

镇海炼化2#催化烟汽轮机改造更新分析

钱梦宁

镇海石化建安工程有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 2#催化旧烟汽轮机由于振动大,效率低,检修频繁等问题,已无法满足生产的要求,为此对烟汽轮机进行了更新改造,调整设备的某些参数,优化设备的结构。改造后,烟汽轮机组能满足装置长期运行的需要。

关键词: 烟汽轮机;更新;改造;安装;试车

前言

烟气轮机(以下简称烟机)是炼油厂催化裂化装置节能的关键装备,它的工质为工艺过程中产生的具有一定压力的高温废烟气,通过烟气膨胀做功,推动烟气轮机转子旋转,带动鼓风机组工作或驱动发电机发电,达到节能降耗的目的。

镇海炼化2#催化装置烟汽轮机长期存在叶片结垢造成烟机动不平衡而引起振动大的问题,使烟汽轮机频繁检修,给装置带来了不可估量的损失,所以本次更新改造主要针对减轻烟机结垢问题和提高工作效率等方面进行了相应的改进。本文主要介绍新烟机结构改进后的优点和烟机更新安装过程容易碰到的一些问题,为后续同类设备更新留下借鉴意义。

1 烟机改造更新内容

1.1 烟机本身结构改造情况

1.1.1 插片式静叶结构

静叶组件由原悬臂结构升级为采用内、外环固定的两端支撑方式,使得叶身受力更加均匀,解决了在使用过程中静叶片的变形问题;插片式静叶结构采用两端型线孔定位,提高了叶身定位的准确性,保证了设计安装角,且消除了静叶片叶顶间隙造成的流量损失,提高了能量回收效率,同时也避免了催化剂在静叶顶的堆积。

1.1.2 动叶片锁紧销结构

新型埋入式锁紧结构,将锁紧销置于动叶片封缘板之下,完全避免了烟气对锁紧销的冲蚀,造成锁紧失效的现象;这种锁紧销比原来的锁紧片强度高、可靠性高,且可以实现重复利用;且这种结构也有效减缓了催化剂对封缘板之间缝隙的冲蚀和结垢现象。

1.1.3 转子整体结构优化设计

烟气轮机转子为悬臂结构,常规转子质量中心过于靠近轮盘侧。在转子运行过程中若发生工况波动、轴承参数变化等情况,烟机转子反应出来的振动敏感性较强。针对悬臂烟机转子的结构特点,通过增加前、后轴

承跨距及增大后侧主轴配重的方式对常规烟机转子进行了优化设计。

1.1.4 双壳体过渡衬环

双壳体过渡衬环采用了可拆卸式薄壁式设计,内表面采用豪克能光整技术,降低了流道表面粗糙度,有效的减缓了催化剂在围带内部的结垢,降低了围带内部磨伤动叶片的的风险。

1.1.5 采用豪克能光整技术对围带表面进行加工

烟气轮机运行过程中在围带内表面容易结垢,通过研究催化剂结垢机理,发现提高零件表面粗糙度可有效缓解催化剂的结垢。因此对衬环及过渡衬环内表面采用了豪克能光整处理(其工作原理是利用金属在常温下冷塑性的特点,运用豪克能刀头对金属表面进行复合能量的加工方式,使金属零件表面达到更理想的表面粗糙度要求,也可以形象的说类似熨衣服一样,将零件表面熨平),提高了零件内表面的光洁度,有效减缓了催化剂在内孔部位的结垢,提高设备运行的可靠性。

1.1.6 动、静叶片爆炸喷涂新工艺

由于烟机工质中含固体微粒,其工作特点与一般工业燃气轮机不同。动、静叶片表面喷涂层至关重要。在原有长城1号等离子喷涂的基础上,研究出了长城33号爆炸喷涂工艺,有效提高了叶片表面耐磨性能,同时能够有效延缓催化剂结垢的现象,延长设备运行时间。

1.1.7 进气锥防开裂隔板

进气锥为高温烟气进入烟气轮机首先经过的高温部件,经过一个或几个周期的使用,其薄壁式隔板在高温烟气及低温轮盘冷却蒸汽的共同作用下,经常出现开裂,造成轮盘冷却蒸汽及烟气泄露,不但影响了烟机绝热效率而且给安全运行带来了隐患。

针对该问题我们研制了一种新型隔板结构,该结构采用螺栓固定结构替代原焊接结构,并对隔板和支撑锥进行了挠性设计,能够解决烟气轮机的隔板开裂及轮盘冷却蒸汽系统接管开裂的问题。

1.1.8 新型密封结构形式

烟气轮机气封组装原密封形式为气封片式迷宫结构,在烟气轮机运行过程中,若转子中心与气封组装中心偏移发生动静摩擦,气封片容易对主轴外圆部位造成损伤,经常出现主轴报废等事故的发生。设计人员针对密封部位容易发生动静摩擦的烟机,分别研制了蜂窝密封及铜片式密封,提升密封效果的同时有效保护了主轴。

1.1.9 高效导流锥研制及应用

烟气轮机导流锥的作用是将进入静叶前的气流整合并获得一定的气流速度,高效导流锥通过调整锥体的型线,将原设计的气流进入静叶前的斜切式流入调整为水平流入,减缓了静叶片的结垢现象,也提高烟机的效率。

1.1.10 轮盘冷却蒸汽新结构

常规结构的轮盘冷却蒸汽系统,低温冷却蒸汽冷却轮盘之后进入高温烟机流道,在降低烟机绝热效率的同时还会对烟机流场造成干扰,形成二次流,引起动叶片及轮盘局部的冲蚀。另外在冷却蒸汽品质出现问题时会加剧催化剂在叶身及围带部位的结垢。

轮盘冷却新结构在轮盘前侧增加了一道蜂窝密封,同时在轮盘上钻孔,将蒸汽导入到轮盘后侧冷却轮盘后侧,最后蒸汽沿动叶出气侧排入壳体,通过这些改进,有效的降低了轮盘冷却蒸汽耗量,起到了节能的作用,同时减小了蒸汽对流动场的干扰,有效缓解了催化剂结垢现象,同时提高了烟机的效率^[1]。

1.2 烟机更新安装过程

1.2.1 新、旧烟机的区别

新、旧烟机底板到中心线标高都是1680mm,算上厂家提供的垫铁组(每组垫铁1块平垫铁,2块斜垫铁总高度为90~110mm,14组),理论上从混凝土层到烟机中心线标高应为1780mm,其余法兰中心面等均不变,但是旧烟机底部多了一块100mm的垫板(旧烟机算上垫板中心高1680mm),新烟机没有,所以在拆除旧烟机后,也要拆除底层的垫板。提供的垫铁组共三块,1块平垫铁,2块斜垫铁总高度90~110mm。

1.2.2 烟机基础处理

新烟机的每个地脚螺栓垫铁组下面还有垫一块5mm的钢板,这里做了优化,如下图所示在垫铁组下方先预灌5-10mm厚的灌浆层(可以减少大量打磨时间),然后放置垫铁,保证每组垫铁顶部到烟机的中心高度为1680mm即可。每个地脚螺栓旁边之支模预灌5-10mm厚的灌浆层。预灌养护合格后,放置平铁,用水平仪测量水平度,偏差较大打磨,最后基本每处都控制0.10mm左右。同时以主风机轴承箱中分面为基准,用激光测量仪

测量最近一处平铁的标高(平铁厚度为40mm,所以中分面到平铁处高度为1740mm左右)。打磨出一处标高合格的位置后,用激光准直仪,比较测量其他位置的标高,不合格的继续打磨直到合格为止^[2]。

1.2.3 烟机轴对中

本次烟机更新由于无法改动轴承箱与蜗壳座之间的调整垫片,如果找平完轴对中不对没法进行调整,所以决定直接通过调整底部垫铁的方式对烟机进行轴对中,并确定轴对中和预拉量的相关标准。确定后找正标准后,对烟机-主风机进行轴对中。安装过渡衬环时,其法兰配合面(包括壳体法兰面)涂高温密封涂料(一般为HT800),过渡衬环安装后检查动叶片叶顶间隙。

以过渡衬环法兰上的止口定位,安装进气锥,挠性辅助支撑在底座上固定后,通过调整千斤顶,进行支撑板与进气锥两侧的支耳联接。调整辅助支撑,使支撑板与机壳两侧支耳均匀受力。间接测量轮盘轮缘前端面与静叶组件的轴向间隙。安装进气锥时,其法兰配合面(包括衬环法兰面)涂高温密封涂料。安装进气锥、过渡衬环与壳体的螺栓并拧紧螺母时,螺纹表面涂耐高温涂料,以防螺纹咬死。安装进气锥时,将百分表固定在底座支撑面上,监测壳体支耳是否发生移动,监测四个支耳与底座支撑面是否产生间隙。并在安装导流锥后,在导流锥四个支耳打表,安装后检查支耳表是否有变化。各数据符合标准后,对烟机底座进行二次灌浆(地脚螺栓是锚板固定的,无需一次灌浆),养护时间到后重新打表轴对中检测。

1.2.4 烟机无应力检测

最终确认找正符合机组安装要求和各部位间隙符合烟机设计要求后,联接进、出口烟道法兰。

联接进、出口烟道法兰时,该法兰应处于自由状态下,进、出口法兰面与对应法兰面平行度允差不大于0.5/1000;进、出口法兰中心线与对应法兰中心线径向位移允差不大于0.5mm。联接进、出口烟道法兰(左或右、上或下)时,采用百分表监测排气机壳四个支耳的变形和位移。

出、入口法兰最后冷拉、力矩紧固时四个支耳上打表,轴头打表检测应力。烟机出口法兰张口不能大于0.9mm(直径1815mm,标准0.5/1000mm),法兰直径错位不大于0.5mm。四个支耳位移或变形不大于0.05mm。轴对中应小于0.05mm。同时检查四个支耳间隙(猫爪间隙0.20mm),要松螺栓检查是否数据变化,防止被拉起。

1.2.5 烟机安装中碰到的其他问题

1.2.5.1 轴承箱上盖拆装专用工装使用困难,轴承箱

上盖约1t, 专用工装只有一个配重块, 放在后端防止斜拉时后端翘头, 施工难度较大, 安全性不高。

针对以上问题, 对专用工装进行改进, 重新设计了一套便捷拆装上盖的滚轮小车, 整个机构由支撑框架(三块钢板焊接), 加固部件(三角形板加固, 槽钢防止拉变形), 滚动部件(轴承)三部分组成。现场使用后效果明显, 减少了施工难度和时间, 提高了安全性。

1.2.5.2 烟机轴瓦瓦背紧力的调整

本次烟机采用了新型节能多油膜型可倾瓦, 转子装入轴承箱前, 安装前、后径向轴承(下半部)和主、副推力轴承(下半部)。检查前、后径向轴承轴瓦和主、副推力轴承轴瓦上的油槽是否与转向相适应。检查轴承进油方向是否正确; 进、排油孔是否畅通。

由于轴瓦无瓦盖, 瓦背紧力就是靠轴承箱上盖压住轴瓦, 厂家提供瓦背紧力标准0.03-0.09mm(实际测量出紧力偏小0.02mm), 考虑到轴承箱轴承箱中分面涂的凹凸可4密封胶, 经试验凹凸可4密封胶填充间隙约0.06mm, 背部加铜皮调整两副径向瓦瓦背紧力至0.12mm, 则两副径向瓦实际瓦背紧力为0.12-0.06 = 0.06mm, 符合标准。

1.2.5.3 蒸汽封及空气封间隙回装后实际测量偏心较大

蒸汽封及空气封间隙回装后测量偏心较大: 上部间隙0.50mm, 底部间隙0.15mm, 左间隙0.10mm, 右间隙0.55mm(从主风机朝烟机看), 动叶顶间隙也存在偏心, 左间隙2.7~2.8mm, 右间隙3.2~3.4mm(从主风机朝烟机看), 偏心趋势与蒸汽封间隙一致; 同时与烟机出厂的试车数据存在较大偏差。由上面两点可知烟机蜗壳与转子存在明显偏心现象, 推断出蜗壳与轴承箱偏心。

调整烟机壳体底部的纵向滑销, 来调整壳体与转子(轴承箱)的左右偏差。上下偏差考虑到烟机转子运行时还要再起来, 不做调整。同时拆除底部纵向销底板螺栓和销子, 调整壳体位置至汽封间隙均匀, 测量蒸

汽封间隙上部间隙0.35mm, 底部间隙0.25mm, 左间隙0.30mm, 右间隙0.40mm(从主风机朝烟机看)。空气封上部间隙0.35mm, 下部间隙0.15mm, 左间隙0.25mm, 右间隙0.30mm。确认后纵向销底板四边打坡口焊接。

1.2.5.4 测量动叶顶间隙偏差较大

蜗壳调整后, 动叶顶间隙还是偏差较大, 只能在其他方面找原因, 通过复测过渡壳体定位止口内径: 上下1866.7mm, 左右1866.7mm, 左下右上1866.7mm, 右下左上1867mm。壳体定位止口外径: 上下1864.7mm, 左右1865mm, 左下右上1864.8mm, 右下左上1865mm。得出动叶持环与壳体间定位止口间隙最大处有2mm, 已失去定位止口作用, 导致动叶顶间隙出现较大偏差。

调整办法: 动叶持环预装后(顶部顶千斤顶, 动叶顶间隙调整均匀)后, 把持环与壳体点焊固定, 盘车一圈, 找到动叶顶间隙的最小点, 符合标准即可。

1.3 改造后烟机运行情况

更新改造后烟机运行正常, 在正常工况(转速4600转, 温度650度左右), 的情况下, 烟机振动较之前有明显的下降, 改造前烟机振动常年保持在70um以上, 时常波动到100um, 改造后烟机振动最大值为45um, 并试运行几个月后, 振动没有明显上升趋势, 说明催化剂堆积情况也大有好转。

总结

烟汽轮机的正常运行与否, 对整个催化装置的平稳运行乃至全公司的经济效益都有很大的关系, 通过这次对烟机的改造更新, 解决了机组长期以来的结垢和振动问题, 保障了该机组可以长周期平稳运行, 大大提高了生产效率。

参考文献

- [1] 费国勤. 影响烟气轮机长周期安全运行的因素及分析[J]. 石油化工设备技术, 2003
- [2] 房家贵, 冯清晓, 黄荣臻. 催化裂化装置烟机入口和出口管道的安装、检查和调整[J]. 2009