

提高双向轴流泵安全运行率

吉慧敏 曹宝华 李毅

江苏省淮沭新河管理处 江苏 淮安 223300

摘要: 随着南水北调东线工程建成投运, 淮阴二站运行日益频繁, 针对的双向轴流泵安全运行率不达标情况, 管理单位从人、机、料、法、环、测等方面进行评估, 最终决定对现有监测系统、冷却水系统进行升级改造, 通过本次方案实施, 进一步提高了双向轴流泵安全运行率。

关键词: 水利工程; 轴流泵; 安全运行率; 南水北调; 淮阴二站

1 概述

淮阴二站是大(2)型水利泵站, 工程建成于2002年, 是南水北调东线应急工程之一, 承担着向洪泽湖和淮北地区补水的任务, 属于江水北调第三梯级泵站。淮阴二站安装有3.1ZLQ-5型的立式轴流泵3台套, 配有TLW2800-40/3250型同步电动机3台套^[1]。该站建站时考虑正向电动抽水、反向发电时为里运河活水, 但工程试运行期间发现机组以额定转速反向发电时振动严重超标, 工程建成后一直未使用同转速反向发电功能。2015年、2022年管理单位分别对3#、1#、2#机组进行高压四象限变频器改造升级。

淮阴二站自2015年以来, 年均运行3017台时, 运行时长逐年递增, 通过运行统计发现, 2016、2017、2021年份不仅有正向翻水运行, 也有反向发电运行。

2 现状分析

安全运行率是指机组安全运行台时数与包括机组因设备和工程事故停机在内的总台时数之比的百分数。根据《泵站技术管理规程》(GB/T 30948)^[2]附录B.10式:

$$K = \frac{t_a}{t_a + t_s} \times 100\%$$

为安全运行率; 为主机组安全运行台时数, 单位为小时; 为因设备和工程事故, 主机组停机台时数, 单位为小时。

管理单位对淮阴二站的三台机组的故障停机情况进行统计, 并绘制直方图, 结果如下(见表1):

(1) 正向翻水时: 以2019年5月18日至12月31日为例, 机组总运行8198台时, 因设备故障、工程事故等因素停机约363台时, 估算机组安全运行率为95.6%。

通讯作者: 吉慧敏, 出生年月: 1996年2月, 民族: 汉, 性别: 女, 籍贯: 江苏省淮安市, 单位: 江苏省淮沭新河管理处, 职位: 技术干部, 职称: 助理工程师, 学历: 硕士研究生, 邮编: 223300, 研究方向: 水利工程。

(2) 反向发电时: 根据运行记录(2016年12月13日至2017年2月27日)机组总运行1820台时, 停机78台时, 估算机组安全运行率为95.7%。

(3) 双向轴流泵安全运行率低于《泵站技术管理规程》^[2](GB/T 30948)中要求电力泵站不应低于98%的标准。

表1 故障停机因素统计表

因素	频数(台时)	频率(%)	累计频率(%)
振动异常	228	55.7	55.7
循环冷却水系统故障	99	24.2	80.0
动力电源系统故障	17	4.2	84.1
电气设备过负荷	24	5.9	90.0
辅机系统误动作	29	7.1	97.1
人员培训不到位	12	2.9	100.0
合计	409	100	100

从排列图可以看出振动异常、循环冷却水系统故障两个问题占故障停机总台时达到80%。由此得出结论: 振动异常、循环冷却水系统故障是造成设备故障停机的主要症结。

3 原因确认

管理单位将振动异常、循环冷却水系统故障作为质量控制重点, 利用5M1E科学分析法, 从人、机、料、法、环、测方面讨论。

4 制定对策

针对查找的问题, 管理单位通过维修保养项目进行实施改善。

4.1 完善监测系统

4.1.1 自动化监测系统完善

淮阴二站通过维修项目《淮阴二站机组安全运行在线监测系统》对监测系统进行完善, 通过数据采集装置将振动、摆度、转速、动态电流、温湿度等信号进行转换处理并传输至上位机服务器, 通过定制开发的软件对有效数据进行计算分析, 实时了解水泵关键部件振动、摆度、转速以及电动机动态电流情况的数据变化、越限报警和趋势分

析,评估机组运行状况和安全性,给出机组健康报告。

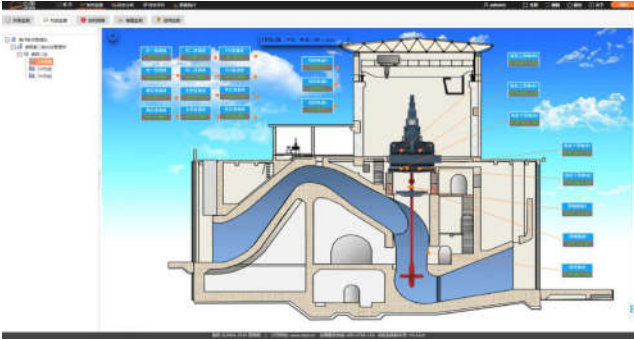


图1 监测系统界面图

通过长期对机组振动、摆度、转速等参数的跟踪监测和数据分析,可以找出水泵部件的运行变化趋势和故障特性,有效判断故障发生原因和部位,以及发现机组的隐患。

效果:系统能为值班人员提供机组振动等数据,当健康状况超过安全风险时能提示值班人员关注运行风险,加强现场巡检,当健康状况严重时,能提醒值班人员立即停机。在系统投入使用后,累计泵壳振动值超预警二十余次,值班人员巡查复核无误,均及时组织停机检查,利用流道驼峰回落水冲刷叶轮室杂物,将机组静置归位,间隔2小时后再次开机,泵壳振动值均能大幅度下降,振动减小,运行平稳。

4.1.2 机械监测系统完善

采用在表盘粘贴限值条的方式,区分合理及不合理压力值范围,通过人员观测进行判断报警;采用巡视检查项目内容规范化管理,将压力、温湿度、振动、噪音等检查项目合理运行区间上墙明示。

效果:通过限值标准上墙、上表及开发分析软件两措并举效果明显,成功减少机组故障停机台时,达到提高双向轴流泵安全运行率效果目标。

4.2 改变冷却方式

4.2.1 冷却系统组成



图2 轴瓦冷却器系统图

淮阴二站通过2020年度维修项目对原有的水冷系统进行改造,更换为适用性更好的空调冷却方式,对比市面上的空冷设备,最终采购安装ZWLQ系列轴瓦冷却器(专利号2016203856210.0)(见图2)。

冷却装置由压缩机、换热器及自动控制单元等组成。冷却机组大体采用风冷却^[3],采用微电脑控制,轴瓦冷水机组能根据进水温度及时调整回水温度,自动控制能量条件,达到节能运行,通过变频调节,在外部环境温度不同时,调节循环冷却水系统内部冷水压力(0.1-0.15MPa),实现水流控制,保证冷却效果。有高低压、失压、断水、缺相、过载、欠电压、压缩机内设温度控制保护等功能^[3],并将上述信号上传至上位机同时接受上位控制,通讯采用RS-485通讯接口、ModbusRTU通讯协议与泵站计算机监控系统进行数据交换。

4.2.2 冷却装置性能

单台机组冷却水量不得低于20m³/h,环境温度为35°C时,进出水温差不低于5°C^[4]。

4.2.3 管道布置

管理单位对两台冷却机组平行布置,互为备用。与现有水系统的管路连接在联轴层东头进回水母管处。动力电源就近从检修照明动力柜取电。最后,新安装的冷却机组,经过调试运行,达到三台机组同时运行的冷却量需求^[5]。本次项目共更换镀锌水管215m、水管保温管道145m、闸阀15个、排污阀4个、增设管道增压泵2台。

效果:每台机组上下油缸的热量经过冷却器内的循环水带出经过空调制冷降温再流回机组上下油缸冷却器中^[7],如此循环工作,达到降温效果。另外,空调制冷还可以根据季节变换、气温变化设定制冷温度,更加合理高效。

4.3 加强人员培训

4.3.1 制定详细的教育培训计划

针对可能存在的人员误操作行为,管理单位制定了详细的教育培训计划,并跟踪检查。

4.3.2 运行班组及特种作业人员均持证上岗

对于参加运行班组的人员要求100%通过高压电工考试并持证上岗^[6],对于起重工、电焊工等岗位要求岗前经过理论考试、实操考核,并定期复审。

4.3.3 新职工岗前教育

针对新职工,管理单位严格按照《职工教育》规定要求,上岗前进行三级安全教育培训,培训时间满足规定学时要求。

4.3.4 效果

为进一步确认操作人员技术水平,管理单位对运行

班组成员展开了运行班组培训考试，全员成绩超过90分，均合格。

5 结语

改造完成后，小组成员对双向轴流泵安全运行情况进行了跟踪调查，并对2022年1月-6月期间其运行状况进行了统计，将调查结果与之前的进行了对比，结果如图3所示：

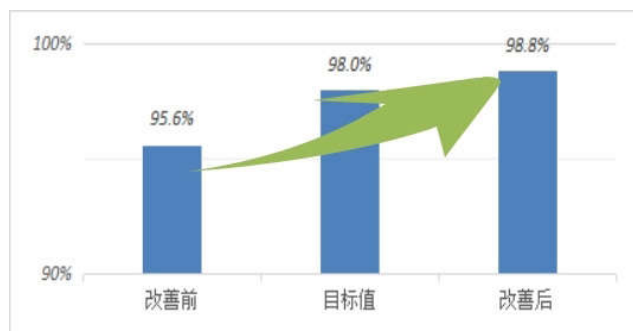


图3 改善后效果图

管理单位严格按照PDCA程序循序渐进^[8]，每个阶段都谋求以客观事实和数据说明问题，通过维修养护项目的实施，有效提高了双向轴流泵安全运行率，达到规范要求。

为了进一步巩固提高双向轴流泵安全运行率成果，管理单位将改进后设备操作流程标准化管理^[8]，通过江苏省淮沭新河管理处审核后，已纳入《淮阴二站工程管理细则》并上墙明示。

参考文献

- [1]淮阴二站.淮阴二站基本情况[M].淮阴二站档案室:江苏省淮阴第二抽水站管理单位,2005,2002(1)2-33
- [2]GB/T 30948-2021泵站技术管理规程[S]北京:中国标准出版社,2021
- [3]董传强姚辉勇.长沟泵站机组系统供水改造方案设计[J].山东水利.2018,5:7-8
- [4]郑建峰.魏家堡水电站增效扩容分析与改造应用[J].中国水能及电气化,2021,200(11):21.
- [5]黄健 张玉平.抽水蓄能电站设备系统规划和管理优化策略研究[J].中国水能及电气化,2021,196(7):37.
- [6]吴良宇汪昊蓝.皂河站冷却水系统改造可行性分析[J].机电工程技术.2018,47(07):151-155
- [7]T00/CWEA2-2017 水利工程质量管理小组活动导则[S].北京:中国标准出版社,2017