

# TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》

## 修订说明

修订工作组  
**2016年6月28日**

# 目 录

一、综述

二、修订的基本原则

三、新规的内容构成

四、主要技术内容的变化

五、容规今后的发展方向

六、结束语

## 一、综述

### 1. 现代压力容器安全技术的发展趋势

- (1) 采用基于失效模式的设计方法，保证容器在完整寿命周期内的功能性、安全性和经济性；
- (2) 在设计、制造、检验等环节广泛采用以计算机技术应用为代表的的信息技术，实现以可靠性为基础的质量控制技术；
- (3) 大型化、高参数化、复杂化；

材料、设计方法、失效模式、检验技术的进展

安全技术规范作为安全基本要求的作用

TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明

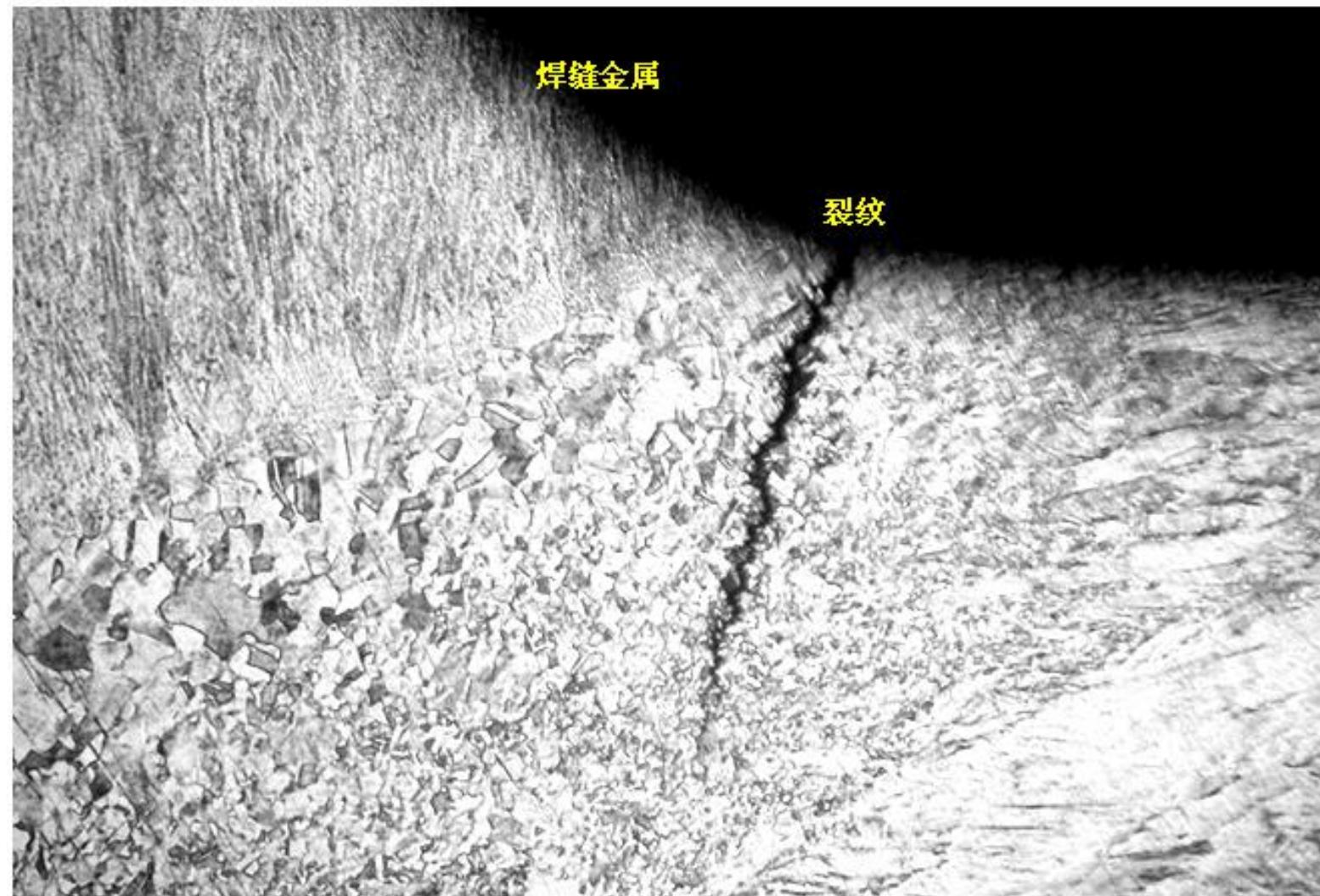


TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明





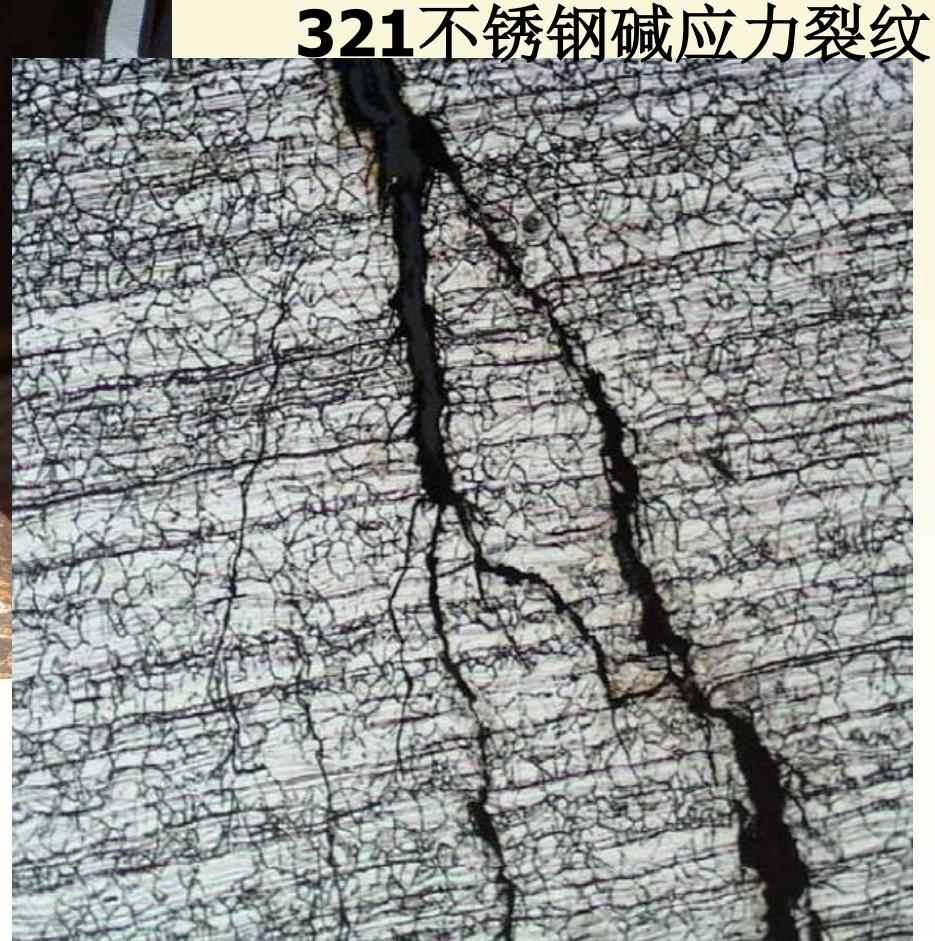
照片 61

裂纹全貌

80×



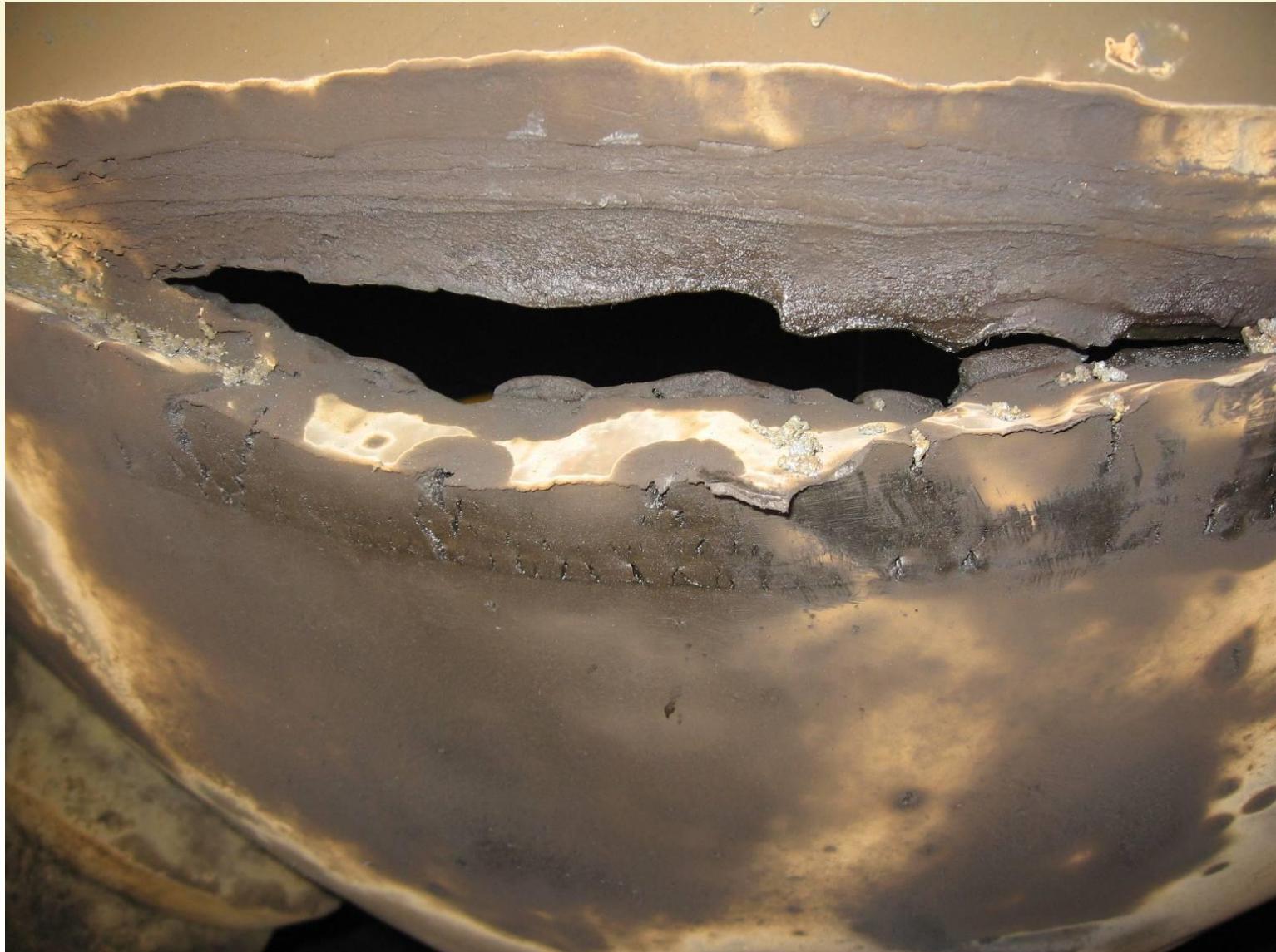
高温硫化氢和氢腐蚀失效



TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



## 一、综述

### 2. 新容规的修订历程

- (1) 2013年7月，特种设备局下达制订《固定式压力容器安全技术监察规程》立项任务书；
- (2) 2013年8月，中国特种设备检测研究院组织有关专家成立了起草工作组和材料、非金属、超高压等专业小组；
- (3) 2013年12月，在北京召开起草工作组全体会议，经过讨论与修改，形成了《大容规》征求意见稿；
- (4) 2014年2月，特种设备局以质检特函〔2014〕5号文征求基层部门、有关单位和专家及公民的意见。

## 一、综述

### 2. 新容规的修订历程

- (5) 2014年6月，起草工作组召开第二次会议，对征求到的意见进行研究讨论，形成送审稿。
- (6) 2014年7月，特种设备局将送审稿提交给国家质检总局特种设备安全技术委员会审议，起草工作组分别于2014年9月、10月、11月召开工作会议，对审议意见进行研究讨论，形成报批稿。
- (7) 2015年8月，《大容规》的报批稿由国家质检总局向WTO/TBT进行了通报。
- (8) 2015年11月，工作组回复了WTO/TBT的咨询意见。
- (9) 2016年2月22日，《大容规》由国家质检总局批准颁布。

## 一、综述

### 3. 新容规修订的总体思路

- (1) 形成全环节安全技术管理安全技术规范，方便使用，避免重复。
- (2) 建立以安全技术规范为核心的法规和协调标准体系。
- (3) 解决过去一系列法规在执行过程中出现的问题。
- (4) 适应行业新材料、新技术、新方法的快速发展要求。
- (5) 适应国际化的要求。

## 二、新容规修订的基本原则

1、以原有的压力容器七个规范为基础，进行合并以及逻辑关系上的理顺，统一并且进一步明确基本安全要求，形成关于固定式压力容器的综合规范：

TSG R0004—2009《固定式压力容器安全技术监察规程》

TSG R0001—2004《非金属压力容器安全技术监察规程》

TSG R0002—2005《超高压容器安全技术监察规程》

TSG R0003—2007《简单压力容器安全技术监察规程》

TSG R5002—2013《压力容器使用管理规则》

TSG R7001—2013《压力容器定期检验规则》

TSG R7004—2013《压力容器监督检验规则》

TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》

## 二、新容规修订的基本原则

### 2. 根据特种设备目录，调整适用范围，统一固定式压力容器的分类

《特种设备安全法》实施后，国家质检总局调整了特种设备的界定范围和目录，本规程的适用范围也随之进行相应调整。

本规程适用于特种设备目录所定义的、同时具备以下条件的压力容器：

- (1) 工作压力大于或者等于0.1MPa(注1-2);
- (2) 容积大于或者等于0.03 m<sup>3</sup>并且内直径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)大于或者等于150mm(注1-3);
- (3) 盛装介质为气体、液化气体以及介质最高工作温度高于或者等于其标准沸点的液体(注1-4)。

## 二、新规修行的基本原则

3.根据行政许可改革的情况，调整各环节有关的行政许可要求

质检总局办公厅关于压力管道气瓶安全监察工作有关问题的通知（质检办特〔2015〕675号）

质检总局关于实施新修订的《特种设备目录》若干问题的意见（国质检特〔2014〕679号）

质检总局特种设备局关于新修订的《特种设备目录》中承压设备有关问题的意见（质检特函〔2015〕32号）

## 修订说明



			压力容器，是指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1 MPa（表压）的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于30L且内直径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)大于或者等于150mm的固定式容器和移动式容器；盛装公称工作压力大于或者等于0.2MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于1.0MPa·L的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于60℃液体的气瓶；氧舱。
2000	压力容器	固定式压力容器	
2100			超高压容器
2110			第三类压力容器
2130			第二类压力容器
2150			第一类压力容器
2170		移动式压力容器	
2200			铁路罐车
2210			汽车罐车
2220			长管拖车
2230			罐式集装箱
2240			管束式集装箱
2250			

## 二、新规修行的基本原则

4. 整理国家质检总局近年来针对压力容器安全监察的有关文件，汇总《固定式压力容器安全技术监察规程》宣贯、实施中存在的具体问题，收集网上咨询意见，增补相应内容，重点解决当前存在的突出问题

## 二、新规修行的基本原则

5. 扩展材料范围，重点解决铸钢、铸铁压力容器材料技术要求，增加非焊接瓶式容器高强钢材料技术要求。

压力容器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QT350-22R、QT350-22L、QT400-18R和QT400-18L。

### 2.2.3.2 铸铁容器设计压力、温度限制

- (1) 灰铸铁容器，设计压力不大于0.8MPa，设计温度范围为10℃～200℃；
- (2) 球墨铸铁容器，设计压力不大于1.6MPa，QT350-22R和QT400-18R的设计温度范围为0℃～300℃，QT400-18L的设计温度范围为-10℃～300℃，QT350-22L的设计温度范围为-20℃～300℃。

## 二、新规修行的基本原则

5. 扩展材料范围，重点解决铸钢、铸铁压力容器材料技术要求，增加非焊接瓶式容器高强钢材料技术要求。

### 2.2.4.3 铸钢材料的性能

压力容器受压元件用铸钢应当在相应的材料国家标准或者行业标准中选用，并且在产品质量证明书中注明铸造选用的材料牌号。其室温下标准抗拉强度下限值小于540MPa、 $\geq 17\%$ ；设计温度下的 $\geq 27J$ 。

### 2.2.4.4 铸钢容器设计压力、温度限制

- (1) 碳钢或者低合金碳锰钢容器，设计压力不大于2.5MPa，设计温度范围为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 低合金铬钼钢容器，设计压力不大于4.0MPa，设计温度范围为 $0^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ ；
- (3) 高合金奥氏体耐热钢容器，设计压力不大于4.0MPa，设计温度上限参考同牌号锻钢。

## 二、新规修行的基本原则

5. 扩展材料范围，重点解决铸钢、铸铁压力容器材料技术要求，增加非焊接瓶式容器高强钢材料技术要求。

### 2.2.1.6 非焊接瓶式容器用钢专项要求

#### 2.2.1.6.1.2 化学成分和力学性能

(1) 盛装氢气、天然气和甲烷等压缩气体用瓶式容器，其瓶体用钢材化学成分， $C \leq 0.35\%$ 、 $P \leq 0.015\%$ 、 $S \leq 0.008\%$ ；经热处理后瓶体用钢材力学性能， $\leq 880\text{ MPa}$ 、屈强比（，为屈服强度） $\leq 0.86$ 、 $A \geq 20\%$ ；设计要求的冲击试验温度下的 $\geq 47\text{ J}$ ， $\geq 0.53\text{ mm}$ ，横向取样；

(2) 盛装本条第(1)项以外其他压缩气体用瓶式容器，其瓶体用钢材化学成分， $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.010\%$ ；经热处理后瓶体用钢材力学性能， $\leq 1060\text{ MPa}$ 、 $\leq 0.90$ 、 $A \geq 16\%$ ；设计要求的冲击试验温度下的 $\geq 47\text{ J}$ ， $\geq 0.53\text{ mm}$ ，横向取样。

## 二、新规修行的基本原则

### 6.按照固定式压力容器各环节分章进行描述

按固定式压力容器生命周期各环节的顺序；

每个环节的边界尽可能清晰；

明确相应的主体责任(如明确耐压试验介质、压力、温度，无损检测方法、比例，热处理等技术要求由设计者提出并载到相应设计章节)。

## 二、新规修行的基本原则

7.理顺法规与标准的关系，整合、凝练固定式压力容器基本安全要求，将一些详细的技术内容放到相应的产品标准中去规定。

明确协调标准的概念：满足本规程基本安全要求的标准称为本规程的协调标准。

明确引用标准的概念：本规程指定采用的基础性标准称为本规程的引用标准，如介质标准、材料标准、方法标准、零部件标准等。

### 三、新规范的内容构成 10个章节

- 1 总则
- 2 材料
- 3 设计
- 4 制造
- 5 安装、改造与修理
- 6 监督检验
- 7 使用管理
- 8 定期检验
- 9 安全附件及仪表
- 10 附则

### 三、新容规的内容构成

10个附件

- 附件A 固定式压力容器分类
- 附件B 压力容器产品合格证
- 附表B 压力容器产品数据表
- 附件C 压力容器产品铭牌
- 附件D 特种设备代码编号方法
- 附件E 特种设备监督检验联络单
- 附件F 特种设备监督检验意见通知书
- 附件G 特种设备监督检验证书
- 附件H 压力容器年度检查报告
- 附件J 压力容器定期检验报告
- 附件K 特种设备定期检验意见通知书

### 三、新规的内容构成 技术内容和技术要求的层次

材料、设计、制造、监督检验、定期检验等章的内容主要分三部分，即通用要求、金属压力容器要求、非金属压力容器要求；

技术要求分三个层次，即通用要求、金属或非金属压力容器要求、专项要求；

各层次的适用范围不同，“通用要求”适用于所有压力容器，“金属或非金属压力容器要求”按材料大类分别适用于金属或者非金属压力容器，而“专项要求”仅适用于特定的具体压力容器(例如超高压容器、简单压力容器、石墨容器等)。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.2 固定式压力容器】

在固定式压力容器定义的注1-1中，增加“过程装置中作为工艺设备的按压力容器设计制造的余热锅炉依据本规程进行监督管理。”同时删除原固容规1.5不适用范围中的“(2)《锅炉安全技术监察规程》适用范围内的余热锅炉；”

此修改意味着作为过程装置中工艺设备的余热锅炉可以按《锅炉安全技术监察规程》设计制造，也可以按本规程设计制造，具体按哪个规程设计制造由设计者决定，并且依据所选用的规程进行监督管理。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.3 适用范围】

《特种设备安全法》实施后，国家质检总局调整了特种设备的界定范围和目录，本规程的适用范围也随之进行相应调整。

本规程适用于特种设备目录所定义的、同时具备以下条件的压力容器：

- (1) 工作压力大于或者等于0.1MPa(注1-2)；
- (2) 容积大于或者等于0.03 m<sup>3</sup>并且内直径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)大于或者等于150mm(注1-3)；
- (3) 盛装介质为气体、液化气体以及介质最高工作温度高于或者等于其标准沸点的液体(注1-4)。

重新定义后，对容积小于0.03 m<sup>3</sup>(30L，与锅炉容积界定一致)，或者内直径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)小于150mm的压力容器不再列入安全监察的范围。

本次修订全文采用国际公称单位，例如将L(升)改为m<sup>3</sup>(立方米)。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

体现分类安全监管的理念。

将原固容规中的1.4.1根据容器危险程度拆分成两部分(本规程的1.4.1和1.4.2)，其中新的1.4.1中所包含的容器介质相对复杂、危险性相对较高，对相应设备增加压力容器材料的要求；新的1.4.2与原固容规要求一致，保持不变。

### 【1.4.1 只需要满足本规程总则、材料、设计、制造要求的压力容器】

本条由原固容规中的1.4.1(2)和(3)而来，包含的容器介质相对复杂、危险性相对较高，对相应设备增加压力容器材料的要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

一、1.4.1范围内的压力容器属于在用过程中难以检验或者检验意义不大的容器，但这些压力容器若盛装危险介质或者设计参数较高，其危险性依然较大，如果不进行定期检验，则更应关注其设计制造过程对安全性能的控制，因此本次修订

一是改变了原固容规统一将其划为第Ⅰ类压力容器的做法，规定1.4.1范围内的压力容器按图A-1或者图A-2进行分类，以保证对不同类别压力容器的设计制造要求在这些压力容器上得以落实  
二是增加了材料要求。

应当注意，1.4范围内的压力容器需要进行制造过程的监督检验。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

二、1.4.1(1)“空分装置中冷箱内的压力容器”改为“过程装置中冷箱内的压力容器”，扩大了冷箱内压力容器的范围(但不包括子母罐、双层球罐等特殊产品)。

冷箱内的压力容器被珠光砂等隔热材料包围，在使用过程中难以检验，不仅是空分装置，其他过程装置中冷箱内的压力容器存在同样问题，应当同样对待。过程装置中的常用冷箱及冷箱内的主要压力容器见表1：

表 1 过程装置中的常用冷箱及冷箱内的主要压力容器

序号	冷箱名称	冷箱内主要压力容器	操作压力范围 (MPa)	操作温度范围 (°C)
1	空分冷箱	板翅式热交换器、气液分离器、精馏塔	外压缩流程操作压力/ 设计压力 : 0.6/0.7 ; 内压缩流程操作压力/ 设计压力 : 5 ~ 10/5.5 ~ 11 ;	外压缩流程操作温度/设计温度 : 40 ~ -193/65 ~ -195 ; 内压缩流程操作温度/设计温度 : 40 ~ -193/65 ~ -195
2	液氮洗冷箱	板翅式热交换器、氮洗塔	操作压力/设计压力: 3.0 ~ 5.5/3.5 ~ 5.8	操作温度/设计温度 : 40 ~ -193/65 ~ -196
3	LNG冷箱	板翅式热交换器、气液分离器、精馏塔	操作压力/设计压力 : 5.5/6	操作温度/设计温度 : 40 ~ -170/65 ~ -195
4	乙烯冷箱	板翅式热交换器、气液分离器	操作压力/设计压力 : 4.7/5.2	操作温度/设计温度 : 45 ~ -185/65 ~ -195

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

二、1.4.1(1)“空分装置中冷箱内的压力容器”改为“过程装置中冷箱内的压力容器”，扩大了冷箱内压力容器的范围(但不包括子母罐、双层球罐等特殊产品)。

对于子母罐、双层球罐等堆积绝热的压力容器，因其危险性较大，故没有纳入本规程1.4中，仍需满足本规程所有要求。

对于上述冷箱、子母罐、双层球罐等堆积绝热的压力容器，其设计制造应当特别注意3.1.14(2)、3.2.10.2.2.2(5)等条款的要求，在使用过程中，也应当采用安全状态监测等方式(监测其压力、温度、液位、泄漏等)保障其安全运行。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

三、1.4.1(2)中，对无壳体的套管热交换器的简化监管仅限定在盛装危险性较小的第二组介质的套管；盛装危险性较大的第一组介质的无壳体的套管热交换器需满足本规程的所有要求。

钎焊板式热交换器、螺旋板热交换器危险性较小，本次修订将其列入不适用范围1.5(5)中，不再进行监管。

四、新增“超高压管式反应器”列入1.4.1(3)中。按新调整的压力容器范围界定，超高压管式反应器只能按外套管划为低类别压力容器，但其承受超高压的腔体部分(内管)具有更大的危险性，设计制造者更应关注其选材、强度计算、制造质量控制等问题。

## 四、主要技术内容的变化

**【1.4 适用范围的特殊规定】**

**【1.4.2 只需要满足本规程总则、设计、制造要求的压力容器】**

本条由原固容规中的1.4.1(1)、(4)、(5)和(8)而来，要求与原固容规基本一致，但需按附件A进行分类。

**一、1.4.2范围内的压力容器与1.4.1类似，但危险性相对较低，本次修订也改变了原固容规统一将其划为第Ⅰ类压力容器的做法，规定1.4.2范围内的压力容器按图A-1或者图A-2进行分类，以保证对不同类别压力容器的设计制造要求在1.4.2范围内的压力容器上得以落实；1.4.2范围内的压力容器同样需要进行制造过程的监督检验。**

**二、原固容规1.4.1(6)电力行业专用的全封闭式组合电器(如电容压力容器)、1.4.1(7)橡胶行业使用的轮胎硫化机以及承压的橡胶模具危险性较小，本次修订将其列入到1.5(7)、(8)中，不再进行监管。**

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.4 适用范围的特殊规定】

### 【1.5 不适用范围】

- 一、总体来说，不适用范围内的容器仍然符合1.3的定义，但分三种情况：  
第一种是需要按其他安全技术规范进行监管的容器，包括1.5(1)的容器；  
第二种是由国家特定的监管部门统一管理、应用于特定领域且管理方式手段有较大不同，包括1.5(2)的容器；  
第三种是危险性较小，事故很少，不需要监管的，包括1.5(3)至(9)的容器，这些压力容器的使用单位仍需要参照本规程使用管理的有关规定，负责其安全管理。
- 二、可拆卸整片式板式热交换器(含全焊式、半焊式板式热交换器)、螺旋板热交换器、钎焊板式热交换器等，危险性较小，本次修订统一调整列入到不适用范围1.5(5)中，不再进行监管。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.6 压力容器范围的界定】

#### 【1.6.1 压力容器本体】

一、本次修订本规程包括了非金属压力容器，因此在本体范围界定时，将“焊接连接”改成“焊接(粘接)连接”。

二、规范“壳体”含义，壳体一般指由筒体(含变径段)、球壳板、非圆形容器的壳板、封头、平盖等受压元件组成的封闭腔体；同时全文统一规范壳体、筒体、封头等的用法。

三、M36以上(含M36)螺栓均为主要受压元件，不再用主螺栓的提法；同时全文统一规范螺栓、螺栓、紧固件的用法。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.6 压力容器范围的界定】

#### 【1.6.2 安全附件及仪表】

一、本次修订区分了安全附件和仪表的概念。

安全附件应当是在出现异常情况时能够自主启动相应动作从而对压力容器起到保护作用的附件；

而仪表只是起到某种参数指示作用，当出现异常情况时没有相应保护动作。

以往包括仪表在内的安全附件概念过于宽泛，使得一些具体技术要求难以表述，一些技术要求难以落到实处。

## 四、主要技术内容的变化

【1.6 压力容器范围的界定】

【1.6.2 安全附件及仪表】

二、本次修订对安全附件和仪表进行了重新界定；

压力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、易熔塞、紧急切断装置、安全联锁装置；

仪表包括直接连接在压力容器上的压力、温度、液位等测量仪表。

三、本规程第9章的内容也相应作了调整，标题改为“安全附件及仪表”，内容上也分开提出技术要求。今后，随着行业的发展，将在本规程中逐步增加安全附件和仪表的种类，并对其提出更加具体完善的技术要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.7 压力容器分类】

增加“注1-6：本规程划分的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类压力容器等同于特种设备目录品种中的第一、二、三类压力容器，本规程中超高压容器划分为第Ⅲ类压力容器。”说明本规程的压力容器分类与特种设备目录中设备品种的关系。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.8 与技术标准、管理制度的关系】

- 一、本规程1.8(2)在原固容规1.11(1)的基础上修订而成，强调压力容器的生产(包括设计、制造、安装、改造和修理)应当同时满足本规程及相应压力容器产品标准的规定。
- 二、本条实际是在说明“双满足原则”，当法规与标准的要求不一致时，按要求高者执行。
- 三、本条引出了“产品标准”的概念，在本规程的后续内容中多有提及，以“产品标准”替代了原固容规中“本规程引用标准”的提法。
- 四、原则上讲，产品标准必须满足法规的基本安全要求，但目前，涉及固定式压力容器的产品标准众多(并且出自十几个标准化技术委员会)，标准的修订、更新迟缓，不能保证所有的压力容器产品标准都满足法规要求，因此还有必要强调“双满足原则”。

## 四、主要技术内容的变化

### 【1.10 协调标准与引用标准】

- 一、本次修订调整了本规程引用标准的概念，将原固容规中“引用标准”的概念改成“协调标准”，更加准确，并且定义“满足本规程基本安全要求的标准称为本规程的协调标准。”
- 二、重新定义“引用标准”的概念为“本规程指定采用的基础性标准”，此介质标准、材料标准、方法标准、零部件标准等。
- 三、本次修订中，尽量不在法规中直接“引用”具体产品标准（例如GB 150《压力容器》、JB 4732《钢制压力容器——分析设计标准》等标准），以免混淆法规标准之间的关系。

## 四、主要技术内容的变化

### 【第2章“材料”总体说明】

本章主要内容源于原固容规的第2章“材料”，纳入了非金属材料，分通用要求、金属材料、非金属材料三部分。

在通用要求中，根据政府职能转变、行政许可改革的情况，调整有关许可要求；增加在材料质量证明文件中应用信息技术的要求。

在金属材料方面，对超高压容器用钢、简单压力容器用钢、非焊接瓶式容器用钢、储气并用钢等提出专项要求；扩展冲击吸收能量、断后伸长率指标要求到更高的强度级别；增加铸铁牌号，新增铸钢技术要求。

非金属材料主要针对石墨和纤维增强塑料(玻璃钢)提出具体性能要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.1.1 基本要求】

- 一、在2.1.1(1)中，改“化学性能”为考虑材料与介质相容性。
- 二、原固容规中2.1(3)、(4)关于材料许可的相应规定取消。
- 三、在本规程2.1.1(4)中，增加了材料质量证明书需印制信息化标识的要求。
- 四、对从非材料制造单位取得的压力容器材料，材料经营单位的经办负责人在材料质量证明书复印件上盖章或者签字均可。
- 五、将应当执行本规程材料管理要求的单位由压力容器制造单位扩展为压力容器制造、改造、修理单位，更加全面；
- 六、新增条款2.1.1(7)，在某些腐蚀环境下，如果没有可靠的使用证据（业绩、应用或试验验证），非金属压力容器制造单位应进行相应的试验、试用，必要时进行可靠性验证。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.1.2 境外牌号材料的使用】

一、在2.1.2.1(1)中，对境外牌号材料增加“在相似工作条件下”使用实例的要求，限制更加严格；并且在2.1.2.3中进一步规定，设计单位若选用境外牌号的材料，在设计文件中还需说明所选用材料与本规程2.1.2.1各项要求的符合性。

采用境外牌号材料设计制造压力容器，原则上应当同时采用列入该材料牌号的境外压力容器现行标准规范，并且应当满足本规程3.1.1(3)的规定。对于一套成熟的压力容器产品标准，其编制者必须全面考虑所选择的材料特性、所采用的设计准则及安全系数、制造装备能力及技术要求、无损检测方法及比例等内容。因此采用境外牌号材料设计制造压力容器时，其设计、制造、检测等技术要求都应当与材料特性相匹配，必须满足本规程2.1.2的规定。

二、在2.1.2.1(4)中，将材料复验范围限定在“主要受压元件”内。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.1.2 境外牌号材料的使用】

三、将原固容规2.9.1(6)改为：“主要受压元件采用未列入本规程协调标准的标准抗拉强度下限值大于540MPa的低合金钢，或者用于设计温度低于-40℃的低合金钢，材料制造单位应当按照本规程1.9的规定通过新材料技术评审，方可允许使用。”

国家标准化管理委员会2015年9月30日发布“关于批准发布GB 150.2—2011《压力容器 第2部分：材料》国家标准第1号修改单的公告”（2015年第30号），将ASME II A：2013 ASME锅炉及压力容器规范 第2卷 材料 A篇 铁基材料中的SA 387 Gr12、SA 516 Gr70和SA 537 Cl 1钢号纳入到GB 150中，并对其使用状态、厚度和使用温度范围、超声检测要求、许用应力以及C、P、S含量和A、KV<sub>2</sub>值作出了规定。这是首次在我国压力容器标准中引入境外牌号材料，同时，ASME规范中也引入了我国3种材料(Q345R、Q370R和15CrMoR)，为进一步的标准互认奠定了基础。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.1.2 境外牌号材料的使用】

四、因为锅炉压力容器专用钢板(带)制造许可的取消，相应取消原固容规2.9.2 中对境内材料制造单位制造的境外牌号钢板(带)的技术审查，同时增加要求材料制造单位应当制定相应的企业标准。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.1.5 材料代用】

加强材料代用管理，要求对所有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，而不仅仅是主要受压元件。因材料代用涉及强度、温度、腐蚀等问题，要考虑到所有相关失效模式。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.2.1.3.1 冲击吸收能量】

压力容器轻型化设计使得高强钢的使用越来越广泛，为适应这一发展，本次修订扩展了表2-1“碳素钢和低合金钢(钢板、钢管和钢锻件)冲击吸收能量”，增加了钢材标准抗拉强度下限值“ $630\text{MPa} < R_m < 690\text{MPa}$ ”“ $R_m > 690\text{MPa}$ ”两档材料的冲击吸收能量要求，同时对于新增的这两档材料还提出了侧膨胀值LE要求，因对高强钢，侧膨胀值LE能更好地反映材料的韧性。

另外，根据GB/T 229—2007《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》中的术语，将冲击功改为冲击吸收能量。

### 【2.2.1.3.2 断后伸长率】

本次修订扩展了表2-2“钢板断后伸长率指标”，增加了钢材标准抗拉强度下限值 $R_m > 680\text{MPa}$ 时材料的断后伸长率指标要求。

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)
$\leq 450$	$\geq 20$
$> 450 \sim 510$	$\geq 24$
$> 510 \sim 570$	$\geq 31$
$> 570 \sim 630$	$\geq 34$
$> 630 \sim 690$	$\geq 38$ (且侧向膨胀量 $L_E \geq 0.53\text{mm}$ )
$> 690$	$\geq 47$ (且侧向膨胀量 $L_E \geq 0.53\text{mm}$ )

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 $A$ (%)
$\leq 420$	$\geq 23$
$> 420 \sim 550$	$\geq 20$
$> 550 \sim 680$	$\geq 17$
$> 680$	$\geq 16$

## 四、主要技术内容的变化

提出了三个专项要求

### 【2.2.1.5 超高压容器用钢专项要求】

根据质检公益类科研项目“超高压容器关键技术与标准研究”（课题编号：201210242）的研究成果，结合原超高压规程的修订情况以及超高压容器国家标准的制定情况，本规程提出了超高压容器用钢的专项要求。

#### 2.2.1.5 超高压容器用钢专项要求

##### 2.2.1.5.1 化学成分(熔炼分析)

超高压容器用钢锻件，应当经炉外精炼工艺冶炼并且经真空处理，P≤0.012%、S≤0.005%，并且严格限定钢中氢(H)、氧(O)、氮(N)气体含量及砷(As)、锡(Sn)、锑(Sb)、铅(Pb)、铋(Bi)等有害痕量元素的含量。

##### 2.2.1.5.2 力学性能

超高压容器受压元件用钢锻件的制造单位，应当提供常温力学性能，包括屈服强度、抗拉强度、断后伸长率、断面收缩率、夏比(V型缺口)冲击功和侧向膨胀量，以及设计温度下材料的屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和断面收缩率。其中 KV<sub>2</sub>≥47J，LE≥0.53mm，当常温抗拉强度 R<sub>m</sub>≤880MPa时，A≥16%，当常温抗拉强度 R<sub>m</sub>>880MPa时，A≥14%。

当改变冶炼、锻造或者热处理工艺时，还应当提供锻件的断裂韧性(K<sub>IC</sub>)和韧脆转变温度(FATT50)，其中 K<sub>IC</sub>≥130MPa·m<sup>1/2</sup>。

## 超高压容器标准的牌号和技术要求

表 5.1 主要受压元件用钢的化学成分

牌号	化学成分(质量分数)/%								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	S	P
PCrNi <sub>3</sub> MoVA	0.32~0.42	0.2~0.8	0.17~0.37	1.2~1.5	3.0~3.5	0.35~0.45	0.1~0.25	≤0.005	≤0.012
22Cr <sub>2</sub> Ni <sub>4</sub> MoV	0.16~0.25	0.2~0.5	0.15~0.35	1.4~2	3.25~4	0.4~0.6	0.04~0.08	≤0.005	≤0.012
35CrNi <sub>3</sub> MoV	0.3~0.4	0.2~0.8	0.1~0.35	0.5~1.2	2.5~3.3	0.4~0.7	0.1~0.25	≤0.005	≤0.012

表 5-3 力学性能

牌号	力学性能					-40℃夏比 V 型 缺口冲击吸收 能量 A <sub>kv</sub>
	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	抗拉强度 $R_m$ /MPa	断后伸长率 A/%	断面收缩率 Z/ %		
			横向	横向		
PCrNi <sub>3</sub> MoVA	1050	1250	≥16	≥45	≥50	
22Cr <sub>2</sub> Ni <sub>4</sub> MoV	950	1100	≥16	≥45	≥45	
35CrNi <sub>3</sub> MoV	930	≥1130	≥16	≥50	≥50	

## 四、主要技术内容的变化

提出了三个专项要求

### 【2.2.1.6 非焊接瓶式容器用钢专项要求】

近年来，随着汽车加气站的快速发展，站用瓶组的需求越来越多。由于大容积气瓶用于站用瓶组受到限制，一些企业转而采用瓶式容器制造站用瓶组。瓶式容器的特点是按容器设计，以无缝钢管为原料经热旋压收口制成了非焊接结构，采用高强钢，并且利用热处理来保证最终产品的强度指标。

按质检总局“关于承压设备安全监察有关问题的通知”（质检特函〔2012〕32号）的要求，已有数家非焊接瓶式容器制造单位的企业标准通过了相应的技术审查并且投入了生产，根据企业的实际生产情况及产品企业标准评审情况，为规范其发展，本次修订归纳提出了非焊接瓶式容器用钢专项要求。

当采用非焊接钢制内胆、外缠绕复合材料机构制造压力容器时，内胆用高强钢也应满足非焊接瓶式容器用钢专项要求。

## 四、主要技术内容的变化

提出了三个专项要求

### 2.2.1.6.1 瓶体用钢材

#### 2.2.1.6.1.1 冶炼和热处理

- (1) 瓶体用钢材应当采用电炉或者氧气转炉冶炼，加炉外精炼并且经过真空处理；
- (2) 瓶体在加工成型以后，进行调质(淬火+回火)热处理，热处理后的瓶体用钢材金相组织应当为回火索氏体。

#### 2.2.1.6.1.2 化学成分和力学性能

- (1) 盛装氢气、天然气和甲烷等压缩气体用瓶式容器，其瓶体用钢材化学成分， $C \leq 0.35\%$ 、 $P \leq 0.015\%$ 、 $S \leq 0.008\%$ ；经热处理后瓶体力学性能， $R_m \leq 880\text{ MPa}$ 、屈强比( $R_{eL}/R_m$ ， $R_{eL}$ 为屈服强度)  $R_{eL}/R_m \leq 0.86$ 、 $A \geq 20\%$ ；设计要求的冲击试验温度下的  $KV_2 \geq 47\text{ J}$ ， $LE \geq 0.53\text{ mm}$ ，横向取样；
- (2) 盛装本条第(1)项以外其他压缩气体用瓶式容器，其瓶体用钢材化学成分， $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.010\%$ ；经热处理后瓶体力学性能， $R_m \leq 1 060\text{ MPa}$ 、 $R_{eL}/R_m \leq 0.90$ 、 $A \geq 16\%$ ；设计要求的冲击试验温度下的  $KV_2 \geq 47\text{ J}$ ， $LE \geq 0.53\text{ mm}$ ，横向取样。

## 四、主要技术内容的变化

提出了三个专项要求

### 2.2.1.6.1 瓶体用钢材

#### 2.2.1.6.1.3 超声检测

瓶体用钢材应当按照NB/T 47013进行100%超声检测，合格级别为Ⅰ级。

### 2.2.1.6.2 端塞用钢材

端塞用钢材应当与瓶体材料相匹配并且采用铜锻件，铜锻件应当符合NB/T 47008《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》、NB/T 47009《低温承压设备用低合金钢锻件》或者NB/T 47010《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》的规定。与介质接触并且公称直径大于或者等于50mm的铜锻件，不得低于Ⅲ级；其余锻件，不得低于Ⅱ级。

## 四、主要技术内容的变化

提出了三个专项要求

### 【2.2.1.7 储气井用钢专项要求】

储气井是竖向埋设于地下且井筒与井壁间采用水泥浆进行全填充封固、用于储存压缩气体的管状设施，其特点是非焊接结构，采用高强钢螺纹套管。按照国家质检总局《质检总局关于地下储气井安全监察有关事项的公告》(2014年第42号)要求，本次修订归纳提出了储气井用钢专项要求。

#### 2.2.1.7.1 井管和接箍用钢管

力学性能应当符合以下要求：

- (1)当标准抗拉强度下限值  $689 \text{ MPa} < R_m \leq 750 \text{ MPa}$  时， $R_{eL}/R_m \leq 0.90$ ，断后伸长率  $A \geq 18\%$ ，设计要求的冲击试验温度下的  $KV_2 \geq 41 \text{ J}$ （横向取样，下同）， $LE \geq 0.53 \text{ mm}$ ；
- (2)当  $750 \text{ MPa} < R_m \leq 810 \text{ MPa}$  时， $R_{eL}/R_m \leq 0.91$ 、 $A \geq 17\%$ 、 $KV_2 \geq 47 \text{ J}$ ， $LE \geq 0.53 \text{ mm}$ ；
- (3)当  $810 \text{ MPa} < R_m \leq 870 \text{ MPa}$  时， $R_{eL}/R_m \leq 0.93$ 、 $A \geq 15\%$ 、 $KV_2 \geq 54 \text{ J}$ ， $LE \geq 0.53 \text{ mm}$ 。

#### 2.2.1.7.2 井口装置与井底装置用钢材

储气井井口装置与井底装置的主要受压元件的材料，应当采用 Cr-Mo 钢锻件，级别为Ⅲ级以上(包括Ⅲ级)，符合 NB/T 47008 标准的要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 2.2.3 铸铁容器技术要求

#### 2.2.3.1 铸铁材料的使用限制

铸铁不得用于制造盛装毒性危害程度为极度、高度或者中度危害介质，以及设计压力大于或者等于0.15MPa的易爆介质压力容器的受压元件，也不得用于制造管壳式余热锅炉的受压元件，不允许拼接、焊补。

压力容器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QT350-22R、QT350-22L、QT400-18R和QT400-18L。

#### 2.2.3.2 铸铁容器设计压力、温度限制

- (1)灰铸铁容器，设计压力不大于0.8MPa，设计温度范围为10℃～200℃；
- (2)球墨铸铁容器，设计压力不大于1.6MPa，QT350-22R和QT400-18R的设计温度范围为0℃～300℃，QT400-18L的设计温度范围为-10℃～300℃，QT350-22L的设计温度范围为-20℃～300℃。

## 四、主要技术内容的变化

### 2.2.4 铸钢容器技术要求

#### 2.2.4.1 铸钢材料的使用限制

铸钢不得用于制造盛装毒性危害程度为极度、高度或者中度危害介质，湿H<sub>2</sub>S腐蚀环境，以及设计压力大于或者等于0.4MPa的易爆介质压力容器的受压元件。

#### 2.2.4.2 铸钢材料的冶炼和化学成分

铸钢应当是采用电炉或者氧气转炉冶炼的镇静钢，其化学成分(熔炼分析)中的P≤0.035%、S≤0.035%；可焊铸钢材料化学成分中的C≤0.25%、P≤0.025%、S≤0.025%；高合金奥氏体耐热铸钢还应当采用炉外精炼工艺或者电渣重熔，其化学成分中的P≤0.035%、S≤0.020%。

#### 2.2.4.3 铸钢材料的性能

压力容器受压元件用铸钢应当在相应的材料国家标准或者行业标准中选用，并且在产品质量证明书中注明铸造选用的材料牌号。其室温下标准抗拉强度下限值小于540MPa、A≥17%；设计温度下的KV<sub>2</sub>≥27J。

## 四、主要技术内容的变化

### 2.2.4 铸钢容器技术要求

#### 2.2.4.4 铸钢容器设计压力、温度限制

- (1) 碳钢或者低合金碳锰钢容器，设计压力不大于2.5MPa，设计温度范围为-20℃～400℃；
- (2) 低合金铬钼钢容器，设计压力不大于4.0MPa，设计温度范围为0℃～450℃；
- (3) 高合金奥氏体耐热钢容器，设计压力不大于4.0MPa，设计温度上限参考同牌号锻钢。

锅容标委正在根据容规提出的要求，组织制订铸铁和铸钢压力容器技术要求，将来列入GB 150标准之中。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.2.5 有色金属容器技术要求】

在有色金属中增加了铝材。全国锅炉压力容器标准化技术委员会组织编制了NB/T 47011《铝制压力容器》，规定了铝制压力容器的特殊要求，该标准于2010年颁布实施，根据标准规定及执行情况，本次修订增加了针对铝材的基本安全要求。

有色金属压力容器协调标准：

- (1) JB/T 4734《铝制焊接容器》；
- (2) JB/T 4745《钛制焊接容器》；
- (3) JB/T 4755《铜制压力容器》；
- (4) JB/T 4756《镍及镍合金制压力容器》；
- (5) NB/T 47011《铝制压力容器》。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.2.6 焊接材料】

本规程2.2.6(1)中，对于焊接材料，原固容规要求“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”，现改为“应当保证焊缝金属的拉伸性能满足母材标准规定的下限值，冲击吸收能量满足本规程表2-1的规定”。

- (1) 用于压力容器受压元件焊接的材料，应当保证焊缝金属的拉伸性能满足母材标准规定的下限值、冲击吸收能量满足本规程表2-1的规定；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产品标准的要求，并且附有质量证明书和清晰、牢固的标志；
- (3) 压力容器制造、改造、修理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。

更加明确了在设计条件下焊接接头的性能要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.3 非金属材料技术要求】

#### 【2.3.1 石墨压力容器材料】

##### 2.3.1.1 石墨材料的一般要求

- (1) 用于制造压力容器的石墨材料应当进行工艺评定(包括浸渍工艺评定和复合物材料成型工艺评定)，工艺评定报告(CMQ)和工艺评定规程(CMS)应当由制造单位技术负责人批准，**经过监督检验人员确认**；对于评定合格的工艺和材料，应当定期进行验证(每6个月至少一次)；
- (2) 用于制造压力容器的石墨材料和粘接剂，应当与工艺评定规程中规定的材料相一致，并且具有可追溯性；
- (3) 用于制造石墨材料和粘接剂的原材料，应当在工艺评定报告中记录其来源和等级。

**强化工艺验证  
明确需保证的性能**

表2-3 石墨材料力学性能要求

项 目	合成树脂浸渍 石墨管	合成树脂浸渍 石墨块	合成树脂压型 石墨管
室温下最低抗拉强度	26 MPa	14 MPa	10 MPa
205℃下最低抗拉强度	21 MPa	11 MPa	6 MPa
最低抗弯强度	39 MPa	—	35 MPa
最低抗压强度	69 MPa	45 MPa	31 MPa
最高渗透系数	$2.9 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	$2.9 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	$2.9 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.3.2 纤维增强塑料压力容器材料】

一、纤维增强塑料指的是以树脂为基体、纤维为增强材料组成的复合材料，俗称玻璃钢。由于纤维增强塑料压力容器的原材料不断创新发展，性能不断提高，种类也不断增加，因此取消了纤维和树脂的种类规定。

二、新增对纤维增强塑料的具体性能要求。

用于压力容器的增强材料品种日趋繁多，需对其与树脂的适应性进行规定。

新增2.3.2.1要求纤维材料应当与树脂有良好的浸润性。

考虑到树脂性能在不同温度下的衰减速度是不一样的，越接近树脂的热变形温度，其衰减速度越快，因此应当规定合理的温度安全空间。新增2.3.2.2 要求复验树脂热变形温度，并且热变形温度应高于压力容器设计温度20℃以上。

基于对纤维增强塑料压力容器需进行二次粘接的考虑，新增2.3.2.3 要求粘接所用材料性能不低于被粘接元件所用材料的性能。

要求热塑性塑料衬里与纤维增强塑料结构层的层间剪切强度不得小于5MPa。

## 四、主要技术内容的变化

### 【2.3.2 纤维增强塑料压力容器材料】

三、热塑性塑料指的是以热塑性树脂如PVC、PP、PVDF等为主要成分，并添加各种助剂而配制而成塑料。基于对热塑性塑料衬里与热固性结构层的结合强度要求，新增2.3.2.4 要求热塑性塑料衬里与纤维增强塑料结构层的层间剪切强度不得小于5MPa。

## 四、主要技术内容的变化

【第3章“设计”总体说明】

纳入了非金属容器设计内容；

分通用要求、金属压力容器、非金属压力容器三部分提出技术要求。

通用要求中，新增设计载荷规定；

在金属压力容器设计方面，扩展了分析设计安全系数，

新增铸钢安全系数，

新增关于许用应力方面的规定，

调整了无损检测相关要求，

修改了超高压容器设计方法。

非金属压力容器方面，主要调整了安全系数，规定了设计温度、压力范围，对影响安全性能的重要因素提出具体设计要求。

原则制造章节中需要设计环节规定的內容(如无损检测方法、比例，热处理，耐压试验介质、压力、温度等)明确由设计者提出并调整到“设计”章中。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.1 设计单位许可资质与责任】

一、根据《特种设备安全法》第十三条“特种设备生产、经营、使用单位及其主要负责人对其生产、经营、使用的特种设备安全负责。”和第十九条“特种设备生产单位应当保证特种设备生产符合安全技术规范及相关标准的要求，对其生产的特种设备的安全性能负责。不得生产不符合安全性能要求和能效指标以及国家明令淘汰的特种设备。”将原固容规3.1(1)“设计单位应当对设计质量负责”改为“设计单位及其主要负责人对压力容器的设计质量负责”。

同此原因，在4.1.1(1)、5.1(1)中分别对制造单位、安装改造修理单位及其主要负责人的责任做同样修改。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.1 设计单位许可资质与责任】

三、在3.1.1(3)中，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向国家质检总局提供设计文件与本规程基本安全要求的符合性申明及比照表；其内容及格式参照国家质检总局《关于承压特种设备制造许可有关事项的公告》(2012年第151号)。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.2 设计专用章】

将原设计许可印章改为设计专用章，其使用要求与原许可印章相同。同时对专用章的内容进行了规定，至少包括设计单位名称、相应资质证书编号、主要负责人、技术负责人等内容。

- (1)压力容器的设计总图上，必须加盖设计单位设计专用印章(复印件无效)，已加盖竣工图章的图样不得用于制造压力容器；
- (2)压力容器设计专用章中至少包括设计单位名称、相应资质证书编号、主要负责人、技术负责人等内容。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.4.1 设计文件的内容】

在3.1.4.1(2)增加“利用软件模拟计算或者无法计算时，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”的情况。

(2)装设安全阀、爆破片等超压泄放装置的压力容器，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；利用软件模拟计算或者无法计算时，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。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.4.2 设计文件的审批】

原固容规3.4.2.1规定了“总图的审批”要求，新容规进行了扩展，提出“设计文件的审批”要求，明确规定“设计文件中的风险评估报告、强度计算书或者应力分析报告、设计总图，应当至少进行设计、校核、审核3级签署；对于第Ⅲ类压力容器和分析设计的压力容器，还应当由压力容器设计单位技术负责人或者其授权人批准(4级签署)。”

风险评估报告 → 强度计算书或者应力分析报告 → 设计总图，

强调了设计阶段风险评估报告应在设计前期开展，并强调其重要性。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.4.4.1 总图主要内容】

在3.1.4.4.1(2)工作条件中，包括“介质毒性和爆炸危害程度等”改为“介质特性(毒性和爆炸危害程度等)”，涵盖面更广，如果介质具有强腐蚀性、强氧化性、强渗透性，或者其他危险性特性，也应当在总图上注明。

为今后的压力容器介质标准的发展建立基础

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.1 设计通用要求】

#### 【3.1.6 风险评估】

除第Ⅲ类压力容器仍要求在设计时出具风险评估报告外，增加用户要求时也应当出具风险评估报告的规定。对于压力容器的设计、制造、使用、检验等，风险评估报告十分重要，GB 150.1—2011附录F也给出了风险评估报告的编制指南，在试行5年多的基础上，风险评估报告的各项要求已经逐步得到落实和规范，今后将逐步推广在设计阶段进行风险评估的要求。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.1 安全系数及许用应力】

【3.2.1.1 安全系数】

一、在表3-3“规则设计方法的安全系数”中，增加锆及其合金的安全系数。

二、表3-3“规则设计方法的安全系数”注3-2，原固容规规定 $n_d$ 可根据设计使用年限选用 $1.0 \times 10^5 h$ 、 $1.5 \times 10^5 h$ 、 $2.0 \times 10^5 h$ 等持久强度极限值，但 $n_d \geq 1.5$ 实际是基于 $1.0 \times 10^5 h$ 持久强度极限值的，采用 $1.5 \times 10^5 h$ 、 $2.0 \times 10^5 h$ 数据时如何确定安全系数缺少数据支持，有待进一步研究，故本次修订明确表3-3中的 $n_d$ 为 $1.0 \times 10^5 h$ 的持久强度极限值时的安全系数。

三、在表3-4“分析设计方法的安全系数”中增加“设计温度下持久强度极限平均值”和“设计温度下蠕变极限平均值(每1000h蠕变率为0.01%)”的安全系数，以适应高温设计条件的需要。

表 3-3 规则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 小时蠕变速 率为 0.01%) $R_n^t$
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	$n_b \geq 3.0$	$n_s \geq 1.5$	—	—
锆及锆合金	$n_b \geq 3.0$	$n_s \geq 1.5$	—	—

表 3-4 分析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 $R_m$ (注 3-3)	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%) $R_n^t$
碳素钢和低合金钢	$n_b \geq 2.4$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$
高合金钢	$n_b \geq 2.4$	$n_s \geq 1.5$	$n_d \geq 1.5$	$n_n \geq 1.0$

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.1 安全系数及许用应力】

【3.2.1.1 安全系数】

四、在表3-4“分析设计方法的安全系数”中增加“注3-3对分析设计方法，如果相应材料标准给出了设计温度下的抗拉强度，则可以选用该值计算其许用应力。”

五、关于铸铁安全系数，普遍反映偏高。ASME规定灰铸铁室温下抗拉强度安全系数不小于8.0，球墨铸铁室温下抗拉强度安全系数不小于5.0，ASME的规定是基于承压设备专用铸铁的，在ASME中同时规定了铸铁的成分、性能等具体要求。我国在压力容器行业使用的铸铁为普通铸铁，还缺乏承压设备专用铸铁方面的要求，因此本次修订没有修改，待将来规范承压设备专用铸铁时一并考虑降低其安全系数。

六、规定铸钢的安全系数为4.0(略高于ASME的3.5)。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.2 金属压力容器设计要求】

#### 【3.2.1 安全系数及许用应力】

##### 【3.2.1.2 许用应力】

新增条款，规定许用应力的计算方法。同时增加注3-4，作为特别允许奥氏体高合金钢受压元件、应变强化下的深冷容器壳体、非焊接瓶式容器瓶体等3种情形下许用应力的特殊取值：

- 1、对奥氏体高合金钢制受压元件，当设计温度低于蠕变范围并且允许有微量的永久变形时，可以适当提高许用应力至，但不得超过（此规定不适用于法兰或其他有微量永久变形就产生泄漏或故障的场合）；
- 2、对采用应变强化技术的奥氏体不锈钢深冷容器壳体，其许用应力可以基于设计温度下的抗拉强度和设计温度下的屈服强度确定；
- 3、对非焊接瓶式容器瓶体，其许用应力可以基于产品经过改善材料性能热处理后的强度保证值确定。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.2 焊接接头】

【3.2.3 焊接接头系数】

【3.2.4 试件(板)与试样】

一、规定设计者应当在设计文件中提出焊接试件、耐腐蚀性能试件的制作要求，并且规定试样的种类、数量、截取与制备方式、检验与试验方法、合格指标、不合格复验要求等。

二、目前，生产真空绝热深冷压力容器的制造单位越来越多地采用应变强化技术，为保证焊接质量以满足应变强化过程要求，新增3.2.4.1(4)“应用应变强化技术的压力容器”需要制备产品焊接试件，但容积5m<sup>3</sup>及以下连续批量生产的，在相同设计、相同材料炉批号的情况下，可以最多30台容器这样一台制作产品焊接试件。

三、热处理试件由制造单位根据实际情况提出要求(本规程4.2.2.1)。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.5 压力容器用管法兰】

一、一般性理解，强渗透性是指氯、氢、偏二甲肼等介质。

二、对盛装液化石油气、毒性危害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，仍要求其管法兰应当按照HG/T 20592~HG/T 20635《钢制管法兰、垫片、紧固件》系列标准的规定，并且选用带颈对焊法兰、带加强环的金属缠绕垫片和专用级高强度螺栓组合；但对于一些与缠绕垫片不相容(腐蚀)的特殊介质，无法采用此类管法兰密封组合时，设计者可根据介质、压力与温度特性确定合适的法兰连接结构，例如硅烷等介质。

## 四、主要技术内容的变化

**【3.2 金属压力容器设计要求】**

**【3.2.10 无损检测】**

**【3.2.10.2.1 无损检测方法的选择】**

一、本次修订明确焊接接头射线检测可以采用胶片感光或者数字成像方法，今后采用射线数字成像方法无需进行技术评审。目前已有国家标准GB/T 19293—2003《对接焊缝X射线实时成像检测法》和行业标准NB/T 47013.11—2015《承压设备无损检测 第11部分：X射线数字成像检测》，表明该技术已趋成熟，成为一种法规引用方法。

二、大型压力容器的对接接头采用 $\gamma$ 射线全景曝光射线检测时，检测效果并不理想，一些危险性缺陷(如裂纹等)难以发现。在GB 12337—2014《钢制球形储罐》中，已新增条款明确“不宜采用 $\gamma$ 射线全景曝光射线检测”。因此，本规程新增规定：“当大型压力容器的对接接头采用 $\gamma$ 射线全景曝光射线检测时，还应当另外采用X射线检测或者衍射时差法超声检测进行50%的附加局部检测，如果发现超标缺陷，则应当进行100%的X射线检测或者衍射时差法超声检测复查”。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.10 无损检测】

【3.2.10.2.2 无损检测比例】

【3.2.10.2.2.2 全部射线检测或者超声检测】

一、在3.2.10.2.2.2(1)中，将“盛装毒性危害程度为极度、高度危害介质的”压力容器列入需全部射线检测或者超声检测的范围内。

二、对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，删除原固容规4.5.3.2.2(5)中“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”的要求。即对标准抗拉强度下限值大于540MPa的低合金钢制压力容器，进行全部无损检测后，不再要求进行不同方法的复验。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.10 无损检测】

【3.2.10.2.2 无损检测比例】

【3.2.10.2.2.4 表面无损检测】

一、对内外表面需要进行磁粉或者渗透检测的压力容器焊接接头，增加两类容器：

(1)盛装毒性危害程度为极度、高度危害介质的压力容器的焊接接头；

(2)采用气压或者气液组合耐压试验压力容器的焊接接头。

二、原固容规4.5.3.2.4(6)“要求局部射线或者超声检测的容器中先拼板后成形凸形封头上的所有拼接接头”修改为3.2.10.2.2.4(8)“先拼板后成形凸形封头的所有拼接接头”，以免引起误解；即不管容器本身要求多少比例的无损检测，先拼板后成形凸形封头上的所有拼接接头都需要进行内外表面无损检测。

三、在3.2.10.2.2.4(4)和3.2.10.2.2.4(7)中，同时变由设计者规定原固容规中4.5.3.3(4)和4.5.3.3(3)无损检测时机要求。

四、修改原固容规中4.5.3.2.4(4)为3.2.10.2.2.4(6)，要求所有厚度Cr-Mo低合金钢制压力容器的全部焊缝都需进行表面无损检测。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.2 金属压力容器设计要求】

#### 【3.2.11 焊后热处理】

新增需要进行焊后热处理的情况要求，即：

“(1)因焊接残余应力影响使用安全时，应当对压力容器及其受压元件进行焊后(消除应力)热处理；

(2)盛装毒性危害程度为极度危害介质的碳钢和低合金钢制压力容器及其受压元件应进行焊后热处理。”

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】

【3.2.12 耐压试验】

【3.2.12.1 耐压试验压力】

对于耐压试验压力，进行温度补偿计算时，将所需考虑的主要受压元件与GB 150.1统一，将原固容规中的“法兰”明确为“设备法兰(或者人手孔法兰)及其紧固件”；同时增加“ $[\sigma]^t$ 不得低于材料受抗拉强度和屈服强度控制的许用应力最小值”要求，保证许用应力由材料抗拉强度和屈服强度控制，不能取高温持久极限或者蠕变极限控制值。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.2 金属压力容器设计要求】

#### 【3.2.14 超高压容器设计专项要求】

鉴于新编制的超高压容器产品标准即将颁布，本次修订提炼、整合了超高压容器的基本安全要求，一些详细的技术内容(如计算公式、具体的无损检测方法等)放到相应的产品标准中去规定。

一、增加“弹性塑性分析法”，并且规定在设计工况下，塑性垮塌失效评定时，载荷放大系数应当大于或者等于2.0。

二、增加“疲劳分析”要求，并且规定“疲劳分析时，交变应力幅和循环次数的安全系数分别取2和15。”

三、因超高压容器标准即将颁布，因此在法规中未给出具体设计计算公式。

四、按材料拉伸试验数据计算爆破压力时，将爆破安全系数由3调整为2.2，但对超高压水晶釜调整为2.4(主要考虑水晶釜介质、壁温控制对材料有较大影响)。

## 四、主要技术内容的变化

【3.2 金属压力容器设计要求】  
【3.2.14 超高压容器设计专项要求】

- 五、按材料扭转试验数据计算爆破压力时，将爆破安全系数由2.7调整为2.2。
- 六、规定超高压容器用螺栓(螺栓)设计温度下屈服强度安全系数不小于1.8。
- 七、在法规中只原则规定无损检测方法，检测比例、实施时机和技术要求由设计者根据产品标准规定。
- 八、耐压试验压力系数明确为1.12。
- 九、规定采用液压试验法进行自增强处理，并且规定筒体内壁面的残余环向应变值不超过2%。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.2 金属压力容器设计要求】

#### 【3.2.15 简单压力容器设计专项要求】

鉴于新编制的简单压力容器产品标准即将颁布，本次修订凝炼、整合了简单压力容器的基本安全要求，一些详细的技术内容(如计算公式、具体的无损检测方法等)放到相应的产品标准中去规定。

#### 【3.2.15.2.1 试验方法】

按照试验方法设计的简单压力容器，将在室温下的爆破压力不得小于5倍的设计压力改为“爆破压力不得小于4倍的设计压力”。本规程中的其他类似条款作同样修改。

#### 【3.2.16 快开门式压力容器设计专项要求】

快开门式压力容器的事故仍然较多，本次修订新增“设计者应当设置安全联锁装置，并且对其使用环境、检验周期、检验方法等使用技术要求作出规定”。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.3 非金属压力容器设计要求】

#### 【3.3.1 石墨压力容器】

##### 【3.3.1.1 设计范围】

一、关于石墨压力容器的设计压力。在GB/T 21432—2008《石墨制压力容器》中规定了工作压力大于或等于0.1MPa、小于或等于2.4MPa；在ASME UIG中规定了最大设计外压力350psi(2.4MPa)、最大设计内压力350psi(2.4MPa)。本次修订明确规定最大设计外压2.4MPa、最大设计内压2.4MPa。

二、关于石墨压力容器的设计温度。规定最高设计温度为205℃(器壁截面的平均温度，而非规定石墨壁温最高为400℃)，规定最低设计温度为-70℃。

目前国内制造的石墨压力容器在400℃高温下使用还需要进行系统和科学的论证。虽然在GB/T 21432和德国AD规范中的规定是“石墨压力容器及其部件工作时的容器壁温为-60℃到400℃”，但是考虑能承受400℃高温的是不含树脂的石墨质材料；而且目前国内的石墨质材料及合成树脂的质量和性能的稳定性，都与德国等发达国家的存在一定差距。

石墨的耐低温性能远低于-60℃，ASME UIG篇已规定到-73℃，因此本规程规定到-70℃是可行的。

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.3 非金属压力容器设计要求】

#### 【3.3.1 石墨压力容器】

##### 【3.3.1.2 安全系数和许用应力】

原非金属规程和GB/T 21432中都将不透性石墨材料分为A级和B级，A级(抗拉强度21MPa、抗压强度63MPa、抗弯强度31.5MPa)安全系数为7，B级(抗拉强度14MPa、抗压强度60MPa、抗弯强度27MPa)安全系数为9。根据国内40多年来承压石墨设备(包括低于沸点的液体承压容器、以及按压力容器管理前的石墨容器)的实际使用情况，尚未有石墨设备因设计强度不足造成安全事故的报道，又随着设计、制造、使用、监管等方面的技术、管理水平不断提高，可以考虑适当降低石墨材料强度的安全系数。为使优质的石墨材料得到合理应用，发挥制造企业的设计和制造能力，鼓励制造企业自觉地提高工艺水平，本次修订引入ASME规范的思想，考虑介质因素，合理降低安全系数，并且明确规定许用应力的计算方法，规定“用于设计的许用应力值为石墨材料工艺评定报告(CMQ)中指定设计温度下抗拉或者压缩试验平均值的80%除以安全系数6.0(毒性危害程度为极度或者高度危害介质时，安全系数为7.0)。”

## 四、主要技术内容的变化

### 【3.3 非金属压力容器设计要求】

#### 【3.3.1 石墨压力容器】

##### 【3.3.1.3 耐腐蚀性】

本次修订新增关于石墨压力容器的耐腐蚀性规定。

石墨制压力容器失效的主要原因是腐蚀(包括溶解、膨胀)失效。因此，为保证容器的安全性能，在设计时，应根据不同介质成份，选择一些特殊的浸渍或粘接树脂材料。因为这些材料对容器的安全性能影响较大，所以，当缺少某介质条件下的试验或使用资料时，在设计之前，需要做必要的腐蚀试验，以选择合适的树脂材料。

##### 【3.3.1.4 耐压试验】

原非金属规程规定试验压力不得低于1.25倍的设计压力，本次修订借鉴ASME规范的规定，考虑介质因素和相对金属容器较高的安全系数，提高耐压试验压力，增加到不得低于1.5倍的设计压力，对于盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质的容器，其试验压力不得低于1.75倍的设计压力。

## 四、主要技术内容的变化

【3.3 非金属压力容器设计要求】

【3.3.1 石墨压力容器】

【3.3.1.5 泄漏试验】

对于盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质的压力容器要求进行泄漏试验。

【3.3.1.6 粘接试件】

由于石墨材料粘接接头的特殊性，对“盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质的压力容器”，设计者应当在设计文件中提出粘接试件的制作要求。

## 四、主要技术内容的变化

**【3.3 非金属压力容器设计要求】**

**【3.3.2 纤维增强塑料压力容器】**

**【3.3.2.1 通用要求】**

本次修订明确规定纤维增强塑料压力容器不可用于盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质和液化气体介质，设计温度不得低于-54℃。

**【3.3.2.2 设计类型】**

参照ASME标准的规定将设计方法按照三种型式划分，分别采用不同的设计方法、制造工艺及相应的实验方法。

树脂的热变形温度(HDT)指树脂浇铸体试件在等速升温的规定液体传热介质中，按简支梁模型，在规定的静载荷作用下，产生规定变形量时的温度；树脂的玻璃化温度(Tg)指树脂由高弹态转变为玻璃态的温度；热变形温度低于玻璃化温度。

## 四、主要技术内容的变化

【3.3 非金属压力容器设计要求】

【3.3.2 纤维增强塑料压力容器】

【3.3.2.3 设计方法及安全系数】

根据纤维增强塑料压力容器的三种型式，给出不同的设计方法(规则设计法、分析设计法、试验设计法等)和最低的安全系数，见表2。

II型容器设计安全系数需要考虑载荷条件、成型工艺、使用环境、温度、预期使用年限、材料离散等因素，很难确定。在国际标准中规定也相差很大，欧洲标准EN 13121规定： $K=2 \times A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4 \times A_5$ ，即将各种因素进行综合考虑而得到，最小取值根据设计方法不同分别为4、6、8；而在ASME标准中规定设计许用应变为0.001，安全系数对于长期载荷取10，短期取5，负压安全系数取5。因此在本规程中对安全系数没有明确规定，要求在具体产品标准中确定。

# TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》

## 修订说明



表 2 纤维增强塑料压力容器的设计方法和安全系数

类型	制造工艺	设计压力 $p$	设计温度	原型机	安全系数
I	手糊、喷射成型工艺	$\leq 1\text{ MPa}$	$65^\circ\text{C}$ ( $T_w \leq 65^\circ\text{C}$ ) ; $\leq 120^\circ\text{C}$ ( $T_w > 65^\circ\text{C}$ )	是，10万次的压力疲劳试验，压力范围从常压至 $p$	$p_T \geq 6p$
	缠绕成型工艺不进行极孔包络	$\leq 10\text{ MPa}$			
	缠绕成型工艺并进行极孔包络	$\leq 20\text{ MPa}$			
II	筒体采用缠绕成型工艺，封头可采用手糊、喷射或者缠绕成型	规则设计法 ( $p_i \cdot D_i \leq 2.4\text{ MPa m}$ )	$\leq 1.6\text{ MPa}$ , $D_i \leq 4.8\text{ m}$	否	用声发射检测方法验收时，由设计者综合考虑；无法用声发射检测方法验收时，适当提高。具体安全系数由相应的产品标准规定
		分析设计法或规则、分析结合设计法	$\leq 0.6\text{ MPa}$ , $D_i \leq 4\text{ m}$		
III	缠绕成型工艺并进行极孔包络制造	$\geq 20\text{ MPa}$ 且 $\leq 100\text{ MPa}$	$\leq 85^\circ\text{C}$	是，根据设计条件决定是否进行疲劳试验	碳纤维增强塑料： $p_T \geq 2.25p$ ；玻璃纤维增强塑料： $p_T \geq 3.5p$
注：(1)所用树脂的热变形温度应当高于设计温度 $20^\circ\text{C}$ 以上； (2)对 II 型容器，设计许用应变不得大于 $0.1\%$ ，外压安全系数不得小于 $5.0$ ； (3)设计压力 $p$ ，压力试验的试验压力 $p_T$ ，工作压力 $p_i$ ，筒体内直径 $D_i$ 、工作温度 $T_w$ 。					

## 四、主要技术内容的变化

### 【第4章“制造”总体说明】

本章主要内容源于原固容规的第4章“制造”，纳入了非金属容器制造相关技术内容，分通用要求、金属容器、非金属容器三部分。在通用要求中，加强质量计划、铭牌要求；在金属压力容器制造方面，调整了无损检测要求，增加了制造环节热处理要求；非金属压力容器方面，根据近年来的发展情况，对其制造过程进行了较大幅度的调整和修改。

根据“各环节技术要求分章描述，每个环节的边界尽可能清晰，明确相应的主体责任”的原则，将原固容规制造章节中需要设计进行规定的內容(如无损检测方法、比例，热处理，耐压试验介质、压力、温度等)明确由设计者提出并放到“设计”章中，而在制造章节中，明确制造单位按照设计文件的规定编制相应工序(无损检测、焊后热处理、耐压试验等)的工艺文件并实施。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.2 型式试验】

一、明确简单压力容器、蓄能器应当经过国家质检总局核准的检验机构进行型式试验，型式试验的项目、要求及结果应当满足相应产品标准的要求。

二、新增条款，对首次制造瓶式容器、真空绝热深冷容器的制造单位，要求制造前试制样品容器，并且该样品容器应当经过国家质检总局核准的型式试验机构进行试验，以证明制造单位具有相应的技术能力。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.4 质量计划】

新增条款，单独列出一个条款，以强调质量计划(检验计划)。质量计划对保证压力容器的制造质量及本质量安全十分重要，原固容规中只是在产品出厂资料“产品质量证明文件”中有所提及，本次修订特别加以重视。原监检规中，监检经验也是基于质量计划进行的，要求根据质量计划确定监检项目。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.5 产品出厂资料或者竣工资料】

#### 【4.1.5.1 通用要求】

一、压力容器出厂或者竣工时，不仅要求制造单位应当向使用单位提供纸质技术文件和资料，同时要求提供存储压力容器产品合格证、产品质量证明文件电子文档的光盘或者其他电子存储介质。

二、在4.1.5.1(1)竣工图样中，对批量生产的小型压力容器，因数量大，其竣工图样上的设计单位设计专用章允许复印。

三、在4.1.5.1(2)压力容器产品质量证明文件中，对真空绝热压力容器，还要求封口真空度、真空夹层泄漏率、静态蒸发率等检测结果资料。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.5.2 压力容器受压元件、部件的产品出厂资料】

要求单独出厂的压力容器受压元件(如筒节、封头、锻件等)和受压部件(如换热管束、人孔部件等)的制造单位,应当向订购单位提供质量证明文件。

### 【4.1.5.3 保存期限】

新增条款,明确规定“产品出厂资料或者竣工资料的保存期限不少于压力容器设计使用年限。”

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.6 产品铭牌】

- 一、新增铭牌应当“清晰、牢固、耐久”要求。
- 二、对批量生产的小型压力容器(如简单压力容器)，如果没有每个产品的产品编号，允许采用“产品批号”。
- 三、铭牌内容中新增“自重”项目。统一原净重、总量等说法，自重包括出厂时固定在容器内的附件重量，不包括介质、触媒、填料等的重量。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.9.2 耐压试验通用要求】

耐压试验是设计环节必须考虑的一种工况，本规程提出了最低耐压试验压力的要求，设计者应当根据所确定的耐压试验压力(包括考虑液柱)进行相应的设计计算，因此设计时不存在强度校核问题。但如果制造时采用高于设计文件规定的耐压试验压力时，制造单位应当对各受压元件进行强度校核。

本次修订强调的是制造环节的校核，条件是拟采用高于设计文件(原固容规4.7.3为“本规程”)规定的耐压试验压力时；同时要求应当对各受压元件进行强度校核，而不仅仅是对壳体。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.1.9.4.1 气压试验程序】

鉴于气压试验的危险性，在4.1.9.4.1(1)中，增加要求气压试验时，制造单位的安全管理部门应当制订应急预案。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.2 金属压力容器制造要求】

#### 【4.2.2.2 焊接试件(板)的制作】

新增4.2.2.2(4)“应用应变强化技术的压力容器试件，应当按相应产品标准进行应变强化预拉伸。”

4.2.7.3(4)在首次采用应变强化技术进行容器制造前，制造单位应当按照相应标准的要求对采用的应变强化工艺进行验证，并进行样品容器的试制，试制容器经监督检验合格后方可进行制造。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.2.5.2 局部射线检测或者超声检测实施要求】

4.2.5.2(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，应当在已检测部位两端的延伸部位各进行不少于250mm的补充检测，如果仍然存在不允许的缺陷，则对该焊接接头进行全部无损检测”。

原固容规规定发现超标缺陷的扩探范围从“该缺陷两端”开始，现改为从“已检测部位两端”开始。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.2.5.3 无损检测记录和报告】

明确要求制造单位及无损检测机构对无损检测报告的真实性、准确性、有效性负责，妥善保管射线底片和超声检测数据等检测记录(含缺陷返修前记录)和报告。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.2.6.1 需要热处理的情况】

新增除焊后热处理由设计者规定外，制造过程中因工艺需要的其他热处理情况由制造单位自行规定的要求。制造过程中因冷加工成形致使材料发生较大变形或者组织发生较大变化而影响材料微观组织或者力学性能时，或者当要求材料的使用热处理状态与供货热处理状态一致但在制造过程中破坏了材料的供货热处理状态时，应当对受压元件进行恢复材料性能热处理；需要通过热处理达到设计强度、韧性指标时，应当对受压元件进行改善材料性能热处理。

### 【4.2.6.2 热处理实施要求】

应当注意，这些热处理实施要求是对所有种类的热处理要求，而不仅是对焊后热处理的要求，还包括恢复材料性能热处理和改善材料性能热处理。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.2.7.3 不锈钢和有色金属压力容器】

新增条款4.2.7.3(4) “在首次采用应变强化技术进行容器制造前，制造单位应当按照相应标准的要求对采用的应变强化工艺进行验证，并且进行样品容器的试制，试制容器经监督检验合格后方可进行制造。”

### 【4.2.9 简单压力容器制造专项要求】

#### 【4.2.9.1 简单压力容器的型号】

简单压力容器同一型号的划分条件中增加1项要求：设计方法(指计算方法或者试验方法)相同。

#### 【4.2.9.2 简单压力容器的组批原则】

在组批原则中，增加“相同图号”的要求。

#### 【4.2.9.4 爆破试验】

一、对复验后爆破压力仍达不到要求的，直接规定该批或者该焊工当天焊接的简单压力容器判为不合格。

二、删除周向永久变形率的计算公式，放到简单压力容器产品标准中。

## 四、主要技术内容的变化

【4.3 非金属压力容器制造要求】

【4.3.1 石墨压力容器制造专项要求】

【4.3.1.1 通用要求】

一、石墨组件是组装成石墨容器的零部件(主要是石墨块材和石墨管材),这些石墨组件的成型加工都应当按照合格的工艺评定规程(CMS)(主要是浸渍工艺和压型工艺)进行。

二、石墨组件的粘接作业应当由合格的粘接操作人员按照评定合格的粘接工艺规程(CPS)进行。为确保粘接工艺的稳定,要求被粘接材料的温度控制在10℃~52℃之间,并且要求评定合格的粘接工艺应当定期进行验证性试验(每6个月至少一次)。

## 四、主要技术内容的变化

【4.3 非金属压力容器制造要求】

【4.3.1 石墨压力容器制造专项要求】

【4.3.1.2 工艺评定】

工艺评定主要是浸渍工艺评定和压型(模压或挤压)工艺评定，对重新进行工艺评定的重要因素、工艺评定报告(CMQ)、工艺评定用试件和性能试验等提出了原则性的要求，具体内容和要求应该执行相关的标准。

一、从石墨原材料、合成树脂(浸渍剂)和工艺参数三个方面，提出了重新进行工艺评定的重要因素。

二、规定了工艺评定报告(CMQ)中最基本的内容要求。

三、为保证评定的参数的高置信度，提出了制取标准试样每组10件的要求。

## 四、主要技术内容的变化

【4.3 非金属压力容器制造要求】

【4.3.1 石墨压力容器制造专项要求】

【4.3.1.3 粘接工艺评定】

对重新进行粘接工艺评定的重要因素、粘接工艺评定报告(CPQ)、粘接工艺评定用试件和性能试验等提出了原则性的要求，具体内容和要求应该执行相关标准。

一、从粘接接头设计、表面准备状态、粘接材料参数(例如填充材料、树脂、固化剂等)和工艺参数四个方面，提出了重新进行粘接工艺评定的重要因素。

二、规定了粘接工艺评定报告(CPQ)中最基本的内容要求。

三、为保证评定的参数的高置信度和可靠性，提出了制取标准试样每组10件的要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【4.3 非金属压力容器制造要求】

#### 【4.3.2 纤维增强塑料压力容器制造专项要求】

##### 【4.3.2.1 制造环境要求】

新增环境温度和湿度要求，以便生产符合纤维增强塑料的工艺特点，保证产品质量。

##### 【4.3.2.2 原材料的使用要求】

新增原材料的使用要求，包括树脂的存放以及助剂加入注意事项，从而保证产品质量和生产安全。

##### 【4.3.2.3 制造工艺要求】

一、新增制造工艺要求，从缠绕角和织物两方面对搭接提出要求，因为一般标准中不会对此作出要求，而其对产品质量又有较大影响。

二、删除了对模具的要求，因为原非金属规程中所要求的也是其他材料的压力容器应该做到的，并不是纤维增强塑料所特有的。

##### 【4.3.2.4 原型容器】

I型和III型容器应当制作原型容器，并给出了制作原型容器的具体要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【第5章“安装、改造与修理”总体说明】

本章主要内容源于原固容规的第5章“安装、改造与维修”，变化不大，新增非金属容器改造与修理的技术要求，将原固容规“5.4维修及带压密封安全要求”移到第7章使用管理中。

### 【5.2.1 改造与重大修理含义和基本要求】

在5.2.1(3)中增加“压力容器的改造或者重大修理可以采用其原产品标准”的规定。一般来讲，压力容器的改造或者重大修理可以采用其原产品标准，采用现行法规标准更好；应当注意，如果采用原标准，应当比较本次改造修理所涉及的标准内容与现行标准的差异，确认原标准的内容没有因涉及安全问题而被修订，如果有此类情况，应当采用现行标准的修订内容。

### 【5.2.3 改造或者修理的焊接要求】

在5.2.3中除挖补、更换筒节外，增加“压力容器增(扩)开口接管”的，应当参照相应的产品标准制订施工方案，经技术负责人批准，焊接工艺评定按照本规程4.2.1.1的规定。

## 四、主要技术内容的变化

### 【5.2.4 非金属受压元件改造或者修理专项要求】

本次修订，新增对非金属受压元件改造或修理的专项要求。

一、当改造或者修理石墨受压元件时，需要进行粘接或者浸渍作业的，在改造或者修理作业前，应当参照本规程4.3.1.2和4.3.1.3的规定进行相应的工艺评定。

二、纤维增强塑料压力容器改造、修理过程中应当远离热源、火源。

### 【5.2.5 改造与重大修理的耐压试验】

在5.2.5(1)中增加“用焊接(粘接)方法更换或者新增主要受压元件的”需要进行耐压试验的要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【6.1 监督检验通用要求】

#### 【6.1.1 监督检验】

#### 【6.1.2 适用范围】

将原监检规第三条(三)、(四)合并为本规程6.1.2.1(3)，并且调整为“单独出厂并且具有焊缝的筒节、封头及球壳板，或者采用焊接方法连接的换热管束”。这一修改缩小了监检范围，注重焊接要求，监检仅针对单独出厂并且具有焊缝的筒节、封头及球壳板(例如其上焊有接管、人孔、支腿等)，或者采用焊接方法连接的换热管束，不带焊缝的上述产品均不要求监检(采购合同要求的除外)。

## 四、主要技术内容的变化

### 【6.1 监督检验通用要求】

#### 【6.1.3 监检机构】

删除原监检规第十条。按照由受检单位约请监检机构的原则，不再指定监检机构。对于一台压力容器，应当保证由一家监检机构进行监检，出具一张监检证书。

#### 【6.1.4 受检单位的义务】

取消对受检单位“应当持有相应许可证(或者其许可申请已被受理)”的要求，特种设备行政许可改革后，已经取消对仅生产封头、承压部件制造单位的行政许可，但保留对其带有焊缝产品生产过程的监督检验。相应地，本章后续监检内容中，凡涉及许可制度方面的监检(如保持许可条件6.6.2、执行许可制度6.6.4等)，均限定在对有许可要求的情况。

## 四、主要技术内容的变化

### 【6.2.2.7.4 现场热处理监检(A类)】

为了加强对现场热处理的监检，将该监检项目类别由B类改为A类；对于进行现场热处理的大型压力容器，监检单位应当特别注意现场热处理施工单位的技术能力和业绩。

### 【6.4.8 相关技术文件和检验资料的审查】

对于一些难以在到岸检验时进行审查的项目，明确为只有进行境外监检时才进行，例如焊接工艺规程与评定合格的工艺评定的符合性、焊接记录与焊接工艺规程的符合性、焊缝射线检测底片等。

## 四、主要技术内容的变化

【6.6 压力容器制造单位质量保证体系实施状况评价】

【6.6.1 基本要求】

新增内容：当发现受检单位的质量保证体系存在严重问题时，还需要及时将评价报告报送颁发受检单位许可证的特种设备安全监管部门；评价报告中对6.6.2、6.6.4的不符合情况应当详细说明并且提出处理建议。

## 四、主要技术内容的变化

### 【第7章“使用管理”总体说明】

按照特种设备法规标准体系建设规划，对特种设备的使用管理环节制定统一的管理规则(大规范)，压力容器使用管理、登记等内容已在即将颁布的TSG 08—2016《特种设备使用管理规则》中规定，故本规程中主要保留了原使用管理规则中对压力容器的一些具体规定及年度检查内容。

### 【7.1.5 定期自行检查】

对于《特种设备安全法》规定的定期自行检查，具体到压力容器，规定为“月度检查”和“年度检查”，并在7.1.5.1中规定月度检查内容，在7.1.5.2和7.2中规定年度检查内容。

### 【7.1.6 定期检验】

新增内容“定期检验完成后，由使用单位组织对压力容器进行管道连接、密封、附件(含安全附件及仪表)和内件安装等工作，并且对其安全性负责。”以此提示使用单位注重定期检验完成后压力容器的管道连接、密封、附件(含安全附件及仪表)和内件安装等工作，同时也进一步明确安全责任。

## 四、主要技术内容的变化 【第7章“使用管理”总体说明】

### 【7.1.10 修理及带压密封安全要求】

一、将原固容规“5.4维修及带压密封安全要求”移至本条，以在修理及带压密封过程中落实使用单位的安全管理责任。

二、原规定“对于特殊的生产工艺过程，需要带温带压紧固螺栓时，或者出现紧急泄漏需进行带压密封时，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。”现删除“对于特殊的生产工艺过程，需要带温带压紧固时，”这种情况多属于正常紧固，不需特殊批准。

## 四、主要技术内容的变化

### 【第7章“使用管理”总体说明】 【7.2.3.2.1 检查内容和要求】

删除原使用管理规则附件G4.1(6)~(9)中的图G-1、图G-2、图G-3和图G-4，改为文字描述。

通常情况下，在超压泄放装置与被保护压力容器之间是不设置截止阀的，这一要求在原固容规8.3.5(4)中已有规定；而且即使因特殊需要设置了截止阀，也应该采取特殊措施来保证超压泄放装置的正常使用。关于这一点，GB 567.2—2012《爆破片安全装置 第2部分：应用、选择与安装》6.1.4、TSG ZF001—2006《安全阀安全技术监察规程》B4.2(4)及ASME VIII-1:2010附录M中M-5都作了较为详细的描述和规定。

原年度检查内容中的示意图易产生误解，根据征求到的意见，将这些图予以删除。

## 四、主要技术内容的变化

### 【第8章“定期检验”总体说明】

本章主要内容源于原定检规，内容变化不大。

本次修订将金属、非金属压力容器的检验分开描述，分别叙述检验周期、检验项目及内容、检验结果评定(评级)。将超高压容器的定期检验统一到金属压力容器的定期检验中，包括统一检验周期、检验项目及内容、安全状况等级评定等。

#### 【8.1.6 检验周期】

- 一、将金属、非金属压力容器的定期检验周期分开描述。
- 二、根据调研情况，调整超高压容器的检验周期。原超高压规程第五十三条规定：“(一)全面检验，超高压人造水晶釜每3年至少进行一次；其他超高压容器每3年~6年至少进行一次；(二)耐压试验，每10年至少进行一次。”本次修订，对超高压容器的检验周期没有另行规定，与其他金属压力容器一样，按本规程8.1.6.1的规定执行，同时应当注意本规程8.1.7.1(5)关于缩短检验周期的特殊规定“使用超过15年的或者运行过程中发生超温的超高压水晶釜”。对于超高压容器的耐压试验，按本规程8.3.13的规定执行，不再强制要求每10年至少进行一次。

## 四、主要技术内容的变化

### 【8.1.7 检验周期的特殊规定】

#### 【8.1.7.3 无法进行或者不能按期进行定期检验的情况】

在8.1.7.3(2)中，“因情况特殊不能按期进行定期检验的压力容器，由使用单位提出书面申请报告说明情况，经使用单位主要负责人批准，征得上次承担定期检验或者承担基于风险的检验(RBI)的检验机构同意(首次检验的延期除外)，向使用登记机关备案后，……”。新增也可以征得上次承担基于风险的检验(RBI)的检验机构同意。

#### 【8.3.12 安全附件检验】

按本次修订对安全附件的界定，安全附件检验不再包含对压力表等仪表的检验。新增对快开门压力容器连锁装置的检验要求。

## 四、主要技术内容的变化

### 【8.7 定期检验结论及报告】

#### 【8.7.1 检验结论】

将金属、非金属压力容器的定期检验结论分开描述。

#### 【8.7.2 检验报告】

- 一、仅规定了定期检验结论报告的格式，取消了原定检规中定期检验单项报告格式，由检验机构参照原定检规在其质量体系文件中规定。
- 二、明确检验机构应当妥善保管检验记录和报告，保存期至少6年并且不少于该台压力容器的下次检验周期。

## 四、主要技术内容的变化

### 【8.9 合于使用评价】

取消原固容规7.7(1)中“承担压力容器合于使用评价的检验机构须经过国家质检总局批准”的规定，改为本规程8.9(1)“承担压力容器合于使用评价的检验机构应当经过核准，具有相应的检验资质并且具备相应的专业评价人员和检验能力，具有评价经验，参加相关标准的制修订工作，具备材料断裂性能数据测试能力、结构应力数值分析能力以及相应损伤模式的试验测试能力”。

## 四、主要技术内容的变化

### 【8.10 基于风险的检验(RBI)】

#### 【8.10.1 应用条件】、【8.10.2 RBI的实施】

一、取消大型成套装置的使用单位，应当向国家质检总局提出申请并且经过同意方可应用基于风险的检验(RBI)的规定；改为“申请应用基于风险的检验的压力容器使用单位应当经上级主管单位或者第三方机构(应当具有专业性、非营利性特点并且与申请单位、检验机构无利害关系的全国性社会组织)进行压力容器使用单位安全管理评价，以证明其符合8.10.1要求的条件。

二、明确承担RBI的检验机构须经过国家质检总局核准取得基于风险的检验(RBI)资质；增加要求“从事RBI的人员应当经过相应的培训，熟悉RBI的有关国家标准和专用分析软件”。

三、增加规定申请RBI的使用单位应当提交其通过安全管理评价的各项资料，RBI检验机构应当对收到的申请资料进行审查确认。

四、8.10.2(4)中，对于应用基于风险的检验(RBI)的压力容器，规定由承担RBI的检验机构进行后续的检验工作(包括定期检验)。

## 四、主要技术内容的变化 【第9章“安全附件及仪表”总体说明】

本章主要内容源于原固容规的第8章“安全附件”，主要内容变化不大。本次修订区分了安全附件和仪表的概念，对安全附件和仪表进行了重新界定，压力容器的安全附件包括安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、安全联锁装置等；仪表包括压力表、液位计、测温仪表等。

## 四、主要技术内容的变化

### 附件A：固定式压力容器分类

#### 【A1 压力容器分类】

##### 【A1.1 介质分组】

##### 【A1.2 介质危害性】

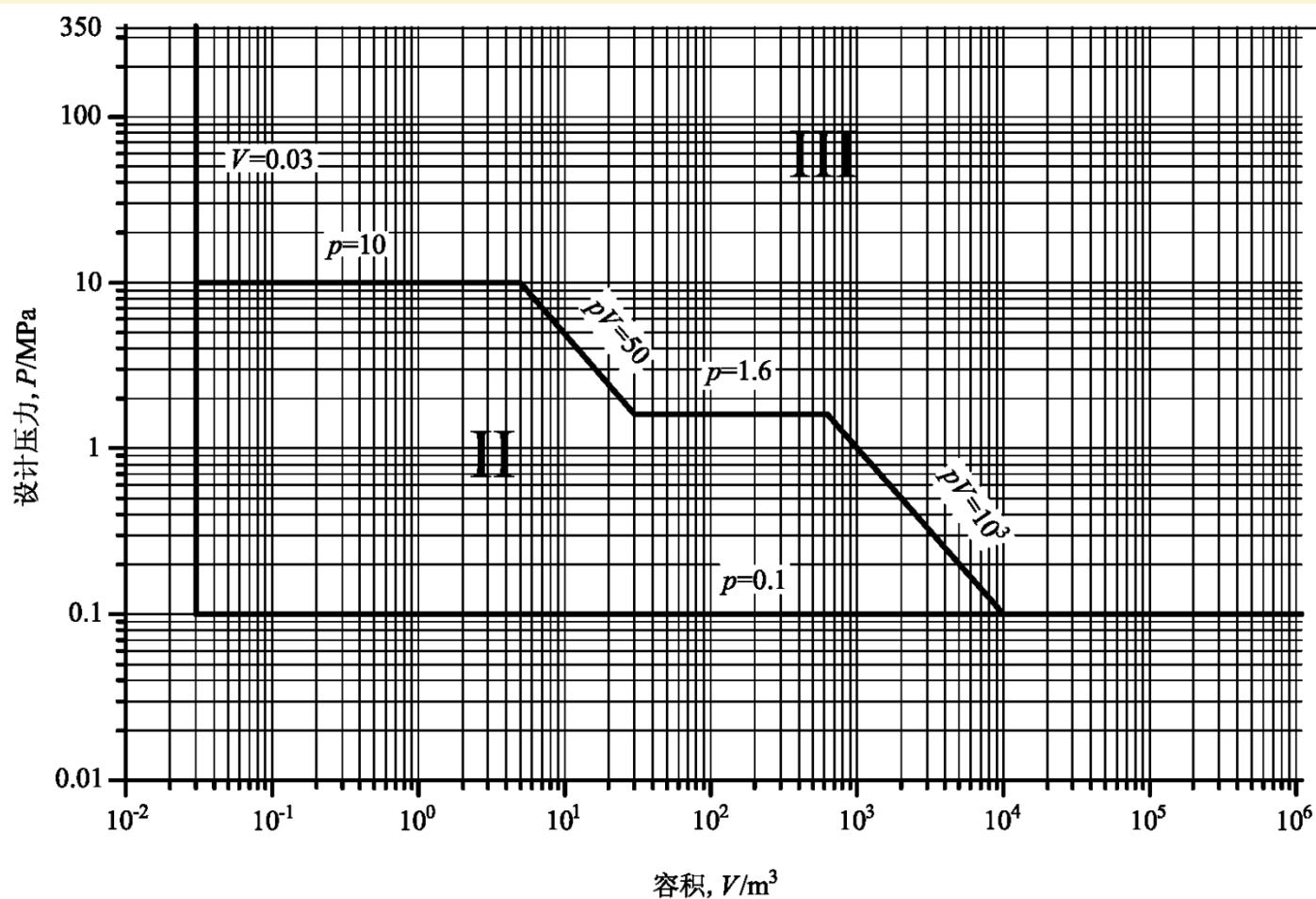
##### 【A1.3 压力容器分类方法】

###### 【A1.3.1 基本划分】

按本规程新的适用范围，修改压力容器类别划分图A-1和A-2，包括超高压容器；简单地说，超高压容器均为第III类压力容器。

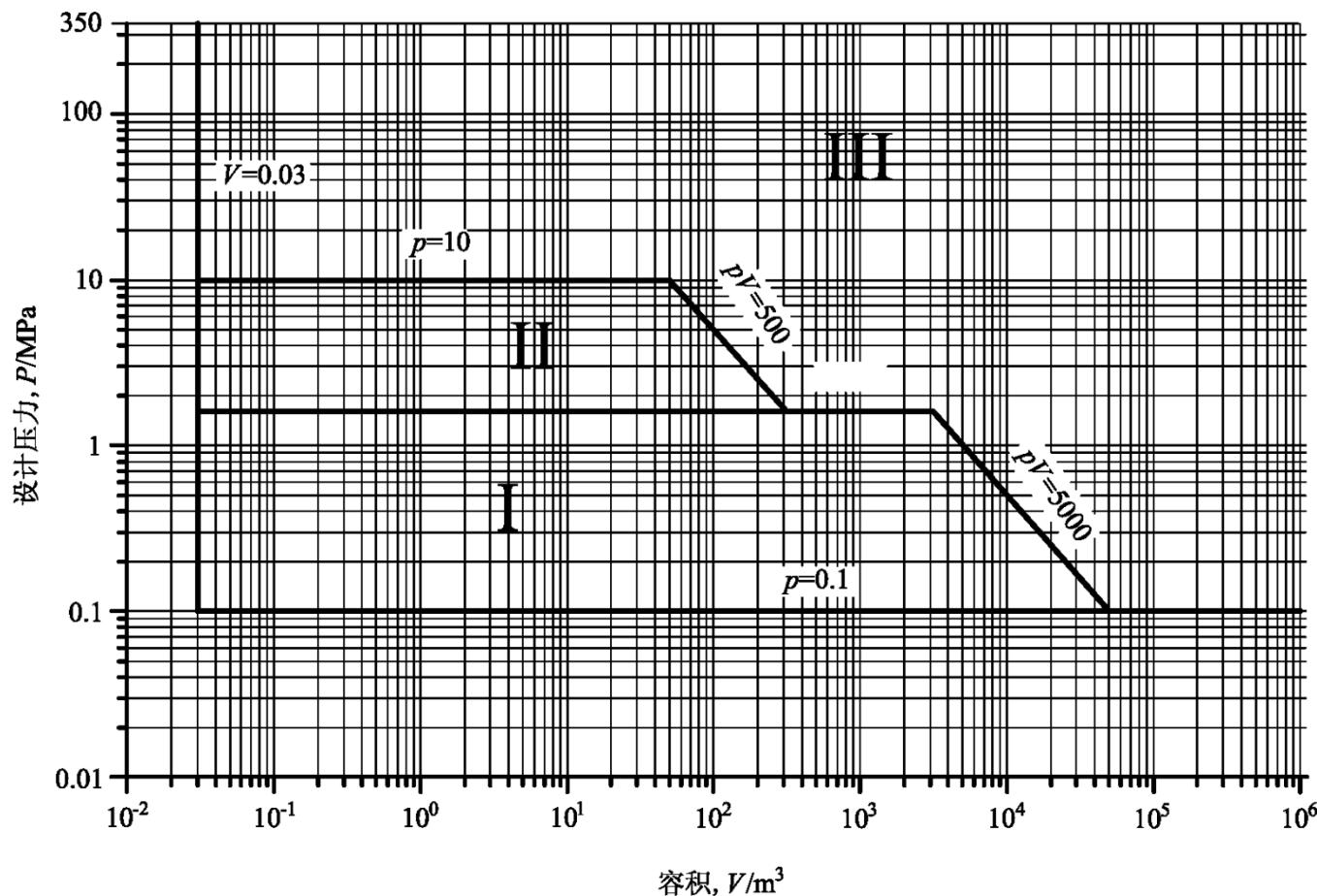
通过本次修订，所有固定式压力容器都应当按照本规程附件A的规定进行类别划分，包括非金属压力容器、超高压容器及简单压力容器，为实现分类监管奠定基础。

TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



图A-1 压力容器分类图——第一组介质

TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



图A-1 压力容器分类图——第二组介质

## 四、主要技术内容的变化

### 附件A：固定式压力容器分类 【A1.3.5 特殊情况的分类】

修改原固容规的A1.3.5(2)，取消原固容规规定1.4范围内的压力容器统一划分为第Ⅰ类压力容器的规定。改为“简单压力容器统一划分为第Ⅰ类压力容器。”修改后1.4.1和1.4.2范围内的压力容器按A1.3.1进行分类。

1.4.1和1.4.2范围内的压力容器主要是在用过程中难以检验或者检验意义不大的，但这些压力容器若盛装危险介质或者参数较高，其危险性依然较大，如果不进行定期检验，更应关注其设计制造过程对安全性能的控制，因此本次修订改变了原固容规统一将其划分为第Ⅰ类压力容器的做法，规定其范围内的压力容器按图A-1或者图A-2进行分类，以保证对不同类别压力容器的设计制造要求在1.4.1和1.4.2范围内的压力容器上得以落实。

## 四、主要技术内容的变化

### 附件A：固定式压力容器分类 【A2 特定形式的压力容器】

一、将简单压力容器的定义放在此条中。本次修订对简单压力容器的界定有所修改：

- ①材料中增加了低合金钢Q345R；
- ②允许介质增加了氢气、二氧化碳、惰性气体以及允许介质的混和气体；同时允许介质中含有不足以改变介质特性的油等成分，并且要求其不得影响介质与材料的相容性；
- ③当内直径小于或者等于550mm时允许采用平盖螺栓连接。

二、给出本规程中提及的其他特定形式压力容器的定义，包括非焊接瓶式容器和储气井。

## 五、容规今后的发展方向

### 1. 在技术上保障二个安全

#### 分阶段的安全目标

建造阶段 质量安全

基于失效模式的设计

基于可靠性的制造

本质安全

使用阶段 生产安全

基于损伤模式识别检验技术

基于风险的检验策略和安全管理

风险可控

## 五、容规今后的发展方向

### 2、推动建立法规标准协调机制

国家的安全法规是国家为保证锅炉和压力容器产品的安全而设立的强制性法规，在任何其管辖范围内的产品都必须遵守它的安全原则；

技术标准应该是推荐性的，规定保证锅炉和压力容器安全所相应的产品质量技术指标。标准所规定的技术指标应该符合技术法规的安全原则，可以指导锅炉和压力容器的设计、建造、检验和验收，是锅炉和压力容器产品建造和贸易中的技术评价平台。

因此，技术标准与技术法规应该是总体协调的，但在作用和关注重点方面是有区别的。

## 原则性和工程性：

### 安全技术法规

- 规定所管辖的产品的最基本的安全要求（ESR – ESSENTIAL SAFETY REQUIREMENTS），因此是原则性要求；
- 安全法规的数量很少，管辖的范围很宽；

### 技术标准

- 除了要符合安全技术法规的基本要求之外，还要规定在工程上满足基本安全要求的具体方法和合格指标。
- 与安全技术法规配套的协调标准很多，涉及到材料、设计计算方法、成形、焊接、无损检测、压力试验、包装运输等一系列技术标准内容。
- 为实现安全技术法规的原则提供具体的实现途径、技术方法和合格指标

## 稳定性和时效性：

- 国家的安全技术法规是国家的行政法规的一部分，其内容的相对稳定不变对行业的安全管理有利；
- 而协调标准是实现产品安全质量的技术规则，要与时俱进适应技术的发展，随时反映行业的综合能力和相应技术的进步。

## 五、容规今后的发展方向

### 3. 推动压力容器产业的质量提升

**强化设计阶段的风险评估技术要求**

基于失效模式的设计

基于介质状况和制造工艺的技术要求

基于风险的事故应急预案

**强化制造阶段的质量计划技术要求**

基于法规、标准要求和制造商的质量体系

基于用户要求和设计要求

基于经过验证的特殊过程工艺规范。

**强化监督检验的技术要求**

人员能力要求；设计、特殊工艺验证、质量控制方法

法规与标准规定程序的执行要求

基于质量计划的监督检验节点控制

## 五、容规今后的发展方向

### 4、推动压力容器产业的国际化进程

加速材料的国际化互认

技术内容和规则更加国际化

英文版工作

广泛参与国际活动

## 五、容规今后的发展方向

### 5. 完善技术内容

气密性试验是否需要必须将安全附件安装齐全；  
安全阀校验周期问题；  
接管角焊缝的无损检测问题；是否可以提出明确要求；  
无损检测合格要求中技术等级的要求需协调一致；  
加强对各类安全附件的性能、装设提出基本要求；  
加强按介质危害程度、按失效模式提出针对性基本要求；  
安全系数问题（铸铁、铸钢、非金属）。

## 六、结束语

1. 容规是第一个大规范，涉及行业的各个环节，引起行业的广泛关注。由于其强制性执行的特点，面对行业中出现的各种技术和管理现象，必然会有不能涵盖和解决的问题。希望全行业认真执行容规，及时反馈执行过程中的问题，及时解决这些问题。
2. 容规是一个安全技术规范，其基础是行业的科研结果和工程经验。在新技术日新月异的时代，我们需要不断研究和调研，夯实法规的技术基础，从而规范行业的技术和管理行为，推动产业健康发展。
3. 以上宣贯内容是编辑组对容规编制过程和变化内容的介绍，不是对容规的正式解释。如果在执行的过程中有疑义，可以通过正常渠道反映，特设局负责解释。

TSG 21—2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》  
修订说明



2006 9 18

# Questions ?

谢谢！

