

文章编号: 1002-5855 (2009) 01-0006-03

CO₂ 固定式灭火系统 6.0 MPa 电动气瓶阀的设计

林瑞义, 陈声坦, 夏福民

(上海富地阀门有限公司, 上海 201402)

摘要 阐述了 CO₂ 固定式灭火系统 6.0 MPa 电动气瓶阀的结构特点、工作原理和设计计算与试验。

关键词 电动气瓶阀; 结构特点; 工作原理; 设计与试验

中图分类号: TH134 **文献标识码**: A

The design of 6.0 MPa electric actuator cylinder head valve for CO₂ fixed extinguishing system

L N Rui-yi, CHEN Sheng-tan, XIA Fu-min

(Shanghai Fudi Valve Co., Ltd, Shanghai 201402, China)

Abstract: Introducing the structure feature, working principle, design and testing of the 6.0 MPa electric actuator cylinder head valve for CO₂ fixed extinguishing system.

Key words: electric actuator cylinder head valve; structure feature; working principle; design and testing

1 概述

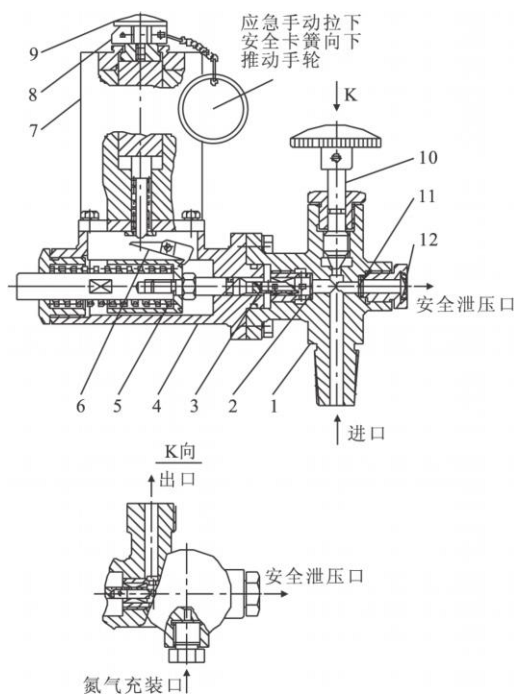
电动气瓶阀一般用于 CO₂ 固定式灭火系统的氮气启动瓶上, 产品要求性能可靠, 动作灵敏, 并且具备超压自动释放、电自动启动、应急手动及其氮气充装等功能。

2 结构特点

电动气瓶阀由右阀体、左阀体、工作膜片、闸刀、弹簧、拉钩、电磁铁、安全卡簧、按钮、阀杆及安全膜片等组成 (图 1)。

电动气瓶阀的电磁铁接收到电信号后, 电磁吸铁动作, 推动拉钩, 使拉钩脱钩, 闸刀在压缩弹簧的强力作用下, 扎破工作膜片, 释放出氮气。当电磁铁失灵, 可手动拉掉安全卡簧, 向下按动按钮, 应急施放气体。

电动气瓶阀设计有安全保护装置, 当瓶内的压力达到 $11.7 \pm 1 \text{ MPa}$ 时, 安全膜片会自行爆破, 以保护钢瓶不会发生爆炸。同时设计有氮气充装接头, 当需要往瓶内充装气体时, 可拧下接头上的螺塞, 开启阀杆, 便可向瓶内充装氮气。充装完毕, 拧紧阀杆, 堵好螺塞。



1. 右阀体 2. 工作膜片 3. 闸刀 4. 左阀体 5. 弹簧
6. 拉钩 7. 电磁铁 8. 安全卡簧 9. 按钮 10. 阀杆
11. 安全膜片 12. 标示片

图 1 电动气瓶阀

作者简介: 林瑞义 (1945 -), 男, 福建仙游人, 高级工程师, 从事阀门和消防产品的研究与开发。

3 设计计算

3.1 阀体壁厚

阀体壁厚 S_B 按厚壁容器公式计算。

$$S_B = \frac{D_N}{2} (K_0 - 1) + C \quad (1)$$

式中 S_B ——考虑腐蚀裕量后阀体的壁厚, mm

D_N ——阀体中腔最大内径, mm

K_0 ——阀体外径与内径之比

$$K_0 = \frac{\sqrt{1 + \sqrt{1 - \sqrt{3}P}}}{\sqrt{1 - \sqrt{3}P}}$$

P ——安全膜片最高爆破压力 ($P = 11.7$) MPa

$[]$ ——阀体材料许用应力, MPa

$[]$ 值取 $\frac{b}{2.7}$ 与 $\frac{s}{1.8}$ 两者中的较小值。

b ——常温下阀体材料的抗拉极限强度, MPa

s ——常温下阀体材料的屈服极限强度, MPa

C ——附加厚度裕量, 取 $C = 1$

装配前, 阀门右阀体与左阀体承压部分应经过压力为 11.7 MPa, 时间 5 min 的水压强度试验。阀门装配后, 在阀杆处于关闭与开启状态各应经过压力为 6.6 MPa, 时间 5 min 的气压试验, 均不应有可见的泄漏。

3.2 工作膜片厚度

工作膜片厚度 为

$$= \frac{P_2 d}{4 b} \quad (2)$$

式中 ——工作膜片厚度, mm

P_2 ——工作膜片最高爆破压力 ($P_2 = 16.2$) MPa

d ——计算泄放孔直径 (即承压直径, $d = 6$) mm

b ——工作膜片材料抗剪强度, MPa

$b = 0.7 b$

厚度小于 0.2 mm 的工作膜片全部须经照度最小为 5 kLx 的透光检验, 不透光为合格。

工作膜片应能在常温时, 承压直径为 6 mm 和压力为 16.2 ± 1.5 MPa 条件下自行爆破。同一批膜片检验时, 随机取样 10% (不少于 10 片), 若有 1 片不合格, 再随机抽取 10%, 若仍有 1 片不合格, 则此批膜片报废。

3.3 闸刀扎破工作膜片的力学计算

为了使闸刀扎破工作膜片, 闸刀刀尖经热处理后硬度应达到 45 ~ 50 HRC, 远大于工作膜片的硬度。并且推动闸刀的弹簧应具备闸刀剪切工作膜片所做功的势能。

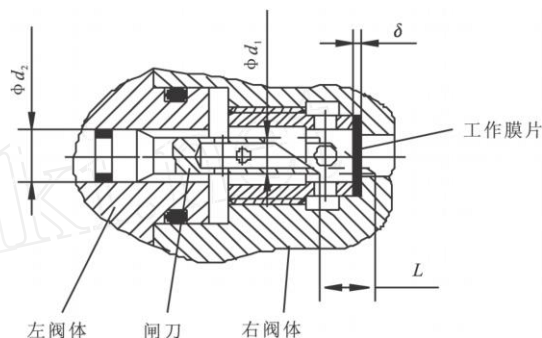


图 2 电动气瓶阀中闸刀和工作膜片

因此, 闸刀剪切工作膜片所做的功 E_m 为

$$E_m = d_1 b^2 + \frac{d_1^2 P_3 L}{2} \quad (3)$$

式中 E_m ——闸刀剪切工作膜片所做的功, N · mm

d_1 ——闸刀口直径, mm

P_3 ——电动气瓶阀的正常工作压力, MPa

L ——弹簧释放行程, mm

弹簧所能释放的势能

$$E_t = \frac{1}{2} k L_0^2 - \frac{1}{2} k (L_0 - L)^2 \quad (4)$$

式中 E_t ——弹簧所能释放的势能, N · mm

k ——弹簧刚度, N/mm

L_0 ——弹簧最大工作载荷时被压缩量, mm

考虑介质的压力与流动冲击, 取

$$E_t = n E_m$$

n ——安全裕量 ($n = 1.3$)

在型式试验时, 应进行动作试验。阀门处于工作状态, 介质为空气, 当电磁阀接通电源时, 阀门应能动作, 闸刀扎破工作膜片, 释放出气体。

阀装配后, 应进行 5 次通电操作试验。当电磁铁通电后, 电磁铁、拉钩、闸刀应动作流畅、无卡阻、无松动、无异常, 手动复位便捷轻快。

3.4 弹簧

按照螺旋压缩弹簧设计计算, 首先确定弹簧的材料、类型和载荷分类, 其次按照现实可用的空间, 通过几何画图初步确定弹簧的外径 D 和弹簧释放行程 L 及弹簧最大工作载荷时高度 H_2 , 弹簧最大工作载荷时被压缩量 L_0 , 然后通过式 (4) 计算出弹簧的刚度 k 。

初定弹簧的自由高度 H_0'

$$H_0 = H_2 + L_0 \quad (5)$$

$$D_2 = D - d_t \quad (6)$$

式中 D_2 —— 弹簧的中径, mm

d_t —— 弹簧的线径, mm

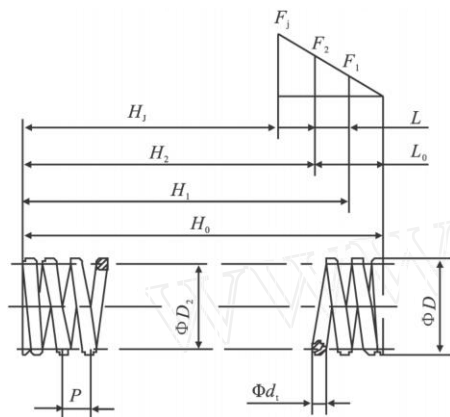


图 3 弹簧的载荷变形

$$d_t = \frac{D_2}{C} \quad (7)$$

C —— 弹簧的旋绕比 ($C = 4 \sim 8$)

经初算,选取一组标准值的 D_2 和 d_t 的弹簧,弹簧两端并紧磨平,支承圈为 2.5。

$$n_1 = \frac{GD_2}{8C^4 k} \quad (8)$$

式中 n_1 —— 弹簧的有效圈数,

G —— 弹簧的切变模量, MPa

$$H_0 = pn + 2d_t \quad (9)$$

H_0 —— 弹簧的自由高度, mm

p —— 弹簧的节距, mm

经以上计算,比较结果,选取最佳方案。

$$F_j = k(H_0 - H_j) \quad (10)$$

$$F_2 = k(H_0 - H_2) \quad (11)$$

$$F_1 = k(H_0 - H_1) \quad (12)$$

式中 F_j —— 弹簧的极限工作载荷, N

F_2 —— 弹簧的最大工作载荷, N

F_1 —— 弹簧的最小工作载荷, N

H_j —— 弹簧的极限工作载荷时的高度, mm

H_1 —— 弹簧的最小工作载荷时的高度, mm

4 结语

目前市场上,电动气瓶阀一般用于 CO_2 固定式灭火系统的氮气启动瓶上,接受消防控制系统的电信号,闸刀迅速动作,释放启动瓶中的气体,驱动 CO_2 气瓶阀,使 CO_2 固定式灭火系统全面启动。其结构简单,动作可靠、灵敏,维护方便,可根据不同环境要求选择电磁铁型号,与控制系统的上位机连接。

参 考 文 献

- [1] 林瑞义、夏福民. CO_2 气瓶阀的结构与性能分析 [J] 阀门, 2001, (1).
- [2] 林瑞义. CO_2 固定式灭火系统遥控阀组的设计 [J] 阀门, 2001, (5).
- [3] 杨源泉. 阀门设计手册 [M] 北京:机械工业出版社, 1992
- [4] GB 567 - 1999, 爆破片及爆破片装置 [S]
- [5] GB 16918 - 1997, 气瓶用爆破片技术条件 [S]
- [6] GA 112 - 1995, 建筑防火产品用磁铁通用技术条件 [S]
- [7] GB 15382 - 1994, 气瓶阀通用技术条件 [S]
- [8] 吴宗泽. 机械设计实用手册 [M] 北京:化学工业出版社, 1998.

(收稿日期: 2008. 12. 25)

(上接第 5 页)

相对运动件的磨损量是否在设计给定的公差范围内。

7 使用与维护

(1) 存贮 —— 阀门不能露天存放,应置于通风、干燥处,制造厂应规定存放时间,存放时不能拆除阀门两端的保护盖。阀门吊装时不能以执行器作为起吊点,注意法兰面不能碰伤。

(2) 安装 —— 不能用阀门支撑管道,安装时法兰或焊接端应对齐,防止因管线热胀冷缩而引起应力超值。

(3) 启动 —— 阀门启用前需清洁管线,清除管内锈垢、沉积物、异物,防止杂质对密封表面的损坏。

(4) 传动机构 —— 阀门开关位置不到位是经常

发生的问题,制造厂必须保证传动链每一环节的制造精度,出厂前应检查阀门开关位置和指示位置的一致性。

(5) 轴承 —— 定期给轴承处加注耐辐照润滑油,确保轴承处于良好的运营状态。

(6) 密封件 —— 风阀密封件为橡胶。一般橡胶件质保期为 4 年,质保期后应及时更换。

参 考 文 献

- [1] 上海发电设备成套设计研究院,上海核工程研究设计院译. 核电厂能动机械设备鉴定 [M] 上海:上海科学技术文献出版社, 2007.
- [2] 方庆贤,黄炳臣. 中国核级设备的设备鉴定 [Z] 北京:第一届法核电标准与资质鉴定研讨会资料.

(收稿日期: 2008. 09. 19)