

水电站渗漏排水系统运行分析及优化

覃战 曹云 薛磊 达瓦索朗 次旺旦增 索朗旺顿
华能西藏雅鲁藏布江水电开发投资有限公司藏木水电厂

DOI:10.12238/hwr.v6i4.4346

[摘要] 介绍和分析水电站渗漏排水的设计、运行情况,运行人员应观察渗漏集水井水位的变化、水泵启停时间及间隔,对渗漏排水泵进行分析,为保证水电站渗漏排水安全运行提供依据。并根据渗漏排水泵启停时间变化量,提前做好排水泵维护检修工作,提高水电站的安全可靠性。

[关键词] 渗漏排水; 运行时长、间隔时间; 变化量; 水电站运行

中图分类号: TV74 文献标识码: A

Operation Analysis and Optimization of Leakage Drainage System of Hydropower Station

Zhan Qin Yun Cao Lei Xue Davasolang Ciwangdanzeng Sorangwangton
Zangmu Hydropower Plant of Huaneng Tibet Yarlung Zangbo River Hydropower
Development Investment Co., Ltd

[Abstract] This paper introduces and analyses the design and operation of seepage drainage in hydropower stations. Operators should observe the changes of water level in seepage catchment wells, start-up and stop time and interval of pumps, and analyze the seepage drainage pumps so as to provide basis for the safe operation of seepage drainage in hydropower stations. According to the variation of start-up and stop time of leakage drainage pumps, the maintenance and repair of drainage pumps should be done well in advance to improve the safety and reliability of hydropower stations.

[Key words] Leakage drainage; operation time; interval time; variation; operation of hydropower station

引言

水电站渗漏排水主要包括机械设备漏水、水轮机顶盖与大轴密封的漏水、下部设备的生产排水、厂房下部生活用水的排水、厂房水工建筑物的排水及厂房下部消防用水的排水等,具有的特点是来水零星且量小,位置较低,一般采用渗漏集水井收集,再用排水泵排水。水电站由于设计、施工及机组安装工艺的不同,会导致渗漏集水井来水量的不同,如果在来水量增大且渗漏排水泵故障、排水不佳,集水井水位上涨较快处理不及时,导致轻则设备损坏,重则水淹厂房,因此运行人员需要时刻掌握着渗漏集水井水位变化、排水泵启、停情况,做好运行分析和处理,提高渗漏排水的可靠性,对水电站安全、稳定、经济运行具有重大的意义。

1 ZM水电站渗漏排水系统简介

ZM水电站渗漏排水系统2014年11月正式投入使用,主要由尾水盘形阀操作廊道排水、厂房上游地漏排水、厂房下游地漏排水、主轴(大轴)补气排水、机坑排水(主轴密封排水、顶盖自流排水等)、循环水池集水井溢流及放空管排水、低压气罐及空压机排污、中压气罐及空压机排污及尾水盘形阀操作廊道事故备用排水汇集在一个集水井内,再由3台潜水深井泵、1台排污

泵,1个控制柜和3个动力柜组成,渗漏排水泵由PLC程序控制根据集水井水位自动启、停,将水排至尾水。

2 ZM水电站渗漏排水泵及集水井主要技术参数

2.1 ZM水电站渗漏排水泵

厂家: 云南弗瑞特, 型号: 350QRJ450-50X1, 数量: 3台, 额定流量: 420m³/h, 额定扬程: 55m, 扬水管连接方式: 法兰连接, 泵总重: 1275kg, 配套电动机型号: 93kW-2p, 电源: AC380V, 50Hz, 转速: 2900rpm, 绝缘等级: F级, 启动方式: 软启动, 总功率: 93kW, 水泵额定效率: 80%。

2.2 ZM渗漏集水井

渗漏集水井底部高程: 3218.00m, 停泵水位: 4m, 1#泵启动水位: 8m, 2#泵启动水位: 8.5m, 3#泵启动水位: 9m

高水位报警: 9m, 最高报警水位: 10m, 潜水深井泵安装高程: 3241.80m, 渗漏集水井有效容积: 283m³。

2.3 ZM水电站排污泵

型号: WQS115-65-45, 数量: 1台, 额定流量: 115m³/h, 额定扬程: 65m, 出水口连接方式: 法兰连接, 泵总重: 900kg, 水泵额定效率: 60%, 电源: AC380V, 50Hz, 转速: 1470rpm, 绝缘等级: F级, 启动方式: 软启动, 总功率: 45 KW。

3 水电站渗漏排水系统

(1) 水电站渗漏排水系统指渗漏水源、渗漏集水井、电源、渗漏排水泵及PLC控制程序、排水管路和阀门等组成的排水系统。

(2) 影响渗漏排水的主要因素是排水泵,可以说排水泵是渗漏排水系统的核心,只有渗漏排水泵工作正常,才能保证渗漏排水系统正常运行。

(3) 渗漏排水系统正常运行离不开水电站运行人员日常维护及紧急情况下的事故处理能力。

4 ZM水电站渗漏排水泵运行维护

4.1 ZM水电站渗漏排水泵存在的问题

渗漏排水泵自投入使用故障次数统计(单位:次)

| ZM水电站渗漏排水泵故障统计单位:次 | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年份 名称 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 |
| 1号泵 | 0 | 0 | 5 | 4 | 3 |
| 2号泵 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 |
| 3号泵 | 0 | 1 | 3 | 5 | 2 |

(1) 经统计从2015年至2019年渗漏排水泵共出现33次故障,故障多集中在17年和18年,故障较为频繁。

(2) 渗漏排水泵多为单台泵故障,其中两台泵同时故障出现3次,两台泵同时故障且另外一台抽水效率降低出现1次,导致渗漏排水系统出现严重问题或排水效果差,如果处理不及时,可能会导致水淹厂房。

(3) 根据渗漏排水泵故障类型看,机械故障30次占总故障的90.9%,电气故障3次占总故障的9.1%。

(4) 根据渗漏排水泵检修结果统计,机械故障原因多为水泵机械零部件磨损,导致检修时间较长,影响渗漏排水系统的正常工作,电气故障多集中在控制回路和电机绝缘方面,但故障率较低。

4.2 原因分析

(1) 渗漏集水井水质较差,汛期水中泥沙含量重,集水井内淤泥和杂物较多,对排水泵转轮磨损较大,引起转轮损坏。

(2) 渗漏排水泵的安装工艺精度不够,检修时拆装频繁,导致机械零部件受损。

(3) 渗漏排水泵的材质抗磨性差。

(4) 渗漏排水泵长时间停运,导致电机绝缘受潮损坏。

4.3 运行分析处理

(1) 渗漏排水系统中常见的几种故障现象。

(2) 渗漏集水井来水突然增加,渗漏排水泵排水不及时,水位上涨较快。

(3) 渗漏排水泵抽不上水或抽水效果不佳。

(4) 渗漏排水泵报故障,导致不能排水,影响排水系统。

(5) 渗漏排水泵运行中电流降低。

(6) 渗漏排水泵运行中振动偏大,噪音较大。

(7) 针对以上故障,运行人员只有时刻掌握渗漏排水泵的启、停规律,才能及时发现设备缺陷,及时处理,另外运行人员还应做好排水泵故障后事故预想。

(8) 渗漏排水泵正常工作次数及启、停时间统计(以2018年的数据为例,数据来源上位机报表和运行日志)。

(9) 根据渗漏排水泵运行情况表中数据可知,泵的运行次数和运行时间直接与渗漏集水井的来水情况有关,而来水较大的影响因素主要有机组的开机台数和厂房漏水的情况。

(10) 渗漏排水泵一天中最少启动8次,最多启动16次,渗漏集水井水位上涨4m最快不到1.5h。

4.4 渗漏排水系统故障诊断和处理措施

(1) 运行人员上班期间查看运行日志中排水泵每次运行时间、启停次数,再根据渗漏排水泵每年、每月的启、停时间,启停次数统计表进行对比分析,判断排水泵存在的缺陷,及时进行检查。

(2) 水电站现场值班人员巡检时,注重观察排水泵电气量(如电流大小)、机械量(如压力、示流器信号、水泵振动情况是否在正常范围内),发现异常及时倒换排水泵并通知专业人员检查。

(3) 集控运行值班人员,准时抄录渗漏排水泵的运行日志,每次抄录完成后根据启停情况判断,发现问题及时通知维护专业人员检查。

(4) 上位机不定时地调出渗漏排水泵的事件表,查看排水泵的启动次数和启、停时间的变化量。

(5) 上位机不定时地调出渗漏集水井水位变化曲线,并根据曲线的斜率分析排水泵的运行工况,发现缺陷及时通知专业人员检查。

(6) 在出现2台渗漏排水泵同时故障且集水井水位上涨,则可以启动排污泵排水,并监视集水井水位变化情况。

(7) 在出现3台渗漏排水泵同时故障且集水井水位上涨较快,可以先启动排污泵,然后增设临时的潜水泵排水,对故障泵做好安全隔离后进行抢修。

5 ZM水电站渗漏排水系统的优化措施

(1) 当渗漏排水泵出现缺陷,抽水效果不佳,排水泵一直启动集水井水位变化缓慢,运行人员未能及时发现,可以通过监控专业人员在PLC控制程序设置渗漏排水泵运行超时报警,根据上表统计数据可得运行较长时间为84.7min,可以将渗漏排水泵运行超时报警的时间设置为120min,待出现超时报警后,运行人员及时调出相关数据、曲线进行分析。

(2) 由于渗漏排水泵检修恢复运行,会根据集水井水位一直启动检修过的排水泵直到3台排水泵运行的总时间相等,才会根据排水泵的主用、辅助、备用依次轮换运行,因此检修后排水泵会一直连续运行,水泵频繁的启动,可能导致电机花键损伤和电机过热,因而降低排水泵的使用寿命,而未运行的排水泵因长时间运将出现电机受潮,绝缘损坏;针对此种情况可以通过专业人员修改PLC程序,使排水泵按照主用、辅助、备用依次轮换运行,延长排水泵的使用寿命。

2018年渗漏排水泵启动情况统计表

| 名称 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 泵运行次数/天 | 8 | 10 | 14 | 16 | 16 | 15 | 14 | 12 | 12 | 13 | 12 | 11 |
| 1号泵运行时间/次 | 37.31 | 52 | 36.14 | 33.5 | 32.17 | 37.05 | 55.2 | 84.7 | 68.08 | 61.08 | 62.58 | 64.35 |
| 2号泵运行时间/次 | 33.48 | 48.6 | 36.73 | 31.74 | 34 | 35.21 | 41.8 | 61.23 | 65.58 | 65.33 | 66.28 | 61.63 |
| 3号泵运行时间/次 | 33.06 | 52.14 | 39.4 | 33.23 | 31.06 | 33.42 | 44.62 | 61.94 | 61.74 | 57.67 | 0 | 0 |

备注: 泵的运行时间为min, 以上数据均为平均值。

(3)因渗漏集水井泥沙淤积较多,水中泥沙含量较大对泵的磨损较大,排水泵故障率较高,可在排水泵底端装设防沙结构和装置(如不锈钢石油防沙V型绕丝过滤管),减轻排水泵机械部件的磨损程度。

(4)定期启动渗漏排污泵(每周1次),对渗漏集水井水低进行排污。

(5)每年汛前、汛后让专业人员对渗漏集水井进行清淤。

(6)350QRJ450-50X1渗漏排水泵的故障率较高,维修成本增加,其主要原因排水泵自身材料耐磨性较差而水电站渗漏水泥沙含量较重,350QRJ450-50X1排水泵要求泥沙含量不大于0.01%,不适用ZM水电站,制定渗漏排水泵技改方案,针对集水井内含沙量较大的特点,可选用性能和参数相近的排污泵(如250WQ-500-50-160,250WQ650-55-200该系列排水泵具有不怕堵塞,耐磨损、运行可靠、维修方便、排水彻底、便于安装和自动控制程度较高等特点),从而提高渗漏排水的可靠性。

6 结论

水电站渗漏排水泵安全可靠地工作,运行人员掌握渗漏排水泵的启停规律,并在值班时根据排水泵的工作规律,认真、仔细地去分析,及早发现泵存在的缺陷,通知维护人员及时进行处理,同时运行人员做好所有排水泵故障后的应急处理预案。并根据排水泵的工作情况提出优化和技改方案,保障泵的可靠运行。才能保证渗漏排水系统排水正常,也才能实现水电站的“无人值

班、少人值守、远程控制”的目标,才能保证水电站安全、稳定、优质、经济地运行。

[参考文献]

- [1].《水泵技术》杂志调查问卷[J].水泵技术,2022(01):72.
- [2].水轮发电机组值班员(中级、高级)鉴定内容及要求[J].云南电业,2003(02):46-47.
- [3]刘剑秋.水轮发电机组甩负荷的自动关机[J].小水电,1996(05):47-48.

作者简介:

覃战(1989—),男,汉族,四川达州人,本科,中级工程师,运维部运行值班,研究方向:水电站运行分析。

曹云(1989—),男,汉族,青海海东人,本科,中级工程师,研究方向:水电站运行分析。

薛磊(1988—),男,汉族,四川资阳人,本科,中级工程师,研究方向:水电站运行分析。

达瓦索朗(1989—),男,藏族,西藏山南人,本科,中级工程师,研究方向:水电站运行分析。

次旺旦增(1988—),男,藏族,西藏阿里人,本科,中级工程师,研究方向:水电站运行分析。

索朗旺顿(1989—),男,藏族,西藏日喀则人,本科,中级工程师,研究方向:水电站运行分析。