

新型高温高压阀门自密封结构设计

浙江石化阀门有限公司 (浙江 325024) 吴尖斌 陈凌云

摘要】 分析了现有高温高压自密封结构的优缺点, 阐述了一种新型自密封结构的设计方法及数据计算。

关键词】 高温高压 楔形垫 双层密封圈

一、概述

随着国民经济的快速发展, 电站行业也得以飞速发展, 电站行业所需的阀门的要求也进一步提高。表现在阀门使用的温度、压力要求更高, 阀门口径有增大的趋势。对于高温高压大口径阀门, 其自密封结构非常重要, 针对目前常用的自密封结构, 探讨一种新型的自密封结构。

二、分析

目前, 电站阀常用的自密封结构有楔形垫组合密封(伍德密封)和楔形垫密封两种结构(如图1、图2所示)。一般来说, 大口径阀门采用组合式楔形垫结构, 小口径采用楔形垫结构。

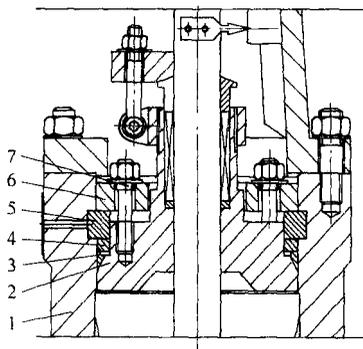


图1 楔形垫组合结构

1. 阀体 2. 阀盖 3. 楔形垫 4. 压环
5. 四开环 6. 支承环 7. 预紧螺栓

这两种结构形式, 其工作原理基本相同, 都是把楔形垫放置在浮动顶盖和圆筒体端部之间, 利用螺栓产生

的预紧力而形成初始比压。当介质压力作用时, 浮动顶盖受压力作用向上压缩楔形垫, 从而达到自紧密封。

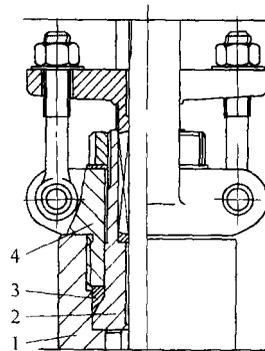


图2 楔形垫结构

1. 阀体 2. 阀盖 3. 楔形垫 4. 支架

当管道介质压力由低向高变化时, 此类阀门要始终保持密封, 必须满足两个条件: 一是要通过预紧螺栓产生一定的初始比压; 二是在高压时, 密封面不被高压压溃。为了满足这两个条件, 设计楔形垫时就要考虑其材料既要满足低压时的塑性变形, 又要有足够强度来避免高压时因密封力过大而压溃密封面。为解决这一矛盾, 现通常作法是将强度高的材料表面镀一层软质镀层或涂覆层。

通过分析, 可以发现现有的楔形垫密封结构存在以下缺点: 零件加工精度高, 装配要求高; 镀层或涂覆层使成本加大, 且由于镀层或涂镀层在高温时存在剥落可能, 低压时密封不可靠。

三、设计

针对现在自密封结构的不足, 设计以下双密封圈的

自密封结构 (如图 3 所示)。

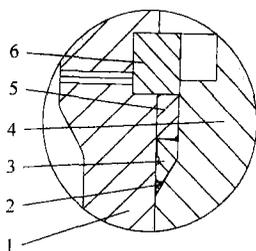


图 3 双层密封圈密封圈结构

1. 阀体 2. 软密封圈 3. 硬密封圈 4. 阀盖
5. 压环 6. 四开环

这种密封结构的主要特点是把原来的楔形垫分成由软密封圈和弹性硬密封圈组成的双密封结构。下面是用柔性石墨或用柔性石墨编织填料压制成的软密封圈,上面是由 0Cr18Ni9 或其他奥氏体钢制成的弹性密封圈 (如图 4 所示)。设计时注意事项如下。

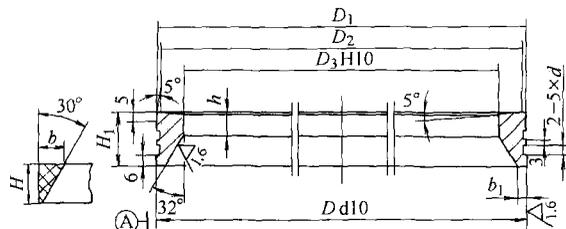


图 4 双层密封圈分解图

(1) 软密封圈用柔性石墨或用柔性石墨编织填料压制而成,图中所示尺寸为压制后尺寸。考虑到材料的压缩量及回弹量较大, H 尺寸可适当放大。

(2) 金属密封圈由于是弹性设计,故在设计过程中尺寸 $D_1 = D - (1 \sim 1.5)$, 还要注意角度 5° 的设置。视 H_1 的大小,在外圆上适当设计槽的数量和大小,以增加弹性。

(3) 软密封圈斜角为 30° , 弹性金属密封圈斜角为 32° 。在金属密封圈开始密封时,保证金属密封圈上口首先密封。从而使金属密封圈具有弹性。

这样的设计不但具有现有楔形垫密封结构的优点,而且可以成功弥补现在常用楔形垫密封的缺点,其优点具体分析如下。

(1) 因为双密封结构有软密封存在,故其所需的螺栓预紧力要小许多,初始密封比压小,在低压情况下容易密封。设计时可适当减小预紧螺栓,减少阀门成本。

(2) 由于柔性石墨的压缩率远远大于金属材料,而且柔性石墨的线胀系数 (在 $20 \sim 600^\circ\text{C}$ 时,其值为 $1.5 \sim 4.65 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) 又远小于金属材料 (0Cr18Ni9 在 20

$\sim 600^\circ\text{C}$ 时,其值为 $17.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)。当压力和温度逐渐升高时,弹性金属密封圈开始受力密封,而此时软密封圈已受力很小。这样既保证高温高压情况下密封,又能避免软密封圈不被压溃。

(3) 由于所需的初始密封比压靠柔性石墨的来密封,故弹性金属密封圈、浮动阀盖及圆筒体端部的加工精度可以降低。而且金属密封圈不用镀层或涂镀层,也可降低成本。

(4) 这种结构对顶盖安装误差要求不高,所以装配难度大大降低。

(5) 由于是软硬双层密封圈密封,故在温度、压力产生波动的情况下也能实现可靠密封。

四、计算

(1) 预紧状态时,软密封圈楔形垫的轴向分力,即预紧螺栓的载荷计算:

$$F_a = \pi D \frac{H}{\cos \alpha} q_1 \frac{\sin(\alpha + \rho)}{\cos \rho} \quad (1)$$

式中 F_a ——楔形密封圈的轴向分力,单位为 N;

D ——密封接触圆直径,单位为 mm;

q_1 ——初始密封比压, $q_1 = 1.1 \sim 1.3 q_{MF}$, 单位为 MPa;

q_{MF} ——密封的必需比压,查表 4-10^[2]可得,单位为 MPa;

α ——设计确定,一般取 30° ;

ρ ——摩擦角,取 $2.8^\circ \sim 5.7^\circ$ 。

(2) 载荷计算 内压引起的总轴向力

$$F = \pi 4 D^2 p \quad (2)$$

式中 F ——内压引起的轴向力,单位为 N;

D ——密封接触圆直径,设计确定,单位为 mm;

p ——设计压力,验算低压时,取 $p = 0.3 \text{ MPa}$; 验算高压时,取设计压力上限值,单位为 MPa。

(3) 支承环、四合环、预紧螺栓及阀盖的设计计算略。

五、结语

自密封结构阀门设计的关键在于把普通楔形垫改成双密封圈的楔式结构。低压时靠柔性石墨或柔性石墨编织材料的软密封圈来实现可靠密封,高压时,靠弹性金

共用型 TRT 机组的研发与应用

陕鼓集团研发中心 (陕西 710611) 柳黎光

【摘要】 对国内第一台应用先进的控制技术,设计投运的第一套全干式共用型/二合一高炉煤气透平 TRT 机组的特点和投运情况进行了介绍。

【关键词】 二合一/共用型 TRT 煤气透平 顶压控制

一、概述

津西共用型/二合一高炉 TRT 装置,是国产第一套应用先进的控制技术,并投运的第一套全干式高炉 TRT。该机组的投运,对节能、增效以及 TRT 的推广应用,具有十分深远的意义。从 2005 年 7 月 20 日开始联调试车,到 8 月 5 日顺利通过 72h 的机械运转热负荷试车考核,各项指标均达到设计要求,透平主机性能良好,发电量曾达到 5 800kW,炉顶压力调节稳定、可靠,全部完成了自动升速、自动并网、自动升功率、自动调顶压及全部 TRT 过程检测与过程控制的各项功能。取得了阶段性成果,用户比较满意。

属密封圈来实现可靠密封。这样不但弥补了现有自密封结构的缺陷,而且可以降低成本。特别适用于大口径、高温高压的电站阀门。是一种很有应有价值的自密封结构。

参考文献

- 1 杨源泉. 阀门设计手册. 北京:机械工业出版社,1992
- 2 洪勉成等. 阀门设计计算手册. 北京:中国标准出版社,1994
- 3 成大先. 机械设计手册第 1 卷. 第 3 版. 北京:化学工业出版社,1994
- 4 何光远等. 机械工程手册工程材料. 第 2 版. 北京:机械工业出版社,1996

GM

(收稿日期:2005/10/08)

TRT 是高炉煤气余压透平的发电装置简称 (Blast Fumast Top - pressure Recovery Turbines unit),是利用高炉炉顶的余压,把煤气导入透平机膨胀做功,驱动发电机发电的能量回收机组,可回收高炉鼓风机所需能量的 30% ~ 50%,经济效益十分显著,同时该装置正常运转时,能替代减压阀组,能很好地调节、稳定炉顶压力,净化煤气,故对保证高炉顺行,增产有良好的作用。回收了过去在减压阀组通过强制节流和形成噪声而白白消耗掉的能量,同时由于不影响高炉正常生产和煤气的使用。因此,加速推广应用国产化成套 TRT 装置,对保护民族工业,降低炼铁生产成本,节能降耗,减少环境污染,都有不可忽视的社会效益及经济效益。共用型 TRT 机组见图 1。

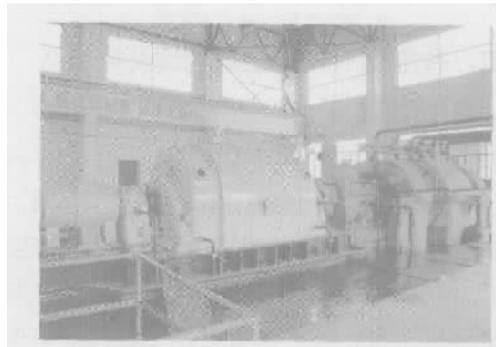


图 1 共用型 TRT 机组

二、共用型 TRT 技术的开发思路

中型、低压高炉由于单座高炉炉容小 (400 ~ 750m³ 高炉) 回收的能量比较低,一次性投资比较大,投资的回收期相对时间长,推广应用较困难。多年来,一直想