

式中  $\alpha$ ——系数,对过热蒸汽  $\alpha=1.23$ ,对饱和蒸汽  $\alpha=1.2$

$A_1$ ——安全阀有效排放面积,  $\text{cm}^2$

$A_2$ ——安全阀排汽口面积,  $\text{cm}^2$

$n$ ——排汽管数量

$P_1$ ——大气压

为消除反作用力,可在安全阀启跳之前用

手动葫芦将阀门拉紧(图4),避免安全阀在启跳时有向后倾斜的可能。也可在安装安全阀的法兰加一活动支承,在安全阀启跳前,将支承调好,启跳后再将它松开。排汽管设计时,考虑到排汽管与安全阀连接后要成为一个整体,并将排汽管固定在建筑物上,使反作用力作用在建筑物上。

⑦

19-21

## 气用阀门密封试验方法的探讨

秦皇岛冶金机修总厂 杨忠斌

秦皇岛烟草工业机械厂 胡晓炯

TH 134

**摘要** 运用流体理论和微分理论,对气用阀门在恒压下密封渗漏率与在定容充压密封后时压值的相对关系进行了探讨,推导出其对应关系式  $P_r = P_i e^{-\frac{Q}{C}}$ ,在理论上统一了时压值与渗漏率的关系。为用定容充压密封后某一时刻压值法检测阀门内密封性提供了理论参考,也为其他气密容器的密封性检验提供了理论参考。

**主题词:** 阀门 密封试验

### 1. 检验方法

阀门的密封性有两个方面的含义。一是指阀门开启或关闭时,填料、垫片等连接部位的密封性(即外渗漏),此项比较容易检验。二是指阀门关闭时,关闭密封面的密封性(即内渗漏)。工业上,密封性常指上述中的后者,判检时多以渗漏率做判检标准(GB4981-85《工业用阀门的压力试验》)。

对于气用阀门,密封性检验方法通常有涂皂法(在充压阀门被检表面上涂上肥皂液,通过观察有否气泡产生,并根据气泡数确定是否渗漏及渗漏量,此法不精确)、浸没法(将充压阀门浸入液体内,通过检查有无气泡产生和收集渗漏的气体测定渗漏量,此法较准确,因需专用装置,工业生产中应用不多)、真空法(检验对密封性要求严格的阀门,需用特殊装置,不适合一般工业用阀门的检验)和定容充压计时检测压值法(有些阀门设计单位和制造厂家根据实践经验,将检测渗漏率变换为定容充压密封后检测

定时压值)。其中,定容充压计时检测压值法适用性最佳。它直观、准确、简便、经济,利于阀门的维护、防锈和涂装。但其值能否与渗漏率统一还需进行探讨。

### 2. 分析

#### (1) 定容充压密封后压值与时间的关系

根据流体理论,单个气密容器排气分为等温与绝热两种类型,各类型又分为临界与亚临界两种情况。阀门关闭时,定容充压密封后的渗漏可以认为是单个气密容器在一定条件下进行的排气,在此期间,渗漏所引起的腔内压力变化缓慢,不会引起腔内温度有明显变化,可忽略不计,渗漏属临界情况。其渗漏过程是单个气密容器等温临界排气过程,也就满足流体理论中此类排气过程关系式

$$t_{CR} = C_s (\ln P_i - \ln P_r) \quad (1)$$

在给定条件下,式(1)可简化为

$$P_r = P_i m^{1/C_s} \quad m = e^{-\frac{1}{C_s}}$$

式中  $t_{CR}$ ——容器气压由  $P_i$  降至  $P_r$  时所需时间

$C_1$ ——给定条件下特征常数

$P_i$ ——初始时刻容器内气压

$P_f$ ——终止时刻容器内气压

对任一时刻的  $P_i$  与  $P_f$  有

$$P_i(t) = P_i m^t \quad (2)$$

通过实际验证,式(2)是可行的。表1、表2是考察秦冶厂生产的一台仿日宝钢 DN1000mm 助燃空气放风阀的实验压值与推算压值验证式(2)可行性的示例。

(2)时压值与渗漏率的关系

设某一阀门关闭密封性要求在恒压  $P$  以下,渗漏率不大于  $Q$ 。假定阀门试验时充气腔容积为  $V$ ,此阀门在满足上述设定要求的条件下,作定容  $V$  充压  $P$ ,密封后  $t$  时刻的气压强为  $P(t)$ ,则由式(2)有

$$P(t) = P m^t \quad (3)$$

对式(3)微分

$$dP = P' (t) dt$$

$$\text{即} \quad dP = P \ln m \cdot m^t dt$$

$t=0$  时

$$dP|_{t=0} = P \ln m dt$$

根据此阀门的渗漏率要求,充压  $P$  密封后  $\Delta t \rightarrow 0$  时的  $P_{\Delta t}$  为

$$P_{\Delta t} = P \left( \frac{V - v \Delta t}{V} \right) \quad (v \leq Q)$$

则由  $P$  变到  $P_{\Delta t}$  的气压变量

$$\Delta P_{\Delta t} = P_{\Delta t} - P = - \frac{P v \Delta t}{V} \geq - \frac{P Q \Delta t}{V}$$

$$\text{即} \quad \Delta P_{\Delta t} \geq - \frac{P Q \Delta t}{V}$$

在理论上,  $t=0$  且  $\Delta t \rightarrow 0$

$$\Delta P_{\Delta t} = dP|_{t=0}^{\Delta t=0}$$

$$\text{则} \quad - \frac{P Q \Delta t}{V} \leq P \ln m \Delta t$$

$$\text{即有} \quad m \geq e^{-\frac{Q}{P}} \quad (4)$$

由式(3)和式(4)得

$$P(t) \geq P e^{-\frac{Q t}{P}} \quad (5)$$

这样,极限条件关系式为

$$P_f = P_i e^{-\frac{Q t}{P_i}} \quad (6)$$

式中  $P_f$ ——阀门定容充压  $P_i$ ,密封后  $t$  时刻气压

$P_i$ ——密封后开始计时时刻的气压

$Q$ ——阀门在同样关闭条件下的恒压  $P_i$  时的气体渗漏率

$V$ ——阀门气密封试验时定容气腔的容积

$t$ ——阀门由  $P_i$  降至  $P_f$  所用的时间

表1 阀板锥销孔隙未消除

时间(s)	0	22	45	73	106	145
压值(kPa)						
实测	10	9	8	7	6	5
推算	10	(9)	8.06	7.05	6.02	4.99

表2 阀板锥销孔隙堵塞一部分

时间(s)	0	48	101	163	240	290
压值(kPa)						
实测	10	9	8	7	6	5.4
推算	10	(9)	8.01	6.99	5.90	5.29

### 3. 应用

运用式(5)或式(6)及定容充压密封后检测时压值法,可以方便地判检要求判检值为渗漏率的阀门的密封性。如秦冶厂生产的仿日宝钢 DN250mm 气动蝶阀,图纸要求:“阀门装配好后,将阀瓣密封阀口,用 0.003MPa 气压进行试验,每分钟泄漏量不大于  $7 \text{ dm}^3$ ”。根据以上分析结果,无需再制作浸没水池和收集气体用的装置,只用上述试验中必须使用的充气密封盲板及压力表等附件,根据现场条件,从计算出的参数表(表3)中优选一组,进行定容充压密封检测,等效判检阀门的密封性能,同时避免了产成品因触水而出现锈蚀等。

表3 参数对照

检验方法	判 检 要 求				
涂皂法与浸投法	气压 3kPa(0.003MPa), 渗漏率不大于 $7 \text{ dm}^3/\text{min}$				
定容充压密封检测	定容积 ( $\text{dm}^3$ )	时 间(s)			
		0	30	45	60
	压值法	最小压值 (kPa)			
		7	3	1.8196	/
	14	3	2.3364	2.0619	1.8196
	16	3	2.4106	2.1608	1.9369

注:表中的定容积  $V$  可在试验现场调定充气管长来达到。

由上例可以看出,定容充压检测法可以根据检测现场试验条件,在气腔容积,计定时间和

判检值中任选两个适当的参数值,利用式(5)或式(6)确定第三个参数值,从而制定出适当的等判检方案,保证检测结果的准确性。

定容充压检测法的论证,将为用理论分析法结合经验类比法设计阀门各密封零部件的精

度,有效地控制阀门制造质量,提供参考。为统一阀门密封性检验方法,改善检测条件,增强检测结果的科学性和可靠性,有一定的参考价值 and 积极的意义。

先导全启式, 安全阀, 排量系数  
试验

(8)

21-22

## 提高先导全启式安全阀排量系数的试验研究

锦州矿山机械厂 徐 编

TH134

先导全启式安全阀是在装有腐蚀性介质储罐和液氯槽车上经常使用的安全装置。目前,国外此类阀门的排量系数为0.9,国内化机行业制造和使用的此类阀门的排量系数为0.6,距国际水平有很大差距。经多次试验证明,若把阀体近似为缩放喷管,按适当的阀门出口截面面积与喉部面积比值进行结构设计,可获得较为理想的排量系数。

### 1. 排量系数计算

按照化工行业的有关规定<sup>[1]</sup>,排量系数  $K_d$  可按式(1)计算

$$K_d = \frac{W_a}{W_t} \quad (1)$$

$$W_a = V(\rho_1 - \rho_2) \frac{3600}{t} \quad (2)$$

$$W_t = 7.6 \times 10^{-2} \cdot C_0 \cdot X \cdot P \cdot A \sqrt{\frac{M}{ZT}} \quad (3)$$

式中  $W_a$ ——实际排量, kg/h  
 $W_t$ ——理论排量, kg/h  
 $V$ ——试验容器总容积,  $m^3$   
 $\rho_1$ ——排放初始时容器内密度,  $kg/m^3$   
 $\rho_2$ ——排放后容器内密度,  $kg/m^3$   
 $t$ ——排放时间, s  
 $C_0$ ——流量系数,  $C_0 = 0.6 \sim 0.7$   
 $X$ ——气体特性系数, 空气  $X = 35b$   
 $P$ ——排放压力,  $P = 1.1P_g + 0.1(P_g$   
 为阀门设计压力), MPa  
 $A$ ——阀门最小流道截面面积,  $mm^2$   
 $M$ ——气体摩尔质量,  $kg/kmol$

$T$ ——气体温度, K

$Z$ ——气体在工作温度下的压缩系数,  
 介质为空气时,  $Z = 1$

在设计参数已确定的情况下,  $W_t$  值基本固定, 因此只能增大  $W_a$  以提高排量系数。试验容器总容积  $V$  为定值, 初始排放状态时, 容器内密度  $\rho_1$  也是一定的。回座压力是设计时确定的, 所以排放终压也就确定。从式(2)分析, 只有排放时间  $t$  是影响实际排量  $W_a$  的因素。

现将先导全启式安全阀看作缩放喷管, 由[2]可知, 要使气体在喷管中充分膨胀而出口截面处气体的压力降低到等于背压, 喷管出口截面面积与喷管内最小截面面积的比值必须适当。该比值的计算公式如下

$$\frac{A_2}{A_{min}} = \sqrt{\frac{(k-1) \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}}{(k+1) \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]}} \quad (4)$$

式中  $A_2$ ——喷管出口截面面积,  $m^2$   
 $A_{min}$ ——喷管最小截面面积,  $m^2$   
 $k$ ——气体的比热比  
 $P_1$ ——进口压力, Pa  
 $P_2$ ——出口压力, Pa

把安全阀近似地看作缩放喷管时,  $A_2$  即为阀的出口截面面积,  $A_{min}$  即为阀的喉部面积,  $P_1$  为阀的进口压力,  $P_2$  为大气压力。

### 2. 排量系数试验

在阀瓣结构确定的情况下, 只有使阀的出口截面面积与喉部面积之比达到按式(4)所计算的值, 才能最有效地缩短排放时间, 提高排量