

ICS 91.140.90

Q 78

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB 21/T XXX-XXXX

锅炉和压力容器制造耐压试验安全技术
规范

Safety technical code for pressure test of boiler and pressure vessel
manufacturing

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

辽宁省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 耐压试验技术要求	2
5 耐压试验安全防护设施	5
6 耐压试验人员防护	5
7 耐压试验安全警示标识	6
8 耐压试验升降压过程防护	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准由辽宁省市场监督管理局提出。

本标准由辽宁省市场监督管理局归口。

本标准起草单位：沈阳清华锅炉有限公司、沈阳特种设备检测研究院、鞍山华信重工机械有限公司、辽阳市锅炉压力容器检验研究所

本标准主要起草人：宋文华 王 红 马庆生 赵明鑫 贾芯蕊 陈晓芙 许翔昊

本标准对锅炉和压力容器耐压试验技术要求及安全条件提出规范性的要求，旨在保证锅炉和压力容器耐压试验时人员安全，特编制本标准。本标准不包含承受外压的压力容器以及搪玻璃容器、非金属压力容器。

锅炉和压力容器制造耐压试验安全技术规范

1 适用范围

本标准规定了锅炉和压力容器耐压试验技术要求及安全防护设施、人员防护用品的佩戴、安全警示标识及升降压过程防护等，保证锅炉和压力容器耐压试验时人员安全。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- TSG 11 《锅炉安全技术规程》
- TSG 21-2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》
- GB50273 《锅炉安装工程施工及验收规范》
- GB/T 150.1~150.4 《压力容器》
- GB/T 16507 《水管锅炉》
- GB/T 16508 《锅壳锅炉》
- GB 12337-2014 《钢制球形储罐》
- GB/T 151-2014 《热交换器》
- GB/T37243-2019 《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》
- NB/T47041-2014 《塔式容器》
- NB/T47042-2014 《卧式容器》

3 术语与符号

3.1 术语和定义

GB/T 26929中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

压力pressure

垂直作用在容器单位表面积上的力。在本标准中，除注明者外，压力均指表压力。

3.1.2

工作压力operating pressure

在正常工作情况下，锅炉或容器顶部可能达到的最高压力。

3.1.3

设计压力design pressure

设定的锅炉或容器顶部的最高压力，与相应的设计温度一起作为容器的基本设计载荷条件，其值不低于工作压力。

3.1.4

试验压力test pressure

进行耐压试验时，锅炉或容器顶部的压力。

3.1.5

最高允许工作压力maximum allowable working pressure(MAWP)

在指定的相应温度下，锅炉或容器顶部所允许承受的最大压力。该压力是根据锅炉或容器各受压元件的有效厚度，考虑了该元件承受的所有载荷而计算得到的，且取最小值。

注当压力锅炉或容器的设计文件没有给出最高允许工作压力时，则可以认为该锅炉或容器的设计压力即是最高允许工作压力。

3.1.6

设计温度design temperature

锅炉或容器在正常工作情况下，设定的元件的金属温度（沿元件金属截面的温度平均值）。设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

3.1.7

试验温度test temperature

进行耐压试验时，锅炉或容器壳体的金属温度。

3.1.8

低温容器low-temperature pressure vessel

设计温度低于 -20°C 的碳素钢、低合金钢，双相不锈钢和铁素体不锈钢制容器，以及设计温度低于 -196°C 的奥氏体不锈钢制容器。

3.2 符号

3.2.1

R_{eL} ——元件材料在耐压试验温度下的屈服强度(或0.2%非比例延伸强度)，MPa；

3.2.2

ϕ ——锅炉或容器的焊接接头系数；

3.2.3

σ^T ——试验压力下受压元件的应力，MPa；

4 耐压试验技术要求

4.1 压力容器耐压试验通用技术要求

4.1.1 耐压试验包括：液压试验、气压试验和气液组合试验。

4.1.2 耐压试验一般采用液压试验，试验液体应符合相关标准的要求。

4.1.3 对于不适宜进行液压试验的容器，可采用气压试验或气液组合试验。进行气压试验或气液组合试验的容器应满足相关标准的要求，采用气液组合试验时，试验压力按气压试验的规定。

4.1.4 对于由2个或2个以上压力室组成的多腔容器，每个压力室的试验压力按其设计压力确定，各压力室分别进行耐压试验。

4.1.5 试验用盲法兰、紧固件、垫片的规格、材质、压力等级应符合相关标准及设计图样规定。

4.2 耐压试验压力

4.2.1 耐压试验压力的最低值按4.2.2和4.2.3的规定，并考虑：

a) 对于立式容器采用卧置进行液压试验时，试验压力应计入立置试验时的液柱静压力；

b) 工作条件下内装介质的液柱静压力大于液压试验的液柱静压力时，应适当考虑相应增加试验压力。

4.2.2 锅炉水压试验压力

按TSG11锅炉安全技术规范及设计图样规定，试验时受压元件的薄膜应力（ σ^T ）不应超过90%ReL。

4.2.3 压力容器耐压试验：

按TSG21 压力容器安全技术规范及设计图样规定，液压试验及气液组合压力试验时各受元件材料的薄膜应力（ σ^T ）不应超过90%ReL σ ，气压试验或气液组合试验时各受元件材料的薄膜应力（ σ^T ）不应超过80%ReL σ 。

4.3 试验介质要求

4.3.1 锅炉水压试验介质要求

4.3.1.1 水压试验所用的水应当是洁净水，奥氏体受压元件水压试验时，应控制水中的氯离子含量不超过25mg/L，如不能满足要求，水压试验后，应当立即将水渍去除干净。

4.3.2 压力容器耐压试验介质要求

4.3.2.1 液压试验时，试验液体一般采用洁净水，试验合格后应立即将水排净吹干；无法完全排净吹干时，对奥氏体不锈钢制容器，应控制水中的氯离子含量不超过25mg/L。

4.3.2.2 需要时，也可采用不会导致发生危险的其他试验液体，但是试验液体的温度应低于其闪点或沸点，并有可靠的安全措施。

4.3.2.3 气压试验所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体，液压试验和气液组合压力试验液压介质与液压试验液体要求相同。

4.4 试验温度要求

4.4.1 试验用液体温度应符合相应标准及设计图样的要求，试验温度（锅炉或容器器壁金属温度）应符合相关特种设备安全技术规范及标准规定。

4.4.2 锅炉水压试验的温度要求

4.4.2.1 水压试验应当在环境温度高于或等于5℃时进行，低于5℃时应当有防冻措施；

4.4.2.2 水温应当保持高于周围露点温度以防止表面结露，但也不宜温度过高以防止引起汽化和过大的温差应力；

4.4.2.3 合金钢受压元件的水压试验水温应当高于所用钢种的脆性转变温度，一般为20~70℃；

4.4.3 压力容器耐压试验温度要求

4.4.3.1 Q345R、Q370R、07MnMoVR制容器（含球罐）进行液压试验时，液体温度不得低于5℃；

4.4.3.2 其他碳钢和低合金钢制容器（含球罐）进行液压试验时，液体温度不得低于15℃；

4.4.3.3 低温容器液压试验的液体温度应不低于壳体材料和焊接接头的冲击试验温度（取其高者）加20℃。

4.4.3.4 如果由于板厚等因素造成材料无塑性转变温度升高，则需相应提高试验温度（厚板容器耐压试验时需充分考虑材料的无塑性转变温度低于试验温度）。

4.4.3.5 如需使用较低温度液体试验，试验时应保证试验温度（容器器壁金属温度）比容器器壁金属无塑性转变温度至少高30℃，或者按《固容规》引用标准的规定执行。

4.4.4 气压试验时试验温度按4.4.3的规定。

4.5 试验用仪表的要求

4.5.1 耐压试验用压力表应当符合TSG21与TSG11的有关规定，并且至少采用两个量程相同并且经过检定合格的压力表。压力表的量程应为1.5-3倍的试验压力，宜为试验压力的2倍。压力表的精度不得低于1.6级，表盘直径不得小于100mm。试验用压力表应安装在被试验设备安防位置的顶部便于观察的位置（北方冬季应充分考虑温度对压力表正常使用功能的影响）。

4.6 试验程序和步骤

4.6.1 锅炉水压试验过程控制

4.6.1.1 进行水压试验时，水压应当缓慢地升降。当水压上升到工作压力时，应当暂停升压，检查有无漏水或者异常现象，然后再升压到试验压力，达到保压时间后，降到工作压力进行检查。检查期间压力应当保持不变。

4.6.1.2 锅炉水压试验合格要求

- (1) 在受压元件金属壁和焊缝上没有水珠和水雾；
- (2) 当降到工作压力后张口处不滴水珠；
- (3) 铸铁锅护、铸铝锅炉锅片的密封处在降到额定工作压力后不滴水珠；
- (4) 水压试验后，没有发现明显残余变形。

4.6.2 压力容器耐压试验过程控制

4.6.2.1 液压试验

- (1) 试验容器内的气体应当排净并充满液体，试验过程中，应保持容器观察表面的干燥；
- (2) 当试验容器器壁金属温度与液体温度接近时，方可缓慢升压至设计压力，确认无泄漏后继续升压至规定的试验压力，保压时间一般不少于30min；然后降至设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应保持不变。

4.6.2.2 液压试验的合格标准

试验过程中，容器无渗漏，无可见的变形和异常声响。

4.6.2.3 液压试验完毕后，应将液体排尽并用压缩空气将内部吹干。

4.6.3 气压试验和气液组合压力试验

4.6.3.1 试验时应先缓慢升压至规定试验压力的10%，保压5min；并且对所有焊接接头和连接部位进行初次检查；确认无泄漏后，再继续升压至规定试验压力的50%；如无异常现象，其后按规定试验压力的10%逐级升压，直到试验压力，保压10min；然后降至设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应保持不变。

4.6.3.2 气压试验和气液组合压力试验的合格标准

对于气压试验，容器无异常声响，经肥皂液或其他检漏液检查无漏气，无可见的变形；对于气液组合压力试验，应保持容器外壁干燥，经检查无液体泄漏后，再以肥皂液或其他检漏液检查无漏气，无异常声响，无可见的变形。

5 耐压试验安全防护设施

5.1 耐压试验场地应当有可靠的安全防护设施，周围设置安全围挡，围挡与试验设备应保证足够的试验空间及安全距离，周围不得有不安全因素，排水管路及设施满足要求，试验场地附近不得有货源，配备实用的消防器材，并经单位技术负责人和安全管理部检查认可，球形储罐现场组焊耐压试验过程中应进行基础沉降量观测，排液时严禁就地排放。

5.2 试验前应检查所需设备和工具的安全可靠，对于新设计制作的夹具、胎具，必须经工艺验证合格后方可使用。

5.3 耐压试验操作和检查的部位应搭设必须有的脚手架、爬梯及围栏，并有足够的照明，照明电压应使用36V行灯。

5.4 受压元件上各种开孔（人孔、手孔和头孔）不允许使用临时性的封闭装置，管接头上的堵板应有足够的强度并经计算合格，堵板上的焊缝应严密可靠。

5.5 耐压试验前，锅炉及压力容器各连接部位的紧固件应装配齐全，并紧固妥当；为进行耐压试验而焊接或装配的临时受压元件，应采取适当的措施，保证其强度和安全性。

5.6 耐压试验设备与防护围挡距离如下图，防护围挡高度应大于1.9m，并加装防倾倒装置，保证围挡牢固稳定。围挡要有一定的强度。（如对耐压试验的防护距离有更高要求者或可参考GB/T37243-2019中相关规定。）

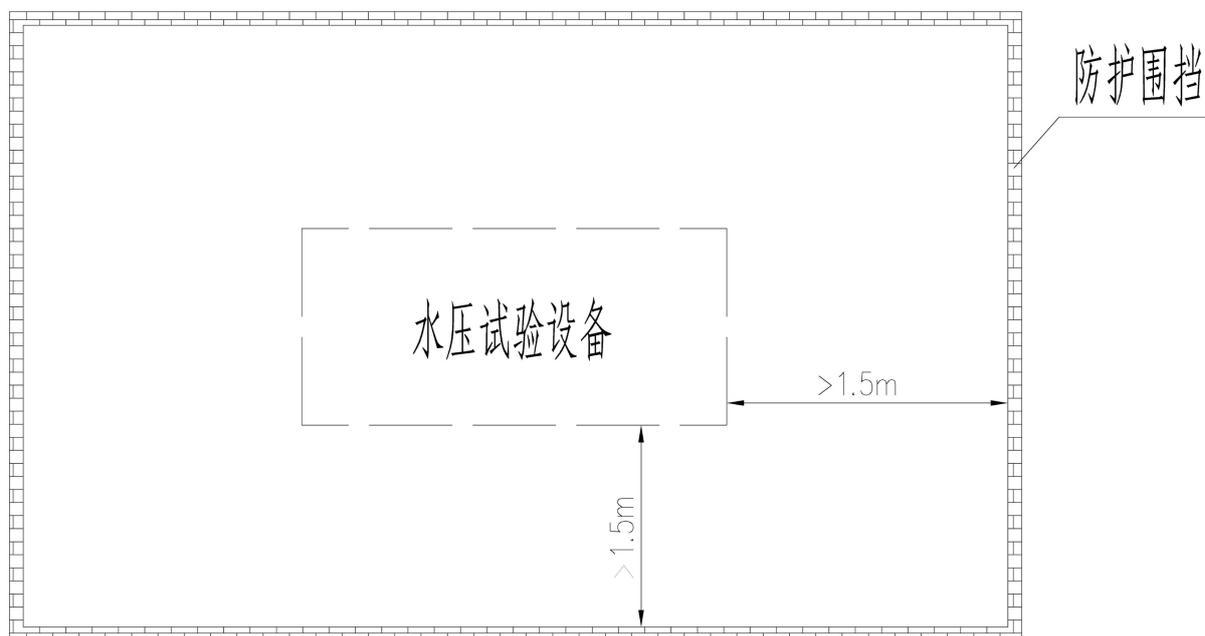


图1 耐压试验防护围挡示意图

6 耐压试验人员防护

6.1 耐压试验操作人员必须经过安全培训方可上岗，并了解试验步骤及式样工艺规程，熟练操作试验设备。

6.2 耐压试验现场工作人员应做好防护，必须佩戴好安全带、安全帽、穿防滑防刺鞋，持手电筒、对讲机，严禁独自进入待试验设备内或其它个人行动。

6.3 耐压试验升压过程中，操作人员离开试件距离大于1.5m。在整个试压过程中，试验设备各管口的位置不能正对着试压操作人员（尤其是焊封盖和装内胀塞的管口），防止试压时焊口开裂或内胀塞松动而弹出，造成人员伤亡。

6.4 球形储罐耐压试验前应完成下列准备工作：

6.4.1 敷设临时管线，安装试压泵和压力表；

6.4.2 球罐内部所有脚手杆和跳板拆除完毕或捆扎牢固；

6.4.3 设置试验区域的警示标志；

6.4.4 耐压试验过程中，不得进行与试验无关的工作，无关人员不得在现场停留；

6.4.5 试验场地不得有火源，并且配备使用的消防器材；

6.5 人员防护用品佩戴标识



图2 人员防护用品佩戴标识

7 耐压试验安全警示标识

7.1 耐压试验场地应挂警示牌、设置警界线，耐压试验期间非工作人员不得进入。

7.2 安全警示标识





图3 安全警示标识

8 耐压试验升降压过程防护

8.1 耐压试验时将试验锅炉或压力容器密封后，同时将滞留在锅炉或压力容器内的气体排净并充满试验介质，试验过程中，应保持锅炉或压力容器观察表面的干燥。锅炉或压力容器充满介质后，进行密封检查，合格后方可进行耐压试验。

8.2 锅炉和压力容器进行耐压试验要按照TSG11、TSG21特种设备安全技术规范及相关技术标准的规定要求进行。当试验锅炉或压力容器器壁金属温度与试验介质温度接近时，才能缓慢升压至工作压力或设计压力，确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力，保压足够时间进行检查；然后降至工作压力或设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应当保持不变。

8.3 在耐压试验过程中，如发现异常响声、压力下降及加压装置发生故障等不正常现象，应立即停止试验，查找原因。

8.4 耐压试验保压期间不得采用连续加压以维持试验压力不变，试验过程中不得带压紧固或对受压元件施加外力。

8.5 耐压试验从升压开始至耐压试验结束检查人员应在现场监督检查。试验过程中，操作人员不得少于2人，且有1人留在压力试验泵旁边，精准做好试验压力的升降控制，避免超压现象发生，做好试验过程的安全互保制和确认制，试验场地内禁止无关人员在场。

8.6 耐压试验前拧紧螺栓和登高工作应注意防止滑跌和工具脱手伤人。在耐压试验过程中，操作人员禁止在不安全地方停留。

8.7 进行耐压试验时，监检人员应到现场进行监督检查。

8.8 耐压试验结束后，开启阀门，使压力表指针为零，方可将锅炉或压力容器内的水或液体通过排水管道排尽，严禁就地排水或液体，试验后做好试验场地的恢复清洁整理。