

汽轮机给水回热系统

吴 瑾 (中国原子能科学研究院, 北京 102413)

摘要: 本文分析了目前常规岛给水回热系统中抽汽逆止阀存在的安全隐患, 导致运行安全风险较高, 并针对该隐患提出了改造的设计建议, 来提高设备运行的可靠性, 并为后续提供相应的经验反馈。

关键词: 汽轮机给水回热系统; 抽汽逆止阀; 安全; 可靠性

1 前言

汽轮机给水回热系统是电厂非常重要的系统。其功能是用汽轮机做完功的部分蒸汽加热凝结水和给水, 用来提高汽轮机的热效率。该系统中的抽汽逆止阀是汽轮机重要的保护装置之一。抽汽逆止阀的功能是当汽轮机甩负荷或事故停机时, 能够迅速关闭逆止阀以保护汽轮机。它可以有效地保护汽轮机不致因蒸汽的回流而超速, 并防止加热器因汽侧满水进入汽轮机而造成水击事故。主要作用体现在防止以下事故发生: ①汽轮机各段抽汽管道将汽机与各级加热器或除氧器相连。当汽轮机突降负荷或甩负荷时, 抽汽压力急剧降低, 这些加热器和除氧器内的饱和水将闪蒸成蒸汽, 与各抽汽管道内滞留的蒸汽一同返回汽机。这些返回汽机的蒸汽可能在汽轮机内继续做功而造成汽机超速甚至飞车现象; ②加热器管束破裂, 管子与管板连接处泄漏, 以及加热器疏水不畅造成水位过高等情况, 都可能使水倒流入汽轮机, 发生水击事故。

本文通过对汽轮机给水回热系统和汽轮机抽气逆止阀工作原理, 故障情况和原因, 系统存在的安全隐患进行了分析, 并提出了详细的技术改进方案。

2 汽轮机给水回热系统概况

汽轮机给水回热系统共设置了四段抽汽。第一段抽汽引至除氧器, 为除氧器加热蒸汽; 第二级至第四级抽汽分别引至三台低压加热器, 加热三回路的凝结水。它的每一段抽汽管道上均设有一个抽汽逆止阀。①当汽机故障主汽门关闭时, 汽轮机抽汽系统保护信号触发, 连锁抽气逆止阀控制水系统压力管路上电磁阀打开, 各段抽汽逆止阀自动关闭; ②在任一台低压加热器出现满水事故时, 该台加热器上对应的抽汽逆止阀控制系统保护信号触发, 连锁该段抽汽逆止阀控制水系统压力管路上电磁阀打开, 该台加热器抽汽管道上的抽汽逆止阀自动关闭; ③当保护停堆时, 停堆信号使汽机一段抽汽电动阀关闭, 同时使辅助供汽减压阀打开, 继续向除氧器提供除氧器用汽。

要求自保护信号发出至抽气逆止阀关闭动作时间小于 0.5s。汽轮机现在所用的液压抽汽逆止阀为“通水关”型, 它由阀体、阀碟、操纵装置组成。

当正常运行时, 由凝结水系统提供逆止阀控制压力水, 经电磁阀旁路的节流孔板降压后。自阀门操纵座“工作水入口”经活塞小孔使缸体保持最少流量经“工作水出口”排至凝汽器。目的是保持管路内水流通畅。当逆止阀开启时, 活塞与阀杆在弹簧预紧力作用下处于上限位置, 蒸汽由下往上顶起阀碟, 此时, 阀门处于开启状态。

当汽轮机甩负荷或事故时, 保护信号发出。逆止阀控制压力水管路上电磁阀开启, 将压力水通入活塞上部, 压

力水作用大于弹簧力, 活塞向下移动, 带动阀杆冲击阀碟, 同时在阀碟上部回流蒸汽的作用下, 一起将逆止阀阀碟压向门座, 达到关闭的目的。

3 系统和设备中存在的安全隐患

①当发生失去厂外电事故时, 汽轮机自动主汽门关闭, 汽轮机停机, 抽汽逆止阀应该迅速关闭, 但是, 由于凝结水泵(凝结水泵在失去厂外电时失去了工作能力)已经停运, 抽汽逆止阀失去动力水源, 抽汽逆止阀在弹簧预紧力的作用下仍处于开启状态, 导致蒸汽倒流, 造成汽轮机超速甚至飞车等严重事故发生; ②抽汽逆止阀控制水系统管道、阀门等附件均为碳钢管, 由于常规岛长期不充水运行, 进而造成管路中进入大量空气, 而管路内部的潮湿环境容易促使设备与氧气发生氧化反应, 造成管路锈蚀, 导致系统通道发生堵塞现象, 从而抽汽逆止阀不能快速关闭; ③现有电磁阀它为重锤型截止阀, 主要由截止阀体开阀电磁铁、关阀(复位)电磁铁及机械闭锁机构组成, 它的联动部件多, 动作迟缓率较大, 经常会发生卡涩, 长期闲置后, 使得电磁铁绝缘降低, 造成了抽汽逆止阀延迟动作甚至无法动作的现象, 工作可靠性低; ④抽汽逆止阀操纵装置活塞、弹簧等零件卡涩导致当保护信号触发时, 抽汽逆止阀不能正常动作; ⑤抽汽逆止阀活塞通水孔堵塞, 造成排水不畅, 抽汽逆止阀操纵座内无法快速泄压, 活塞上下部没有压差, 导致抽汽逆止阀不能快速关闭。

鉴于以上原因, 目前的给水回热系统设计的系统工作原理及设备状况均存有较大的安全隐患。不能满足长期稳定运行的需求。必须对该系统和设备进行技术改进。

4 方案设计

结合上述的故障分析, 该设计改造方案主要考虑因素: ①能够可靠地提供阀门动作的控制系统, 不因失电影响阀门的保护动作, 解决失去控制水的问题; ②电磁阀设备本身和供电可靠; ③阀门本身故障率低, 动作可靠。

经过调研, 现在国内各大电厂抽汽系统使用的逆止阀, 大部分为气动式抽汽逆止阀, 该类抽汽逆止阀结构简单, 动力源容易获取, 阀门关闭灵敏, 快速关闭时间可达 0.5~1s, 紧急切断安全可靠。基于以上理念, 鉴于抽汽逆止阀在汽轮机安全保障上的重要性, 其可靠稳定运行是必须保证的, 就现在电厂使用的抽汽逆止阀型号结合快堆具体情况, 将该系统设计为: 原系统压力水控制改为气动控制, 并将液压逆止阀更换为新型的气动逆止阀。

针对上述的问题, 对该系统及抽气逆止阀进行了调研。目前, 各大电站所使用的抽汽逆止阀主要有旋启式逆止阀、电动抽汽逆止阀、油压式抽汽逆止阀、水压式抽汽逆止阀和气动式抽汽逆止阀等五种方式。

考虑到现场的实际情况,建议将系统压力水控制改为气动控制,并将液压逆止阀更换为新型的气动逆止阀。新的系统采用的是新型的气动抽气逆止阀。正常工作时,压缩空气提供开启辅助动力,由流通蒸汽压力打开阀门。当保护停堆、自动主汽门关闭、低压加热器满水等任何保护信号出现时,能够迅速的卸掉压缩空气,使逆止阀关闭。

5 气动逆止阀选型以及原理

该类气动逆止阀主要由阀门本体、执行机构、指示机构三部分组成。

当阀门开启时,电磁阀带电,压缩空气进入气缸推动活塞向上移,压缩空气克服弹簧力,活塞上移带动助关轴上移,使助关装置与阀门之间的约束脱开,阀瓣在正向介质作用力下打开,管路畅通,并使气缸弹簧蓄能。当发生事故时,阀瓣会在反向介质力、重力的双重作用下自行关闭,同时助关装置中,电磁阀失电,气源被截止,排气阀快速排气,弹簧释放能量推动活塞向下移动,驱动阀瓣快速关闭,防止介质倒流。

新的阀门具备以下的优点:①该阀门具备逆止、弹簧重力的双重作用力,同时还配备有助关装置,能够在0.5秒之内迅速关闭,确保汽轮机的安全;②该阀采用了流线型设计,阀门在最大开度下相对压损小,减少了抽汽的压力损失;③该阀设置了开启限位,可防止阀瓣过量开启而引起卡涩现象发生;④当阀门处于开启状态时,为了防止活塞卡涩,可以进行在线手动试验,其操作方法:将手动试验球阀缓慢开启,观察行程指针移动3~5mm左右将球阀

关闭。当阀门正常运作时,关闭手动试验球阀;⑤采用法兰母的连接方式,拆卸简单,方便了今后对阀门进行维修保养。

设计改造后的汽轮机给水回热系统简单,可靠性高,确保了在失电、失气等事故的发生时,气动逆止阀能够快速关闭,保证了机组能够安全运行。①采用新型的气动逆止阀,动作可靠,故障率低;②为四台阀门配备一个压缩空气罐,保证在失气的情况下,满足四台阀门的供气需求;③气动逆止阀的电磁阀,结构简单,并将它连接到220V不间断电源配电柜上,确保了在失电的情况下,能够正常工作,运行安全可靠。

经过优化改造后的汽轮机给水回热系统,能够解决运行时的出现的安全隐患,保护汽轮机,并为后续长期稳定运行提供了保障。

参考文献:

- [1] DL/T 923-2005. 电力标准火力发电厂用止回阀技术条件 [M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 河北省电力公司. 火电工程调试技术手册汽轮机卷 [M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [3] 北京热电总厂. 高压汽轮机运行修订本 [M]. 北京:水力电力出版社,1976.
- [4] 王志伟. 汽轮机运行 [M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [5] 靳职平. 电厂汽轮机原理及系统 [M]. 北京:中国电力出版社,2006.

(上接第178页)制,其泄漏量一般比较大。梳齿式迷宫气封主要有以下缺点:传统迷宫密封在实际运行过程中,并不能完全保证设计间隙,由于起机过临界、异常振动、气流激振等原因,都会使气封齿造成永久性的磨损,导致密封间隙的成倍增加,也就是说,调整好的气封间隙很有可能在第一次启动过临界时就被磨大了。因此考虑到转子过临界转速的振动,梳齿式迷宫气封安装时径向间隙一般为0.6~0.8 mm,根据转子不同情况,有的间隙更大。由于轴封漏汽量较大(尤其在气封齿被磨损后),蒸汽对轴的加热区段长度有所增加,并且温度也有所升高,使胀差变大,轴上凸台和气封块的高、低齿发生相对位移而倒伏,造成漏汽量增加,密封效果得不到保证。

4 背压汽轮机经验故障处理总结

4.1 提升管理人员的素养

通过提升人员素养有利于提高设备管理的整体效果,为此需要保证管理人员的安全意识,确保管理人员在操作设备时的操作精度,并且做好对设备的定期维护工作,采用标准化的程序开展工作,满足对设备质量管理要求,实现对检修工作的标准化管理^[1]。同时,也要加强对全体检修人员的技能培训工作,提升他们对故障分析能力和养护能力,确保在故障发生后能够及时准确地发现维修故障,并且使用正确的措施解决问题。

4.2 做好设备质量的控制

通过加强设备的质量控制有利于保证设备的平稳运

行,降低设备故障发生概率。所以,设备制造厂需要做好内部是管理工作,不断加强对设备的工艺控制,提高设备的总体质量,减少不合格产品。电厂也可以监督设备的制造流程,保证设备符合质量标准,确保电厂能长期稳定运行。

4.3 提升设备安装水平

通过提升设备的安装水平可以保证电厂背压汽轮机的稳定运行,也是保障设备质量的关键工作。为此,现场的安装人员需要对设备进行检查和清洗工作,如果有油管等零件,可以使用化学剂清洗。安装时必须严格按照设备的标准控制,严格控制安装步骤,在设备使用合格之后才能投入到正式使用中,降低设备的故障发生率。

5 结束语

随着社会的发展,对电能的需求量在不断增加,发电厂需要做好背压汽轮机的管理和控制工作,确保背压汽轮机的稳定运行。通过加强背压汽轮机故障的诊断分析,做好检修工作,提高人员的工作水平和做好安装工作,保证背压汽轮机的稳定,提升背压汽轮机的工作效率。

参考文献:

- [1] 戴一晨鸣. 背压汽轮机检修中的关键点探讨 [J]. 质量与市场,2020(18):67-69.
- [2] 李宽宽. 火力背压汽轮机油系统常见故障分析及防治措施 [J]. 机电信息,2019(35):112-113.
- [3] 曹广鹏,刘刚,段士全. 火力背压汽轮机常见故障分析与检修 [J]. 科技创新导报,2018,15(36):88-89.