

## 影响推力轴承运行稳定性的基本原因

### 2.1 推力轴承运行稳定性的影响因素

水轮发电机组运行,在其转动部件和轴瓦之间(即推力轴承镜板与推力轴瓦之间)形成一层楔形油膜。由于油膜的存在,一方面起着传递负荷作用,另一方面使摩擦面之间不发生直接接触。这种油膜的存在和最小油膜厚度的保持是推力轴承运行稳定性的关键。运行油膜厚度与推力轴承负荷、推力轴承结构以及机组的结构和机组的运行特性均有密切关系。一旦油膜破坏,就会导致轴瓦磨损,事故停机。

### 2.2 推力轴承故障的原因

众多的调研资料表明,推力轴承运行故障主要有 3 个方面的原因:一是推力轴承本身结构尺寸不合理或加工制造质量较差;二是机组运行特性不良;三是安装和运行管理不善。

#### 2.2.1 结构设计及加工质量的影响

推力轴承设计时,是根据设计机组给定的负荷和转速,计算确定推力轴承的主要润滑数据,如推力轴承扇形瓦的块数,内、外径,长宽比和支承位置及轴承的其他结构部件尺寸。同时对推力轴承的运行工况进行精确的计算机计算,选择最佳润滑参数,实现推力轴承安全可靠运行。由于大型水电机组本身结构尺寸加大,使推力轴承在结构设计上不确定因素较多,给精确计算带来一定的难度,造成推力轴瓦尺寸不合理,轴承的强度和刚度有较大偏差。这个问题的存在集中表现以下几个方面。

(1)推力轴瓦机械变形大。有的推力轴承在较大的轴向水推力作用下,轴瓦的机械变形大,在圆周方向上呈凸形,加上轴瓦的温度变形,往往使轴瓦局部负荷增加,局部油膜破坏,造成推力轴瓦支承中心区域磨损;有的镜板变形呈波浪形或弓形,高低差值达 1.5 mm,造成轴瓦烧损。

(2)偏心值偏低。为了防止推力轴瓦出油边的磨损,使推力轴承承受较大的负荷,在设计时,轴瓦的偏心值易选偏低值,即轴瓦偏心值选择设计规范的下限。从推力轴承运行事例可知,采用偏低的偏心值,推力轴承润滑油在轴瓦与镜板之间形成的楔形油膜是不理想的,难以确保推力轴瓦出油边最小油膜厚度的设计值(0.04 mm),只会造成推力轴承润滑条件的恶化。

(3)镜板镜面不平度过大。镜板镜面不平度过大系指推力轴承镜板波浪度和粗糙度超过允许范围,这是影响推力轴瓦(含弹性金属塑料瓦)使用寿命的重要因素。通常,巴氏合金瓦镜板粗糙度控制在  $Ra\ 0.2\sim 0.4\ \mu m$  范围(弹性金属塑料瓦镜板粗糙度  $Ra\ 0.64\ \mu m$ ),波浪度 0.05 mm。众多的推力轴承的镜板的粗糙度和波浪度超过了限定值。有的进口机组,推力轴承镜板不平度虽有限定值,但是现场检查发现,镜板凸凹不平,其粗糙度和波浪度之大,使轴瓦局部接触面仅有 40%~60%。由于镜板镜面不平度过大,轴瓦运行温度升高,事故停机经常发生,同时也使镜板镜面划伤磨损,特别是弹性金属塑料瓦磨损后磨出金属丝,更加加剧镜板镜面的划伤磨损。

(4)加工质量及材料的机械性能问题。推力轴承支承结构在运行中发生异变,个别的支承螺丝球面和铬钢垫表面出现深浅不一的压痕;弹性油箱压裂或漏油变为刚性支承;上下平衡块蠕动,定位螺钉挤压发卡,起不到设计预想的平衡调节作用等,都导致了推力轴瓦之间受力不均,使个别推力轴瓦超过了其所能承受的最大受力,发生磨损,进而造成所有推力轴瓦磨损。

#### 2.2.2 机组运行特性的影响

(1)机组振动稳定性较差。水电机组属低速旋转机械设备,影响机组运行稳定性的水力干扰、机械干扰及电磁干扰都在不同程度上影响推力轴承的运行稳定性。转子动不平衡、轴不对中、倾斜,固定部件刚度削弱,支承部件逐步恶化以及机组运行时的强大的脉动负荷,使机组轴系和轴承系统、机组机架和支承部件运行状态发生异变,造成推力轴承运行时轴瓦

---

负荷分配不均，镜板不水平，推力头松动，支承部件压塌受损，轴瓦油膜厚度受到破坏，导致推力轴承瓦严重磨损。

(2)水轮机转轮空蚀磨损加剧。转轮空蚀磨损严重时，往往引起水轮机转轮不均匀受力及导叶、蜗壳、尾水管水流分布发生变化，使推力轴承运行稳定性变差。强大的水压脉动和空腔脱流，造成机组的强烈振动和摆度，严重影响到推力轴瓦的润滑特性。

### 2.2.3 安装和运行管理的影响

(1)近年投产运行的大型推力轴承启动投产时，烧瓦事故较多，就其原因，除了设计制造因素外，安装质量也是原因之一。安装质量不符合规程要求，例如导轴承间隙调整不良，轴线不垂直度加大，镜板和推力头水平没有控制在规范之内( 0.02 mm / m)等，加剧了推力轴承运行条件的恶化，引起运行中的镜板镜面的颤动，在轴承中出现脉动力，导致钨金与轴瓦钢质体分离并剥落。

(2)运行管理不善。机组开停机频繁，启动时轴瓦单位负荷增大，甩负荷过多，造成推力轴承运行自然老化；润滑油变质，含有水份，油污和铁屑杂物进入，造成镜板镜面粗糙度加大，严重时，高压油顶起轴瓦油室磨损，磨擦系数加大，油膜减少或破坏或轴瓦与镜板严重磨损。

嘉兴市中达上材轴承有限公司

刘 涛 黄东明

2008-11-12

技术支持

上海材料研究所

中国科学院兰州化学物理研究所