

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47052—2016

简单压力容器

Simple pressure vessels



2016-08-16发布

2016-12-01 实施

国 家 能 源 局 发 布

国家能源局

公告

2016年第6号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法(试行)〉及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52号)有关规定,经审查,国家能源局批准《核电厂常规岛及辅助配套设施建设施工质量验收规程 第8部分:保温及油漆》等144项行业标准,其中能源标准(NB)75项和电力标准(DL)69项,现予以发布。

附件:行业标准目录

国家能源局
二〇一六年八月十六日

目次

前言 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语与符号 2

4 产品型式与产品型式代号 4

5 一般规定 4

6 材料 7

7 设计 8

8 制造、检验与验收 10

附录A（规范性附录）标准的符合性声明及修订 18

附录B（资料性附录）产品型式代号 19

附录C（资料性附录）常用的焊接接头结构 21

前 言

本标准按 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。
本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC 262) 提出并归口。
本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC 262) 固定式压力容器分技术委员会组织起草。

本标准起草单位：台州市特种设备监督检验中心、合肥通用机械研究院、中国特种设备检测研究院、浙江工业大学、浙江开山压力容器有限公司、温岭市鑫磊空压机有限公司、浙江临东压力容器制造有限公司、浙江红五环机械股份有限公司、台州中威空压机制造有限公司、浙江省特种设备检验研究院、衢州市特种设备检验中心。

本标准主要起草人：李隆骏、崔军、寿比南、陈学东、朱国栋、许林滔、卢明技、危书涛、卢志明、傅燕铭、黎俊、阮浩波、俞建平、李宏良、谢力民、方正中。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC 262) 负责解释。

本标准为首次发布。

简单压力容器

1 范围

1.1 本标准规定了简单压力容器(以下简称“容器”)的型式及材料、设计、制造、检验和验收等方面的建造要求。

1.2 本标准适用于同时满足以下条件的批量生产的容器:

- a) 设计压力小于或者等于1.6MPa;
- b) 设计温度大于或者等于-20℃,最高工作温度小于或者等于150℃;
- c) 容积小于或者等于1.0m³;
- d) 工作压力与容积的乘积小于或者等于1.0MPa·m³;
- e) 介质为空气、氮气、二氧化碳、惰性气体、医用蒸馏水蒸发而成的水蒸汽或上述气(汽)体的混和气体;允许介质中含有不足以改变介质特性的油等其他成分,但其闪点或燃点均应高于容器的最高工作温度30℃以上、且不影响与材料的相容性;
- f) 结构满足4.1.1的要求。

1.3 下列产品不属于本标准的范围:

- a) 军事装备、核设施、航空航天器、海上设施和船舶使用的容器;
- b) 机器上非独立的承压部件(如压缩机缸体等);
- c) 灭火器;
- d) 快开门式容器;
- e) 移动式容器;
- f) 需进行疲劳分析设计的容器;
- g) 直接火焰加热的容器;
- h) 真空容器;
- i) 危险化学品包装物。

1.4 容器界定范围

1.4.1 容器与外部管道连接:

- a) 焊接连接的第一道环向接头的坡口面;
- b) 螺纹连接的第一个螺纹接头端面;
- c) 法兰连接的第一个法兰密封面;
- d) 专用连接件或管件连接的第一个密封面。

1.4.2 接管、手孔等的承压封头、平盖及其紧固件。

1.4.3 非受压元件与受压元件的焊接接头。

1.4.4 直接连接在容器上的非受压元件,如支座等。

1.4.5 直接连接在容器上的超压泄放装置。

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。

GB 150.1	压力容器 第1部分：通用要求
GB 150.2—2011	压力容器 第2部分：材料
GB 150.3	压力容器 第3部分：设计
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB 713	锅炉和压力容器用钢板
GB 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带
GB/T985.1	气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
GB/T 985.2	埋弧焊的推荐坡口
GB/T 1220	不锈钢棒
GB/T 3274	碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
GB 9948	石油裂化用无缝钢管
GB/T 12243	弹簧直接载荷式安全阀
GB 13296	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
GB/T 14976	流体输送用不锈钢无缝钢管
GB 24511	承压设备用不锈钢钢板及钢带
GB/T 25198	压力容器封头
NB/T 47008	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47010	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
JB/T 4711	压力容器涂敷与运输包装
JB/T 4736	补强圈
JB/T 6441	压缩机用安全阀
HG/T 20592~20635	钢制管法兰 垫片 紧固件
TSG 21	固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语与符号

3.1 术语和定义

GB 150.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

机械化焊接 mechanized welding

机械化焊接包括自动焊和机动焊，其中自动焊指焊机自动进行调节与控制工艺参数而完成的焊接；机动焊指焊工操作焊机进行调节与控制工艺参数而完成的焊接。

3.1.2

手工焊 manual welding

焊工手工进行操作和控制工艺参数而完成的焊接。

注：在本标准中，同一条焊缝采用手工焊（不含局部缺陷的手工焊修补）加机械化焊接共同完成的，视为手工焊。

3.1.3

同型号 same type

同时满足以下要求的容器为同型号：

- a) 设计方法（指计算方法或试验方法）相同；
- b) 设计压力、设计温度相同；
- c) 结构相似；
- d) 焊接工艺规程（WPS）相同；
- e) 检查孔的类型相同。

注：检查孔类型分类见附录B。

3.1.4

主体焊接接头 main welded joint

筒体纵向 A 类焊接接头、筒体与凸形封头 B 类焊接接头、筒体与平盖或法兰对接的 B 类焊接接头或带锁边结构的 C 类焊接接头。

3.1.5

主要受压元件 main pressure parts

容器的主要受压元件包括筒节、凸形封头、平盖、公称直径 $DN \geq 250$ 的接管与管法兰、设备法兰（含反向法兰）。

3.2 符号

C——壁厚附加量， mm；

C_1 ——钢板或钢管的厚度负偏差， mm；

C_2 ——腐蚀裕量， mm；

D_i ——壳体内直径， mm；

DN ——公称直径， mm；

d_o ——接管外直径， mm；

d_o ——开孔直径， mm；

p ——设计压力， MPa；

p_r ——试验压力， MPa；

p_w ——工作压力， MPa；

p_b ——爆破压力规定值， MPa；

p_z ——安全阀整定压力， MPa；

R_m ——金属材料标准抗拉强度值的下限， MPa；

R_{ma} ——金属材料常温下的抗拉强度实测值， MPa；

$ReL(R_{p0.2})$ ——金属材料标准常温屈服强度（或0.2%非比例延伸强度）， MPa；

$R_{p0.2a}$ ——金属材料常温下的屈服强度实测值， MPa；

W_0 ——试验前圆筒中部的周长， mm；

W_4 ——试验压力达4倍设计压力，卸载后圆筒中部的周长， mm；

δ ——计算厚度， mm；

δ ——试验前主要受压元件的实测壁厚，mm；

δ_4 ——设计厚度，mm；

δ_n ——壳体的名义厚度，mm；

δ_m ——接管的名义厚度，mm；

δ_5 ——钢材厚度，当相焊部件不等厚时，为较薄件厚度，mm；

n ——周向永久变形率；

σ ——试验压力下受压元件的应力，MPa。

4 产品型式与产品型式代号

4.1 产品型式

4.1.1 容器应为单层结构，由筒体与凸形封头(限椭圆形、碟形、球形，不包括球冠形)或平盖焊接组成，或由两个凸形封头焊接组成。当圆筒内直径 D_1 小于或等于550mm 时，允许采用平盖与设备法兰螺栓连接的型式，或平盖与反向法兰螺栓连接型式。

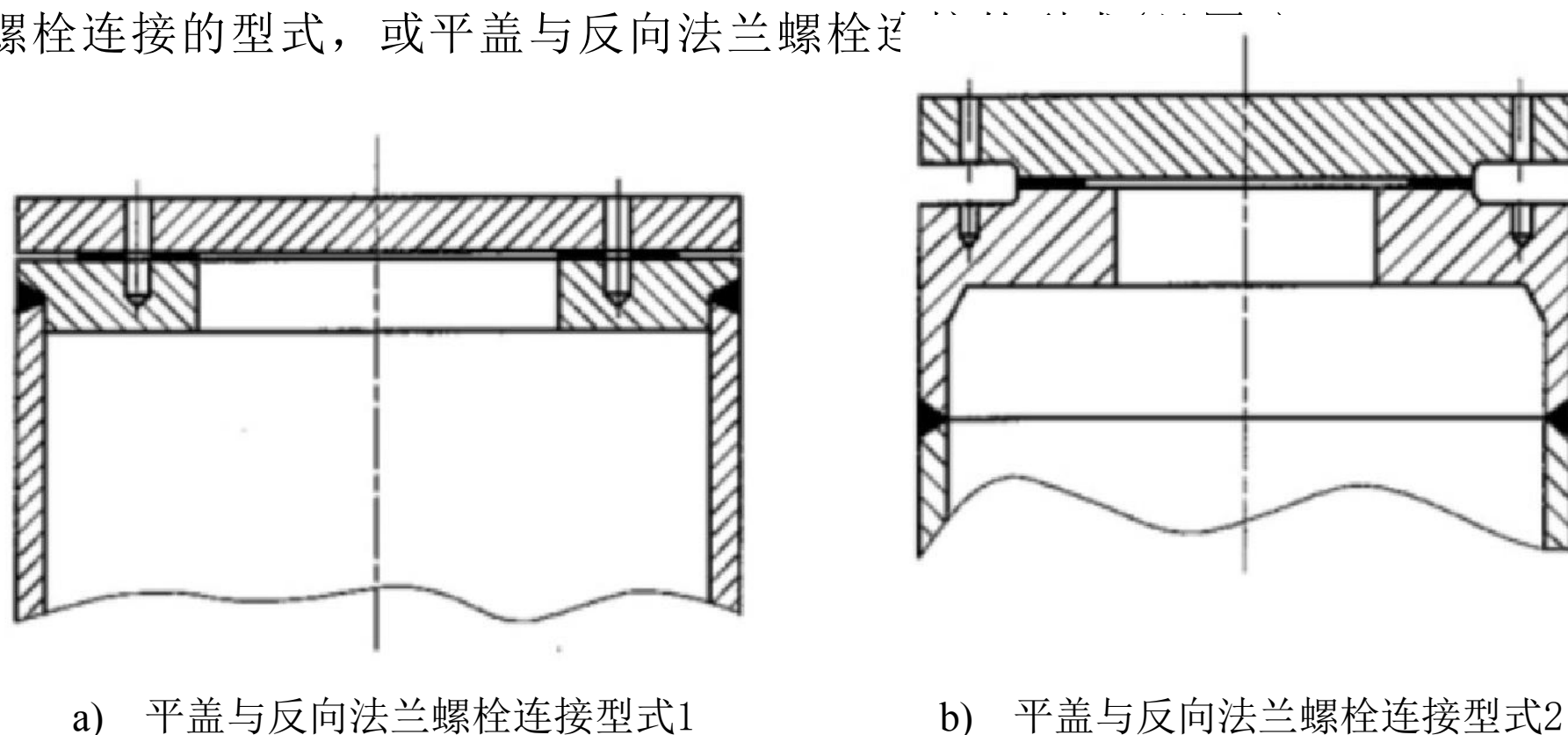


图 1 平盖与反向法兰连接型式

4.1.2 容器筒体和凸形封头名义壁厚不大于10mm；且只允许单筒节或无筒节、纵向焊接接头不超过一条。

4.1.3 凸形封头和平盖不允许拼接。

4.1.4 容器上所有用焊接保证本体强度的受压元件材料应同类别(材料类别分类依据 NB/T 47014 的规定)。

4.2 产品型式代号

产品型式代号推荐采用附录B 的形式。

5 一般规定

5.1 通则

容器的材料、设计、制造、检验和验收除必须符合本标准的规定外，还应遵守国家颁布的有关法律、法规、规章和安全技术规范。

5.2 资质与职责

5.2.1 资质

TSG 21 管辖范围内的容器建造相关单位应持有相应的特种设备许可证书。

5.2.2 职责

5.2.2.1 用户或设计委托方的职责

容器的用户或设计委托方应当以书面形式向设计单位提出容器的设计条件，至少包含以下内容：

- a) 容器受压元件的设计方法(指本标准中的计算方法或试验方法)；
- b) 操作参数(工作压力、工作温度范围等)；
- c) 介质；
- d) 预期使用年限；
- e) 几何参数和管口方位；
- f) 设计需要的其他必要条件。

5.2.2.2 设计单位的职责：

- a) 容器的设计单位必须有健全的质量保证体系。
- b) 设计单位应对设计文件的正确性和完整性负责。
- c) 设计单位应保存容器的下列设计文件备查，且保存期不得少于容器的设计使用年限：
 - 1) 设计图样；
 - 2) 设计计算书，至少包括容积计算、强度计算书或爆破试验报告(含试验样品材料的质量证明文件、制造过程工艺文件、检验记录、试验记录等)、设计使用年限、安全泄放量计算、安全阀排量计算等内容；
 - 3) 设计说明书，至少包括设计参数的选择依据、材料的选用、附件的选择、制造技术条件、检验要求等内容；
 - 4) 安装、使用和维护说明，至少包括最高工作压力、最高工作温度、指定的用途、安装要求、设计使用年限、安全维护要点等内容。

5.2.2.3 制造单位的职责：

- a) 制造单位应按设计图样进行制造；如需要对原设计进行修改，应取得原设计单位的同意修改的书面文件，并且对改动部位作出详细记载。
- b) 制造单位在容器批量制造前应制定完善的质量计划，其内容至少包括制造工艺控制点、检验项目与合格指标。
- c) 在制造过程中，制造单位应保证制造工艺的稳定性；应按本标准及图样规定对容器进行各项具体检验和试验，出具检验报告，并对报告的准确性和完整性负责；在检验合格后，出具产品合格证。
- d) 制造单位对容器的型式试验报告及证书应长期保存备查；对其生产的每批容器应至少具有下列有关技术文件备查，技术文件的保存期不得少于容器的设计使用年限，且不少于五年：
 - 1) 受压元件材料质量证明书；
 - 2) 通用制造工艺文件；
 - 3) 焊接工艺文件；
 - 4) 容器制造过程中及完工后的检查、检验、试验记录；
 - 5) 容器的原设计图和竣工图。

5.2.2.4 检验机构的职责

对 TSG 21 管辖范围内的容器实施监督检验的机构及其监检员，在监检工作中应当按照该规程的规定履行相应的工作职责；对出具的检验报告的完整性和正确性负责。

5.3 设计的一般规定

5.3.1 设计方法分为计算方法和试验方法。容器受压元件的壁厚按照GB150.3 相应章节规则设计的方法为计算方法；容器的筒体、凸形封头、平盖等主要受压元件保证强度要求的壁厚采用容器实物样品进行爆破试验来确定的方法为试验方法。奥氏体不锈钢容器不允许采用试验方法进行设计。

5.3.2 容器的设计总图上至少注明以下内容：

- a) 依据的规范、标准名称；
- b) 容器名称；
- c) 设计方法；
- d) 受压元件材料牌号及材料要求；
- e) 设计条件，包括设计温度、设计压力、工作压力、设计使用年限、介质、腐蚀裕量等；
- f) 主要特性参数，包括容积、重量等；
- g) 焊接方法和要求；计算方法设计时受压元件纵向对接接头焊接方法的机械化程度、非全截面焊透管座焊接方法的机械化程度；
- h) 防腐蚀要求（必要时）；
- i) 耐压试验要求，包括试验压力、介质等；
- j) 射线检测或爆破试验要求；
- k) 安全附件的规格和订购的特殊要求；
- l) 铭牌样式和位置；
- m) 运输包装和安装的要求（必要时）；
- n) 其他特殊要求。

5.3.3 厚度附加量

厚度附加量C 按式(1)确定：

$$C=C_1+C_2 \dots\dots\dots(1)$$

5.3.3.1 材料厚度负偏差

板材或管材的厚度负偏差按相应材料标准的规定。

5.3.3.2 腐蚀裕量

为防止容器由于腐蚀、机械磨损而导致厚度削弱减薄，应考虑腐蚀裕量，具体规定如下：

- a) 设计单位应根据腐蚀速率和设计使用年限确定腐蚀裕量；
- b) 当各元件受到的腐蚀程度不同时，可采用不同的腐蚀裕量；
- c) 一般取碳素钢或低合金制容器的腐蚀速率为不小于0.05mm/年。

5.3.4 容器主要受压元件成形后的最小厚度：

- a) 碳素钢、低合金制容器，应当不小于2mm；
- b) 奥氏体不锈钢制容器，应当不小于1mm。

5.4 焊接接头分类和焊接接头系数

5.4.1 焊接接头分类

焊接接头的分类按 GB 150.1 的规定。

5.4.2 焊接接头系数

对本标准中采用计算方法设计的容器，按GB150.3 中相关公式确定计算厚度时，取焊接接头系数等于1.0。

5.5 耐压试验

5.5.1 容器制成后应经耐压试验，试验的种类、要求和试验压力值应在图样上注明。

5.5.2 容器的耐压试验压力：

$$p_T=1.5p \dots\dots\dots(2)$$

5.5.3 耐压试验压力校核

如果采用超过5.5.2所规定的试验压力，在耐压试验前，应校核各受压元件在试验条件下的应力水平，例如对壳体元件应校核最大总体薄膜应力σ_r：

$$\sigma_r \leq 0.9ReL(Rp_{02}) \dots\dots\dots(3)$$

6 材料

6.1 用于制造容器受压元件的钢板、钢管、钢棒、锻件及焊材等应有质量证明书，制造单位应按材料生产单位提供的材料质量证明书(原件)或加盖材料供应单位公章及经办人章的有效质量证明书复印件进行验收。

6.2 用于制造容器受压元件的钢材的标准、使用状态、壁厚、许用应力及使用温度下限按表1 的规定。

表1 钢材的标准、使用状态、壁厚、许用应力及使用温度下限

类型	钢 号	标 准	使用状态	用于筒体或凸形封头的壁厚 δ ₁ /mm	用于其他受压元件的壁厚或直径 Φ /mm	许用应力 MPa	使用温度下限 °C
钢板	Q235B	GB 912、GB/T 3274	热轧	<6	≤30	100*	-20
		GB/T 3274		6≤ δ ≤10			0 ⁶
	Q235C	GB 912、GB/T3274	热轧	≤10	≤40	111°	-20
	Q245R	GB 713	热轧、控轧、正火	≤10	≤60	120 ⁴	-20
	Q345R	GB 713	热轧、控轧、正火	≤10	≤60	153 ⁴	-20
	S30408	GB 24511	固溶	≤10	≤80	123 ⁴	-
钢管	10	GB/T 8163	热轧	<6.5	≤10	-	-20
				6.5≤ δ _n ≤10		-	-10 ⁶
	10	GB 9948	正火	≤10	≤16	-	-20
	20	GB/T 8163	热轧	<6.5	≤10	-	-20
				6.5≤ δ _a ≤10		-	0 ⁵
	Q345D	GB/T 8163	正火	≤10	≤10	-	-20
	0Cr18Ni9(S30408)	GB 13296	固溶	≤10	≤14	-	-
	0Cr18Ni9(S30408)	GB/T 14976	固溶	≤10	≤28	-	-
钢棒	20	GB/T 699	正火、热轧或热锻	-	≤ Φ 60	78°	-20
	S30408	GB/T 1220	固溶	-	≤ Φ 60	97°	-

表1（续）

类型	钢 号	标 准	使用状态	用于筒体或凸形封头的壁厚 δ /mm	用于其他受压元件的壁厚 δ_o 或直径 Φ /mm	许用应力 MPa	使用温度下限 ℃
锻件	20	NB/T 47008	正火、正火+回火	-	≤ 100	123*	0 ⁴
	S30408	NB/T 47010	固溶		≤ 150	123	-
注：符号“—”表示不适用或无规定。							
3适用于组成A、B类焊接接头的受压元件；无规定或用于其他受压元件时，Q235B、Q235C的许用应力按GB 150.2—2011中附录D的规定选取，其他材料的许用应力按GB150.2的规定。 b使用温度下限可为-20℃,但制造单位应按材料的批次附加进行使用温度下限的的冲击试验，钢板取横向试样，钢管取纵向试样，3个标准冲击试样的冲击功平均值不应小于27J,1个试样的冲击功最低值以及小尺寸冲击试样的冲击功数值按GB 150.2—2011中3.8.2的规定，并在设计文件中规定。 ° 适用于机加工的管接头。 d使用温度下限可为-20℃,但应按材料的批次附加进行使用温度下限的冲击试验，冲击试验合格指标应符合NB/T47008的规定，并在设计文件中规定。							

- 6.3 钢板、钢管材料的负偏差应符合相应材料标准的规定。
- 6.4 螺柱、螺母等非焊接件的材料、使用状态及许用应力按GB150 相应章节的规定。
- 6.5 永久性垫板材料材质应与焊件钢号相同或相近。
- 6.6 所采用的焊接材料应保证焊接接头性能符合设计要求。

7 设计

7.1 壁厚设计

- 7.1.1 计算方法设计
 - 7.1.1.1 容器的设计压力不应低于其工作压力。
 - 7.1.1.2 对设置安全阀的容器，设计压力按以下步骤确定：
 - a) 根据容器的工作压力 p_w 确定安全阀整定压力 p_z ，取 $p_z=(1.05\sim1.1)p_w$;
 - b). 取容器的设计压力 p 等于或稍大于整定压力 P_z 。
 - 7.1.1.3 受压元件的计算厚度 δ 应按 GB150.3 相关公式进行计算，许用应力按表1的规定。
 - 7.1.1.4 如果受压元件的纵向对接焊接接头采用手工焊，则该元件的计算厚度应当增加15%。
 - 7.1.1.5 取计算方法设计的容器受压元件设计厚度 $\delta_a=\delta+C_2$ 。
 - 7.1.1.6 法兰、法兰盖等其他受压元件可参照其他相关标准进行设计或选用。
- 7.1.2 试验方法设计
 - 7.1.2.1 设计单位对委托单位试制的容器实物样品进行爆破试验，按7.1.2.2规定的步骤进行。
 - 7.1.2.2 试验步骤：
 - a) 试验前先测量主要受压元件的实测壁厚 δ ,并作出记录；其中凸形封头至少沿中心截面测4点，圆筒至少沿中部圆周部位测4点取平均值，至少精确到小数点后一位数；并测量圆筒中部的周长 W_o , 精确到小数点后一位数；
 - b) 爆破试验介质一般为水，介质的温度一般不小于5℃；
 - c) 瀑破试验在室温下进行，加压速率不应当超过0.1MPa/s;
 - d) 先缓慢加压至4倍设计压力，保压时间不少于5min，确认无泄漏后卸压至压力为零，测量

圆筒中部周长 W_3 , 精确到小数点后一位数;

- e) 按照式(4), 计算周向永久变形率 η (式中 δ 、 δ_n 应取自圆筒):

$$\eta = 100 \left[\frac{W_3 - W_0}{W_0} \right] \left[\frac{R_{p0.2s}}{R_{mL}} \right] \left[\frac{\delta_s}{\delta_n - C} \right] \% \quad \dots\dots\dots (4)$$

- f) 再缓慢加压直至样品爆破。

7.1.2.3 同时满足本条a)、b) 款的要求, 方可认为样品爆破试验合格。

- a) 周向永久变形率不超过1%;

- b) 爆破压力 P_0 不低于式(5)的规定值:

$$P_b = 4p \left[\frac{R_{ma}}{R_m} \right] \left[\frac{\delta_a}{\delta_n - C} \right] \quad \dots\dots\dots (5)$$

当无法计算周向永久变形率时, 可只需满足本条 b) 款的规定(此时式中的 δ 、 δ_n 应取自破口相对应的同截面完好部位)。

7.1.2.4 依据爆破试验合格样品上所测得的各主要受压元件的实测壁厚确定设计厚度 δ_a 。

7.1.2.5 设计单位应充分考虑爆破试验结果的可重复性, 以及同钢号不同批次材料的力学性能差异。

7.1.3 厚度的标注

7.1.3.1 计算方法设计的容器:

- a) 凸形封头的最小成形厚度应标注在设计图样上, 凸形封头的名义厚度是否标注在设计图样上由设计单位决定;
- b) 其他受压元件的名义厚度和最小成形厚度一般应标注在设计图样上; 对于部分小型容器, 只要保证最小成形厚度满足5.3.4, 即能保证强度的要求, 筒体、平盖等主要受压元件可以只标注最小成形厚度。

7.1.3.2 试验方法设计的容器

试验方法设计的容器的主要受压元件其最小成形厚度应标注在设计图样上; 主要受压元件的名义厚度是否标注在设计图样上由设计单位决定。

7.2 开孔和开孔补强

7.2.1 容器除必要的工艺接管开孔外, 可根据需要设置观察孔、手孔等检查孔。容器的底部最低点应设置排净口。

7.2.2 容器壳体上开孔的最大允许直径 $d_{op} \leq D/2$, 除7.2.3外, 所有开孔及其补强的其他规定均应符合GB150.3 的相应章节。

7.2.3 所有开孔均应避开对接焊接接头, 开孔部位焊缝边缘与其他焊缝边缘的距离应不小于开孔部位实测壁厚的4倍且不小于20mm。

7.3 焊接结构

7.3.1 主体焊接接头均须采用全熔透型式。

7.3.2 常用的焊接接头结构见附录C。

7.4 支座和托板

7.4.1 支座的设计应遵循相关标准或设计文件的规定。

7.4.2 支座、托板等部件设计时应考虑直接安装在容器壳体上的压缩机等设备产生的应力; 若壳体与之相焊部位的有效厚度小于或等于3mm, 则必须加垫板或先折边成与容器壳体相匹配的圆弧, 推荐采用图2a)~e) 的结构型式。垫板或折边处与容器壳体的连接焊缝应平缓过渡。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/856230011222010144>