

火电厂凝结水泵汽蚀的原因及处理探讨

袁军财

(广东粤电安信电力检修安装有限公司, 广东 中山 528445)

摘要:在我国科学技术飞速发展的今天,水泵作为一种将原机的机械能转化为流体的压力和动能,以达到流体的方向输送。在使用中,存在着抽不出水,流量不足,扬程不足,轴承发热功率消耗过大,振动和零部件损坏等问题。在持续的生产过程中,水泵的失效原因及解决是非常关键的。近几年,为了节约能源、提高效率而进行的变频调速技术,极大的扩大了水泵的工作速度范围,并覆盖了整个装置的共振区,使水泵在一定的工作频率下产生了结构谐波,致使很多水泵组的变频器不能投入使用,从而对系统的安全和经济效益产生了很大的影响。本文从燃煤电站凝汽机冷气腐蚀的危害入手,分析其成因,并针对其成因,采取相应的对策,为机组的正常运转打下了一定的理论依据。

关键词:凝结水泵;火电厂;汽蚀;滤网;检修管理

中图分类号: TM621

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2022)16-0118-03

0 引言

火力发电厂是为社会生产和生活的重要动力,随着社会用电需求的迅速增长,在某种意义上给火力发电厂带来了更大的压力,使其在运行过程中极易发生失效。冷凝泵是电站的关键装置,长时间处于高负载工况下,极易发生空化现象,如果不能及时、有效地解决这些问题,将会造成冷凝水的停顿、停机,严重地会对电站的供电质量造成严重的损害。

1 泵的汽蚀

在此条件下,冷库中的冷凝水是饱和的,当水压下降到一定程度时,冷凝水就会发生气泡。气泡在不断聚集,并随着流体的进入压力区域而发生爆裂。这些气泡的产生,聚集,流动和破裂叫做气蚀。为了保证不产生空化和防止泵的振荡,在进行设计时必须保证 MSR 的空蚀容限要比必要的空蚀容限大。为了满足不同工作条件下的 MSR 疏水泵,通常需要在常规工作条件下,有效空蚀余和必要空化剩余的比率必须达到 1.8 以上,才能更好地防止空化^[1]。

在凝冷机运行过程中,由于某些因素,进入冷凝泵入口的冷凝水的温度比这里的冷凝水的水压要高,从而使冷凝水蒸发而产生气泡。当气泡进入高压区时,由于附近的压力较大,气泡会发生气泡的爆裂和空化。长期运转会导致空化、损坏、冷凝泵的输出功率、冷凝水量的减小或停止、冷凝水量的减小和损失。汽轮机组在启动和关闭时,由于缺少了凝汽液,导致汽缸的出汽温度和凝汽器温度不能下降,导致汽轮机组的回汽损失了冷却来源。当装置在正常工作时,由于冷凝水损失,

除氧装置的液面下降,使水泵失水,造成机组的动力不足,造成机组停机,凝结水泵如图 1 所示。



图 1 凝结水泵

2 火电厂凝结水泵汽蚀的原因分析



图 2 凝结水泵汽蚀

2.1 入口管道堵塞

在进行停运维修时，一项重要的工作就是检查凝汽器的内部，在检查的时候，有一些辅助性的物质或者设备会残留在凝汽器的内部，造成凝汽器的进口管路阻塞。因为在现实中，进气格栅是在冷气室内与热井口之间布置的，所以会有一些细小的东西会顺着水流进入过滤器，当过滤器被堵住的时候，就会发出警报，然后将泵分离出来，这样就可以对过滤器进行更大的清洁。除此之外，在冷凝装置中，还会有一些大的东西挡住了进气孔的格栅，这样就会影响进口口的流量，从而造成旋转速度的增加，最终产生空化现象²。

2.2 流动介质内混入了空气

一般来讲，冷凝泵的进料过滤器必须经常进行清理。当过滤器清洁时，如果备用泵进口的阀密封不够严密，很可能造成进口母管内的空气被混入，从而使其在水流的推动下进入泵内。在抽油机运转时，由于混有气体进入某一临界点而产生气泡。如果发生这样的状况，可以立即开启排气系统，将多余的气体迅速排放出去，以减少发生空化的概率，如图 2 所示。

3 案例分析

3.1 设备概况

某厂 1000MW 超临界、二次中间再热、双背压凝汽式机组，配置两台凝结水泵，正常情况下一台变频运行，另一台工频备用。

3.2 异常工况

在 1000MW 机组负载下，进行 100% 的满载测试，B 型冷凝泵的变频工作，A 型冷凝泵处于工作频率的待机状态。在实验期间，B 型冷凝泵出现了振荡、下降、出口压减小、振幅增加、冷凝水量减小、备用工作频率泵联机工作状态良好。

3.3 异常分析

检验 B 冷凝水进口过滤器差压正常，密封水压力正常，冷凝机的真空度正常。检查工艺趋向，在测试期间，因高度加压时，因高度加压保护作用解除，汽机开闭后各段抽汽、主蒸汽管道疏水阀开启，大量的高温、高压疏水流入凝汽器，冷凝器 A/B 的 A/B 压从 7.7/8.2kPa (相应的饱和温度 41/42℃，冷凝水的温度为 43°，最大值为 2°) 上升到 5.76/5.85kPa (相应的饱和温度 34/35℃)，而凝结水的温度从 43℃ 升高到 48℃，与相应的凝汽器的压力下的饱和温度相差 14℃。由于循环水流量、轴封压力和冷凝器的压力增大，导致冷凝水蒸气中存在着大量的高温、高压疏水剂，导致凝汽水的水温上升 5℃。结果表明，冷凝水的上升使冷凝泵入口冷凝水的温度比冷凝水的水压相应的饱和度要高，从而使冷

凝水蒸发，并形成大量的气泡。开启冷凝泵的空压阀，重新开启 B 冷凝泵，工作状态良好³。

4 火电厂凝结水泵汽蚀的有效处理措施

4.1 吸气管和真空管的正确结构

在抽油器和抽油器的抽油管中，一般都是很小的。由于没有正确地选用大小和外形，所以需要改进离心式水泵的空穴特性，以保证在通入风扇前减少对液流的阻碍，并保证液流在正常通畅的条件下。首先，要采用最小的吸水管，这样可以简化它的构造，方便液体的流通，并且把多余的管子如弯头、附件等都最小化。抽吸管道的口径也要适当，若抽吸管道太大，则在较低的情况下会出现不均匀的现象，而太短则会导致较大的牵引阻力，使泵进气口处的流体压下降，对进气口产生不利影响。研究了不同的真空管道的管径对离心泵的气蚀特性的影响。真空管的直径太大，使离心泵中空，使其调整功能大为减弱。喷管的大小及形状对其空化特性的变化具有重要的作用，因此必须加以注意⁴。

4.2 壳体疏水箱内饱和水会发生闪蒸

考虑到降低负载速率的快速，水泵进口温度维持不变。那么，在负载从 100%FP 迅速降低到 90%FP 的情况下，该系统的疏水罐压力从 9.89 巴降低到 8.87 巴，而水泵进口温度仍然保持在 179.4℃。采用 100% 负载的方式，泵进口直径为 DN350，而 MSR 的空蚀量在 -5.2m 左右，出现了空化现象。在此基础上，由于在疏水层中存在大量的闪蒸，导致疏水层发生气泡，导致疏水层高度急剧变化，而闪蒸又会将其吸湿，从而降低疏水层的水压降低速度，水温与饱和气泡的关系如图 3 所示。

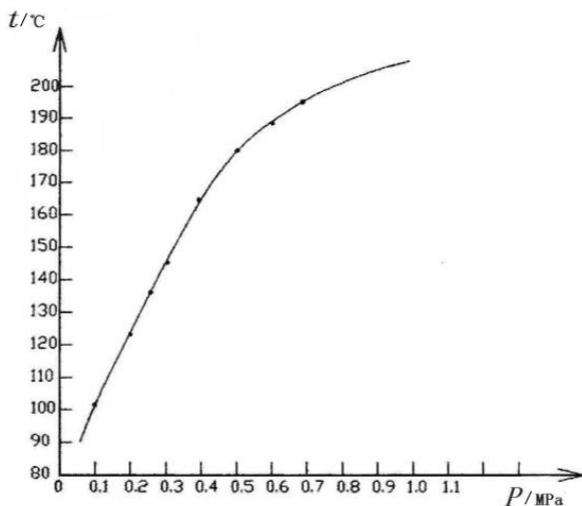


图 3 水温与饱和气泡关系

4.3 蜗旋汽蚀

冷凝泵前端水仓、进水池等部位的布置不合理，抽水口进水口流动混乱，旋风将一部分气流带入泵身，这

种情况具有周期性，而在泵内部产生的漩涡则会对叶片产生破坏，并在叶轮的的压力范围内聚集。另外，螺旋转动的角度和泵内部的水流的转动角度也是不一样的，如果两个方向一致，则泵的相对移动比较小，那么离心泵的动力就会降低，产生负荷量；反之，则由于液体的相对转速高，导致泵的负载过大⁶。

4.4 对水泵全面解体检查

对水泵进行了彻底的检查，其中包含水泵解体检查，水泵基础面的检查。在将冷凝泵的外管悬挂后，发现在安装时，由于采用了隔热层而非二次注浆，造成了地基失稳。对地基地板进行校直和平整。其具体措施是进行二次注浆，选择支座的支座位置，在地基周围放置支座，并在支座上对称排列。通过对泵拆装后的叶片进行测量，得出叶轮轴的曲率为 0.10mm，大大超过了不超过 0.05mm 的要求。此外，还出现了引轮汽蚀和水泵推力轴承的磨损等问题。与制造厂沟通，重新安装泵轴、导轮、止推支座，新轴的曲率为 0.03mm，引轮的静态试验通过，符合操作条件⁹，泵轴样式如图 4 所示。



图 4 泵轴

4.5 加强凝结水泵检修管理

在对冷凝机进行定期或不定时检查后，应将设备内的杂物和灰尘清理干净，防止设备内杂物和凝液泵进口管路出现阻塞。采用规范规范的焊接工艺，避免了水溶性废纸和焊料在管子内滞留，导致过滤器阻塞。

4.6 减少凝结水泵进气

为了降低冷凝泵运行时的进风，应从下列方面进行合理的调整。减少料斗的高度和下料孔之间的落差，

保证料斗的体积，保证料斗的体积，使料斗中的料斗逐渐沉淀，保证料斗的体积，保证料斗的体积，保证料斗的压力，使料斗的压力增大，料斗的压力也会减小，料斗的压力也会减小，料斗的高度也会随之下降⁷。

4.7 凝泵入口补偿器变形处理措施

首先，鉴于目前各膨胀节都有抗拉、抗压、超限破坏现象，确定其能否正常使用。其次，购买膨胀节配件以替换膨胀节，并对各参数作详尽的记载。由于 A 泵在膨胀节张开期间的振动下降较大，对膨胀节内部的流场和流量的冲击进行了剖析；最后是由于两个凝泵入口是同一根主管，当前的工作状况不能对主泵的任意位置进行调节，采取先将 A、B 泵入口管线进行紧固后再切断扩张节，以决定接管的长短，并进行替换。运行和检修人员加强膨胀节和泵的运行状况监测，并在工地设立巡查册，每 2h 运行，检修每天不少于 4 次，检查期间不少于 4 次，对凝泵运行和膨胀节进行检查，如果发现异常，应及时联系处理⁸。

5 结语

为了避免在高速减载过程中出现的空化问题，凝水机作为电站发电设备的一个关键部件，在长期使用过程中会产生空化，从而导致凝汽器的失效，从而导致冷却水的流量下降。若不能及时、高效地进行控制，则会导致机组的短路，造成设备的重大损害。因此，应强化对冷凝泵的维护和维修，对过滤器进行定时清洗，减少设备失效概率，保证机组的正常运转。通过采用适当的方法来减小抽油机入口的压强，使供水的水压高于正常水位时的相应饱和压，可以有效地减小泵的空化。

参考文献

- [1] 陈志秋,傅斌.超临界 600MW 机组凝泵的变频节能改造[J].电力与能源,2019,37(3):359-362.
- [2] 朱双峰,魏成明.火力发电厂凝结水泵节能优化改造分析[J].山东工业技术,2019(2):188-189.
- [3] 余海舟.600MW 机组凝结泵通流部分节能优化与改造 [D].北京:华北电力大学,2019.
- [4] 厉浦江.大型立式凝结水泵变频振动的研究及解决方案[J].流体机械,2015,43(7):51-56.
- [5] 张学延.电厂旋转机械设备振动问题处理案例分析[J].中国电力,2015,48(8):110-120.
- [6] 何国安.立式泵组结构共振分析及治理[J].热力发电,2015,44(11):94-97.

收稿日期:2022-03-07

作者简介:袁军财(1992—),男,汉族,广东河源人,大专,主要从事电力设备维护及检修工作。