

文章编号: 1002-5855 (2007) 01-0012-02

## 平衡式套筒调节阀的设计和应用

范 晓

(新疆锂盐厂, 新疆 乌鲁木齐 830006)

**摘要** 论述了一种新型的平衡式套筒调节阀的设计原理, 提供了阀瓣壁厚和阀门推力的计算公式, 并将其与直通单座调节阀以及传统套筒调节阀的使用性能进行了分析比较。

**关键词** 平衡式套筒调节阀; 结构; 不平衡力; 密封; 计算

**中图分类号**: TH134

**文献标识码**: A

### The design and application of a new type of pressure-balanced cage type control valve

FAN Xiao

(Xinjiang Lithia Chemical Factory, Wulumuqi 830006, China)

**Abstract**: This article discusses the principle for a new type of pressure-balanced cage type control valves, putting forward formula of plug thickness and valve force, and comparing its performance with single seated control valves and usual cage type control valves.

**Key words**: pressure-balanced cage type control valves; structure; unbalance force; seal; property calculate

#### 1 概述

新型套筒式调节阀的套筒与阀瓣为间隙配合, 套筒上开有多个节流窗口, 窗口的形状决定了调节阀的流量特性, 窗口的面积大小影响调节阀的流量系数  $C_v$ 。阀座采用自对中无螺纹卡入式结构, 阀座上的圆锥密封面与阀瓣上的圆锥密封面相配合形成切断密封副, 保证阀瓣压紧在阀座上时阀门严密关断。阀座直径的大小影响调节阀的流量系数  $C_v$ 。阀瓣上平行于轴向有对称分布的平衡孔, 使阀瓣上下端面的腔室连通, 这样阀内介质作用在阀瓣轴向向上的力大部分相互抵消, 介质在阀杆上产生的不平衡力就非常小。套筒上有一个聚四氟乙烯平衡密封座, 当阀瓣全关时, 阀瓣上平衡密封面压紧在套筒上的聚四氟乙烯平衡密封座上形成严密切断, 保证上腔室的介质不能进入平衡室。当阀瓣上下移动时, 套筒上的节流窗口的通道面积会发生变化, 从而实现调节管道内介质流量和压力等的功能。

#### 2 设计计算

调节阀设计检验常用的标准有 GB/T 4213 - 1992《气动调节阀》、GB/T 13927 - 1992《通用阀门压力试验》、ANSI B16.14 - 1976《控制阀门阀座泄漏量》和 ANSI B16.34 - 1976《法兰、螺纹及焊接端阀门》。

##### 2.1 阀瓣壁厚计算

平衡套筒式调节阀 (图 1) 的钢及合金钢圆形阀瓣体壁厚  $S$  为

$$S = \frac{pD}{2.3[\sigma] - p} + C$$

式中  $S$  ——计算壁厚, mm

$p$  ——公称压力, MPa

$D$  ——公称直径, mm

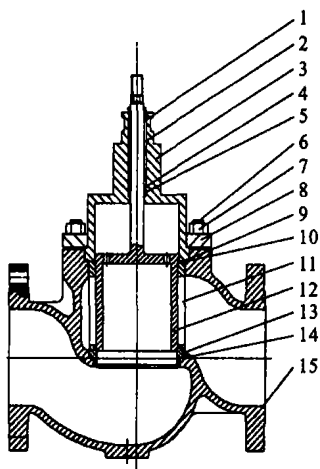
$[\sigma]$  ——许用拉应力, MPa

$C$  ——腐蚀余量, mm

当计算壁厚  $S >$  实际壁厚  $s$  时 (设计给定),

作者简介: 范晓 (1970 - ), 男, 湖南人, 工程师, 主要从事控制阀的设计制造工作。

选取的壁厚合格。由于管路附件压力 - 温度额定值是根据材料相应温度下的许用应力而制定的, 故不进行高温核算。



1. 止退垫片 2. 隔离套管 3. 阀盖 4. 下(上)部填料 5. 下(上)导向套管 6. 阀盖法兰螺栓 7. 阀盖法兰螺母 8. 阀盖法兰 9. 阀盖密封垫片 10. 套筒密封座 11. 套筒 12. 阀瓣 13. 阀座 14. 阀座密封垫片 15. 阀体

图 1 平衡式套筒调节阀

## 2.2 介质不平衡力计算

介质不平衡力  $F$  为

$$F = \frac{(D - D_0)^2 (P_1 - P_2) + d^2 P_2}{4}$$

式中  $D$  ——平衡密封座直径, mm

$D_0$  ——阀座直径, mm

$d$  ——阀杆直径, mm

$P_1$  ——阀前压力, MPa

$P_2$  ——阀后压力, MPa

## 2.3 执行机构推力计算

阀门所需执行机构推力  $F$  为

$$F = (F_0 + F_f) z$$

式中  $F_0$  ——阀门所需推力, N

$F_f$  ——摩擦力, N

$z$  ——放大系数 ( $z = 1.2 \sim 2$ )

选择的执行机构额定输出推力应大于  $F$ 。

## 3 配合公差

新型平衡式套筒调节阀采用 PTFE 的平衡密封座, 要求使用温度不能高于 150℃。因为不锈钢阀瓣和套筒在这个温度范围内的热胀冷缩变化量较小, 又由于平衡密封副是靠锥面正压密封, 而不是通过阀瓣与套筒的圆面间隙配合密封, 所以, 考虑到在小开度时小流量要依靠阀瓣和套筒之间的间隙以及阀瓣和阀座之间的间隙来实现。同时, 为了减

少阀瓣和套筒在介质温度变化时相互挤卡, 套筒和阀瓣的配合间隙可以偏大, 配合公差套筒一般选择 H9, 而阀瓣一般选择 b9 或间隙更大的公差。

## 4 流量

### 4.1 流量特性

平衡式套筒调节阀的流量特性有等百分比、直线和快开 3 种, 通过改变套筒上孔形状或孔的分布, 可以获得不同流量特性, 以及抗汽蚀型、降噪声型或特殊  $C_v$  值的阀门。

### 4.2 流量系数

套筒阀的流通能力主要与套筒上孔的形状、数量、大小及阀座直径有关, 改变其中任何值, 都可以改变套筒阀的流通能力。流量系数是表示阀门流通能力大小的一个系数, 通过测试可以得到每一种规格阀门的流量系数。

## 5 性能

新型套筒阀有许多优点。

采用平衡式结构, 阀前后介质压差对阀瓣产生的不平衡力非常小, 相同工况下同类型阀门所需要的执行机构推力小, 所以其阀杆直径比单座非平衡阀设计或选择更小。

阀杆与填料之间的摩擦力比较小, 减小了阀门动作的阻力, 且阀杆和填料的磨损也小, 使用寿命增加。另外, 较小直径的阀杆在中高温时热胀冷缩变化量小, 避免了在中高温时阀杆与填料之间摩擦力增大或互相抱卡塞住的情况发生。

由于新型套筒阀是平衡式结构, 与非平衡式的直通单座阀比较, 所配置的执行机构可以比较小, 但却可以克服比直通单座调节阀高的介质压差。例如, DN200/DN250/DN300 的新型套筒调节阀只需配置 C60 气缸式执行机构, 不需要更大的气缸执行机构。最大阀座直径时, 允许工作压差是相同配置直通单座调节阀的 2 倍左右, 也可配置薄膜式执行机构和防爆电动执行机构。

新型套筒调节阀采用自对中无螺纹卡入式阀座结构和模块化设计, 阀门拆装方便, 并能达到级以上泄漏量标准。

在 150℃ 以下时, 金属硬密封可以达到 级以上泄漏量标准, 聚四氟乙烯软密封可以达到 级以上泄漏量标准。DN200/DN250/DN300 的新型套筒调节阀使用寿命高于直通单座调节阀。

新型套筒调节阀在 DN80 以上时, 调节范围

(下转第 32 页)

的几何尺寸和公差应符合图样要求。图样未要求的公差应符合表 1 的要求。

表 1 波纹管及配合尺寸允许公差

序号	公称尺寸名称	允许公差
1	波纹管外径 $D$	$\pm \frac{1}{2} IT17$
2	波纹管内径 $d$	$\pm \frac{1}{2} IT17$
3	端部配合直径 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $d_1$	$h13$ 、 $H13$
4	端部配合长度 $l_1$ 、 $l_2$	$\pm \frac{1}{2} IT17$
5	有效长度 $L_0^a$	$\pm \frac{1}{2} IT17$
6	总长度 $L$	$\pm \frac{1}{2} IT17$

<sup>a</sup> 参考尺寸。

### 5.3 密封性检验

由承制方组焊的波纹管组件应进行密封性检验, 检验可用气泡检漏法。波纹管及其组件内充入 0.6 MPa 的压缩空气或其他无腐蚀性非可燃洁净的气体, 保压 3 min, 在水槽中检查不应有泄漏现象。也可根据用户要求用氨质谱检漏仪检漏, 不应呈现可探测出的渗漏。

### 5.4 压力试验

压力试验可在专用设备或阀门上进行。试验用水的氯离子含量不得超过  $25 \times 10^{-7}$ 。按 JB/T 9843 - 1999 第 5.7 和 5.8 条规定, 波纹管组件在室温或 38 条件下, 以 1.5 倍公称压力进行水压试验。

每个波纹管组件应固定在某一长度, 此长度为常规阀门壳体试验时阀门开启位置的长度。在试验过程中应防止波纹管被拉伸和压缩。压力施加应与波纹管工作时受压方式一致。进行压力试验时, 焊缝不能开裂或泄漏, 波纹管不应发生扭曲。

### 5.5 循环寿命试验

可在专用设备或阀门上进行试验, 当主体阀门需要时, 应按照相关标准进行高温循环寿命试验。

循环的频率应考虑不正常的快速循环可能产生的过热。循环频率不应超过每秒一次。

循环试验应在室温或 38 时的公称压力下进行。加压方式同压力试验一样。

每个波纹管组件在循环试验之后应进行密封性试验, 不应呈现可探测的渗漏。

除合同另有规定, 波纹管的循环寿命应符合表 2 的规定。

表 2 波纹管最小循环寿命

阀门规格		最小循环寿命/ 次	
公称压力 MPa	公称通径 mm	闸阀	截止阀
PN 14.0	DN 50	2 000	5 000
	50 < DN 100	2 000	5 000
	DN 100	1 000	2 000
PN > 14.0	DN 50	2 000	2 000
	50 < DN 100	1 000	2 000
	DN 100	1 000	1 000

### 5.6 出厂检验

出厂检验的项目和顺序按表 3 规定执行。出厂检验中有不合格项的波纹管, 为不合格品。

表 3 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式试验
1	表面质量		
2	几何尺寸		
3	密封性		
4	压力试验	—	
5	循环寿命	—	

注: 必检项目; —不检项目。

## 6 结语

阀门用金属波纹管是波纹管阀门的核心器件, 波纹管的设计及选型, 关系到阀门的使用安全, 特别是波纹管阀门的应用领域都是重点工业领域和军工领域, 在新产品试制时应进行型式试验, 在选用时应适用于阀门使用系统的工况条件及金属波纹管的特性。

### 参 考 文 献

- [1] JB/T 10507 - 2005, 阀门用金属波纹管 [S].
- [2] 徐开先, 波纹管类组件的制造及其应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998. (收稿日期: 2006. 08. 10)

(上接第 13 页)

比直通单座阀大, 通过合理设计, 调节比能够达到 50 1 以上。

新型套筒调节阀阀瓣有导向, 克服了传统套筒调节阀的阀瓣和套筒易刮伤、卡塞, 泄漏量大, 不适合用于切断, 结构复杂等的缺点。该阀动作平稳, 大大降低了阀瓣振动的可能性。

## 6 结语

新型套筒调节阀采用模块化设计, 结构简单,

性能可靠, 大大降低了各种成本和费用。当阀门大于 DN150 用于高压差时, 更能充分体现出其良好的性能和优点。

### 参 考 文 献

- [1] 陆培文. 实用阀门设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 成大先. 机械设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [3] 吴国熙. 调节阀使用与维修 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000. (收稿日期: 2006. 09. 12)