混匀区 1	进水混匀区 2	进水混匀区 3	小溪 1	小溪 2	污水 1	污水 2	污水 3	备注
水温(°C)	22.0	22.3	22.1	23.2	21.0	22.5	21.6	22.5	
pH 值(无量纲)	9.83	9.85	10.33	8.69	8.73	7.03	7.66	7.58	
溶解氧(mg/L)	13.24	13.13	14.11	9.85	9.66	8.33	8.06	8.01	
电导率	108.2	115.3	109.5	86.1	85.5	268.2	233.5	303.2	
浊度	2.51	2.70	2.73	0.85	0.76	/	/	/	
高锰酸盐指数(mg/L)	2.8	3.0	2.9	0.5	0.6	/	/	/	
氨氮(NH <sub>3</sub> -N)(mg/L)	0.020L	0.020L	0.022	0.026	0.025	0.233	0.258	0.333	
总氮(湖、库,以 N 计)(mg/L)	0.70	0.80	0.081	1.58	2.23	9.88	8.65	8.22	
铁(mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	
锰(mg/L)	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	
透明度	65	72	66	/	/	/	/	/	

注: 检测结果低于检出限时,用“检出限+L”表示;

GB3838-2002III类标准限值。而水库进水pH值均正常。

#### 4 结论

##### 4.1 水库水质pH值异常分析

综合水库的地理环境、水库周围村寨人员活动、以及雨水冲森林腐殖质等给水库带来大量的营养物质,同时水库水体不断蒸发,造成营养物质富集,给藻类生长带来有利条件,造成藻类疯长。随着季节变化,降雨量、气温、水温等也会随之变化。藻类生物对环境的敏感度极高,有的藻类在环境变化后大量死亡而有的藻类大量生长。藻类单一发展,造成藻类结构失衡<sup>[7]</sup>,从而形成轻微水华。藻类的生长繁殖,光合作用,消耗CO<sub>2</sub>产生O<sub>2</sub>,使水体中的HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、OH<sup>-</sup>失去平衡,使水体pH值上升<sup>[8]</sup>。

##### 4.2 点位设置合理性分析

本文根据《地表水和污水监测技术规范》<sup>[2]</sup>(HJ/T91-2002)、《水质采样技术指导》<sup>[3]</sup>(HJ494-2009)以及里禾水库的实际情况设置了相应的监测断面,并进行了取样分析,以最少的点位,取得了里禾水库水质的各项信息,结果达到预期,能为凯里市里禾水库水质调查及富营养化分析提供了合理的分析点位。

#### [基金项目]

黔东南州科技局项目黔东南科合基础(2021)11号。

#### [参考文献]

[1]李敦海,刘景元,邢伟,等.四斗朱水库蓝藻水华爆发成因

分析及治理研究[J].环境科学与管理,2010,35(2):43-52.

[2]HJ/T91—2002,地表水和污水监测技术规范[S].环境保护部,2002.

[3]HJ/T494—2009,水质采样技术指导[S].环境保护部,2009.

[4]杨晓红,郑俊,常艳春,等.中型水库水温分层的影响及分层取水建议[J].城镇供水,2014,5(53):62-65.

[5]李颖,施择,张榆霞,等.关于用藻密度对蓝藻水华程度进行分级评价的方法和运用[J].环境与可持续发展,2014,20(2):67-68.

[6]张澎浪,孙承军,等.地表水体中的藻类生长对pH值及溶解氧含量的影响[J].中国环境监测,2004,20(4):49-50.

[7]焦雅敏.水库蓝藻“水华”的爆发成因及防治措施[J].中国西部科技,2013,12(3):63-74.

[8]胡艳娟.水库藻类光合作用对pH和溶解氧的影响[J].黑龙江水利科技,2011,36(2):17-18.

#### 作者简介:

陈来山(1989--),男,汉族,贵州威宁人,大学本科,助理工程师,研究方向:环境工程、环境监测。

#### 通讯作者:

陈冬华(1971--),男,苗族,贵州凯里人,大学本科,工程师,研究方向:环境工程、环境监测。