

## 工业汽轮机轴向碰磨处理

王成

新疆八一钢铁股份有限公司能源中心工艺室, 新疆 乌鲁木齐 830022

[摘要] 制氧空分采用的汽动空压机, 采用工业汽轮机驱动, 等温空压机作为制氧空分系统最大的旋转设备, 其机械运转状态尤其是振动情况是设备安全稳定运行的核心。汽动空压机、工业汽轮机、轴向碰磨、后汽封、处理欧冶炉能源配套南区制氧两套四万制氧机组, 安装有杭汽股份工业汽轮机拖动的离心等温空压机, 汽轮机型号 HNK50/63/25/56, 进汽参数为高温高压, 额定功率 20889kW, 额定工作转速 4751r/min。

[关键词] 工业汽轮机; 轴向碰磨; 振动; 故障处理

DOI: 10.33142/aem.v1i4.1010

中图分类号: TK263.72

文献标识码: A

## Axial Rubbing Treatment of Industrial Steam Turbine

WANG Cheng

Energy Center Office of Xinjiang Bayi Iron and Steel Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830022, China

**Abstract:** Steam air compressor for oxygen generation air separation is driven by industrial steam turbine and isothermal air compressor is the largest rotating equipment of oxygen making air separation system. Its mechanical operation state, especially vibration is core of safe and stable operation of equipment. Steam air compressor, industrial steam turbine, axial rubbing, rear steam seal, two sets of 40000 oxygen generating units in south supporting energy processing of euromelter, which are installed with centrifugal isothermal air compressor driven by Hangqi industrial steam turbine. Type of steam turbine is hnk50 / 63 / 25 / 56 and steam inlet parameters are high temperature and high pressure, rated power is 20889kw and rated working speed is 4751r / min.

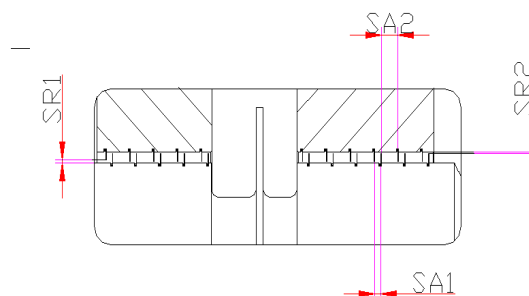
**Keywords:** industrial steam turbine; axial rubbing; vibration; fault disposal

### 引言

欧冶炉能源配套南区制氧两套四万制氧机组, 安装有杭汽股份工业汽轮机拖动的离心等温空压机, 汽轮机型号 HNK50/63/25/56, 进汽参数为高温高压, 额定功率 20889kW, 额定工作转速 4751r/min。

### 1 现场情况

从 2014 年 1#机组启动至 2019 年 2#机组启动, 均在运行中出现汽轮机转子轴振动升高及大幅波动, 出现了几次轴振动快速升高, 导致机组轴振动高保护联锁跳闸的事故, 严重影响到四万制氧机组的安全稳定运行。



	要求 mm Reference	实测 mm Actual
SR1	总间隙(Total Clearance) 0.66-0.94	0.70
SR2	总间隙(Total Clearance) 0.52-0.94	0.65
SA1	2.40-3.80	2.40
SA2	8.30-9.70	9.70

图 1 汽轮机后汽封

1#机组在启动调试中出现了轴振动高的故障，经汽轮机三次开缸及转子返厂（复查动平衡及修复磨损汽封）处理，杭汽股份公司现场动平衡检查及调整，均未解决此故障。2018年因严重影响机组运行安全，我方根据机组状态参数分析，认为故障主要由于汽缸膨胀大于转子膨胀量，超过汽轮机通流部分轴向间隙，导致汽轮机出现负胀差，引起汽轮机后汽封轴向碰磨故障，在未开缸情况下，通过外部架设百分表，调整汽轮机前轴承和汽缸间推拉杆距离0.5mm，增大汽轮机后汽封负胀差间隙，增大后汽封SA1值（图1），同时核算汽轮机其它通流部分间隙在安全范围内，开机后轴振动波动情况明显好转，连续运行未出现轴振动高导致跳机故障，但轴振动还存在小幅的波动，说明该轴向碰磨点还未完全消除。

2019年6月2#汽轮机启动调试，在运行中也同样出现汽轮机单试正常，带负荷中出现轴振动波动和保护跳机的故障，判断同2#故障相同，负胀差造成汽轮机后汽封轴向碰磨；2019年9月利用停机机会，协同工程总包方、安装单位、杭汽厂家，对汽轮机开缸检查，实际验证了前期判断是正确的，汽轮机后汽封部位发生了严重的负胀差轴向碰磨痕迹，见图2。

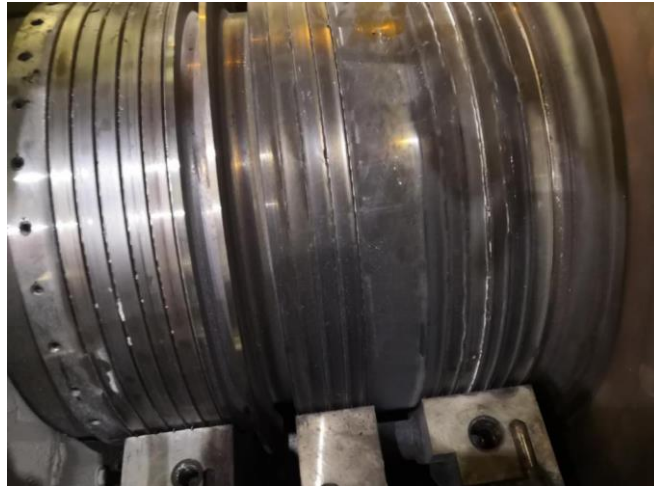


图2 汽轮机后汽封轴向磨损情况

## 2 现场处理

鉴于1#调整的经验 and 两台汽轮机狗后汽封合格证参数相同，经杭汽技术人员核算，将汽轮机转子向排汽侧方向移动0.6mm（实测0.55mm），已经达到间隙调整的极限值，继续调整将影响其它部位的轴向间隙安全；开机后工作转速轴振动良好，带负荷试车和正式投产后出现了轴振动升高情况，但轴振动基本平稳，见图3和图4。

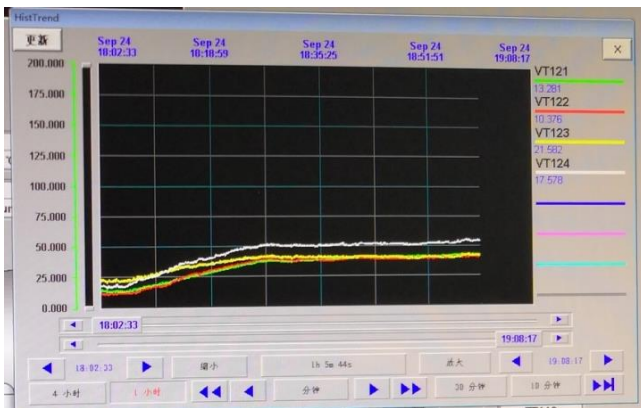


图3 检修后试车振动趋势



图4 检修后生产振动趋势

鉴于两台汽轮机出现同样问题，且可调整安装尺寸已经达到极限，根据汽轮机转子设计膨胀量（无法实测）和汽缸实际膨胀量的对比和间隙对比（表1），轴向间隙已经为负值，必然出现轴向碰磨。

表 1 汽轮机胀差计算

	正常膨胀量	最大膨胀量	备注
转子设计 (mm)	2.6	4.6	
汽缸实际 (mm)	8.8	8.8	
计算胀差 (mm)	-6.2	-4.2	
SA1 值 (mm)	-2.4	-2.4	设计允许负胀差
轴向间隙 (已磨磨)	-3.8	-1.8	超设计负胀差

### 3 后续处理措施

在现有设备不会有大的变化情况下，需要采取其他方案来解决轴向碰磨故障，制定以下方案：

#### 方案一、整体修复

汽轮机转子返厂修复磨损汽封及高速动平衡、杭汽根据测绘值，新设计重新配做后汽封结构体，保持 SA1 值 7mm, SA2 值 5.1mm, 才能使汽封轴向汽封间隙不发生碰磨，但已经严重超出汽轮机合格证要求的轴向间隙，正超胀差预留间隙值 3.2mm, 维修时间 2 个月。

#### 方案二、局部修复

汽轮机转子汽封现场磨平，原后汽封体返厂，修复汽封体，如图五所示，保持 SR1 值为设计值 0.7mm, 转子和后汽封不存在轴向间隙问题，相当于梳齿汽封数量减少一半，轴封供汽量略高于设计值，维修时间 1 个月。

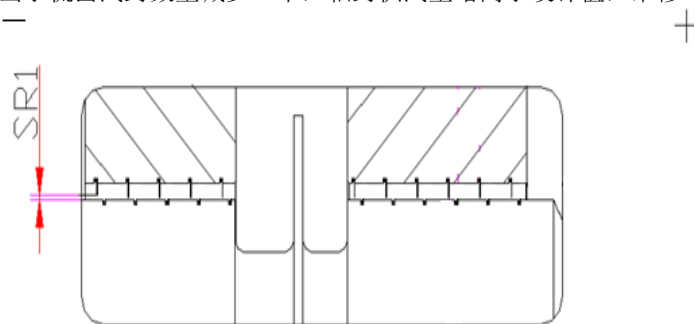


图 5 方案二修复后汽封的效果

### 4 结束语

方案对比，根据方案实施的问题和效果，方案一带来后汽封轴向间隙无法兼顾的问题，同时实际间隙变化情况也存在不确定性，方案二是稍微增大了汽封供汽量，方案实施可靠性、经济性和工期均优于方案一，建议结合机组年修项目，按方案二实施修复方案。

对汽轮机实际胀差和设计值偏差大的问题，需要杭汽进一步分析计算，找到原因，建议在汽轮机后轴承新增加胀差测量仪表，能真实显示汽轮机胀差的变化值，为以后彻底解决该故障提供实测资料。

#### [参考文献]

- [1]任骞. 太一 13 号汽轮机振动分析及处理[J]. 山西电力技术, 2000(8): 11-10.
- [2]钟晶亮, 王家胜, 张世海. 某 300MW 机组给水泵汽轮机振动分析及处理[J]. 汽轮机技术, 2015(03): 11-10.
- [3]苗东升, 温义斌, 姜波. 曼透平汽轮机振动分析及处理[J]. 内蒙古石油化工, 2018(01): 11-10.

作者简介：王成（1982-），男，大学，热力工程师。现在新疆八一钢铁有限公司能源中心从事热动技术管理工作。