

火电厂汽轮机提高润滑油油质的措施研究

孟庆明

国能宝清煤电化有限公司

[摘要]随着近年火电厂社会地位的降低,也为了促进电厂转型,以前庞大的维护成本就受到了限制,那么如何利用有限的成本来达到设备稳定运行的效果,于是,对日常工作投入精力较大,维护成本占比较大的问题进行整改。其中,汽轮机润滑油油质提升作为电厂提质增效就提到了台前,火电厂日常运行维护成本主要包括以下部分:转动机械的维护、油品恶化的维护和跑冒滴漏的处理等。据不完全核算,因为油品恶化而产生的维护费用约占全年维护成本的40%,约占汽机专业维护成本的65%,如若能有效地降低该项维护成本,那么,火电厂的利润空间就会进一步扩大,对部分亏损电厂而言,不仅能减少亏损比例,还能有效改善工作生产环境。

[关键词]火电厂;汽轮机润滑油;油质

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.03.534

汽轮机润滑油系统是火电厂运行辅助设备之一,承担着系统的润滑、密封和冷却功能,对于确保整个机组润滑系统的安全也具有积极作用。我国电网的快速发展对汽轮机润滑油系统的性能提出了更高的要求,设备的运行安全以及对油质量、温度、油压的控制都是设备运行中重点关注的问题。控制运行故障要保证汽轮机润滑油系统在盘车、启动和之后的运行过程中提供优质的润滑油,并且将油温与油压控制在合理的范围内。在我国电力企业汽轮机运行过程中,设备故障甚至是安全事故发生的概率并不低,为稳定电力运行提供充分的保障,汽轮机润滑油主要功能是润滑、密封和冷却,是汽轮机的重要部分,通过润滑油系统的稳定运行,全面确保汽轮机的稳定,对整机组运转起到了积极推动。

一、汽轮机润滑油系统的作用

1、减振作用。由于润滑油可以在摩擦的表面上形成一层油膜,摩擦件在该油膜上运行,即在两个摩擦面间留有一层油膜,所以,润滑油系统的第一个作用是对设备的振动起到一定程度上的缓冲。

2、润滑作用。汽轮机组的轴颈、轴承表面非常光洁,若大轴活动,没有润滑油将会使大轴处于固体摩擦的环境下,当启动汽轮机,轴承与轴颈之间的磨损程度加大,并且发热,毁坏的概率大大增加。若在轴承与轴颈间适当加入润滑油,那么便会形成一层油膜,摩擦环境变为液体,大大降低固体之间由于摩擦产生的阻力,增加设备的使用寿命。

3、散热作用。汽轮机运行过程中,润滑油在系统内处于循环流动的状态,所以,润滑油会出现温度持续增加的现象,该现象的原因就是由于固体之间的摩擦导致的,并且,由于润滑油与轴颈间是互相接触的,汽轮机转子传递的热量也会使润滑油的温度升高,所以,润滑油系统循环过程中,润滑油的另一个主要作用是不断带走设备产生的热量。

二、火电厂汽轮机润滑油油质恶化原因

1、外部渗入。在检修过程中,尤其是在进行汽轮机润滑油系统大修过程中,伴随着汽轮机润滑油箱人孔打开,各个润滑油泵全部解体检修,主机润滑油箱内各个油口打开,一些保温的飞絮、环境中的尘土不可避免地会飘进管道内部。

由于油箱内部空间狭窄,管道布置错综复杂,方向繁多,在清理过程中,总有部分不易清理的位置,而这些位置的杂质会随着检修的完成,而留在系统管道内部,在设备投运后,杂质混入油中,引起油质污染,造成恶化,此种原因造成的油质恶化现象只是物理性污染,是一种可逆的,随着机组投运后滤油机的加持,就可消除此种油质恶化的现象。

2、设备内部锈蚀。汽轮机润滑油系统主要设备就是汽轮机润滑油箱、油泵及管道,汽轮机润滑油正常的工作温度在50~55℃之间。在汽轮机正常运行过程中,轴承室内为微负压的状态,因为其距离轴端汽封较近,其受到轴端汽封漏汽的影响,轴端汽封漏出的微量蒸汽会沿着轴通过油挡而进入润滑油中,这就造成油中含水量的增高(日常运行中的标准为100 mg/L)。由于汽轮机与汽轮机润滑油箱之间的落差,在整个油循环过程中,随着润滑油的下落,部分不溶解气体会从润滑油中释放出来,在回油管上和汽轮机润滑油箱上部的空间形成不溶解气体空间,这其中含有的水蒸气就会腐蚀油箱内部。随着时间的推移,碳钢材质的油箱内壁就会产生锈蚀的痕迹,这种现象会随着运行时间的延长,使锈蚀逐年增加。这种腐蚀对润滑油颗粒度的影响占比是最大的。

3、设备磨损。汽轮机润滑油的主要作用是对汽轮机各轴承进行润滑和冷却,随着汽轮机转子的高速旋转,在轴承位置形成一层很薄的油膜,油膜厚度虽然很薄,但是其具有很强的刚度,这样才能完全将转子托起,这就可以理解成轴瓦与轴之间有一层刚度很高的物质,在随着转子旋转与轴瓦进行摩擦,摩擦必有损伤,随着运行周期的延长,汽轮机各轴承钨金都不可避免地存在一定程度的磨损,而因磨损产生的一些钨金颗粒会进入油中,对油质造成污染。这种污染因素是一直存在的。汽轮机的整个寿命周期内,轴承的磨损会一直伴随着转子的旋转而一直存在,此种影响因素是无法彻底消除的,但是可以通过油样铁谱分析来确认颗粒成分。

4、油氧化变质。汽轮机润滑油用油型号为美孚牌VG-32汽轮机油,该油为矿物质油,与汽油类似,为石油提炼的一种产物。矿物质油有其自身的特性,会随着使用时间的推移,出现氧化的现象,而润滑油氧化后会产生胶质、沥青质

和碳杂质，这也是造成油品污染的原因之一。这种形式的污染是不可逆的，会随着时间的推移，恶化程度不断加强，而这种恶化只能进行换油，以增强油质润滑的能力。

三、火电厂汽轮机润滑油油质污染原因

汽轮机润滑油的材料主要为天然石油的加工产品，在润滑油储存和输送过程中，润滑油容易变质，其基本性能无法保持，也就是说润滑油具有一定的寿命期限，对于企业来说，润滑油变质是造成润滑油系统的故障的重要原因，其中润滑油水分超标是其主要原因。

1、润滑油水分超标问题。水分是汽轮机润滑油的主要指标之一，在运行中水分的控制是一个长期的过程，水分超标会导致润滑油的润滑性能下降，进而腐蚀和损坏设备。由于水分的积累并非一瞬间的过程，因此水分超标问题多来自于监管和检修不严。其中客观上的原因还包括设计的不合理，导致漏水严重，汽缸端部结合面的漏汽以及轴承座内的负压超过标准等。另外，在运行过程中，很可能出现轴封供汽系统的故障问题，如轴封供汽室的压力增大，导致漏入轴封抽气室的蒸汽无法完全被抽入轴封加热器。在原因分析的过程中，汽缸变形会导致接合面出现漏气，使轴承承载过多的压力或者使部分水分通过轴承进入润滑油系统。至于系统自身来说，主油箱的设计将决定其油水分离能力，当运行过程中的油水分离效果差时，会导致大量的水分甚至杂质，主观上对于系统的长期检查和杂质处理是必要的，但在火电厂发展过程中，由于大型设备过多，同时缺少必要的监测措施，因此导致其设备的维护存在漏洞，很容易使水分进入润滑油系统。总之，水分对于汽轮机润滑油系统的影响与杂质的影响相似，都是一个长期的过程，只有通过合理的使用和监控才能降低水分对于润滑油系统运行的影响。

2、固体颗粒污染问题。当系统的润滑油中存在固体颗粒时，会使润滑油本身的性能降低，甚至会影响设备的性能造成设备的大面积的磨损。固体颗粒是大型汽轮机运行中不可避免的问题，根据实际运用中固体颗粒的故障问题原因进行如下分析：安装漏洞，会造成污染严重。另外，在安装过程中，系统出现故障后，对其维修过程中的不及时清理会造成大量的杂质出现。当油系统自身不洁净后，密封油阀门、人孔门等设备缺陷导致外界污染物进入系统等。对污染对其进行总结，当润滑油系统的清洁度不佳时，实际产生的设备会导致系统中出现的杂质影响油质，而油质是润滑油系统正常运行的基本保障。当然，润滑油系统的污染物很容易侵入，并且无处不在，如在运行中的卷入、密封过程中的渗入等。

通过对以上汽轮机润滑油系统的故障特性以及原因分析我们发现，多数的系统故障来自于设计运行和维修过程中、主观和客观上的原因均可造成汽轮机润滑油系统的故障。一些故障是长期的过程，如水分和杂质的进入，但其造成的故

障却是瞬间的，并且一旦出现故障，由于火电厂运行复杂特征，修复过程将存在大量的麻烦。另外，对于一些诱发原因来说，具有隐蔽性，一般很难被发现，容易造成长期的持续的危害，影响火电厂的正常运行。

四、火电厂汽轮机润滑油油质净化措施

1、改善检修环境。在设备检修过程中，打开的进油管道法兰，应加盖密封，一是防止灰尘进入管道或油箱，影响油质，二是防止检修过程中，因操作失误，造成擦油布、海绵等物的掉入，在投运后容易引起油管堵塞，造成不可估量的损失。油管道在进行回装前，应用洁净的压缩空气进行吹扫，各部件回装前，应用清洗液清洗干净黏附的油污、杂质。汽轮机润滑油箱封闭入孔前应将油箱内壁擦拭干净，最有效的方式是用白面进行清理。

2、控制恶化速度。在日常运行过程中，润滑油的过滤是控制、延缓油质恶化速度的最有效的手段。先进的油净化装置，能及时将油中已有的和不断产生的杂质和水分过滤掉，从而延缓润滑油恶化、乳化的速度，延长润滑油的使用周期。

3、设备升级。为了改善油质恶化的现象，最行之有效的措施是对现有设备进行更换或升级改造，例如：将进油、回油管道与汽轮机润滑油箱全部更换为耐腐蚀的材质——不锈钢，这种方案能极大地降低杂质产生数量及速度，彻底改善油品恶化的现象。再有就是采用目前市场上最先进的油净化设备，油过滤是控制油污染的重要手段，先进的油净化设备可大大提高润滑油的过滤效率，从而使润滑油达到并维持在标准范围以内，设备越先进，设备成本就会越高，在日常维护成本中，因为润滑油过滤而消耗的大量滤芯的成本占比是相当大的。

总之，汽轮其润滑油系统的故障包括多个方面，作为火电厂运行的主设备，润滑油系统的设计和运行都应得到更多的关注。我们将其产生故障原因进行总结。汽轮机润滑油系统漏油着火、润滑油油温和油压不合理、润滑油水分超标等都是造成系统故障的主要原因。对目前火电厂的发展和管理现状，也基于国内外的典型汽轮机润滑油系统的故障处理对其特征进行总结，主要研究了当今国内汽轮机润滑油系统的主要故障实例，从实际案例出发对润滑油系统存在的故障以及其产生的原因进行分析具有强大的说服力。

参考文献

- [1] 张家余. 汽轮机润滑油中颗粒数不合格的分析与处理[J]. 电力与能源, 2019(4): 35.
- [2] 徐燕, 秦建华. 核电厂汽轮机油颗粒度异常情况分析[J]. 中国核电, 2018(3): 206-211.
- [3] 李钰冰. 汽轮机润滑油系统常见故障的特征及原因分析[J]. 武汉电力职业技术学院学报, 2018(4): 45-49