

某大型水电站冷却设备沼蛤防治研究

刘天雄 黄鑫 杨升文 曾令龙
中国长江电力股份有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要: 本文介绍了某大型水电站沼蛤防治的研究过程,通过前期沼蛤入侵现状调查,并结合电站生产实际情况,提出了超声波、电磁除垢、流速调节等防治沼蛤的办法,并结合模拟适合沼蛤生长的水生态环境进行了对比试验,通过试验前后的数据分析,确认超声波、电磁除垢、提高流速对沼蛤生长均有一定的抑制作用,可供各流域电厂乃至整个水电行业借鉴使用,从而进一步提高水电站设备运行的稳定性。

关键词: 沼蛤防治;超声波;电磁除垢;流速调节

1 引言

沼蛤(*Limnoperna fortunei*),隶属于软体动物门,双壳纲,贻贝科。沼蛤利用其足丝附着于坚硬基质表面,靠滤食水中的浮游生物和有机碎屑生长。相关研究表明,沼蛤浮游幼虫阶段随水流进入电站输水管道及水工建筑物内,随着其生长发育,逐渐分泌足丝附着在物体上,凭借进食水中藻类悬浮碎屑高密度生长,形成“生物污损”灾害。对水工建筑物表面造成腐蚀、破坏,降低工程的使用寿命,还会堵塞管道,特别是机组冷却水输送管道,可能造成机组停机,威胁机组的正常运行。

本研究课题拟在某大型水电站内建造模拟适合沼蛤生长的水生态环境(生态水箱),并在该生态水箱上进行:超声波、变化磁场、调节水流速度等防治沼蛤的试验,通过现场试验选择适合水电站机组冷却设备沼蛤防治的方法,降低沼蛤入侵的生态学影响。

2 沼蛤入侵现状调查

2.1 调查目的

开展某大型水电站机组冷却设备中的沼蛤防治与研究,通过现场调查,了解沼蛤在某大型水电站机组冷却设备中的入侵现状和生活习性;根据水质和水生生物监测结果,了解沼蛤入侵区域的水体理化指标和水生生物组成;通过基因测序,进行物种鉴定;为水电站机组冷却设备中的沼蛤防治提供技术科学依据,降低沼蛤入侵的生态学影响。

2.2 调查方法

2.2.1 水体理化监测

按照水利部标准水环境监测规范(SL219-2013)进行。水温、透明度现场常规测量,pH、电导率、溶解氧采用多参数水质监测仪(YSI 6600)进行现场监测。测定

总氮、总磷、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、高锰酸盐指数等指标的水样均为现场采集,在实验室按照标准方法进行检测。

2.2.2 水生生物监测

按照《水环境监测规范》(SL219-2013)、《内陆水域浮游植物监测技术规程》(SL733-2016)进行水生生物样品的采集。

(1) 浮游植物

100m水面宽度以上布设左岸、中心、右岸3个采样垂线。水深大于10m,分别在水下0.5m、1/2透光层底部(透光层深度以3倍透明度计)、透光层底部各布设1采样点,进行分层采样后将各层所采水样等量混均。

每个水样计数两次,两次计数的结果取平均值,每次计数结果与平均数之差应不大于±15%,否则继续计数,同样用上法校验。

视野法用以下公式计算1升水样中浮游植物细胞密度。

$$N = (A/a \times n) \times (\mu/V) \times p$$

式中: N—1升原水样中浮游植物细胞数(cells/L);

A—计数框面积(mm²);

a—每个视野的面积(mm²);

n—每片镜视的视野数;

μ—1升水样浓缩后的体积(mL);

V—计数框的容积(mL);

P—每次镜检计数所得的各类浮游植物细胞数。

(2) 浮游动物

浮游动物的样品鉴定和计数通过显微镜完成。计数系在鉴定的基础上进行数量统计,除个体较大的软体动物外,其他皆在实体解剖镜下按属或种计数,并按大类统计数量。

2.3 监测结果

2.3.1 水体理化监测结果

资助信息: 三峡金沙江川云水电开发有限公司宜宾向家坝电厂资助(科研项目编码4021020001-1.5)

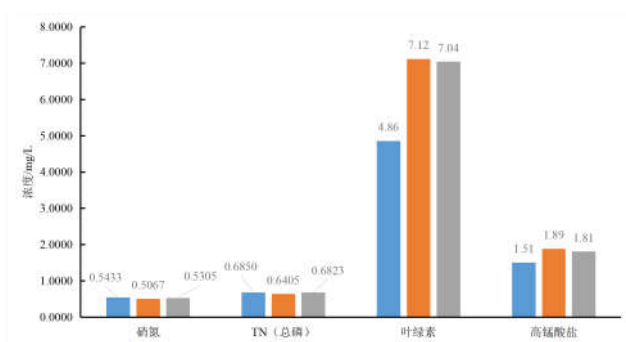


图1 不同采样点环境指标分布范围

2.3.2 水生生物监测结果

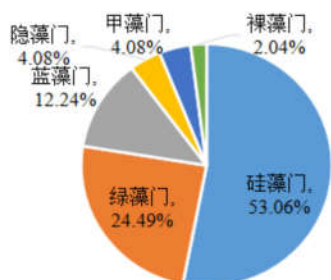


图2 浮游植物各类群百分比

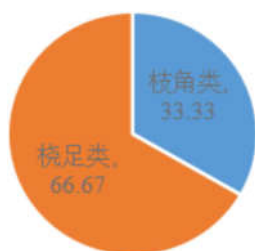


图3 浮游动物各类群百分比

2.3.3 贝类物种鉴定结果

共测序送检的100份贝类样品，其中存在2种不同类型的沼蛤群体，一种为湖泊型（86%），另一种江河型（14%）。

目前，沼蛤在整个长江流域干流和中下游主要湖泊都有分布，但在2010年以前尚未报道在金沙江流域发现沼蛤。这个研究结果表明：梯级电站建成后，改变了金沙江的水文情势（激流状态），形成河库类型的水生态环境，再加上水体营养成分丰富等原因，造成沼蛤大量繁殖，并对水电设施设备造成相当大的危害。

3 沼蛤防治的思路^[1]

成年沼蛤一般不能远距离移动，扩散主要是由幼体来完成，因此水流速度直接影响沼蛤的生存与分布范围，对水流速度具有极强的敏感性。研究发现，当水流流速长期高于1.2m/s，能够抑制输水管道壁面沼蛤附着，

当水流偶然流速高于2 m/s时，输水管道壁面已经附着的沼蛤会被水流冲刷下来。

结合水电站运行的实际情况我们选取了以下三种方法进行试验：

（1）物理方法：调节水流流速，减少沼蛤在管道内的附着；

（2）电磁除垢防治法：电磁波能使贝藻类细胞分子发生有害振动，造成细胞破裂，从而使细胞自溶或死亡；

（3）超声波防治法：利用超声波发生器产生450W-600W超声波，在8.5cm距离内可有效杀死沼蛤幼虫和成贝，主要是造成鳃组织以及肌肉组织损伤，其中鳃中的血管损伤是造成死亡的主要原因。

4 问题解决的方案及实施过程

4.1 生态水箱建设

（1）利用DN300不锈钢管制作两个4m长生态水箱，分为高压水箱、低压水箱；

（2）用4根带调节球阀的DN80水管将高、低压水箱相连，并将管路编号为1-4#；在管路及水箱上安装测压表、流量计、水温计进行监测；

（3）将4根DN80钢管等分为不锈钢管、碳钢管两段，对比不同材质沼蛤生长情况。

（4）高压水箱通过DN150连接管路接入水源，低压水箱通过DN100连接管路接入排水系统，并在进出口管路分别安装相应规格的手动球阀，用于调节整个系统的流量及压力。

4.2 沼蛤防治试验方法

（1）流速对比组^[2]

在1#、2#的DN80管路上试验水流速度对沼蛤生长的影响，并与3#、4#管路作对比，通过调节阀门开度控制管路内流速，设置1#管路流速为1.2m/s，2#管路流速为0.5m/s。为不影响超声波防治组 and 变化磁场防治组试验效果，流速对比组需在该两组试验得到有效论证后再进行，即试验开始阶段均采用0.5m/s的流速进行试验，保证四条管路除防治措施外其余条件均相同，后续根据进展对1#管进行流速调整，最大不超1.2m/s。

（2）超声波防治组

在编号为3#的DN80管路上安装超声波装置，设置流速为0.5m/s，并在管路进、出口安装温度计，监视超声波对管内水温的影响，同时在1#、2#管之间的低压水箱部位安装一个插入式超声波发生器，观测水箱内沼蛤防治情况。

（3）变化磁场防治组

在编号为4#的DN80管路上安装电子除垢仪，设置4#

管流速为0.5m/s，并在管路进、出口安装温度计，研究变化磁场对管内水温的影响。

4.3 治理前后效果对比

沼蛤防治试验水生态系统从2023年1月投入试验，至

2023年12月正式结束试验。试验期间每季度停水拆卸检查一次试验管路内沼蛤生长情况，记录不同材质不同试验条件下管内沼蛤生长情况，计数采用单位长度管内沼蛤数量表示。

表1 实验数据记录表

日期 编号			第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	单位
1#管	不锈钢	流速	0.5	0.5	1.2	1.2	m/s
		数量	0	5	8	10	个/dm
	碳钢	流速	0.5	0.5	1.2	1.2	m/s
		数量	0	6	10	11	个/dm
2#管	不锈钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	5	15	18	个/dm
	碳钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	6	16	20	个/dm
3#管	不锈钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	1	2	5	个/dm
	碳钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	2	3	8	个/dm
4#管	不锈钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	1	3	6	个/dm
	碳钢	流速	0.5	0.5	0.5	0.5	m/s
		数量	0	2	4	7	个/dm

通过对管道流速调整防治沼蛤、超声波防治沼蛤、电子除垢仪防治沼蛤近1年时间的试验及数据收集，我们可以得出如下结论：

（1）流速变化对沼蛤在冷却水系统中的生长有较明显的影响，流速改变后1#、2#管内沼蛤生长情况有明显差异；

（2）不锈钢管在冷却水运行过程中不易凝结水垢，管内流道状态优于碳钢管；

（3）电子除垢防治沼蛤装置、超声波防治沼蛤装置均对流道内的水垢有较强的清除作用，能有效抑制沼蛤在冷却水管内的附着生长，经过长达一年的试验，沼蛤在安装有电子除垢装置、超声波防治沼蛤装置的管道内生长量最少，3#、4#管的沼蛤数量均低于8颗/dm；在未采取防治措施的管道内生长量较大，1#管内的沼蛤数量大于10颗/dm，2#管内的沼蛤数量大于18颗/dm；^[3]

（4）超声波防治沼蛤装置运行噪音明显高于电子除垢防治沼蛤装置，对环境造成较大的噪声污染，会对现场工作人员的健康带来一定伤害；

（5）超声波防治沼蛤装置比电子除垢防治沼蛤装置运行过程中的能源消耗较小，但两种方式消耗的能源总

量均较小。

4 结语

本文通过介绍某大型水电站沼蛤防治研究经过，探讨了沼蛤防治的方法及过程。在经历了前期对电站上游水生环境的检测后，提出了流速、超声波、电子除垢等治理冷却水管道内沼蛤的措施，并经过设计生态水箱、对比试验，最终发现高流速、超声波、电子除垢等防治沼蛤生长的措施具有一定的可行性，结合水电站实际运行情况，建议水电站冷却水在运行过程中可适当提高管道流速，并减少冷却水断流时间，同时可采取电子除垢等辅助措施来预防沼蛤大量生长繁殖。本文所述案例可供相关电站参考，希望对保障水力发电机组的安全稳定运行有所助益！

参考文献

[1]李凤滨.一种空水管沼蛤防治系统2022
[2]魏小黑.水利工程污损生物沼蛤在不同环境条件下的行为特性研究2016
[3]张晨迪,徐梦珍.沼蛤幼虫管道湍流灭杀试验研究2016