

汽轮机节能技术在某化工装置的成功应用

陈志勇 (中国石油化工股份有限公司长岭分公司, 湖南 岳阳 414012)

摘要: 本文以2014年12月底建成投产的中国石油化工股份有限公司某分公司某化工装置蒸汽汽轮机的成功应用为例,介绍了蒸汽汽轮机的原理、操作及试运情况,从技术和经济两个方面充分证明其节能效果明显,对装置节能降耗、减少生产运行成本有积极的促进作用,汽轮机技术的应用与发展,将越来越受到化工装置的重视,应用前景广阔。

关键词: 汽轮机; 操作; 节能降耗

1 前言

中石化某分公司某化工装置,大型水泵驱动采用汽轮机驱动。汽轮机节能技术的应用关系到整个装置的循环水及蒸汽系统的平衡,进一步减小了装置的综合能耗,提高了该装置在同类装置中竞争排名。

2 汽轮机工作原理及结构

汽轮机是将高压(或中压)蒸汽中蕴含的热转换为机械动能的设备,其基本工作原理是:蒸汽经过喷嘴膨胀后,其速度增加,温度和压力降低,高速流动的蒸汽冲动汽轮机的叶片,使它带动汽轮机的转子按一定的速度均匀转动,从而带动汽轮机轴旋转,汽轮机轴直接或经减速箱带动其他设备,输出做功^[1]。汽轮机可以用来驱动泵、发电机、压缩机,或其他类型的转动设备,其结构布局见图1。



图1 汽轮机结构布局图

3 该装置汽轮机简介及结构说明

中石化某分公司某化工装置1.0MPa蒸汽设计使用量为70t/h,循环冷却水设计使用量为15000m³/h,由本装置循环水场提供。其中动力厂至该装置蒸汽管线为两路:一路设计管径为DN250的3.5MPa中压蒸汽,设计额定流量50t/h;另一路设计管径为DN450的1.0MPa低压蒸汽,设计额定流量为20t/h。该联合装置循环水场有三台额定流量均为7500m³/h的循环水泵,其中一台为6000V电机驱动,两台为蒸汽汽轮机驱动;联合装置正常生产时,需要运行两台循环水泵(至少一台蒸汽汽轮机)。蒸汽汽轮机能否正常运行,将直接影响装置1.0MPa蒸汽及循环冷却水的正常供给,是该装置安全平稳运行的关键设备。

本装置汽轮机为单缸背压式汽轮机,带有联合汽阀,用来驱动循环水泵,汽轮机排出的背压蒸汽经低压管道引向该主体装置,供各工艺换热器使用,其本体结构及特点如下:

3.1 转子

本汽轮机转子采用1个双列调节级传统的汽轮机结构、套装式转子,由主轴和叶轮等组成。主轴和叶轮均用优质中碳铬钼钢锻压制成。动叶片采用不锈钢带动叶叶冠铣制而成,以外包倒T形叶根装入叶轮。叶轮轮面采用锥形结构,具有加工简便、重量轻的特点,当装好动叶片,作静平衡后,以一定过盈量套在主轴上,并用定位套固定,转子动平衡重量可在叶轮颈部外侧磨削去除。

主轴的前后部(在叶轮的两侧)车有许多凹凸槽,与前后端汽封的汽封圈齿相配合形成迷宫式汽封。

转子前部装有小轴组件,在小轴组件上装有测速齿轮等,小轴端部通过联轴节与伍德沃德(WOODWARD)调速器相连接,还装有止推轴承,止推轴承与前支持轴承一体,可承受不大的轴向推力,并起转子轴定位作用。功率从主轴后端输出。

3.2 气缸

为便于汽轮机的安装和加工制造,汽缸具有一个水平中分面,汽缸下半具有一个垂直中分面,因此将汽缸分成蒸汽室、后下缸和汽缸上盖三部分,采用铬钼铸钢制成,并用螺栓刚性连接起来。

汽缸的前后部各有两个槽道用于安装汽封体,另各有一汽封体在端部用螺栓相连,由三个汽封体与汽缸形成两个密封汽室。蒸汽室和后下缸下部设有疏水孔,用管道将疏水接入疏水系统。在蒸汽室和后下缸水平法兰前后端部,延伸出两个凸块,与前后轴承箱上的相应凸块相一致用螺栓和定位销来固定,以此来支撑气缸的重量。后下缸还有两个拉杆螺栓与后轴承箱相连。在蒸汽室上安装了两个手阀组件,作为增加蒸汽进气量的备用阀,蒸汽通过备用喷嘴工作后来提高输出功率;在排汽管道上设有一个压力开关以及一个排汽安全阀,作为汽轮机排汽压力过高的保护。当排汽压力超过1.155MPa时,压力开关将产生报警信号,超过1.21MPa时,压力开关将产生联锁信号停机,同时排汽安全阀起跳。

3.3 喷嘴组件

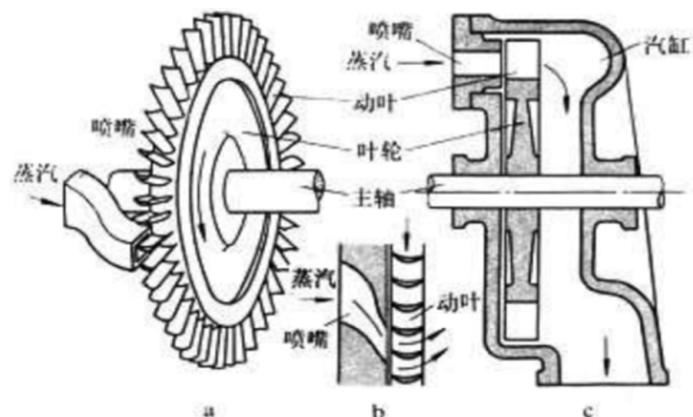


图2 汽轮机喷嘴结构图

喷嘴组件由喷嘴、首块填块、末块填块、标准填块和内外环等组成。喷嘴材料为2Cr13,内外环材料为15CrMoA。喷嘴和填块等与内环、外环焊在一起形成8个正常工作的

蒸汽通道和2个单独的备用阀门组件用的蒸汽通道,喷嘴内环和外环分别用螺栓与汽缸相连;在外环有螺孔用于固定导叶环组件。喷嘴结构图如图2。

3.4 导叶环组件

导叶环组件由导叶片、首块、末块和导叶环等组成,导叶有T形叶根嵌在导叶环相应的槽道中,导叶在槽道中装毕后,在首、末块分别用圆锥销止动。导叶用2Cr13 铣制而成,导叶环用35号钢制成。导叶组件用12个M12的螺栓与喷嘴组件连在一起,再装到蒸汽室上。

3.5 汽封

汽封用来阻止蒸汽漏泄,提高汽轮机的经济性。

前、后汽封均有7个汽封圈组成,每个汽封圈有6个汽封弧段组成,材料为304不锈钢。每1个汽封圈弧段上用1个压紧弹簧压紧。汽封圈上的汽封梳齿与转子上的凹槽构成迷宫式汽封。

7个汽封圈分别安置在3个汽封体对应的槽道中。汽封体在安装到汽缸槽道中时分别用两半组成的调整垫片来调整汽封梳齿的轴向位置,使与转子相配后成为最佳状态。

在汽封体的上半部分还设有防止汽封体转动的自动螺钉,在上半中分面处还有防止汽封圈下落的止动片,汽轮机汽封结构图见图3:

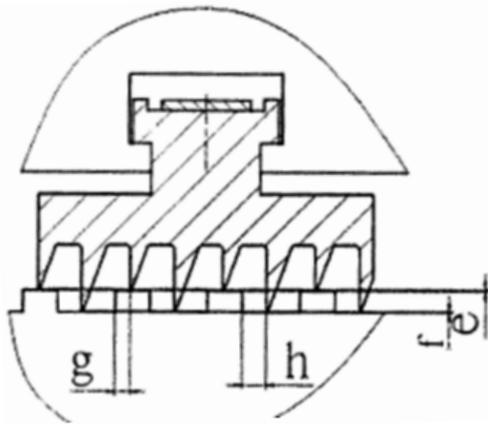


图3 汽轮机汽封结构图

3.6 前、后轴承箱

前轴承箱采用碳钢铸件,前轴承箱装有支持止推轴承,以此定位转子轴向和径向位置。前轴承箱下部端部有凸块,与汽缸前下部(蒸汽室)上的凸块相一致,用螺钉和销钉与汽缸进行刚性连接。前轴承箱下部与挠性板组件相连,通挠性板组件再座落在底座上。后轴承箱也采用碳钢铸件,内装有支持轴承。后轴承的下部有叉形支架与底座用螺柱螺母等相连。汽轮机的固定端在后部后轴承箱上,当汽轮机受热膨胀时,可以与前轴承箱相连的挠性支板向

(上接第136页)灵活应用,实现电气控制系统更加便捷,更加智能化。通过不同的组态,实现自动控制所需要的功能,利用网络实现数据采集、计算以及自动调节功能。总之,PLC相当于给设备装了一颗CPU,需要什么功能就给它配置什么样的测量仪表或执行机构,还可以使用多颗CPU协同工作,实现自动化控制,这也许是智能化工厂建设的一个方向。

前膨胀。

3.7 支撑轴承和推力轴承

支持轴承采用薄壁瓦圆轴承,其特点是结构简单、安装调整方便,在轴瓦水平中分面一侧有一凸块,起支持轴承安装在轴承箱或轴承体时的定位作用。由于本机组的轴向推力不大,因此采用米歇尔轴承作为止推轴承,起到转子定位作用。止推轴承与前支持轴承一体化装在轴承体上,并且用调整垫圈来调整止推轴承的轴向位置,轴承体上有防转销装在轴承箱上防止转动。

4 汽轮机的主要技术参数

本汽轮机组主要设计参数表:

序号	名称	参数
1	汽轮机功率	1400kW
2	汽轮机进气压力	3.6MPa (A)
3	汽轮机进气温度	425℃
4	汽轮机排气压力	1.1 MPa (A)
5	额定转速	4500r/min
6	汽轮机汽耗率	18.1kg/kW.h
7	汽轮机跳闸转速	5197rpm
8	汽轮机转子旋转方向	沿蒸汽流动方向为逆时针方向
9	汽轮机尺寸 L×B×H	1950×1500×1331

5 节能效益及投资回收情况

①根据额定汽耗率计算,汽轮机每小时蒸汽消耗量为: $Q=KP_w=18.1 \times 1400 \div 1000=25.34t/h$,式中: Q -汽轮机每小时蒸汽消耗量,t/h; K -汽轮机汽耗率,18.1kg/kW.h; P_w -汽轮机额定功率,1400kW;②高压电机额定功率为:1400kW;③按照该联合装置运行时间8000h/a、工业电费0.56元/(kW.h)、3.5MPa蒸汽185元/t、1.0MPa蒸汽175元/t计算,使用一台汽轮机循环水泵比使用一台高压电机循环水泵年节约成本为: $[0.56 \times 1400 - (185 - 175) \times 25.3] \times 8000 \div 10000 = 424.8$ 万元;④蒸汽汽轮机市场采购价约200万元,则投资回收期约为0.5年。

6 结论

①汽轮机节能技术在中石化某分公司某化工装置的首次应用非常成功,节能效果非常明显,汽轮机使用成本仅为高压电机的32.27%左右,年节约费用达424.8万元左右,大约半年可以回收全部投资;②汽轮机的应用,解决该公司长距离输送低压蒸汽损耗大、投资高问题,优化该公司蒸汽系统供需关系。

参考文献:

[1] 刘彦宝. 汽轮机行业现状及发展趋势分析[J]. 中国科技纵横,2018(03).

参考文献:

[1] 廖常初.S7-300/400PLC应用教程第三版[M].北京:机械工业出版社,2016.

作者简介:

黄启瑞(1981-),男,汉族,陕西汉中勉县人,本科,职称:电气助理工程师,研究方向:电气自动化。