

高压油顶起装置在单机 650MW 水电站中的应用与优化

周振洋

(四川大唐国际甘孜水电开发有限公司, 四川 甘孜 626000)

摘要: 作为水电站设备的重要组成部分, 高压油顶起装置对水电站的正常运行有着极为重要的作用, 有助于改善水轮发电机组推力轴承的运行工况, 从而减弱推力瓦与镜板之间的摩擦, 降低推力瓦的发热及机组振动情况, 保证水轮机组安全稳定运行。本篇文章介绍了单机650MW水轮发电机组高压油顶起装置的组成、运行工况及主要特点, 结合机组实际运行中出现的有关问题, 对高压油顶起装置的运行工况、程序改进、故障判断及分析进行了简要阐述, 为高压油顶起装置的优化提供一定参考。

关键词: 高压油顶起装置; 水电站; 故障判断

大型水轮发电机组配置高压油顶起装置是为了改善发电机推力轴承的运行工况而设置。在机组启动和停机过程中, 直接将汽轮机油通过油泵打入推力轴瓦与镜板之间的间隙内, 从而避免发生干摩擦现象^[1]。高压油顶起装置能否可靠运行, 直接关系到水轮发电机组的推力轴承、镜板等关键部件的正常运行, 并对机组的正常开机、停机及事故情况下的停机, 起到决定性作用。笔者亲历了该水电站高压油顶起装置的安装、调试、投运、消缺及改进优化工作, 在此基础上加以总结, 浅析了高压油顶起装置在650MW水电站的应用与优化。

1 系统介绍及工作原理

该电站高压油顶起装置系统机械液压部分主要包括油泵电机组、安全阀、单向阀、出口过滤器、压力显示控制器及流量开关等组成, 完成建压、高压油输送及建立油膜等工作; 电气部分主要由控制柜内的PLC、软启动器及相关继电器组成, 完成控制油泵启停、故障判断等工作。

1.1 工作原理

该电站高压油顶起装置油泵配置有两台油泵互为备用, 当一台油泵出现故障时(见图1), 另一台油泵可以正常工作, 所使用的介质为清洁的46#汽轮机油, 额定工作油压为22MPa, 流量为100L/min, 油泵电机功率为55KW。电机由PLC控制启动和停止, 可实现手动启动和自动启动功能。当上位机发出开机令或监控系统单点启动高压油顶起装置时, 油泵电机组启动, 由吸油口过滤器从轴承油箱中吸入清洁的液压油, 经过油泵达到吸油口, 进入推力轴瓦和镜板之间。当油泵出口压力达到拱起压力后, 约17MPa左右(示意图见图2), 高压油顶起装置PLC判断高顶启机正常, 机组推力瓦被顶起, 油泵出口压力迅速下降至泄流压力, 从而达到正常工作状态, 开机过程中当机组达到90%额定转速时, 高顶装置自动退出运行。

在停机启泵过程中, 由上位机停机令或监控系统单点启动高顶油泵, 高顶装置PLC发出命令启动油泵, 待转速下降到90%额定转速后, 再次发出高顶油泵启动, 当水轮机组转速降为0后, 延时由高顶装置PLC发出停泵命令。监控启动信号和转速启动信号为并联关系, 保证停机过程中, 高顶油泵启机正常, 保证机组稳定运行。

1.2 主要运行参数

该电站高压油顶起装置主要参数见表1:

1.3 主要原件及功能

该电站高压油顶起装置主要元件有油泵电机组、安全阀、单向阀、减载启动阀和截止阀。

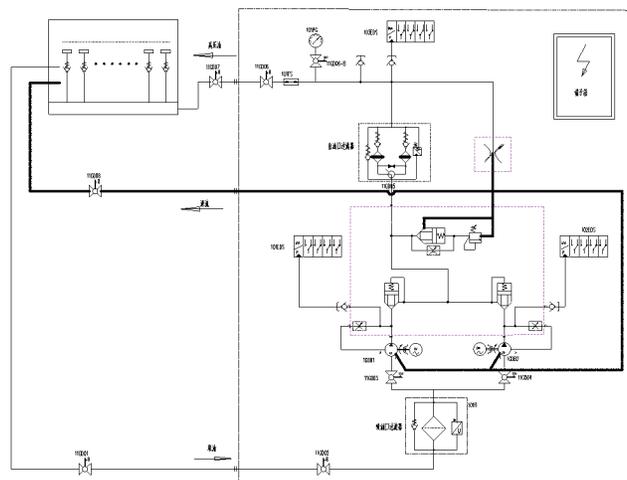


图1 原理图

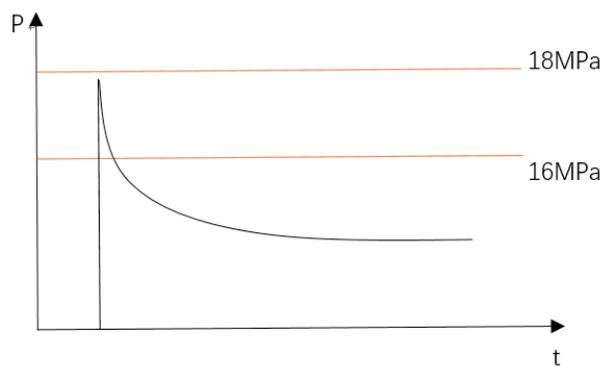


图2 机组启动时高顶拱起压力示意图

表1 电站高压油顶起装置主要参数

项目	参数	项目	参数
一号泵出口压力高报警	20MPa	二号泵出口压力高报警	20MPa
一号泵出口正常压力	10MPa	二号泵出口正常压力	10MPa
一号泵出口压力低报警	4MPa	二号泵出口压力低报警	4MPa
总管出口压力高报警	20MPa	高压拱起压力	17.5MPa
总管出口正常压力	10MPa	开机判断稳定时间	20s
总管出口压力低报警	4MPa	停机完成延时停泵时间	300s
泵启动超时	30s	停机稳定压力高限	9MPa

油泵电机组是高压油顶起装置建立压力的核心元件,该油泵电机组为一体结构,电机带动油泵转动,由吸油口将液压油吸入泵体,由油泵出口将压力有输出。安全阀是用来保护系统过压的原件,当系统压力达到设定值时,安全阀开启,从而防止系统过压。该电站装置中,安全阀压力为28MPa。单向阀作用为防止液压油倒流,同时将两台泵组隔离。减载启动阀可以保证油泵能够低压力启动,使油泵电机启动平稳可靠。截止阀的作用是在一台油泵检修时,油泵前截止阀可以实现另一台油泵单独运行,出油管截止阀能够将输出的压力油隔断。

该电站高压油顶起装置投产设计安装中,为使结构更加紧凑,将安全阀、单向阀、减载阀集成到一个集成阀块中。

2 高顶装置运行中异常现象分析及优化

2.1 开机或停机过程中高顶启机失败

该电站运行投产初期,高压油顶起装置在开机过程中,油泵电机组启泵流程由监控下达并执行开机流程,达到拱起压力成功后向监控反馈信号,当机组转速达到90%额定转速后,高顶启机流程结束;停机过程中,油泵电机组启泵流程由监控下达并执行停机流程,待机组转速降至90%Ne时才执行此停机流程,并且停机过程中,由监控同时发出调速器和高压油顶起装置的停机令。由于在实际运行中工作人员发现以上流程存在不合理之处,即运行中可能出现机组转速已降至90%Ne,但高顶启机失败的情况,导致推力轴瓦与镜板之间油膜减少,造成干摩擦甚至烧瓦风险,最终甚至造成水轮机组非停。

该电站针对这一情况进行研究并作出以下程序优化:

(1) 将监控发出停机令启高顶和转速低于90%Ne信号启高顶由串联程序改为并联程序(见图3、图4)。降低停机过程中,高压油顶起装置油泵组启机失败概率,保证油泵组运行正常,避免停机过程中出现损坏设备情况出现。

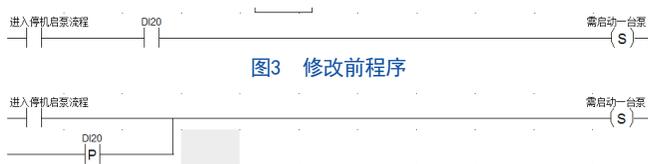


图3 修改前程序



图4 修改后程序

(2) 停机过程中,监控同时发出调速器和高压油顶起装置的停机令,优化为高压油顶起装置启动正常后再由监控发出调速停机令^[2]。避免出现机组优先导叶关闭、转速降低后,出现高顶启机失败的情况发生,造成推力轴承干摩擦,甚至烧瓦情况出现^[3]。

2.2 短时间内连续开机启动高顶失败

该电站经过一段时间投产运行之后发现,高压油顶起装置在短时间内连续启动高顶,其启动失败概率会增大。经过多次试验、检查、分析发现,开机过程中,该电站判定高压油顶起装置启机正常需要判定拱起压力正常,由于高顶油膜具有粘性,而高顶装置在推力轴承表面的出油孔很小,若短时间内连续开机启动高顶装置,推力轴承表面的油膜未完全褪去,具有粘性的油膜覆盖在出油孔,对新打入的高压油造成一定的阻力,在该阻力的作用下,拱起压力无法达到正常值。

连续两次短间隔启动高压油顶起装置,其拱起压力会有明显下降,造成高顶装置判定启机失败的概率增加,最终造成水轮发电机组开机失败^[4]。

通过联系咨询厂家及专业班组分析,由于此问题为设备

设计问题,为保证高顶装置正常运行,亦不可随意修改拱起压力。机组正常运行时,尽量避免短时开启同一台机组。若特殊情况下,可以采取启动两台油泵的办法,使高顶拱起压力达到正常值,但应在监控判定高顶启机正常后及时切换至1台油泵运行,并监视高顶装置运行油压,若出现异常应及时处理。同时,工作人员应该能正确区别出真正的缺陷造成的无法达到拱起压力,切不可在高压油顶起装置故障情况下强行开启机组,致使推力轴承未建立起油膜,造成烧瓦事件发生^[5]。

2.3 开机或停机过程中高顶管路漏油

该电站高压油顶起装置运行过程曾出现手动停机试验时,停机过正中高顶管路漏油情况。在水轮发电机组停机关闭导叶之前,操作人员已提前手动开启1号高顶油泵,油泵启动正常,压力正常,高压油顶起装置运行正常。当机组导叶全关后,机组转速下降至90%额定转速,由于此前操作人员仅将1号泵手动启动,所以2号高顶油泵在“自动”位置,根据高压油顶起装置流程,高压油顶起装置PLC在检测到机组转速低于90%额定转速后,自动启动2号高顶油泵。后期通过检查压力曲线发现,当机组转速降至20%额定转速附近时,1号高顶油泵出口压力降为0,而此时2号高顶油泵运行正常,待机组转速降为0后,2号高顶油泵自动停止。自机组由额定转速降为0,高顶出口压力一直在额定压力范围内。最后经检查发现,高压油顶起装置组合阀出口管路损坏,故障点为出口管路焊点破坏造成漏点。

为避免再次出现以上情况,该电站进行一下改进: 机组停机或检修过程中,加强对高顶装置接头位置的探伤。由于高顶油泵组合阀与出口管路为焊接工艺,机组基建安装时期,焊工工艺有所差异,并且每次机组开停机时,高顶管路将承受最高25MPa左右,最低5MPa左右的压力,加之机组停机及开机过程中振动较大,管路将承受不同方向的应力,加大管路破损的概率,给机组开停机过程增加隐患。在手动开停机试验时,手动开启高顶油泵启机正常后,应该尽快将高顶油泵控制方式把手切至“自动”位,减少高压油顶起装置系统两台泵同时运行的情况,降低高压油顶起装置油管路所承受的压力。

3 结语

高压油顶起装置在大中型水电站的开停机过程中起到重要的作用,对机组安全开、停机有重大的意义,为保证机组安全稳定运行,提供重要的保障。目前,随着水电站自动化水平提高,高内大数据、AI技术的发展,各水电站“无人值班,少人值守,集控运行”势在必行,高压油顶起装置的稳定运行就显得尤为重要。该电站也将继续在设备运行中发现问题,解决问题,持续优化、改进高压油顶起装置,希望能对大中型水电站的设计、安装、调试、运行优化有所贡献。

参考文献

- [1] 王琪,左厉,晏飞,等. 高压油顶起装置直流油泵异常投入分析及处理[J]. 水电站机电技术,2019,42(z1):43-45.
- [2] 杨彦涛. 探究石油测井仪器的耐高压设计[J]. 新型工业化,2019,9(3):46-49.
- [3] 肖先照. 立式水轮发电机推力轴承高压有顶起装置[J]. 设计与研究,2014(4):19-21.
- [4] 何虎. 亭子口电站机组高压油顶起装置控制系统优化[J]. 四川水利,2015,36(6):60-61.
- [5] 王军杰. 梨园水电站发电机推力轴承油槽油混水原因分析及处理[J]. 科学技术创新,2020(14):30-31.