

压力容器安全技术

培 训 内 容

第一讲 压力容器基本知识

第二讲 压力容器常用材料及力学基础知识

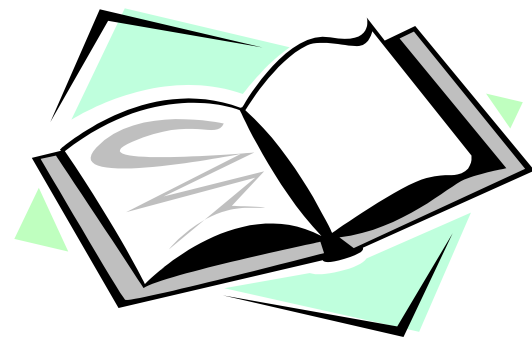
第三讲 压力容器安全装置及破坏形式及分析、事故处理

第四讲 压力容器定期检验

第五讲 压力容器安全运行

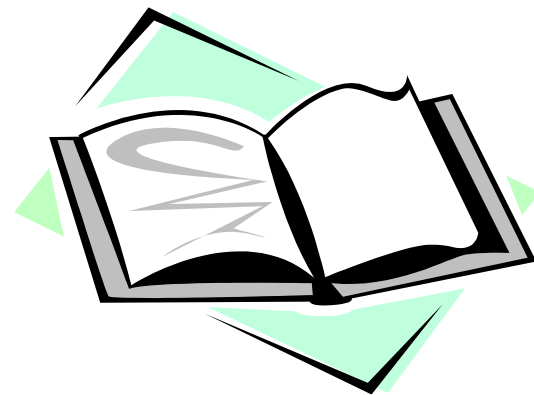
第一讲

压力容器基本知识



压力容器基本知识

- 一、实施HSE管理的背景
- 二、压力容器要做好七个方面的管理
- 三、压力容器安全管理的重要性
- 四、压力容器安全管理法规与标准
- 五、压力容器安全监督管理方法
- 六、压力容器基本知识
 - 1、压力容器的压力来源
 - 2、容器的基本要求
 - 3、容器的分类
 - 4、容器的应力理论
 - 5、容器的基本结构
 - 6、容器的主要技术参数
 - 7、容器设计、制造、安装安全管理



实施HSE管理的背景

重大事故：帕玻尔.阿尔法平台爆炸事故
瓦尔兹油轮触礁溢油事故

在国内石油、石化行业开始实施
健康、安全与环境一体化管理的模式
即“HSE管理”。

“HSE管理”体系运行的主线是分险
控制，而基础是危害辨识和分险评价。

阿尔法平台事故



什么是危害辨识？

是分析识别可能造成人员伤亡、疾病、财产损失、工作环境破坏的根源或状态的存在并确定其性质的过程。

危害辨识的原则：

横向到边

纵向到底

不留死角



危险辨识、风险评价和风险控制策划工作包括六步内容:

- } 划分作业活动
- } 辨识危险
- } 确定风险
- } 确定风险是否可承受
- } 制定风险控制措施计划
- } 评审措施计划的充分性



压力容器要做好七个方面的管理

压力容器从设计、制造、安装、使用到检验、修理和改造七个环节潜在的不安全因素是多方面的、复杂的，可概括为：

物的不安全状态、
人的不安全行为、
安全管理上的欠缺

压力容器要做好七个方面的管理

物的不安全状态:

容器上缺少安全装置，或有缺陷；

容器在设计、制造、施工及安装方面有缺陷；

维护不经常，检修不及时；

原材料或产品的性质带有不安全因素；

工艺过程，操作方法上的缺陷；

防护用品缺乏或有缺陷

压力容器要做好七个方面的管理

人的不安全行为:

主要表现为人与物的异常接触。

原因:

缺乏安全意识,

技术素质差,

劳动中异常的心理或生理状态,

自然条件或环境条件的影响。



压力容器要做好七个方面的管理

管理上的欠缺:

缺乏必要的安全规章制度，或不健全；

缺乏对工人进行安全操作培训与指导，或对工人执行与遵守安全操作规程缺乏必要的督促与检查；

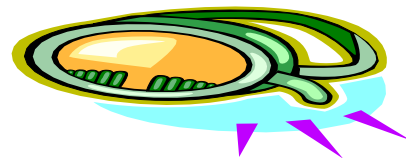
对现场工作缺乏检查指导，或在检查指导上出现错误；

劳动组织不合理等。

压力容器安全管理的重要性

重要性要从三个方面来看：

- 从法律的角度来看
- 从使用的环境来看
- 从压力容器本身来看



压力容器安全管理的重要性

压力容器定义：

是指盛装气体或者液体，具有一定压力密闭容器。

1999年国家质量技术监督局颁布的《压力容器安全技术监察规程》规定：同时满足下列三个条件的承压设备即为压力容器

1、最高工作压力大于等于0.1MPa（表压，下同，下同）的承压设备（不包括液体静压力）。

2、内直径（非圆形指其最大尺寸）大于等于0.15m，且容积大于等于0.025m³。

3、盛装介质为气体、液化气体或最高工作温度高于或等于标准沸点的液体。

压力容器安全管理的重要性

《条例》中对压力容器的定义：

最高工作压力大于或者等于0.1MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于2.5MPa·L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；氧舱等均属于压力容器。

压力容器安全管理的重要性

从法律角度来看：

中华人民共和国国务院令【373】号《特种设备安全监察条例》，简称《条例》。它对特种设备的定义：

是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施。

压力容器安全管理的重要性

第四十条 特种设备使用单位应当对特种设备作业人员进行特种设备安全教育和培训，保证特种设备作业人员具备必要的特种设备安全作业知识。

特种设备作业人员在作业中应当严格执行特种设备的操作规程和有关的安全规章制度。

第四十一条 特种设备作业人员在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员或者有关负责人报告。

压力容器安全管理的重要性

第七十七条 特种设备使用单位有下列情形之一的，由特种设备安全监督管理部门责令限期改正；逾期未改正的，责令停止使用或者停产停业整顿，处2000元以上2万元以下罚款：

（一）未依照本条例规定设置特种设备安全管理机构或者配备专职、兼职的安全管理人员的；

（二）从事特种设备作业的人员，未取得相应特种作业人员证书，上岗作业的；

（三）未对特种设备作业人员进行特种设备安全教育和培训

压力容器安全管理的重要性

第七十九条 特种设备作业人员违反特种设备的操作规程和有关的安全规章制度操作，或者在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，未立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告的，由特种设备使用单位给予批评教育、处分；触犯刑律的，依照刑法关于重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任。

压力容器安全管理的重要性

从使用环境来看：

压力容器是炼油、化工生产过程中不可缺少的重要设备，它占全社会应用压力容器总数的约50%。在化工生产所有的装备中约占80%。

主要用途：

气、液体的盛装

物料分离

热量交换

物料的化学反应

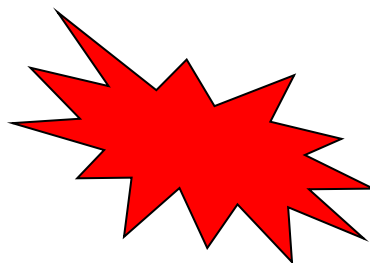


压力容器安全管理的重要性



压力容器是一种能承受压力载荷的密闭容器，它的危险性较大。

压力容器一旦发生事故，一方面设备本身爆炸破坏，另一方面还可能造成内部介质的外泄露，引起二次爆炸、着火燃烧或毒气弥漫，导致厂毁人亡的恶性事故。



压力容器安全管理的重要性

从压力容器本身来看：

压力容器是恶性事故多发设备之一，本身破坏事故率较高。

原因：

- (1) 容器上存在局部地区的应力状态复杂而恶劣的状况。
- (2) 压力容器内部所容纳的是压缩气体或饱和液体。
- (3) 压力容器从设计到改造七个环节中存在潜在的不安全因素。



压力容器事故案例

案例一：

1984. 1. 1凌晨5时23分，A公司催化车间气体分馏装置发生一起重大爆炸火灾伤亡事故，燃烧面积达5760m²，爆炸冲击波波及距厂10Km以外的重型机械厂、纺织厂，使721户居民房遭到不同程度的损坏，破坏面积4万多平方米，，全厂停电，各生产装置被迫停运，许多设备摧毁，伤亡人数达85人，其中5人死亡，直接经济损失达252万元。



压力容器事故案例

案例二:

B厂催化裂化车间分馏系统蜡油罐、回炼油罐发生爆炸引起大火。当时，设备设计压力0.33MPa，工作压力0.16MPa，回炼油罐液位达100%，温度达310℃，致使罐内介质大量汽化，压力升高，使回炼油罐筒体与球形封头沿焊接热影响区断裂、爆破引起大量蜡油外溢发生大爆炸，其强大冲击波使分馏塔变形、基础倾斜、柴油汽提塔变形倒塌、主风机车间控制室破坏、周围建筑物大部分损坏，蜡油罐被炸成五块，最大块落在距爆炸中心40m处，最远一块落在距爆炸中心700m处，有5人轻伤，厂内直接损失90.52万元。

压力容器安全管理法规与标准

《特种设备安全监察条例》—— 2003年6月1日实施

与特种设备安全监察条例配套规定：

《压力容器安全技术监察规程》

《气瓶安全监察规程》

《特种设备注册登记与使用管理规则》

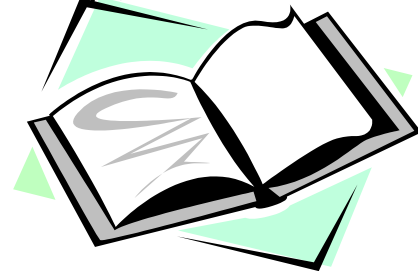
《特种设备作业人员监督管理办法》

《锅炉压力容器压力管道设计单位资格与许可管理规则》

《锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定》

《检验检测机构管理规定》

.....



压力容器安全监督管理方法

1、压力容器安全管理“三零”理念：

压力容器安全管理的追求目标：

零缺陷、零故障、零事故

零缺陷：大量的缺陷是隐蔽的、潜在的、尚未形成的功能故障。

压力容器安全监督管理方法

《压力容器使用登记管理规则》将压力容器按照不同的安全状况分成五级：

1级、在设计条件下能安全使用

2级、

{	新压力容器	在设计条件下能安全使用
	在用压力容器	在规定的操作条件下能安全使用

3级、在规定的操作条件下能安全使用

4级、在规定的操作条件下监控使用

压力容器安全监督管理方法

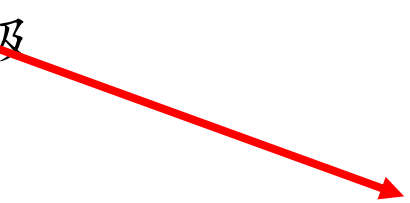
压力容器的主要缺陷分为A、B两类。

A类相当于五级安全状况的压力容器的第5级

B类相当于五级安全状况的压力容器的第4级



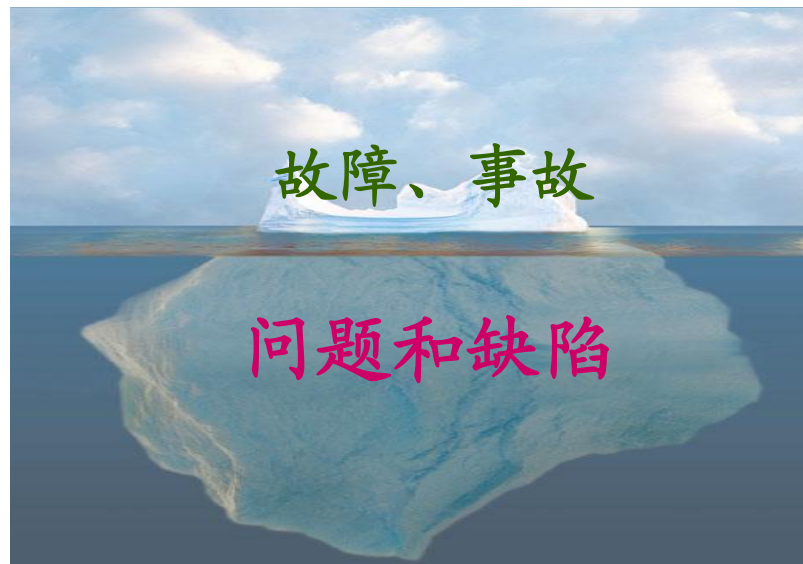
指重大问题，主要包括危及安全生产的问题，严重影响压力容器总寿命和性能的问题，容易导致重大机械、安全事故发生的问题等。



指严重问题，主要包括影响安全生产的问题，影响压力容器使用寿命的问题、容易导致一般总机械事故发生的问题等。

压力容器安全监督管理方法

零故障：通过加强压力容器状态检测和开展压力容器故障停机分析，使故障停机损失降到最小。



零事故：就是要通加强人机系统的综合管理，提高人机系统运行的可靠性和安全性。

压力容器安全监督管理方法

压力容器安全监督管理目标:

一杜绝

两不超

一稳定

三个化

杜绝特大、重大压力容器责任事故的发生。

大型压力容器责任事故发生率不超过0.1%；压力容器故障停机率不超过1.5%

压力容器完好率始终保持在94%以上。

压力容器操作标准化；
压力容器本质安全化；
压力容器运行合理化。

压力容器安全监督管理方法

压力容器操作标准化;

即: 操作人员持证上岗率达到100 %;

操作规程制定率达到100 %;

压力容器应知应会抽查考试合格
率达到100 %。



压力容器安全监督管理方法

压力容器安全管理的任务和要求：

确保“三个到位”

坚持“五个严格”

做好“三个结合”

搞好“六个加强”



压力容器安全监督管理方法

五个严格:

- 1、严格按照压力容器安全管理制度和程序办事。
- 2、严格压力容器使用管理。

合理使用压力容器，遵守压力容器操作规程：

~~严禁违章操作和压力容器超温、超压、超速、超负~~

荷

~~运行；~~

~~压力容器的使用要实行定人、定机、定岗位的责任~~

~~制；~~

~~压力容器的操作人员必须达到“四懂三会”的要求；~~

压力容器安全监督管理方法

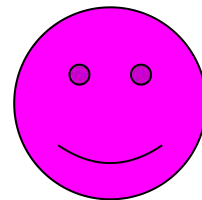
3、严格压力容器维修管理

既要防止压力容器失修，又要避免对压力容器进行不必要的拆卸和“过剩维修”。

4、严格压力容器配件和附件、工具的管理

5、严格压力容器故障停车和事故管理

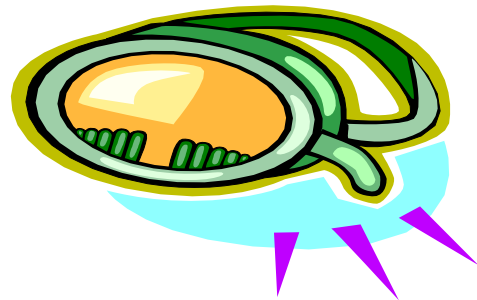
要严格压力容器事故统计、上报制度，对发生的压力容器事故要按照“四不放过”的原则严肃处理。



压力容器安全监督管理方法

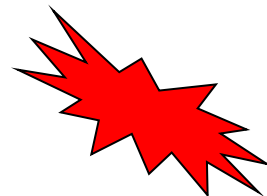
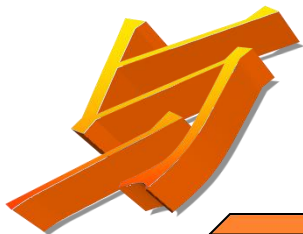
六个加强：

- 1、加强压力容器前期管理
- 2、加强重点压力容器管理和压力容器后期管理
- 3、加强压力容器状态检测
- 4、加强压力容器监督检查
- 5、加强压力容器技术改造
- 6、加强压力容器现场安全管理



压力容器的基本知识

压力容器事故的严重程度



容器的工作压力

容器的容积

工作介质的种类

压力容器的基本知识

压力容器的压力来源：

气体的压力是在器外产生（增大的）

气体的压力是在器内产生（增大的）

注：无论是介质压力产生于器外还是压力产生在器内，操作不当都有发生事故的可能，都存在着不同的危险性。



压力容器的基本知识

压力容器的
基本要求



最佳的结构形式

合理的结构材料

适宜的力学性能

压力容器的基本知识

最佳的结构形式:

球形

圆筒形（封头）

椭圆形截面的筒身

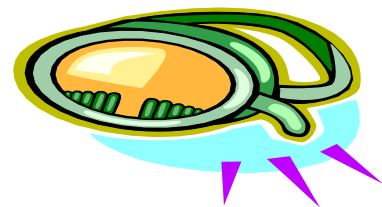
合理的结构材料:

工艺操作条件（设计温度、设计压力、介质特性等）

材料的机械性能

耐腐蚀性能

制造工艺性能（焊接性能、冷热加工性能等）



压力容器的基本知识

适宜的力学性能:

强度——金属材料在外力作用下对变形或断裂的抗力。

刚度——金属材料在外力作用下保持原来形状的能力。

耐久性——是指容器的使用年限。

一般设计中，预定中、低压容器使用年限为10至15年；高压容器使用年限一般预定为20至25年。

决定容器耐久性的因素：腐蚀情况、抗疲劳性、防止高温蠕变问题。

压力容器的基本知识

压力容器分类:

按使用位置分:

固定式容器

移动式容器

(安全技术管理要求是不一样的)



按设计压力 (p) 分:

L 低压容器: $0.1\text{Mpa} \leq p < 1.6\text{MPa}$;

M 中压容器: $1.6\text{Mpa} \leq p < 10\text{MPa}$;

H 高压容器: $10\text{Mpa} \leq p < 100\text{MPa}$;

U 超高压容器: $p \geq 100\text{MPa}$

压力容器的基本知识

按工艺过程中的作用不同分为：

①反应容器（R）：主要用来完成介质的化学反应的容器。

②换热容器（E）：主要用来完成介质的热量交换的容器。

③分离容器（S）：主要用来完成介质的流体压力平衡和气体

的净化分离等过程的容器。

④贮存容器（C）：用来盛装生产和生活的原料气体、液化

体等的容器。

注：球罐（B）

压力容器的基本知识

$\leq -20^{\circ}\text{C}$

$-20^{\circ}\text{C} < \leq 450^{\circ}\text{C}$

$\geq 450^{\circ}\text{C}$



压力容器的基本知识

按照压力容器安全的重要程度分为：

第一类压力容器

第二类压力容器

第三类压力容器



压力容器的基本知识

第三类压力容器：（具备下列条件之一的）

----- 高压容器

----- 中压容器

（仅限毒性程度为极度和高度危害介质）

----- 中压储存容器

（仅限易燃或毒性程度为中度危害介质且

$PV \geq 10\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ ；）

----- 中压反应容器

（仅限易燃或毒性程度为中度危害介质且

$PV \geq 0.5\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ ；）

压力容器的基本知识

-----低压容器

(仅限毒性程度为极度和高度危害介质且

$$PV \geq 0.2 \text{MPa} \cdot \text{m}^3)$$

----- 高、中压管壳式余热锅炉;

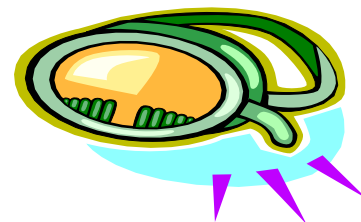
----- 中压搪玻璃压力容器;

----- 使用强度级别较高的材料制造的压力容器;

----- 移动式压力容器,

----- 球形储罐 (容积大于等于 50m^3)

----- 低温绝热压力容器 (容积大于 5m^3)



压力容器的基本知识

第二类压力容器：（具备下列情况之一的）

-----中压容器；

-----低压容器（仅限毒性程度为极度和高度危害介质）

-----低压反应容器和低压储存容器（仅限易燃介质或

毒

性程度为中度危害介质）

-----低压管壳式余热锅炉；

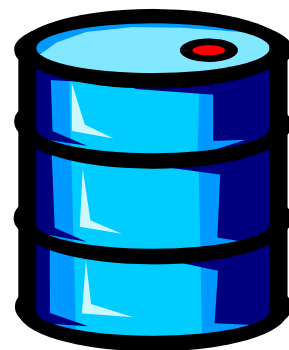
-----低压搪玻璃压力容器；

压力容器的基本知识

第一类压力容器：（属于二、三类的以外）

非易燃或无毒介质的低压容器

易燃或有毒介质的低压换热容器、分离容器、
储存容器、反应容器



压力容器的基本知识

介质的毒性程度在《职业性接触毒物危害程度分级》中规定，按其最高允许浓度的大小可分为四级：

I 级（极度危害）：最高允许质量浓度 $p < 0.1 \text{mg} / \text{m}^3$

II 级（高度危害）：最高允许质量浓度 $0.1 \leq p < 1.0 \text{mg} / \text{m}^3$

III 级（中度危害）：最高允许质量浓度 $1.0 \leq p < 10 \text{mg} / \text{m}^3$

IV 级（轻度危害）：最高允许质量浓度 $p \geq 10 \text{mg} / \text{m}^3$

压力容器的基本知识

压力容器的应力理论:

1. 概念

应力：外力作用下，在构件内引起的单位面积上的内力。

变形：构件在力的作用下尺寸或形状发生变化的现象。

压力容器的基本知识

2. 承压壳体的应力

应力来源:

由压力（内压或外压）而产生的应力；

由重量而产生的应力；

由温度引起的应力

其它外载荷、连接区域引起的应力

压力容器的基本知识

压力容器的基本结构:



压力容器的基本知识

基本组成部分:

➡ 壳体（形状不同）——为贮存物料或完成热交换、化学反应提供一个密闭的压力空间。

➡ 连接件——将容器和管道连接在一起的部件，一般采用法兰

螺栓连接结构。

➡ 密封元件——是可拆连接结构的容器或管道中起密封作用的

元件。（垫片）

上应 上承容器

物料进出孔、人孔、手孔等；是将压力容

器

上合用栓送管送书人 栓连接起来

压力容器的基本知识

压力容器主要受压元件：

筒体、封头（端盖）、球壳板、换热器管板、换热管、膨胀节、开孔补强板、法兰、M36以上的设备主螺栓、人孔盖、人孔法兰、人孔接管以及直径大于250mm的接管。

易发生事故的构件

- 1、压力容器本体
- 2、压力容器与外部管道或装置焊接连接的环向焊缝的焊接坡口、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、专用连接件或管件连接的第一个密封面。
- 3、压力容器开孔部分的承压盖及其紧固件。
- 4、非受压元件与压力容器本体连接的焊接接头。

压力容器的基本知识

球形容器的优缺点

球形容器：

- 1、环向应力等于径向应力；
- 2、在相同直径和工作压力下，球形容器受力均匀；
- 3、当直径和工作压力时，壳体薄、体积较大，建造费用较低；
- 4、球体体积较大；
- 5、仅用于盛装容器。

圆筒形容器的特点

圆筒形容器：

- 1、环向应力等于两倍的径向应力
- 2、尽量使受环向应力作用的纵向焊缝减至最少，一般纵向焊缝的质量要求比环向焊缝的高
- 3、用途广泛

压力容器的基本知识

球形容器
广泛用于
贮装容器

为什么？

- 1、其内部不便于安装附件；
- 2、不利于内部相互作用的介质流动。

所以，不适合作为反应或传质、传热用的容器。

压力容器的基本知识

压力容器的主要技术参数

工作压力

设计压力

设计温度

公称直径

壁厚

压力容器的基本知识

工作压力

是指容器顶部在正常工作过程中可能产生的表压。

设计压力

是指在相应设计温度下用以确定容器壳壁计算壁厚及其元件尺寸的压力。

压力容器的设计压力不得低于最高工作压力!

压力容器的基本知识

压力容器的设计温度是指容器在工作过程中，在相应的设计压力下，壳壁或元件金属可能达到最高或最低（指 -20°C 以下）的温度。

压力容器公称直径：是按容器零部件标准化系列而选定的壳体直径，用符号DN及数字表示，单位为毫米。

注：焊接的圆筒形容器，公称直径是指它的内径；无缝钢管制作的圆筒形容器，公称直径是指它的外径。

压力容器的基本知识

压力容器设计、制造、安装安全管理

1、压力容器的安全设计包括:

合理选用材料

选择合适的结构形式

满足强度的要求

结构便于制造

结构便于无损检验

尽量减少构件上作用的局部

附加应力和应力集中

缺陷与应力

结构安全可靠的基础

2、压力容器制造的安全管理:

压力容器的基本知识

压力容器的制造质量主要取决于材料质量、焊缝环境和焊接工艺及质量检验等。

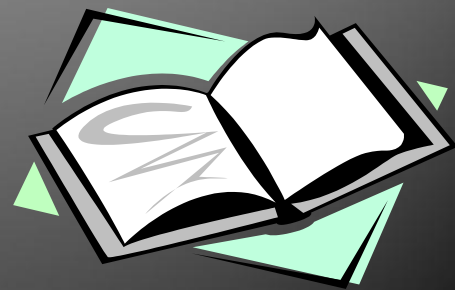
案例：1996、9、21，某石化总厂催化裂化3号反应器由于连接处焊缝外单位安装施工未按标准要求连续双面焊接，也没有按设计要求焊加强板导致焊缝开裂，直接损失50.89万元的重大设备事故。

破裂的因素：焊接接头及其热影响区的缺陷处，在焊接接头存在气孔、夹渣、裂纹、未焊透、未熔合及咬边等：在某些区域性能显著下降以及存在较大的附加应力所至。



第二讲

压力容器常用材料及力学基础知识



事故案例

1996年10月2日20时5分，宁夏化工厂合成氨装置甲醇分离罐，在正常生产工况下破裂，甲醇工艺气泄露着火，继而发生爆炸，造成该罐粉碎性破裂，罐体炸成19块，有人员伤亡，直接经济损失165万元，装置停工12天。

事故分析：

事故发生前，合成氨装置100%负荷运行；

系统内始终没有超压。

事故案例

为什么会发生爆炸呢？

专家分析：是由于介质中硫化氢应力腐蚀与焊接氢共同作用的结果。

结论： 1、设计选材不当
2、制造存在缺陷

压力容器常用材料及力学基本知识

压力容器所用材料存在的风险:

- 1、材料本身与容器内的介质不匹配。
- 2、材料本身存在缺陷，如沙眼、重皮、金属组织恶化等。
- 3、材料用错。
- 4、材料在使用中发生腐蚀等。



压力容器常用材料及力学基本知识

压力容器用钢的基本知识

1、钢材的分类：碳钢和合金钢

碳钢——含碳量小于2.06%的铁碳合金。

碳钢的分类：

(1) 按碳含量分：

低碳钢——含碳量小于0.25%

中碳钢——含碳量为0.25% ~ 0.55%

高碳钢——含碳量大于0.55%

(2) 按S、P含量分：

普通碳钢 ($P \leq 0.045\%$, $S \leq 0.050\%$)

优质碳钢 ($P, S \leq 0.035\%$)

压力容器常用材料及力学基本知识

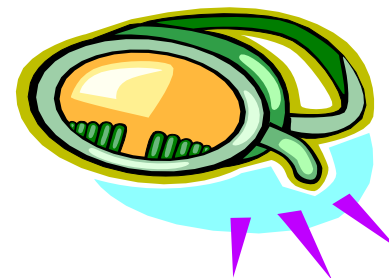
(3) 按脱氧程度分

(4) 按钢的用途分

钢号：20g 优质碳素锅炉钢。20——平均含碳量为0.20%，g——锅炉钢

16MnR 低合金容器钢。Mn的含碳1.20% ~ 1.60%
R——容器用钢

16MnDR 低温容器钢，D——低温钢



压力容器常用材料及力学基本知识

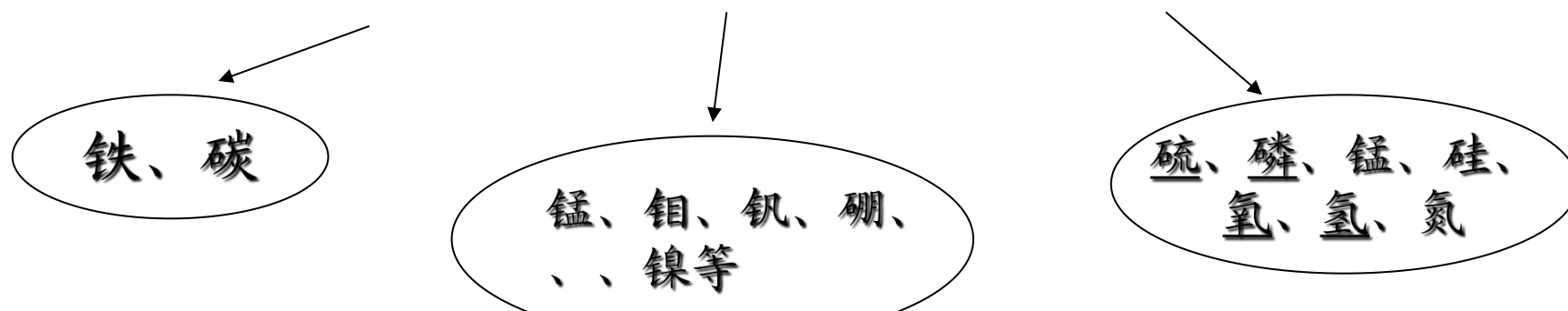
2. 钢材的元素组成:

铁、碳、锰、硅、硫、磷基本元素

一些其他金属元素-----合金元素

压力容器用钢中所包括的元素按作用可分为:

基本元素、添加元素和残留元素



对钢的不同要求，添加不同的元素

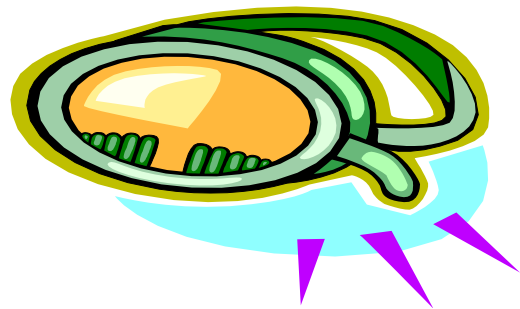
压力容器常用材料及力学基本知识

3、硫、磷、氢、氧元素对钢的影响:

硫——它和铁生成的FeS易于 γ -Fe形成低熔点共晶体。会导致钢材在高温时破裂，则焊接时会产生热裂纹。

磷——可使钢材的强度、硬度增加、塑性和韧性下降。特别

是会降低材料的低温冲击韧性。



压力容器常用材料及力学基本知识

石油化工设备常用的钢种：

在常温或中温下工作的锅炉、压力容器，常用的钢材就是碳钢和低合金钢。

压力容器常用的钢材有：

普通碳素钢、优质碳素钢、低合金结构钢、合金结构钢、不锈钢、耐热钢等。

压力容器常用材料及力学基本知识

石油化工设备对钢材的要求：

- 1、具有良好的力学性能
- 2、具有良好的工艺性能
- 3、具有良好的耐腐蚀性能和抗氧化性能
- 4、钢材在高温下应具有的性能

足够高的强度和持久塑性、良好的組織稳定性、高的松弛稳定性、良好的抗氧化性等性能。

高压锅炉、高温压力容器所用的耐热钢一般都是低温合金耐热钢。

- 5、钢材在低温下应满足的要求

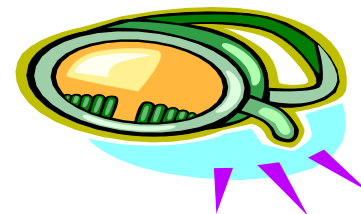
在最低的使用温度下仍具有较好的韧性，防止容器在运行中产生脆性断裂。

压力容器常用材料及力学基本知识

压力容器选材应注意的问题:

考虑设计温度、设计压力、介质和操作特点、材料的焊接性能、容器的制造工艺以及经济合理性。

为保证压力容器的安全运行，要求所用材料有良好的机械性、耐腐蚀性、较好的加工工艺性以及很好的经济性。



压力容器常用材料及力学基本知识

压力容器用钢的主要力学性能指标:

金属的力学性能就是金属在外力作用下表现出来的特征。

压力容器用材料的常规力学性能指标主要包括: 强度、硬度、塑性和韧性。

强度——指金属材料在外力作用下对变形或断裂的抗力。

硬度——钢材抵抗压入物压陷的能力。



压力容器常用材料及力学基本知识

塑性——金属材料在外力作用下产生不能恢复原状的永久变形

而又不被破裂的能力。

塑性用延伸率和断面收缩率表示。

指试件在拉断后的总伸长量与试件原长之比值的百分数。

指试件在拉断后的断口面积的缩小同原断面面积之比值的百分率。

在外力作用下产生变形，一旦外力除去，原状的性质。

压力容器常用材料及力学基本知识

韧性——指金属材料抵抗冲击负荷的能力。

常用冲击功和冲击韧性值表示。

金属的疲劳——钢材在交变载荷作用下，在应力值远低于金属的屈服强度极限的情况下，发生断裂现象。

钢的热脆性——钢的冲击韧性在高温和应力长期作用下产生下降的现象。

温度越高、温度和应力作用的时间越长，钢的热脆性也就越显著。

钢的冷脆性——钢的冲击韧性在低温下产生下降的现象。



第三讲

压力容器安全装置



压力容器安全装置

常见的压力容器安全装置：

泄压装置、警报装置、计量装置、联锁装置和其他安全保护等装置。

压力容器超压的原因：

操作失误或零件破损

充装过量液体受热膨胀

器内燃烧爆炸生成高温高压气体

器内化学反应失控

器内液化气体以外受热饱和蒸气压增大



压力容器安全装置

操作失误或零件破损引起容器超压有两种情况：

- 1、压力较高的气体进入许用压力较低的容器内
原因：减压阀损坏，或操作失误打开旁通阀
- 2、器内产生的气体无法排出造成压力不断升高
原因：出口阀损坏或因操作失误而被关闭

充装过量液体受热膨胀而超压：

原因：当器内液体的温度受环境的影响稍有升高时，压力急剧增大。

这类事故多发生在气瓶之类的小型容器上！

压力容器安全装置

器内燃烧爆炸生成高温高压气体有两种情况:

1、器内混合气体爆炸

原因: 可燃气体中混入助燃气体, 当混合气体中可燃气体的浓度在一定的爆炸范围内时, 往往在查不清点火源的情况下, 燃烧生成气体, 压力急剧上升。

2、器内发生燃烧反应

原因: 固体或液体可燃物及助燃气体, 在一定的条件下发生氧化反应, 产生大量的燃烧热, 是气体受热膨胀, 压力急剧上升。

容器内的可燃物一般是杂物或残留物, 这些物质有时在稍高的温度下就会自燃。



在容器内发生的混合气体爆炸, 引燃源可以是静电火花、冲击、摩擦及绝热压缩, 也可能是自燃。

压力容器安全装置

器内化学反应失控造成容器超压:

在容器内一般装有搅拌装置以及夹套或蛇管等冷却装置,以排除反应热,防止器内压力和温度的过分升高,使反应失控。

失控的原因: 投料计量错误、原料不纯、催化剂使用不当; 搅拌器或冷却水停止循环, 造成局部高热, 最后导致失控。

器内液化气体以外受热饱和蒸气压增大:

密闭的容器内将气体加热, 则它的体积膨胀将受到容器容积的限制而表现为压力升高。

压力容器安全装置

原因有三种情况：

- 1、因操作失误或自动调节装置失灵使器内液化气体受热蒸汽压力增加。
- 2、贮罐内高分子单体聚合放热。
- 3、贮罐周围火灾使液化气体受热。



压力容器安全装置

压力容器的泄漏

1. 产生的原因:

- ♥ 设备材质的变化，产生泄漏点。（腐蚀、侵蚀、老化等）
- ♥ 运转和控制方面的异常。（冻堵、系统紊乱、停水、停电、停气等）
- ♥ 维修、防护方面的不当或检查失误。



压力容器安全装置

2. 泄漏处理措施:

- ♥ 装置区设置可燃气体检测仪，一旦物料泄漏立即报警。
- ♥ 中央控制室的操作人员立即停车，开动灭火喷水器，将蒸汽冷凝，液态烃可以用事故处理槽回收，并有惰性介质保护。
- ♥ 喷水系统在装置周围和内部形成水幕。
- ♥ 中央控制室的操作人员控制一切工艺变化。
- ♥ 如果仪表系统的压缩空气出了故障，应当与氮气系统接通，有次序地停车。

压力容器安全装置

3. 泄漏的预防:

防止泄漏必须根据泄漏类型、泄漏物质状态、泄漏压力、泄漏时间等选择适当的方法。

在运转、维护时采取操作检查等预防措施，包括制止突然泄漏的应急措施。



压力容器安全装置

压力容器的安全防护装置：

设置的目的？ 为了防止可燃物大量泄漏引起燃烧爆炸事故，尽量减少事故损失。

什么叫压力容器的安全防护装置？

是指为了使压力容器能够安全运行而装设在设备上的一种附属机构，又称安全附件。

用于压力容器的安全附件：安全阀、爆破片、紧急放空阀、液位计、压力表、单向阀、限流阀、温度计、喷淋冷却装置、紧急切断装置、静电消除装置、防雷击装置等。

压力容器安全装置

压力容器的安全防护装置：

安全防护装置的分类：

按使用性能或用途可分为四大类型，即：

联锁装置——为了防止操作失误而设置的控制机构。

警报装置——容器在运行过程中出现不安全因素致使容器处于危险状态时能自动音响或其他明显报警讯号的仪器。

计量装置——指能自动显示容器运行中与安全有关的工艺器具。

指容器超压时能自动泄放压力的装置。

(4) 安全泄压装置

类型:

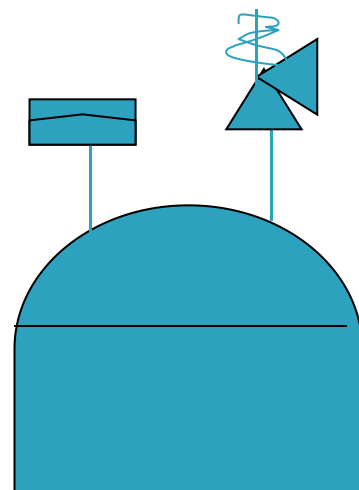
按工作原理和结构形式可分为四种:

阀型

断裂型

熔化型

组合型



压力容器安全装置

阀型泄压装置——安全阀

优点： 仅仅排放压力容器内高于规定部分压力，到正常操作压力时，它自动关闭。

- ♥ 可重复使用。
- ♥ 安装调整也比较容易。

缺点： 密封性能较差。

- ♥ 阀的开启有滞后现象，因而泄压反应较慢。
- ♥ 用于介质为一些不洁净的气体时，阀口有被堵塞

和

阀瓣有被粘住的可能。

注：不宜用于介质具有剧毒性的设备，更不能用于器内有可能产生剧烈的化学反应而使压力急剧升高的设备。

压力容器安全装置

断裂型泄压装置——爆破片和爆破帽

优点：密封性能好，动作迅速，

爆破压力精度高，泄放量大。

- 泄压装置的动作不受介质集聚状态的影响。

- 能满足因化学反应而产生的爆炸性气体超压泄放。

缺点：泄压之后，爆破元件不能继续使用，容器就得被

迫

-

停止运行。

-

- 爆破元件寿命较短。

-

- 爆破元件动作压力不易准确预测和严格控制。

是通过爆破膜片（帽）的破裂而泄放介质，以降低容器内的压力。

注：不易用于液化气体贮罐。

压力容器安全装置

融化型泄压装置——易熔塞

优点：结构简单，更换容易。

缺点：装置动作后，元件不能继续工作，容器被迫停止运行。

是利用装置内的低熔点合金在较高的温度下融化，打开通路，使器内气体从孔内排出而泄放压力的。



压力容器安全装置

组合型泄压装置——是由两种形式的泄压装置组合而成的。

常用的是 安全阀和爆破片或易熔塞的组合结构。

优点：解决了安全阀的泄漏和断裂型被迫停止运行的情况。

缺点：比较复杂。

适用场合：介质为具有腐蚀性的液化气体，或剧毒、稀有

容器；设备内升压速度极高的反应容器。

压力容器安全装置

压力容器的安全泄放量：

是指压力容器超压时为保证它的压力不会在升高而在单位时间内所必须泄放的气量。

是容器在单位时间内由产生气体压力的设备所能输入的气量。

最大气量，或容器在受热时，单位时间内所能蒸发、分解出的最大气量，或容器内部的工作介质发生化学反应，在单位时间内所能产生的最大气量。

安全泄压装置的作用是防止压力容器超压！

压力容器安全装置

安全阀的组成:

主要由阀座、阀瓣、加载机构三部分组成

安全阀的工作原理:

当容器内压力超过某一定值时，依靠介质自身的压力自动开启阀门，迅速排出一定数量的介质。当容器内的压力降到允许值时，阀又自动关闭，使容器内压力始终低于允许压力的上限，自动防止因超压而可能出现的事故。同时，由于排气时发出较大的响声，也起到自动报警的作用。

压力容器安全装置

安全阀的分类:

(1) 按整体结构及加载机构的形式分:

重锤式安全阀

弹簧式安全阀

控制式安全阀

(2) 按照气体排放方式的不同分

全封闭式

半封闭式

敞开式

(3) 按阀瓣开启最大高度与阀孔直径之比分

微启式

全启式



弹簧封闭微启安全阀

产品型号: A41H

公称通径: 20-200mm

材质: 碳钢、不锈钢

压力范围: 1.6-4.0Mpa

适用范围: $\leq 300^{\circ}\text{C}$



全启式安全阀



全封闭带扳手全启式安全阀



单杠杆安全阀

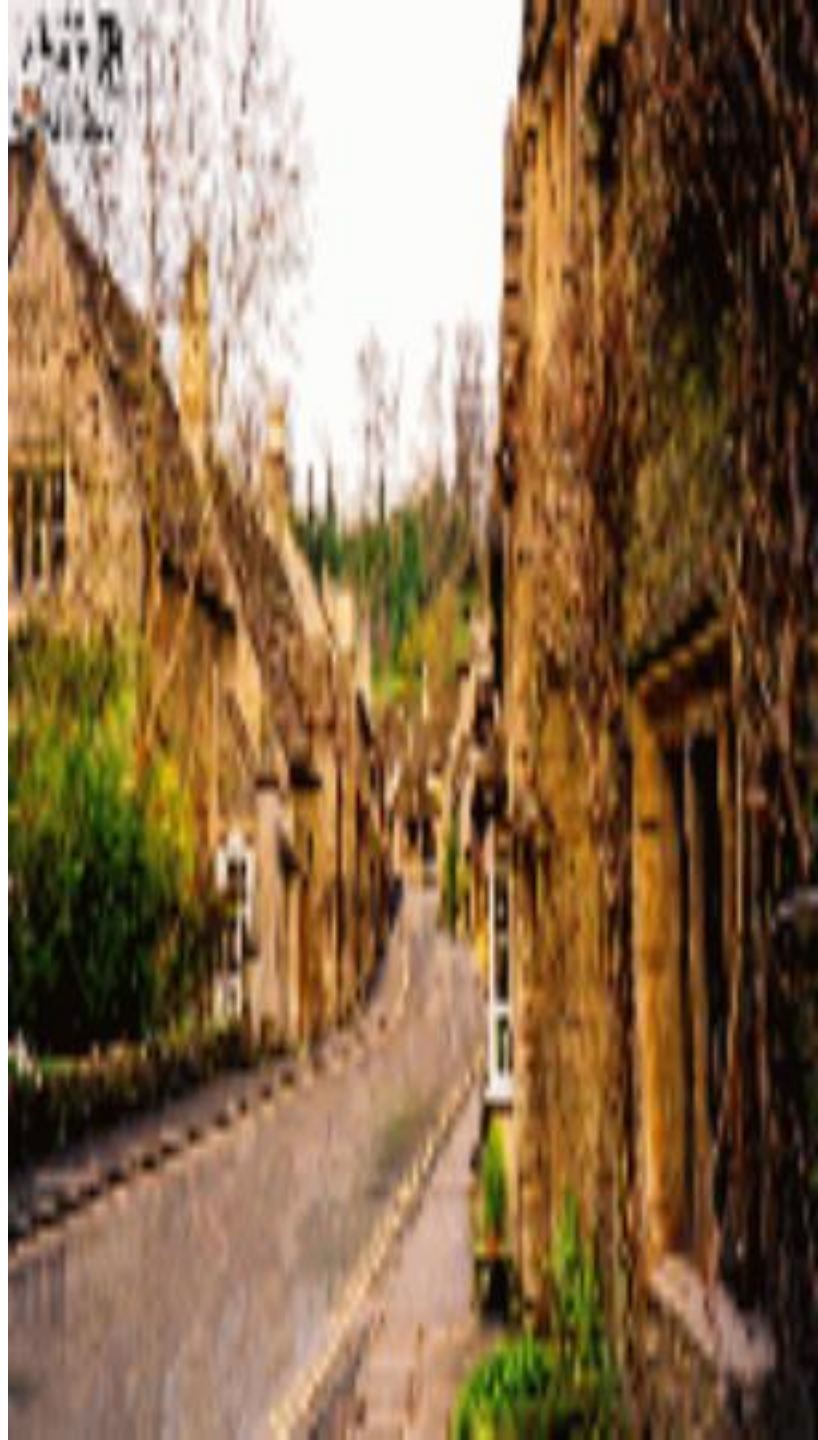


控制式安全阀

压力容器安全装置

安全阀必须满足的基本要求：

- ➡ 必要的密封性
- ➡ 可靠地开启
- ➡ 及时稳定地排放
- ➡ 适当地关闭
- ➡ 关闭后的密封



压力容器安全装置

安全阀的选用：

要考虑三点即 结构形式 压力范围 排放量



安全阀的安装要求：

① 安全阀应垂直安装在压力容器液面以上的气相空间，或安装在连接压力容器气相空间的管道上。

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面积。

③ 压力容器与安全阀之间不宜装设中间截止阀门。

必须大于设备的**安全泄放量**，保证安全阀开放能及时排放出一部分介质，避免器内压力继续升高。

压力容器安全装置

压力表



压力容器安全装置



防霜式玻璃板液位计

压力容器安全装置

液面计的选用:

- 低压容器选用管式液面计，中、高压容器选用板式液面计
- 盛装 0°C 以下介质的压力容器，应选用防霜液面计
- 寒冷地区室外使用的液面计，应选用夹套型或保温型结构的液面计
- 用于易燃、毒性程度为极度、高度危害介质的液化气体压力容器上，应采用玻璃板液面计或自动液面指示器，应有防止泄漏的保护装置
- 要求液面指示平稳的，不应采用浮子式液面计，可采用

压力容器安全装置

液面计的安装与维护:

液面计应安装在便于观察的位置;

液面计上最高和最低安全液位应做出明显的标志。

注意: 液面计有下列情况时应停止使用并更换

- 1、超过检验周期
- 2、玻璃板（管）有裂纹、破碎
- 3、阀件固死或不起作用
- 4、出现假液位
- 5、液面计指示模糊不清

压力容器安全装置

温度计



隔爆型热电偶（热电阻）

压力容器安全装置

在需要控制壁温的压力容器上：

必须装设测试壁温的测温仪表（或温度计），

测温仪表应按国家计量部门的有关要求定期进行校验。

放空管：

用处：为了防止可能出现超温、超压、爆炸等恶性事故，宜设置自动或就地手控紧急放空管。

放空口应设在防雷保护范围内，为防静电，放空管应有良好的接地设施。

压力容器破坏形式

从压力容器安全的角度，按金属材料破裂的现象不同，可把压力容器的破裂分为五种形式：

韧性破裂

脆性断裂（又称低应力破坏

在低温压力容器
中可能发生！

疲劳破裂

腐蚀破裂

蠕变破裂

压力容器破坏形式

疲劳破裂：指压力容器由于某种原因，受到反复作用的交变应力的作用。

产生原因：

容器加压泄压；
开停工操作；
加热、冷却

发生部位：接管根部、开孔的孔边、或其他具有局部结构不连续的部位。**注意焊缝处！**

压力容器疲劳破断的基本形式：主要是爆破和泄漏两种。

压力容器破坏形式

腐蚀破裂：指容器壳体由于受到腐蚀介质的作用而产生破裂的一种破坏形式。

形式五类： 均匀腐蚀、点腐蚀、晶间腐蚀、应力腐蚀、疲劳腐蚀，炼油设备还会发生点偶腐蚀、垢下腐蚀、细菌腐蚀、磨损腐蚀和氢鼓泡等具体的腐蚀。

压力容器破坏形式

晶间腐蚀——是一种局部的腐蚀。腐蚀性介质渗入到

金属材料深处，使金属晶粒之间的结合

材料的强度、塑性及韧性大幅度下降。

结果：

应力腐蚀——在拉伸应力和腐蚀环境共同作用下，形

成裂纹，并不断随时间扩展而造成的

压力容器破坏形式

应力腐蚀破裂有三个要素：

拉应力

腐蚀

裂纹

是拉应力与介质联合作

用的结果

疲劳腐蚀——在腐蚀介质和交变的拉伸应力共同作用下发生的腐蚀。

可加速腐蚀裂纹的形成和扩展。
疲劳

据日本统计：在563起事故中，疲劳破裂

30% 腐蚀破裂占22.6%。

压力容器破坏形式

压力容器常见缺陷：

按照缺陷存在的方式不同可分为两种

外部缺陷

内部缺陷

常见外部缺陷有：

裂纹 腐蚀 变形 磨损 渗漏

内部缺陷有两种情况

焊缝的内部

使用过程中产生

压力容器破坏形式

焊缝内部缺陷有：

气孔

夹渣

未焊透和未熔合

内部裂纹

焊接接头区域存在组织和性能的不均匀性

使用过程中产生的缺陷有：

氢损伤

组织恶化

可能发生的装置：加氢裂化

加氢精制

加氢脱硫

压力容器破坏形式

压力容器破裂原因：

韧性破裂：超压

器壁厚度不够或使用中减薄

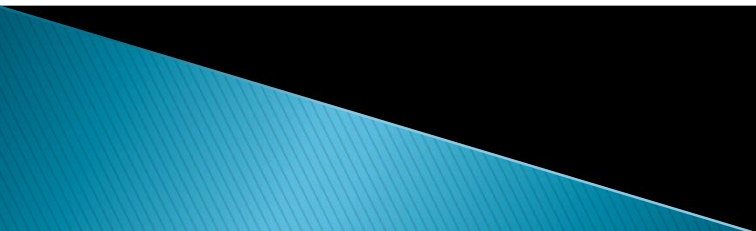
脆性断裂：构件存在缺陷和材料的韧性差

疲劳破裂：① 容器承受交变循环载荷

② 过高的局部应力

③ 高强度低合金的广泛应用和特厚材料的应用

增加



压力容器事故处理

事故分类：

压力容器事故按性质可分为：

责任事故

质量事故

自然事故。



压力容器事故处理

根据《锅炉压力容器事故报告办法》，按设备的损坏程度，把压力容器事故可分为：

爆炸事故 —— 最严重的，造成严重的破坏和伤亡。

重大事故 —— 被迫停止运行，必须进行修理的事故。

一般事故 —— 损坏程度不严重，不需要停止运行修理的事故。

压力容器事故处理

国家质检总局底2号令《锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定》将锅炉压力容器与压力管道及特种设备事故分为五个级别：

- ① 特别重大事故，死亡30人以上、或受伤100人以上、或直接经济损失1000万元以上的设备事故。
- ② 特大事故，死亡10~29人以上、或受伤50~99人以上、或直接经济损失500万~1000万元的设备事故。
- ③ 重大事故，死亡3~9人以上、或受伤20~49人以上、或直接经济损失100万~500万元的设备事故。

压力容器事故处理

④ 严重事故，死亡1~2人以上、或受伤19人以下、或直接经济损失50万~100万元的设备爆炸事故。

⑤ 一般事故，无人员伤亡，设备无法正常运行，且直接经济损失50万元以下的设备事故。



压力容器事故处理

事故处理的原则：

压力容器一旦发生事故，事故发生单位应当立即采取紧急措施：

- ▲ 抢救伤员
- ▲ 马上采取减轻事故后果的措施
- ▲ 按规定及时向有关人员和上级部门报告事故的情况
- ▲ 保护现场
- ▲ 组织事故调查组，对事故进行调查

压力容器事故处理

压力容器的事故处理包括：

▲ 事故报告 ▲ 事故抢救

事故处理的一般要求：

从事故发生之日起，一个月内应调查处理结案。由于情况特殊，在一个月之内不能结案的，由发生事故的单位，相当地劳动部门申述延报原因。

压力容器事故处理

事故的综合分析:

1、目的——是最终对事故的过程、性质破断形式及状态和事故的原因做出科学的结论。

2、事故原因分析

对压力容器在不同阶段形成的缺陷进行分析;

对造成事故的直接原因和间接原因进行分析

3、压力容器破坏程度及爆炸性质的确定

压力容器事故处理

容器的破坏程度，按严重程度分为四个等级：

膨胀 泄漏 爆裂 爆炸

容器爆炸的性质，按破裂性质分为四种：

正常压力下爆炸



超压爆炸



器内化学爆炸



二次爆炸



第 四 讲

压 力 容 器 的 定 期 检 验



压力容器定期检验

压力容器在检验过程中存在的风险表现为：

- 未对设备进行置换或置换不彻底就试车或打开人孔
- 检修时未采取堵盲板与系统切断措施
- 用氧气或可燃性气体补压、试压、试漏
- 现场存在有害气体，破坏环境，产生中毒事故
- - - - - 等

压力容器定期检验

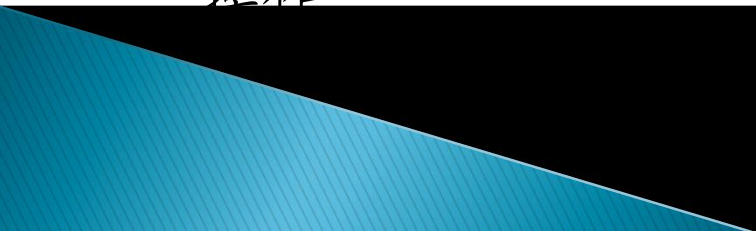
定期检验的目的：

1、了解压力容器的安全状况、及时发现问题，及时处理和消除检验中发现的缺陷，或采取适当措施进行特殊监护，从而防止压力容器事故的发生，保证压力容器在检验周期内连续安全运行。

2、进一步验证压力容器设计的结构、形式是否合理，制造、安装质量以及缺陷的发展情况等。

3、及时发现运行管理中存在的问题，以便改进管理和

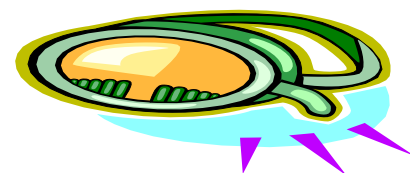
操作



压力容器定期检验

定期检验方法：

- 宏观检查——检验容器表面的各种情况
- 无损探伤检验——检查原材料、焊缝表面和内部缺陷
- 理化检验——检查原材料及焊缝化学成分、机械性能
- 整体性能检验——检查容器宏观强度及密封性的耐压试验和气密性试验



压力容器定期检验

1. 目视检查

是用肉眼直接观察容器的内外表面。

2. 灯光检查

对固定容器的底部及视线不能直接观察到的部位，可用镜面微凹的反光镜来观察。

注意：用12V灯泡做灯光检查

压力容器定期检验

3. 锤击检查

利用手锤轻轻锤击被检查的压力容器器壁，或其他部件时发出的声响及小锤的回弹情况来判别构件的好坏。

4. 量具检查

利用各种不同的量具对容器的内、外表面进行直接测量，以检查存在的缺陷。

常用的量具有：

直尺、钢卷尺、深度游标卡尺、内径千分卡尺、外径千分卡尺、塞规、各种样板、焊缝尺等量具。

压力容器定期检验

二、无损探伤检验

是在不损伤检验构件的情况下，利用材料和材料中缺陷所具有的物理特性探查其内部是否存在缺陷的方法。

具体方法有：

♥ 射线探伤

♥ 超声波探伤

♥ 磁粉探伤

♥ 渗透探伤

表面探伤

压力容器定期检验

1. 表面探伤:

常用的有磁力探伤、荧光探伤、液体渗透探伤等。

磁粉探伤或电磁探伤

利用铁磁性材料在缺陷处的导磁率不同，因而磁阻不同的原理来检验缺陷。

磁粉探伤属于表面探伤，主要用来检测表面缺陷和近表面缺陷对表面裂纹等线性缺陷的探伤灵敏度较高。

压力容器定期检验

着色探伤 → 液体渗透探伤

是利用液体的毛细管作用原理来检查材料或工件表面缺陷的方法。

适用：容器表面的裂纹、折皱等缺陷的检验。

注意：着色探伤渗透剂采用的是易燃、有毒的物体，在操作时应注意防火和防毒。

压力容器定期检验

总之：表面探伤主要是检验压力容器受压元件表面或近表面的缺陷。

重点部位：

- ①结构不连续部位。
- ②应力不连续部位。
- ③化学成分和组织不连续部位。
- ④易冲蚀部位。

压力容器定期检验

2. 射线探伤

根据射线穿过有缺陷部分和无缺陷部分强度衰减程度的不同，可以通过胶片的感光情况来判断和鉴定焊接接头的内部质量。

可准确的显示缺陷的形状、平面位置、大小。

常用手段：X射线探伤、 γ 射线探伤、其它高能射线探伤



注意：锅炉 压力容器检验常用得是X射线

压力容器定期检验

在役压力容器定期检验包括三种：

- ♥ 外部检查、

- ♥ 内外部检验、

- ♥ 全面检验

外部检查——运行中的压力容器定期在线检查。

每年至少一次

检查者：检验单位有资格的压力容器检验员

经特种设备安全监察机构认可的使用单位压力容器专业人员。

压力容器定期检验

检查内容:

①压力容器本体外表缺陷。

外表面有无裂纹、变形、腐蚀、局部过热鼓包；焊缝、承压元件及连接部位有无泄漏

②压力容器及连接管道外表缺陷。

保温层、防腐层、设备名牌

③附属设备缺陷。

④运行管理缺陷。

运行参数、运行日志、检修记录

压力容器定期检验

外部检查常见缺陷有：

裂纹 （检查重点）

外表腐蚀 （检查重点）

腐蚀

变形

结构不合理



压力容器定期检验

裂纹——常见的、危险的缺陷之一

根据裂纹的产生来源看，它们有的是原材料轧制遗留下的裂纹，有的是在焊接、热处理等工艺过程中产生的裂纹，还有的是容器在运行过程中产生的。



如：疲劳裂纹、腐蚀裂纹

压力容器定期检验

外表腐蚀：由于大气与压力容器壳体的金属材料发生反应引起的。

越潮湿的位置、
环境中的酸性越高的
条件外表腐蚀越严重。

压力容器定期检验

重点检查部位：

①焊缝与焊接热影响区

②焊缝与焊缝附近

③局部应力过高的部位

如：接管、截面突变处、开孔周围、管板的桥带、封头的过渡部分、壳体与管板连接处；

易于积聚腐蚀物的部位



压力容器定期检验

内外部检验的重点：

内外部检验的主要内容：

- ☆ 外部检验的全部内容
- ☆ 容器内外表面
- ☆ 开孔接管处有无介质腐蚀或冲刷磨损等现象
- ☆ 应力集中处有无断裂或裂纹有怀疑的部位

压力容器定期检验

容器内外部检验过程中常见的缺陷有：

裂纹、腐蚀、变形、磨损、渗漏、组织恶化。

也是较常见的一种

超压超温等原因引起，是一种严重缺陷

均匀磨损、局部磨损两种

是最危险的一种。裂纹存在与焊缝的熔合区到热影响区范围内，会加速容器的疲劳破裂和腐蚀断裂。



压力容器定期检验

缺陷消除的常用方法:

打磨

补焊或堆焊

挖补

更换



压力容器定期检验

压力容器缺陷修复的安全措施:

隔离、置换、加强通风

易燃、易爆物质严密隔离

用惰性气体、蒸汽、或水
把容器内的可燃气体置换出来

将容器内的易燃、易爆、有毒气体排除后，方可进行作业。

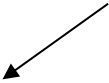
压力容器定期检验

容器缺陷修理后的检验工作：

一是尺寸公差检验（按技术标准验收）

二是焊缝检验（必须进行无损探伤）

三是水压试压检查



主要是检查：
焊补、挖补、更
换受压元件、修
复受压元件的鼓
包、更换铆钉等。

总之对在役压力容器的检验：

是使容器能安全可靠地使用至下一次检验期，并通过消除缺陷，提高容器地安全状况，延长使用期。

压力容器定期检验

耐压试验——指压力容器停机检验时，所进行的超过

最高工作压力的液压试验或气压试验。

固定式压力容器：每两次内外部检验期间内，至少进行一次
耐压试验

内外部检验后的压力容器在哪些情况下需要进行耐压试验？

压力容器定期检验

耐压试验的安全要求

- ① 试验前，压力容器各连接部位的紧固螺栓，必须装配齐全，紧固妥当。
- ② 在试验时不会导致发生危险的液体。低于其沸点的温度下，都可用做液压试验介质。一般用水。
- ③ 以水为介质进行液压试验，其所用的水必须是洁净的。
- ④ 压力容器中应充满液体，滞留在压力容器内的气体必须排净。
- ⑤ 碳素钢、16MnR制造的压力容器在液压试验时，液体温度不得低于5℃
- ⑥ 液压试验结束后，应用压缩空气将其内部吹干。

压力容器定期检验

气压试验安全要求：

①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，使用气压试验。

②试验所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

③碳素钢和低合金钢制压力容器的试验用气体温度不得低于15℃。

注：在耐压试验中严禁待压紧固螺栓！

压力容器定期检验

耐压试验合格条件：

1. 液压试验后合格条件

无渗漏

无可见的变形

无异常的响声

表面经无损检测抽查未发现裂纹

2. 气压试验合格的标准

无异常响声、无漏气、无可见的变形

压力容器定期检验

压力容器的气密性试验试验：

介质毒性程度为极度、高度危害或设计上不允许有微量泄漏的压力容器，必须进行气密性试验。

气密性试验的要求：

- 1、气密性试验应在液压试验合格后进行。设计图样要求。
- 2、碳素钢和低合金钢制压力容器，其试验用气体的温度应不低于5℃；其他材料制压力容器按设计图样规定。

压力容器定期检验

3、试验所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

4、压力容器进行气密性试验时，安全附件应安装齐全。

气密性试验合格的条件：

经检查无泄漏，保压不少于30min即为合格。

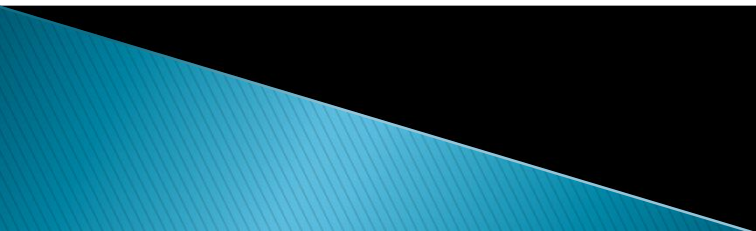
压力容器定期检验

压力容器试压现场的要求：

- ▼ 无关人员不得在现场停留
- ▼ 设置警戒线，安全管理人员应进行现场监督
- ▼ 检查密封面是否渗漏使，脸部不易正对法兰侧面
- ▼ 压力表应选用两块
- ▼ - - - - 等

压力容器定期检验

在检修中应注意的事项：

1. 进入容器内检修时，容器外应有人监护。
 2. 现场用的气瓶要有阻火装置，防止回火爆炸。
 3. 检修现场不能用易燃易爆物品擦洗设备，免发生着火。
 4. 严格执行动火制度，要做到“三不动火”。
 5. 检修后清理容器内的杂物。
- 

压力容器定期检验

压力容器加盲板或隔离设备时的规定：

打开法兰安装盲板之前必须核准需要安装盲板的精确位置核准好要装盲板的尺寸

核准已泄压和排空的管线和设备

安装前做好防护措施，并穿戴防护服和装备，戴眼睛护罩。

做好安装盲板记录——对所加盲板用标牌标明盲板位置、盲板安装人、盲板安装日期

第四讲 小结

- 1、容器定期检验的目的
 - 2、容器定期检验的方法
 - 3、容器的外部检查重点、缺陷及种类、处理办法
 - 4、容器的内外部检验周期、检验重点和检验内容
 - 5、容器的常见缺陷、缺陷的消除
 - 6、容器运行缺陷的处理
 - 7、容器修理后的检验
 - 8、耐压试验、耐压试验的安全要求、气压试验
 - 9、气密性试验及其要求
 - 10、压力容器检修应注意的事项
- 压力容器检修准备工作

第四讲 小结

练习:

1、《压力容器安全技术监察规程》规定：压力容器耐压试验场地应有可靠的____，并经单位技术负责人和安全部门____。耐压试验过程中，不得进行与____的工作，无关人员不得在实验现场_____。

2、压力容器定期检验的目的是及时查清压力容器设备的____，及时发现和消除压力容器设备存在的____和____，确保压力容器安全附件____、____、____等。

3、对在役压力容器的定期检验包括____、____和____三种。

4、对固定式压力容器，每____内外部检验期间内，至少进行____耐压试验。

第四讲 小结

5、压力容器检修时，应严格执行动火制度，要做到_____。

6、压力容器的内外部检验是在压力容器_____时进行的全面检验。

a、停运 b、运行 c、缺陷修复 d、检修

7、进行压力容器内部检验或检修时，要求工作空间空气中的氧含量（体积比）为_____。

a、15 - 25 % b、 $\geq 20\%$ c、18 - 23 %

8、压力容器投用后首次内外部检验周期一般为_____。

a、2年 b、3年 c、1年 d、4年

9、进入潮湿的压力容器内作业时，应使用安全电压不超过

第四讲 小结

a、36 V b、24 V c、12 V d、6 V

10、打开连接法兰安装盲板之前，必须首先核准需要安装盲板的_____。

a、位置 b、尺寸 c、强度 d、变形

11、低温液体储罐使用已经超过____年或停止使用超过两年的应缩短内外部检验周期。

a、10 b、20 c、30 d、15

12、压力容器内外部检测安全等级为1 - 2级，下次检验周期为_____年。

c、5 d、6

第五讲

压力容器安全运行



压力容器安全运行

一、压力容器的平稳操作:

主要是指缓慢地加载和卸载，缓慢地升温和降温，并在运行期间保持压力和温度的相对稳定的过程。

1. 安全操作的基本要求



压力容器安全运行

- ① 要了解设备，掌握设备的基本技术参数和结构，并掌握操作工艺条件。
- ② 严格遵守安全操作规程。
- ③ 运行期间保持压力和温度的相对稳定。
- ④ 严禁超压超温运行。
- ⑤ 坚持运行期间的巡回检查。
- ⑥ 认真填写操作记录。
- ⑦ 掌握紧急情况处理方法。



压力容器安全运行

2、操作人员的要求

(1) 需具备的基本条件

① 经过安全技术教育和培训，考试合格，取得“压力容器操作人员合格证”，方可独立进行操作。

② 应熟悉生产工艺流程，了解本岗位压力容器的结构、技术特性和主要技术参数，掌握容器的正常操作方法，出现异常情况能准确判断，及时、正确地采取紧急措施。

压力容器安全运行

③ 安全装置的型号、规格、性能及用途，保持安全装置齐全、灵活、准确可靠。

④ 严格遵守安全操作规程、坚守岗位、精心操作；认真记录，加强对容器的巡回检查和维护保养。

⑤ 定期参加专业培训教育，不断提高自身的专业素质和操作技能。

压力容器安全运行

(2) 操作人员应履行的职责：

- ① 按操作规程，正确使用压力容器，确保安全运行。
- ② 做好维护保养工作，保持良好的技术状态。
- ③ 经常进行检查，遇紧急情况应按规定采取紧急处理措施，并及时向上级主管部门报告。
- ④ 对任何不利于安全的违章，应拒绝执行。



压力容器安全运行

3、生产工艺指标的合理控制

(1) 控制温度、严防超温

温度是介质或反应物在压力容器中的主要控制参数之一。

稳定生产



提高产品质量



防火防爆



压力容器安全运行

超温的原因与不利:

- ❶ 温度过高可能导致反应加剧而使压力突增;
- ❷ 过高的温度会使容器材料的力学性能减弱, 产生高温蠕变, 承载能力下降;
- ❸ 温度过低还会是某些物料冻结, 造成管线堵塞或破裂;

压力容器安全运行

💡 温度过低则可能造成反应速度减慢或停滞，当回复到正常反应温度时，会因未反应物料过多而发生剧烈反应导致压力剧增，甚至爆炸；

💡 升温、降温速度过快还会因为温度骤变引起设备、部件的膨胀或收缩急剧变化而损坏设备

压力容器安全运行

严格控制温度，必须采取以下措施：

- ① 除去反应热。
- ② 防止在反应中换热突然中断。
- ③ 正确选择传热介质，应尽量避免使用与反应物性质相抵触的物质作为传热介质。
- ④ 加强保温措施，合理的保温对工艺参数的控制、减少波动、稳定生产有利。

压力容器安全运行

(2) 控制压力:

(3) 控制好加料速度:

(4) 控制好加料比例:

(5) 控制好加料顺序:

(6) 严禁超量贮存, 超量充装

(7) 控制原料的纯度



压力容器安全运行

4、压力容器正常投运：

是指压力容器由非使用状态进入使用状态的过程。

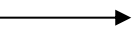
特点：

冷态

热态

不承压

承压



压力容器安全运行

容器投入程序：

吹扫贯通试压 装置进料

1. 吹扫贯通试压，消除检修时的残留物：

- ♥ 根据盲板记录，逐点进行抽盲板操作；
- ♥ 进行联合质量检查和设备试运；
- ♥ 按工艺规程逐个审查系统，确认无误；
- ♥ 按规定置换气体介质，不留死角。

压力容器安全运行

2. 装置进料:

- ♥ 关闭所有防空阀，进行三级检查无误，起动机泵进料；

注意：防止泄露和走错流程

- ♥ 进料；

- ♥ 装置升温，要缓慢；升温过程是设备暴露问题的过程，

要全面检查

- ♥ 调整阶段，严格执行工艺卡片规定

压力容器安全运行

加强压力容器的维护,确保完好:

设备状况好,运转周期长,不发生跑、冒、滴、漏,就能避免或减少事故的发生。

① 加强计划检修,保证检修质量。

② 加强压力容器的安全检查和检测工作,及时发现和消除各种缺陷和隐患,排除不安全因素。

③ 设备的安全装置和安全设施,做到齐全、灵敏、可靠,确保安全使用

压力容器安全运行

采用自动控制和安全防护装置：

为了有效地防止超温、超压、超负荷，严格控制系统中的氧含量和加强气体检测，应采用自动分析、自动调节、自动报警、自动停车、自动排放、自动切除电源等安全连锁自控技术措施，能自动进行工艺处理，这是防止火灾爆炸的重要技术措施。

压力容器安全运行

压力容器停止运行的注意事项：

压力容器停止运行 { 正常停止 ✓
非正常停止

停止运行是一个变操作参数过程



压力容器安全运行

停止时应注意的问题有：

- 1、停运时应控制降温速度
- 2、停工操作做到准确无
- 3、采取降温的方法降压
- 4、按降温曲线进行降温操作
- 5、真空设备的正常停运
- 6、应清除干净剩余物料
- 7、杜绝火源
- 8、装置停工过程中，要做好
安全工作



压力容器安全运行

防止压力容器超压运行:

超压运行有可能时材料发生过度的塑性变形而导致容器的韧性破裂, 杜绝压力容器超压运行是操作人员的一项重要职责。

超压时应采取的措施:

1、压力来自器外压力源的容器

原因: 操作失误

措施: 装设连锁装置

实行安全操作挂牌制度

对于通过减压阀降低压力后才进气的容器, 装设安全卸压装

置

压力容器安全运行

2、器内物料的化学反应而产生压力的容器

原因：物料的化学反应

措施：严格控制每次投料量

严格控制原料中杂质的含量

压力容器安全运行

3、液化气体的容器

原因：超量充装

受热

措施：严格禁止超量充装

4、聚合反应容器

原因：聚合作用释放热量，容器内气体急剧升温而压力升高

措施：在物料中加入阻聚剂

容器内物料贮存时间不宜过长

压力容器安全运行

压力容器运行期间的检查工作

检查目的：防止异常情况的扩大和延续。

检查内容：工艺条件

设备状况

安全装置

操作人员

压力容器安全运行

压力容器停止运行的情况

正常停运

紧急停运

紧急停运的条件（异常现象）：

- 1、压力容器工作压力、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、泄漏等危及安全的缺陷。
- 3、安全附件失效

压力容器安全运行

- 4、接管、紧固件损坏，难以保证安全运行
- 5、发生火灾直接威胁到压力容器安全运行
- 6、过量充装
- 7、液位失去控制，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、其他异常情况

压力容器安全运行

压力容器的使用管理

1、建立压力容器技术档案

使用者要认真做好**压力容器使用情况记录**，包括运行情况记录和检验修理记录。

2、管理责任制

3、建立和健全压力容器的各项安全管理制度



压力容器安全运行

压力容器的维护

《容规》规定：

压力容器使用单位应当对在用压力容器进行经常性日常维护，并至少每月进行一次自行检查；

对安全附件、安全保护装置、测量调节装置及有关附属仪器仪表，定期校验、检修，做好记录，发现异常及时处理。

压力容器安全运行

维护、保养的内容:

经常检查腐蚀和“跑、冒、滴、漏”的情况，发现问题及时采取妥善措施。

在容器停止使用时，要将内部介质排空放净。
对腐蚀性的介质，要经过排放、置换、中和、清洗

等技术处理，要注意防止容器的“死角”内积存腐蚀性物质

保持容器的干燥，必要时可涂刷油漆保护层。

第五讲 小结

- 1、什么是平稳操作
- 2、压力容器安全操作的基本要求
- 3、压力容器操作人员需具备的基本条件
- 4、压力容器操作人员应履行的职责
- 5、生产工艺指标的合理控制
- 6、压力容器投用、停用
- 7、如何防止压力容器超压运行
- 8、压力容器运行期间的检查、管理工作

练习：

1、工艺条件的检查主要是对（ ）、
（ ）和（ ）三方面的检查。
工艺条件、设备状况、安全装置

第五讲 小结

1、压力容器运行中的检查主要是对（ ）、（ ）（ ）三方面的检查。

工艺条件、设备状况、安全装置

2、平稳操作主要是指缓慢地加载和（ ），缓慢地升温 and（ ），并在运行期间保持压力和温度的（ ）的过程。

卸载 降温 相对稳定

3、对运行中的压力容器进行检查，主要是对（ ）、（ ）、（ ）及操作人员等方面的检查，及时发现问题，迅速处理，保

工艺条件 设备状况 安全装置

第五讲

小结

4、对运行中的压力容器应严格遵守操作规程，坚持（ ）（ ）（ ）进行巡回检查，随身携带检查（ ），发现问题及时汇报并处理。

定时 定点 定线 工具

5、压力容器运行期间的维护，主要是经常检查（ ）和

“跑、冒、滴、漏”的情况，发现问题及时采取措施。

A. 裂纹 B. 腐蚀 C. 磨损 D. 变形

6、巡检时，容器与地面接触部分、有焊缝的部位、易发生局部过热的部位都是检查重点。（ ）

作业时，作业者须缓慢地加载和卸载，缓慢地升温和解压（ ）

第五讲

小结

8、操作人员经过安全技术教育和培训后，就可承担压力容器作业。（×）

9、压力容器使用单位应当对在用压力容器进行经常性日常维护保养，并至少每月进行一次自行检查。（ ）

10、压力容器安全操作的基本要求：

答：① 要了解设备，掌握设备的基本技术参数和结构，并掌握操作工艺条件。

安全操作规程。

保持压力和温度的相对稳定。

第五讲 小结

- ④ 严禁超压超温运行。
- ⑤ 坚持运行期间的巡回检查。
- ⑥ 认真填写操作记录。
- ⑦ 掌握紧急情况处理方法。

11、压力容器操作中为什么要严格控制温度？

答： 温度是介质或反应物在压力容器中的一个主要控制参数之一。

（1）控制好反应温度，不仅可以稳定生产，提高产品质量，也是防火防爆所必需的。不同的化学反应都有各自最适宜的反应温度，温度过高可能导致反应加剧而使压力突增，
爆炸。

第五讲 小结

(2) 同时过高的温度会使容器材料的力学性能减弱，产生高温蠕变，承载能力下降。

(3) 温度过低则可能造成反应速度减慢或停滞，当回复到正常反应温度时，会因未反应物料过多而发生剧烈反应导致压力剧增，甚至爆炸。

(4) 同时温度过低还会使某些物料冻结，造成管路堵塞或破裂，致使易燃物泄露而发生火灾和爆炸。

温度变化速度过快还会因为温度的骤变引起设备、

部

件的膨胀或收缩急剧，损坏设备

第五讲 小结

12、压力容器操作人员的职责有哪些？

答：（1）按照安全操作规程的规定，正确操作使用压力容器。

（2）认真填写操作记录、生产工艺纪录或运行纪录。

（3）做好压力容器的维护保养工作（包括停用期间对容器的维护），使压力容器经常保持良好的技术状态。

（4）经常对压力容器的运行情况进行检查，发现操作条件不正常时及时进行调整，遇有紧急情况应按规定采取紧急处理措施并及时向上级报告。

（5）对任何有害压力容器安全运行的违章指挥，应拒绝执行。

（6）努力学习业务知识，不断提高操作技能。