

浅谈汽动给水泵机封水温度高治理方法

熊志超

中煤哈密发电有限公司 新疆 哈密 839000

摘要: 我厂2A汽动给水泵自由端机械密封冷却水温度2014年投运至今一直长期偏高, 在夏季恶劣极端天气时有时为了给水泵能运行, 偶尔会开启旁路增大机封冷却水流量, 让机封水能得到快速冷却、降低机封水温度。经过对2台机组4台汽泵运行数据的统计、对比, 水泵间隙、零部件检查发现机械密封水温度高的主要原因是因泵上出厂时自带机封腔室存在铸造节流缺陷造成的, 腔室上铸造的冷却水流通口存在铸造节流堵塞现象, 给水冷却水被节流、流量小、循环不畅, 最终导致汽泵机封水温度高。

关键词: 机械密封; 平衡盘; 节流盘; 机封水温度; 机封腔室; 铸造; 节流

前言

随着现代工业技术的不断进步, 尤其是机械密封的使用, 提高了电力系统高压给水泵的效率, 系统布置简单、运行监测点少、泄漏量相对较少, 节能效果显著, 基本上已将采用迷宫式密封水的汽泵淘汰。但是机械密封使用环境苛刻, 相较迷宫密封检修复杂、价格昂贵, 给用户造成了一定的困扰。

1 结构介绍

我厂每台机组配置50%BMCR容量的汽动锅炉给水泵2台, 合计4台, 1台30%容量的电动给水泵, 正常运行时每台机组2台汽泵并列运行, 30%容量的电动给水泵, 作为机组启停、汽泵故障和给水RB工况时的备用泵。汽动给水泵为上海KSB公司生产的CHTD6/6型多级离心式高压给水泵, 该泵共有6级叶轮, 为了便于维修全部叶轮装配在1个芯包内, 该泵额定工况下进出口压力分别为33MPa和2.28MPa, 由于进出口压差较大, 为减小轴向推力在给水泵出口非驱动端侧设有平衡盘、平衡盘座, 平衡盘泄漏的水大部分经节流盘回流至给水泵入口管道, 一部分水流入机封平衡腔室(即机封工作时动静环的周围), 其余剩下的轴向力由推力盘负责平衡、承担。与给水泵配套的机械密封为BURGMANM公司生产的SAP1/158-ET1型集装式机械密封, 且机械密封较普通集装式机械密封在机封动静环内侧还配有1处机

封减压节流环。较少部分给水泵泄漏的高温高压水经机械密封腔室的冷却水冷却后进入机械密封部分, 为防止机械密封温度过高, 设置有外接冷却水的冷却器和磁性滤网来降低机械密封水温度和确保机封水的洁净度, 该机械密封水在机械密封动环上诱导轮的旋转动力和热虹吸作用下实现闭式循环, 为防止机械密封水内存在空气导致机械密封发生过热损坏, 在机械密封上部还设有排气管和自动排气阀。集控运行DCS和就地温度表上显示的温度测量的是机械密封闭式给水冷却的出水温度即冷却器入口机封水给水温度, 也是机械密封动静环工作时周围的给水液体水温。简称机封水温度, 机封水温度按BURGMANM厂家要求水温达到80℃报警、达到90℃时跳泵。

2 现象

我厂2A汽动给水泵在夏季高负荷工况运行时机械密封水温度偏高约76℃, 接近报警值80℃, 且温度变化趋势在升降负荷、汽泵转速发生变化时2A汽泵自由端机封水温度相对变化范围大且升温速率快, 其它给水泵机封水温度在高负荷时均在70℃以下, 给给水泵安全稳定运行埋下隐患。机封腔室夹套闭式冷却水温度、压力、流量均正常, 没有明显变化、差别, 采集现厂3台汽泵在机组负荷相同情况下自由端机封动静环结合面循环液和冷却水温度数据如下表:

表1

位号	机封循环液温度℃		冷却水水温度℃		闭式水泵出口水压力MPa	排气管温度℃	备注
	进机封腔	出机封腔	进夹套	出夹套			
1A	50	60	26	42	0.4	44	
2A	45	60	23	38		51	排气管有滴水现象
2B	41.5	51	22	36		46	

从闭式水进出泵盖夹套温差来看,冷却水管线堵塞节流的可能性不大。由机封水进出机封腔的温度判断2A机封循环液换热器、磁性滤网没问题。调取2018年运行曲线得知,1A、2A汽泵早在2018年同工况运行时就存在自由端机封冲洗水温度高(峰值65℃)的问题,目前2A泵满负荷运行时自由端机封循环液温度能稳定在约65℃(DCS显示),但在加负荷转速发生变化时自由端机封循环液温度会增加(最高达76℃),待负荷(转速)稳定后自由端机封循环液温度才会降低并稳定(满负荷时65-67℃)。机封循环液温度80℃报警,90℃跳机。

3 危害

当给水泵机械密封水温度达到80℃报警,达到90℃停运给水泵,事故情况下紧急停运给水泵很有可能导致机组快速甩负荷,机组RB,甚至停机。此外,给水泵内的给水温度最高达195℃左右,而动静环密封面出口压力为大气压,如果机械密封水温度过高会导致密封断面出现汽液两相,密封面处既存在气体,也存在高温液体。此时,若轴向开启力不均造成不平行开启,则开启后动静环较难恢复贴合状态,形成间歇性振荡、干磨、碰撞异常响声等,造成机械密封过度磨损而导致泄漏,甚至造成停运水泵,机组停机。

4 原因分析

根据给水泵和机械密封结构、原理来分析,温度高的原因不外乎以下几方面,一是给水泵出口的高温水经机械密封腔室出来后没有得到有效的冷却,热量通过机封腔室内的热水传至机械密封;二是机械密封水循环速度过慢或冷却效果差导致机械密封水没有得到有效的冷却;三是机械密封泄漏通过机械密封的高温水量变多,导致机封无法得到有效的冷却,我们在分析、处理问题时采取排除法通过检查、做实验逐一排除其它原因,找出主要原因,具体分析如下:

4.1 冷却器结垢冷却效果差

机械密封水冷却器为不锈钢管壳式换热器,管侧为温度较高的机械密封水,壳侧为温度相对较低的闭式水作为冷却水,如果冷却器结垢或内部存在空气无法排除会导致冷却器冷却效果差,造成机械密封水温度偏高,但经解体检查发现冷却器并没有结垢、堵塞现象,同时用试管刷加酒精对管束内部进行清洗,清除管壁内部杂质,保证管束内部无堵塞、内壁表面干净。2021年也对冷却器管束进行打压查漏,打压压力为平衡腔室内给水压力的1.25倍,打压检查管束是否有漏点,经检查无漏点,管束无泄漏。通过对其它泵机械密封水的温度对比来看冷却器的设计、选型、检修并没有问题,换热效率

满足现场使用要求,完全能够达到预期的冷却效果。

(2021年机组检修期间对冷却器管束清洁度、冷却器打压检查均正常。(排除))

4.2 冷却水量偏小、机封水流量小

机械密封冷却器冷却水由闭式水来供给,经检查闭式泵的出口压力正常,机械密封冷却水的供回水门均处于全开状态,(现已将阀芯全部拆除,2019年发生过阀芯脱落造成闭式水被节流的不安全现象)闭式水温度同其它机组比较也正常(闭式水泵出口压力相同情况下比较)。在机组临时停机期间经检查闭式水管路和机封水进、回水管和管路上的阀门,发现管路上之前活接垫片均为检修人员现场剪置,当紧固活接时易造成垫片变形严重,也节流造成机封水温度升高,现目前已将活接垫片全部更换为固定尺寸为 $\phi 25X20X2$ 的紫铜垫片,在铜垫片更换前先对铜垫片采取退火处理,因紫铜垫片变形量小基本不影响口径变小造成节流。发现机封水管路上的三片式球阀也有聚四氟垫片存在节流现象且活接垫片接触处也易发生渗漏,现已将节流垫片全部取出,并将密封面采用氩弧焊接方式进行连接,也可以有效避免因垫片造成节流。因此冷却水流量偏小、机封水流量小,造成机封水温度高亦可以排除。2020年对冷却水管道、机封水管道上的阀门、垫片、管道堵塞情况已进行检查,管道、阀门、垫片均无堵塞,正常。(排除)

4.3 磁性滤网堵塞、损坏

在日常维护过程中及时清洗磁性滤网避免因磁性滤网堵塞造成机封水循环不畅、节流引起机封水温度高,未见异常;对磁性滤网不锈钢滤布进行检查、更换,发现有破损的已全部进行更换。因此因磁性滤网堵塞、损坏造成汽泵机封水温度高的原因也可以排除。(排除)

4.4 自动排气阀故障

通过解体排气阀,更换新排气阀做实验,均未见排气阀存在开启、卡涩、内漏故障,导致机封冷却水温度异常升高。(2018年发生一起排气阀内密封铜垫片脱落造成排气不畅现象)排气阀出口无水,说明排气阀无内漏,排气阀启泵时有排气声说明排气阀动作正常。排气阀无内漏也可以避免平衡腔室内的过多给水补充到机封平衡腔室处,从而引起机封水温度高,此现象无。(排除)

4.5 机械密封泄漏(密封面和O形圈)

机封轴套与轴之间的O形圈发生泄漏,热水从轴套内流出会导致过多给水流入机封动静环外侧导致热密封水变多造成机械密封水冷却效果差,温度也会升高。但是这种现象从机封轴套外侧也可以看出,无异常。机械密封安装后长时间运行时也无漏水,说明机械密封动静环密封面

也无质量问题，不会造成机封水温度高。（排除）

4.6 平衡毂轴向径向间隙过大、机封浮动环位置磨损导致间隙大

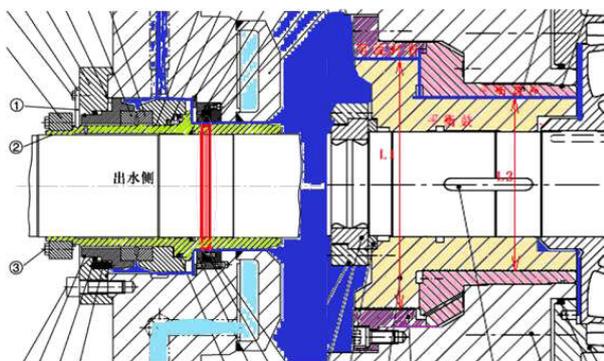


图 6

图 7

KSB设备维护说明书S6合格标准：0.40-0.50mm S7合格标准0.70-0.80mm S13合格标准0.15-0.30mm。

2021年2A汽动给水泵芯包返厂维修后S6为0.46mm S7为0.74mm S13为0.18mm。均在厂家要求合格范围内，间隙无问题。机械密封更换整套新机封和机封浮动节流环，轴套处无磨损间隙也合格。机封轴套外径与机封节流环内径间隙按厂家要求需 $\leq 0.50\text{mm}$ ，防止节流减压环失效造成多余给水窜到机封动静环外侧变为机封水，导致机封水过多得不到有效冷却，从而导致机封水温度高。此间隙也合格。

综上所述泵体内的水因以上间隙大，会流入过多给水到机封动静环周围是不可能的，因此造成机封回水温度高不成立。（排除）

4.7 平衡盘沟槽磨损严重、平衡盘座与泵壳之间O型圈出现尺寸质量问题

平衡盘径向存在车削沟槽，当高压水经过时压力会逐渐降低，减小泄漏量，当磨损严重时间隙变大，同时节流作用减小泄漏量增大，导致平衡腔室压力升高，传递给机械密封腔室和机械密封水的热量过多导致机械密封水温度升高，甚至报警，但是从检修情况及厂家维修服务报告来看基本没有磨损迹象；平衡盘座与泵壳之间

O型圈为厂家备件，厂家已核实完尺寸和材质无质量问题，不会造成过多给水流入机封平衡腔室造成机封水温度高。（排除）

4.8 机封腔室存在出厂铸造缺陷

在每次检修检查过程中，错误认为机封腔室是原厂备件无几何尺寸、形状、材质问题不会对机封水温度高造成影响。但是在多次对机封腔室外观检查过程中其实已经发现机封腔室给水进、回水流道有铸造多余的节流鳍片，但是一直认为是厂家备件，这点节流不会造成机封水温度高，因此长时间一直未处理。直到在2021年机组临停期间尝试对机封腔室处给水进、回水口处铸造毒瘤进行打磨扩孔处理，经检修处理后水泵投运至今水泵运行机封水温度正常。机封水温度在2022年夏季高负荷时最高也只有68℃，没有开启旁路门，机封水温度恢复正常，水泵修后能长周期安全稳定运行。

综上所述，引起2A汽泵自由端机封水温高的直接原因是机封腔室给水进回水口存在铸造堵塞节流缺陷从而导致机封水循环不畅，机封水得不到快速冷却从而引起机封水温度高。

5 结束语

通过运行、检修数据、检修过程、检修工艺对比发现机械密封水温度高的主要原因是因机封腔室存在铸造节流缺陷造成的。表现形式为导致机封水循环不畅，机封水得不到快速冷却，因此机封水温度长期过高严重影响设备安全稳定运行。在分析、处理问题过程中要根据设备结构和相关数据为依据，分析数据、结构、检修过程采取排除法正确、分析问题产生的原因，制定对应处理方案，不断提高检修质量，避免类似事件发生。

参考文献

- [1]杨诗成,王喜魁.泵与风机(第三版)[M].北京:中国电力(出版社),2007
- [2]把多铎,马太玲.水泵及水泵站.中国水利水电出版社,2004
- [3]郭立军,泵与风机.北京:水利电力(出版社),1983