

630MW 超临界汽轮机前箱滑销卡涩的原因分析及处理

刘永 王帅

安徽华电宿州发电有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7534

[摘要] 上海汽轮机有限公司设计制造的超临界、一次中间再热、三缸四排汽、凝汽式汽轮机, 型号为 N630-24.2/566/566 型。前箱滑销系统台板注油通道设计上采用注油润滑方式, 七个注油通道是封闭不相通的, 加入的润滑脂在通道内的集聚、不能更新, 通道充满润滑脂后不能通过注入新的润滑脂进行更新, 旧的润滑脂在不抬前箱的情况下无法清理出来, 高中压前箱猫爪下的注油孔设计比较隐蔽, 容易包在汽轮机保温中, 造成因注油不及时、润滑脂高温老化造成台板滑销不畅, 造成滑销台板卡涩。

[关键词] 前箱台板; 滑销系统; 卡涩

Analysis and treatment of 630MW supercritical steam turbine

Liu Yong Wang Shuai

Anhui Huadian Suzhou Power Generation Co., LTD.

[Abstract] Shanghai Steam Turbine Co., LTD. Design and manufacture of supercritical, one intermediate reheat, three cylinder four exhaust steam, condensing steam turbine, model is N630-24.2/566/566. Front box sliding pin system plate injection channel design adopts the oil injection lubrication, seven oil injection channel is closed is not interlinked, join the grease in the channel of the agglomeration, cannot update, channel filled with grease after injecting new grease, grease the old grease in not carrying the box, before the high pressure box cat claw injection hole design is hidden, easy to package in the steam turbine insulation, caused by plate not timely oil injection, grease high temperature aging, cause the sliding pin plate stuck.

[Key words] front box table plate; sliding pin system; stuck

引言

安徽华电宿州发电有限公司2号机组汽轮机为上海汽轮机有限公司设计制造的超临界、一次中间再热、三缸四排汽、凝汽式汽轮机, 型号为 N630-24.2/566/566 型。额定功率为630MW, 最大连续出力648MW。汽轮机采用高中压合缸结构, 低压缸为双流程反向布置。机组采用复合变压运行方式, 汽轮机设计有八级非调整回热抽汽, 高压缸共有1个冲动式调节级和11个反动式压力级, 中压缸共有8个反动式压力级, 低压缸共有2×2×7个反动式压力级, 全机结构级共有48级, 汽轮机高中压合缸前猫爪安装在前箱上, 高中压缸的膨胀和收缩是通过前箱滑销系统实现的。

1 事情经过

2022年10月29日, 机组在2350rpm暖机过程中, 2号机轴振出现上升, 3X/3Y、4X/4Y、5X/5Y振动缓慢上涨至141/148、69/60、72/85 μm, 因#3轴承振动大, 2号机组中速暖机的过程中被迫打闸。检查发现之前在盘车过程中, 因前箱台板存在卡涩收缩不均, 导致前箱台板处存在异响。机组冲转过程中前箱热膨胀显示值出现间歇性停滞, 汽缸膨胀出现间歇性受阻卡涩, 汽缸膨胀伸长量慢于转子膨胀伸长量, 导致机组在冲转

过程中振动大。经过充分暖机后, 机组冲转过程各项参数趋于正常, 机组正常启动。2023年9月, 利用2号机通流改造期间对前箱滑销系统进行检查并对前箱台板进行处理, 解决了前箱滑销卡涩问题。



2 前箱滑销系统卡涩的原因分析

1. 前箱滑销系统台板注油通道设计不合理，七个注油通道是封闭不相通的，加入的润滑脂在通道内的集聚、不能更新，通道充满润滑脂后不能通过注入新的润滑脂进行更新，旧的润滑脂在不抬前箱的情况下无法清理出来。

2. #2 机前箱卡涩前定期注油管理不到位，保温时将前箱滑销系统电端三个注油孔包在保温棉

层里，台板内润滑脂（润滑脂 LC-250）高温变质，油脂脱水失效造成局部干性摩擦，台板膨胀收缩不畅，致使台板卡涩。

3. 对前箱台板加油定期工作管理不重视，对前箱滑销系统结构不熟悉，检查发现高中压缸侧面保温层内存在一只注油孔，日常加油中被忽视，该位置油脂量少，造成干摩擦，加剧前箱卡涩。

4. 前箱台板刮划位置靠近高中压猫爪侧，由于前箱座受到推力由猫爪作用于中分面，但摩擦力作用于前箱底面，对前箱座产生一个翻转力矩，使前箱座与台板发生线性摩擦，单点摩擦力增大，汽缸在膨胀、收缩过程中，对该处摩擦增大，导致膨胀受阻。

5. 机组正常运行时汽缸进汽左右侧温差大，整个缸体膨胀不均匀，对滑销产生过大的挤压力，膨胀及收缩过程产生横向力。

6. 运行及检修中维护不当，使灰尘等杂物进入油槽内堵塞油槽，无法正常注入润滑油脂，导致前箱与台板产生干性摩擦，或存在异物跟随加油孔进入油槽，导致前箱底部产生摩擦刮划。

3 揭前箱检查的准备

高中压缸前猫爪搭在前箱上，抬起前箱就需要抬起前猫爪，整个高中压缸都会有上抬。在不割管道情况下抬前箱经过反复论证和调研，发现抬前箱检查前箱滑销系统存在以下三个方面问题。

3.1 前箱地脚螺栓拆除

1. 前箱固定地脚螺栓拆除，不影响前箱向前滑动。

2. 台板地脚螺栓，在滑动过程中，影响前箱移动，需破坏性割除前箱台板左右固定螺杆 15mm 左右，否则影响后续前箱滑动。

3.2 高压缸与前箱连接 H 型梁紧固螺栓

高压缸与前箱连接 H 型梁两侧的紧固螺栓共计 20 颗、偏心定位销 4 个，拆除一侧的螺栓和定位销，需要准备备品和取断丝工具。

3.3 套装油管路拆除

在前箱进回油套装油管路下部开孔，对内部的五根油管道（ $\phi 168*8$ 主油泵进回油管道各一根、 $\phi 108*5$ 一号轴承进油管、 $\phi 114*6$ 一号轴承回油管、 $\phi 60*4$ 通气管， $\phi 48*5$ 高压备用油泵供油管）进行割除，同时对前箱底部的油管道进行割除，割除的管道从套装油管路开孔部位取出，确保前箱移动不受阻。

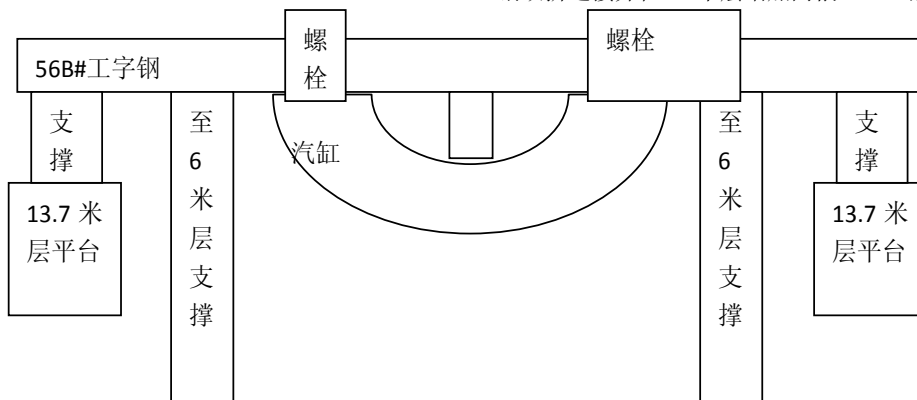
4 前箱吊装检查步骤

4.1 滑销系统检修前需测量的数据

1. 测量1瓦、2瓦油挡注窝中心。
2. 测量高压缸调端、电端轴封注窝中心。
3. 测量前轴承箱与高压外缸两侧轴向距离。
4. 测量前轴承箱水平扬度。
5. 测量高压外缸水平扬度。
6. 测量前箱与台板水平面间隙。
7. 测量前箱压板膨胀间隙。

4.2 高压缸及前箱附件拆除

1. 切除与轴封体连接的进汽、回汽管道，并做好封堵。
2. 拆除轴封体与汽缸连接的垂直面螺栓，并做好记号。
3. 配合起重吊除轴封体，并放置指定位置。
4. 拆除高压外缸调端猫爪联系螺栓。
5. 拆除高压缸调端与前轴承箱连接H型梁电端螺栓封口垫片。
6. 拆除高压缸调端与前轴承箱连接H型梁电端偏心销、偏心套。
7. 拆除高压缸调端与前轴承箱连接H型梁电端紧固螺栓。
8. 拆除高压缸调端与前轴承箱连接H型梁调整垫片，并做好记号。
9. 固定锁紧高压缸下部高压导气管道的支吊架。
10. 松除高压缸下部高压排气管道影响向上的支吊架。
11. 拆除高压缸与轴承箱的联系螺栓。
12. 拆除高压缸与轴承箱的角销。
13. 拆除前轴承箱左侧与箱体连接的箱柜及管道。
14. 拆除前轴承箱右侧与箱体连接管道及阀门。
15. 确认前箱与汽缸所有连接螺栓已拆除。
16. 确认影响前箱起吊的外部附件已拆除。
17. 切除前箱底部套装油管，并做好封堵。
18. 制作抽前箱抬缸专用工具：采用2根12米长的56B#工字钢双拼连接并在6.9米层增加两根159*10的钢管作为辅助支撑。



4.3 前箱滑销系统检查

1. 在高压外缸前后猫爪分别架设4块百分表, 高压缸升降过程中左右架设百分表监视缸体偏移状况。

2. 在高压猫爪两侧贴近轴承箱的位置架设两台100吨液压千斤顶, 千斤顶架设位置应牢靠。

3. 行车选用专用起吊钢丝绳及4台5吨手拉葫芦, 检查钢丝绳是否完好, 有无拉毛的现象, 将前箱四角均匀挂起。

4. 起吊前应对悬吊及所吊轴承箱的捆绑情况进行认真细致地检查, 如两侧钢丝绳受力是否均匀, 轴承箱调整是否平衡。确认可靠后, 方准许试吊。

5. 起吊前首先将高压缸调端端两侧架设的两台100吨液压千斤顶均匀受力。

6. 由两台千斤顶缓慢顶起, 四角安排专人架表监护, 保证两侧调端左右高差不超过2mm。

7. 随时观察高压缸下部管道受力情况, 发现异常情况立即马停止顶缸, 查明原因处理问题后方可继续进行顶缸作业。

8. 观察无异常后, 再次缓慢顶起两台千斤顶, 四角安排专人架表监护。

9. 随时观察高压缸下部管道受力情况, 发现异常情况立即马停止顶缸。

10. 顶起高压缸调端下部3mm后, 检查千斤顶及各管道受力情况。

11. 观察高压电端猫爪百分表有无变化, 如有变化立即停止顶缸。

12. 检查电测定中心梁受力情况, 如有扭曲变形立即停止顶缸。

13. 检查无异常后继续顶缸作业, 缓慢顶起左右两台千斤顶, 同时将汽缸调端再顶起5mm, 观察各部件受力情况。防止与汽缸连接的管道受力变形拉伤, 所以高压缸调端只能顶起5mm

14. 选择合适的位置做好支撑保险, 防止千斤顶泄压滑落。

15. 取出高压缸调端两侧的猫爪垫片, 并做好记号。

16. 缓慢拉动行车上的4台手拉葫芦, 同时观察行车吨位。

17. 使用钢板尺检测轴承箱四角起升高度, 保证四角均匀, 平行度不超3mm。

18. 将轴承箱回油口做好防护, 防止异物落入。

4.4 前箱滑销系统处理

1. 清理台板表面, 油槽内油污、杂物, 修理或更换两侧喷注油嘴, 检查和测量前轴承箱台板平面度、纵销滑动面的纵向和横向滑动面间隙, 检查台板和纵销配合面有无损伤、毛刺缺陷等情况。

2. 用行车将前箱翻转180°, 清理前箱底部, 检查纵销配合面有无损伤, 毛刺等缺陷。

3. 将台板表面、轴承箱底面与轴承箱配合的纵销上的锈蚀、油污及毛刺打磨干净, 拉毛损伤处打磨平整圆滑过渡。

4. 轴承箱底面与台板对研, 经红单着色检查接触面达到75%以上, 且接触点分布均匀, 前箱与台板全周间隙0.05mm塞尺不入, 轴承箱在台板上滑动自如, 且无其它缺陷时, 对研合格。

4.5 纵销调整

1. 拆除纵销, 将纵销槽道内清理干净, 使用纱纸将槽道内打磨光滑。

2. 测量旧纵销与纵销槽道尺寸。

3. 按照台板纵销槽道与前箱纵销槽道尺寸加工上下半两条工艺销, 长度为槽道长度, 各垂直水平面误差不超过0.02mm, 下半工艺纵销需与台板槽道面平行。

4. 将工艺销子装入槽道, 上半叠加放置。

5. 将前箱吊入, 通过气缸注窝找中心, 定好前箱中心位置。

6. 将前箱吊起, 在前后安装纵销处将工艺纵销的位置做好长短、螺栓孔位置记号, 取出工艺销子, 并按照此工艺销尺寸、记号加工新纵销。

(六) 前箱滑销系统回装

1. 台板清理干净后, 将轴承箱落回台板。

2. 检查轴承箱与台板间隙。

3. 将汽缸猫爪垫片清理干净, 放回原位。

4. 缓慢降落两侧千斤顶, 使外缸猫爪落在轴承箱猫爪垫片上。

5. 检查各管道和支吊架的归位情况。

6. 使用垂弧法测量汽缸调端猫爪的负荷分配, 并调整左右相同。

7. 测量前轴承箱与高压外缸两侧轴向距离。

8. 测量前轴承箱水平扬度。

9. 测量高压外缸水平扬度。

10. 回装定中心梁调整垫片及偏心销。

11. 紧固定中心梁固定螺栓。

12. 回装前轴承箱联系螺栓和角销, 并调整好膨胀间隙。

13. 落入1瓦、2瓦下半, 吊入高压转子测量油挡及轴封注窝中心。

14. 恢复前箱两侧附属设备及管道。

5 结论

在不改变前箱注油方式和设计的条件下, 可以从以下几个方面做好前箱滑销系统日常维护工作, 防止因前箱维护不到位引起的卡涩问题。

1. 机组启动运行中按标准控制汽缸上下缸温差不超过 35℃, 避免膨胀不均匀, 对滑销产生过大的挤压力, 造成膨胀、收缩不畅。

2. 前箱台板加油工作时, 先将台板加油孔清理干净再进行加油孔对接加油, 加油过程中需保持润滑脂在密闭容器中, 避免杂质跟随油脂进入台板油槽。

3. 注油孔和前箱台板定位螺栓孔上部加装防尘帽, 同时将台板电端定位销处、猫爪下部的 3 个加油孔注油管道加长引出, 便于注油。

4. 标出注油孔示意图, 做好台账记录, 按照汽轮机运行说明, 每半年进行一次注油, 同时控制注油量, 特别是套装油管路处注油孔, 防止过量注油进入套装油管到润滑油系统。

[参考文献]

[1]上海汽轮机厂 600 (660) /24.2/566 (538) /566 引进型超临界 600 (660) MW 中间再热凝汽式汽轮机说明书结构、系统说明

[2]吴锡鹏: 汽轮机前箱膨胀不畅问题分析及解决措施 现代制造技术与装备

[3]许斯顿; 肖榕辉 600MW 机组汽轮机高压缸差胀波动大原因分析及解决 科学技术创新

作者简介: 刘永 (1988—), 男, 职称: 工程师, 安徽华电宿州发电有限公司生产技术部汽机主管, 主要从事汽轮机检修、技术管理工作;

王帅 (1989—), 男, 职称: 工程师, 安徽华电宿州发电有限公司维护部汽机班技术员, 主要从事汽轮机检修维护工作。