



压力容器相关知识

1901组



内 容

- ✿ 压力容器的定义
- ✿ 压力容器的结构
- ✿ 压力容器的分类
- ✿ 压力容器的规定标准
- ✿ 压力容器的设计过程

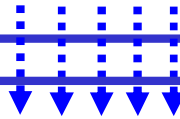




压力容器的定义

压力容器

一般泛指在工业生产中用于完成反应、传质、传热、分离和储存等生产工艺过程，并能承受压力载荷（内力、外力）的密闭容器。



- (1) 工作压力 $\geq 0.1\text{Mpa}$ （工作压力：压力容器在正常工作情况下，其顶部可能达到的最高压力）；
- (2) 内直径（非圆形截面指其最大尺寸） $\geq 0.15\text{m}$ 。且容积 ≥ 0.025 立方米，工作压力与容积的乘积 $\geq 2.5\text{MPa}\cdot\text{L}$ ；
- (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。





压力容器的结构

基本组成

筒体：储存物料或完成化学反应所需要的主要压力空间。

封头：与筒体等部件通过焊接或螺栓连接形成封闭空间。

密封装置：法兰连接，其可靠性关系到压力容器能否正常、安全地运行。

开孔与接管：人孔、手孔、视镜孔、物料进出口接管，以及安装安全附件等接管开孔。

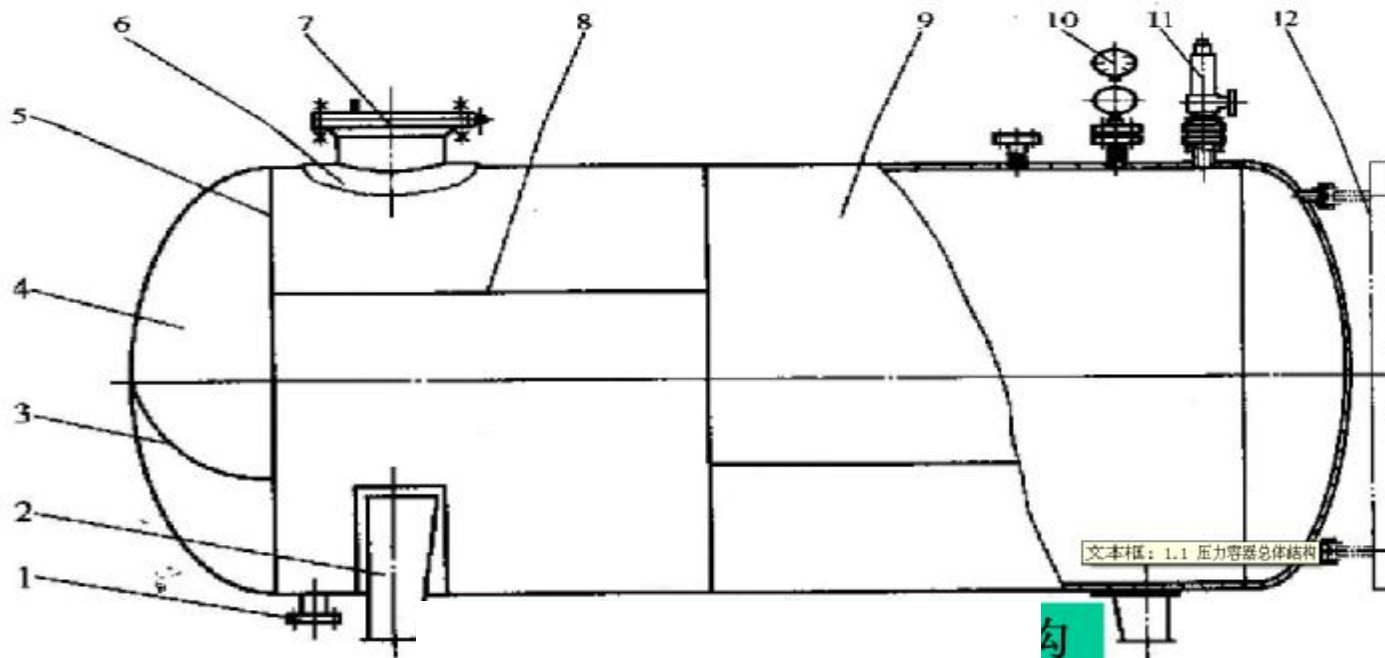
支座：用于支撑和固定压力容器。

安全附件：安全阀、爆破片、压力表、液面计、测温仪表。





压力容器的结构



- 1-法兰; 2-支座; 3-封头拼接焊缝; 4-封头; 5-环焊缝;
6-补强圈; 7-人孔; 8-纵焊缝; 9-筒体; 10-压力表;
11-安全阀; 12-液面计。





压力容器的结构





压力容器的分类

固定式容器

按用途分 { 反应器：如聚合釜、氨合成塔
储运容器：如液化气罐、球罐、槽车
换热容器：如冷却器、蒸发器
分离容器：如分馏塔、吸收塔

按压力分 { 低压(代号L)容器： $0.1 \text{ MPa} \leq p < 1.6 \text{ MPa}$;
中压(代号M)容器： $1.6 \text{ MPa} \leq p < 10.0 \text{ MPa}$;
高压(代号H)容器： $10 \text{ MPa} \leq p < 100 \text{ MPa}$;
超高压(代号U)容器： $p \geq 100 \text{ MPa}$

移动式容器

气瓶和槽车





压力容器的分类

按危险性和危害性分类：

√ I 类容器

非易燃或无毒介质的低压容器及易燃或有毒介质的低压传热容器和分离容器。

√ II 类容器

任何介质的中压容器；剧毒介质的低压容器；易燃或有毒介质的低压反应容器和储运容器。

√ III 类容器

高压、超高压容器； $pV \geq 0.2 \text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的剧毒介质低压容器和剧毒介质的中压容器； $pV \geq 0.5 \text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的易燃或有毒介质的中压反应容器； $pV \geq 10 \text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的中压储运容器以及中压废热锅炉和内径大于1m的低压废热锅炉。





压力容器的规定标准

- GB 150-1998 《钢制压力容器》 (容器建造标准)
- TSGR0004-2009 《固定式压力容器安全技术监察规程》 (安全技术规范, 简称“容规”)
- TSG R0003-2007 《简单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》





压力容器的规定标准

TSGR0004-2009 《固定式压力容器安全技术监察规程》

1.4.3 只需要满足本规程总则和制造许可要求的压力容器

容积小于或等于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。

“事实上，容积小于25 L的压力容器，特别是容积小于等于1 L的压力容器，主要用于实验室工艺试验研究、测试分析，要实施分类监管的难度很大。对于这类小容积容器，只规定设计、制造许可要求，并按相关产品标准的要求进行设计制造，不再进行分类。”

（《固定式压力容器安全技术监察规程》压力容器分类，郑津洋）





压力容器的规定标准

TSGR0004-2009 《固定式压力容器安全技术监察规程》

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。





压力容器的规定标准

制造压力容器资格级别表

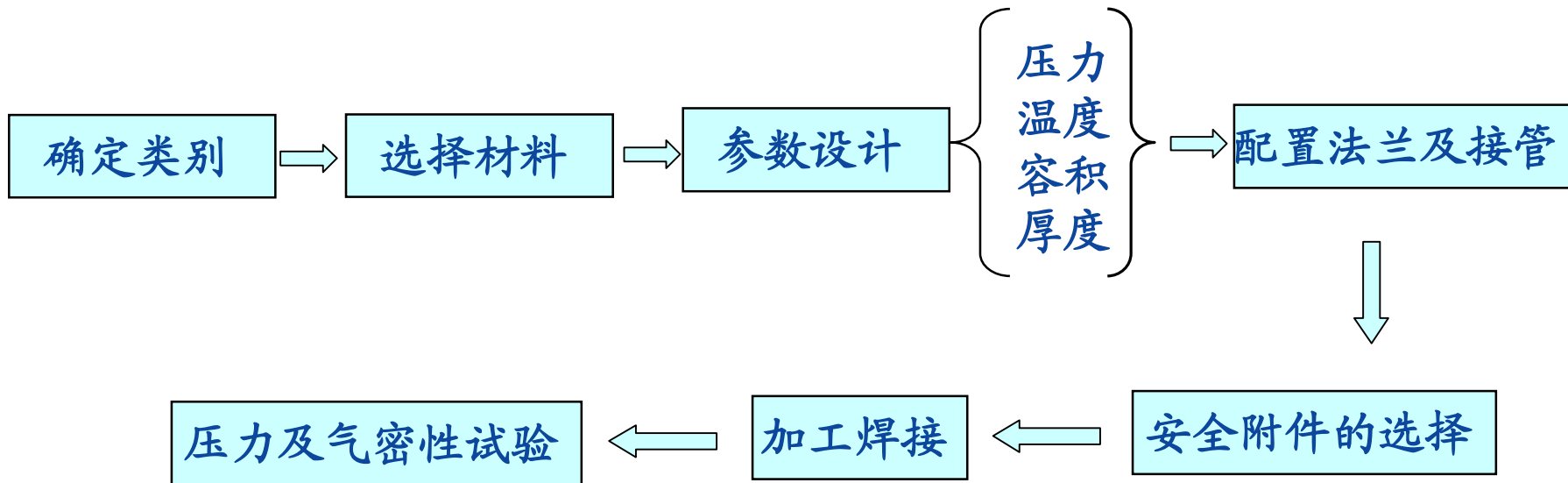
级别	制造压力容器范围	代表产品
A	A1: 超高压容器、高压容器; A2: 第三类低、中压容器 (涵盖D级); A3: 球形储罐现场组焊或球壳板制造; A4: 非金属压力容器; A5: 医用氧舱	A1应注明单层、锻焊、多层包扎、绕带、热套、绕板、无缝、锻造、管制等结构形式
B	B1: 无缝气瓶; B2: 焊接气瓶; B3: 特种气瓶	B2注明含(限)溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶。B3注明机动车用、缠绕、非重复充装、真空绝热 低温气瓶等
C	C1: 铁路罐车; C2: 汽车罐车或长管拖车; C3: 罐式集装箱	
D	D1: 第一类压力容器; D2: 第二类低、中压容器	





压力容器的设计过程

依据《容规》和GB 150 -1998 进行压力容器的设计:





压力容器的设计过程

确定容器类别

依据《容规》，主要是根据工作压力的大小、介质的危害性和容器破坏时的危害性来确定所设计容器属于三类中（I类、II类、III类）的哪一类。





压力容器的设计过程

材料的选择

- u 碳素钢: Q235-A.F、Q235-A、Q235-B、Q235-C、20R 等
- u 低合金钢: 16MnR、15MnVR、15CrMoR 等
- u 高合金钢 (不锈钢): 0Cr18Ni9、0Cr18Ni10Ti
0Cr17Ni12Mo2、00Cr17Ni14Mo2等

材料中元素的控制:

1. 用于焊接结构压力容器主要受压元件的碳素钢和低合金钢，其含碳量不应大于0.25%；（碳含量高影响焊接性能）
2. 压力容器专用钢材的磷含量不应大于0.030%；（降低钢的塑性和韧性，尤其是低温韧性）
3. 压力容器专用钢材的硫含量不应大于0.020%。（产生热脆，导致开裂，并使焊缝产生气孔和裂纹）





压力容器的设计过程

参数设计

$$\text{压力: } P_d = (1.05 \sim 1.1)P_w$$

$$P_w < P_z \leq P_d$$

P_w -最高工作压力

P_d -设计压力

P_z -安全泄放压力

压力容器壁厚:

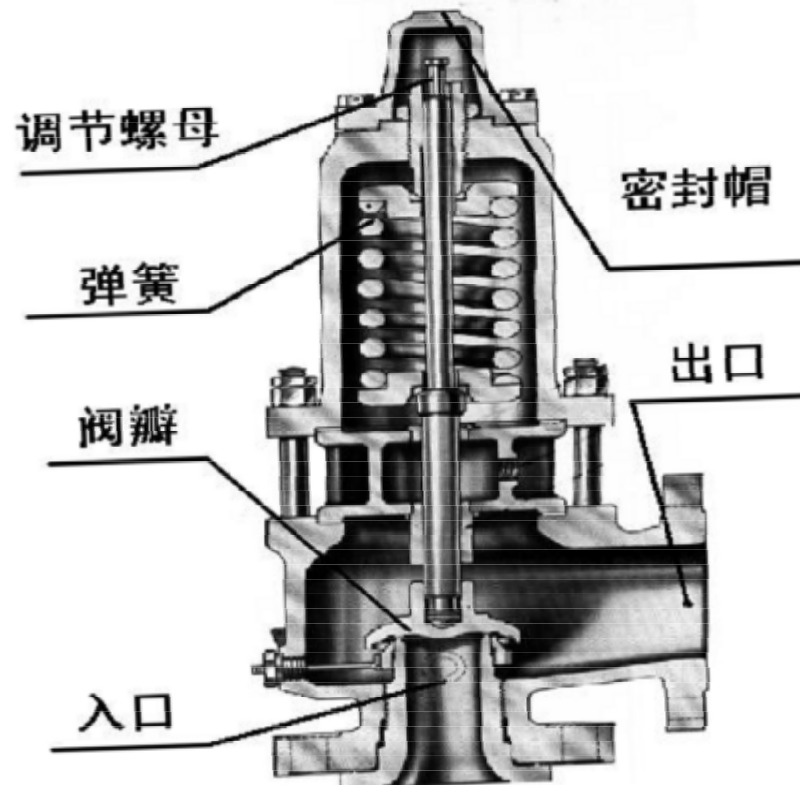
- ④ δ_c 计算厚度, 由计算公式得到保证容器强度, 刚度和稳定的厚度。
- ④ δ_d 设计厚度, $\delta_d = \delta_c + C_2$ (腐蚀裕量, 是由于腐蚀、机械磨损而导致厚度削弱减薄量)





压力容器的设计过程

安全附件的选择

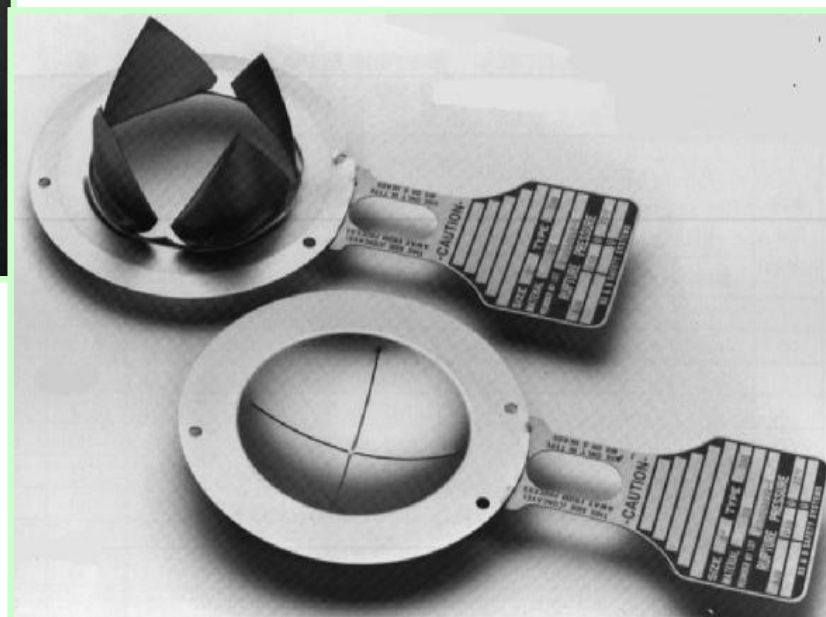
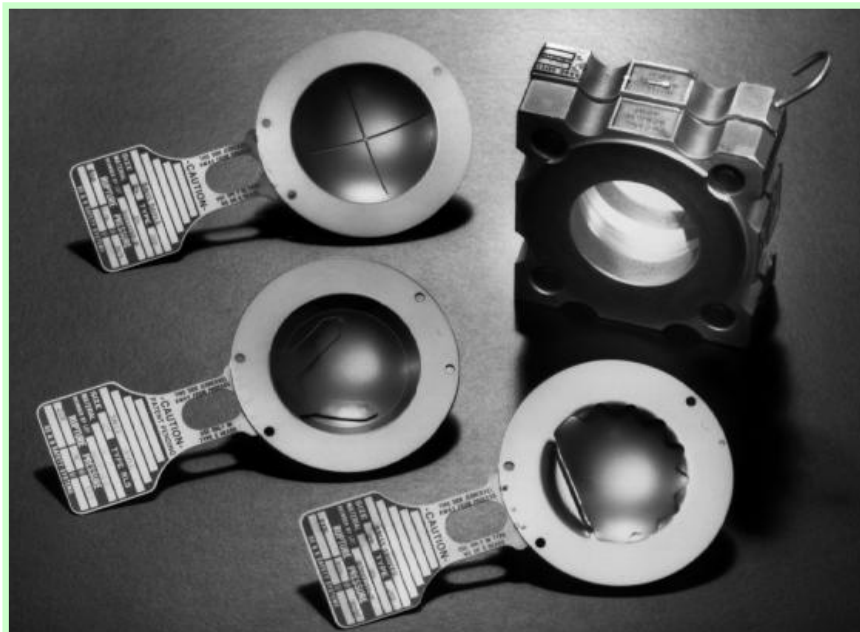


弹簧式安全阀





压力容器的设计过程



爆破片





压力容器的设计过程



YZ-150ZT-BF



Y-100BF



YTN-100ZT-BF

压力表





压力容器的设计过程

压力及气密性试验

压力容器的压力试验分为**液压试验**和**气压试验**两种，一般采用液压，由于结构原因，不能向容器内充灌液体，以及运行条件不允许残留试验液体时，可采用气压试验。采用何种试验方法，应在设计图样中规定。

$$\text{液压试验压力: } p_T = 1.25p \frac{[\sigma]}{[\sigma]_t}$$

$$\text{气压试验压力: } p_T = 1.15p \frac{[\sigma]}{[\sigma]_t}$$

式中： p_T ——试验压力，MPa；

p ——设计压力，MPa；

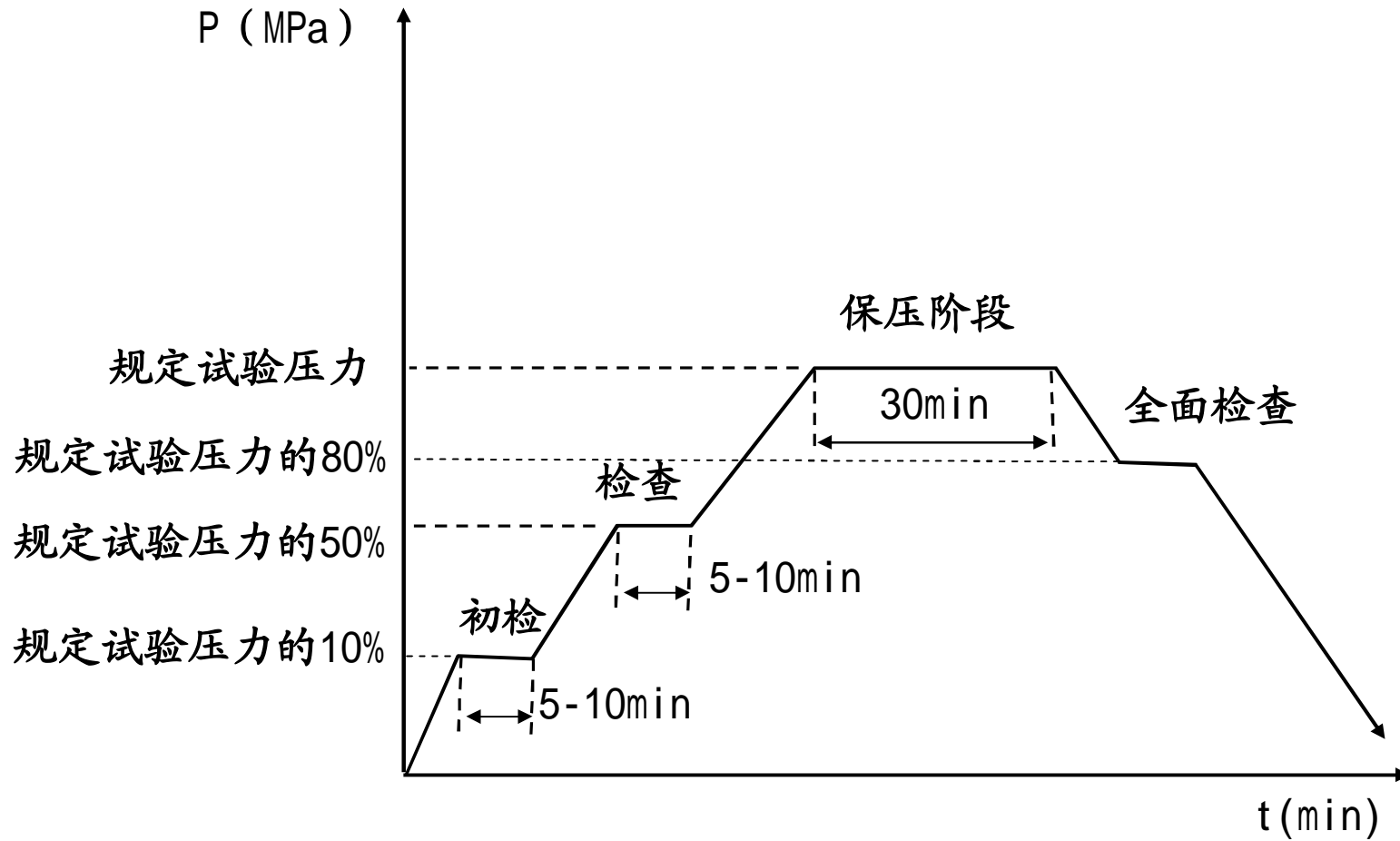
$[\sigma]$ ——容器元件材料在试验温度下的许用应力，MPa；

$[\sigma]_t$ ——容器元件材料在设计温度下的许用应力，MPa。





压力容器的设计过程



液压试验过程





压力容器的设计过程

耐压试验合格标准

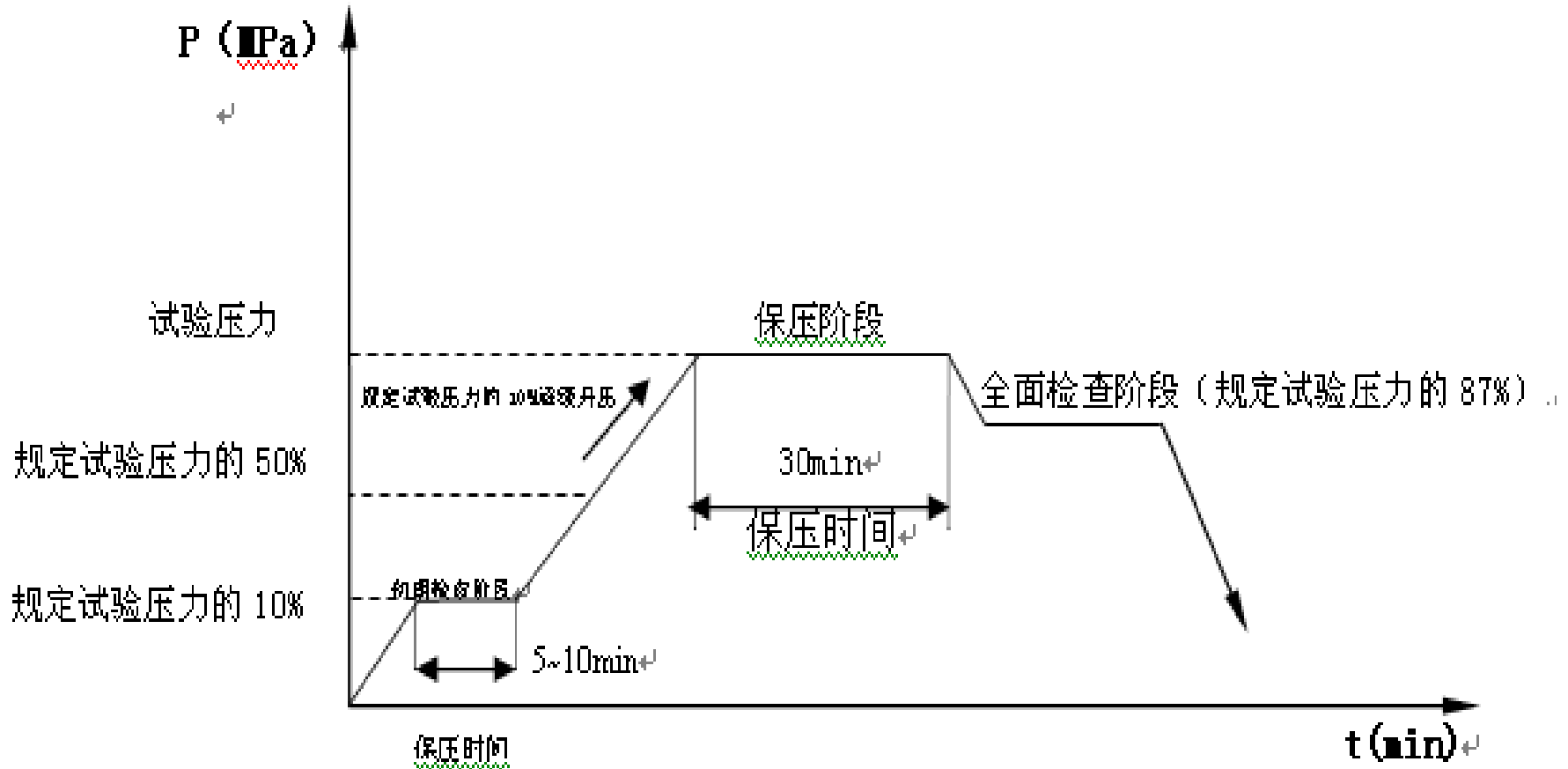
容器进行耐压试验，符合下列情况时为合格：

- a) 无渗漏；
- b) 无可见的变形；
- c) 试验过程中无异常的响声；
- d) 对抗拉强度规定值下限大于等于540MPa的材料，表面经无损检测抽查未发现裂纹。





压力容器的设计过程



气压实验过程





压力容器的设计过程

气压试验合格标准

容器进行气压试验，符合下列情况时为合格：

- a) 试验过程中无异常的响声；
- b) 经肥皂液或其他检漏液检查无漏气；
- c) 无可见异常变形。





压力容器的设计过程

气密性试验

- 1) 气密性试验应在液压试验合格后进行。
- 2) 压力容器进行气密性试验时，一般应将安全附件装配齐全。
- 3) 试验时压力应缓慢上升（升压的速度不高于0.2MPa/分），达到规定试验压力后保压不少于30分钟，对所有焊接接头和连接部位进行泄漏检查。检查期间压力应保持不变。不得采用连续加压来维持试验压力不变。试压完成应缓慢放出容器内的气体（降压的速度不高于0.1MPa/分）。不得采用突然泄放的方法泄压。小型容器亦可浸入水中200 - 300mm以下进行检查。





大连压力容器制造企业

单 位	生产资格	地址
大连冰山集团冷冻设备有限公司	I、II、III类	沙河口区
大连光明压力容器有限公司	I、II类	甘井子区
大连锅炉厂	I、II、III类	金州区
大连万马压力容器有限公司	I、II类	旅顺
大连仁海重工有限公司	I、II、III类	旅顺





谢谢!