

汽轮机调速器阀故障分析

汪海东 (中国石油辽阳石化分公司炼油厂, 辽宁 辽阳 111000)

摘要: 作者对由于汽轮机调速器阀在机组启动过程中无法正常工作事件的分析, 得出调速器阀的故障原因, 并总结出针对此类调速器阀故障的维修方法, 对今后的机组维护和管理积累了宝贵的经验。

关键词: 汽轮机; 调节汽阀; 初始开度; 调汽阀衬套

离心式压缩机组是炼化企业十分重要的一类机组, 在炼油厂里, 离心式压缩机组是压缩和输送化工生产中各种气体的关键机器, 所以被广泛应用于各大炼化企业。而汽轮机作为离心式压缩机的驱动设备也显得尤为重要, 汽轮机将蒸汽热能转化为机械功, 再将机械功传至离心式压缩机, 承担了整个机组的驱动。

2015 年 9 月, 循环氢压缩机组 K6102 开车启机。在启机过程中, 压缩机组控制程序允许汽轮机启动, 汽轮机油动机开始动作, 带动调速器阀逐渐开启, 当室内阀位显示达到 30% 时, 汽轮机转速仍为零并且现场观察转子也无转动迹象, 由于联锁条件限制 (调速器阀位开启 30% 时汽轮机转速未达到 500rpm 机组联锁停车), 调速器阀位无法继续增加, 汽轮机启机失败。事发后, 通过现场的轴端漏气情况, 以及机体排凝等现象初步判断, 由于调速器阀未打开或开度不足, 导致中压蒸汽进入汽室内的量过低, 无法带动转子旋转。随即打开机体进汽室侧面堵盖, 将调速器阀组件取出, 发现 5 个调速阀其中 3 个阀芯有不同程度损坏, 位于中间的“5”号阀已与阀螺栓脱离。如此可判断, 该套调速器阀组件已磨损严重, 是影响开车的原因。

1 汽轮机调节汽阀结构及工作原理

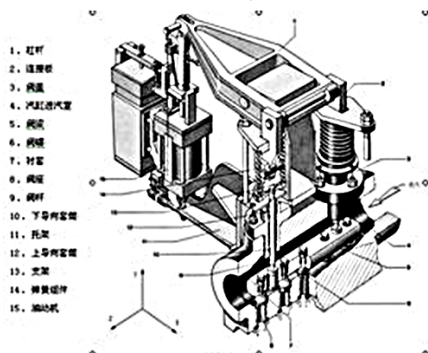


图 1

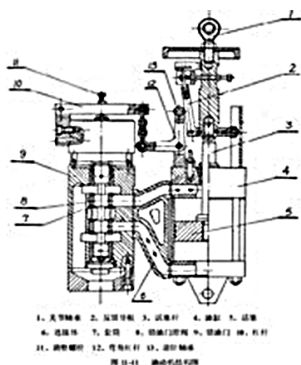


图 2

调节汽阀的作用是按照控制单元的指令改变进入汽轮机的蒸汽流量, 以使机组受控参数 (功率或转速、进汽压

力、背压等) 符合运行要求。

调节汽阀主要由调节阀、传动机构和油动机三部分组成。 (如图 1)

油动机是调节汽阀的执行机构, 它将由放大器或电液转换器输入的二次信号转换为有足够做工能力的行程输出以操纵调节阀, 控制汽轮机进汽。

油动机主要由油缸、错油门、连接体和反馈机构组成。 (如图 2)

2 调节阀结构及工作原理

调节阀包括阀杆、阀梁、阀碟及阀座等 (如图 3)。

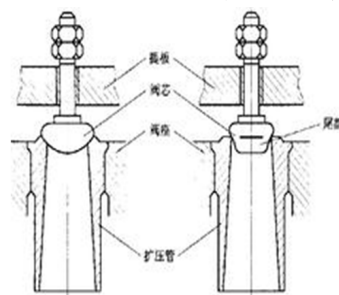


图 3

根据机组汽缸结构和不同的工况要求, 一台汽轮机可配置 5 只或 4 只汽阀, 本机组配备 5 只, 而 5 号阀通常是内旁通调节阀, 前 4 只是喷嘴调节阀。

阀碟螺栓按照要求的旋紧力矩装入阀碟后用圆锥销定位防松, 销孔端部翻边冲铆。每只阀的开启次序和升程由衬套的长度决定, 每只阀有一定的空行程, 阀座配装在进汽室底部。

在本机组中, 阀碟与阀梁组装好后从进汽室侧面移入, 两根阀杆的下端加工成倒 T 形榫头, 榫头穿出阀梁的孔后旋转 90 度便将阀梁卡住, 使阀梁吊挂在蒸汽室中。静止状态, 阀碟落座压在阀座上, 开启阀门时, 随着阀梁被阀杆提升, 在阀碟螺栓与衬套接触后, 阀碟离座, 由阀碟螺栓将阀碟悬挂在阀梁上。

3 调速器跳闸分析

首先, 要确定以下条件: ①在起机过程中速关油压和二次油压正常; ②调汽阀阀杆活动自如且并未断裂; ③油动机工作正常且无漏油点; ④速关阀正常开启且进入的蒸汽量充足; ⑤调节汽阀杆正常动作; ⑥机组盘车正常, 转子转动自如。

在具备以上条件的情况下, 可确定调汽阀未打开或开度不足。

调汽阀在静止时, 阀芯距离阀座应该有 2mm 的间隙, 一是为了保证阀杆不被压弯, 为了避免中压蒸汽压住阀芯影响开度, 这个 2mm 的距离又被成为初始 (下转第 220 页)

本案例 1# 叶片样品开裂部位位于图 2 中的Ⅳ区域（应变云图中呈红色），从断口的陈旧程度及陈旧性断裂面所占面积等现象判断，1# 叶片损伤最为严重，因此可以判定是最早发生断裂。

根据资料，事故烟机 2012 年 11 月 29 日投入使用，2015 年 4 月 9 日（运行近 29 个月）首次发生叶片断裂事故，更换同一厂家提供的备用转子后运行于 2016 年 7 月 31 日（仅运行约 15 个月后）再次发生叶片断裂事故。本案例失效叶片材质为 Waspaloy（美国），与我国 GH864 合金基本相同，是目前烟机叶片最常用的材料。该材料具有良好的高温强韧化匹配，在具有较好的高温高强度的同时也具有足够的高温韧性及高温持久塑性，在使用性能上表现出来较低的疲劳裂纹扩展速率。

叶片疲劳损伤的过程一般包含：孕育、萌生、扩展和瞬断等四个阶段，其中孕育和萌生是决定叶片疲劳寿命的两个主要阶段（占总寿命 80% 以上）。以往的失效案例分析结果显示，烟机叶片高温疲劳损伤容易在高应力部位的原始材料缺陷、机加工损伤、表面蠕变裂纹或局部腐

（上接第 218 页）强化运输人员素质，改进安全意识，从而规范运输机操作行为。值得注意的是，要对职工进行教育，避免出现超载，以此提升运输安全。其次，还要做好运输机平常的维护，对其定期检修，在此期间，检修需要依据检修计划进行执行，并且明确检修任务或者相关范围，然后对检修内容或者规格质量进行记录，最后由专人进行检查验收。

3 结语

对于矿井来说，生产煤是首要作业，而皮带运输机恰恰起到相应作用，其与煤的生产有着联系，所以，应展现皮带运输机效用，关注其运行状况，实行系统管理，这样既能发挥在生产环节功能作用，还能让煤矿达到高效生产。

（上接第 217 页）开度。在机组小负荷工况区域时即起机工况时，采取了 2 号阀提前开启的措施，也就是说为了改善气缸和调节级叶片的受力状况，起机时 1、2 号两个汽阀是都开启的，因此 1、2 阀有较大的重叠度。再加上每只阀的开启次序和升程由衬套的长度决定，每只阀有一定的空行程，如果由于长时间的使用使得衬套端面磨损，也将会影响汽阀的初始开度，并且会影响汽阀阀芯的升程，进而影响中压蒸汽进入汽室的蒸汽量，蒸汽量过低便会导致机组无法正常启动。



在检修过程中，打开机体进汽室侧面堵盖，将调速器发组件取出，发现 5 个调速阀其中 3 个阀芯有不同程度损坏，位于中间的“5”号阀已与发螺栓脱离，经过测量发

蚀凹坑等部位首先萌生裂纹或直接发生疲劳扩展。其中表面裂纹的存在对疲劳寿命的影响最为显著。最早发生断裂的 1# 动叶片运行时间仅约 15 个月，寿命仅正常情况的 1/4~1/6，出现此类情况应重点考虑启裂部位存在原始裂纹的可能性。从分析情况来看，1# 叶片样品启裂部位微观断口形貌呈疲劳断口包围沿晶断口特征，表明疲劳源处存在原始制造表面裂纹。因此推断榫齿根部存在原始制造表面裂纹是导致叶片发生疲劳断裂主要原因。

为预防事故再度发生，应控制叶片材料及制造的质量，从源头上减少材料的影响。同时在烟机正常运转过程中，要尽量降低烟机整机的振动幅度和温度波动，从而减小振动和热交变应力对叶片的影响。

参考文献：

- [1] 王大成. 高温烟机转子叶片断裂失效原因 [J]. 广东石油化工学院机电工程学院.
- [2] 姚志浩. 烟气轮机动叶片断裂原因分析 [J]. 北京科技大学.
- [3] 魏鑫. 催化裂化装置烟机叶片断裂原因分析及对策 [J]. 镇海炼化化工股份有限公司.

参考文献：

- [1] 马星星. 煤矿大倾角强力皮带运输机存在的问题及优化改进 [J]. 机械管理开发, 2019, 34(03): 155-156+185.
- [2] 白伟. 煤矿皮带运输机常见故障及其预防措施 [J]. 能源与节能, 2019(04): 170-171.
- [3] 孔林奎. 煤矿皮带运输机跑偏装置设计改进措施 [J]. 能源与节能, 2019(05): 102-103+111.
- [4] 王微. 多条矿井皮带运输机 PLC 控制系统的设计研究 [J]. 机械管理开发, 2019, 34(10): 247-249.

作者简介：

郝建民（1985-），河北井陉人，毕业于太原理工大学，本科，采矿助理工程师。

现 1、2、3 号阀的衬套有磨损情况。如此可判断，调速器在起机过程中跳闸情况是由于汽阀常年使用导致衬套磨损，减小了阀芯初始开度所导致的。

4 结论

综上所述，汽轮机调节器在长时间的使用中，特别是开停机频繁的情况下，调速器阀的磨损是存在的并且是不容忽视的，调汽阀内衬套决定了阀芯的初始开度和空程大小，从而决定了阀芯的实际升程能否与油动机侧面的刻度盘相对应，衬套磨损、阀芯磨损和松动都会减少阀芯的实际升程减少蒸汽的进汽量。虽然在本次检修中通过调节油动机端的活塞杆静止状态下高度进而提高阀芯初始高度的方法来解决，但终归并不能从根本上处理，并且在起机时低负荷工况下会导致转子转速过快的情况。要想根本上解决该问题，还是需要机组常规维护检修时对调节汽阀进行各数据的详细对比和修正，并且储备例如此类易损件。

参考文献：

- [1] 盛虎. 伺服阀运行故障的处理 [J]. 设备管理与维修, 2007(07).