TSG 特种设备安全技术规范 TSG R0002–2005

超高压容器安全技术监察规程

Super-high Pressure Vessel Safety and Technical Supervision Regulation

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2005年11月8日

目　录

第一章　总　则 …… (1)
第二章　材　料 …… (2)
第三章　设　计 …… (3)
第四章　制　造 …… (5)
第五章　使用与管理 …… (8)
第六章　定期检验 …… (9)
第七章　安全附件 …… (11)
第八章　附　则 …… (12)

附件 1　超高压容器爆破压力及壁厚计算公式(补充件) …… (13)
附件 2　超高压容器产品质量证明书(参考件) …… (15)
附件 3　超高压容器产品铭牌和注册铭牌(补充件) …… (24)
附件 4　超高压容器档案卡片(补充件) …… (25)
附件 5　特种设备代码编号方法 …… (26)

超高压容器安全技术监察规程

第一章 总 则

第一条 为了保证超高压容器的安全运行，防止和减少事故，保障人民群众生命和财产的安全，根据《特种设备安全监察条例》的有关规定，制定本规程。

第二条 本规程是超高压容器安全的基本要求。超高压容器的生产（含设计、制造、安装、改造、维修，下同）、使用、检验检测及其监督检查，应当遵守《特种设备安全监察条例》的有关规定，并且满足本规程的要求。

第三条 本规程的适用范围如下：

（一）设计压力大于或者等于 100MPa（表压，不含液体静压，下同），且设计压力与容积的乘积大于或者等于 2.5MPa·L 的气体、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的超高压容器；

（二）超高压容器与外部管道或者装置用螺纹连接的第一个螺纹接头、法兰连接的第一个法兰密封面、专用连接件或者管件连接的第一个密封面；

（三）超高压容器开孔部分的承压盖及其紧固件；

（四）超高压容器所用的爆破片（帽）、压力表、测温表等安全附件。

第四条 本规程不适用于下列超高压容器：

（一）军事装备、核设施、航空航天器、铁路机车、海上设施和船舶使用的超高压容器；

（二）机器上非独立的超高压部件（如超高压压缩机、超高压泵的缸体等）；

（三）强度和密封性能试验研究用超高压容器。

本规程第六章不适用于绕丝式超高压容器。

第五条 超高压容器产品设计、制造应当符合相应标准的要求。直接采用国际标准或者国外先进标准的应当先将其转化为企业标准。无相应标准的，不得进行超高压容器产品的设计和制造。

第六条 研制和开发超高压容器产品，其技术要求与本规程规定不一致时，制造单位应在试验研究的基础上，提出结论性报告，约请有检验检测资格的第三方对其安全性能进行检验检测。检测合格后，可以投入正式制造。

采用新材料制造超高压容器应当满足本规程第十六条规定。

第七条 进、出口超高压容器除满足本规程外，还应当满足国家质量监督检验检疫总局（以下简称国家质检总局）颁布的《锅炉压力容器制造监督管理办法》的规定。

第八条 本规程以下术语的含义是：

(一)最高工作压力,系指在正常使用过程中,容器顶部可能出现的最高压力。

(二)设计压力,系指设定的容器顶部的压力,与相应的设计温度一起作为设计载荷的条件,并作为超压释放装置调定压力的基础,其值不得小于容器的最高工作压力。

(三)试验压力,系指容器耐压试验压力。

(四)设计温度,系指容器在正常工作情况下,设定的受压元件的金属温度(沿元件金属截面的温度平均值),与相应的设计压力一起作为设计载荷的条件。

(五)主要受压元件,系指筒体、端盖、卡箍、螺塞、堵头等承受压力载荷作用的元件。

(六)爆破安全系数,系指容器理论爆破压力除以容器的设计压力所得的数值。

(七)自增强处理,系指通过超压或者超应变处理,在厚壁压力容器中产生对强度有利的残余应力的一种方法。

第二章 材 料

第九条 超高压容器用材料的质量及规格应符合相应的国家标准、行业标准的规定。材料生产单位必须保证材料质量,按规定提供质量证明书(原件),并在材料指定部位或其他明显的部位做出清晰、牢固的标志。

第十条 制造超高压容器的锻件的技术要求、试验方法和检验规则应符合国家标准或行业标准规定,同时应满足本规程的要求。

第十一条 制造超高压容器用锻件,磷含量(熔炼分析,下同)应小于或者等于0.012%,硫含量应小于或者等于0.008%,并严格控制钢中的气体(如氢、氧、氮等)及有害痕量元素(如砷、锡、锑、铅、铋等)的含量。

第十二条 制造超高压容器主要受压元件锻件的生产单位,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、断裂韧性(K_{1c})和50%纤维断口转变温度(FATT)。

断后伸长率 A 大于或者等于16%;断面收缩率大于或者等于40%;夏比(V型缺口)冲击功大于或者等于41J,断裂韧性大于或者等于120MPa $\sqrt{m}$。当改变冶炼、锻造或者热处理工艺时,应提供锻件的 K_{1c}和FATT值。

当设计温度超过250℃时,还应提供设计温度下的屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和断面收缩率。

力学性能的试样应取自经性能热处理后的锻件的冒口端,端部应当切除至少2/3壁厚的余料,试样取样位置为试样中心线距表面1/2壁厚处,取样方向应为横向。无法取横向试样时,可以取纵向试样,但应当考虑材料横向和纵向性能的差异。

第十三条 制造超高压容器主要受压元件的锻件应按GB/T 226《钢的低倍组织缺陷及酸蚀试验法》进行低倍组织检查,不允许存在裂纹、白点、气孔、夹杂等缺陷,并且按GB/T 1979《结构钢低倍组织缺陷评定图》评级,要求一般疏松不超过2级,偏析不超过

2级。

第十四条 制造超高压容器主要受压元件锻件的锻造比应不小于3,采用电渣重熔冶炼时,其锻造比可不小于2。锻件性能热处理后应进行力学性能检验、硬度测定、晶粒度及非金属夹杂物检查。按GB/T 6394《金属平均晶粒度测定法》检验,锻件晶粒度应当为5级或5级以上。非金属夹杂物按GB/T 10561《钢中非金属夹杂物显微评定法》检验,硫化物类应小于或者等于2级,氧化物类应小于或者等于2级,二者之和应小于或者等于3.5级。

第十五条 超高压容器新材料生产单位应当约请具有检验检测资格的第三方进行检验检测,并且将技术评定文件和检测报告,提交国家质检总局委托的技术机构进行技术评审,合格后方可试用。通过一定周期的使用验证,满足安全要求后,新材料生产单位将评定文件、检测报告、评审结论和试用总结报告报国家质检总局备案。

技术评定文件至少应包括以下内容:

(一)生产单位具备的冶炼设备、锻制设备、热处理设备和检测设备等设备的清单;

(二)钢的化学成分设计技术依据;

(三)根据使用要求,按标准试验方法试验得到的,包括常温拉伸试验数据、夏比(V型缺口)冲击功、高温拉伸试验数据(使用温度在室温以下的除外,试验温度范围为室温至设计温度力学性能数据)、50%纤维断口转变温度、断裂韧性等力学性能数据,以及超高压容器制造工艺(热处理和冷、热成形)对钢材力学性能影响的试验报告等;

(四)钢对使用介质的耐腐蚀试验报告(仅对耐腐蚀用钢);

(五)相变点、弹性模量、线膨胀系数、热传导系数等物理参数;

(六)钢的试制技术条件。

第十六条 采用国外材料制造超高压容器时,应当符合以下要求:

(一)所选用的材料应当是国外已有使用实例的超高压容器用钢,并且有材料质量证明书(原件),其技术要求不得低于本规程规定的技术指标。

(二)制造单位首次使用前,应对化学成分、力学性能进行复验,满足使用要求后,方能投料制造。

第三章 设 计

第十七条 超高压容器设计单位,应当持有国家质检总局颁发的相应范围的特种设备设计许可证。

第十八条 超高压容器设计单位,应当向用户(指超高压容器制造单位或者超高压容器使用单位,下同)提供设计图样、技术条件、设计计算书,以及设计、安装、使用说明书。

对装设爆破片(帽)装置的超高压容器,设计单位还应向用户提供超高压容器安全泄

放量、爆破片(帽)泄放面积的计算书。无法进行计算时,应当征求超高压容器使用单位的意见,协商选用爆破片(帽)。

第十九条 超高压容器应当满足强度设计要求,并保证制造质量的可检验性和使用的安全性。

第二十条 设计超高压容器时,应当考虑在预期的使用寿命内,其温度、介质、加载速率等环境因素对材料性能的影响,以满足超高压容器全寿命安全运行的要求。对存在腐蚀、冲蚀的超高压容器主要受压元件,应当有足够的厚度裕量。

第二十一条 超高压容器的设计计算,应当按国家标准、行业标准或者企业标准的有关规定执行。计算文件应当经设计单位总工程师或者超高压容器设计技术负责人批准。

第二十二条 超高压容器的设计压力不得低于最高工作压力。装有爆破片(帽)的超高压容器,其设计压力不得低于爆破片(帽)的标定爆破压力。

第二十三条 超高压容器的最高壁面温度不得高于钢材允许的使用温度。

第二十四条 超高压容器的设计总图上,必须加盖超高压容器设计资格印章(复印章无效)。

设计总图上应当有设计、校对、审核(定)人员的签字,并且由设计单位总工程师或者超高压容器设计技术负责人批准。

第二十五条 超高压容器的设计总图上,至少应当注明以下内容:

(一)超高压容器名称;

(二)主要受压元件材料牌号及材料要求;

(三)设计条件(包括设计温度、设计压力、介质、腐蚀裕量等);

(四)主要特性参数(包括设计使用寿命,以及容积、净质量、总质量等);

(五)热处理要求;

(六)防腐蚀、冲蚀处理要求(必要时);

(七)耐压试验要求(包括试验压力、介质等);

(八)无损检测要求;

(九)安全附件的规格和订购的特殊要求;

(十)超高压容器铭牌的位置;

(十一)包装、运输和安装的要求(必要时);

(十二)其他特殊要求。

第二十六条 超高压容器的设计计算书,至少应包括筒体静强度计算书、主要受压元件应力分析报告书。

第二十七条 超高压容器的筒体静强度设计,采用爆破失效设计准则。超高压容器的爆破安全系数,当按材料的拉伸试验数据计算爆破压力时,应取大于或者等于3.0;当

按材料扭转试验数据计算爆破压力时，应取大于或者等于 2.7。

第二十八条 超高压容器的爆破压力可按材料的拉伸试验数据或者按材料的扭转试验数据进行计算，其计算公式见附件 1。

超高压容器的壁厚计算公式见附件 1。

第二十九条 自增强处理的超高压容器，其内表面的残余环向应变不得超过 2%。

第四章 制 造

第三十条 超高压容器制造单位应当持有国家质检总局颁发的 A1 级压力容器范围的特种设备制造许可证，并且按照批准的品种范围制造。

第三十一条 制造单位应当严格按照设计图样和技术条件制造。对设计的修改和主要受压元件材料的改变，应当事先取得设计单位的修改设计证明文件，对改动部位应当有详细记载，并且存档备案。

第三十二条 制造单位对外协的超高压容器筒体锻件，应按材料标准逐件进行复验。复验项目包括：化学成分、力学性能、低倍组织、晶粒度、非金属夹杂物和无损检测。对外协的其他主要受压元件用锻件，应由外协单位提供齐全的锻件材料质量证明书和检验报告。

第三十三条 单层超高压容器的筒体热处理后，必须进行力学性能测试，其结果应当符合技术条件和本规程的要求，并且应该在筒体外壁上均布划出 5 个与筒体轴线相垂直的环线，在每个环线上均布取 4 点，做硬度检查，硬度最高值与最低值差（ΔHB），环线间各点应当不大于 40；同一环线上各点不大于 20。

多层超高压容器的各单层筒体或者内筒热处理后，必须进行力学性能测试，其结果应当符合技术条件和本规程的要求。

第三十四条 超高压容器的无损检测应当符合本规程的有关规定，并且满足有关标准、设计图样和技术文件的要求。

（一）无损检测人员应当按照国家质检总局的规定，取得Ⅱ级或者Ⅱ级以上资格证书，并且具有压力容器锻件的无损检测经验。超声检测报告应当由取得Ⅲ级资格证书者复核后签发。

（二）超高压容器的筒体在制造期间（耐压试验之前），至少应当做两次 100% 的超声波检测（调质热处理前后各一次）。调质热处理后必须同时做纵、横波超声波检测。其他主要受压元件应当做一次 100% 的超声波检测。筒体外表面应当进行 100% 的磁粉检测或者渗透检测。无损检测按有关标准或者技术文件规定的方法执行。

（三）超声波检测验收应当符合以下要求：

1. 超高压容器筒体及主要受压元件超声波检测灵敏度为 ø2mm 当量直径；

2. 超高压容器筒体不允许有大于 ø3mm 当量直径的单个缺陷或者 ø2mm 以及大于

ø2mm 当量直径缺陷密集区存在，在距离筒体内表面或开孔部位边缘 50mm 范围内不允许有大于或者等于 ø2mm 当量直径单个缺陷存在；

3. 其他主要受压元件不允许有大于 ø3mm 当量直径的单个缺陷；

4. 可以采用其他不同的超声波检测方法，但是验收要求不得低于本规程规定。

注：缺陷密集区，系指当荧光屏扫描线上相当于 50mm 的声程范围内同时有 5 个或 5 个以上的缺陷反射信号，或者在 50mm×50mm 的探测面上发现同一深度范围内有 5 个或 5 个以上缺陷反射信号。

（四）磁粉（渗透）检测验收应当符合以下要求：

1. 不允许有裂纹、白点、气孔和折皱等缺陷存在。不允许存在长度大于 2mm 的线性缺陷或者直径大于 4mm 的圆形缺陷；

2. 发现 4 个或者 4 个以上呈线状分布的线性或者圆形缺陷时，其相邻缺陷首尾相距不得超过 1.6mm。

注：线性缺陷指长度与宽度之比大于 3，并且长度尺寸大于或者等于 1.6mm 的缺陷；圆形缺陷指长度与宽度之比等于或者小于 3，并且长度尺寸大于或者等于 1.6mm 的缺陷。

（五）制造单位应当认真做好无损检测的原始记录，准确详细填写报告，有关报告和资料保存期限不应当少于 7 年。

第三十五条 超高压容器的机械加工应当符合以下要求：

（一）超高压容器主要受压元件和密封件应当按照规定程序批准的产品图样和工艺规程进行加工；

（二）筒体精加工后内壁表面及密封面粗糙度 R_a 一般应当小于或者等于 0.8μm（经过设计单位同意后可以取 1.6μm），外壁表面粗糙度应当小于或者等于 3.2μm（管式超高压容器的外表面粗糙度 R_a 应当小于或者等于 1.6μm）。盲孔型超高压容器的筒体内壁表面形状突变部位应该圆滑过渡，并且粗糙度 R_a 应当小于或者等于 3.2μm；

（三）对于管式超高压容器，在机械加工后应该进行直线度和壁厚差检验，其结果应当符合产品图样的要求；筒体外表面不允许有深度大于 0.25mm 的缺陷存在。

第三十六条 不得对超高压容器主要受压元件施行焊接。

第三十七条 对于需要采用自增强处理的超高压容器，应当按照设计要求和工艺规程进行，并且采用适合的手段测量筒体的残余应变值。自增强处理后的筒体可以按照设计要求进行稳定化热处理。自增强处理后应当进行 100% 超声检测，检测结果应满足第三十五条的要求。

第三十八条 超高压容器加工完毕后应当进行耐压试验。耐压试验应当制定严密的试验程序和要求，试验场地应当有可靠的安全防护设施和适用的消防器材，附近不得有火源，并且必须经过单位技术负责人和安全技术部门检查认可。

耐压试验期间，无关人员不得在试验场地停留。

第三十九条 超高压容器的耐压试验应当按照本条要求进行。

(一)耐压试验压力 p_T 按照以下公式计算：

$$p_T = \eta p \frac{R_{p0.2}}{R^t_{p0.2}}$$

式中：p——超高压容器的设计压力(对于在用超高压容器可取最高工作压力)，MPa；

η——耐压试验压力系数，可取 $\eta = 1.10 \sim 1.25$(设计压力高时取低值，设计压力低时取高值，一般取 1.12，但 p_T 值不应该超过 $1.5p$)；

$R_{p0.2}$——试验温度下材料的屈服强度的下限值，MPa；

$R^t_{p0.2}$——设计温度下材料的屈服强度的下限值，MPa。

(二)试验介质一般采用煤油和变压器油混合液或者设计图样要求的试验介质。

(三)耐压试验时，超高压容器壁温和试验用介质温度应不至于引起容器的脆性破坏，一般不得低于 15℃。

(四)超高压容器中应先充满液体，排净滞留在容器内的气体。容器外表面应当保持干燥，等容器壁温与液体温度接近时，先缓慢升压至规定试验压力的 10%，保压5～10min，并对所有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%逐级缓慢升压至设计压力，每级保压3～5min，确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力，根据容器容积大小保压10～30min，然后将压力缓慢降到设计压力保压并进行检查。检查期间压力应当保持不变，不得采用连续加压方法维持试验压力不变。确认无泄漏后再按升压级差缓慢逐级卸压。升压或者降压时每级保压时间内，压力读数应当保持不变，不得带压调整紧固件。

(五)耐压试验应当安装两个量程相同、经校验合格的压力表，并且装在试验装置上便于观察的位置。

(六)耐压试验后应当及时将试验介质排净，并且将容器内外表面清理干净，不得有锈痕。

第四十条 耐压试验的超高压容器，符合以下要求为合格：

(一)试验过程中无渗漏。

(二)各元件无可见的异常变形。

(三)试验过程中无异常响声。

(四)设计有要求时，应当测量容器筒体外径的残余变形(在距端部 1/4、1/2 和 3/4 筒体长度处测量)，其值不得超过筒体外直径的万分之一，且不超过 0.05mm。

(五)耐压试验后，应对单层筒体进行超声波检测和表面磁粉检测或者渗透检测(内直径小于 500mm 的筒体只进行外表面检测)。超声波检测比例不少于 20%；表面检测的比例为 100%。检测结果应满足本规程第三十四条的要求。

第四十一条 超高压容器出厂时，制造单位应当向用户提供以下技术文件和资料：

(一)竣工图样(如果在原蓝图上修改，应当有修改人、技术审核人确认标志)、技术条

件和设计计算书；

（二）产品质量证明书（见附件2）；

（三）爆破片（帽）装置等安全附件的使用说明书；

（四）产品安全质量监督检验证书；

（五）设计、安装、使用说明书。

第四十二条 制造单位必须在超高压容器的明显部位装设产品铭牌和注册铭牌（见附件3），并且符合《锅炉压力容器使用登记管理规则》的规定。未装产品铭牌的超高压容器不得出厂。

第四十三条 超高压容器的制造过程，必须经国家质检总局核准的检验检测机构按照本规程的要求进行监督检验，未经监督检验或者监督检验不合格的，不得出厂或者交付使用。

第五章 使用与管理

第四十四条 超高压容器的使用单位，应当使用符合本规程要求的超高压容器。超高压容器投入使用前，使用单位应当核对是否附有竣工图样、设计计算书、产品质量证明书、产品安全质量监督检验证书、安装及使用说明书、安全附件使用说明书等文件。

第四十五条 超高压容器使用单位的主要负责人，必须对超高压容器的安全全面负责。超高压容器使用单位应当建立健全超高压容器安全管理制度、安全责任制度和安全操作规程，制定超高压容器事故应急措施和救援预案，按照规定办理使用登记。

第四十六条 超高压容器的使用单位，必须建立包括以下内容的超高压容器安全技术档案：

（一）超高压容器档案卡（见附件4）；

（二）超高压容器设计计算书、竣工图样、产品质量证明书、产品安全质量监督检验证书、使用维护说明等技术文件和资料；

（三）超高压容器定期检验和定期自行检查的记录；

（四）超高压容器日常生产记录；

（五）超高压容器及其安全附件、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；

（六）超高压容器维修记录和质量证明文件；

（七）超高压容器运行故障和事故记录及处理报告。

第四十七条 超高压容器使用单位应当对超高压容器进行日常维护保养，以及定期自行检查，并做出记录。

第四十八条 超高压容器使用单位，应当对超高压容器作业人员及其相关管理人员（以下简称超高压容器作业人员）进行超高压容器安全教育和培训，保证超高压容器作业

人员具备必要的超高压容器安全作业知识。

超高压容器作业人员应当按照《特种设备作业人员监督管理办法》的规定，经考核合格取得《特种设备作业人员证书》，在作业中应当严格执行超高压容器的操作规程和有关的安全管理制度。

第四十九条 超高压容器内部有压力时，不得进行任何维修、紧固或者拆卸工作。

超高压容器需要维修时，使用单位应当委托具有超高压容器制造许可资格或者具有超高压容器维修许可资格的单位承担。

修理单位应保证超高压容器的安全使用要求，并出具质量证明文件。

第六章 定期检验

第五十条 超高压容器使用单位应当按照规定，做好年度检查和定期检验工作。未经年度检查、定期检验或者定期检验不合格的超高压容器不得继续使用。

第五十一条 年度检查，是指超高压容器运行过程中的在线检查或者生产周期检验。检查工作可以由检验机构持证的压力容器检验人员进行，也可由使用单位取得特种设备作业人员证的超高压容器管理人员进行。检查工作由使用单位的安全技术部门负责实施。年度检查报告书由检查人填写、签字，并存档备查。

年度检查每年至少一次。

第五十二条 超高压容器的定期检验分为全面检验和耐压试验。

(一)全面检验，是指在超高压容器停机时的检验。全面检验由检验机构持证的压力容器检验师进行。无损检测人员资格和超声波检测结果应满足本规程第三十四条的要求。

(二)耐压试验，是指超高压容器全面检验合格后，所进行的液压试验。耐压试验由有资格的检验机构负责，使用单位协助配合实施。

第五十三条 超高压容器的定期检验周期应当根据超高压容器的安全状况和使用条件确定，其检验周期如下：

(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3~6年至少进行一次；

(二)耐压试验，每10年至少进行一次。

第五十四条 有以下情况之一的，超高压容器全面检验周期应当缩短：

(一)介质对器壁的腐蚀情况不明，设计者所确定的腐蚀数据不准确；

(二)首次检验；

(三)使用环境恶劣，使用超过12年，经技术鉴定并且和检验机构协商，确认不能按正常检验周期检验；

(四)使用单位或检验机构由于其他原因认为应该缩短周期。

超高压人造水晶釜使用超过12年后，每年至少应当进行一次全面检验。

第五十五条 超高压容器，经过全面检验合格后，有以下情况之一的，应当进行耐压试验：

（一）更换和修理主要受压元件的；

（二）改变使用条件，超过原设计参数并且经过强度校核合格的；

（三）停止使用1年后重新使用的；

（四）从外单位移装或者本单位移装的；

（五）使用单位或检验机构对超高压容器的安全性能有怀疑的。

第五十六条 超高压容器进行全面检验前，应当做好以下工作：

（一）将被检容器内部介质排放、清理干净，用盲板从被检容器的第一道法兰处隔断所有介质的来源，并且设置明显的隔离标记；

（二）内有易燃、有毒介质的被检超高压容器，使用单位必须进行置换、中和、清洗、消毒和取样分析，分析结果必须达到有关规范标准的规定；

（三）切断与容器有关的电源，设置明显的安全标志。

第五十七条 超高压容器年度检查项目应当至少包括以下内容：

（一）隔热层、铭牌是否完好；

（二）外表面有无裂纹、变形、局部过热等不正常现象；

（三）密封部位有无泄漏；

（四）安全附件是否齐全、可靠；

（五）紧固螺栓是否完好；

（六）壁厚是否符合规定。

第五十八条 超高压容器的全面检验项目至少应包括以下内容：

（一）第五十七条中规定的年度检查的全部项目；

（二）制造技术条件、运行记录和历次年度检查、全面检验记录是否完善；

（三）容器的内外表面、开孔处等部位有无腐蚀、冲蚀等现象，应力集中部位有无裂纹；

注：对有怀疑的部位，用放大镜检查或者无损检测；若发现缺陷，应该认真分析产生的原因，并且用打磨的方法消除缺陷。打磨处应当圆滑，粗糙度应当符合第三十五条要求，并且打磨的深度不得影响安全使用，必要时应当进行强度校核；对于内直径小，检验人员无法进入内部检验的超高压容器，可用内窥镜、管道爬行检查仪等方法进行内部检验。

（四）应按第三十四条的要求对容器筒体进行100%的超声波检测和不少于30%的表面检测（对内径小于500mm的筒形容器可从外表进行检测）；

（五）容器内壁如果由于温度、压力的作用，可能引起金属材料金相组织变化时，应当进行金相检验（内直径小于500mm的容器除外），并且按第三十三条规定测量表面硬度；

（六）带螺纹的主要受压元件，应当进行宏观检查（螺纹、圆角过渡部位、长度等），并

且用磁粉或者渗透检查有无裂纹。

第五十九条 超高压容器的耐压试验应当符合以下规定：

(一)按照第五十三、五十五条要求，确定是否进行耐压试验；

(二)按照第五十八条进行全面检验；

(三)符合第三十九、四十条的规定(使用温度超过300℃时，可取 $\eta=1.05$)；

(四)耐压试验场地和设备经使用单位安全部门和检验机构认可，并且报当地质量技术监督部门备案；

(五)试验报告书上应有在场检查的压力容器检验师签字。

第六十条 超高压容器定期检验后，检验机构应当出具检验报告。检验结论分为继续使用和判废。检验机构应当对检验结果和检验结论负责。

继续使用的超高压容器，应当按第五十三条的规定，确定下次检验时间。

符合以下情况之一的超高压人造水晶釜应当判废：

(一)主要受压元件材质不清；

(二)主要受压元件内、外表面发现裂纹，未做修磨和修磨后强度核算不能满足要求；

(三)主要受压元件发现穿透性裂纹；

(四)主要受压元件材质发生劣化，影响安全运行；

(五)底部严重变形；

(六)从距釜体内表面20mm处至外表面的壁厚范围内，存在埋藏缺陷，经过检验发现缺陷已经扩展；

(七)容器本身原因引起耐压试验不合格；

(八)其他影响安全运行的缺陷。

其他超高压容器的判废，可参照由省级以上质量技术监督部门认可或者批准的有关规定执行。

第六十一条 因特殊情况不能按定期检验周期或者项目进行检验时，使用单位必须申明理由，经单位安全部门和技术负责人批准，提前提出申请，报办理超高压容器使用登记的质量技术监督部门同意后，方可延长检验时间或者减少检验项目。检验周期的延长期不得超过12个月。

第七章 安全附件

第六十二条 超高压容器应当装设压力表(或压力传感器)、爆破片(帽)、测温仪表和超温或超压报警装置等安全附件。

爆破片(帽)装置由超高压容器制造单位在产品出厂时配置。

第六十三条 安全附件的设计、制造应当符合本规程和相应标准的规定。实行制造许可的安全附件必须由持有国家质检总局颁发的特种设备制造许可证的制造单位制造。

制造和使用超高压容器的单位必须选用有制造许可证单位生产的产品。

第六十四条 超高压容器运行中，使用单位应当确保安全附件齐全、灵敏、可靠。对易燃、有毒、腐蚀等介质的超高压容器，应当在爆破片(帽)的排出口装设导管，使有害介质排放到安全地方，并且作妥善处理。爆破片(帽)和具有高温条件的超高压容器连接时，其间应装有效的隔离散热装置。

第六十五条 安全附件应当实行定期校验、检修制度。爆破片(帽)应当定期更换，对于超过爆破片(帽)标定爆破压力而未爆破的应当立即更换；在苛刻条件下使用的爆破片装置应当每年至少更换一次；一般爆破片装置应当在2~3年内更换(制造单位明确可延长使用寿命的除外)。

第六十六条 压力表选用应当符合以下要求：

(一)应当与超高压容器内的介质相适应；

(二)精度不低于1.6级；

(三)表盘刻度极限值为容器最高工作压力的1.5~2.0倍，表盘直径一般应大于或者等于150mm。

第六十七条 压力表的校验和维护应当符合国家计量部门的有关规定。压力表在安装前应当进行校验，合格后在刻度盘上划出指示最高工作压力的红线。压力表校验后应当由校验单位加铅封，并且注明下次校验日期。

第六十八条 压力表的安装应当符合以下要求：

(一)装设位置应当便于操作人员观察和清洗，并且避免受到辐射热、冻结或者震动的影响；

(二)与超高压容器之间应当装有适当的缓冲装置；

(三)应当装有防护罩，防止爆破伤人。

第六十九条 需要控制壁温的超高压容器，必须装设壁温测温仪表。测温仪表在容器上的装设位置、数量应当满足温度控制和设计的要求。测温仪表应当按国家计量部门规定的期限校验。

第八章 附 则

第七十条 本规程由国家质检总局负责解释。

第七十一条 本规程自2006年1月1日起施行。1993年12月6日原劳动部颁布的《超高压容器安全监察规程(试行)》同时废止。

附件 1

超高压容器爆破压力及壁厚计算公式

（补充件）

一、超高压圆筒容器爆破压力的计算

（一）按材料拉伸试验数据计算

$$p_b = \frac{2}{\sqrt{3}} R_{p0.2}\left(2 - \frac{R_{p0.2}}{R_m}\right)\ln K \tag{1-1}$$

式中：p_b——爆破压力，MPa；

R_m——材料在常温下的抗拉强度下限值，MPa；

$R_{p0.2}$——材料在常温下的屈服强度的下限值，MPa；

K——容器外径与内径之比。

（二）按材料扭转试验数据计算

$$\begin{aligned} p_b = {} & A\left[v^{\frac{1}{2}}\left(2 - \frac{v}{3}\right) + \left(\frac{v^{2.5}}{30}\right) - \frac{v^{4.5}}{3240}\right]_{v_i}^{v_o} + \\ & B\left[v^{\frac{1}{4}}\left(4 - \frac{v}{2.5}\right) + \left(\frac{v^{2.25}}{27} - \frac{v^{4.25}}{3060}\right)\right]_{v_i}^{v_o} + \\ & C\left[v^{\frac{1}{8}}\left(8 - \frac{v}{2.25}\right) + \left(\frac{v^{2.125}}{25.5} - \frac{v^{4.125}}{2970}\right)\right]_{v_i}^{v_o} \end{aligned} \tag{1-2}$$

式中：A, B, C——用 $\tau = Av^{1/2} + Bv^{1/4} + Cv^{1/8}$ 去拟合材料切应力切应变曲线所得的常数；

v_i, v_o——容器内、外壁切应变，按公式（1－3）和公式（1－4）用试差法计算。

$$e^{v_i} - 1 = K^2(e^{v_o} - 1) \tag{1-3}$$

$$\frac{Av_i^{\frac{1}{2}} + Bv_i^{\frac{1}{4}} + Cv_i^{\frac{1}{8}}}{Av_o^{\frac{1}{2}} + Bv_o^{\frac{1}{4}} + Cv_o^{\frac{1}{8}}} = e^{v_i - v_o} \tag{1-4}$$

$$\tau = Av^{\frac{1}{2}} + Bv^{\frac{1}{4}} + Cv^{\frac{1}{8}} \tag{1-5}$$

（三）超高压圆筒容器爆破压力按材料扭转试验数据计算的具体步骤

1. 根据超高压圆筒容器材料的切应力切应变 $\tau - v$ 曲线（此曲线由该材料扭转试验数据求得），在塑性段取三组切应力和切应变，代入公式（1－5），求得三个常数 A, B, C。

2. 根据公式（1－3）和公式（1－4），通过试差法确定超高压圆筒容器直径比为 K 的容器的内外壁切应变 v_i 和 v_o。

3. 将 v_i, v_o 之值代入公式（1－2），即可求得爆破压力 p_b。

（四）多层套合圆筒的爆破压力

各层材料相同时，按单层圆筒考虑；各层材料不同时，按各层材料分别计算，然后叠加或者其强度按各层材料的壁厚比例综合考虑，再按单层圆筒方法计算。

二、超高压圆筒容器设计压力和壁厚计算

(一)设计压力

设计压力 p 按下式计算：

$$p=\phi(p_b/n_b) \tag{1-6}$$

式中：n_b——爆破安全系数；

ϕ——设计温度下材料强度减弱系数。

按拉伸试验数据计算圆筒容器爆破压力时，取 $n_b\geqslant3$；按扭转试验数据计算圆筒容器爆破压力时，取 $n_b\geqslant2.7$。

一般低合金钢及高强度钢的 ϕ 值见表 1－1 所示，设计时 ϕ 不得高于表 1－1 中相应的 ϕ 值。设计温度大于 250℃时，须以设计温度下材料的抗拉强度和屈服强度为基准进行设计。

表 1－1

设计温度 θ/℃	ϕ 值
$-20<\theta\leqslant50$	1
$50<\theta\leqslant150$	$1-(\theta-50)/1000$
$150<\theta\leqslant250$	0.9

(二)壁厚计算

按公式(1－1)计算爆破压力 p_b，则圆筒容器的计算壁厚 δ 为

$$\delta=\frac{D_i}{2}\left\{\exp\left[\frac{\sqrt{3}n_b p}{2\phi R_{p0.2}\left(2-\frac{R_{p0.2}}{R_m}\right)}\right]-1\right\} \tag{1-7}$$

式中：D_i——圆筒容器内直径，mm。

按式(1－2)计算爆破压力 p_b，则圆筒容器的计算壁厚 δ 为

$$\delta=\frac{D_i}{2}\left[\sqrt{\frac{e^{\varphi_i}-1}{e^{\varphi_o}-1}}-1\right] \tag{1-8}$$

三、缠绕式筒体结构的设计计算

可参考该结构的有关计算方法及规定执行。

附件2

超高压容器产品质量证明书

（参考件）

产品名称：_____

产品编号：_____

设备代码：_____

质量保证工程师（签章）_____

单位法定代表人（签章）_____

质 量 检 验 专 用 章_____

（印制制造单位名称）

附件 2(1)

产品合格证

产 品 型 号_____产 品 名 称_____
设 计 单 位_____
设计许可证编号_____图 号_____
制 造 单 位_____
制造许可证编号_____产 品 编 号_____
制 造 地 址_____
制造完成日期 年 月 日

设 计 压 力_____MPa 设 计 温 度_____℃
工 作 压 力_____MPa 工 作 温 度_____℃
容 积_____m^3 工 作 介 质_____
质 量_____kg

无损检测结果_____
耐压试验结果_____

本超高压容器产品经质量检验符合《超高压容器安全技术监察规程》、设计图样和技术条件的要求。

质量总检验员签字 年 月 日

质量检验专用章 年 月 日

附件 2(2)

产品主要元件使用材料

产品编号：

序号	元件编号	元件名称	冶炼炉号	锻件编号

材料牌号	元素及含量(%)						

力学性能

试样号	屈服强度 $R_{p0.2}$(MPa)	抗拉强度 R_m(MPa)	断后伸长率 A(%)	断面收缩率 ψ(%)	夏比冲击功 A_{kv}(J)	布氏硬度(HB)	
						最大	最小

低倍组织、金相

低倍组织					金　相				
试样号	中心疏松(级)	一般疏松(级)	点状偏析(级)	锭型偏析(级)	试样号	晶粒度(级)	氧化物(级)	硫化物(级)	氧化物和硫化物之和(级)

其他性能指标

气体含量(%)			有害痕量元素含量(%)					断裂韧性(MPa $\sqrt{m}$)	50%纤维断口转变温度(℃)
氢(H)	氧(O)	氮(N)	砷(As)	锡(Sn)	锑(Sb)	铅(Pb)	铋(Bi)		

填表人：　　日期：　　审核人：　　日期：

共　页　第　页

附件 2(3)

产品主要受压元件表面、几何尺寸检查报告

产品编号：

元件号	元件名称	数据来源	几何尺寸	形位公差	表面粗糙度
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
		设计要求			
		检查结果			
填表人：		日期：	检验责任师：		日期：

共 页 第 页

附件 2(4)

超声波检测报告

产品编号：　　报告编号：

委托单位			
元件名称		元件编号	
锻件编号		材料牌号	
工作状态		表面粗糙度	
检测仪器型号		检测仪器编号	
探头型号		试块型号	
评定灵敏度	dB	检测方法/扫查面	
偶合剂		补偿	dB
检测标准		检测比例	% mm

检测部位(区段)及缺陷位置示意图：

(注明缺陷编号、位置尺寸)

超声检测结果评定表

缺陷编号	检测部位厚度(mm)	缺陷埋藏深度(mm)	缺陷指示长度(mm)	缺陷高度(mm)	缺陷反射波幅	评定级别	备注

检测结果：

检测人：　　日期：	审核人：　　日期：

注：超声波检测结果评定表不够时，可按评定表的格式增加续表。

共　页　第　页

附件 2(5)

磁粉检测报告

产品编号： 报告编号：

委托单位			
元件名称		元件编号	
锻件编号		材料牌号	
工作状态		表面粗糙度	
检测仪器型号		检测仪器编号	
磁粉类型		磁悬液	
灵敏度试片		磁化方法	
提升力/磁化电流		喷洒方法	
检测标准		检测比例	% mm

检测部位(区段)及缺陷位置示意图：

(注明缺陷编号、位置尺寸)

磁粉检测结果评定表

区段编号	缺陷位置	缺陷磁痕尺寸(mm)	缺陷性质	评定	备注

检测结果：

检测人： 日期：	审核人： 日期：

注：磁粉检测结果评定表不够时，可按评定表的格式增加续表。

共 页 第 页

附件 2(6)

渗透检测报告

产品编号： 报告编号：

委托单位			
元件名称		元件编号	
锻件编号		材料牌号	
工作状态			
渗透剂型号		表面状况	
清洗剂型号		环境温度	℃
显像剂型号		对比试块	
渗透时间	min	显像时间	min
检测标准		检测比例	% mm

检测部位(区段)及缺陷位置示意图：

(注明缺陷编号、位置尺寸)

渗透检测结果评定表

区段编号	缺陷位置	缺陷磁痕尺寸(mm)	缺陷性质	评定	备注

检测结果：

检测人： 日期： 审核人： 日期：

注：渗透检测结果评定表不够时，可按评定表的格式增加续表。

共 页 第 页

附件 2(7)

主要受压元件热处理报告

产品编号： 报告编号：

热处理编号		元件编号	
热处理炉型		热处理炉规格	
热处理工序			

热处理结果	入炉温度（℃）	升温速度（℃/h）	保温温度（℃）	保温时间（h）	冷却方式	冷却时间（h）
要　求						
实　际						

热处理温度—时间记录曲线(示意图)

操作者： 日期：	产品检验员： 日期：

共 页 第 页

附件 2(8)

耐压试验报告

产品编号：　　报告编号：

设计压力	MPa	最高工作压力	MPa
试验压力	MPa	主体材料牌号	
工艺过程卡编号		试验介质	
介质温度	℃	环境温度	℃
压力表编号		压力表量程	
压力表精度		压力表检定日期	

试验程序记录

缓慢升压至试验压力_____ MPa，保压_____ min；

缓慢降压至设计压力_____ MPa，保压_____ min。

实际试验曲线

耐压试验前后筒体外径测量值(mm)

测量位置	耐压试验前		耐压试验后	
	水平	垂直	水平	垂直

结论：本产品经　　MPa 试验，无渗漏，无异常变形，无异常响声，试验结论合格。

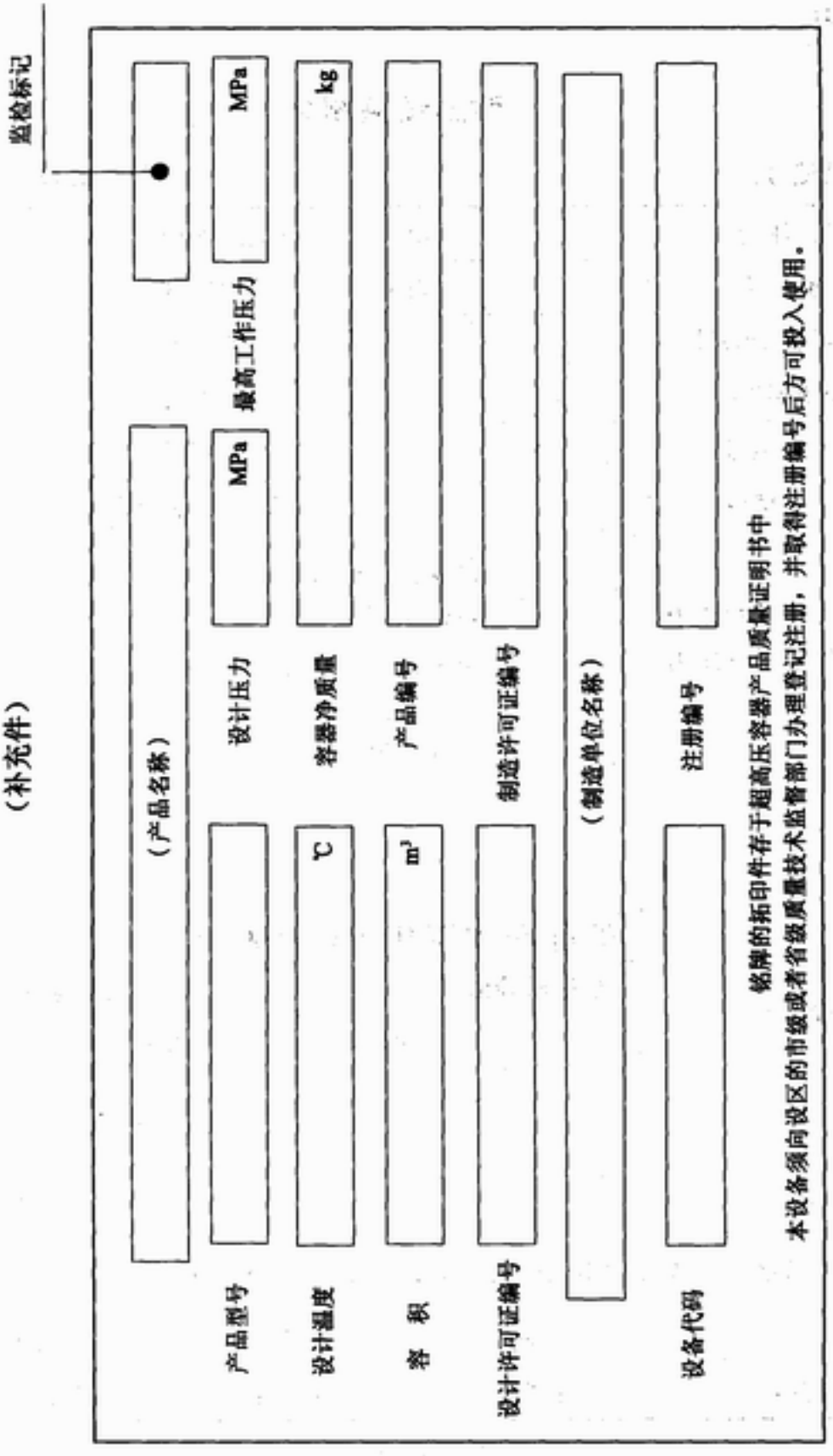
试验员：	日期：	检查员：	日期：
检验责任师：	日期：	监检员：	日期：

共　页　第　页

附件3

超高压容器产品铭牌和注册铭牌

（补充件）



注：表格尺寸和格式可以自行确定，设备代码按照附件5编排。

附件 4

超高压容器档案卡片

（补充件）

单位(厂、公司)名称：　　（公章）　　车间：

设备代码			容器名称		
设计单位			容器型号		
制造单位			制造日期		
安装单位			制造编号		
投用日期		注册编号		使用证编号	
简体材料		封头材料		其他部件材料	

容器规格	内径(mm)	壁厚(mm)	高(长)(mm)	容积(m^3)	壳体质量(kg)	内件质量(kg)	总质量(kg)

操作条件	设计压力(MPa)	操作压力(MPa)	设计温度(℃)	操作温度(℃)	工作介质	有、无保温、绝热

爆破片	序号	名称	型号	规格	数量	制造单位
	1					
	2					

定期检验情况	检验日期	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日
	结论					

备注：

填表人：　　日期：　　填报部门负责人：　　日期：

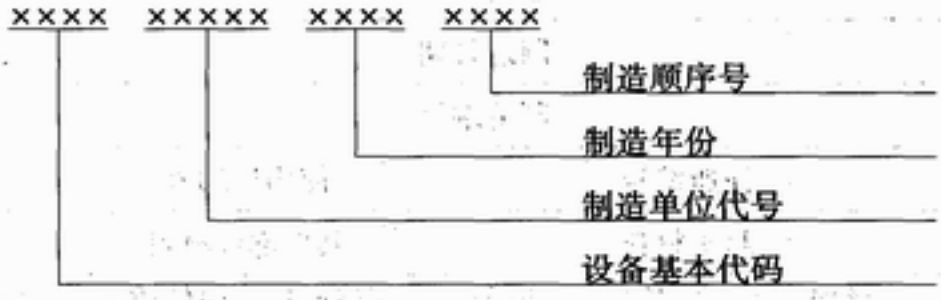
管理部门：　　安全责任人：　　日期：

附件 5

特种设备代码编号方法

一、编号基本方法

设备代码为设备的代号，应当具有其惟一性，由设备基本代码、制造单位代号、制造年份、制造顺序号组成



二、编号含义

(一)设备基本代码

按照《特种设备目录》中的设备代码(4 位阿拉伯数字)编写。如通用桥式起重机为“4110”。

(二)制造单位代号

由制造许可审批机关所在地的(省级以上)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厂，由国家质检总局负责审批，其制造许可证编号为“TS 2210890 - 2008”，其国家质检总局行政区域代码用 10 表示，顺序号为 890，则压力容器制造单位代号为“10890”；如由黑龙江省质量技术监督局负责审批，其压力容器制造许可证编号为“TS 2223010 - 2008”，其黑龙江省行政区域代码为 23 表示，顺序号为 10，则压力容器制造单位代号为“23010”。

(三)制造年份

制造产品的年份(4 位阿拉伯数字)。如 2005 年制造的则为“2005”。

(四)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 2005 年制造的某一品种(型式)的起重机械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。如制造产品数量为 10009，则制造顺序号为 A009。