

# 350MW 机组空预器推力轴承故障处理及分析

练有北

(宝钢湛江钢铁有限公司 广东 湛江 524072)

**摘要:** 回转式空预器推力轴承一般选用调心滚子推力轴承, 装在轴承座内, 通常运行中无法看到轴承运行状态。通过分析某电厂 #1 机组 A/B 空预器推力轴承故障处理事例, 分析轴承故障的原因, 总结了空预器的维护要点。

**关键词:** 回转式空预器; 推力轴承; 损坏; 疲劳

## 0 引言

某电厂安装的空气预热器为二分仓式回转空预器, 型号是 LAP11284/2400, 转子直径  $\phi 11284\text{mm}$ , 蓄热元件高度热段为 (600+800) mm, 冷段 1000mm, 蓄热元件为搪瓷元件, 其余热段蓄热元件为碳钢, 每台预热器金属质量约 600t, 其中转动质量约 420t (约占总重 70%)。设备自 2014 年 12 月开始投用, 至今已使用近 8 年时间。空预器推力轴承选用的是 SKF 调心滚子推力轴承, 轴承型号为 294/750 EF, 润滑油为 ISO VG680 重负荷工业齿轮油。通过介绍近期某电厂 #1 机组 A/B 空预器推力轴承故障的检修过程, 总结出空预器推力轴承故障原因和检查处理办法, 以供专业维修人员借鉴。

## 1 空预器推力轴承故障现象及处理经过

### 1.1 1B 空预器

2021 年 12 月 6 日 08:20, 监盘发现 1B 空预器主机电流 15 ~ 20A 之间晃动 (正常为 16A 左右且平稳), 现场检查无明显异声, 联系点检检查, 检查现场线路电流与盘上一致, 调大间隙, 电流无改善, 机械检查发现下部密封板有异音。将热端径向密封调整间隙升到最大, 电流变化无改善<sup>[1]</sup>。1B 空预器下部密封有异声, 怀疑是旁路密封片与转子发生刮碰, 另外中心轴位置轴封压盖下有铁屑, 压盖与下轴有磨损痕迹。

12 月 7 日 16:40, 监盘发现 1B 空预器主机电流开始有增大趋势, 最大 23.45A, 联系点检配合现场检查, 反馈声音频率增大, 各班加强监视。对 1B 空预器推力轴承、导向轴承和减速机取油样进行分析, 铁离子含量结果显示无异常。1B 推力轴承润滑油铁离子含量分别为 25mg/kg, 0mg/kg, 20mg/kg。

12 月 11 日 07:30, 监盘发现 1B 空预器电流波动范围减小, 15.3 ~ 18.24A, 无其他操作, 现场声音无变化, 加强监视。

12 月 13 日 04:10, 监盘发现 1B 空预器主机电流瞬时波动至最大 26.93A, 后逐渐恢复, 现场查看无异常, 声音无明显变化, 加强监视。

12 月 16 日下午 17 点左右, 运行发现 1B 空预器异音较之前大, 但电流波动不大, 最大电流为 18A, 相对于前面电流有所改善。点检与检修人员去现场检查, 发现声音由推力轴承处传出, 打开轴承检查孔检查, 发现推力轴承罩壳里面有较多磨损掉落的金属粉末。用百分表对 1A、1B 空预器下轴进行跳动检查, 对比发现 1B 空预器下轴跳动较大, 1A 空预器 20 丝 (1 丝 = 0.01mm) 左右, 1B 空预器达 50 丝以上, 怀疑 1B 空预器转子发生偏移。

此后在 12 月 17 日、12 月 21 日、1 月 5 日、1 月 11 日分别对 1B 空预器推力轴承取样化验, 首次结果为 1604mg/kg, 最后一次为 4678mg/kg, 显示推力轴承 Fe 离子含量异常偏高, 并剧烈恶化。1 月 12 日, 联系运行启动 1B 空预器推力轴承油站, 停油泵后对滤网进行清洗, 发现滤网污油中含有大量金属粉末。为防止杂质增多加速磨损, 要求对 1B 空预器推力轴承滤网每天清洗一遍。

1 月 17 日 22:35, 投用 5 万 BFG 约 1min 后, 1B 空预器电流由 17A 突升至 55A, 持续约 35s, 现场检查发现 1B 空预器推力轴承处有较尖锐的摩擦卡顿声 (约 2 圈/次), 跳动值最高为 90 丝, BFG 增至 10 万, 约 23 点后异声减弱。23:18, 电流再次突升至 32A, 现场检查异声变大后逐渐减小, 后多次检查异声未变大, 1B 空预器电流在 15.3 ~ 19A 范围内波动。

1 月 20 日, 1 号机组停机, 并开展 1B 空预器推力轴承更换检修。拆下轴承检查发现推力轴承滚子压溃损坏 3 颗, 大部分滚子发生点蚀, 轴承滚道磨损严重, 如图 1、图 2 所示。

### 1.2 1A 空预器

2022 年 3 月 5 日 ~ 24 日, 1 号机组临停, 考虑到



图1 滚道磨损剥落



图2 滚道磨损剥落

1B空预器推力轴承损坏严重的情况，检查1A空预器推力轴承是否存在劣化的情况。3月10日，拆除1A空预器推力轴承外壳并放掉内部润滑油后进行滚子检查，发现1A空预器推力轴承外圈存在点蚀，并且部分内圈磨损<sup>[2]</sup>。由于空间局限，不能查看轴承全貌，决定对该轴承拆出全面检查。

3月12日拆出推力轴承，检查发现轴承内圈剥落，含有少量铁屑，外圈滚道分布大量小凹坑，滚子未发现异常，如图3、图4所示。

## 2 原因分析

为了找出轴承损坏的具体原因，从轴承使用的接触疲劳方面、轴承润滑方面、电流变化方面以及轴承厂家提供的分析报告方面进行综合分析。

### 2.1 接触疲劳方面

从事情过程中判断，12月13日1B空预器推力轴承应该有颗粒剥落，颗粒被滚柱碾压后破碎，表现在空预器电流急剧波动后恢复；12月13日前判断为密封片

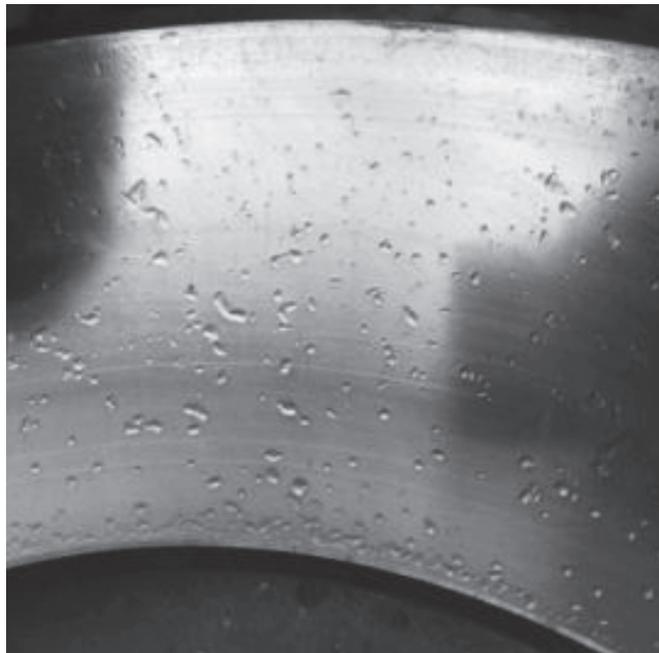


图3 轴承外圈凹坑

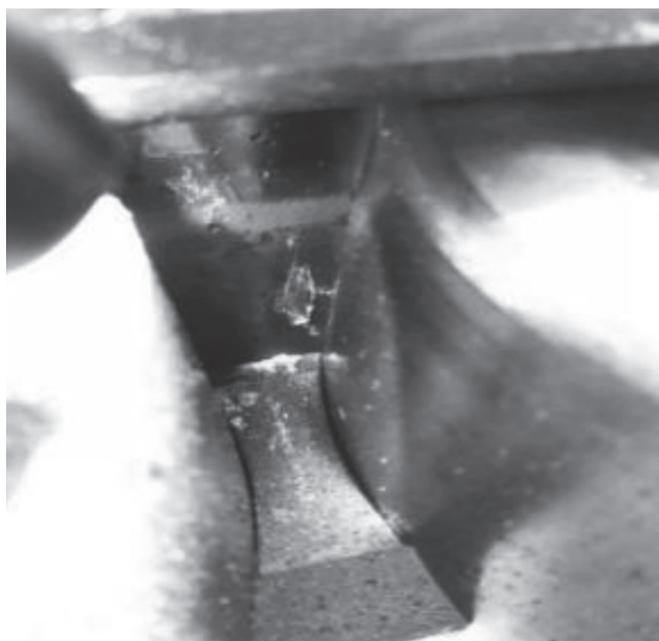


图4 内圈剥落

摩擦引起电流波动，后来随着密封片磨合电流恢复平稳。12月17日油脂化验报告显示铁离子突升，与13日现象较吻合，判断为1B空预器推力轴承损坏加速。

3月5日，1号机组停机检修，对1A空预器轴承进行了详细检查，发现轴承内圈整圈均匀分布一道白色痕迹，应该是运行时的接触区域，而且有些内圈剥落的位置分布在接触线下方，有些覆盖接触线上下两面，应该不是轴承受力不均偏载导致的<sup>[3]</sup>。空预器在运行过程中热烟气与冷风在空预器内部不断地交换热量，受到机组负荷调整的影响，热烟气与冷风不断变化，空预器推力轴承大量重复地承受温度变化的接触应力，最终超过轴

承材料允许的寿命，导致轴承发生点蚀及金属层剥落，如图5、图6所示。

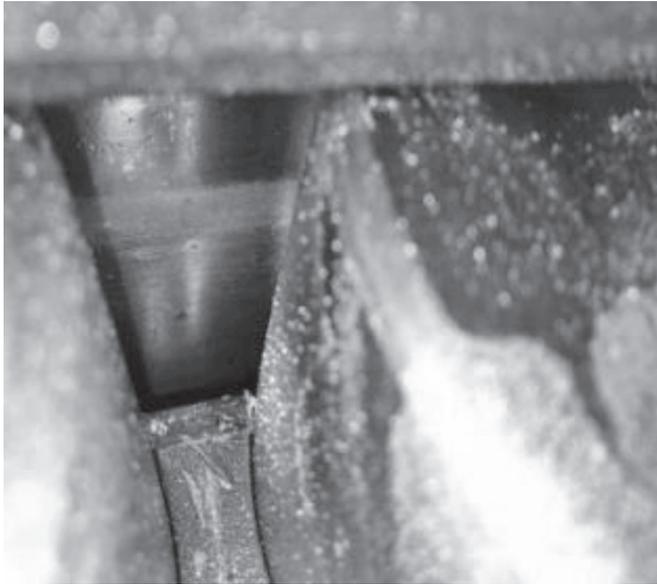


图5 未剥落的接触区域



图6 剥落的接触区域

### 2.2 轴承润滑方面

由于空预器转速较低，为1.05r/min，推力轴承采用油浴润滑的润滑方式，轴承箱为封闭式空间，并设置有防尘罩，润滑环境良好，轴承温度无明显偏高。空预器按照年修周期更换润滑油，并且一个季度安排对润滑油进行取样化验，油脂化验结果都在标准范围内，润滑情况良好。2021年12月17日，1B空预器推力轴承油脂化验，铁离子突升至1604mg/kg，并继续劣化，怀疑是滚道和滚子磨损剥落的铁离子造成的；2022年1月，1A空预器推力轴承润滑油铁离子含量稍高，为71mg/kg，

怀疑轴承套圈金属剥落导致铁离子上升。

### 2.3 电流变化方面

引起空预器电流变化的原因主要有以下几个方面：(1)空预器轴承损坏，传动受阻；(2)空预器密封片与扇形板摩擦；(3)空预器转子内部有异物卡阻。1B空预器电机电流自2021年12月开始增大，后期电流更是从17A突升至55A，期间空预器转子密封无刮碰声音，本体也无其他异音，且扇形板已调整至最高位，并无刮密封的可能，只有推力轴承内部传出明显的异响，排除电流变化是由于空预器密封片摩擦刮碰和内部异物卡阻导致。判断为推力轴承点蚀剥落后突然压溃，从而引起转子在轴承中承载失衡，造成电流突然增大。

### 2.4 轴承厂家方面

厂家分析报告称轴承外圈严重损坏，呈现大面积的疲劳剥落，运行轨迹有严重疲劳磨损和偏载。将该轴承失效定性为偏载后的疲劳失效，笔者认为疲劳失效没有异议，但是究竟是偏载在先引起疲劳失效还是疲劳在先引起偏载有不同看法。从油脂的恶化发展情况和现场异音发展情况判断，轴承出问题后造成轴承的偏载，进一步破坏轴承。另外，鉴于轴承使用寿命接近参考年限8~10年，厂家建议加强设备点检，定期监测轴承温度、振动等参数。

综上所述，认为此轴承长周期运转自身疲劳损坏引起此次故障。

## 3 结语

由于空预器推力轴承损坏导致的后果较为严重，而且故障处理时间比较长，为了避免机组突然故障停机，必须利用有效的手段提前发现轴承劣化趋势，并采取针对性的措施。例如：定期油质化验，根据轴承润滑恶化趋势判断轴承损坏情况，并结合年修安排进行检查；每次年修安排检查轴承滚子、滚道的磨损以及点蚀情况等。

### 参考文献：

- [1] 何俏. 空预器支承轴承故障分析和预防措施[J]. 大科技, 2017(03):218-219.
- [2] 邵长暖, 孙维菊. 1000MW超超临界机组空气预热器下轴承损坏原因探析[J]. 华电技术, 2015, 37(07):27-28.
- [3] 张爱群. 回转式空气预热器电流波动原因分析[J]. 电站辅机, 2014, 35(03):25-28.

作者简介：练有北(1990.09-),男,汉族,广东茂名,本科,助理工程师,研究方向:发电厂锅炉设备运维技术。