

开始低压时漏水,在制造V型胶圈模型时,应使之预张开 t 值。这种胶圈必须模压,不允许在橡胶挤压成条形断面后再胶接的制造工艺(见图5)。

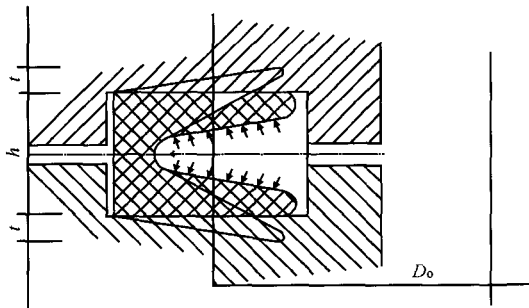


图5 自封式V型圈沟槽

(3) O型胶圈的螺栓预紧力

由于橡胶弹性模量小,欲使O型胶圈压至设定的压缩比,其螺栓预紧力亦较小,还是针对上述二例断面进行计算。

1) 人孔盖板 $\Phi 10$ mm的O型胶圈

为便于计算,假设O型胶圈在沟槽内未受侧向压力(沟槽断面大于O型胶圈断面),并假设其断面为矩形断面,其高为 $h = d = 10$ mm,其等面积宽为 $b_0 = \frac{\pi d}{4} = 7.85$ mm,并根据上述计算其压缩比为 $\epsilon = 27\%$,则需要总的压缩作用力为:

$$P_1 = E_r \epsilon b_0 \pi D_0 \quad (3)$$

式中 E_r ——橡胶弹性模量, $E_r = 6$ MPa;

D_0 ——O型胶圈大直径(见图2)。

通过计算, $P_1 = 29\ 165$ N,人孔盖有16个M30螺栓,则每个螺栓所受预紧力为 $P_1 = 1\ 822$ N,每个螺栓的预紧力矩:

$$T = KP_1 d \quad (4)$$

式中 K ——预紧力矩系数,对粗牙螺纹通常在0.18~0.21范围内,取 $K = 0.2$;

d ——螺栓公称直径, $d = 30$ mm。

计算后得 $T = 10\ 930$ N·mm = 11 N·m

受水压力后每个螺栓的作用力为:

$$P_2 = P_n \cdot \pi D_0^2 4n \quad (5)$$

式中 P_n ——管内设计压力, $P_n = 1.7$ MPa;

n ——螺栓数量, $n = 16$ 个。

计算后得 $P_2 = 44\ 470$ N,由此可知螺栓所受水压力远大于预紧力, $P_2 > P_1$ 。

$$\text{螺栓受水压后的伸长量 } \Delta \ell = \frac{4P_2 \ell}{E_s \pi d_0^2} \quad (6)$$

式中 ℓ ——螺栓受拉长度,取 $\ell = 120$ mm;

E_s ——钢的弹性模量, $E_s = 2.1 \times 10^5$ MPa;

d_0 ——螺栓直径, $d_0 = 30$ mm。

代入后得 $\Delta \ell = 0.036$ m,比O型胶圈的压缩量 $d - h = 2.7$ mm要小得很多,远在橡胶回弹以内,不致影响其密封性。对于螺栓和法兰管的强度,经计算是足够的,不在此进行计算。

2) 伸缩节上的 $\Phi 24$ mm的O型胶圈

根据上式(3)计算,并代入 $\epsilon = 30\%$, $b_0 = \frac{\pi \times 24}{4}$, $D_0 = 3\ 054$ mm,得 $P = 325\ 400$ N,共有64个M36螺栓,每个螺栓 $P_1 = 5\ 084$ N,根据上式(4),其预紧力矩为 $T = 36\ 600$ N·mm = 36.6 N·m。

由于本伸缩节不承受全断面轴向力,而仅受部分圆环面积的轴向力和摩擦力,所受力不大,不再进行细算。

2 法兰垫片

本工程所用法兰密封垫片主要是用于 $\Phi 300$ mm($P_n = 1.0$ MPa, $P_n = 1.6$ MPa, $P_n = 2.5$ MPa)和 $\Phi 400$ mm($P_n = 1.0$ MPa)的进排气阀上。法兰垫片的密封可靠性与法兰螺栓预紧力大小、紧固螺栓顺序、密封垫片材质和法兰配合面的沟槽等因素有关。特别是对法兰螺栓预紧力的大小计算要慎重,重要管阀件的安装要通过试验来获得最小预紧力和预紧力矩,以达到最佳效果。

2.1 石棉橡胶垫片

石棉橡胶板是由60%~80%的石棉与10%~20%的橡胶(质量比)为主要成分,加入填充剂、硫化剂压制成板状,其耐热、耐寒、耐化学腐蚀性能相对好,却价格便宜。经裁制后石棉橡胶板用作法兰垫片是常用的管道密封垫片。但需根据使用条件进行择优选用以调准配比和制作工艺。2005年10月本工程试通水时,进排气阀法兰连接处漏水严重,甚至有部分垫片被高压水切断后沿半径方面将碎片冲了出来。经分析,一致认为其主要原因与预紧力矩的大小、垫片质量等有关。本工程选用上海石棉制品厂生产的石棉橡胶板,主要性能见(表2)。

2.2 预紧力和预紧力矩计算

2.2.1 预紧力

$$P = \frac{1}{n} \cdot \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_0^2) Y \quad (7)$$

式中 n ——法兰上螺栓的数量;

D_1 ——垫片有效密封外径;

D_0 ——垫片有效密封内径;

表 2 石棉橡胶板主要性能表

型号	XB450	XB350
表面颜色	紫	红
适用温度/℃	450	350
适用应力/MPa	6	4
横向抗拉强度/MPa	≥ 19	≥ 12
预紧比压/MPa	23	23
回弹率/%	45	45
密度/(g·cm ⁻³)	1.6~2	1.6~2
柔软性	无裂缝	无裂缝
老化系数	0.9	0.9
缩率/%	12±5	12±5

Y——垫片预紧比压(xp450石棉橡胶垫片
紧比压为23 MPa)。

2.2.2 预紧力矩

$$T = KPd \quad (8)$$

式中 k ——垫片系数,一般取 0.2;

P ——预紧力;

d ——螺栓直径。

由(1)式和(2)式计算出不同管道压强(不同螺栓个数、直径)的理论预紧力和预紧力矩,见表 3。

表 3 预紧力、预紧力矩表

管径/mm	压强/MPa	螺栓个数/个	螺栓直径/cm	预紧力/N	预紧力矩/ (N·m)	试验时不漏水 最小预紧力矩/(N·m)	最后拧紧 力矩/(N·m)
Φ300	2.5	16	2.7	43 926	237.2	200	250
Φ300	1.6	16	2.4	43 926	210.8	150	180
Φ300	1.0	16	2.0	43 926	175.7	80	120
Φ400	1.0	16	2.0	53 912	215.6	100	120

2.2.3 分析

根据计算和分析,理论计算出的预紧力矩与实验得出的最小预紧力矩有所差距,一般试验值小于理论计算值 20 % 以上,而实际最后的拧紧力矩一般大于试验值的 20 %。经分析影响这些数据变化的原因很多,因为上述计算是从理想的条件出发的,在实际连接中,影响预紧力矩的因素很多,如螺栓与螺母的制造质量、法兰刚度、螺母与螺栓及法兰接触面的润滑情况、操作条件、螺栓上紧顺序等,尤其是垫片的材质、加工质量影响最大,因此,在实际应用时,要结合实际条件应用预紧力矩。

力矩,在理论条件下计算出后,应进行水压预紧力矩试验,以确定最佳预紧力矩的大小。发现有漏水现象不能单纯认为是上得不紧而多次上紧,结果造成螺栓受力过大而失效或者把各类阀门法兰根部拉裂,在这方面本工程教训是沉重的。

(3) 除了确定最佳的预紧力矩外,预紧螺栓力矩的控制和顺序也很重要。为了使每只螺栓的预紧力矩均匀,本工程专门购置了 1 台德国产的液压扭力矩扳手,误差率可控制在 3 % 以内,取得了较好的效果。建议今后在重要的管道法兰连接和阀门连接中,使用液压力矩扳手。

3 实践与体会

通过三个泉倒虹吸和小洼槽倒虹吸压力管道上各类阀门法兰连接密封实践,有以下几点体会。

(1) O 型胶圈密封性优于法兰垫片,其优点为密封性能好,螺栓预紧力要比石棉橡胶垫片预紧力小得多,但压缩比宜比手册上规定的大 10 % 左右,即由 $\epsilon = 20 \%$,提高至 $\epsilon = 30 \%$ 左右,为此应对橡胶的特性作进一步试验研究,并建议采用自封式密封结构。

(2) 在实践中常用的石棉橡胶法兰垫片预紧力

作者简介

贺青奇 男 高 工 新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局 新疆乌鲁木齐 830000

吴 越 女 工程师 中水北方勘测设计研究有限责任公司 天津 300222

董 亮 男 助 工 新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局 新疆乌鲁木齐 830000

文 勇 男 工程师 新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局 新疆乌鲁木齐 830000

(收稿日期 2008-06-24)

欢迎投稿

欢迎订阅

欢迎刊登广告