

电厂循环水泵润滑油系统压力控制研究

张德平

大亚湾核电运营管理有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i4.8397

[摘要] 循环水泵为热力发电厂热力循环提供冷源,但是循环水泵润滑油系统压力低会导致循环水泵跳闸。基于此,本文通过比较循环水泵润滑油系统压力控制相关设计和逻辑的优缺点,针对压力控制异常情况提出了运维措施。

[关键词] 循环水泵; 润滑油; 压力控制

中图分类号: TE666 **文献标识码:** A

Study on pressure control of lubricating oil system of circulating water pump in power plant

Deping Zhang

Daya Bay Nuclear Power Operation Management Co., LTD

[Abstract] The circulating water pump provides a cold source for the thermal cycle of the thermal power plant. The low pressure of the circulating water pump lubricating oil system will lead to the tripping of the circulating water pump. By comparing the advantages and disadvantages of pressure control related design and logic of circulating water pump lubricating oil system, this paper puts forward operation and maintenance measures for abnormal pressure control.

[Key words] circulating water pump lubricating oil pressure control

引言

循环水泵润滑油系统压力低会导致循环水泵跳闸,迫使发电机组降负荷运行。润滑油系统压力控制不管采取哪种方式,如果整定不当,压力控制和压力保护配合出现偏差,就会成为潜藏隐患。基于此,以下就电厂循环水泵润滑油系统压力控制进行研究分析。

1 循环水泵润滑油系统流程

火电厂和核电厂使用汽轮发电机组发电,高温高压蒸汽使汽轮机转动带动发电机转动,实现将热能转化为电能,汽轮机做功后排出的乏汽需要在冷凝器中冷凝成水,再送往蒸汽发生器吸热产生蒸汽,形成热力循环。循环水系统向汽轮发电机组的凝汽器提供冷却水,是汽轮发电机热力循环系统的最终热阱。

循环水泵直接抽取海水作为凝汽器冷源,为了保证吸入压头,一般设计为立式泵,循环水泵具有低压力高流量的特点,因为电动机的额定转速较高,循环水泵运行转速低,电动机是通过减速齿轮箱和泵进行联接。

循环水泵润滑油系统为循环水泵减速齿轮箱提供润滑及冷却,图1为润滑油回路流程简图。每台循环水泵都配有一套独立的润滑油系统,由油箱、油泵、冷却器、过滤器等设备组成。

正常运行时,由机械驱动的主润滑油泵从油箱内抽取润滑油,通过润滑油冷却器和过滤器将油冷却和过滤,送至减速齿轮箱,然后回到油箱。机械驱动的主润滑油泵装设在循环水泵减速齿轮箱顶部,由连接在循环水泵大轴上的减速齿轮机构带动,提供正常润滑的出口油压。4只逆止阀分别装在机械油泵吸入口和出口,保证无论循环水泵正转、反转,机械油泵都能够从主油箱取油,供给减速齿轮箱。^[1]

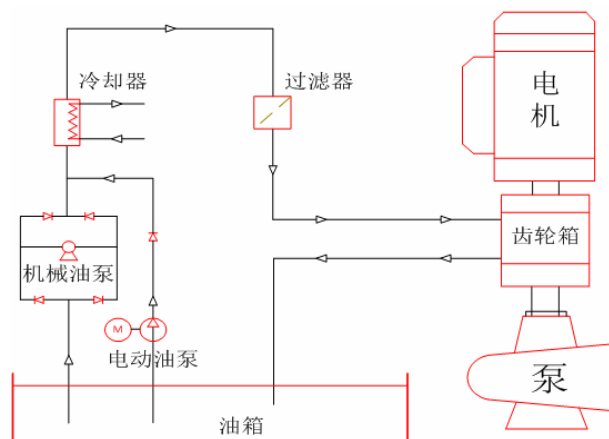


图1 润滑油回路流程简图

只有减速齿轮箱入口润滑油压高于一个定值才允许启动循环水泵,当润滑油压低于一个定值时将跳循环水泵。因此配置了电动油泵作为机械油泵的备用,在循环水泵启停期间或机械油泵提供的油压不足时启动。

电动油泵的控制有手动和自动控制两种方式,当正常启停循环水泵时,先启动电动油泵建立油压,当循环水泵启动后,同轴机械油泵建立油压,停运电动油泵;当循环水泵跳闸或机械油泵故障时,自动启动电动油泵,保证润滑油的不间断供应。

2 润滑油压控制比较分析

循环水泵辅助润滑油压控制设计有多种方式,以下对其进行分别讨论。

2.1第1种方式

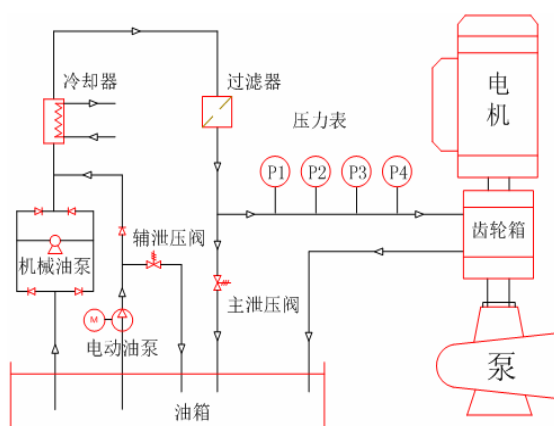


图2 方式1流程图

图2为方式1的流程图,方式1是采用弹簧泄压阀控制压力,弹簧泄压阀的工作原理,到了预设值,阀门开启,当其排放量小于需要的排放流量时,压力上升,排放增加,当需要排放的流量增加时,会在一个高于整定压力的压力点达到动态平衡,所以弹簧泄压阀控制压力是在一定压力范围波动的。

方式1设置一个主泄压阀和一个辅助泄压阀,主泄压阀安装在过滤器到减速齿轮箱之间,控制进入减速齿轮箱的供油压力。辅助泄压阀安装在电动油泵出口逆止阀上游,控制电动油泵出口油压。

在减速齿轮箱入口的润滑油管路上安装有控制压力表,这些控制压力表和泄压阀协同工作,用于控制润滑油压,保证减速齿轮箱正常工作,并在油压过低时停止循环水泵运行。^[2]

泄压阀和压力表的定值设置如图3,说明如下:

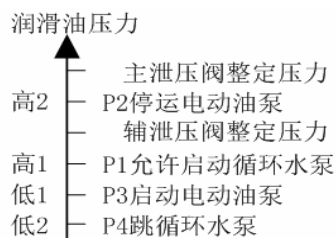


图3 方式1减速齿轮箱入口润滑油压力设定值

2.1.1正常启动

启动循环水泵时将先启动电动油泵,电动油泵出口压力由辅助泄压阀整定,此整定压力要保证在减速齿轮箱入口建立大于高1的润滑油压,压力表P1用于逻辑回路允许启动循环水泵,同时减速齿轮箱入口润滑油压力要低于高2电动油泵停运压力,电动油泵保持持续运行。

当循环水泵启动后,循环水泵带动机械油泵运行,机械油泵出口油压大于辅助泄压阀整定压力,回路由机械油泵供油,主泄压阀控制减速齿轮箱入口压力在高于高2的压力平台,压力表P2延时n分钟后停运电动油泵。

从以上看出,当电动油泵单独运行时,减速齿轮箱入口压力低于主泄压阀的整定值,主泄压阀是完全关闭状态,油压决定于辅助卸油阀,电动油泵出口压力为定值,过滤器的压差会随滤网脏污情况而变化,齿轮箱供油压力也会跟随变化。机械油泵单独供油时,需要给出电动油泵停运信号,机械油泵供油时减速齿轮箱入口压力是高于电动油泵单独供油压力,导致减速齿轮箱供油压力不是恒定的,有较大的变化。

2.1.2正常停运

循环水泵停运,转速下降,机械油泵供油减少,润滑油压下降,下降到启动电动油泵定值时自动启动电动油泵,电动油泵启动供油。

2.1.3故障导致油压下降

当机械油泵本体故障,或者机械油泵入口或出口膨胀节老化导致管道漏气,机械油泵失去供油能力,润滑油压下降,下降到启动电动油泵定值时自动启动电动油泵,电动油泵启动供油。

从以上协同控制看,辅助泄压阀的整定和验证很重要,要按设计值进行整定,不能认为避免跳循环水泵,整定压力越高越好,电动油泵单独运行时减速齿轮箱入口压力要低于高2停运电动油泵定值,否则,在机械油泵故障时,电动油泵启动后延时n分钟会自动停运,油压下降再启动,导致电动油泵启停,甚至油压回升不及下降到低2跳循环水泵,所以进行再鉴定时要验证电动油泵单独运行n分钟超过延时定值后不会自动停运,保证故障情况下的供油。进行再鉴定运行时油温要达到额定运行油温,因为油温低时,沿程管线阻力大,会导致与正常运行压力值有偏差。

2.2第2种方式

图4为方式2的流程,与方式1的不同之处在于取消了电动油泵出口逆止阀上游的辅助卸油阀,电动油泵和机械油泵可以并联供油,根据弹簧泄压阀工作原理,机械和电动油泵并联供油时,油压会比泄压阀设计整定值高。

与方式1电动油泵单独运行时减速齿轮箱入口压力由辅助泄压阀整定不同,方式2不管是电动油泵、机械油泵单独运行,

还是同时运行, 减速齿轮箱入口油压均由泄压阀整定, 电动油泵单独运行或机械油泵单独运行, 压力基本相同, 和方式1相比压力相对稳定。

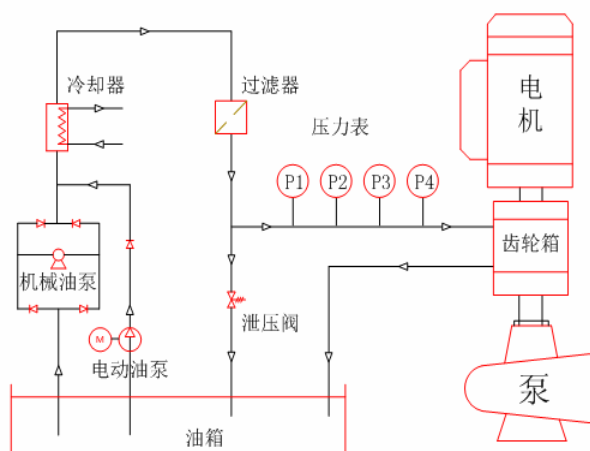


图4 方式2流程图

泄压阀和压力表的定值设置如图5, 说明如下:

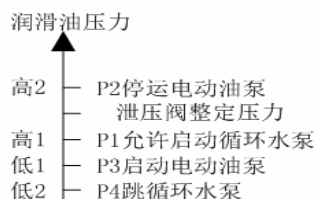


图5 方式2减速齿轮箱入口润滑油压力设定值

2.2.1 正常启动

启动循环水泵时仍是先启动电动油泵, 建立允许启动循环水泵的油压, 当机械油泵启动后, 两泵同时供油, 由于机械弹簧泄压阀的特性, 此时压力高于设计整定值, 达到高于高2的压力, 压力表P2延时n分钟后停运电动油泵。方式2电动和机械油泵可以并联供油, 电动油泵自动停运定值设置就是利用了两泵并联运行油压高于泄压阀整定值。

2.2.2 正常停运和故障导致油压下降

和方式1的控制一样。

2.3 第3种方式

图6是方式3的流程图, 压力控制采用的压力控制阀, 和弹簧阀比, 弹簧阀只能控制安装点的油压, 间接控制工作点的油压, 而压力控制阀直接响应控制油压取样点的油压。另外弹簧泄压阀控制的压力受润滑油油温变化影响大, 压力控制阀在油温变化时控制压力更稳定。

辅助控制阀安装位置和方式1相同, 在电动油泵出口逆止阀上游, 但油压取样点在减速齿轮箱入口管线, 与方式1保持电动油泵出口压力为定值不同, 保持的是减速齿轮箱入口压力为定值。主控制阀安装在电动油泵和机械油泵出口, 油压取样点也在减速齿轮箱入口管线, 实际与方式1一样控制减速齿轮箱入

口压力。

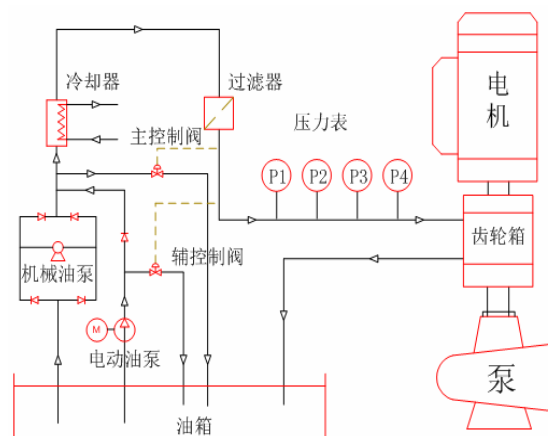


图6 方式3流程图

方式3的压力设定值参照图3, 其中主控制阀整定值对应主泄压阀整定值, 辅助控制阀整定值对应辅助泄压阀整定值, 辅助控制阀压力整定值低于主控制阀, 也低于电动油泵停运定值, 方式3本质上和方式1相同, 减速齿轮箱入口压力在电动油泵单独运行时和机械油泵单独运行是不同的, 但电动油泵单独运行时, 辅助控制阀由减速齿轮箱入口压力进行调节, 不会像方式1那样受过滤器压差的影响, 同时能保证供油压力同时保证电动油泵单独运行时不会达到电动油泵停运定值。

3 总结和建议

(1) 通过以上分析, 方式2一台泵单独运行时, 可以保持减速齿轮箱入口压力稳定; 方式2只设置一个压力控制阀, 整定相对简单; 方式2自动停运电动油泵的定值是两台泵同时供油压力升高才能达到, 电动油泵误停概率低, 方式1或3, 需要辅助泄压阀整定电动油泵运行时的压力, 定值需要兼顾供油压力和电动油泵停运定值, 容易出现定值偏高, 在电动油泵单独运行时达到自动停运定值。方式2为推荐的相对较优压力控制方式, 如果将方式2的弹簧泄压阀改为压力控制阀, 润滑油温变化将有更好响应。

(2) 方式1辅助弹簧泄压阀整定难度较高; 电动油泵单独运行时, 减速齿轮箱入口油压受过滤器压差影响, 可能油压过高触发电动油泵启停, 也可能油压过低跳循环水泵, 不建议采用方式1。

(3) 不管采用哪种方式, 需要在调试和再鉴定时, 通过减速齿轮箱入口管线处的就地润滑油压力表, 观察电动油泵、机械油泵单独和同时运行时的压力满足设计整定值, 不能错误认为避免跳循环水泵, 整定压力越高越好, 尤其是方式1和3的辅助泄压阀是单独整定, 有电厂整定偏高, 正常运行启停控制无异常, 但在机械油泵故障时, 电动油泵启动后延时n分钟自动停运, 油压下降再启动, 导致电动油泵启停, 甚至油压回升不及下降到低2跳循环水泵, 再鉴定规程要验证电动油泵单独运行n分钟

超过延时定值后不会自动停运, 保证故障情况下电动油泵持续运行供油。^[3]

[参考文献]

[1]邓龙杰,郑佳强,齐军.核电厂循环水泵电机滑动轴承特性分析与优化研究[J].核科学与工程,2023,43(5):1041-1048.

[2]件中行,方严,舒东,等.循环水泵润滑油系统的问题分析

及技改[J].科技视界,2022(14):7-9.

[3]何庆镭,崔明路.功能分配的方法在核电机组循环水泵信号分配中的应用[J].自动化博览,2021(07):62-64.

作者简介:

张德平(1970--),男,汉族,四川省南充市人,大学本科,工程师,大亚湾核电运营管理有限责任公司,研究方向:电厂运维。