

压油装置常见故障处理及优化改造

田小兵, 张毅
(贵州构皮滩发电厂, 贵州 遵义 564408)

摘要: 乌江水电开发有限责任公司构皮滩发电厂调速系统压油装置自投产使用以来故障率高, 多次发生渗漏、油泵震动过大、油泵无法正常加/卸载等情况, 同时油泵运行方式不合理, 无法满足经济运行的要求。针对以上情况, 从设备密封改造、控制程序优化等方面进行完善提升。大大提高了压油装置的经济性, 同时完全避免了因设备缺陷导致的渗漏情况, 具有一定的推广价值。

关键词: 压油装置; 常见故障处理; 设备密封改造; 控制程序优化

中图分类号: TM 621 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674 - 1951 (2018) 06 - 0041 - 03

0 引言

水电厂压油装置主要为调速系统提供稳定的导水机构控制油压, 压力油在要求的压力范围内, 通过油压缸体的动作, 增减导叶开度, 控制过水量大小, 实现调节负荷的目的。事故情况下, 通过其事故回路, 动作导水机构, 从而实现快速停机, 保障设备安全。

乌江水电开发有限责任公司构皮滩发电厂(以下简称构皮滩电厂)压油装置运行以来, 长期出现组合阀加、卸载时振动过大、油泵轴承密封破损喷油、油泵无法正常加载等问题, 同时油泵长期空载运行, 经济性较差。针对以上问题, 构皮滩发电厂通过设备改造、程序优化、调整运行方式等手段, 大大降低了压油装置的故障发生率、提高了其经济运行能力。

1 构皮滩发电厂压油装置存在的问题

1.1 油泵加、卸载时振动过大

通过日常跟踪检查, 每台机的压油装置 #1, #2 油泵运行无异常, 而 #3 增压泵加载、卸载时, 声音明显较大、且不均匀, 油泵本身和出口组合阀的振动都较为明显。现场采取便携式振动测量仪对泵进行检查, 发现泵运行时振动量明显超标。GB/T 29531—2013《泵的振动测量与评价方法》中振动级别分为 A, B, C, D 4 级, 其中 D 级为不合格。A 级振动烈度为 0.28 ~ 0.71 mm/s; B 级振动烈度为 0.71 ~ 1.80 mm/s; C 级振动烈度为 1.80 ~ 2.80 mm/s; D 级振动烈度为 > 2.80 mm/s。构皮滩发电厂实际油泵振动数据如图 1 所示, 对照标准判断为 D 级, 不合格。

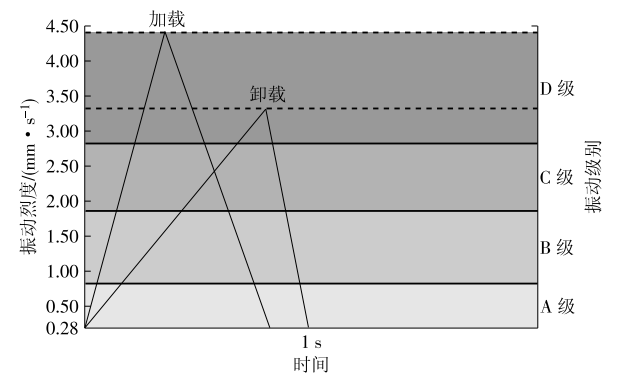


图1 油泵加、卸载震动

1.2 油泵轴承密封磨损

构皮滩发电厂油压装置渗漏性缺陷主要出现在管路法兰、组合阀、油泵出口密封处, 其中油泵出口轴承密封渗漏后果最为严重和频繁, 甚至在 1 年内多次出现密封破损喷油事件, 造成较大的油量损失, 油位过低, 险些构成低油压停机事故隐患。

对 #3 增压泵进行检修, 拆除油泵轴承密封, 如图 2 所示, 检查其骨架密封磨损情况, 拆卸前, 发现骨架密封已从压盖处被挤出。拆除后, 发现骨架密封磨损严重, 磨损总量为 1.5 mm, 且存在破损。

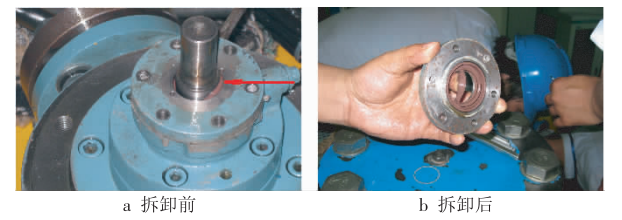


图2 油泵轴承密封拆卸

1.3 油泵控制系统无法正常加载

经过检查分析, 油泵不能正常加载的影响因素为控制回路继电器等电器元件故障、内部程序不合理、压力开关故障、加载阀本体故障等^[1]。通过长时间的跟踪检查发现, 加载阀本体无论从电磁阀还是

内部机械机构均正常,控制回路电气元件未发现明显异常。进一步开展程序段和压力开关的精度校验,最终发现不能正常加载的原因有 2 项。首先,程序段中油泵的启动信号为保持量,组合阀加载时,程序误判断为油泵仍在启动过程中,从而无法启动加载程序。其次,停泵用的压力开关存在漂移情况,偶尔会无法返回停泵信号,程序中误判为油泵停泵动作,从而无法加载。根据 JJG 544—2011《压力控制器检定规程》要求:动作值误差 = 量程值 (10 MPa) × (± 2%) = ± 0.2 (MPa); 返回误差 = 量程值 (10 MPa) × (± 3%) = ± 0.3 (MPa)。压油装置压力开关动作值及返回误差见表 1。^{#2, #4} 机停泵压力开关误差较大,存在漂移。

表 1 压油装置压力开关动作值及返回误差 MPa		
机组	动作值误差	返回误差
#1	0.15	0.21
#2	0.22	0.32
#3	0.16	0.20
#4	0.23	0.34
#5	0.14	0.19

1.4 #3 增压泵长期不间断运行

原运行方式压油装置 ^{#3} 泵为长期运行,正常情况下为空载运行状态。当压油系统压力低于启泵压力值 6.1 MPa 时,控制系统加载,油泵变为负载运行,正常打压。当压油系统压力高于停泵压力值时,控制系统卸载,油泵变回空载运行。但是通过长期观察和统计发现油泵真正的利用效率很低。一天按照 1440 min 计算,真正油泵负载运行的时间平均在 440 min 左右,计算出实际利用率为 30%,可以看出其余 1000 min 均为油泵空载运行时间。其 1 000 min 的泵空载运行时段,完全可以将油泵停止运行。^{#3} 油泵的额定功率为 15 kW,空载功率一般按照 25% ~ 45% 计算,粗略估计其空载功率为 4.5 kW,1 台泵 1 天内空载浪费的电量为:(1 000/60) × 4.5 = 75 (kW · h);5 台机每天浪费电量为 375 kW · h,即 375 度电。

另外油泵的长期运行也会加速轴承密封磨损,大大降低电机和油泵的使用寿命。

2 对策措施

2.1 油泵加、卸载时振动过大处理

影响油泵振动的主要因素有水平度、轴线中心位置、油流振动等情况^[2]。针对以上因素逐一进行了排查和检测,泵的水平度、轴线中心甚至电气回路等均未发现异常情况。泵在加、卸载运行过程中发现泵和组合阀的振动明显加剧。对管路和组合阀解

体检查后发现,原组合阀内部节流孔过大,为 2 mm,如图 3 所示。



图 3 节流孔

当组合阀加、卸载时,内部油流量大、流速较快、冲击较大,从而导致组合阀和泵的振动剧烈。初步考虑将其节流孔改小,但节流孔改得过小,会造成管路内油流流速、流量过小而憋压,电机负担增加甚至过载。经过反复试验,发现节流孔在 1.5 mm 时油泵和组合阀的振动较小且电机运行声音正常,负载电流稳定。

通过对节流孔的改造,减小回油口径,降低液压油对组合阀的冲击,减少了油泵、组合阀的振动。符合目标值 ≤ 2.8 mm/s,如图 4 所示。

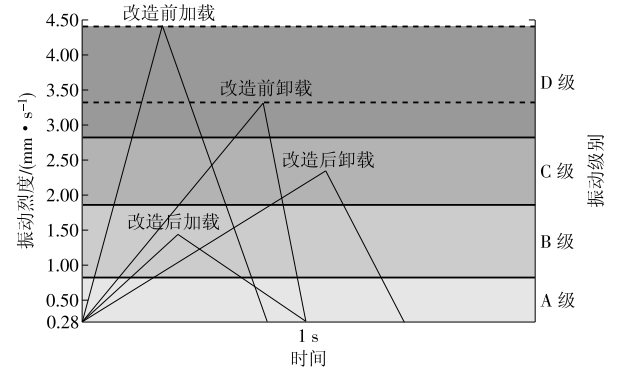


图 4 节流孔修改前、后振动对比

2.2 油泵轴承密封磨损改造

原立式压油泵轴承端盖密封为普通的平压式,在泵油运行过程中,该密封会发生磨损,当轴端密封失效时,泄漏油在离心力作用下会四处飞溅,并通过支架的空隙处向泵外泄漏,给泵运行现场的管理、维护带来了不便。

厂内技术人员通过技术攻关,取得了一种实用新型专利:具有密封作用的立式泵机组支架装置。

其工作原理是为该密封装置三腔式立轴支架,将油泵泵轴套装在内部。具体结构如图 5 所示。

图中:1,6 分别为上下连接法兰;2 为观察窗;3,4,5 均为放油孔;7 为第一腔体与第二腔体间漏油孔;8 为第二腔体与第三腔体间漏油孔;9 为第三腔体密封底板。

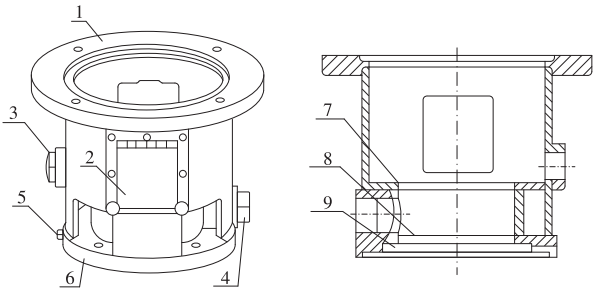


图5 三腔式立轴支架结构

当立式泵机组工作时,泵轴端发生泄漏,在离心力的作用下,带有一定压力的泄漏油向四周飞溅,泄漏油飞溅在第一腔体内,一部分通过3回收,一部分通过7流向第二腔体;同理第二腔体内的油一部分通过4回收,一部分通过8流向第三腔体;第三腔体的油再通过5回收。这种多腔体的结构,有效达到了减缓飞溅的泄漏油高压力的问题,同时多级回收的方式也避免了油量来不及回收的问题。将放油孔3,4,5均与压油装置自身的回油箱直接连接,做到了泄漏油流的有效循环回收。

2.3 油泵控制系统无法正常加载故障处理

针对前面查出的2个影响油泵正常加载的因素进行处理。首先将程序中加载程序段“上升沿”判断进行修改,由“上升沿”保持开出变为脉冲“上升沿”瞬时开出,保证每次动作正确。其次更换精度更高的压力开关,保证停泵信号的正确返回。更换后的压力开关精度误差满足小于0.2 MPa的要求。更换后的新型号压力开关,精度更高,工况更加稳定,通过对策实施,消除停泵压力开关返回误差较大时油泵无法加载的现象,压油装置压力开关更换后的动作值误差见表2。

表2 压油装置压力开关更换后的动作值误差 MPa

机组	原压力开关	新压力开关
#1	0.21	0.10
#2	0.32	0.10
#3	0.20	0.10
#4	0.34	0.10
#5	0.19	0.09

注:标准值,0.10 MPa。

通过对策实施,消除了自动情况下无法加载现象,同时当油泵效率低时能及时报警,符合要求。经统计,“无法正常加、卸载”缺陷数量由活动前6次/半年降低至1次/半年。

2.4 #3 增压泵运行方式优化

更改增压泵运行程序,由原来的24 h长时间运行改为低于6.0 MPa时自动启动增压泵,并延时5 s加载。

调整前后对#1~#5机进行跟踪及参数记录,见表3。

表3 调整前后的#3增压泵参数

参数	调整前	调整后
启动次数/d	62	62
油泵运行时间/(min·d ⁻¹)	1 440	398
油泵加载时间/(min·d ⁻¹)	434	388
有效利用率/%	30	97
平均利用率/%	30.5	97.0

明显可以看出,油泵的运行时间大大缩减,有效利用率由原有的30.5%提升至97%。在延长油泵使用寿命的同时大大节约了厂用电的能耗,真正做到了提质增效。

3 效果评估

3.1 优化后运行情况

通过上述的优化措施后,整套压油装置运行工况明显提升,缺陷发生情况大幅下降,延长了设备使用寿命,降低了人力维护成本、设备检修成本等。优化前后当年设备缺陷次数统计见表4。

表4 改造前后压油装置年缺陷发生次数 次

故障类型	优化前	优化后
振动过大引起的联轴器损坏、法兰螺栓松动	6	1
密封破损引起的漏油事件	8	0
油泵无法正常加载	8	0

3.2 节能降耗效果

3.2.1 节能

因原增压泵长时间运行,改变增压泵运行方式后,使其有效利用率达到97%,单从用电量的经济效益来算,增压泵在连续运行状态下,每天空载时间为16.15 h,在改为间歇运行后,每天空载时间只有10 min,约等于0.17 h。电机空载功率为4.5 kW,每天5台机节约电量为:(改造前空载时间-改造后空载时间)×功率×5=359.55 kW·h,以0.28元/kW·h计算,每天节约100.67元。每月节约3 020.22元,年共计节约3.62万元。

3.2.2 降耗

(1)以往压油装置系统渗漏性缺陷达8次/年,渗漏点基本为管路渗油和轴承密封渗油。改造前定期对回油箱补油,五台机组共计补油量为1 000升/年,一桶175 kg汽轮机油约200 L,按单价2 500元/桶来计算,每年节约1.25万元。

(2)优化后大大缩减了油泵的空载运行时间,由原来的1 440 min(24 h),减少为(下转第46页)

成运行泵气蚀的风险。对此,该部分逻辑优化为:循环水泵运行 60 s,且对应出口液控蝶阀关闭时,延时 10 s(避免关信号短时间误发)跳闸该循环水泵,如图 4(b)所示。

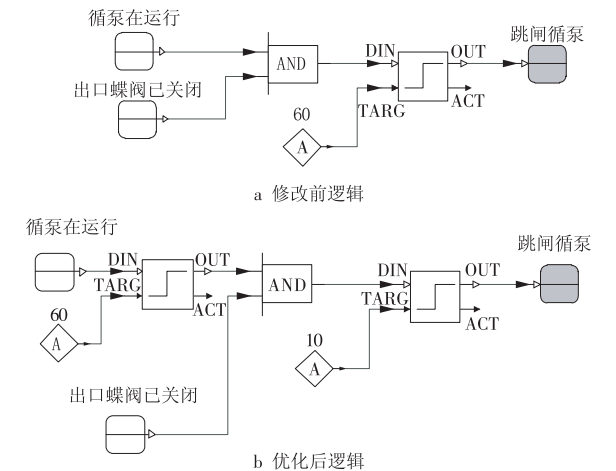


图 4 循环泵跳闸逻辑

3.5 控制装置优化

循环水泵出口液控蝶阀油站动力电源抽屉设计为正反转控制回路,为减少风险点,达到最优设备最优配置,将反转回路相关元器件卸载,以提高供电可靠性。

4 结束语

本文深入分析了某机组循环水泵跳闸导致非停事件的直接原因和间接原因,对油动力站的检修维护规程、循环水泵、循环水泵出口蝶阀、电泵电源柜的控制逻辑进行了针对性的优化,完善了循环水控



(上接第 43 页)440 min(约 7.3 h),假设油泵电机运行寿命为 5 万 h,24 h 运行,可以使用 2 083 d,合计 5.7 年。而优化后初步估计可使用 18.3 年,大大节约后期成本。

4 结束语

水电厂压油装置是电厂的主要控制设备,其运行故障直接危及发电机的主设备安全。该装置的优化运行和故障排除是水电技术的重点内容,油泵的振动超标、油体泄漏、控制程序的故障、经济运行都是必须解决和关注的技术难点,如何成功消除故障和水电厂的安全经济运行有直接联系,本文有一定的借鉴意义。

制系统的缺陷,消除了机组因类似事故造成设备损坏和危及机组安全运行的隐患。

参考文献:

[1]高丽华. 循环水泵液压阀故障原因分析及对策[J]. 中国电力,2002,35(11):92-94.
[2]刘爱民. 提高循环水泵系统可靠性的策略[J]. 华北电力技术,2007(6):19-21.
[3]郭凌云. 循环水泵及液控蝶阀控制系统可靠性分析及改造[J]. 广东电力,2014(3):19-22.
[4]匡磊,李涌斌,张久洲,等. 循环水泵出口液控蝶阀控制系统优化[J]. 华北电力技术,2014(2):46-49.
[5]雷武,夏明珠,王风云,等. 火力发电厂循环水系统存在的问题和解决措施[J]. 工业水处理,2003,23(9):4-7.
[6]张京记,张益谦,李永泽,等. 火电厂循环水运行方式的优化[J]. 河北电力技术,2007,26(3):45-46.
[7]徐海东,刘建华,崔欣,等. 火力发电厂循环水系统优化的研究[J]. 华东电力,2004,32(4):19-22.
[8]徐海东,刘建华,李莉,等. 电厂循环水优化控制系统的研制及应用[J]. 中国电力,2004,37(6):71-74.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

陈春林(1971—),男,山西平陆人,高级工程师,从事自动化控制技术方面的工作(E-mail:13603819023@163.com)。

袁世通(1985—),男,河北武邑人,工程师,工学博士,从事发电厂复杂系统建模与控制方面的工作(E-mail:yst.19@163.com)。

参考文献:

[1]文兴全. 水电厂调速器压油装置油泵频繁启动的原因分析及处理[J]. 现代制造,2009(30):138-138.
[2]葛凯. 平班水电站调速器压油装置控制系统故障分析及处理[J]. 红水河,2015(6):36-38.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

田小兵(1984—),男,贵州遵义人,助理工程师,从事水电生产管理、运行调度、事故处理、设备试验、发电设备检修等方面的工作(E-mail:54582100@qq.com)。

张毅(1987—),男,贵州遵义人,助理工程师,从事水电生产管理、运行调度、事故处理、设备试验、发电设备检修等方面的工作(E-mail:240653236@qq.com)。