

# 电厂汽机异常振动故障及诊断探讨

李高峰

国能宁夏鸳鸯湖第一发电有限公司

**[摘要]**对电厂而言,汽轮发电机组的正常运转会直接影响大电厂的安全和具体收益,由于该设备自身结构的复杂性,长期处于高温高压的工作环境下,极易发生故障和损坏,进而影响到电厂的安全生产。其中最为常见的故障就是转子振动异常,在设备开启和停机过程中汽机设备异常振动的发生概率较高,需要加以重视和解决,避免故障危害的进一步扩大。本文主要分析了电厂汽机异常振动故障和诊断方式,同时提出了针对性的解决措施。

**[关键词]**电厂汽轮机;异常振动;故障原因分析;诊断方式

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.533

## 引言

电厂汽轮机在运行过程中,极易受到多种因素的影响,产生异常振动,其中最主要的原因就是汽轮机静态摩擦和动态摩擦,汽轮机组在启动和停机过程中各个轴承的振动参数并不稳定,异常振动则会导致汽轮发电机组的运行不稳和安全性能降低,在一定程度上,对汽轮发电机组的震动参数检测就可以判断出汽机的故障类型并制定出针对性的解决方案。汽轮发电机组振动过大产生的危害是多方面,如果不及时的处理,就会加剧叶片断裂、叶轮损坏、大轴弯曲以及人身伤害等安全事故。因此加强对汽轮发电机组各轴承震动的监测和异常震动的故障分析使十分有必要的。

### 1. 电厂汽轮机异常振动的原因分析

电厂汽轮机组的结构十分复杂,其运行环节十分恶劣,长期处于高温高压的作业环境下,电厂汽轮机的运转极易受到多方面因素的影响和干扰。为避免汽轮机组发生异常故障,就需要对机组的各个轴承振动状况进行监测,避免振动频率超出规定范围。根据汽轮机的长期运转和监测数据分析可以得知,引发汽轮机组异常振动的原因包括以下几个方面:

1.1 动静部分摩擦。电厂汽轮机组在长期高温高压环境下运转,机组的参数和机组的容量也会随之提升,机组动静流通部件之间的间隙不断缩小,加上各轴承与部件受到热膨胀和变形应力等作用的影响,流通间隙会加剧动静摩擦的影响,使得各轴承发生异常振动。故此在汽轮机的安装和检修过程中需要严格控制通流间隙的标准,在减少级间漏气的同时,降低轴向动静摩擦。将行轴向膨胀差进行严格的控制,根据动静部分摩擦可以看出,膨胀差的大小是由转子加热或者冷却速度的快慢决定,因此关键是要在启停时控制好蒸汽量与温升率或者温降率。同时,由于抽气管道等布置不同也会引起上、下汽缸存在温差,导致转子和汽缸径向间隙产生变化,进而引起径向摩擦<sup>[1]</sup>。

1.2 转子质量不平衡。原始转子不平衡以及转动过程中的部件松脱或者转子热弯曲都会导致转子质量不平衡,而在汽机启停过程中,转子支撑系统的刚度变化,在汽轮机膨胀受到最后引起了各轴承之间的位置和标高发生变化。进而导

致转子中心破坏,同时各轴承座与台板间的接触状态也将发生变化,引起转子系统新的不平衡,滑销系统卡涩或者是汽缸疏水不畅,使得局部机械变形等均会使得系统振动变大。

1.3 机组强烈振动。在汽轮机组启停过程中,往往会发生振动现象,尤其是在达到临界转速时,机组各轴承振动较大,但应在技术规范要求范围内,否则要考虑是否速率过快,热不平衡或其他原因。如果机组在运行中,突然出现不正常的振动和异响,大多数是由于维护操作不当引起的,要分析操作及蒸汽参数等是否变化所致或其他原因。

1.4 汽轮机通流部分存在硬物质或者部件损坏。如果蒸汽品质不符合要求,长时间运行后在机组喷嘴,叶轮等流道结垢,减小通流面积,增大机组轴向推力,推力瓦温升高,影响机组的带负荷能力,同时通流面积的减小及变化不均,又会引起汽流自激振动,引起轴系统振动增大。

1.5 电磁干扰和汽机自激振动。电磁干扰引起的振动。该问题需与电气人员一同检查励磁机整流子及碳刷磨损等情况。汽轮发电机组自激振动。常遇到的且主要考虑油膜自激,它主要发生在汽机启动过程中,我们应熟悉油膜自激振荡的特点并及时做出正确的判断,油膜自激振荡的特点是振动的主频率约等于第一临界转速,而且总是出现于二倍于第一临界转速之后,轴承的顶轴油压发生剧烈摆动,轴承能听到撞击声音等,所以只有当我们确定了原因后,才能采取相应的措施<sup>[2]</sup>。

### 2. 电厂汽轮机异常振动带来的危害

汽轮机在运行过程中产生摩擦振动故障,主要是因为平衡位置发生偏离,导致动能与位能产生转换。通常情况下,如果汽轮机轻微振动,没有超过一定幅度,并不会对其正常运行产生影响,所以也不会造成危害事件。但是一旦振动幅度加大,则会直接危害汽轮机系统,导致系统发生故障,从而降低汽轮机工作效率。汽轮机振动故障引发原因较多,其中包括轴承磨损、发电机转子水路堵塞、轴系中心变化等。这些故障属于异常振动,如果不及时处理,会导致汽轮机机组零件松动,从而使机组内部动态零件与静态零件产生摩擦,最终使汽轮机振动故障,这种故障会加快机器老化进程,缩短机器使用寿命。由于汽轮机振动故障类型较多,所

以电厂技术人员在安装和使用过程中, 需要做好检查和试验工作, 保证将振动幅度控制在合理范围内。现阶段, 我国针对汽轮机运行出台了一系列标准, 明确规定其在运行过程中需要将振动幅度控制在0.05mm 以内<sup>[3]</sup>。

### 3. 电厂汽轮机异常振动故障的防范措施

#### 3.1 构建神经网络诊断系统

为了能够精准找到汽轮机摩擦振动原因, 相关专家和学者需要构建完善、健全的汽轮机振动诊断系统, 为及时发现振动问题提供准确依据。新时期背景下, 科学技术不断进步, 为构建神经网络诊断系统奠定了良好基础, 采用数字化模拟技术模拟人脑神经, 能够构建出与人脑信息处理逻辑一致的系统流程。为了达到汽轮机摩擦诊断目标, 需要转接和学者在汽轮机各振动点安装接卸想和吸纳红采集装置, 以此来采集汽轮机运行信号, 并将采集的信号储存到先关文件中。在此基础上, 采用信号降噪方式对采集信号进行处理, 提取信号中的小波能量并储存。如此则能够测试和诊断汽轮机故障特征, 从而找到引发汽轮机摩擦振动的主要原因, 有利于技术人员采取针对性措施进行维修和调整, 从而提高汽轮机故障处理的效率和质量, 促进汽轮机安全运行<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 避免油膜失稳

汽轮机在设计工程中需要适当提高系统阻尼和轴系的稳定效果, 在生产过程中应严格按照工艺技术操作, 并做好控制检查工作, 避免受各种客观因素影响降低汽轮机轴系稳定性, 如此可以从根源上降低汽轮机摩擦振动发生率, 有利于提高其工作水平。在此基础上, 电厂还应重视汽轮机轴承日常维护管理工作, 汽轮机在长时间运行过程中, 不可避免会产生各种故障问题, 通过日常维护, 能够有效避免油膜失稳问题。为满足这一需求, 需要设计人员在汽轮机设计过程中遵循安全运行原则, 适当增加汽轮机对比压和负载, 同时缩小轴承的宽度。在此基础上, 还要相应提高油温, 增加承载系数, 同时降低润滑油粘结度。这种方式虽然能够有效避免汽轮机产生摩擦振动故障, 但也会缩小油膜厚度, 如果汽轮机长期在高温状态下运行, 会导致油质出现老化现象。所以需要设计人员引起高度重视<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 避免气流震荡

汽轮机在运行过程中产生的气流振动相对于其他振动而言频率更高, 针对气流振动问题, 需要从设计方面入手进行改进。设计人员可以采用反旋涡技术干扰流体向汽轮机轴向运行, 以此来强化流体转速。与此同时, 也可以适当加大轴承轴径偏心率, 这种方式可以有效减少轴承振动幅度。此外, 设计人员还可以转变轴承形状, 使轴向旋流被打乱, 从而降低轴承的切向力, 保证汽轮机在运行过程中转子始终处于高速、稳定运行状态, 同时减少摩擦振动故障产生。

#### 3.4 合理调节均压箱压力

汽轮机启动后, 如果压力过高, 会增加汽轮机供气量,

如此则极大可能会发生汽封漏气问题, 如果不及时处理, 蒸汽会随着运转逐渐进入汽轮机有系统中, 从而引发摩擦振动故障。为了避免这一问题, 需要合理调节均压箱压力。通常情况下, 汽轮机的均压箱压力值需要控制在0.05 MPa 左右, 只有满足这一需求, 均压箱才能够充分发挥自身作用和功能, 有效阻隔有系统和蒸汽, 从而降低汽轮机摩擦振动故障发生率。

#### 3.5 合理控制汽轮机运转操作

电厂汽轮机运行过程中, 虽然可以通过主油箱控制负压柱体, 但是为了避免产生油雾, 需要技术人员在汽轮机操作时利用主油泵断油, 在此基础上, 可以通过主油箱为轴承箱提供负压, 促进污染物进入汽轮机的油系统中。在采用这种操作方法时, 需要将主油箱的负压控制在486 Pa 左右。此外, 电厂技术人员还应在日常维护管理工作中, 重视检查主油箱、油净化装置、各轴承箱等部位, 并对油箱密封性进行检测, 如果密封性不合格, 需要采用硅胶进行密封, 选择的硅胶必须要保证耐油性良好, 从而避免汽轮机在运行过程中, 有杂质或水分进入油箱并引发摩擦振动故障。

#### 3.6 排查转子热弯曲故障

电厂汽轮机在运行过程中, 转子需要在蒸汽区范围内长时间工作, 这也使得转子在热作用下会产生热弯曲故障, 从而导致汽轮机出现摩擦振动问题。针对这类故障, 设计人员需要在汽轮机设计过程中, 选用耐高温性能强、耐腐蚀性能好的材料作为转子材料。如果汽轮机在运行中转子产生热弯曲故障, 技术人员需要及时停止汽轮机作业, 并将故障转子取下, 更换全新转子, 从而解决故障问题, 保证汽轮机稳定运行。

### 4. 结束语

汽轮机的振动大小要在汽机技术规程规定范围内, 异常的振动对电厂安全运行来讲是一个重大隐患。它虽在电厂运行中是一种常见故障, 但是排查难度却不小, 专业技术人员应根据故障特征, 确定故障部位及产生的原因, 找出问题, 制定解决方案, 确保汽轮发电机组安全, 稳定, 连续, 经济运行。

### 参考文献

- [1]徐军锋. 电厂汽机摩擦振动故障分析与诊断[J]. 设备管理与维修. 2021. (21): 158-160.
- [2]安振宇, 杨严立. 电厂汽机运行中的常见问题及规避措施[J]. 山东工业技术. 2020. (20): 196.
- [3]石磊. 电厂汽机运行调整中的问题分析[J]. 科技风. 2019. (14): 240.
- [4]李畅. 电厂汽机的常见问题及措施研究[J]. 中国高新区. 2019. (10): 131+133.
- [5]屈建龙. 电厂汽机运行故障排查与解决[J]. 工业技术创新. 2019. 03 (06): 1249-1251.