

第四章 压力容器设计

CHAPTER IV

Design of Pressure Vessels

4.3 常规设计

4.3.9 耐压试验

4.1 概述

4.2 设计准则

4.3 常规设计

4.4 分析设计

4.5 疲劳分析

4.6 压力容器设计技术进展

4.3.1 概述

4.3.2 圆筒设计

4.3.3 封头设计

4.3.4 密封装置设计

4.3.5 开孔和开孔补强设计

4.3.6 支座和检查孔

4.3.7 超压泄放装置

4.3.8 焊接结构设计

4.3.9 耐压试验

4.3.10 泄漏试验

4.3.9 耐压试验

一、试验目的

目的：

考虑缺陷对压力容器安全性的影响。

在制造完毕后或定期检验时，都要进行耐压试验。

内容：

压力试验

耐压试验

泄漏试验

液压试验

气压试验

4.3.9 耐压试验

在超设计压力下进行的液压（或气压）试验


内压容器试验目的：

在超设计压力下，考察容器的整体强度、刚度和稳定性，检查焊接接头的致密性，验证密封结构的密封性能，消除或降低焊接残余应力、局部不连续区的峰值应力，同时对微裂纹产生闭合效应，钝化微裂纹尖端。

4.3.9 耐压试验

在超设计压力下进行的液压（或气压）试验

外压力容器试验目的：



检查焊接接头的致密性并
验证密封结构的密封性能。

做法：以内压试验进行“试漏”。

原因：

外压下，容器中的缺陷受压应力的作用，不可能发生开裂，且外压临界失稳压力主要与容器的几何尺寸、制造精度有关，跟缺陷无关。

4.3.9 耐压试验

二、试验介质及试验压力

耐压试验

液压试验——用水。水的压缩系数比气体要小得多，经济实用。

气液组合试验——用于压力低、容积大、主要盛装气态介质的容器。

4.3.9 耐压试验

试验介质

水质：

奥氏体不锈钢，氯离子含量控制在

25mg/L以内，并在试验后立即将水渍清除干净。（氯离子能破坏其表面钝化膜）

试验温度

温度：

为防止材料发生低应力脆性破坏，耐压试验时金属壁温应比材料的韧脆转变温度高30°C。

4.3.9 耐压试验

耐压试验压力

(1) 内压力容器

$$P_T = \eta p \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$$

温度修正

(4-94)

说明:

当各元件（圆筒、封头、接管、法兰及紧固件等）所用材料不同时，应取各元件材料许用应力比 $[\sigma]/[\sigma]^t$ 的最小值。

$$\eta = \begin{cases} 1.25 & \text{—— 液压试验} \\ 1.1 & \text{—— 气压和气液组合试验} \end{cases}$$

4.3.9 耐压试验

(2) 外压容器和真空容器

无须考虑温度修正，因为以内压代替外压进行试验，已将工作时趋于闭合状态的器壁和焊缝中缺陷改以“张开”状态接受检验。

试验压力：

$$P_T = \eta p$$

(4-95)

无温度修正

(3) 夹套容器

夹套容器是由内筒和夹套组成的多腔压力容器，各腔的设计压力通常是不同的，应在图样上分别注明内筒和夹套的试验压力值。

内筒为**外压**容器：按式（4-95）确定试验压力；

内筒为**内压**容器：按式（4-94）确定试验压力。

4.3.9 耐压试验

夹套:

按内压容器确定试验压力。

注意:

在确定了夹套试验压力后，还必须校核内筒在该试验压力下的稳定性。

如不能满足外压稳定性要求，则在作夹套的液压试验时，必须同时在内筒保持一定的压力，以确保夹套试压时内筒的稳定性。

4.3.9 耐压试验


(4) 液压试验应力校核:

为使液压试验时容器材料处于弹性状态，在压力试验前必须按式（4-96）校核试验时筒体的薄膜应力 σ_T 。

$$\sigma_T = \frac{P_T (D_i + \delta_e)}{2\delta_e} \leq 0.9\phi R_{eL} (R_{p0.2})$$



(4-96)



(4-97)

4.3.9 耐压试验

气压试验或气液组合压力应力校核：

$$\sigma_T = \frac{P_T (D_i + \delta_e)}{2\delta_e} \leq 0.8\phi R_{eL} (R_{p0.2}) \quad (4-98)$$