

# Research on Common Vibration Faults and Handling Methods of Steam Turbines in Thermal Power Plants

Yinping Wang

Shaanxi Deyuan Fugu Energy Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

Steam turbine plays an irreplaceable role in the production of thermal power plants, and when the steam turbine has abnormal vibration fault, it will cause a great threat to the normal operation of the steam turbine, and even cause serious safety accidents, and cause great economic losses to the thermal power enterprises. Based on this, it is necessary to make a comprehensive analysis of the common vibration fault types and causes of steam turbines, and put forward effective prevention methods to eliminate the abnormal vibration of steam turbines, to ensure that the turbine can resume normal operation as soon as possible, and to lay a good foundation for the orderly development of production management of thermal power plants. This paper mainly analyzes the common vibration fault problems of steam turbine in thermal power plant, and puts forward targeted treatment methods, so as to ensure the safe operation of steam turbine in thermal power plant, and increase the safety and economy of the unit.

## Keywords

thermal power plant; steam turbine; vibration failure; processing method

## 火电厂汽轮机常见的振动故障及处理方法研究

王银平

陕西德源府谷能源有限公司, 中国 · 陕西 榆林 719000

## 摘 要

汽轮机在火电厂生产中发挥不可替代的重要作用, 且当汽轮机出现异常振动故障时, 会对汽轮机正常运行造成极大的威胁, 甚至会引起严重的安全事故, 对火电力企业造成极大的经济损失。基于此, 需要对汽轮机常见的振动故障类型、原因进行全面分析, 并提出有效的防治方法, 消除汽轮机异常振动, 确保汽轮机能够尽快恢复正常运行, 为火电厂生产管理工作的有序开展奠定良好的基础。论文主要对火电厂汽轮机常见的振动故障问题进行分析, 并提出针对性的处理方法, 从而保障火电厂汽轮机的安全运行, 增加机组的安全性和经济性。

## 关键词

火电厂; 汽轮机; 振动故障; 处理方法

## 1 引言

在火电厂生产发电过程中, 主要是把锅炉产生蒸汽作为动力, 推动汽轮机运转, 并将蒸汽热能转化为机械能。由此可见, 汽轮机在火电厂生产过程中发挥着关键作用。但是在汽轮机长期运行过程中, 极有可能出现异常振动现象, 严重危害汽轮机安全运行, 甚至引起严重的安全事故, 对火电厂企业造成极大的经济损失。因此, 需要结合设计情况, 对汽轮机振动故障类型、原因进行全面检测, 提出针对性的检修和防治措施, 保障火电厂的安全运行。

## 2 汽轮机振动故障的危害

在火电厂发电过程中, 需要以煤炭为燃料, 燃烧后产

生的蒸汽为汽轮机提供动力, 并将其转化为机械能力, 推动发电机运行。由此可见, 汽轮机的运行质量与整体火电厂生产水平息息相关。但是由于汽轮机长时间运行, 容易引起汽轮机异常振动问题, 这样一来会加大转动部位零件承受的压力, 产生较大的交变应力, 加大零件松动风险, 损伤零部件; 还会加大支撑零件的压力, 加大动静部位摩擦, 加大对汽轮机设备自身的损害。此外, 汽轮机振动还会引起严重化工的安全事故问题, 危害火电厂的安全生产<sup>[1]</sup>。因此, 需要结合实际情况, 加大汽轮机检测力度, 实时监测振动值, 有效控制汽轮机振动问题的出现概率。在实际工作中, 要采取科学合理的故障诊断技术和方法, 引进新型检测设备, 其中包含便携式测试设备、在线监控设备、诊断体系与电脑检测与分析技术、智能诊断系统等。在具体检测诊断过程中, 需要优先分析汽轮机故障原因, 并了解振动故障特征, 采集故障信息, 做好数据分析处理工作, 以图像方式进行直观化描述,

【作者简介】王银平(1981-), 男, 中国甘肃兰州人, 本科, 工程师, 从事火电厂集控运行、设备运行调整研究。

从而精准判断故障类型、原因等，并提出可行性的振动故障防治措施，保障汽轮机安全运行。其中，汽轮机基本构造如图1所示。

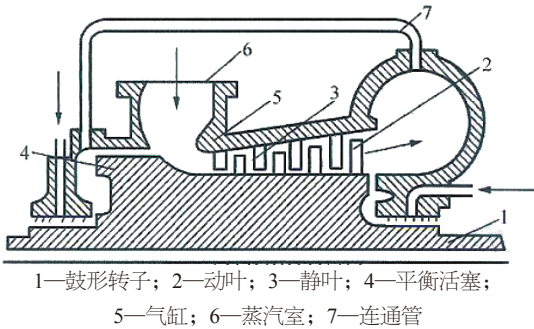


图1 反动式多级汽轮机通流部分示意图

### 3 汽轮机振动故障分析

#### 3.1 中心不正引起振动

中心不正是汽轮机振动故障的重要原因之一，具体体现在：①汽轮机启动缓冲时间不足，难以达到暖机效果，这样一来会导致汽轮机负荷加大，致使气缸受热膨胀不均匀、滑销系统（滑销系统构造如图2所示）卡涩等现象，进而引起汽轮机组偏移和异常振动现象。②机组运行过程中发生真空降低现象，致使排气温度骤升，随之而来的是后轴承向上倾斜问题，引起中心不正现象，进而发生汽轮机异常振动问题。③机组安装不规范，也会引起中心位置偏移的问题，进而产生异常振动现象。

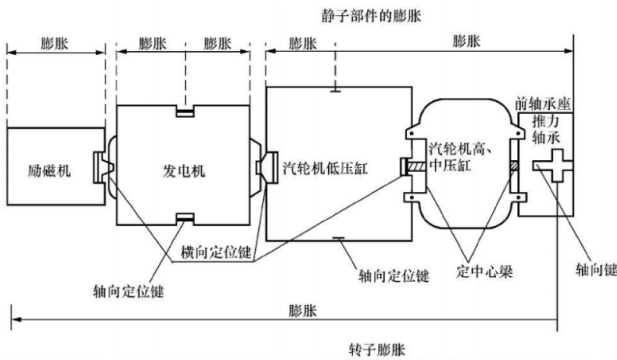


图2 滑销系统构造示意图

#### 3.2 转子质量不平衡引起振动

转子质量不平衡引起的汽轮机振动故障，其主要原因为：①汽轮机运行过程中，叶片、护环等部分零部件出现松动、飞脱等现象，甚至出现叶片折断、磨损、腐蚀等问题，致使振幅加大，特定固定值增加，进而引起转子质量不平衡问题<sup>[2]</sup>。②原始性不平衡也是引起转子质量不平衡的重要因素，即在转子加工、检修过程中，操作方法不规范，为后续汽轮机运行留下严重的安全隐患。③弹性弯曲，在这种情况下，会降低转速，加大振幅，不仅会引起汽轮机振动问题，还会磨损其他部件，尤其是当达到临界转速时，振动幅度更

大。其中，可以通过分析转子各种状态下的波特图情况，分析是否出现了弹性弯曲。此外，转子材料热应力、气缸进水等也会引起转子热弯曲。

#### 3.3 气流激振引起振动

当出现气流激振问题时，汽轮机会产生大量的低频分量，且在运行参数的干扰下，振动幅度骤升。引起气流激振的原因主要是叶片受到不均匀冲击影响，此外大型机组末级较长，气体在叶片膨胀末端引起流道混乱现象，再加上轴封问题，都有可能引起气流激振问题。

#### 3.4 转子热变形引起振动

引起转子热变形问题的主要因素有转子温度、蒸汽参数等。汽轮机启动阶段，负荷加大，转子温度骤升，在材质影响下出现内应力，引起转子热变形问题。转子热变形还会引起相位变化问题，致使汽轮机异常振动问题。要精准判断热弯曲类型，其中包含永久性弯曲、临时弯曲等<sup>[3]</sup>。

#### 3.5 摩擦振动

摩擦也是引起汽轮机振动故障的重要原因。当汽轮机持续性运行状态下，其叶栅、叶轮主轴等转动部件会受到外部压力、高温因素的影响，致使出现热弯曲故障，这样会在很大程度上破坏转动作用力的平衡性，致使摩擦振动故障的出现。在冲击力和非线性因素的影响下，振动信号主频会出现分频、倍频、高频分量问题，严重情况下还会发生波形削顶等问题。在振动故障状态下，摩擦情况越来越严重，致使振幅增加。如果这种情况持续得不到解决，会引起涡动问题的出现。

#### 3.6 油膜失稳引起振动

通常情况下，油膜失稳与半速涡动也是引起汽轮机振动故障的主要原因。其中，如果发电机转子转速小于第一临界转速的二分之一的时候，就会产生半速涡动问题。此外，油膜振动组要在发动机启动提速环节中出现，当轴承油膜上发动机转子进入高速旋转状态时，转子受到的压力会增加，从而破坏转子运行稳定性。这样一来轴颈转速会越来越高，加大轴承与转子的摩擦力，致使能源消耗加大，轴系临界转速降低，油膜压力加大，进而引起汽轮机油膜振动问题，危害整体发电机组的安全运行。

## 4 汽轮机振动故障防治措施

#### 4.1 中心不正振动故障防治

为了保障减少中心不正问题引起的振动故障，确保汽轮机的安全可靠运行，需要结合对汽轮机设备、零部件进行科学性设计，同时按照相关规范进行标准化安装，有效减少汽轮机振动问题的发生概率。此外，还需要安装传感器，以便对汽轮机运行状态进行实时监督，及时发现振动值超标问题，并自动触发脉冲信号，进一步强化紧急停机效果，避免对汽轮机设备造成更大损伤<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 针对转子问题的防治

在设备冷态带负荷阶段，转子温度骤升，由于材质问题，

会释放材质内应力,致使转子热变形问题的出现,也加大了倍频振动,也在很大程度上增加了相位。当出现转子接地问题时,容易引起汽轮机端部线圈变形问题。所以,要结合实际情况,把护环下绝缘滑移层工艺进行强化,一般情况下是在转子表面覆盖聚四氟乙烯滑移材料,这样可以在线匝热膨胀的情况下,对自由伸缩阻力进行有效性控制。且要确保线匝铜线银含量的充分性,这样可以进一步提高绕组线匝导线的抗蠕变性能、屈服强度等。同时要对负荷升降速度、机组调峰速度进行有效控制。转子铆钉、叶片脱落等情况发生时,会引起转子质量不平衡问题。在防治工作中,需要开展转子不平衡试验工作,结合试验数据对转子实施科学性配重,这样可以实现转子动平衡。针对转子质量不均衡的现象,需要对单元振动数据进行有效性调整,并将单元载荷数据进行上传,这样可以对引起气流振动的单元运行状态进行明确,然后对负荷变化率进行控制,将气流量激励控制在合理的负荷范围内,防止空气流通激励问题的出现。

#### 4.3 针对气流激振问题的防治

要提前收集相关数据,并详细分析,要对所有数据进行提前掌握,并对这些数据进行汇总分析,绘制上曲线图表,以便对机组振动数据进行直观化掌握。还要对升降复合速率进行灵活性调控,以便了解不同水量状态下的数据波动情况,以此为依据判断各种负荷状态下汽轮机气门重调特性,从而防止气流激振现象的出现。结合数据分析结果,精准判断汽轮机振动状态下的运行情况,同时调整负荷变化率,这样能够对气流激振问题的冲击力进行有效控制。

#### 4.4 摩擦振动故障的防治

要定期检测保养设备,并定期停机检查汽轮机运行情况,并认真擦拭所有零部件,及时发现零件磨损、老化情况,并第一时间维修、更换,最大程度上减少零件摩擦问题的出现;要明确汽轮机使用规范,确保在规定期限内进行使用,对各个时间段的摩擦振动频率进行详细掌握,记录汽轮机临

界点,一旦汽轮机运行状态接近临界点时,要及时实施设备维修保养,避免出现持续性设备损害;针对转子热弯曲故障,需要适当延长连续盘车时间,对转子热弯曲提前控制,并将转子挠度控制在规定值内,才能有效避免转子热弯曲问题的出现<sup>[5]</sup>。

#### 4.5 油膜失稳振动故障防治

要优化设备设计,结合实际情况,提升轴系稳定性,强化系统阻尼,且要对现代化技术进行优化应用,提升汽轮机制造工艺技术,为其高效运行创建良好条件。要做好日常检修维护工作,有效增加对比压,并控制轴承宽度。针对汽轮机油温问题,要提高承载系数,避免出现润滑油粘连问题,但要对具体系数参数控制在合理范围内,避免油膜过厚、油质老化等现象的出现。

### 5 结语

综上所述,火电厂汽轮机运行质量直接关系到火运行安全,但是汽轮机异常振动故障会严重危害机组设备的安全运行,甚至引起严重的安全事故。因此,需要结合实际情况,对汽轮机异常振动故障问题类型、原因等进行详细分析,并提出针对性的防治措施,保障汽轮机振动故障的有效控制,促进火电厂的安全运行。

#### 参考文献

- [1] 杨鹏,陈佳,许文钊.火电厂汽轮机常见的振动故障分析及故障诊断技术[J].科学技术创新,2022(19):180-183.
- [2] 王永明,曹江华,葛恒春,等.火电厂汽轮机运行异常振动原因分析与处理措施研究[J].科技与创新,2020(19):146-147.
- [3] 陈振峰.火力发电厂大型汽轮机振动异常分析及故障判断[J].山东工业技术,2019(4):181.
- [4] 李健民.火力发电厂大型汽轮机振动异常分析及故障判断的研究[J].科技创新与应用,2017(32):170+172.
- [5] 黄永亮,张晓旭.对火力发电厂汽轮机振动异常的分析及其故障判断[J].黑龙江科学,2017,8(17):46-47.