

文章编号: 1002-5855(2015)02-0011-02

# 高温高压偏心半球阀的密封结构设计

李广军

(河南泉舜流体控制科技有限公司 河南 郑州 450001)

**摘要** 论述了高温高压偏心半球阀的工作原理,介绍了半球阀密封副的自密封结构设计和制造要点。

**关键词** 球阀; 高温高压; 自密封; 偏心半球体; 结构

中图分类号: TH134

文献标志码: A

## Sealing Structure Designing and Analysis of Eccentric Hemisphere Valve under High Temperature and Pressure

LI Guang-jun

(Henan Quanshun Flow Control Science&amp;Technology Co., Ltd Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Introduces the principle of high temperature and high pressure eccentric hemisphere valve, presenting the designing of sealing structure and key point of manufacture.

**Key words:** ball valve; high temperature and high pressure; self-sealing; eccentric hemisphere valve; structure

### 1 概述

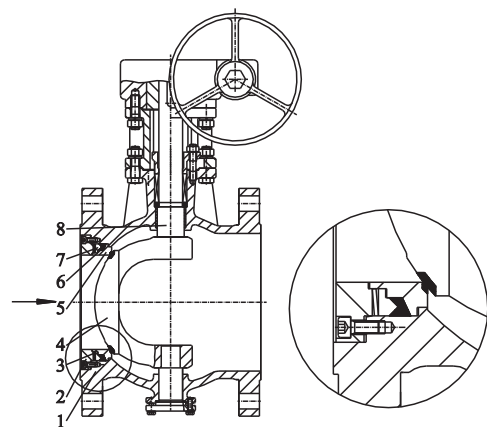
偏心半球阀具有启闭迅速、轻便、流阻小、关闭时利用楔形原理能够清除结垢,便于气控和电控等优点,得到各行各业广泛应用。针对偏心半球阀在高温高压工况下的应用,设计了一种新型的密封副自密封结构。

### 2 工作原理

偏心半球阀(图1)阀体和半球体回转中心(即阀杆轴线)与半球体密封球面的几何中心偏置一个径向尺寸,还与阀座密封面在阀体通道轴线上有个偏置尺寸。偏心半球阀依靠两个偏心实现自锁关闭,偏心的合理选配使得自锁角小于摩擦角。自锁角选的太小关闭容易,但开启困难。自锁角度选的大,开启力小,但关闭力矩增大。应反复试验,确定合理的偏心率,保证可靠的自锁密封性能。

偏心半球阀密封副的特点是阀门关闭时,阀座压紧碟簧,由碟簧推动密封压盖和阀座向半球体压紧,并使碟簧在设计变形范围内,使密封副之间的作用力达到密封必须比压,这样可以保证阀门在低压时不发生内漏现象。在阀门启闭过程中,阀座、

密封压盖和密封圈作为一个构件随着半球体开启角度的变化在管道轴线方向适量悬浮移动,在介质压力作用下向半球体压紧,其向阀瓣压紧的作用力随着介质压力的升高而增大,从而达到自密封效果。



1. 阀体 2. 阀座压盖 3. 碟簧 4. 半球体 5. 阀座  
6. 密封圈(增强柔性石墨填料) 7. 密封圈压盖 8. 阀杆

图1 高温高压偏心半球阀

### 3 结构特点

当管道介质压力由低向高变化时,偏心半球阀

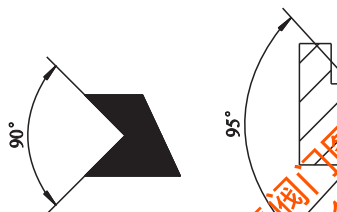
作者简介: 李广军(1981-),男,河南人,工程师,从事流体机械研究工作。

要保持较好的密封效果密封副必须满足 2 个条件。

(1) 密封预紧力。通过螺栓产生一定的预紧力,再由阀座压盖传递给碟簧,使得碟簧产生变形。为了延长碟簧使用寿命,碟簧的变形量不能超过自由高度的 75%,通过系列力的传递使密封副达到设计的密封比压。

(2) 密封面强度高。为保证密封副在高压时不损坏,需要在半球体和阀座的密封面堆焊硬质合金。堆焊材料需要根据工况做出调整,通常堆焊司太立合金,其抗擦伤性好,硬度高,耐冲蚀,可以延长阀门使用寿命。

为了在升压初期密封圈处不发生内漏,将密封圈做成 90°的 V 形口,密封圈压盖做成 95°的 V 形面(图 2)。在碟簧预紧力作用下,利用密封圈压盖和密封圈之间的角度差,密封圈受到压紧力后,开口适度增大,在径向方向贴紧阀体和阀座。如果在有介质作用下,V 形开口也会增大,这样会贴合更紧,密封效果更好。密封圈与阀座接触的面做成斜面,便于增大接触面的密封长度。为了使阀门满足 425°C 高温状态的工作要求,密封圈材料选择编织或增强柔性石墨,碟簧材料选择 60Si2MnA 或 Inconel。



(a) 密封圈 (b) 密封圈压盖  
图 2 密封圈和密封圈压盖

#### 4 预紧力

碟簧预紧力必须大于等于密封面必须比压才可以实现介质在低压状态下不泄漏,假设密封力完全由介质力作用,使得半球体与阀座密封面不泄漏,此时的介质压力为  $p$ ,密封面上必须比压为  $q_{MF}$ 。密封比压为  $q_{MF}$  时,达到密封比压时的密封力  $F_1$  和作用在阀座上的介质力  $F_2$  为

$$F_1 = \frac{\pi}{4} (D_w^2 - D^2) q_{MF} \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D^2) p \quad (2)$$

根据式(1)和式(2),如果实现密封必须满足

$$p = \frac{(D_w^2 - D^2) q_{MF}}{D_1^2 - D^2} \quad (3)$$

式中  $p$ ——介质压力,MPa

$D_1$ ——阀座外径,mm

$D$ ——进口通道直径,mm

$D_w$ ——密封面接触处外径,mm

$q_{MF}$ ——密封面必须比压,MPa

当介质压力低于  $p$  时,密封面开始泄漏。如果由碟簧力  $F_3$  使密封面达到必须比压时,则应满足  $F_3 \geq F_1$ 。

$$F_3 = \frac{4E}{1-\mu^2} \frac{t^4}{K_1 D_2^2} \cdot K_4^2 \left[ K_4^2 \left( \frac{h_0}{t} - \frac{f}{t} \right) \left( \frac{h_0}{t} - \frac{f}{2t} \right) + 1 \right] \quad (4)$$

式中  $t$ ——碟簧厚度,mm

$D_2$ ——碟簧外径,mm

$f$ ——单片碟簧变形量( $f=0.75$ ),mm

$h_0$ ——碟簧压平时变形量的计算值,mm

$E$ ——弹性模量,MPa

$\mu$ ——泊松比

$K_1, K_4$ ——系数( $K_1=0.69, K_4=1$ )

选择合适的厚度  $t$  和自由高度  $h_0$ ,在碟簧公式中进行验证,在满足碟簧设计要求情况下,使得碟簧力  $F_3 \geq F_1$ 。

#### 5 结语

高温高压偏心半球阀采用碟簧预紧自密封的密封副,并将密封圈材料由橡胶改为 V 形增强柔性石墨或编织柔性石墨圈,实现阀门在低压状态下可靠密封。在 0~10MPa 试验压力作用下,阀门启闭力矩小,密封效果好。

#### 参 考 文 献

- [1] 陆培文. 阀门设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [2] R. H 沃林,朱学义,张尔正. 密封件与密封手册[M]. 北京:国防工业出版社,1990.
- [3] 成大先. 机械设计手册第3卷(第5版)[M]. 北京:化学工业出版社,2008.

(收稿日期:2014.07.02)

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎刊登广告!