

文章编号: 1006-446X (2014) 11-0001-07

广州蓄能水电厂 2012 年度水环境质量与评价

单凤霞¹ 华丕龙²

(1. 珠江水资源保护科学研究所, 珠江流域水环境监测中心, 广东 广州 510611;

2. 广州蓄能水电厂, 广东 广州 510950)

摘 要: 通过对广州蓄能水电厂库区水质及渗水进行监测, 评价水库水质现状、富营养化水平、对混凝土的腐蚀性及渗水对水工建筑物的腐蚀作用。2012 年 3 月及 9 月两次采集库区及渗水共 54 个样品, 按照国标或行业标准进行检测, 并对污染物含量进行分析。评价结果表明, 电厂水库水质良好, 各测点所测项目均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水标准; 根据天然水化学特征评定上、下库各测点均属低矿化度的极软水; 根据水库理化指标评价, 水库水体整体营养水平属中营养状态, 未出现富营养化现象; 根据碳酸盐类含量评定, 水库水对水工建筑混凝土具有弱~中腐蚀性; 渗水中 pH、总碱度、碳酸根含量较水库水中含量高, 说明施工支洞及其它厂房坝体建筑受到一定程度侵蚀。本次监测评价为广州蓄能水电厂的水资源保护和进一步开展水资源利用提供参考, 同时为广州蓄能水电厂下一年度监测方案调整提供依据。

关键词: 水环境质量; 评价; 广州蓄能水电厂

中图分类号: X 524 **文献标识码:** A

Water Environmental Quality and Evaluation of 2012 Annual in Guangzhou Pumped Storage Power Station

SHAN Fengxia¹, HUA Pilong²(1. Scientific Institute of Pearl River Water Resources Protection, Monitoring Center of
Pearl River Valley Aquatic Environment, Guangdong Guangzhou 510611, China;

2. Guangzhou Pumped Storage Power Station, Guangdong Guangzhou 510950, China)

Abstract: Through monitoring the quality of water environment of reservoir area and tunnel in the Guangzhou pumped storage power station to assess the water quality status, rich nutrition level and the corrosion to concrete and seepage of hydraulic structure. In 2012, March and September 54 samples were detected according to the national or industry standard, and the pollutant content analysis. The results showed that the water quality is good, each measuring point of the measured items are in line with the "surface water environment quality standard" (GB3838-2002) class III water standards; According to the natural water chemistry characteristics assessment are low salinity reservoir; The physicochemical index evaluation is in the state of nutrition; reservoir water with weak~corrosion of hydraulic construction concrete; seepage of pH value, total alkalinity, carbonate content than the reservoir water content is

high, that the construction branch tunnel and other powerhouse dam building by a certain degree of erosion. Evaluation and monitoring provides the basis for the protection of water resources and further utilization of water resources, and a monitoring scheme of annual.

Key words: quality of water environment; evaluation; Guangzhou Pumped Storage Power Station

上世纪 80 年代中后期, 随着改革开放带来的社会经济快速发展, 我国电网规模不断扩大, 广东、华北和华东等以火电为主的电网, 由于受地区水力资源的限制, 可供开发的水电很少, 电网缺少经济的调峰手段, 电网调峰矛盾日益突出, 缺电局面由电量缺乏转变为调峰容量的缺乏, 修建抽水蓄能电站以解决火电为主电网的调峰问题逐步形成共识^[1]。抽水蓄能电站是电力系统中最可靠、最经济、寿命周期长、容量大、技术最成熟的储能装置, 是新能源发展的重要组成部分, 对实现我国能源结构优化、可持续发展有着不可替代的作用。上世纪 90 年代, 广州抽水蓄能水电厂应运而生, 一期工程 1996 年验收, 二期工程 2000 年投产, 作为清洁能源的抽水蓄能电站建设进入了快速发展期。

水质监测是对水中的化学物质、悬浮物、底泥和水生态系统进行统一的定时或不定时的检测工作^[2], 可及时、准确、全面地反映环境质量及发展趋势, 为环境规划与管理及宏观决策提供科学依据, 通过环境监测可以清楚污染物种类和分布状况, 明确污染途径, 预测污染变化趋势, 预警可能出现的环境问题, 为全面开展环境管理工作提供准确、可靠的监测数据和资料。因此水质监测在水环境健康方面具有重要作用。

作为抽水蓄能资源的水质由于工程运营而改变了原始的流向甚至成分, 因此定期对抽水蓄能水电厂水质进行监测有非常重要的意义。同时, 我国目前已规划建设的水电厂已陆续建设, 广蓄水电厂做为我国首台抽水蓄能水电厂其水质监测及评价的工作开展具有深远意义, 为后续电厂运营对水质的影响提供建设性资料。

1 项目背景

广州蓄能水电厂位于广州市东北方向的从化市吕田镇, 距广州市的直线距离约 90 km, 是中国第一座高水头、大容量的抽水蓄能电厂, 总装机容量 2 400 MkW, 分二期建设, 是目前世界上最大的抽水蓄能电厂。电厂主要任务是对广东电网起调峰填谷、事故备用等作用。广州蓄能水电厂上、下水库均为天然库盆(图 1 和图 2), 上水库正常蓄水位下相应库容 2 408.0 万 m^3 , 死库容 722.0 万 m^3 ; 下水库最大库容 2 683.5 万 m^3 , 正常蓄水位下相应库容 2 341.6 万 m^3 , 死库容 629.0 万 m^3 , 电厂为跨流域开发, 上、下水库间的水平距离 3 km 多, 高差 500 余 m。广蓄电厂一期工程 1 200 兆瓦已于 1996 年 10 月建成投产并已通过国家验收, 二期在原有一期工程基础上的扩建工程, 装机容量为 1 200 兆瓦, 工程于 2000 年 3 月全部竣工投产^[3]。

广州蓄能水电厂特殊的运行方式使电厂上、下水库水体不断交换, 加速了水中有机物质的降解, 同时人为活动却把污染物质不断带入库区, 两者相互作用改变了原水体的天然状态、水中生物的组成、结构状况及其生活环境和水体、生物对建筑物及机械的腐蚀性; 另一方面由于物质的积累, 可能导致水库富营养化, 造成水生生物的过量生长和水体环境恶化^[4]。为了了解库区水质、水生生物的状况及其变化, 广州蓄能水电厂 2012 年度于 3 月及 9 月份分别进行两次水质环境监测及评价, 为环境监督管理及领导决策提供充分依据。



图 1 下库实景照片



图 2 上库实景照片

2 监测的实施

2.1 监测实施方案

2012 年分别在 3 月 23 ~ 24 日及 9 月 15 日于广州蓄能水电厂采样。水库水质分别选取下库 3 条垂线上、下层, 上库 3 条垂线上、下层各采一个水样, 全年共 24 个水库样品。建筑物渗水分别在二期支洞、二期支洞、探洞、排水廊道、集水井等点位采集水样, 全年共采集 30 个渗水样品。水库水质监测项目选取 pH、氨氮、侵蚀二氧化碳、游离二氧化碳、总碱度、碳酸根、重碳酸根、总硬度等 39 项; 水工建筑物渗水水质选取 pH、电导率、侵蚀二氧化碳、游离二氧化碳、总碱度、碳酸根、重碳酸根、总硬度等共计 22 项。所有检测项目均采用国家标准、行业标准或规范的检测方法进行检测^[5]。

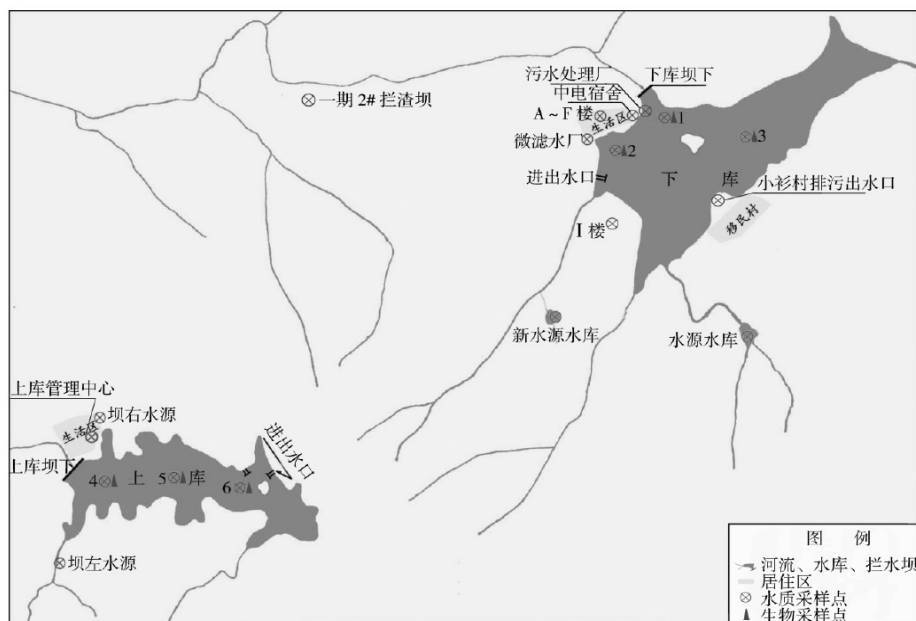


图 3 广州蓄能水电厂采样点示意图

2.2 质量控制

在开展监测工作时, 通过有效的质控措施达到控制监测质量的目的, 保证监测结果的准确可

靠。所有监测的实施过程及其资料整编,均严格按照国家计量认证的有关规定、相关的监测技术规范和本中心《质量手册》执行,并有专人跟踪监督检查,以保证监测结果的代表性、科学性和公正性。样品由专人按照规定的程序进行交接、造册登记、储存和发放。样品采用规范的保存方法进行保存,并在规定的保存期内运回实验室交由检测人员完成检测。所有样品均在有效保质期内采用国家或行业标准检测方法进行检测。检测过程严格按照规程操作,同时通过检测平行样、加标样和插标盲样等质控措施保证检测质量。所有原始检测结果均经二级校审,并对其合理性进行检查,再经质量控制审核合格后,由专人进行汇总。汇总的成果经校核后由技术负责人审核和签发。

3 结果评价

3.1 评价标准

水库水质:采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[6]中Ⅲ类水标准及集中式生活饮用水地表水源地补充项目相关标准作为水库水质评价标准,并采用《地表水资源质量评价技术规程》SL395-2007^[7]进行地表水资源天然水化学特征评价。水库营养化:根据《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)中的“湖库营养状态评价”中的“湖泊(水库)营养状态评价标准及分级方法”进行评价。水对(钢筋)混凝土腐蚀性采用《岩土工程勘察规范》GB50021-2001^[8]相关标准进行评价。

3.2 评价方法

水库水采用单因子评价法,统计超标项目和超标倍数并同时列出其测定值和标准值便于对照。水库富营养化水平先查评价标准表将参数浓度值转换为评分值,监测值处于表列值两者中间者采用相邻点内插;取各项目评分的算术平均值再查表得到富营养状态等级。

水对(钢筋)混凝土腐蚀性主要根据腐蚀类型和标准对水库水体的腐蚀性进行评价,并通过比较水库水和渗透到水工建筑物的渗水的水质,评价其腐蚀情况。对其它水工建筑物渗水、积水和废水的混合水体,因原水来源复杂,无法分清和掌握原水的水质,仅比较其水质与水库水质的不同,不作腐蚀性评价。

3.3 评价结果

2012 年度共进行了两次监测,对广州蓄能水电厂的水库水质、水库富营养化状况、渗水对水工建筑物的侵蚀作用以及水库水生生物生长状况等进行综合评价,并分析各项因子的时空分布。

3.3.1 水库水质 根据 2012 年度的结果分析,上、下库各测点所测项目均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类水标准,说明上、下库整体水质良好。

上、下库各测点矿化度在 15.0~45.0 mg/L 间,总硬度在 18.9~25.9 mg/L 间,按照《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)中地表水资源天然水化学特征评价标准与分级方法,上、下库各测点均属低矿化度的极软水。

3.3.2 水库富营养化水平 根据水库的总磷、总氮、高锰酸盐指数、叶绿素 α 、透明度 5 项参数的监测结果进行评价,2012 年上半年、下半年上、下库各测点营养状态综合指数均介于 33~36 之间,综合指数差异不大。水库整体营养水平属中营养状态。

根据单项参数分析,指数超过 50 的有总氮。因此,应加强水库水环境保护力度,控制库区周边污染物特别是营养物质排入水库,如控制生活污水入库,控制移民村菜地农田施肥等。富营

养化评价详见表 1 和表 2。

表 1 2012 年上半年水库富营养化评价

项 目		断 面					
		下库 1 [#]	下库 2 [#]	下库 3 [#]	上库 4 [#]	上库 5 [#]	上库 6 [#]
$\rho(\text{总磷}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.020	0.020	0.025	0.020	0.030	0.025
	指数	37	37	40	37	42	40
$\rho(\text{总氮}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.505	0.500	0.545	0.560	0.570	0.725
	指数	50	50	51	51	51	55
$\rho(\text{高锰酸盐}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.850	0.600	0.700	0.800	0.800	0.750
	指数	28	23	25	27	27	26
叶绿素 a / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	监测值	0.001 9	0.001 6	0.002 3	0.001 8	0.002 0	0.001 6
	指数	29	26	32	28	26	26
透明度 / m	监测值	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0
	指数	31	31	31	30	30	30
指数均值		35	33	36	35	35	35
综合评价		中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养

表 2 2012 年下半年水库富营养化评价

项 目		断 面					
		下库 1 [#]	下库 2 [#]	下库 3 [#]	上库 4 [#]	上库 5 [#]	上库 6 [#]
$\rho(\text{总磷}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.010	0.010	0.007 5	0.005	0.005	0.007 5
	指数	30	30	26	22	22	26
$\rho(\text{总氮}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.600	0.520	0.545	0.560	0.550	0.575
	指数	52	50	51	51	51	52
$\rho(\text{高锰酸盐}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	监测值	0.600	0.600	0.600	0.550	0.550	0.550
	指数	23	23	23	23	23	23
叶绿素 a / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	监测值	0.002 4	0.001 4	0.001 6	0.001 7	0.001 6	0.002 1
	指数	32	24	26	27	26	31
透明度 / m	监测值	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	指数	42	42	42	42	42	42
指数均值		36	34	34	33	33	34
综合评价		中营养	中营养	中营养	中营养	中营养	中营养

3.3.3 渗水对水工建筑物的侵蚀作用 矿化度、总硬度的监测结果表明,上、下水库水属于低矿化度的极软水,重碳酸根在 17.3 ~ 29.2 mg/L (0.35 ~ 0.58 mmol/L) 范围,因此水库水对水工

建筑混凝土具有弱~中腐蚀性。2012 年度水库水、施工支洞渗水、厂房坝体建筑渗水的 pH、总碱度、矿化度、碳酸根的监测结果均值见表 3 及表 4。

表 3 2012 年上半年水库水与土工建筑物渗水水质比较 单位: mg/L(pH 除外)

水 体	测 点	pH	总碱度	矿化度	碳酸根
水库水	下库均值	7.5	20.3	36.7	0.0
	上库均值	7.3	21.1	30.3	0.0
	水库均值	7.4	20.7	33.5	0.0
土工建筑物渗水	一期支洞均值	10.7	302.0	81.5	17.5
	二期支洞均值	9.2	50.1	62.3	2.5
	施工支洞均值	10.1	194.0	73.3	11.1
	303 探洞	8.2	89.5	257.0	0.0
	排水廊道均值	8.8	41.9	60.3	0.0
	集水井均值	9.1	144.0	22.5	14.4
	坝体建筑均值	7.7	46.5	168.0	0.0
	厂房坝体建筑均值	8.5	74.4	102.0	3.6

表 4 2012 年下半年水库水与土工建筑物渗水水质比较 单位: mg/L(pH 除外)

水 体	测 点	pH	总碱度	矿化度	碳酸根
水库水	下库均值	7.5	16.5	16.7	0.0
	上库均值	7.5	16.7	17.2	0.0
	水库均值	7.5	16.6	16.9	0.0
土工建筑物渗水	一期支洞均值	10.1	341.0	50.5	50.8
	二期支洞均值	9.1	53.6	91.3	3.7
	施工支洞均值	9.7	218.0	68.0	30.6
	303 探洞	8.2	76.5	133.0	0.0
	排水廊道均值	8.9	42.7	97.3	1.7
	集水井均值	8.1	24.8	85.5	0.0
	坝体建筑均值	7.9	58.4	150.0	0.0
	厂房坝体建筑均值	8.4	46.4	112.0	0.6

从表 3 和表 4 的结果对比可见, 土工建筑物渗水的 pH、总碱度、碳酸根和矿化度含量比水库水的含量明显偏高。一期施工支洞混凝土受到的侵蚀比二期施工支洞混凝土受到的侵蚀要明显。厂房坝体建筑物中, 排水廊道和 303 探洞所受到的侵蚀最重。

4 结 论

(1) 2012 年度广州蓄能水电厂水库水质良好, 上、下库各测点所测项目均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类水标准。

(2) 上、下库各测点矿化度在 15.0 ~ 45.0 mg/L 间, 总硬度在 18.9 ~ 25.9 mg/L 间, 按照《地表水资源质量评价技术规程》SL395-2007 中地表水资源天然水化学特征评价标准与分级方法, 上、下库各测点均属低矿化度的极软水。

(3) 根据水库理化指标评价, 2012 年度水库水体整体营养水平属中营养状态, 未出现富营养化现象。

(4) 上、下水库水属低 ~ 较低矿化度的极软水。水库水重碳酸根在 19.5 ~ 29.2 mg/L 范围, 因此水库水对水工建筑混凝土具有弱 ~ 中腐蚀性。

(5) 对比水库水和施工支洞以及其它厂房坝体建筑渗水的水质情况, 各测点中的 pH、总碱度、碳酸根含量在水库水中较低, 而在施工支洞渗水以及其它厂房坝体建筑渗水中比较高, 说明施工支洞及其它厂房坝体建筑受到一定程度侵蚀。施工支洞各测点中一期施工支洞混凝土受到的侵蚀比二期施工支洞混凝土受到的侵蚀要重。厂房坝体建筑物中, 303 探洞和集水井所受到的侵蚀最重。

参考文献:

- [1] 《2012-2017 年中国抽水蓄能电站市场深度分析及发展趋势研究报告》[R]. 2011.
- [2] 王秀梅. 水质监测对环境保护的意义 [J]. 北方环境, 2011 (4): 178.
- [3] 《抽水蓄能技术论文集 2010》[R]. 2010.
- [4] 戴群英, 韩龙喜, 赵冰华. 修建佛子岭抽水蓄能电站对水质影响的预测分析 [J]. 江苏环境科技, 2005 (4): 39-40, 43.
- [5] 国家环境保护总局. 《水和废水监测分析方法》[M]. 4 版. 北京, 中国环境科学出版社, 2003.
- [6] 国家环境保护总局. 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) [S]. 2002.
- [7] 国家环境保护总局. 《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007) [S]. 2007.
- [8] 国家环境保护总局. 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) [S]. 2001.