

关于汽轮机调节气阀单侧阀杆断裂的在线工装处理

廉海军
(中海石油舟山石化有限公司 浙江 舟山 316015)

摘要: 本文介绍了某炼油厂关键机组调节气阀单侧阀杆断裂时机组运行状态, 对调节气阀杆断裂原因进行了分析并提出了整改建议; 为今后类似故障处理予以借鉴, 详细讲述了阀杆工装夹具制作安装过程。
关键词: 调节气阀; 工装夹具; 阀杆

某炼油厂加氢装置循环氢压缩机作为加氢装置核心机组, 主要作用是保持反应系统氢分压, 带走反应热以及控制反应床层温度, 从而保证加氢反应的顺利进行。2021 年 3 月 18 日运行三部加氢汽轮机主汽门南侧调节阀连杆断裂, 严重影响机组安全运行, 考虑到机组停机处理, 将会给公司带来的较大经济损失, 公司决定在线工装调试。在 22 日完成夹具安装, 阀杆提拉调试合格, 汽轮机组各项异常指标恢复正常, 顺利解决了影响装置平稳运行重大隐患。

1 汽轮机组故障判断与分析

1.1 汽轮机组运行异常时数据变化

2021 年 3 月 18 日 10 时 45 分, 汽轮机组联端、非联端轴振动突然上涨, 机组转速出现多次大幅度波动 (9185~9202RPM), 汽轮机入口 3.5MPa 蒸汽压力、温度、没有明显变化, 但 3.5MPa 蒸汽流量从 31t/h 左右上升到了 33t/h 左右。

大机组状态监测数据显示机组汽轮机转子振动相位、GAP 电压、轴位移同步发生变化; 汽轮机组调节系统二次油压数据异常; 油动机上动作标尺显示数据异常。

综上所述: 汽轮机组振动发生变化时, 汽轮机转子 GAP 电压变化, 说明转子轴心位置发生了变化; 而汽轮机转子振动相位、轴位移发生变化, 说明汽轮机转子受力发生了变化; 汽轮机 3.5MPa 蒸汽压力、温度没有变化, 但流量有所增加, 说明汽轮机的功率下降; 油动机上动作标尺上升较多, 但是蒸汽流量只增加 2t/h, 同时调节系统二次油压上涨较多, 说明主汽门开度上升较多; 基于以上信息可以判断调节气阀出现了问题。

1.2 汽轮机组调节气阀单侧阀杆断, 机组运行分析

汽轮机调节气阀由三部分组成调节阀、传动机构和油动机, 如图 1。

调节阀南侧阀杆断裂脱落瞬间, 进入汽轮机组蒸汽量减少, 机组转速降低, 为了维持设定转速, 机组调速器发出转速调节信号, 液压调节系统电液转换器指令错油门二次油压升高, 油动机活塞杆行程下移, 提拉调节气阀阀杆, 进入汽轮机组蒸汽量增加, 直至转速恢复正常。

1.3 汽轮机组调节气阀阀杆断裂原因分析和整改措施

循环氢压缩机 (C2101) 13 年、15 年、18 年停工检修期间, 汽轮机调节气阀阀杆检修更换情况汇总如表 1:

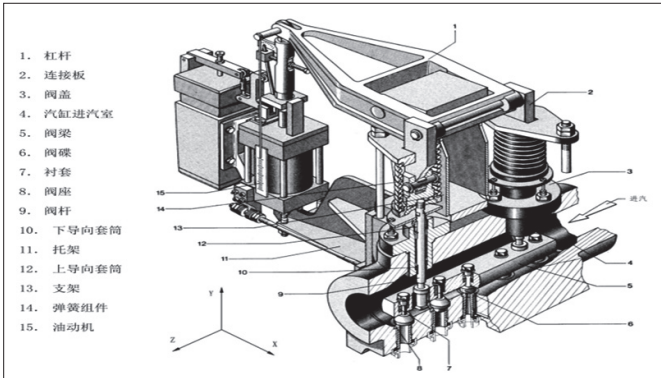


图 1 汽轮机调节气阀简图

表 1 汽轮机调节气阀阀杆检修更换情况汇总

序号	阀杆检查情况	阀杆更换原因
2013 年停工大修	更换北侧阀杆; 南侧阀杆着色探伤合格继续使用。	因阀梁与阀杆接触面局部磨损, 阀梁修复后直接更换北侧阀杆
2015 年停工大修	南北两侧阀杆着色探伤合格继续使用, 北侧阀杆让步使用。	因阀梁与阀杆接触面局部磨损, 阀梁修复后使用
2018 年停工大修	南北两侧阀杆着色探伤合格继续使用。	无

从表 1 可以看出, 调节气阀南侧阀杆自 2013 年停工大修至今没有更换过。

汽轮机调节气阀阀杆与传动机构方头为螺纹连接 (螺纹接头 $\Phi 19.5\text{mm}$), 为了防止调节气阀阀杆在运行当中转动脱出阀梁, 在阀杆与方头螺纹连接部位加工了防转销孔, 并用销子固定。此次调节气阀阀杆就是在螺纹接头销孔处断裂的, 现场可以看到部分螺纹接头和防转销子还固定在方头螺纹孔内, 脱落下来螺纹片段表面光滑, 为典型的疲劳断裂, 参见图 2。

综上所述, 调节气阀阀杆断裂主要原因: ① 阀杆防转销孔为贯穿螺纹通孔 ($\Phi 5\text{mm}$), 阀杆螺纹销孔部位强度下降且在销孔部位产生应力集中, 实际承担阀梁、阀碟重量的只有销孔下面螺纹部分, 在机组低负荷气流冲击高频振动状态下产生的疲劳断裂; ② 调节气阀南侧阀杆使用时间过长, 螺纹等应力集中部位出现应力疲劳发生裂纹后断裂。

2 修复过程

2.1 调节气阀阀杆工装调试

(下转第 68 页)

本文设计的装置体积较小，方便人员携带。能够通过第一可拆卸式连杆组件、第二可拆卸式连杆组件的支架卡座套接于抽油机的支架上，压杠卡座套接于抽油机的压杠使得抽油机的支架以及压杠作为支撑的载体，使得抽油机的压杠、支架以及安全带悬挂装置作为三角支撑，固定性极佳。所述定位支座内开设有定位腔槽，所述可调式承载支杆套接于定位腔槽内并向上延伸，所述定位支座顶部侧端固定设有悬挂吊杆，所述悬挂吊杆外端固定套接有安全带吊环夹套，所述定位支座顶部两侧分别固定设有第一可拆卸式连杆组件、第二可拆卸式连杆组件，所述第一可拆卸式连杆组件、第二可拆卸式连杆组件两端均固定于抽油机的支架上。效果图如图 1 所示。

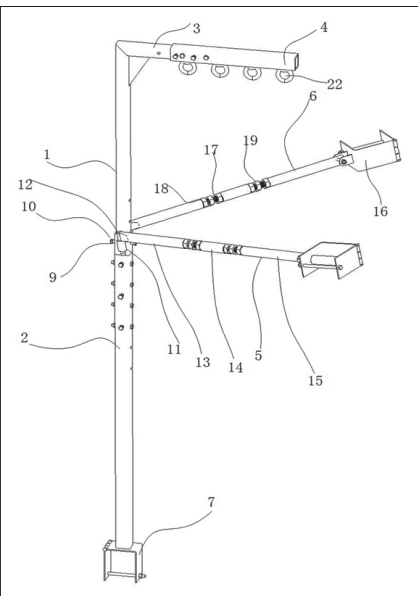


图 1 安全装置设计效果图

具体使用过程为：首先操作者将压杠卡座 7 套接于抽油机 8 的压杠 21 上并通过螺栓固定，接着操作者通过加装或减装第一可拆卸式连杆组件 5、第二可拆卸式连杆组件 6 的第一连杆 13 或第二连杆 14 或第三连杆 15 从而将第一可拆卸式连杆组件 5、第二可拆卸式连杆组件 6 与支架卡座 16 与抽油机 8 的支架 20 卡接通过螺栓固定，接着通过左右调节安全带吊环夹套 4 位置，再通过连接紧固件 10 螺纹连接于调节孔 9 内使得安全带吊环夹套 4 左右调节伸缩，从而带动安全带吊环夹套 4 底端的安全带吊环 22，根据安全带所需的位置进行调节，再将安全带扣在安全带吊环 22 上，接

着通过上下调节可调式承载支杆 1 在定位支座 2 的定位腔槽位置，再通过连接紧固件 10 螺纹连接于调节孔 9 内，使得可调式承载支杆 1 上端的悬挂吊杆 3 以及安全带吊环夹套 4 上下升降，根据所需的高度进行自由调节，接着开始进行高空作业。

4 结语

石油化工业是我国第一工业的重要产业，关乎着国家的发展大计。生命财产安全是生产过程中首要关注的因素，对此本文依据国家标准和规范，设计了一种安全防护装置，为生产一线的工作人员的操作提供有效的参考。

参考文献：

[1] 马志会,孔祥伟,宋云鹏.石油机械设备管理与维护工作分析[J].设备管理与维护,2019,(02):29-30.
[2] 刘涛.石油钻井高处坠落事故原因与预防方法研究[D].中国地质大学(北京),2015.
[3] 刘秀梅.高处作业用安全带的选择和使用[J].吉林劳动保护,2015,(01):21-22.
[4] 孙红栋.海洋石油作业现场坠落防护[J].现代职业安全,2015,(05):86-87.
作者简介:丁勇(1975-04),男,汉族,江苏省泰州市海陵区人,采油技师,研究方向:安全与生产。

(上接第 62 页)



图 2 调节气阀南侧阀杆断裂，阀杆与方头螺纹连接部位防转销孔

为了确保汽轮机组平稳运行状态下，调节气阀阀杆夹具安装、阀杆提拉调试顺利进行，建安公司编制了专项施工方案，夹具制作，并在安装前进行现场夹具安装、紧力以及阀杆提拉力度等的调试，确保施工安全。

2.2 调节气阀阀杆夹具安装

现场试装夹具，阀杆与夹具配合孔过盈 1mm，夹具安装后夹具中分面留有缝隙，夹具加工合适；夹具抱紧阀杆时，夹具下方垫入 1.8mm 不锈钢板，保证螺栓调节的余量；夹

具螺栓紧固时，螺栓涂抹螺纹紧固剂防松；夹具螺栓紧固后，撤出下方垫板，夹具与阀杆顶部配合部位动火焊接（动火焊接前，旁路机组相关联锁）；在方头上方安装提拉板和螺栓。

2.3 调节气阀阀杆故障的处置

现场阀杆夹具固定结束后，开始对照现场转速和二次油压显示数据，缓慢提拉调节气阀南侧阀杆，每次同步调整夹具两侧提拉螺母 90°（1/4 螺距），经过多次调整，直至阀杆夹具与方头顶紧，提拉螺栓双螺母背紧，现场调试结束，而此时二次油压由调整前 0.39MPa 回落至 0.31MPa，3.5MPa 蒸汽流量从 33t/h 下降到 30.5t/h，机组转速稳定在 9200rpm，机组恢复正常运行。

3 结语

综上所述，调节气阀阀杆、连接方头按易损件的管理，需每次大修更换；调节气阀阀杆螺纹连接部位停工检修时不加工通孔，只在螺纹处加工凹槽起到定位防转目的即可，或者将防转销孔加工在阀杆螺纹顶部光杆处。

参考文献：

[1] 林森,李凡林,王帅,张美.汽轮机高压调节阀阀杆断裂故障分析及处理[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2020-01-021.