

**TSG** 特种设备安全技术规范

TSG R0004—2009

# 固定式压力容器安全技术监察规程

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2009 年 8 月 31 日

## 目 录

1	总 则	(1)
2	材 料	(4)
3	设 计	(9)
4	制 造	(17)
5	安装、改造与维修	… (30)
6	使用管理	… (31)
7	定期检验	(34)
8	安全附件	(37)
9	附 则	(40)
附件 A	压力容器类别及压力等级、品种的划分	(41)
附件 B	压力容器产品合格证	(44)
附件 C	压力容器产品铭牌	(45)
附件 D	特种设备代码编号方法	(48)

## 固定式压力容器安全技术监察规程

### 1 总 则

#### 1.1 目的

为了保障固定式压力容器的安全运行,保护人民生命和财产的安全,促进国民经济的发展,根据《特种设备安全监察条例》,制定本规程。

#### 1.2 固定式压力容器

固定式压力容器是指安装在固定位置使用的压力容器(以下简称压力容器,注 1-1)。

注 1-1: 对于为了某一特定用途,仅在装置或者场区内部搬动,使用的压力容器,以及移动式空气压缩机的储气罐按照固定式压力容器进行监督管理。

#### 1.3 适用范围

本规程适用于同时具备下列条件的压力容器:

(1) 最高工作压力大于或者等于 0.1MPa; (注 1-2)

(2) 工作压力与容积的乘积大于或者等于  $2.5\text{MPa}\cdot\text{L}$ ; (注 1-3)

(3) 盛装介质为气体、液化气体以及最高工作温度高于或者等于其标准沸点的液体。

(注 1-4)

其中 超高压容器应当符合《超高压容器安全技术监察规程》的规定; 非金属压力容器应当符合《非金属压力容器安全技术监察规程》的规定; 简单压力容器应当符合《简单压力容器安全技术监察规程》的规定。

注 1-2: 工作压力,是指压力容器在正常工作情况下,其顶部可能达到的最高压力(表压力)。

注 1-3: 容积,是指压力容器的几何容积,即由设计图样标注的尺寸计算(不考虑制造公差)并且圆整。一般应当扣除永久连接在压力容器内部的内件的体积。

注 1-4: 容器内介质为最高工作温度低于其标准沸点的液体时,如果气相空间的容积与工作压力的乘积大于或者等于  $2.5\text{MPa}\cdot\text{L}$  时,也属于本规程的适用范围。

#### 1.4 适用范围的特殊规定

压力容器使用单位应当参照本规程使用管理的有关规定,负责本条范围内压力容器的安全管理。

##### 1.4.1 只需要满足本规程总则、设计、制造要求的压力容器

本规程适用范围内,容积大于或者等于 25L 的下列压力容器,只需要满足本规程第 1、3、4 章的有关规定:

- (1) 《简单压力容器安全技术监察规程》不适用的移动式空气压缩机的储气罐；
- (2) 深冷装置中非独立的压力容器、直燃型吸收式制冷装置中的压力容器、铝制板翅式热交换器、空分装置中冷箱内的压力容器；
- (3) 无壳体的套管热交换器、螺旋板热交换器、钎焊板式热交换器；
- (4) 水力自动补气气压给水（无塔上水）装置中的气压罐，消防装置中的气体或气压给水（泡沫）压力罐；
- (5) 水处理设备中的离子交换或过滤用压力容器、热水锅炉用膨胀水箱；
- (6) 电力行业专用的全封闭式组合电器（如电容压力容器）；
- (7) 橡胶行业使用的轮胎硫化机及承压的橡胶模具；
- (8) 机器设备上附属的蓄能器。

#### 1.4.2 只需要满足本规程总则、设计和制造许可的压力容器

容积大于 1L 并且小于 25L，或者内直径（对非圆形截面，指截面内边界的最大几何尺寸，例如矩形为对角线，椭圆为长轴）小于 150mm 的压力容器，只需要满足本规程总则和第 3.1、4.1.1 的规定，其设计、制造按照相应产品标准的要求。

#### 1.4.3 只需要满足总则和制造许可要求的压力容器

容积小于或者等于 1L 的压力容器，只需要满足本规程总则和 4.1.1 的规定，其设计、制造按相应产品标准的要求。

### 1.5 不适用范围

本规程不适用下列压力容器：

- (1) 移动式压力容器、气瓶、氧舱；
- (2) 锅炉安全技术监察规程适用范围内的余热锅炉；
- (3) 正常运行最高工作压力小于 0.1MPa 的容器（包括在进料或出料过程中需要瞬时承受压力大于或者等于 0.1MPa 的容器）；
- (4) 旋转或者往复运动的机械设备中自成整体或者作为部件的受压器室（如泵壳、压缩机外壳、涡轮机外壳、液压缸等）；
- (5) 可拆卸垫片式板式热交换器（包括半焊式板式热交换器）、空冷式热交换器、冷却排管。

### 1.6 压力容器范围的界定

本规程适用的压力容器，其范围包括压力容器本体和安全附件。

#### 1.6.1 压力容器本体

压力容器本体界定在下述范围内：

- (1) 压力容器与外部管道或装置焊接连接的第一道环向焊接接头的坡口面、螺纹连

接的第一个螺纹接头端面、法兰连接的第一个法兰密封面、专用连接件或管件连接的第一个密封面；

(2) 压力容器开孔部分的承压盖及其紧固件；

(3) 非受压元件与压力容器本体连接的连接焊缝。

压力的容器的主要受压元件，包括壳体、封头（端盖）、膨胀节、设备法兰；球罐的球壳板；换热器的管板和换热管；M36 以上（含 M36）的设备主螺柱及公称直径大于或者等于 250mm 的接管和管法兰。

#### 1.6.2 安全附件

压力的容器的安全附件，包括直接连接在压力容器上的安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、安全联锁装置、压力表、液位计、测温仪表等

#### 1.7 压力容器类别

根据危险程度，本规程适用范围内的压力容器划分为三类，以利于进行分类监督管理，压力的容器的类别划分方法见附件 A。

#### 1.8 与技术标准、管理制度的关系

本规程规定了压力的容器的基本安全要求，有关压力的容器的技术标准、管理制度等，不得低于本规程的要求

#### 1.9 不符合本规程时的特殊处理规定

采用新材料、新技术、新工艺以及有特殊使用要求的压力容器，不符合本规程要求时，相关单位应当将有关的设计、研究、试验等依据、数据、结果及其检验检测报告等技术资料报国家质量监督检验检疫总局（以下简称国家质检总局），由国家质检总局委托有关的技术组织或者技术机构进行技术评审。技术评审的结果经过国家质检总局批准后，采用新材料、新技术、新工艺的压力容器方可进行试制、试用。

#### 1.10 引用标准

本规程的主要引用标准（以下简称本规程引用标准，注 1-5）如下：

- (1) GB150 《钢制压力容器》
- (2) GB151 《管壳式换热器》
- (3) GB12337 《钢制球形储罐》
- (4) JB/T 4710 《钢制塔式容器》
- (5) JB/T 4731 《钢制卧式容器》
- (6) JB 4732 《钢制压力容器——分析设计标准》
- (7) JB/T 4734 《铝制焊接容器》
- (8) JB/T 4745 《钛制焊接容器》

(9) JB/T 4755 《铜制压力容器》

(10) JB/T 4756 《镍及镍合金制压力容器》

注 1-5: 本规程的引用标准中, 凡是注明年号的, 其随后的所有修改单(不包括勘误的内容)或者修订版均不适用于本规程; 凡是不注明年号的, 其最新版本适用于本规程。

### 1.11 监督管理

(1) 压力容器的设计、制造(含现场组焊, 下同)、安装、改造、维修、使用、检验检测, 均应当严格执行本规程的规定;

(2) 压力容器的设计、制造、安装、改造、维修、使用单位和检验检测机构等, 应当按照特种设备信息管理的有关规定, 及时将所要求的数据输入特种设备信息化管理系统;

(3) 国家质检总局和各地质量技术监督部门负责压力容器安全监察工作, 监督本规程的执行。

## 2 材 料

### 2.1 通用要求

(1) 压力容器的选材应当考虑材料的力学性能、化学性能、物理性能和工艺性能;

(2) 压力容器用材料的质量、规格与标志, 应当符合相应材料的国家标准或者行业标准的规定, 其使用方面的要求应当符合本规程引用标准的规定

(3) 压力容器专用钢板(带)的制造单位应当取得相应的特种设备制造许可证;

(4) 材料制造单位应当在材料的明显部位作出清晰、牢固的钢印标志或者采用其他方法的标志, 实施制造许可的压力容器专用材料, 质量证明书和材料上的标志内容还应当包括制造许可标志和许可证编号;

(5) 材料制造单位应当向材料使用单位提供质量证明书, 材料质量证明书的内容应当齐全、清晰, 并且盖有材料制造单位质量检验章;

(6) 对于压力容器专用钢板, 由材料制造单位直接向压力容器制造单位供货时, 双方商定钢板质量说明书的份数; 由非材料单位供货时, 材料制造单位应当分别为每张钢板出具质量证明书;

(7) 压力容器制造单位从非材料生产单位取得压力容器用材料时, 应当同时取得材料质量证明书原件或加盖材料供应单位检验公章和经办人章的复印件(压力容器专用钢板除外); 压力容器制造单位应当对所取得的压力容器用材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

### 2.2 熔炼方法

压力容器受压元件用钢，应当是氧气转炉或者电炉冶炼的镇静钢。对标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的低合金钢钢板和奥氏体-铁素体不锈钢钢板，以及用于设计温度低于-20℃的低温钢板和低温钢锻件，还应当采用炉外精炼工艺。

### 2.3 化学成分（熔炼分析）

#### 2.3.1 用于焊接的碳素钢和低合金钢

碳素钢和低合金钢钢材， $C \leq 0.25\%$ 、 $P \leq 0.035\%$ 、 $S \leq 0.035\%$ 。

#### 2.3.2 压力容器专用钢中的碳素钢和低合金钢

压力容器专用钢中的碳素钢和低合金钢钢材（钢板、钢管和钢锻件），其磷、硫含量应当符合以下要求：

- （1）碳素钢和低合金钢钢材基本要求， $P \leq 0.030\%$ 、 $S \leq 0.020\%$ ；
- （2）标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的钢材， $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.015\%$ ；
- （3）用于设计温度低于-20℃并且钢材标准抗拉强度下限值小于 540MPa 的钢材， $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.012\%$ 。
- （4）用于设计温度低于-20℃并且钢材标准抗拉强度下限值大于等于 540MPa 的钢材， $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.010\%$ 。

### 2.4 力学性能

#### 2.4.1 冲击功

厚度不小于 6mm 的钢板、直径和厚度可以制备宽度为 5mm 小尺寸冲击试样的钢管、任何尺寸的锻件按照设计要求的冲击试验温度下的 V 型缺口试样冲击功（KV<sub>2</sub>）指标应当符合表 2-1 的规定。

表 2-1 碳素钢和低合金钢（钢板、钢管和钢锻件）冲击功（注 2-1）

钢材标准抗拉强度下限值 $R_m$ (MPa)	3 个标准试样冲击功平均值 $KV_2$ (J)
$\leq 450$	$\geq 20$
$> 450 \sim 510$	$\geq 24$
$> 510 \sim 570$	$\geq 31$
$> 570 \sim 630$	$\geq 34$
$> 630 \sim 690$	$\geq 38$

注 2-1：（1）试样取样部位和方法应当符合相应钢材标准的规定；

（2）冲击试验每组取 3 个标准试样（宽度为 10mm）。允许 1 个试样的冲击功数值低于表列数值，但不得低于表列数值的 70%；

（3）当钢材尺寸无法制备标准试样时，则应依次制备宽度为 7.5mm 和 5mm 的小尺寸冲击试样，其冲击功指标分别为标准试样冲击功指标的 75%和 50%；

（4）对钢材标准中冲击功指标高于表 2-1 规定的钢材，还需要符合相应钢材标准的规定。

### 2.4.2 断后伸长率

(1) 压力容器受压元件用钢板、钢管和钢锻件的断后伸长率应当符合本规程引用标准以及相应钢材标准的规定；

(2) 焊接结构用碳素钢、低合金高强度钢和低合金低温钢钢板，其断后伸长率（ $A$ ）指标应当符合表 2-2 的规定：

表 2-2 钢板断后伸长率指标（注 2-2）

钢板标准抗拉强度下限值 $R_m$ (MPa)	断后伸长率 $A$ (%)
$\leq 420$	$\geq 23$
$> 420 \sim 550$	$\geq 20$
$> 550 \sim 680$	$\geq 17$

注 2-2：对钢板标准中断后伸长率指标高于本表规定的，还应当符合相应钢板标准的规定。

(3) 对采用不同尺寸试样的断后伸长率指标，应当按照 GB/T 17600.1 《钢的伸长率换算 第 1 部分：碳素钢和低合金钢》和 GB/T 17600.2 《钢的伸长率换算 第 2 部分：奥氏体钢》进行换算，换算后的指标应当符合本条规定。

## 2.5 钢板超声检测

### 2.5.1 检测要求

厚度大于或者等于 12mm 的碳素钢和低合金钢钢板（不包括多层压力容器的层板）用于制造压力容器壳体时，凡符合下列条件之一的，应当逐张进行超声检测：

- (1) 盛装介质毒性程度为极度、高度危害的；
- (2) 在湿  $H_2S$  腐蚀环境中使用的；
- (3) 设计压力大于或者等于 10MPa 的；
- (4) 本规程引用标准中要求逐张进行超声检测的。

### 2.5.2 检测合格标准

钢板超声检测应当按 JB/T 4730 《承压设备无损检测》的规定进行，用于本规程 2.5.1 第(1)项至第(3)项的钢板，合格等级不低于Ⅱ级，用于本规程 2.5.1 第(4)项的钢板，合格等级应当符合本规程引用标准的规定。

## 2.6 压力容器用铸铁

### 2.6.1 铸铁材料的应用限制

铸铁不得用于盛装毒性程度为极高、高度或中度危害介质，以及设计压力大于等于 0.15MPa 的易爆介质压力容器的受压元件，也不得用于管壳式余热锅炉的受压元件。除上述压力容器之外，允许选用以下铸铁材料：



(1) 灰铸铁, 牌号为 HT200、HT250、HT300 和 HT350;

(2) 球墨铸铁, 牌号为 QT400-18R 和 QT400-18L。

### 2.6.2 设计压力、温度限制

(1) 灰铸铁, 设计压力不大于 0.8MPa, 设计温度范围为 10℃~200℃。

(2) 球墨铸铁, 设计压力不大于 1.6MPa, QT400-18R 的设计温度范围为 0℃~300℃, QT400-18L 的设计温度范围为-10℃~300℃。

## 2.7 压力容器用有色金属

### 2.7.1 通用要求

压力容器用有色金属(铝、钛、铜、镍及其合金等)应当符合以下要求:

(1) 用于制造压力容器的有色金属, 其技术要求应当符合本规程引用标准的规定, 如有特殊要求, 需要在设计图样或相应的技术文件中注明;

(2) 压力容器制造单位应当建立严格的保管制度, 并且设专门场所, 与碳钢、低合金钢分开存放。

### 2.7.2 铝和铝合金

铝和铝合金用于压力容器受压元件时, 应当符合下列要求:

(1) 设计压力不大于 16Mpa;

(2) 含镁量大于或者等于 3% 的铝合金(如 5083、5086), 其设计温度范围为-269℃~65℃, 其他牌号的铝和铝合金, 其设计温度范围为-269℃~200℃。

### 2.7.3 铜和铜合金

纯铜和黄铜用于压力容器受压元件时, 其设计温度不高于 200℃。

### 2.7.4 钛和钛合金

钛和钛合金用于压力容器受压元件时, 应当符合下列要求:

(1) 钛和钛合金的设计温度不高于 315℃, 钛-钢复合板的设计温度不高于 350℃;

(2) 用于制造压力容器壳体的钛和钛合金在退火状态下使用。

### 2.7.5 镍和镍合金

镍和镍合金用于压力容器受压元件时, 应当在退火或者固溶状态下使用。

### 2.7.6 钽、锆、铌及其合金

钽、锆、铌及其合金用于压力容器受压元件时, 应当在退火状态下使用。钽和钽合金设计温度不高于 250℃, 锆和锆合金设计温度不高于 375℃, 铌和铌合金设计温度不高于 220℃。

## 2.8 复合钢板

压力容器用复合钢板应当按照本规程引用标准的规定选用, 并且符合以下要求:

(1) 复合钢板复合界面的结合剪切强度, 不锈钢-钢复合板不小于 210Mpa, 镍-钢复合板不小于 210Mpa, 钛-钢复合板不小于 140Mpa, 铜-钢复合板不小于 100Mpa。

(2) 复合钢板基层材料的使用状态符合本规程引用标准的规定。

(3) 碳素钢和低合金钢基层材料(包括钢板和钢锻件)按照基层材料标准的规定进行冲击试验, 冲击功合格指标符合基层材料标准或者订货合同的规定。

## 2.9 境外牌号材料的使用

### 2.9.1 境外材料制造单位制造的材料

(1) 境外牌号材料应当是境外压力容器现行标准规范允许使用并且境外已经有使用实例的材料, 其使用范围应当符合境外相应产品标准的规定, 如本规程引用标准列有相近化学成分和力学性能的牌号时, 其使用范围还应当符合本规程引用标准的规定。

(2) 境外牌号材料的技术要求不得低于境内相近牌号材料的技术要求(如磷、硫含量, 冲击试样的取样部位、取样方向和冲击功指标, 断后伸长率等)。

(3) 材料质量证明书和材料标志应当符合本规程 2.1 的规定。

(4) 压力容器制造单位应当对进厂材料与材料质量证明书进行审核, 并且对材料的化学成分和力学性能进行验证性复验, 符合相关要求后才能投料使用。

(5) 用于焊接结构压力容器受压元件的材料, 压力容器制造单位在首次使用前, 应当掌握材料的焊接性能并且进行焊接工艺评定。

(6) 标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的钢材、用于压力容器设计温度低于  $-40^{\circ}\text{C}$  的低合金钢钢材, 材料制造单位还应当按本规程 1.9 的规定通过技术评审, 其材料方可允许使用。

### 2.9.2 境内材料制造单位制造的材料

境内材料制造单位制造的境外牌号材料, 除应当符合本规程 2.9.1 的各项要求外, 还应当按本规程 1.9 的规定通过技术评审, 评审内容包括材料制造单位的相关条件和材料的试制技术文件。

### 2.9.3 境外牌号材料的选用

设计单位若选用境外牌号的材料, 应当在设计文件中充分说明其必要性和经济性。

## 2.10 新材料使用

### 2.10.1 未列入引用标准的材料

压力容器主要受压元件采用未列入本规程引用标准的材料, 试制前材料的研制单位应当进行系统的试验研究工作, 并且应当按照本规程 1.9 的规定通过技术评审, 该材料方可允许使用。

### 2.10.2 已列入引用标准的材料

对已列入 GB 150 或 JB 4732 的标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的钢材，以及用于压力容器设计温度低于 $-40^{\circ}\text{C}$ 的低合金钢钢材，如果钢材制造单位没有该钢材的制造或者压力容器应用业绩，则应当进行系统的试验研究工作，并且应当按照本规程 1.9 的规定通过技术评审，该钢材方可允许使用。

### 2.11 材料使用和标志移植

(1) 压力容器制造单位应当通过对材料供货单位进行考察、评审、追踪等方法，确保所使用的压力容器材料符合本规程的要求，并且在材料进厂时审核材料质量证明书和材料标志；

(2) 对于采购的Ⅲ类压力容器用Ⅳ锻件，以及不能确定材料质量证明书的真实性或者对性能和化学成分有怀疑的主要受压元件材料，压力容器制造单位应当进行复验，符合本规程的规定后方可投料使用。

(3) 用于制造压力容器受压元件的材料在分割前应当进行标志移植。

### 2.12 焊接材料

(1) 用于制造压力容器受压元件的焊接材料，应当保证焊缝金属的力学性能高于或者等于母材规定的限值，当需要时，其他性能也不得低于母材的相应要求；

(2) 焊接材料应当满足相应焊材标准和本规程引用标准的要求，并且附有质量证明书和清晰、牢固的标志；

(3) 压力容器制造单位应当建立并且严格执行焊接材料验收、复验、保管、烘干、发放和回收制度。

### 2.12 材料代用

压力容器制造或现场组焊单位对主要受压元件的材料代用，应当事先取得原设计单位的书面批准，并且在竣工图上做详细记录。

## 3 设计

### 3.1 设计单位许可资格与责任

(1) 设计单位应当对设计质量负责，压力容器设计单位的许可资格、设计类别、品种和级别范围的划分应当符合《压力容器压力管道设计许可规则》的规定；

(2) 总体采用规则设计标准，局部参照分析设计标准进行压力容器受压元件分析计算的单位，可以不取得应力分析设计许可项目资格；

(3) 压力容器的设计应当符合本规程的基本安全要求，对于采用国际标准或者境外标准设计的压力容器，进行设计的单位应当提供设计文件与本规程基本安全要求的符合性申明；

(4) 压力容器的设计单位应当向设计委托方提供完整的设计文件。

### 3.2 设计许可印章

(1) 压力容器的设计总图上，必须加盖压力容器设计许可印章（复印章无效），设计许可印章失效的图样和已加盖竣工图章的图样不得用于制造压力容器；

(2) 压力容器设计许可印章中的设计单位名称必须与所加盖的设计图样中的设计单位名称一致。

### 3.3 设计条件

压力容器的设计委托方应当以正式书面形式向设计单位提出压力容器设计条件。设计条件至少包含以下内容：

- (1) 操作参数（包括工作压力、工作温度范围、液位高度、接管载荷等）；
- (2) 压力容器使用地及其自然条件（包括环境温度、抗震设防烈度、风和雪载荷等）；
- (3) 介质组分与特性；
- (4) 预期使用年限；
- (5) 几何参数和管口方位；
- (6) 设计需要的其他必要条件。

### 3.4 设计文件

#### 3.4.1 通用要求

(1) 压力容器的设计文件包括强度计算书或者应力分析报告、设计图样、制造技术条件、风险评估报告（适用于第Ⅲ类压力容器），设计单位认为必要时，还应当包括安装与使用维修说明。

(2) 装设安全阀、爆破片装置的压力容器，设计文件还应当包括压力容器安全泄放量、安全阀排量和爆破片泄放面积的计算书；无法计算时，设计单位应当会同设计委托单位或者使用单位，协商选用超压泄放装置。

#### 3.4.2 设计总图

##### 3.4.2.1 总图的审批

设计总图应当按照有关安全技术规范的要求履行审批手续。对于第Ⅲ类压力容器，应当有压力容器设计单位技术负责人或者其授权人的批准签字。

##### 3.4.2.2 总图的主要内容

压力容器的设计总图上，至少应当注明以下内容：

- (1) 压力容器名称、类别，设计、制造所依据的主要法规、标准；
- (2) 工作条件，包括工作压力、工作温度、介质毒性和爆炸危害程度等。
- (3) 设计条件，包括设计温度、设计载荷（包含压力在内的所有应当考虑的载荷）、介质（组分）、腐蚀裕量、焊接接头系数、自然条件等，对储存液化气体的储罐应当注明装量

系数，对有应力腐蚀倾向的储存容器应当注明腐蚀介质的限定含量；

- (4) 主要受压元件材料牌号与标准；
- (5) 主要特性参数（如压力容器容积、换热器换热面积与程数等）；
- (6) 压力容器设计使用年限（疲劳容器标明循环次数）；
- (7) 特殊制造要求；
- (8) 热处理要求；
- (9) 无损检测要求；
- (10) 耐压试验和泄漏试验要求；
- (11) 预防腐蚀的要求。
- (12) 安全附件的规格和订购特殊要求（工艺系统已考虑的除外）；
- (13) 压力容器铭牌的位置；
- (14) 包装、运输、现场组焊和安装要求。

#### 3.4.2.3 特殊要求

下列情况对设计总图的特殊要求：

- (1) 多腔压力容器分别注明多腔的试验压力，有特殊要求时注明共同元件两侧允许的壓力差值，以及试验步骤和试验的要求；
- (2) 装有触媒的压力容器和装有充填物的压力容器，注明使用过程中定期检验的技术要求；
- (3) 由于结构原因不能进行内部检验的压力容器，注明计算厚度、使用中定期检验的要求；
- (4) 不能进行耐压试验的压力容器，注明计算厚度和制造与使用的特殊要求；
- (6) 有耐热衬里的压力容器，注明防止受压元件超温的技术措施；
- (6) 要求保温或者保冷的压力容器，提出保温或者保冷措施。

#### 3.5 设计方法

压力容器的设计可以采用规则设计方法或者分析设计方法。必要时也可以采用试验方法或者可对比的经验设计方法，但是应按照本规程 1.9 的规定通过技术评审。

压力容器设计单位应当基于本规程 3.3 所述的设计条件，综合考虑所有相关因素、失效模式和足够的安全裕量，以保证压力容器具有足够的强度、刚度、稳定性和抗腐蚀性，同时还应当考虑裙座、支腿、吊耳等与压力容器主体的焊接接头的强度要求，确保压力容器在设计使用年限内的安全。

#### 3.6 风险评估

对第Ⅲ类压力容器，设计时应当出具包括主要失效模式和风险控制等内容的风评估

报告。

### 3.7 节能要求

压力容器的设计应当充分考虑节能降耗原则，并且符合以下要求：

- (1) 充分考虑压力容器的经济性，合理选材，合理确定结构尺寸；
- (2) 对换热器进行优化设计，提高换热效率，满足能效要求；
- (3) 对有保温或者保冷要求的压力容器，要在设计文件中提出有效的保温或者保冷措施。

### 3.8 安全系数

确定压力容器材料许用应力（或者设计应力强度）的最小安全系数，见表 3-1～表 3-3 的规定。安全系数低于这些规定时，应当符合本规程 1.9 的要求。

表 3-1 常规设计方法的安全系数

材料 (板、锻件、管)	安全系数			
	室温下的 抗拉强度 $R_m$	设计温度下的 屈服强度 $R_{eL}^t$ ( $R_{p0.2}^t$ ) (注 3-1)	设计温度下持 久强度极限平 均值 $R_D^t$ (注 3-2)	设计温度下蠕 变极限平均值 (每 1000 小时 蠕变率为 0.01%的) $R_n^t$
碳素钢和低合金钢	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
高合金钢	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
钛及钛合金	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
镍及镍合金	$n_b \geq 2.7$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
铝及铝合金	$n_b \geq 3.0$	$n_s \geq 1.5$	——	——
铜及铜合金	$n_b \geq 3.0$	$n_s \geq 1.5$	——	——

注 3-1：如果本规程引用标准允许采用  $R_{p1.0}^t$ ，则可以选择该值计算其许用应力；

注 3-2：根据设计寿命选用  $1.0 \times 10^5 h$ 、 $1.5 \times 10^5 h$ 、 $2.0 \times 10^5 h$  等持久强度极限值。

表 3-2 分析设计方法的安全系数

材料	安全系数	
	室温下的抗拉强度 $R_m$	设计温度下的 屈服强度 $R_{eL}^t$ ( $R_{p0.2}^t$ ) (注 3-3)

碳钢素和低合金钢	$n_b \geq 2.4$	$n_s \geq 1.5$
高合金钢	$n_b \geq 2.4$	$n_s \geq 1.5$

注 3-3：如果本规程引用标准允许采用  $R_{p1.0}^t$ ，则可以选用该值计算其许用应力。

表 3-3 螺柱（螺栓）的安全系数

材料	螺柱（螺栓） 直径 (mm)	热处理状态	安全系数	
			设计温度下 的屈服强度 $R_{eL}^t$ ( $R_{p0.2}^t$ )	设计温度下持 久强度极限平 均值 $R_D^t$
碳素钢	$\leq M22$	热轧、正火	2.7	1.5
	M24~M48		2.5	
低合金钢 马氏体高合金钢	$\leq M22$	调质	3.5	
	M24~M48		3.0	
	$\geq M52$		2.7	
奥氏体高合金钢	$\leq M22$	固溶	1.6	
	M24~M48		1.5	

灰铸铁室温下抗拉强度安全系数不小于 10.0，球墨铸铁室温下抗拉强度安全系数不小于 8.0。

3.9 压力

3.9.1 设计压力和计算压力

(1) 设计压力，是指设定的容器顶部的最高压力，与相应的设计温度一起作为设计载荷条件，其值不低于工作压力；

(2) 计算压力，是指在相应设计温度下，用以确定元件厚度的压力，并且应当考虑液柱静压力等附加载荷。

3.9.2 超压泄放装置动作压力

(1) 装有超压泄放装置的压力容器，超压泄放装置的动作压力不得高于压力容器的设计压力；

(2) 对于设计图样中注明最高允许工作压力的压力容器，允许超压泄放装置的动作压力不得高于该压力容器的最高允许工作压力。

3.9.3 常温储存液化气体压力容器的设计压力

常温储存液化气体压力容器的设计压力，应当以规定温度下的工作压力为基础确定：

(1) 常温储存液化气体压力容器规定温度下的工作压力按表 3-4 确定；

表 3-4 常温储存液化气体压力容器规定温度下的工作压力

液化气体临界温度	规定温度下的工作压力		
	无保冷设施	有保冷设施	
		无试验实测温度	有试验实测最高工作温度并且能保证低于临界温度
$\geq 50^{\circ}\text{C}$	50℃饱和蒸气压力	可能达到的最高工作温度下的饱和蒸气压力	
$< 50^{\circ}\text{C}$	设计所规定的最大充装量时，温度为 50℃的气体压力		试验实测最高工作温度下的饱和蒸气压力

(2) 常温储存液化石油气压力容器规定温度下的工作压力，按照不低于 50℃时混合液化石油气组分的实际饱和蒸气压力来确定，设计单位应当在图样上注明限定的组分和对应的压力；若无实际组分数据或者不做组分分析，其规定温度下的工作压力不得低于表 3-5 的规定。

表 3-5 常温储存混合液化石油气压力容器规定温度下的工作压力

混合液化石油气 50℃ 饱和蒸气压力	规定温度下的工作压力	
	无保冷设施	有保冷设施
小于或者等于异丁烷 50℃饱和蒸气压力	等于 50℃异丁烷的饱和蒸气压力，0.59MPa	可能达到的最高工作温度下异丁烷的饱和蒸气压力
大于异丁烷 50℃饱和蒸气压力、小于或者等于丙烷 50℃饱和蒸气压力	等于 50℃丙烷的饱和蒸气压力，1.61MPa	可能达到的最高工作温度下丙烷的饱和蒸气压力
大于丙烷 50℃饱和蒸气压力	等于 50℃丙烯的饱和蒸气压力，1.95MPa	可能达到的最高工作温度下丙烯的饱和蒸气压力

### 3.10 温度

(1) 设计温度，是指压力容器在正常工作情况下，设定的元件金属温度（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；

(2) 设计常温储存压力容器时，应当充分考虑在正常工作状态下大气环境温度条件对



容器壳体金属温度的影响，其最低设计金属温度不得高于历年来月平均最低气温（是指当月各天的最低气温值相加后除以当月的天数）的最低值。

### 3.11 腐蚀裕量

对于有均匀腐蚀的压力容器，腐蚀裕量根据预期的压力容器使用年限和介质对材料的腐蚀速率确定；同时，还应当考虑介质流动对受压元件的冲蚀、磨损等影响。

### 3.12 最小厚度

压力容器最小厚度的确定应当考虑制造、运输、安装等因素的影响。

### 3.13 装量系数

储存液化气体的压力容器应当规定设计储存量，装量系数不得大于 0.95。

### 3.14 焊接接头

#### 3.14.1 壳体接头设计

焊制压力容器筒体的纵向接头、筒节与筒节（封头）连接的环向接头、封头的拼接接头，以及球壳板间的焊接接头，应当采用全截面焊透的对接接头形式。球形储罐球壳板不得拼接。

#### 3.14.2 接管与壳体之间接头设计

钢制压力容器的接管（凸缘）与壳体之间的接头设计以及夹套压力容器的接头设计，可参照本规程引用标准进行。有下列情况之一的，应当采用全焊透结构：

- (1) 介质为易爆或者介质毒性为极度危害和高度危害的压力容器；
- (2) 要求气压试验或者气液组合压力试验的压力容器；
- (3) 第Ⅲ类压力容器；
- (4) 低温压力容器；
- (5) 进行疲劳分析的压力容器；
- (6) 直接受火焰加热的压力容器；
- (7) 设计图样规定的压力容器。

### 3.15 焊接接头系数

(1) 用焊接方法制造的压力容器，应当考虑焊接接头对强度的削弱，焊接接头系数的取值按照相应引用标准选取；

(2) 不允许降低焊接接头系数而免除压力容器产品的无损检测。

### 3.16 无损检测要求

压力容器设计单位应当根据本规程、本规程引用标准和 JB/T4730 的要求在设计图样上规定所选择的无损检测方法、比例、质量要求及其合格级别等。

### 3.17 压力容器用管法兰

(1) 钢制压力容器管法兰、垫片、紧固件的设计应当参照行业标准 HG 20592～20635-2009《钢制管法兰、垫片、紧固件》系列标准的规定；

(2) 盛装液化石油气、毒性程度为极度和高度危害介质以及强渗透性中度危害介质的压力容器，其管法兰应当按照行业标准 HG 20592～HG 20635 系列标准的规定，至少应用高颈对焊法兰、带加强环的金属缠绕垫片和专用级高强度螺栓组合。

### 3.18 检查孔

(1) 压力容器应当根据需要设置人孔、手孔等检查孔，检查孔的开设位置、数量和尺寸等应当满足进行内部检查的需要；

(2) 对不能或者确无必要开设检查孔的压力容器，设计单位应当提出具体技术措施，例如增加制造时的检测项目或者比例，并且对设备使用中定期检验的重点检验项目、方法提出要求。

### 3.19 开孔补强圈的指示孔

压力容器上的开孔补强圈以及周边连续焊的起加强作用的垫板应当至少设置一个泄漏信号指示孔。

### 3.20 快开门式压力容器

快开门式压力容器，是指进出容器通道的端盖或者封头和主体间带有相互嵌套的快速密封锁紧装置的容器。用螺栓（例如活节螺栓）连接的不属于快开门式压力容器。快开门式容器的设计应当考虑疲劳载荷的影响。

快开门式压力容器应当具有满足以下要求的安全联锁功能：

- (1) 当快开门达到预定关闭部位，方能升压运行；
- (2) 当压力容器的内部压力完全释放，方能打开快开门。

### 3.21 不允许拆卸的隔热层

对有隔热层的压力容器，如果设计时规定隔热层不允许拆卸，则应当在设计文件中提出压力容器定期检验的项目、方法；必要时，设计图样上应当提出制造时对所有焊接接头进行全部无损检测等特殊要求。

### 3.22 特殊耐腐蚀要求

对有特殊耐腐蚀要求的压力容器或者受压元件，例如存在晶间腐蚀、应力腐蚀、点腐蚀、缝隙腐蚀等介质环境时，应当在设计图样上提出相应的耐腐蚀试验方法以及必要的热处理要求。

### 3.23 水质

以水为介质、直接受火焰加热连续操作的压力容器（包括管壳式余热锅炉），其水质应当符合 GB1576-2008《工业锅炉水质》的规定。

### 3.24 泄露实验

当压力容器所盛装介质的毒性程度为极度、高度危害或者不允许有微量泄漏时，设计应当提出压力容器泄漏试验的方法和要求。

铸造压力容器盛装气态介质时，应当在设计图样上提出气密性试验的要求。

对于带有安全阀、爆破片等超压泄放装置的压力容器，如果设计时提出气密性试验要求，则设计者应当给出该压力容器的最高允许工作压力。

## 4 制 造

### 4.1 通用要求

#### 4.1.1 制造单位

(1) 压力容器制造（含现场组焊，下同）单位应当取得特种设备制造许可证，按照批准的范围进行制造，依据有关法规、安全技术规范的要求建立压力容器质量保证体系并且有效运行，单位法定代表人必须对压力容器制造质量负责；

(2) 制造单位应当严格执行有关法规、安全技术规范及其相应标准，按照设计文件制造和组焊压力容器。

#### 4.1.2 型式试验

蓄能器等需要型式试验的压力容器，应当经过国家质检总局核准的型式试验机构进行型式试验并且取得型式试验证明文件。

#### 4.1.3 制造监督试验

压力容器的制造单位应当接受特种设备检测机构对其制造过程的监督检验。

#### 4.1.4 产品出厂资料

##### 4.1.4.1 通用要求

压力容器出厂时，制造单位应当向使用单位至少提供以下技术文件和资料：

(1) 竣工图样，竣工图样上应当有设计单位许可印章（复印章无效），并且加盖竣工图章（竣工图章上标注制造单位名称、制造许可证编号、审核人的签字和“竣工图”字样）；如果制造中发生了材料代用、无损检测方法改变、加工尺寸变更等，制造单位按照设计单位书面批准文件的要求在竣工图样上作出清晰标注，标注处有修改人的签字及修改日期；

(2) 压力容器产品合格证（含产品数据表，式样见附件 B）、产品质量证明文件（包括主要受压部件材质证明书、材料清单、质量计划或者检验计划、结构尺寸检查报告、焊接记录、无损检测报告、热处理报告及自动记录曲线、耐压试验报告及泄漏试验报告等）和产品铭牌的拓印件或者复印件；

(3) 特种设备制造监督检验证书（适用于实施监督检验的产品）；

(4) 本规程规定的压力容器设计文件。

#### 4.1.4.2 封头、锻件的产品出厂资料

封头、锻件等压力容器受压元件的制造单位，应当向订购单位提供受压元件的质量证明文件。

#### 4.1.4.3 现场组焊竣工资料

现场组焊的压力容器竣工、验收后，施工单位除提供本规程 4.1.4.1 和 4.1.4.2 要求的技术文件和资料外，还应当将组焊和质量检验的技术资料提供给使用单位。

#### 4.1.5 产品铭牌

制造单位必须在压力容器的明显部位装设产品铭牌。铭牌应当采用中文（必要时可以中英文对照）和国际单位（产品铭牌的格式见附件 C）。产品铭牌上的项目至少包括以下内容：

- (1) 产品名称；
- (2) 制造单位名称；
- (3) 制造单位许可证书编号和许可级别；
- (4) 产品标准；
- (5) 主体材料；
- (6) 介质名称；
- (7) 设计温度；
- (8) 设计压力、最高允许工作压力（必要时）；
- (9) 耐压试验压力；
- (10) 产品编号；
- (11) 设备代码（特种设备代码编号方法见附件 D）
- (12) 制造日期；
- (13) 压力容器类别（按照本规程附件 A，分为第 I、II、III 类）；
- (14) 容积（换热面积）。

#### 4.1.6 设计修改

制造单位对原设计文件的修改，应当取得原设计单位同意修改的书面证明文件，并且对改动部位作详细记载。

### 4.2 焊接

#### 4.2.1 焊接工艺评定

压力容器焊接工艺评定的要求如下：

(1) 压力容器产品施焊前，受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、熔入永久焊缝内的定位焊缝、受压元件母材表面堆焊与补焊，以及上述焊缝的返修焊缝都应当进行焊接工艺

评定或者有经过评定合格的焊接工艺规程（WPS）支持；

(2) 压力容器的焊接工艺评定应当符合 JB4708《钢制压力容器焊接工艺评定》的要求；

(3) 监检人员应当对焊接工艺的评定过程进行监督；

(4) 焊接工艺评定完成后，焊接工艺评定报告（PQR）和焊接工艺规程（WPS）应当由制造（组焊）单位焊接责任工程师审核，技术负责人批准，经过监检人员签字确认后存入技术档案；

(5) 焊接工艺评定技术档案应当保存至该工艺评定失效为止，焊接工艺评定试样应当至少保存 5 年。

#### 4.2.2 焊工及其钢印

(1) 从事压力容器焊接作业的人员（以下简称焊工），应当按照有关安全技术规范的规定考核合格，取得相应项目的《特种设备作业人员证》后，方能在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作；

(2) 焊工应当按照焊接工艺规程（WPS）或者焊接作业指导书施焊并且做好施焊记录，制造单位的检验人员应当对实际的焊接工艺参数进行检查；

(3) 应当在压力容器受压元件焊缝附近的指定部位打上焊工代号钢印，或者在焊接记录（含焊缝布置图）中记录焊工代号，焊接记录列入产品质量证明文件；

(4) 制造单位应带建立焊工技术档案。

#### 4.2.3 焊工及其钢印

压力容器制造中不允许强力组装，不宜采用十字焊缝。

#### 4.2.4 焊接返修

焊接返修（包括母材缺陷补焊）的要求如下：

(1) 应当分析缺陷产生的原因，提出相应的返修方案；

(2) 返修前应当按本规程 4.2.1 进行焊接工艺评定或者具有经过评定合格的焊接工艺规程（WPS）支持，施焊时应当有详尽的返修记录；

(3) 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次，如超过 2 次，返修前应当经过制造单位技术负责人批准，并且将返修的次数、部位、返修情况记入压力容器质量证明文件；

(4) 要求焊后消除应力热处理的压力容器，一般应当在热处理前焊接返修，如在热处理后进行焊接返修，应当根据补焊深度确定是否需要进行消除应力处理；

(5) 有特殊耐腐蚀要求的压力容器或者受压元件，返修部位仍需保证不低于原有的耐腐蚀性能；

(6) 返修部位应当按照原要求经过检测合格。

### 4.3 试件（板）与试样

#### 4.3.1 需要制备产品焊接试件的条件

- (1) 碳钢、低合金钢制低温压力容器；
- (2) 材料标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的低合金钢制压力容器；
- (3) 需经过热处理改善或者恢复材料力学性能的钢制压力容器；
- (4) 设计图样注明盛装毒性为极度或者高度危害介质的压力容器；
- (5) 设计图样和本规程引用标准要求制备产品焊接试板的压力容器。

#### 4.3.2 产品焊接试件的制备要求

(1) 产品焊接试件应当在筒节纵向焊缝的延长部位与筒节同时施焊（球形压力容器和锻焊压力容器除外）；

(2) 试件的原材料必须合格，并且与压力容器用材具有相同标准、相同牌号、相同厚度和相同热处理状态；

(3) 试件应当由施焊该压力容器的焊工采用与施焊压力容器相同的条件与焊接工艺施焊，有热处理要求的压力容器，试板一般应当随压力容器一起热处理，否则应当采取措施保证试件按照与压力容器相同的工艺进行热处理；

(4) 每台压力容器需制备产品焊接试件的数量，由制造单位根据压力容器的材料、厚度、结构与焊接工艺，按照设计图样和本规程引用标准要求确定。

#### 4.3.3 需要制备母材热处理试件的条件

(1) 当要求材料的使用热处理状态与供货热处理状态一致时，在制造过程中若破坏了供货热处理状态，需要重新进行热处理的；

(2) 在制造过程中，需要经过热处理改善材料力学性能检的。

制备上述母材热处理试件时，若同时要求制备产品焊接试件，允许将两种试件合并制备。

#### 4.3.4 焊接试件与母材热处理试件的力学性能检验要求

压力容器产品焊接试件与母材热处理试件的试样，按照以下要求进行力学性能检验：

- (1) 试样的种类、数量、截取与制备按照设计图样和本规程引用标准的规定；
- (2) 力学性能检验的试验方法、试验温度、合格指标及其复验要求按照设计和本规程引用标准的规定；

(3) 当试件被判为不合格时，按照本规程引用标准的规定处理。

#### 4.3.5 耐腐蚀性能试件和试样的制备要求

(1) 要求做耐腐蚀性能检验的压力容器或者受压元件，应当制作耐腐蚀性能试件，其试样的截取与试样的数量、型式、尺寸、加工和检验方法以及检验结果的评定，应当符合设计图样和相应实验标准的规定；

(2) 要求做晶间腐蚀敏感性检验的不锈钢与镍合金制压力容器, 其试件及试样应当符合 GB/T 21433 《不锈钢压力容器晶间腐蚀敏感性检验》或者 JB/T 4756 的规定, 并且同时满足设计图样的规定。

#### 4.4 外观要求

##### 4.4.1 壳体和封头的外观与几何尺寸

壳体和封头的外观与几何尺寸检查的主要项目如下, 检查方法及其合格指标按照设计图样和本规程引用标准要求:

(1) 主要几何尺寸、管口方位;

(2) 单层筒(含多层及整体包扎压力容器内筒)、球壳和封头的纵、环焊缝棱角度与对口错边量;

(3) 多层包扎压力容器、整体包扎压力容器的松动面积和热套压力容器热套面的间隙;

(4) 凸形封头的内表面形状公差及碟形、带折边锥形封头的过渡段转角半径;

(5) 球壳顶圆板与瓣片形状、尺寸;

(6) 不等厚对接的过渡尺寸。

##### 4.4.2 焊接接头的表面质量:

(1) 不得有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满和肉眼可见的夹渣等缺陷;

(2) 焊缝与母材应当圆滑过渡;

(3) 角焊缝的外形应当凹形圆滑过渡;

(4) 按疲劳分析设计的压力容器, 应当去除纵、环焊缝的余高, 使焊缝表面与母材表面平齐;

(5) 咬边及其他表面质量, 应当符合设计图样和本规程引用标准的规定。

#### 4.5 无损检测

##### 4.5.1 无损检测人员

无损检测人员应当按照相关技术规范进行考核取得相应资格证书后, 方能承担与资格证书的种类和技术等级相对应的无损检测工作。

##### 4.5.2 无损检测方法

(1) 压力容器的无损检测方法包括射线、超声、磁粉、渗透和涡流检测等;

(2) 压力容器制造单位或者无损检测机构应当根据设计图样要求和 JB/T4730 的规定制定压力容器的无损检测工艺;

(3) 采用未列入 JB/T4730 或者超出其适用范围的无损检测方法时, 按照本规程 1.9

的规定。

#### 4.5.3 压力容器焊接接头无损检测

##### 4.5.3.1 无损检测方法的选择

(1) 压力容器上网对接接头应当采用射线检测或者超声检测，超声检测包括衍射时差法超声检测（TOFD）、可记录的脉冲反射法超声检测和不可记录的脉冲反射法超声检测；当采用不可记录的脉冲反射法超声检测时，应当采用射线检测或者衍射时差法超声检测做为附加局部检测；

(2) 有色金属制压力容器对接接头应当优先采用 X 射线检测；

(3) 管座角焊缝、管子管板焊接接头、异种钢焊接接头、具有再热裂纹倾向或者延迟裂纹倾向的焊接接头应当进行表明检测；

(4) 铁磁性材料制压力容器焊接接头的表明检测应当优先采用磁粉检测。

##### 4.5.3.2 无损检测比例

###### 4.5.3.2.1 基本比例要求

压力容器对接焊接接头的无损检测比例一般分为全部（100%）和局部（大于或者等于 20%）两种。碳钢和低合金钢制低温容器，局部无损检测的比例应当大于或者等于 50%。

###### 4.5.3.2.2 全部射线检测或者超声检测

符合下列情况之一的压力容器 A、B 类对接接头（压力容器 A、B 类对接接头的划分按照 GB150 的规定），依据本规程 4.5.3.1 第(1)项的方法进行全部无损检测：

(1) 设计压力大于或者等于 1.6Mpa 的Ⅲ类压力容器；

(2) 按分析设计标准制造的压力容器；

(3) 采用气压试验或者气液组合压力试验的压力容器；

(4) 焊接接头系数取 1.0 的压力容器以及使用后无法进行内部检验的压力容器；

(5) 标准抗拉强度下限值大于或者等于 540Mpa 的低合金钢制压力容器，厚度大于 20mm 时，其对接接头还应当采用本规程 4.5.3.1 第(1)项所规定的与原无损检测方法不同的检测方法进行局部检测，该局部检测应当包括所有的焊缝交叉部位；

(6) 设计图样和本规程引用标准要求时。

###### 4.5.3.2.3 局部射线检测或者超声检测

不要求进行全部无损检测的压力容器，其每条 A、B 类对接接头按照以下要求采用本规程 4.5.3.1 第(1)项的方法进行局部无损检测：

(1) 局部无损检测的部位由制造单位根据实际情况指定，但是应当包括 A、B 类焊缝交叉部位以及将其他元件覆盖的焊缝部分；

(2) 经过局部无损检测的焊接接头，如果在检测部位发现超标缺陷时，应当在该缺陷



两端的延伸部位各进行不少于 250mm 的补充检测,如果仍存在不允许的缺陷,则对该焊接接头进行全部检测。

进行局部无损检测的压力容器,制造单位也应当对未检测部分的质量负责。

#### 4.5.3.3 无损检测的实施时机

(1) 压力容器的焊接接头应当经过形状、尺寸及外观检查,合格后再进行无损检测;

(2) 拼接封头应当在成形后进行无损检测,如果成形前已经进行无损检测,则成形后还应当对圆弧过渡区到直边段再进行无损检测;

(3) 有延迟裂纹倾向的材料应当至少在焊接完成 24 小时后进行无损检测,有再热裂纹倾向的材料应当在热处理后增加一次无损检测;

(4) 标准抗拉强度下限值大于或者等于 540Mpa 的低合金钢制压力容器,在耐压试验后,还应当对焊接接头进行表面无损检测。

#### 4.5.3.4 无损检测的技术要求

##### 4.5.3.4.1 射线检测技术要求

射线检测应当按照 JB/T4730 的规定执行,质量要求和合格级别如下:

(1) 要求进行全部无损检测的对接接头,射线检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于 II 级;

(2) 要求进行局部无损检测的对接接头,射线检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于 III 级,并且不允许有未焊透;

(3) 角接接头、T 形接头,射线检测技术等级不低于 AB 级,合格级别不低于 II 级。

##### 4.5.3.4.2 超声检测技术要求

超声检测应当按照 JB/T4730 的规定执行,质量要求和合格级别如下:

(1) 要求进行全部无损检测的对接接头,脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 I 级;

(2) 要求进行局部无损检测的对接接头,脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级,合格级别不低于 II 级;

(3) 角接接头、T 形接头,脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级,合格级别为 I 级;

(4) 采用衍射时差法超声检测的焊接接头,合格级别不低于 II 级。

##### 4.5.3.4.3 组合检测技术要求

当组合采用射线和超声检测时,质量要求和合格级别按照各自执行的标准确定,并且均应当合格。

##### 4.5.3.4.4 表面无损检测技术要求

压力容器所有焊接接头的表面无损检测均应当按照 JB/T4730 的规定执行，合格级别如下：

- (1) 钢制压力容器进行磁粉或者渗透检测，合格级别为 I 级；
- (2) 有色金属制压力容器进行渗透检测，合格级别为 I 级。

#### 4.5.3.5 接管焊接接头的无损检测要求

(1) 公称直径大于或者等于 250mm 的压力容器接管对接接头的无损检测方法、检测比例和合格级别与压力容器壳体主体焊接接头要求相同；

(2) 公称直径小于 250mm 时，其无损检测方法、检测比例和合格级别按照设计图样和本规程引用标准的规定。

#### 4.5.4 原材料和零部件的无损检测要求

原材料和零部件的无损检测方法、检测比例和合格级别按照设计图样和本规程引用标准的要求。

#### 4.5.5 无损检测的记录、资料和报告

制造单位应当如实填写无损检测记录，正确签发无损检测报告，妥善保管射线底片和超声检测数据等检测资料（含缺陷返修前记录），建立压力容器产品无损检测档案，其保存期限不少于 7 年。

### 4.6 焊后热处理

#### 4.6.1 通用要求

压力容器及其受压元件应当按照设计图样和本规程引用标准的要求进行焊后热处理。采用其他方法消除残余应力取代焊后热处理的，按照本规程 1.9 的规定办理。

压力容器焊接工作全部结束并且经过检验合格后，方可进行焊后热处理。焊后热处理应当符合以下要求：

- (1) 在耐压试验前进行；
- (2) 根据设计图样和本规程引用标准的要求在热处理前编制热处理工艺，对需要进行现场热处理的，具体提出现场热处理的工艺要求；
- (3) 热处理装置（炉）配有自动记录曲线的测温仪表，并且绘制热处理的时间与温度关系曲线。

#### 4.6.2 奥氏体不锈钢和有色金属制压力容器焊后热处理

奥氏体不锈钢和有色金属制压力容器焊接后一般不要求做焊后热处理，如有特殊要求需进行热处理时，应当在设计图样上注明。

### 4.7 耐压试验

#### 4.7.1 耐压试验种类

压力容器制成后，应当进行耐压试验。耐压试验分为液压试验、气压试验以及气液组合压力试验三种。

#### 4.7.2 耐压试验压力

耐压试验的压力应当符合设计图样要求，并且不小于公式（4-1）的计算值：

$$P_T = \eta p \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \quad (4-1)$$

式中：

$p_T$ —耐压试验压力，MPa；当设计考虑液体静压力时，应当加上液体静压力。

$\eta$ —耐压试验压力系数，按表 4-1 选用；

$p$ —压力容器的设计压力或者压力容器铭牌上规定的最大允许工作压力（对在用压力容器为工作压力），MPa；

$[\sigma]$ —试验温度下材料的许用应力（或者设计应力强度），MPa；

$[\sigma]^t$ —设计温度下材料的许用应力（或者设计应力强度），MPa。

压力容器各元件（圆筒、封头、接管、法兰等）所用材料不同时，计算耐压试验压力应当取各元件材料 $[\sigma] / [\sigma]^t$ 比值中最小者。

表 4-1 耐压试验的压力系数  $\eta$

压力容器的材料	压力系数	
	液（水）压	气压、气液组合
钢和有色金属	1.25	1.10
铸铁	2.00	—

#### 4.7.3 耐压试验时容器强度校核

如果采用高于本规程规定的耐压试验压力时，应当按照本规程引用标准的规定对壳体进行强度校核。

#### 4.7.4 耐压试验前的准备工作

(1) 耐压试验前，压力容器各连接部位的紧固螺栓，应当装配齐全，紧固妥当；

(2) 试验用压力表应当符合本规程第 8 章的有关规定，并且至少采用两个量程相同并且经过校验的压力表，试验用压力表应当安装在被试验压力容器顶部便于观察的位置；

(3) 耐压试验时，压力容器上焊接的临时受压元件，应当采取适当的措施，保证其强度和安全性；

(4) 耐压试验场地应当有可靠的安全防护设施，并且经过单位技术负责人和安全部门检查认可。

#### 4.7.5 耐压试验通用要求

(1) 保压期间不得采用连续加压来维持试验压力不变, 耐压试验过程中不得带压紧固螺栓或者向受压元件施加外力;

(2) 耐压试验过程中, 不得进行与试验无关的工作, 无关人员不得在试验现场停留;

(3) 压力容器进行耐压试验时, 监检人员应当到现场进行监督检查;

(4) 耐压试验后, 由于焊接接头或者接管泄漏而进行返修的, 或者返修深度大于  $1/2$  厚度的压力容器, 应当重新进行耐压试验。

#### 4.7.6 液压试验

##### 4.7.6.1 液压试验要求

(1) 凡在试验时, 不会导致发生危险的液体, 在低于其沸点的温度下, 都可用作液压试验介质; 当采用可燃性液体进行液压试验时, 试验温度应当低于可燃性液体的闪点, 试验场地附近不得有火源, 并且配备适用的消防器材;

(2) 以水为介质进行液压试验时, 水质应当符合设计图样和本规程引用标准的要求, 试验合格后应当立即将水渍去除干净;

(3) 压力容器中应当充满液体, 滞留在压力容器内的气体应当排净, 压力容器外表面应当保持干燥;

(4) 当压力容器器壁金属温度与液体温度接近时, 才能缓慢升压至设计压力, 确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力, 保压足够时间; 然后, 降至设计压力, 保压足够时间进行检查, 检查期间压力应当保持不变;

(5) 液压试验时, 试验温度(容器器壁金属温度)应当比容器器壁金属无延性转变温度高  $30^{\circ}\text{C}$ , 或者按照本规程引用标准的规定执行, 如果由于板厚等因素造成材料无延性转变温度升高, 则需相应提高试验温度;

(6) 换热压力容器液压试验程序按照本规程引用标准的规定执行。

(7) 新制造的压力容器液压试验完毕后, 应当用压缩空气将其内部吹干。

##### 4.7.6.2 液压试验合格标准

进行液压试验的压力容器, 符合下列条件为合格:

(1) 无渗漏;

(2) 无可见的变形;

(3) 试验过程中无异常的响声。

#### 4.7.7 气压试验

##### 4.7.7.1 气压试验的要求:

由于结构或者支承原因, 不能向压力容器内充灌液体, 以及运行条件不允许残留试验

液体的压力容器，可按照设计图样规定采用气压试验。

(1) 试验所用气体应当为干燥洁净的空气、氮气或者其他惰性气体；

(2) 气压试验时，试验温度（容器器壁金属温度）应当比容器器壁金属无延性转变温度高 30℃，或者按照本规程引用标准的规定执行，如果由于板厚等因素造成材料无延性转变温度升高，则需相应提高试验温度；

(3) 气压试验时，试验单位的安全部门应当进行现场监督；

(4) 气压试验时，应当先缓慢升压至规定试验压力的 10%，保压足够时间，并且对所有焊缝和连接部位进行初次检查；如无泄漏可继续升压到规定试验压力的 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，保压足够时间；然后降至设计压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应当保持不变。

#### 4.7.7.2 气压试验合格要求

气压试验过程中，压力容器无异常响声，经过肥皂液或者其他检漏液检查无漏气，无可见的变形即为合格。

#### 4.7.8 气—液压组合压力试验

(1) 对因承重等原因无法注满液体的压力容器，可根据承重能力先注入部分液体，然后注入气体，进行气液组合压力试验；

(2) 试验用液体、气体应当分别符合本规程 4.7.6.1 第(1)、(2)和 4.7.7.1 第(1)项的有关要求；

(3) 气液组合压力试验时试验温度、试验的升降压要求、安全防护要求以及试验的合格标准按照本规程 4.7.7 的有关规定执行。

### 4.8 泄漏试验

#### 4.8.1 需要进行泄漏试验的条件

(1) 耐压试验合格后，对于介质毒性程度为极度、高度危害或者设计上不允许有微量泄漏的压力容器，应当进行泄漏试验；

(2) 设计图样要求做气压试验的压力容器，是否需再做泄漏试验，应当在设计图样上规定。

#### 4.8.2 泄漏试验种类

泄漏试验根据试验介质的不同，分为气密性试验以及氨检漏试验、卤素检漏试验和氦检漏试验等。试验方法的选择，按照设计图样和本规程引用标准要求执行。

#### 4.8.3 气密性试验

(1) 气密性试验所用气体应当符合本规程 4.7.7.1 第(1)项的规定，气密性试验压力为压力容器的设计压力；

(2) 进行气密性试验时，一般应当将安全附件装配齐全；

(3) 保压足够时间经过检查无泄漏为合格。

#### 4.8.4 氨检漏试验

根据设计图样要求的规定，可采用氨—空气法、氨—氮气法、100%氨气法等氨检漏方法。氨的浓度、试验压力、保压时间，由设计图样规定。

#### 4.8.5 卤素检漏试验

卤素检漏试验时，容器内的真空度要求、采用的卤素气体种类、试验压力、保压时间以及试验操作程序，按照设计图样的要求执行。

#### 4.8.6 氦检漏试验

氦检漏试验时，容器内的真空度要求、氦气的浓度、试验压力、保压时间以及试验操作程序，按照设计图样的要求执行。

### 4.9 锻钢、铸铁、不锈钢与有色金属制压力容器的附加要求

#### 4.9.1 锻焊式压力容器

(1) 压力容器用钢锻件的钢号、化学成分、力学性能、工艺性能以及检验要求，应当符合设计图样和本规程引用标准要求；

(2) 当设计图样要求制备环向焊接接头的鉴证环时，鉴证环的材料、尺寸以及鉴证环试样的种类、数量、截取、试验方法与结果评定按照设计图样要求；

(3) 筒体表面应当进行机加工，其形状尺寸公差（棱角度、错边量、圆度、不等厚对接等）应当符合设计图样和本规程引用标准要求。

#### 4.9.2 铸造压力容器

(1) 铸造受压元件加工后的表面不得有裂纹，如有缩孔、砂眼、气孔、缩松等铸造缺陷，不应当超过设计图样的要求，在凸出的边缘和凹角部位，应当具有足够的圆角半径，避免表面形状和交接处壁厚的突变；

(2) 首次试制的产品，应当进行液压破坏试验，以验证设计的合理性，如果试验不合格，则不得转入批量制造，试验应当有完整的方案和可靠的安全措施。

#### 4.9.3 不锈钢和有色金属制压力容器

(1) 不锈钢和有色金属制压力容器及其受压元件的制造，应当有专用的制造车间或者专用的工装和场地，不得与黑色金属制品或者其他产品混杂制造，工作场所要保持清洁、干燥，严格控制灰尘；

(2) 加工成形设备和焊接设备，应当能满足不锈钢、有色金属的需要，并且严格控制表面机械损伤和飞溅物；

(3) 有耐腐蚀、防腐蚀要求的压力容器或者受压元件，按照设计图样要求进行表面处

理,例如对奥氏体不锈钢表面进行酸洗、钝化处理。

#### 4.9.4 有色金属制压力容器

##### 4.9.4.1 坡口加工

坡口加工一般应当采用机械方法,也可采用不损伤材料性能、不影响焊接质量的其他切割方法。坡口采用热切割方法制备后需采用机械方法去除氧化层、污染层。

加工后的坡口应当符合以下要求:

- (1) 铝、钛制压力容器坡口表面不得有裂纹、分层、夹杂及影响焊接质量的其他缺陷;
- (2) 铜、镍制压力容器坡口表面不应有分层、折叠、裂纹、撕裂等缺陷。

##### 4.9.4.2 铝制压力容器

铝制卧式压力容器的各支承与压力容器壳体应当保持充分接触。

##### 4.9.4.3 钛制压力容器

钛制压力容器应当符合如下要求:

(1) 焊后对所有焊接接头在焊接完工原始状态进行表面颜色检验,并且按照本规程引用标准判断是否合格,对表面颜色不合格的焊接接头,按照本规程引用标准的要求进行处理;

(2) 钛制封头宜采用热成形,热成形时按照本规程引用标准的要求采取必要的防护措施防止表面氧化污染,冷成形的钛制封头,成形后宜采用热校形。

##### 4.9.4.4 铜制压力容器

铜制封头在规定的工作环境下可能产生应力腐蚀开裂时,应当按照设计图样和本规程引用标准要求进行退火处理或者消除应力退火处理。

##### 4.9.4.5 镍制压力容器

用于镍制压力容器及其受压元件的加热炉、热处理炉宜采用电热炉,也可采用燃气炉、燃油炉,而不应采用焦碳或者煤加热炉。当采用燃气炉、燃油炉时,应当按照本规程引用标准的要求严格控制燃气与油中的硫含量。

##### 4.9.4.6 其他要求

有色金属制压力容器的其他制造、检验项目按照设计图样和本规程引用标准的要求。

#### 4.10 胀接

换热器管板与换热管的胀接可采用柔性胀接方法或者机械胀接方法。施胀前,应当制定胀接工艺规程,操作人员按照胀接工艺规程施胀。

### 5 安装改造与维修

#### 5.1 安装改造维修单位

- (1) 从事压力容器安装改造维修的单位应当是已取得相应的制造许可证或者安装改

造维修许可证的单位；

(2) 安装改造维修的单位应当按照相关技术规范的要求建立压力容器质量保证体系并且有效运行，单位法定代表人必须对压力容器安装改造维修的质量负责；

(3) 安装改造维修单位应当严格执行法规、安全技术规范及其相应标准；

(4) 安装改造维修单位应当向使用单位提供安装、改造、维修图样和施工质量证明文件等技术资料。

## 5.2 安装改造维修告知

压力容器在安装改造维修前，从事压力容器安装改造维修的单位应当向压力容器使用登记机关书面告知。

## 5.3 改造与重大维修

### 5.3.1 改造与重大维修含义和基本要求

(1) 压力容器的改造是指改变主要受压元件的结构或者改变压力容器运行参数、盛装介质、用途等，压力容器的重大维修是指主要受压元件的更换、矫形、挖补，以及对符合本规程 3.14.1 规定的对接接头焊缝的补焊；

(2) 压力容器的改造或者重大维修方案应当经过原设计单位或者具备相应资格的设计单位同意；

(3) 压力容器经过改造或者重大维修后，必须经过具有相应资格的特种设备检验检测机构进行监督检验，未经监督检验合格的压力容器不得投入使用。

### 5.3.2 改造或者维修前的准备工作

压力容器改造或者维修人员在进入容器内部进行工作前，使用单位应当参照《压力容器定期检验规定》的要求，做好准备和清理工作，达不到要求时，严禁人员进入。

### 5.3.3 改造或者维修的焊接要点：

(1) 压力容器的挖补、更换筒节及焊后热处理，应当参照相应的设计制造标准制订施工方案，经技术负责人批准，焊接工艺评定按照本规程 4.2.1 的规定；

(2) 经无损检测确认缺陷完全消除后，方可进行焊接，焊接完成后应当再次进行无损检测；

(3) 母材补焊后，应当打磨至与母材齐平；

(4) 有焊后消除应力热处理要求时，应当根据补焊深度确定是否需要进行消除应力处理；

(5) 用焊接方法更换主要受压元件的和主要受压元件焊补深度大于二分之一壁厚的压力容器，还应当进行耐压试验。



#### 5.4 维修及带压密封安全要求

压力容器内部有压力时，不得进行任何维修。对于特殊的生产工艺过程，需要带温带压紧固螺栓时，或者出现紧急泄露需要进行带压密封时，使用单位应当按照设计规定提出有效的操作要求和防护措施，并且经过使用单位技术负责人批准。

带压密封作业人员应当经过专业培训考核并且持证上岗，在实际操作时，使用单位在安全管理部门应当派人进行现场监督。

### 6 使用管理

#### 6.1 压力容器使用登记

压力容器的使用单位，在压力容器投入使用前或投入使用后 30 日内，应当按要求到所在地特种设备安全监察机构或授权的部门逐台办理使用登记手续。登记标志放置位置应当符合有关规定。

#### 6.2 使用单位的责任

使用单位应当对压力容器的安全管理负责，并且配备具有压力容器专业知识，熟悉国家相关法律、法规、安全技术规范和标准的工程技术人员作为安全管理人员负责压力容器的安全管理工作。

#### 6.3 压力容器的安全管理

压力容器使用单位的安全管理工作主要包括以下内容：

- (1) 贯彻执行本规程和压力容器有关的法律、法规、安全技术规范；
- (2) 建立健全压力容器安全管理制度，制定压力容器安全操作规程；
- (3) 办理压力容器使用登记，建立压力容器技术档案；
- (4) 负责压力容器的设计、采购、安装、使用、改造、维修、报废等全过程管理；
- (5) 组织开展压力容器安全检查，至少每月进行一次自行检查，并且作出记录；
- (6) 实施年度检查并且出具检查报告；
- (7) 编制压力容器的年度定期检验计划，督促安排落实特种设备定期检验和事故隐患的整治；
- (8) 向主管部门和当地安全监察机构报送当年压力容器数量和变更情况的统计报表，压力容器定期检验计划的实施情况，存在的主要问题及处理情况等；
- (9) 按规定报告压力容器事故，组织、参加压力容器事故的救援、协助调查和善后处理；
- (10) 组织开展压力容器作业人员的教育培训；
- (11) 制定事故救援预案并组织演练。

## 6.4 压力容器技术档案

压力容器的使用单位，应当逐台建立压力容器技术档案并且由其管理部门统一保管。技术档案的内容应当包括以下内容：

- (1) 特种设备使用登记证；
- (2) 压力容器登记卡；
- (4) 本规程 4.1.4 规定的压力容器设计制造技术文件和资料；
- (5) 压力容器年度检查、定期检验报告，以及有关检验的技术文件和资料；
- (6) 压力容器维修和技术改造的方案、图样、材料质量证明书、施工质量检验技术文件和资料；
- (7) 安全附件校验、修理和更换记录；
- (8) 有关事故的记录资料和处理报告。

## 6.5 压力容器操作规程

压力容器的使用单位，应当在工艺操作规程和岗位操作规程中，明确提出压力容器安全操作要求，其操作规程至少包括以下内容：

- (1) 操作工艺参数（含工作压力、最高或者最低工作温度）；
- (2) 岗位操作法（含开、停车的操作程序和注意事项）；
- (3) 运行中重点检查的项目和部位，运行中可能出现的异常现象和防止措施，以及紧急情况的处置和报告程序

## 6.6 作业人员

压力容器的安全管理人员的操作人员应当持有相应的特种设备作业人员证。压力容器使用单位应当对压力容器作业人员定期进行安全教育与专业培训并且作好记录，保证作业人员具备必要的压力容器安全作业知识、作业技能，及时进行知识更新，确保作业人员掌握操作规程及事故应急措施，按章作业。

## 6.7 日常维护保养

压力容器使用单位应当对压力容器及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置、附属仪器仪表进行经常性日常维护保养，对发现的异常情况，应当及时处理并且记录。

## 6.8 年度检查

压力容器使用单位应当实施压力容器的年度检查，年度检查至少包括压力容器安全管理情况检查、压力容器本体及运行状况检查和压力容器安全附件检查等。对年度检查中发现的压力容器安全隐患要及时消除。

年度检查工作可以由压力容器使用单位的专业人员进行，也可以委托有资格的特种设备检验机构进行。

## 6.9 异常情况处理

### 6.9.1 应急措施和报告

压力容器发生下列异常现象之一时，操作人员应当立即采取紧急措施，并且按规定的报告程序，及时向有关部门报告：

- (1) 工作压力、介质温度或壁温超过规定值，采取措施仍不能得到有效控制；
- (2) 主要受压元件发生裂缝、鼓包、变形、泄漏、衬里层失效等危及安全的现象；
- (3) 安全附件失灵、损坏等不能起到安全保护的情况；
- (4) 接管、紧固件损坏，难以保证安全运行；
- (5) 发生火灾等直接威胁到压力容器安全运行；
- (6) 过量充装；
- (7) 液位异常，采取措施仍不能得到有效控制；
- (8) 压力容器与管道发生严重振动，危及安全运行；
- (9) 绝热压力容器外壁局部存在严重结冰、介质压力和温度明显上升；
- (10) 其他异常情况。

### 6.9.2 隐患处理

压力容器使用单位应当对出现故障或者发生异常情况的压力容器及时进行全面检查，消除事故隐患；对存在严重事故隐患，无改造、维修价值的压力容器，应当及时予以报废，并且办理注销手续。

## 6.10 超设计年限使用的压力容器

对于已经达到设计使用年限的压力容器，或者未规定设计使用年限，但是使用超过 20 年的压力容器，如果继续使用，使用单位应当委托有资格的特种设备检验机构对其进行检验（必要时按照本规程 7.7 的要求进行合于使用价值），经过使用单位主要负责人批准后，方可继续使用。

## 6.11 压力容器的采购、停用、过户、移装

使用单位不得采购报废的压力容器。压力容器的采购、停用、过户、移装，应当严格按照检验使用登记的有关规定办理。

## 6.12 水质要求

以水为介质产生蒸汽的压力容器，应当做好水质管理和监测，没有可靠的水处理措施，不应当投入运行。

## 6.13 装卸连接装置要求

需要在移动式压力容器和固定式压力容器之间进行装卸作业的，其连接装置应当符合以下要求：

- (1) 压力容器与装卸管道或者装卸软管有可靠的连接方式；
- (2) 有防止装卸管道或者装卸软管拉脱的联锁保护装置；
- (3) 所选用装卸管道或者装卸软管的材料与介质及低温工况相适应，装卸软管的公称压力不得小于装卸系统工作压力的 2 倍，其最小爆破压力大于 4 倍的公称压力；
- (4) 装卸软管必须每半年进行一次水压试验，试验压力为 1.5 倍的公称压力，试验结果要有记录和试验人员签字。

#### 6.14 应急救援

压力容器发生事故有可能造成严重后果或者产生重大社会影响的使用单位，应当制定应急救援预案，建立相应的应急救援组织机构，配置与之适应的救援装备，并且适时演练。

### 7 定期检验

#### 7.1 报检

使用单位应当于压力容器定期检验有效期届满前 1 个月向特种设备检验机构提出定期检验要求。检验机构接到定期检验要求后，应当及时进行检验。

#### 7.2 检验机构与人员

检验机构应当严格按照核准的检验范围从事压力容器的定期检验工作，检验检测人员应当取得相应的特种设备检验检测人员证书。检验机构应当接受质量技术监督部门的监督，并且对压力容器定期检验结论的正确性负责。

#### 7.3 定期检验周期

定期检验是指压力容器停机时进行的检验和安全状况等级评定。压力容器一般应当于投用后 3 年内进行首次全面检验。下次的全面检验周期，由检验机构根据压力容器的安全状况等级按照以下要求确定：

- (1) 安全状况等级为 1、2 级的，一般每 6 年一次；
- (2) 安全状况等级为 3 级的，一般 3~6 年一次；
- (3) 安全状况等级为 4 级的，应当监控使用，其检验周期由检验机构确定，累计监控使用时间不得超过 3 年；
- (4) 安全状况等级为 5 级的，应当对缺陷进行处理，否则不得继续使用；
- (5) 压力容器安全状况等级的评定按《压力容器定期检验规则》进行。符合规定条件的，可适当缩短或者延长检验周期；
- (6) 应用基于风险的检验（RBI）技术的压力容器，按照本规程 7.8.3 的要求确定检验周期

#### 7.4 定期检验的内容

检验人员应当根据压力容器的使用情况、失效模式制定检验方案。定期检验的方法以

宏观检查、壁厚测定、表面无损检测为主，必要时可以采用超声检测、射线检测、硬度测定、金相检验、材质分析、涡流检测、强度校核或者应力测定、耐压试验、声发射检测、气密性试验等。

### 7.5 定期检验中的耐压试验

有以下情况之一的压力容器，定期检验时应当进行耐压试验：

- (1) 用焊接方法更换主要受压元件的；
- (2) 主要受压元件补焊深度大于二分之一厚度的；
- (3) 改变使用条件，超过原设计参数并且经过强度校核合格的；
- (4) 需要更换衬里的(耐压试验在更换衬里前进行)；
- (5) 停止使用 2 年后重新复用的；
- (6) 从外单位移装或者本单位移装的；
- (7) 使用单位或者检验机构对压力容器的安全状况有怀疑，认为应当进行耐压试验的。

### 7.6 特殊检验情况的处理

(1) 设计图样已注明无法进行全面检验或耐压试验的压力容器，由使用单位提出书面说明，报使用登记机关备案；

(2) 因情况特殊不能按期进行全面检验的压力容器，由使用单位提出申请并且经过使用单位主要负责人批准，征得原检验机构同意，向使用登记机关备案后，可延期检验，或者由使用单位提出申请，按照本规程 7.7 的规定办理；

(3) 对无法进行定期检验或者不能按期进行定期检验的压力容器，均应当制定可靠的安全保障措施。

### 7.7 合于使用评价

安全状况等级定为 4 级并且监控期满的压力容器，或者定期检验发现严重缺陷可能导致停止使用的压力容器，应当对缺陷进行处理，缺陷处理的方式包括采用修理的方法消除缺陷或者进行合于使用评价。合于使用评价工作应当符合以下要求：

- (1) 承担压力容器合于使用评价的检验机构必须经过国家质检总局批准；
- (2) 压力容器使用单位向批准的检验机构提出进行合于使用评价的申请，同时将需评定的压力容器基本情况书面告知使用登记机关；
- (3) 压力容器的合于使用评价参照 GB/T 19624《在用含缺陷压力容器安全评定》的要求进行，承担压力容器合于使用评价的检验机构，应当根据缺陷的性质、缺陷产生的原因，以及缺陷的发展预测在评价报告中给出明确的评定结论，说明缺陷对压力容器安全使用的影响；

(4) 压力容器合于使用评价报告, 由具有相应经验的评定人员出具, 并且经过检验机构法定代表人或者技术负责人批准。承担压力容器合于使用评价的检验机构应当对缺陷评定结论的正确性负责。

(5) 负责压力容器定期检验的检验机构根据合于使用评价报告的结论和其他检验项目的检验结果确定压力容器的安全状况等级, 允许运行参数和下次检验日期, 并且出具检验报告;

(6) 使用单位将压力容器合于使用评价的结论报使用登记机构备案, 并且严格按照检验报告的要求控制压力容器的运行参数, 加强年度检查。

## 7.8 基于风险的检验

### 7.8.1 应用条件

使用满足以下条件的大型成套装置的使用单位, 可以向国家质检总局提出应用基于风险的检验(以下简称 RBI) 技术申请:

- (1) 具有完善的管理体系和较高的管理水平;
- (2) 建立健全应对各种突发情况的应急预案, 并且定期进行演练;
- (3) 压力容器、压力管道等设备运行良好, 能够按照有关规定进行检验和维护;
- (4) 生产装置及重要设备资料齐全、完整;
- (5) 工艺操作稳定;
- (6) 生产装置采用数字集散控制系统, 并且有可靠的安全联锁保护系统。

### 7.8.2 RBI 的实施

(1) 承担 RBI 的检验机构须经过国家质检总局核准;

(2) 经过国家质检总局同意进行 RBI 应用的压力容器使用单位, 可以向核准的 RBI 检验机构提出申请, 同时将该情况书面告知使用登记机关;

(3) 承担 RBI 的检验机构, 应当根据设备状况、失效模式、失效后果、管理情况等评估装置和压力容器的风险水平;

(4) 检验机构应当根据风险分析结果, 以压力容器的风险处于可接受水平为前提制定检验方案, 包括检验时间、检验内容和检验方法;

(5) 使用单位应当根据检验方案, 制定压力容器的检验计划, 由检验机构实施检验;

(6) 对于装置运行期间风险位于可接受水平之上的压力容器, 应当采用在线检验方法降低其风险;

(7) 应用 RBI 的压力容器使用单位, 应当将 RBI 的结论报使用登记机关备案, 使用单位应当落实保证压力容器安全运行的各项措施, 承担安全主体责任。

### 7.8.3 检验周期的确定

实施 RBI 的压力容器，可以采用以下方法确定其检验周期：

(1) 参照《压力容器定期检验规则》的规定，确定压力容器的安全状况等级和检验周期，可根据压力容器风险水平延长或者缩短检验周期，但最长不得超过 9 年；

(2) 以压力容器的剩余寿命为依据，检验周期最长不超过压力容器剩余寿命的一半，并且不得超过 9 年。

## 8 安全附件

### 8.1 通用要求

(1) 制造安全阀、爆破片装置的单位应当持有相应的特种设备制造许可证；

(2) 安全阀、爆破片、紧急切断阀等需要型式试验的安全附件，应当经过国家质检总局核准的型式试验机构进行型式试验并且取得型式试验证明文件；

(3) 安全附件的设计、制造，应当符合相关安全技术规范的规定；

(4) 安全附件出厂时应当随带产品质量证明，并且在产品上装设牢固的金属铭牌；

(5) 安全附件实行定期检验制度，安全附件的定期检验按照《压力容器定期检验规则》与相关安全技术规范的规定进行。

### 8.2 安全附件装设要求

(1) 本规程适用范围内的压力容器，应当根据设计要求装设超压泄放装置（安全阀或爆破片装置），压力源来自压力容器外部，并且得到可靠控制时，超压泄放装置可以不直接安装在压力容器上；

(2) 采用爆破片装置与安全阀装置组合结构时，应当符合 GB150 的有关规定，凡串联在组合结构中的爆破片在动作时不允许产生碎片；

(3) 对易爆介质或毒性程度为极度、高度或中度危害介质的压力容器，应当在安全阀或爆破片的排出口装设导管，将排放介质引至安全地点，并且进行妥善处理，不得直接排入大气；

(4) 压力容器工作压力低于压力源压力时，在通向压力容器进口的管道上应当装设减压阀，如因介质条件减压阀无法保证可靠工作时，可用调节阀代替减压阀，在减压阀或者调节阀的低压侧，应当装设安全阀和压力表。

### 8.3 安全阀、爆破片

#### 8.3.1 安全阀、爆破片的排放能力

(1) 安全阀、爆破片的排放能力，应当大于或等于压力容器的安全泄放量。排放能力和安全泄放量按照 GB150 的有关规定进行计算。对于充装处于饱和状态或过热状态的气液混合介质的压力容器，设计爆破片装置应当计算泄放口径，确保不产生空间爆炸。

### 8.3.2 安全阀的整定压力

安全阀的整定压力一般不大于该压力容器的设计压力。设计图样或者铭牌上标注有最高允许工作压力的，也可以采用最高允许工作压力确定安全阀的整定压力

### 8.3.3 爆破片的爆破压力

压力容器上装有爆破片装置时，爆破片的设计爆破压力不得大于该容器的设计压力，并且爆破片的最小设计爆破压力不得小于该容器的工作压力。当设计图样或者铭牌上标注有最高允许工作压力时，爆破片的设计爆破压力不得大于压力容器的最高允许工作压力。

### 8.3.4 安全阀的动作机构

杠杆式安全阀应当有防止重锤自由移动的装置和限制杠杆越出的导架；弹簧式安全阀应当有防止随便拧动调整螺钉的铅封装置；静重式安全阀应当有防止重片飞脱的装置。

### 8.3.5 安全阀的安装要求

(1) 安全阀应当铅直安装在压力容器液面以上的气相空间部分，或者装设在与压力容器气相空间相连的管道上；

(2) 压力容器与安全阀之间的连接管和管件的通孔，其截面积不得小于安全阀的进口截面积，其接管应当尽量短而直；

(3) 压力容器一个连接口上装设两个或者两个以上的安全阀时，则该连接口进口的截面积，应当至少等于这些安全阀的进口截面积总和；

(4) 安全阀与压力容器之间一般不宜装设截止阀门，为实现安全阀的在线校验，可在安全阀与压力容器之间装设爆破片装置，对于盛装毒性程度为极度、高度、中度危害介质，易爆介质，腐蚀、粘性介质或者贵重介质的压力容器，为便于安全阀的清洗与更换，经过使用单位主管压力容器安全技术负责人批准，并且制定可靠的防范措施，方可在安全阀（爆破片装置）与压力容器之间装设截止阀门，压力容器正常运行期间截止阀门必须保证全开（加铅封或者锁定），截止阀门的结构和通径不得妨碍安全阀的安全泄放；

(5) 新安全阀应当校验合格后才能安装使用。

### 8.3.6 安全阀的校验单位

安全阀校验单位应当具有与校验工作相适应的校验技术人员、校验装置、仪器和场地，并且建立必要的规章制度。校验人员应当取得安全阀维修作业人员资格。校验合格后，校验单位应当出具校验报告书并且对校验合格的安全阀加装铅封。

## 8.4 压力表

### 8.4.1 压力表的选用

(1) 选用的压力表，应当与压力容器内的介质相适应；

(2) 设计压力小于 1.6MPa 压力容器使用的压力表的精度不得低于 2.5 级，设计压力大



于或者等于 1.6MPa 压力容器使用的压力表的精度不得低于 1.6 级；

(3) 压力表盘刻度极限值应当为最大允许工作压力的 1.5~3.0 倍，表盘直径不得小于 100mm。

#### 8.4.2 压力表的校验

压力表的校验和维护应当符合国家计量部门的有关规定，压力表安装前应当进行校验，在刻度盘上应当划出指示工作压力的红线，注明下次校验日期。压力表校验后应当加铅封。

#### 8.4.3 压力表的安装要求

(1) 装设位置应当便于操作人员观察和清洗，并且应当避免受到辐射热、冻结或者震动的不利影响；

(2) 压力表与压力容器之间，应当装设三通旋塞或者针形阀；三通旋塞或者针形阀上应当有开启标记和锁紧装置；压力表与压力容器之间，不得连接其他用途的任何配件或者接管；

(3) 用于水蒸气介质的压力表，在压力表与压力容器之间应当装有存水弯管；

(4) 用于具有腐蚀性或者高粘度介质的压力表，在压力表与压力容器之间应当装设能隔离介质的缓冲装置。

### 8.5 液位计

#### 8.5.1 液位计通用要求

压力容器用液位计应当符合以下要求：

(1) 根据压力容器的介质、最大允许工作压力和温度选用；

(2) 在安装使用前，设计压力小于 10MPa 压力容器用液位计进行 1.5 倍液位计公称压力的液压试验；设计压力大于或者等于 10MPa 压力容器的液位计进行 1.25 倍液位计公称压力的液压试验；

(3) 储存 0℃ 以下介质的压力容器，选用防霜液位计；

(4) 寒冷地区室外使用的液位计，选用夹套型或者保温型结构的液位计；

(5) 用于易爆、毒性程度为极度、高度危害介质的液化气体压力容器上，有防止泄漏的保护装置；

(6) 要求液面指示平稳的，不允许采用浮子（标）式液位计。

#### 8.5.2 液位计的安装要求

液位计应当安装在便于观察的位置，否则应当增加其他辅助设施。大型压力容器还应当有集中控制的设施和警报装置。液位计上最高和最低安全液位，应当作出明显的标志。

### 8.6 壁温测试仪表

需要控制壁温的压力容器上，应当装设测试壁温的测温仪表（或者温度计）。测温仪表应当定期校验。

## 9 附则

### 9.1 解释权限

本规程由国家质检总局负责解释。

### 9.2 实施时间

本规程自 2009 年 12 月 1 日起实行。1999 年 6 月 25 日国家质量技术监督局颁布的《压力容器安全技术监察规程》（质技监局锅发[1999]154 号）中有关固定式压力容器的规定同时废止

## 附件 A

## 压力容器的分类及压力等级、品种的划分

## A1 压力容器类别划分

## A1.1 介质分组

压力容器的介质分为以下两组，包括气体、液化气体或者最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体。

(1) 第一组介质：毒性程度为极度危害、高度危害的化学介质，易爆介质，液化气体。

(2) 第二组介质：除第一组以外的介质。

## A1.2 介质危害性

介质危害性指压力容器在生产过程中因事故致使介质与人体大量接触，发生爆炸或者因经常泄漏引起职业性慢性危害的严重程度，用介质毒性程度和爆炸危害程度表示。

## A1.2.1 毒性程度

综合考虑急性毒性、最高容许浓度和职业性慢性危害等因素。极度危害最高容许浓度小于  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ ；高度危害最高容许浓度  $0.1\sim 1.0\text{ mg}/\text{m}^3$ ；中度危害最高容许浓度  $1.0\sim 10.0\text{ mg}/\text{m}^3$ ；轻度危害最高容许浓度大于或者等于  $10.0\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

## A1.2.2 易爆介质

指气体或者液体的蒸汽、薄雾与空气混合形成的爆炸混合物，并且其爆炸下限小于 10%，或者爆炸上限和爆炸下限的差值大于或者等于 20% 的介质。

## A1.2.3 具体介质毒性危害程度和爆炸危险程度的确定

按照 HG 20660—2000 《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》确定。HG 20660 没有规定的，由压力容器设计单位参照 GB 5044—1985 《职业性接触毒物危害程度分级》、德原则，决定介质组别。

## A1.3 压力容器类别划分方法

## A1.3.1 基本划分

压力容器类别的划分应当根据介质特性，按照以下要求选择类别划分图，再根据设计压力  $p$ （单位 MPa）和容积  $V$ （单位 L），标出坐标点，确定容器类别：

(1) 对于第一组介质，压力容器的分类见图 A-1；

(2) 对于第二组介质，压力容器的分类见图 A-2。

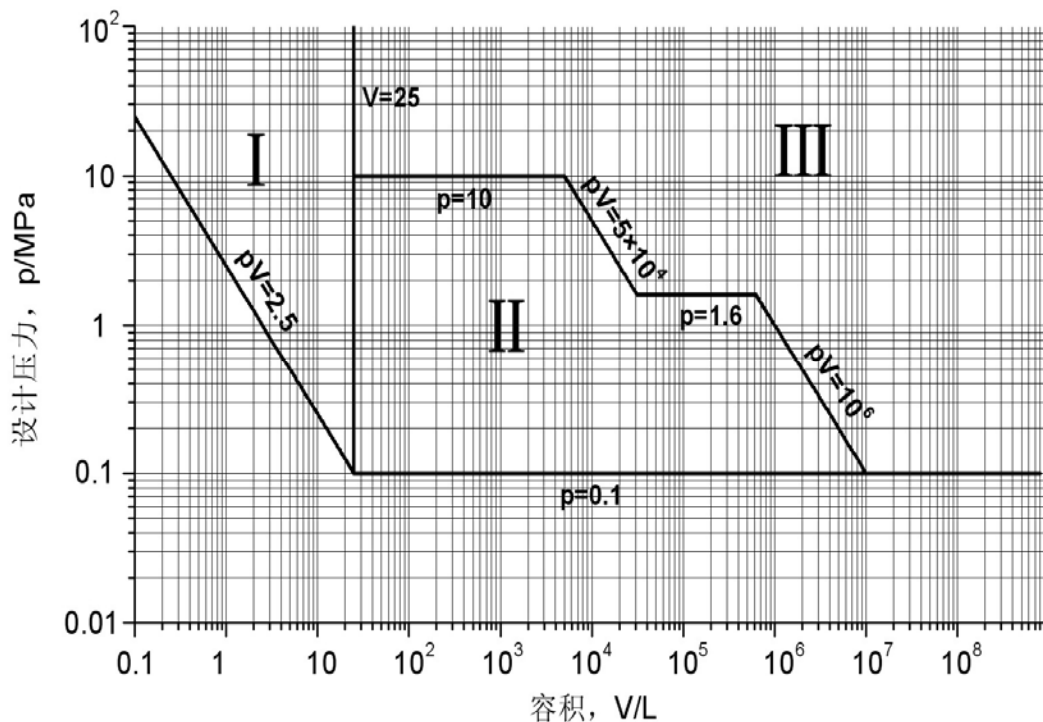


图 A-1 压力容器类别划分图—第一组介质

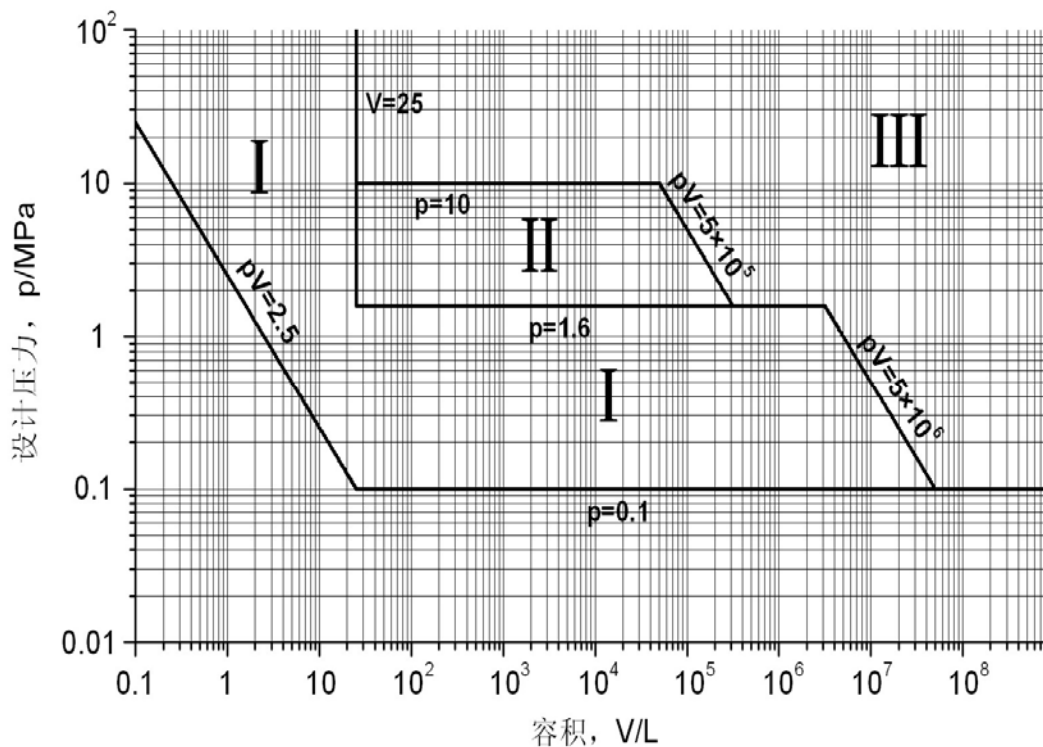


图 A-2 压力容器类别划分图—第二组介质

### A1.3.2 多腔压力容器类别划分

多腔压力容器（如换热器的管程和壳程、夹套容器等）按照类别高的压力腔作为该容器的类别并且按该类别进行使用管理。但应当按照每个压力腔各自的类别分别提出设计、

制造技术要求。对各压力腔进行类别划定时，设计压力取本压力腔的设计压力，容积取本压力腔的几何容积。

#### A1.3.3 同腔多种介质容器类别划分

一个压力腔内有多种介质时，按组别高的介质分类。

#### A1.3.4 介质含量极小容器类别划分

当某一危害性物质在介质中含量极小时，应当按其危害程度及其含量综合考虑，由压力容器设计单位决定介质组别。

#### A1.3.5 特殊情况类别划分

(1)坐标点位于图 A-1 或者图 A-2 的分类线上时，按较高的类别划分其类别。

(2)本规程 1.4 范围内的压力容器统一划分为第 I 类压力容器。

#### A2 压力等级划分

压力容器的设计压力 ( $p$ ) 划分为低压、中压、高压和超高压四个压力等级：

(1) 低压(代号 L)  $0.1\text{MPa} \leq p < 1.6\text{MPa}$ ;

(2) 中压(代号 M)  $1.6\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$ ;

(3) 高压(代号 H)  $10.0\text{MPa} \leq p < 100.0\text{MPa}$ ;

(4) 超高压(代号 U)  $p \geq 100.0\text{MPa}$ 。

#### A3 压力容器品种划分

压力容器按在生产工艺过程中的作用原理，划分为反应压力容器、换热压力容器、分离压力容器、储存压力容器。具体划分如下：

(1) 反应压力容器（代号 R）：主要是用于完成介质的物理、化学反应的压力容器，如各种反应器、反应釜、聚合釜、合成塔、变换炉、煤气发生炉等。

(2) 换热压力容器（代号 E）：主要是用于完成介质的热量交换的压力容器，如各种热交换器、冷却器、冷凝器、蒸发器、等。

(3) 分离压力容器（代号 S）：主要是用于完成介质的流体压力平衡缓冲和气体净化分离的压力容器，例如各种分离器、过滤器、集油器、洗涤器、吸收塔、铜洗塔、干燥塔、汽提塔、分汽缸、除氧器等。

(4) 储存压力容器（代号 C，其中球罐代号 B）：主要是用于储存、盛装气体、液体、液化气体等介质的压力容器，例如各种型式的储罐、缓冲罐、消毒锅、印染机、烘缸、蒸锅等。

在一种压力容器中，如同时具备两个以上的工艺作用原理时，应当按工艺过程中的主要作用来划分品种。

附件 B

# 压力容器产品合格证

编号:

制造单位			
组织机构代码		制造许可证编号	
产品名称		制造许可级别	
产品编号		设备代码	
产品图号		压力容器类别	
设计单位			
设计许可证编号			
制造日期	年 月 日		
<p>本产品在生产过程中经过质量检验，符合《固定式压力容器安全技术监察规程》及其设计图样、相关技术标准和订货合同的要求。</p> <p>检验责任工程师（签章）：日期：</p> <p>质量保证工程师（签章）：日期：</p> <p>产品质量检验专用章</p> <p>年 月 日</p>			

注：本合格证包括所附的压力容器产品数据表，并且按照特种设备信息化的要求，将其信息输入特种设备的设备数据库。

附表 b:

## 压力容器产品数据表

编号:

设备类别			固定式压力容器		压力容器品种					
产品名称					产品编号					
设备代码					压力容器类别					
产品标准					设计使用年限		年			
容器容积			m <sup>3</sup>	容器内径		mm	容器高(长)		mm	
主要 参数	材料	壳体		厚度	壳体	mm	壳体重量		kg	
		封头			封头	mm	内件重量		kg	
		内衬			内衬	mm	充装重量		kg	
		夹套			夹套	mm				
	设计 压力	壳程	MPa	设计 温度	壳程	℃	最高 允许 工作 压力	壳程		
		管程	MPa		管程	℃		管程		
		夹套	MPa		夹套	℃		夹套		
	壳程介质			管程介质			夹套介质			
	结构 型式	主体结构型式				安装型式				
		支座型式				保温绝热方式				
检验 试验	无损检测方法				无损检测比例		%			
	耐压试验种类				耐压试验压力		MPa			
	泄漏试验种类				泄露试验压力		MPa			
热处理种类				热处理温度		℃				
安全附件及有关装置										
名称		型号		规格		数量		制造单位		
制造 监检 情况	监检机构									
	机构组织代码				检验核准证编号					

附件 C

压力容器产品铭牌

(1) 压力容器产品铭牌

监检标记

产品名称				<div></div>	
产品编号		压力容器类别		制造日期	年 月
设计压力	MPa	耐压试验压力	MPa	最高允许工作压力	MPa
设计温度	℃	容器净重	kg	主体材料	
容积	m <sup>3</sup>	工作介质		产品标准	
制造许可级别		制造许可证编号			
制造单位					
设备代码		使用登记编号			

铭牌的拓印件或者复印件存于压力容器产品质量证明书中



(2) 换热容器产品铭牌

监检标记

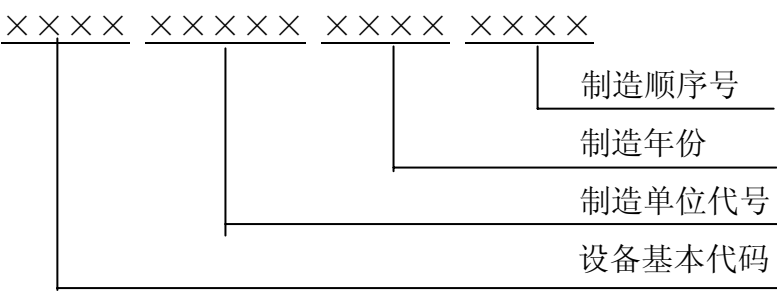
产品名称				<div><div></div></div>	
产品编号		设计压力	管程（夹套） MPa	壳程（壳体） MPa	
压力容器类别		耐压试验压力	MPa	MPa	
制造日期	年 月	最高允许工作压力	MPa	MPa	
容器净重	kg	设计温度	℃	℃	
换热面积	m <sup>2</sup>	工作介质			
折流板间距	mm	主体材料			
产品标准		制造许可级别		制造许可证编号	
制造单位					
设备代码		使用登记证编号			
铭牌的拓印件或者复印件存于压力容器产品质量证明书中					

附件 D

特种设备代码编号方法

D1 编号基本方法

设备代码为设备的代号，必须具有其唯一性，由设备基本代码、制造单位代号、制造年份、制造顺序号组成，中间不空格



D2 编号含义

D2.1 设备基本代码

按照《特种设备目录》中品种的设备代码（4 位阿拉伯数字）编写。如高压容器为“2120”。

D2.2 制造单位代号

由制造许可审批机关在地的行政区域代码（2 位阿拉伯数字）和制造单位制造许可证编号中的单位顺序号（3 位阿拉伯数字）组成。如黑龙江某一压力容器制造单位，由国家质检总局负责审批，其制造许可证编号为“TS2210890—2008”，其中国家质检总局行政区域代码用 10 表示，许可顺序号为 890，则制造单位代号为“10890”；如由黑龙江质量技术监督局负责审批，其制造许可证编号为“TS2223010—2008”，其中黑龙江行政区域代码用 23 表示，许可顺序号为 10，则制造单位代号为“23010”。

D2.3 制造年份

制造产品制造的年份（4 位阿拉伯数字）。如 2008 年制造的则为“2008”。

D2.4 制造顺序号

由制造单位自行编排的产品顺序号（4 位阿拉伯数字）。如 2008 年制造的某一品种的压力容器的产品制造顺序号为 89，则编为“0089”。

如果制造顺序号超过 9999，可用拼音字母代替。如制造产品的某一品种的压力容器的产品制造顺序号为 10000 或者 11000，则制造顺序号为 A000 或者 B000。依此类推。