

静态升压法在真空粉末绝热低温液体贮槽检漏中的应用分析

哈尔滨制氧机厂 (150016) 曲 锋

哈尔滨燃气设计研究院 (150080) 刘英超

真空粉末绝热低温液体贮槽是用于液氧、液氮、液氩等低温液体贮存的一种大型容器,广泛用于化工、冶金、玻璃制造等行业,由于其绝热方式为真空环境下的粉末(一般为珠光砂)绝热,因此决定了检漏在这类贮槽制造过程中是一个必不可少的重要环节。

检漏方法有很多,如氦质谱法、卤素法、气泡法、正压法等,静态升压法作为总体检漏和泄漏率考核的一种方法,以其原理简单,操作容易,不需任何附加设备等特点,广泛地运用于贮槽制造业中,本文就这一方法在贮槽检漏中的具体应用,作一简要分析。

1 静态升压法

静态升压法就是将被检容器抽到一定的真空度,然后关闭阀门,使其成为一个独立的静态真空系统,通过对其真空度变化情况的观测,从而分析引起这种变化的原因及计算出总泄漏率的一种检漏方法。

具体操作步骤为:

1. 将被检容器抽至产品图纸所要求的真空度或接近这个真空度,然后关闭阀门,使泵与被检容器隔开(图1)。

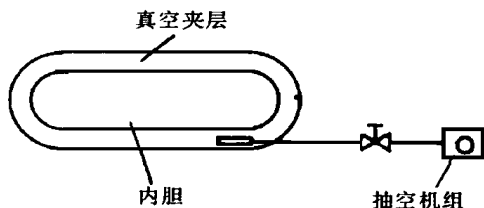


图 1

2. 对容器真空度进行监测,每间隔一段时间做一次记录,绘制真空度—时间曲线。

3. 分析曲线形态,判断原因,计算泄漏率。

泄漏率计算公式为:

$$\rho = \Delta P \cdot V / \Delta t$$

ρ —泄漏率

V —被检容器容积

ΔP —真空度变化

Δt —产生 Δ 所用时间

2 应用分析

引起真空度变化有如下四种因素:

- 有漏孔,即漏气因素;
- 结构材料和绝热材料放气,即放气因素;
- 温度因素;
- 漏孔两侧的压差,即压差因素。

2.1 漏气和放气因素的判别

漏气和放气是影响真空度的主要因素,可根据真空度—时间曲线的形态来判断,根据影响因素不同可作出四形态的曲线(如图2)。

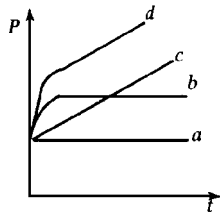


图 2

1) 直线 a 真空不变,说明既无漏气也无放气。

2) 曲线 b 真空度开始上升较快,而后减缓并趋于平衡,这说明没有漏气,而放气速率随着真空度的升高而降低,故曲线逐渐趋于平衡了。

3) 斜线 c ,真空度随着时间变化而直线上升,说明只有漏气而没有放气。

4) 曲线 d ,开始真空上升较快,而后渐渐减慢,最后变成直线,说明既有放气又有漏气,开始真空度之所以上升快,是因为放气和漏气同时作用的结果,随着时间的延长和真空度升高,放气速率渐渐降低,当放气相对于漏气可以忽略时就变成了一条直线。

在贮罐制造过程中,内胆和真空夹层充填绝热材料前后等三个阶段都需要总体检漏,而每一阶段的漏气因素和放气因素对真空度的影响是各有轻重的,从图中可以看出,如果忽略放气 b 线就变成 a 线了,如忽略漏气, d 线就变成 b 线,曲线 d 实际上是曲线 b 与斜线 c 叠加而成,利用这种关系,在贮槽制造的不同阶段,根据其不同特点进行检测,往往可以

大大缩短时间。

2.2 温度因素的影响

对于理想气体状态下,温度对真空度的影响为 $\Delta P = \Delta \cdot P_0 / T_0 (P_0, T_0 \text{ 为起始真空度和温度})$ 即: 后始测量与最终测量,温度不同时,那么,所测的真空度的变化,不仅仅就是漏气或放气所造成的,其中也有温度的影响,温差越大,结果就越不准确,而在实际检测中,尤其是在夹层充有绝热材料时,这种影响是不能简单地用气体方程求出来的。因此,所测结果需要加上温度修正系数,即 $\rho = K \cdot \Delta T \cdot V / \Delta t$ (K 为温度系数)。

2.3 压差的影响

不难理解,漏孔两端压力发生变化时,通过漏孔的气量也将发生变化,在检测时,真空夹层两侧为大气状态,压强变化很小,对测量结果的影响是微乎其微的。然而,人为地改变夹层两侧的压力,再来重新测量真空度的变化,如所算出的泄漏率没有变化,可以断定漏气情况不存在,如果泄漏率发生变化,而且随着压力的增大,这种变化也明显增大,可以肯定夹层有漏孔存在,这种方法在检测内胆时比较实用。尤其是在贮槽检修时,利用这种方法能够准确快捷地对内胆是否有漏做出判断。

3 结 语

1. 静态升压法虽然原理简单,操作方便,但也存在如下缺点: 1) 只能做总体检漏而不能判别漏孔情况; 2) 检测时间较长; 3) 对漏放气的判别不是很直观。这样在检测过程中,决定了实践经验占有相当重要的地位。针对不同的检测阶段,根据不同的特点,灵活地运用,才能在保证检测结果准确的同时达到快捷的目的。例如,在不锈钢内胆单独检测时,由于不锈钢材料经加热除气后,其放气速率相当小,在检测时暂时忽略,只考虑漏气,又如夹层充填绝热材料

后,初始阶段漏气相对放气可忽略不计,而只考虑放气因素的影响,这样做即可缩短检测时间,同时也便于分析。

2. 利用静态升压法主要判别漏气和放气因素,而温度和压差同时会影响到检测结果。这样,如何对各种因素进行综合分析,是静态升压法今后所要研究和解决的问题。设想可以设计这样一种辅助装置,在做检测时同时将辅助装置抽到与被检容器同样的真空度。通过对辅助装置定性的分析,来判断各因素对贮槽的影响(如图 3)。

辅助装置可以设计成带有标准漏孔能够对真空度和温度监测,同时可以装填绝热材料以模拟贮槽

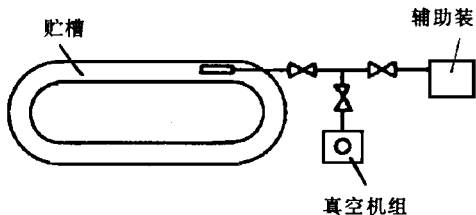


图 3

夹层环境等结构形式,这样在做检测时,由于是在同一环境下,将夹层和辅助装置抽到同一真空度,因而被检容器和辅助装置构成既相互联系又相互独立的两个真空系统:

- 1) 环境温度和压强对两个系统的影响是相同的,可以通过辅助系统得到温度影响系数;
- 2) 可以通过标准漏孔模拟夹层漏气情况,来分析夹层放气情况;
- 3) 在辅助装置中加入与夹层同样的绝热材料,定性地分析绝热材料的放气情况。

(编辑 黄荻)