



中国化学品安全协会

# “化危为安”线上讲堂

化危为安

# 安全阀、爆破片的使用与管理

化危为安

化危为安

中国化学品安全协会 魏东来

2023年8月11日

联系电话：18663750599 邮箱：lxsywdl@163.com





## 事故案例1：洛阳永龙能化有限公司“12·8”较大中毒事故

2018年12月8日20时30分左右，河南能源化工集团洛阳永龙能化有限公司发生一起中毒事故，造成3人死亡、1人受伤，直接经济损失约280万元。

### 直接原因



**安全附件失效。**乙二醇厂亚硝酸甲酯制备装置安全阀、爆破片失效，导致有毒气体亚硝酸甲酯泄漏。

**有毒有害与无毒无害的工艺过程未有效分开。**泄漏的亚硝酸甲酯（平台标高11.5）通过亚硝酸钠配料间西侧风机孔洞（二层平台层高4.7米）、南侧穿墙管线等孔隙进入亚硝酸钠加料平台溶解釜配料作业人员处。

### 间接原因



**标准要求落实问题。**2015年4月企业停车进行技术改造升级至2017年10月重新开工前，未按要求对爆破片装置进行全面检查、更换。

**隐患排查问题。**2018年10月20日曾出现过有毒气体探测器泄漏报警，未查明原因，设备带病运行。12月8日，亚硝酸甲酯出现泄漏后，反应釜周围设置的固定式有毒气体探测器相继出现多频次、高浓度报警，未排查确认。

**承包商资质与教育培训。**无相应资质，疏于监管，未佩戴任何防护用品。



## 导入

### 事故案例2：绥化安达市海纳贝尔化工有限公司12.19较大爆炸事故

2020年12月19日0时46分，绥化市安达市海纳贝尔化工有限公司发生一起爆炸事故，造成3人死亡、4人受伤。该企业为生产医药中间体的精细化工类企业，发生事故的格雷生产车间一台1立方米的乳化反应釜（产品为噻吩乙醇，主要原料为甲苯和金属钠）在试生产期间突然发生爆炸。





## 直接原因



**违章操作。** 格雷车间噻吩乙醇生产准备阶段，乳化液(甲苯和金属钠)制备过程中，由于操作人员**违章操作**，造成甲苯高位槽中低沸点物料噻吩和四氢呋喃窜入乳化釜。

**薄弱环节。** 乳化釜内汽化物料从密封失效的人孔处高速喷出，迅速在空气中扩散达到爆炸极限，摩擦产生静电导致爆炸，引发釜内延爆，乳化釜搅拌装置维修后未与乳化釜本体有效固定，爆炸冲击波致使乳化釜人孔盖飞出，甲苯和钠等物料燃烧物飞落至相邻车间内，造成火灾扩大。

## 间接原因



**变更未落实，安全阀未安装。** 未将设计单位出具的施工图交付施工及监理单位，导致未按设计在乳化釜连接管道上安装安全阀。

**无温控，密封面结构不对应。** 乳化釜未安装温控系统，乳化釜人孔密封面结构由凹凸面改为人孔法兰为凹面、人孔盖为平面。乳化釜人孔螺柱螺纹严重磨损，但未及时维修、更换。

**培训内容及学时。** 培训内容缺少针对性，缺少工况异常偏差处理、机械完整性维修等具体要求，培训学时不足，新入职员工未经有效安全培训即上岗作业。对危险化学品危险特性不了解。



# 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

《应急管理部办公厅关于印发2023年危险化学品安全监管工作要点和危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治等9个工作方案的通知》（应急厅〔2023〕5号）中的第二个附件是：

危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治工作方案

安全阀、爆破片等作为重要的安全设施，为保障设备的安全运行起着重要的作用。

## 中华人民共和国应急管理部办公厅文件

应急厅〔2023〕5号

### 应急管理部办公厅关于印发 2023年危险化学品安全监管工作要点和 危险化学品企业装置设备带“病”运行 安全专项整治等9个工作方案的通知

各省、自治区、直辖市应急管理厅（局），新疆生产建设兵团应急管理局，海油安监办各分部，有关中央企业：

2023年危险化学品安全监管工作要点和危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治等9个工作方案已经部领导同志同意，现印发给你们。各单位要强化组织领导，细化工作部署，明确责任分工，加强督导协作，严格质量要求，认真抓好落实。

— 1 —

- 附件：1. 应急管理部2023年危险化学品安全监管工作要点  
2. 危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治工作方案  
3. 2023年度化工园区安全整治提升工作方案  
4. 2023年度高危细分领域安全风险专项治理工作方案  
5. 深化化工产业转移安全专项整治工作方案  
6. 2023年度危险化学品重大危险源企业双重预防机制数字化应用提升工作方案  
7. 深化油气储存企业安全风险防控工作方案  
8. 海洋石油有人值守平台安全风险专项整治工作方案  
9. 陆上石油安全风险专项整治工作方案  
10. 推进烟花爆竹生产企业对标改造提升专项工作方案



— 2 —



目录  
Content

01 安全阀的使用与管理

02 爆破片的使用与管理

03 安全阀与爆破片安全装置组合的使用与管理

04 安全阀、爆破片使用中失效风险与管控



# 01 | 安全阀的使用与管理





### 安全阀分类和结构特点

按照结构形式分类

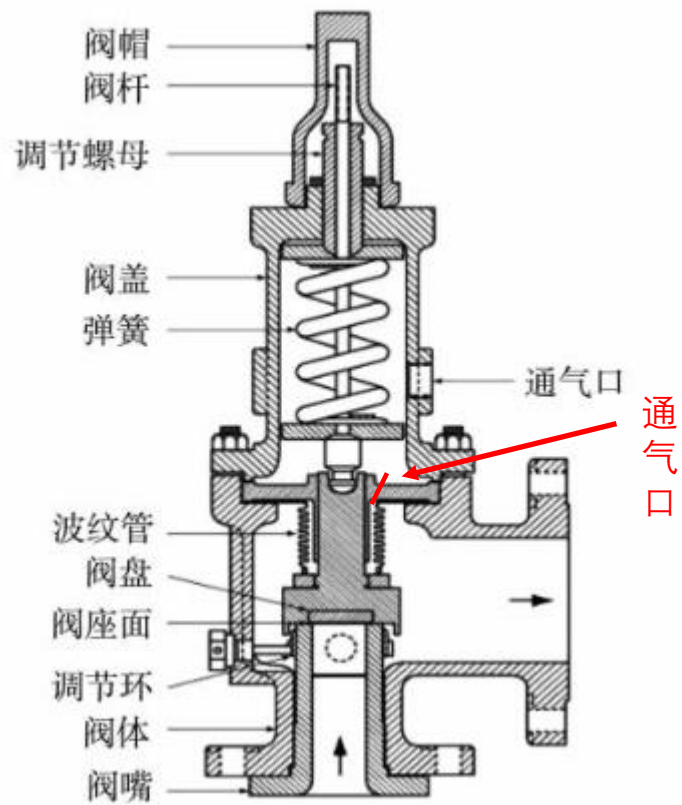
**弹簧式安全阀** 是利用压缩弹簧的力来平衡作用在阀瓣上的力。螺旋圈形弹簧的压缩量可以通过转动它上面的调整螺母来调节，利用这种结构就可以根据需要校正安全阀的开启(整定)压力。

**重锤杠杆式安全阀** 是利用重锤和杠杆来平衡作用在阀瓣上的力。根据杠杆原理，它可以使用质量较小的重锤通过杠杆的增大作用获得较大的作用力，并通过移动重锤的位置(或变换重锤的质量)来调整安全阀的开启压力。

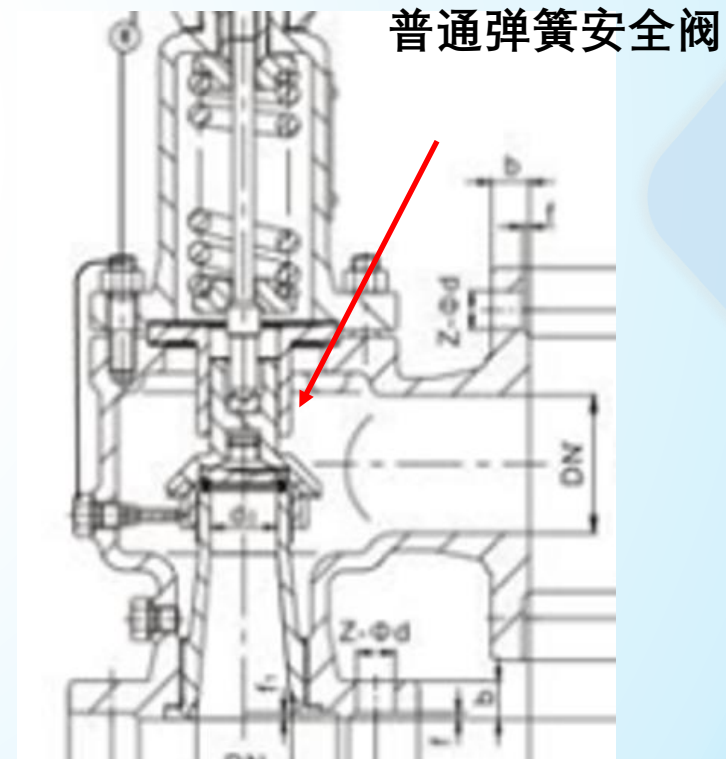
**脉冲式安全阀** 由主阀和辅阀构成，通过辅阀的脉冲作用带动主阀动作、其结构复杂。



### 弹簧式安全阀

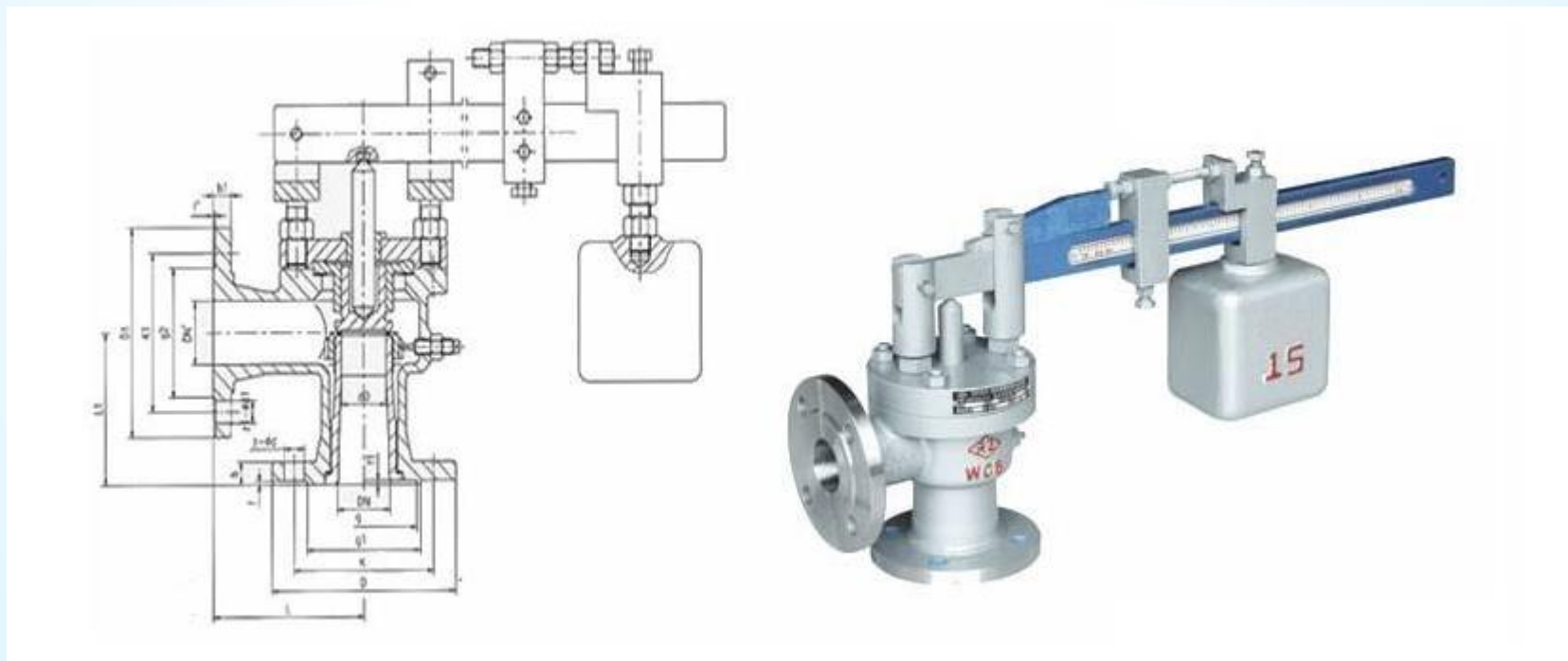


平衡式波纹管安全阀



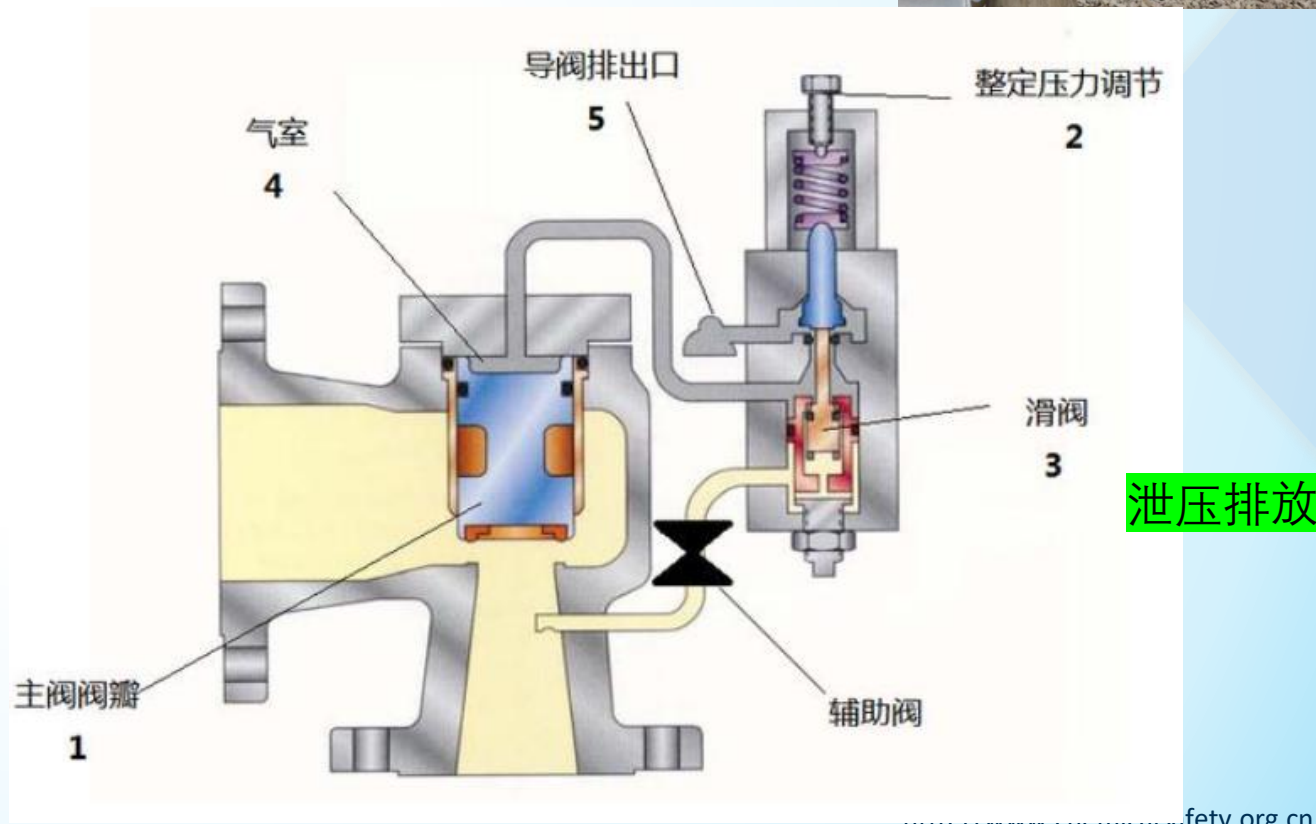
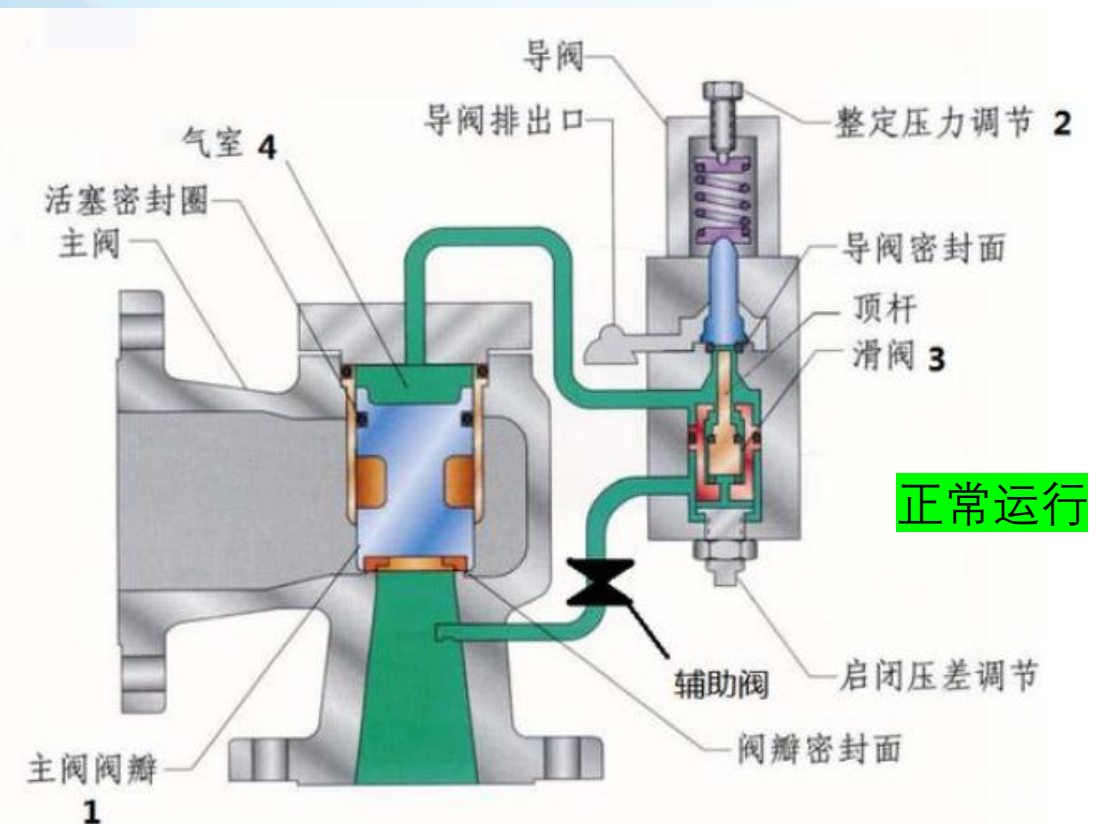


### 杠杆重锤式安全阀





### 先导式安全阀





### 安全阀分类和结构特点

按照介质排放方式分类

**封闭弹簧式安全阀** 全封闭式安全阀排气时，气体全部通过排气管排放，介质不能向外泄漏，主要用于介质为有毒、易燃气体的容器。

**半开放式安全阀** 半封闭式安全阀所排出的气体一部分通过排气管，也有一部分从阀盖与阀杆间的间隙中漏出，多用于介质为不会污染环境的气体的容器。

**开放式安全阀** 开放式安全阀的阀盖是敞开的，使弹簧腔室与大气相通，这样有利于降低弹簧的温度；主要适用于介质为蒸汽，以及对大气不产生污染的高温气体的容器。





## 安全阀分类和结构特点

按照实际排  
放面积

**全启式安全阀** 实际排放面积为流道面积，即阀瓣开启高度 $\geq$ 流道直径的  $1/4$ 。

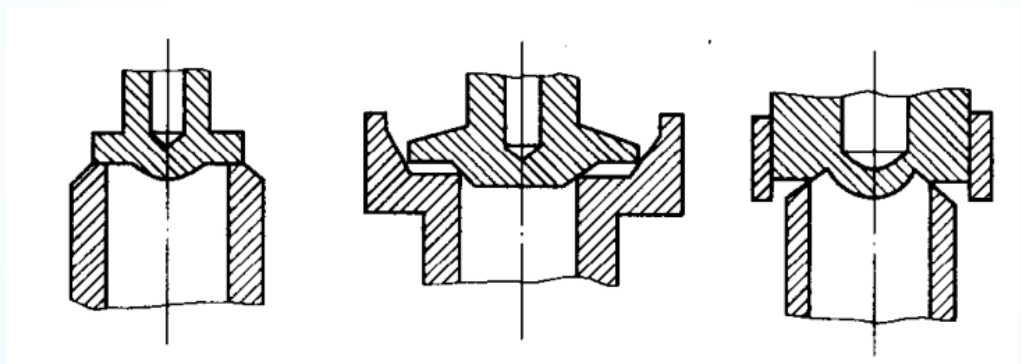
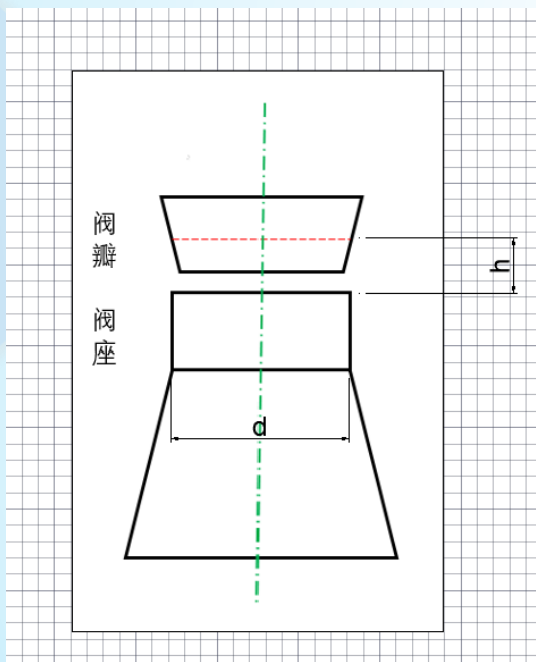
**微启式安全阀** 实际排放面积为帘面积，即开启高度 $\geq$ 流道直径的 $1/40$ 且小于流道直径的 $1/4$ 。



01

## 安全阀分类和结构特点

### 全启式、微启式安全阀结构特点



微启式

全启式

反冲盘



阀瓣

反冲盘





## 安全阀分类和结构特点

表 12 安全阀结构形式代号

结构形式		代 号	结构形式		代 号
弹簧载荷弹簧密封 结构	带散热片全启式	0	弹簧载荷弹簧不封 闭且带扳手结构	微启式、双联阀	3
	微启式	1		微启式	7
	全启式	2		全启式	8
	带扳手全启式	4		—	—
杠杆式	单杠杆	2	带控制机构全启式		6
	双杠杆	4	脉 冲 式		9

例：全启式 A42H-16C

微启式 A41Y-25R



### 安全阀分类和结构特点

#### 安全阀密封面、阀体、弹簧材料的选择

材料选用要考虑介质、操作条件以及压力是否平稳，确保安全、长寿命使用运行，**重点关注：**

**操作温度：**密封面变形、超温失效、弹簧刚度降低、阀体强度降低等，导致泄漏、阀体开裂事故。

**介质腐蚀：**密封面泄漏、阀体减薄、泄漏、开裂。

**操作压力：**如，灰铸铁 PN<1.0MPa 常温；  
304 316 PN1.6-32.0MPa 高压、常温、腐蚀。

**压力波动：**弹簧疲劳失效，导致泄漏。

表 16 密封面或衬里材料代号

密封面或衬里材料	代号	密封面或衬里材料	代号
锡基轴承合金（巴氏合金）	B	尼龙塑料	N
搪瓷	C	渗硼钢	P
渗氮钢	D	衬铅	Q
氟塑料	F	奥氏体不锈钢	R
陶瓷	G	塑料	S
Cr13系不锈钢	H	铜合金	T
衬胶	J	橡胶	X
蒙乃尔合金	M	硬质合金	Y

表 17 阀体材料代号

阀体材料	代号	阀体材料	代号
碳钢	C	铬镍钼系不锈钢	R
Cr13系不锈钢	H	塑料	S
铬钼系钢	I	铜及铜合金	T
可锻铸铁	K	钛及钛合金	Ti
铝合金	L	铬钼钒钢	V
铬镍系不锈钢	P	灰铸铁	Z
球墨铸铁	Q	—	—

注：CF3、CF8、CF3M、CF8M 等材料牌号可直接标注在阀体上。



### 安全阀分类和结构特点

例:

A42H-16C 阀体材料WCB

弹簧钢丝 50CrVA 直径0.5~14 强度高、抗疲劳性好, -40~210°C

A41Y-25R 阀体材料 ZG1Cr18Ni12Mo2Ti

弹簧钢丝 0Cr17Ni12Mo2 直径 0.8~12 耐腐蚀, 耐高温, 耐低温 -200~290°C



## 安全阀的使用与管理

### 安全阀的应用范围

#### 全启式、微启式安全阀

##### 微启式

热水：不封闭带扳手微启式

苯、汽油、水等不可压缩介质一般用封闭微启式安全阀

##### 全启式

蒸汽锅炉或蒸汽管道一般用不封闭带扳手全启式安全阀

高压给水一般用封闭全启式安全阀、液体介质也可选用全启式安全阀

气体等可压缩性介质一般用封闭全启式安全阀



### 安全阀选型不当可能带来的风险

1

高背压，排放不畅，系统持续升压，可能导致爆炸事故。

2

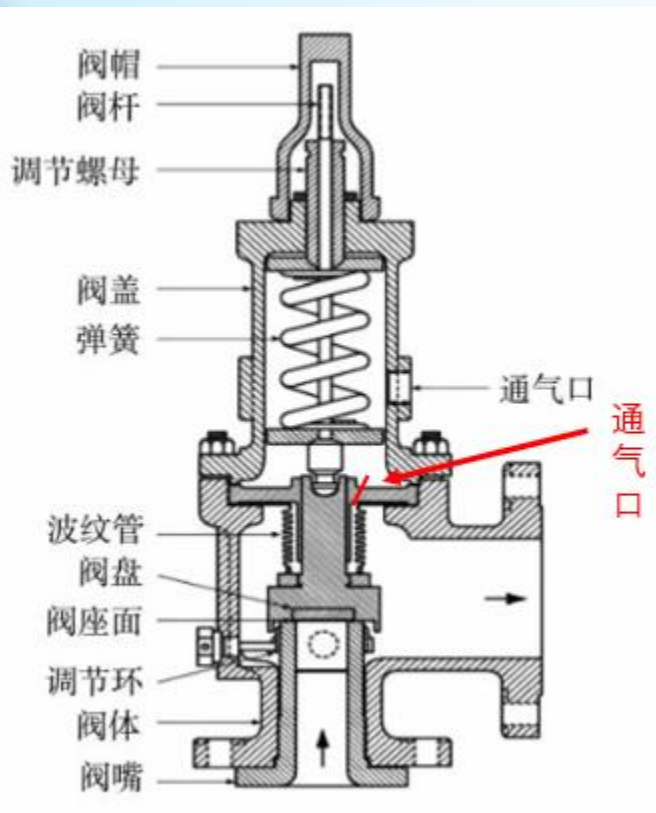
持续高温环境，致使螺旋弹簧刚度降低，密封比压下降，导致安全阀的泄漏、排放。

3

有毒可燃物料向环境泄漏，可能导致中毒窒息、燃烧爆炸等。



### 平衡波纹管式安全阀特点



1

用于有毒有害、腐蚀、易燃易爆介质。

2

波纹管设计，将阀杆导向套、弹簧等与介质隔离，保证介质零外漏，材质选择余地大。

3

平衡安全阀出口的后背压，保证整定压力的准确性；启闭压差 $\leq 10\%$ 。



#### 平衡波纹管式安全阀使用注意事项

1

- 阀盖通气孔不允许封堵，以免损坏波纹管造成泄漏。

2

- 用于可燃、有毒介质时，通气孔导管的安装可参照《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB 50160-2008）5.5.11 第3条执行。也需在合适位置设置可燃、有毒气体报警设施。

3

- 用于腐蚀性介质时，考虑调整相关部件的材质。
- 冬季要防止阀盖内部由于大气中湿气冻结带来的潜在风险，需要做好防冻设计。



### 杠杆重锤式安全阀特点

- 1 结构简单、调整容易、准确、所加载荷不会随阀瓣的升高而增大、动作与性能不受高温的影响。
- 2 回座压力比较低，要降到正常工作压力的70%才能保持密封，开启后不易关闭及保持严密。
- 3 阀的密封性能对振动较敏感，阀瓣回座时容易偏斜，易因振动而产生泄漏。
- 4 适用于锅炉等高温场合。





### 杠杆重锤式安全阀注意事项：

- 阀体结构尺寸大，安装时应注意确保检修通道畅通。
- 定期检查重锤紧固螺栓，避免因振动螺栓松脱、重锤位移，导致整定压力改变。
- 定期检查杠杆导架螺栓，防止杠杆跃出导架。
- 杠杆式安全阀一般不用于易燃易爆、有毒物料。



### 先导式安全阀特点

1

压力越高，密封比压越大，密封性能好；上气室空间小，泄压、充压迅速，启闭快捷，物料损失小。

2

安全阀出口背压对安全阀开启压力影响很小，适用于背压较高的工况。

3

调试导阀的整定压力，即为调试安全阀（主阀）的起跳、回座压力，可通过导阀进口导管调试，在线调试容易，调试方便。

4

由于是间接作用，结构尺寸较小，适用于高压工况。



### 先导式安全阀使用注意事项

- ◆ 每次安全阀调试完成后，都要用新鲜的肥皂水检查各连接部位，确保无泄漏，维持主阀气室压力平衡。
- ◆ 定期检查弹簧腐蚀情况，保证弹簧的刚度和弹性系数满足要求。
- ◆ 定期检查主阀和导阀的阀芯密封件，避免出现关不严或漏气现象。
- ◆ 定期清洗连接导阀过滤器，避免堵塞，造成调节、开关不灵敏。
- ◆ 由于引压管路及导阀内气路狭小，避免将先导式安全阀应用于有黏稠特性或颗粒状物料的场所。
- ◆ 避免用于腐蚀严重的介质，保证弹簧等过流部件的使用寿命。



### 安全阀形式的选择

1

排放气体或蒸汽时，选用全启式安全阀。排放液体时，选用全启式或微启式安全阀

2

排放水蒸汽或空气时，可选用带扳手的安全阀。

3

排放有剧毒、有强腐蚀、有极度危险的介质，选用波纹管安全阀。

4

高背压的场合，选用背压平衡式安全阀或先导式安全阀。

5

在某些重要的场合，有时要安装互为备用的两个安全阀。



### 安全阀应用范围

- 1 安全阀适用于清洁、不含固体颗粒、黏度低的介质。
- 2 安全阀不能单独用于压力快速增长的场合。
- 3 安全阀不宜单独用于阀座阀瓣密封面可能被介质粘连或生成晶体的场合。
- 4 安全阀不宜单独用于毒性极度或高度危害的介质；不易单独用于金属腐蚀物介质。
- 5 安全阀不宜单独用于低温物料、昂贵物料或纤维物料的场所。



### 安全阀安装要求

1

安全阀一般应尽量靠近被保护设备或管道安装，安装位置要易于维修和检验。进出口管道设置切断阀时，则切断阀要铅封开启。

2

排放管与主管的连接，要从主管上部或侧面顺流向45°角插入。既可防止总管内的凝液倒入支管，又可减少管路压力降。

3

特殊工艺物料，如易自聚，易结晶等，在排出管设氮气吹扫口，连续通入氮气。可燃气体安全阀排放管口不得朝向邻近设备或有人通过的地方，排放管口应高出8m范围内的平台或建筑物顶3m以上。

4

安全阀的排放管道应坡向主管，尽量避免袋形弯。安全阀入口管道至少要有5%的坡度，坡向被保护的系统。



### 安全阀校验周期

一. 《固定式压力容器安全技术监察规程》 (TSG 21-2016) 7.2.3.1.3.1 安全阀一般每年至少校验一次。

#### 校验周期延长至 3 年的条件

厂家证明弹簧按照 GB/T 12243 进行了强压处理或者加温强压处理，抽查 10 % (但不得少于 2 个) 测定规定负荷下的变形量或者刚度，测定值的偏差不大于 15 % (注：永久变形量  $\leq 0.5\%$ )。

安全阀内件材料耐介质腐蚀；  
安全阀在正常使用过程中未发生过开启；  
无明显锈蚀。

压力容器内盛装非粘性并且毒性危害程度为中度及中度以下介质

有相关制度及管理措施，并且有可靠的压力控制与调节装置或者超压报警装置。

使用单位建立了符合要求的安全阀校验站，具有安全阀校验能力。



### 安全阀校验周期

#### 校验周期延长至 5 年的条件

厂家证明弹簧按照 GB/T 12243 进行了强压处理或者加温强压处理，抽查 20 % (但不得少于 4 个) 测定规定负荷下的变形量或者刚度，测定值的偏差不大于 10 % (注：永久变形量  $\leq 0.5\%$ )。

安全阀内件材料耐介质腐蚀；安全阀在正常使用过程中未发生过开启；无明显锈蚀。

压力容器内盛装毒性危害程度为轻度(无毒)的气体介质，工作温度不大于 200  $^{\circ}\text{C}$ 。

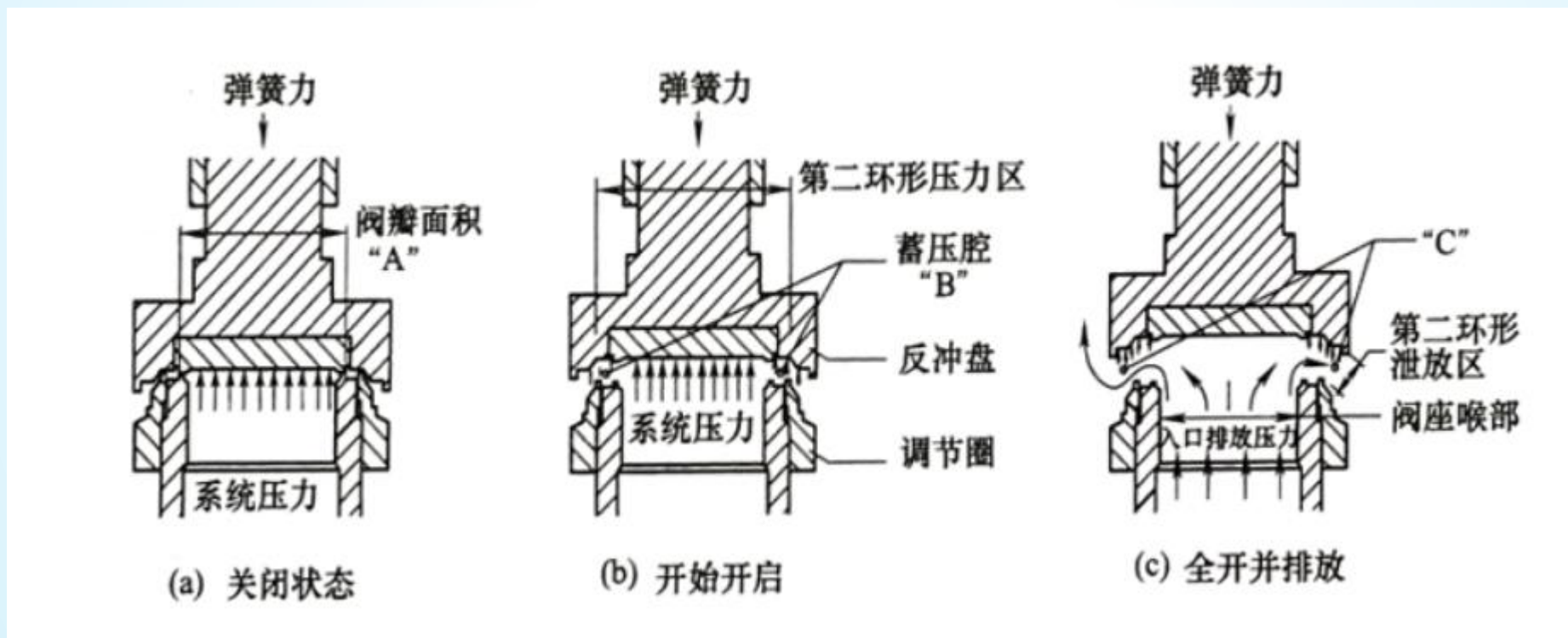
有相关制度及管理措施，并且有可靠的压力控制与调节装置或者超压报警装置。

使用单位建立了符合要求的安全阀校验站，具有安全阀校验能力。

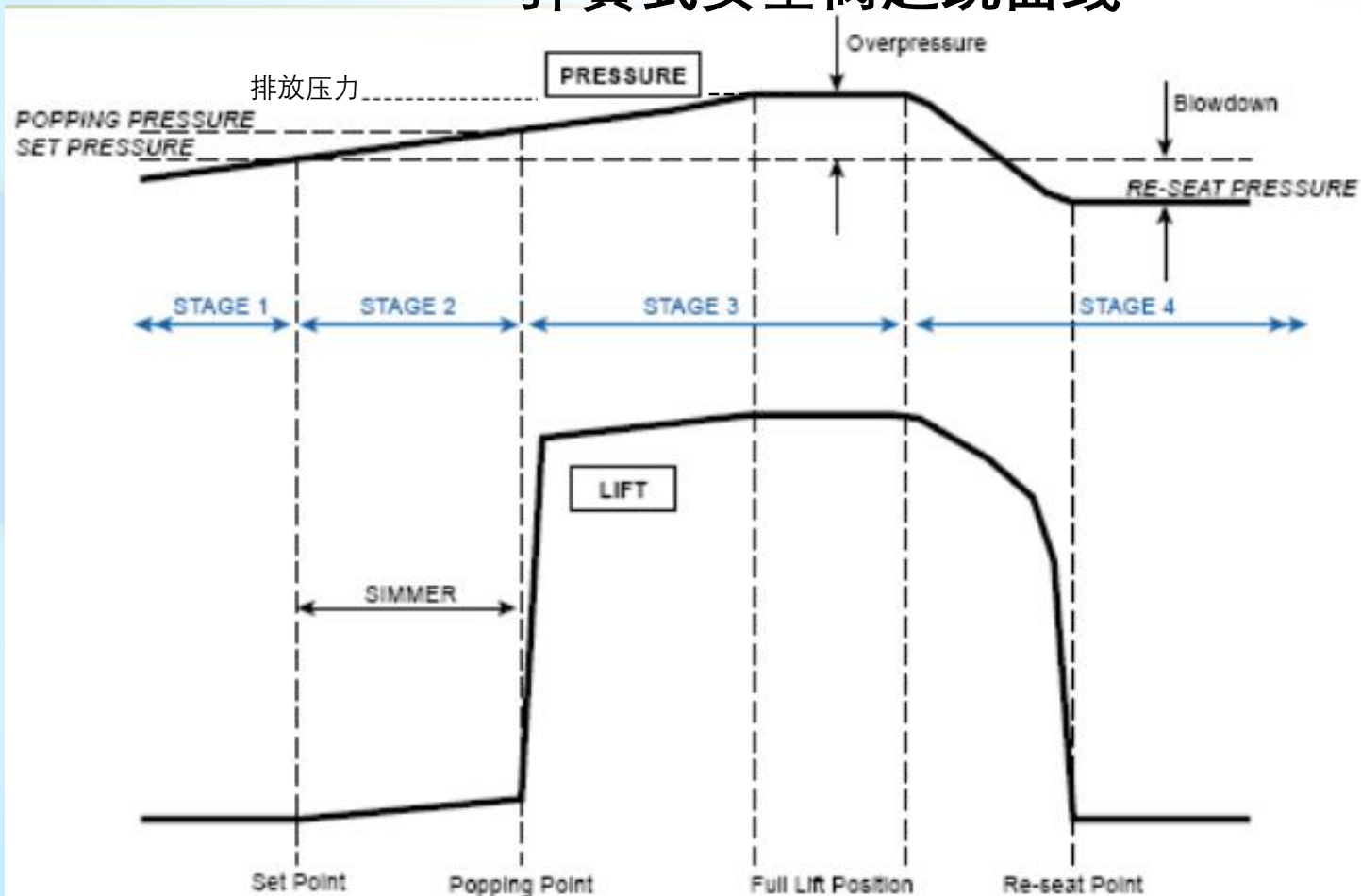




### 弹簧式安全阀工作过程



### 弹簧式安全阀起跳曲线



GBT 12241-2021 《安全阀 一般要求》

#### 整定压力 **set pressure**

安全阀在运行条件下开始开启的预定压力。

#### 超过压力 **overpressure**

超过安全阀整定压力的压力增量。

#### 排放压力 **relieving pressure**

确定安全阀尺寸时所用的压力。

#### 回座压力 **reseating pressure**

安全阀排放后其阀瓣重新与阀座接触(即开启高度变为零)时的进口静压力。

#### 启闭压差 **blowdown**

整定压力与回座压力之差。



### 容器安全阀整定压力遵循的原则 《压力容器 第1部分 通用要求》 (GB 150.1-2011)

1

- 当容器上仅安装一个泄放装置时，泄放装置的动作压力应不大于设计压力，容器的超压限度应不大于设计压力的10%或20kPa中的较大值。

2

- 当容器上安装多个泄放装置时，其中一个泄放装置的动作压力应不大于设计压力，其他泄放装置的动作压力可提高至设计压力的1.05倍；容器的超压限度应不大于设计压力的16%或30kPa中的较大值。

3

- 当考虑容器在遇到火灾或接近不能预料的外来热源而可能酿成危险时，容器的超压限度应不大于设计压力的21%，否则，应安装辅助的泄放装置，辅助泄放装置动作压力不大于设计压力的1.1倍。



### 安全阀的使用与管理

安全  
阀使  
用中  
常见  
的问  
题

1

安全阀未定期校验。

2

安全阀进口或出口切断阀未全开或处于关闭状态。

3

安全铅封损坏或检验标识牌缺失。

4

台账与现场不符，如现场安全阀在台账上未体现。

5

两个锅炉蒸汽安全阀设定的整定压力相同。

6

安全阀安装问题。



安装问题示例1



TSG ZF001-2006 B4.1  
维修后带来的安装问题  
排放扳手朝向设备

安装问题示例2



安全阀进口阀门未加铅封



安装问题示例3



SH 3012-2011 10.2.5 10.2.8

- 1.安全阀出口管道对接，增加了背压，不利于排放。
- 2.出口管道合并，集合管面积小于两个阀门出口管面积之和。集合管尺寸决定了阻火器尺寸，进一步增加了泄放背压。
- 3.外来泄放介质压力，成为两个安全阀泄放的附加背压力。

安装问题示例4



GB 50160-2008 (2018版) 5.5.11  
安全阀出口朝向平台方向，距离平台约2m。



### 安装问题示例5

压缩机进气压力0.44MPa;  
压缩机排气压力1.0MPa;  
安全阀整定压力1.15MPa。





### 安全阀定期检查内容

- 外表面清洁及阀体、弹簧等被污染或被腐蚀情况。检验标牌清晰、完好。
- 安全阀排放管畅通，无堵塞。
- 阀前阀门是否全开，铅封是否完好，有无泄漏迹象。安全阀的校验是否在有效期内。
- 铅封是否完好，杠杆式安全阀的重锤要防止松动或被移动，弹簧式安全阀的调节螺丝未被随意拧动。



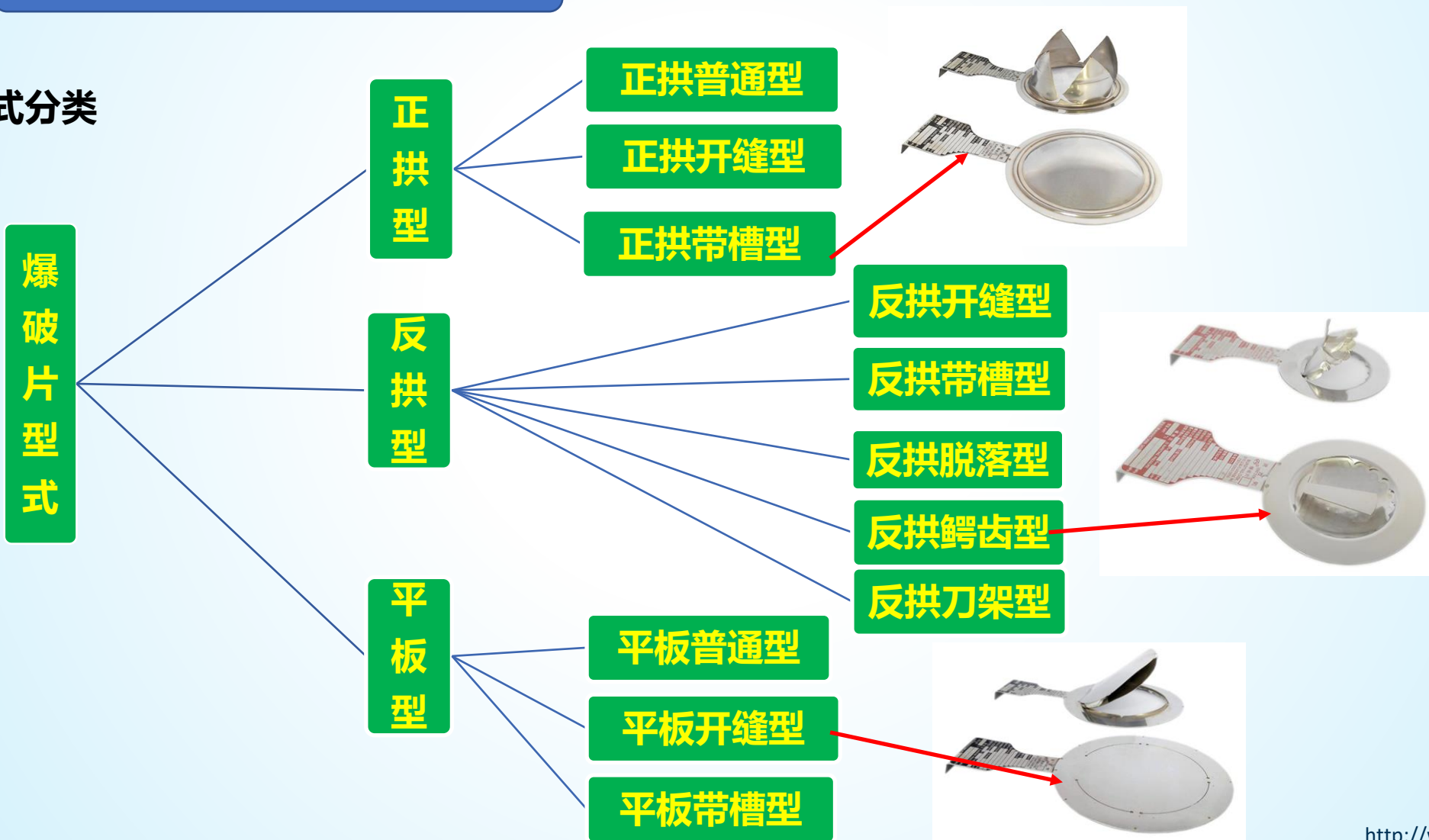


## »»» 02 | 爆破片的使用与管理



## 爆破片型式及使用特点

### 爆破片型式分类





### 爆破片代号

#### (1) 正拱形爆破片

代号用“L”开头，如，正拱普通型爆破片，代号：LP；

正拱带槽型爆破片，代号：LC；

正拱开缝型爆破片，代号：LF

#### (2) 反拱形爆破片

代号用“Y”开头，如，反拱带刀型爆破片，代号：YD；

反拱鳄齿型爆破片，代号：YE；

反拱十字槽型 (焊接) 爆破片，代号：YC(YCH)；

反拱环槽型爆破片，代号：YHC(YHCY)



## 爆破片型式及使用特点

### 爆破片代号

#### (3) 平板形爆破片

代号用“P”开头，如，平板带槽型爆破片，代号：PC

平板开缝型爆破片，代号：PF

#### (4) 石墨爆破片 代号: PM

### 爆破片命名

爆破片命名规则：型式代号—口径—设计爆破压力—设计爆破温度，如：YC100-1.0-100型号  
YC，设计爆破压力1.0MPa，设计爆破温度100°C，表明此爆破片在100°C下的设计爆破压力为1.0MPa，在100°C下实际爆破压力为1.0MPa+爆破允差。



### 爆破片使用特点

#### 1. 正拱型爆破片

凹面处于高压侧，动作原理为超压时膜片产生塑性变形，压力到达设定值拉伸破裂泄压。常用一种型号为正拱开缝型（LF）爆破片，通过开缝后的桥长控制压力，可用于低压大口径泄放工况，在负压或者背压情况下，要注意防止膜片反转失稳破裂。



##### 正拱普通型（LP）

- 适用压力较高场合最大承受工作压力不能超过最小爆破压力的0.7倍。LF及LC型为0.8倍；
- 爆破时将产生碎片，不能用于易燃易爆或不允许有碎片场合(如与安全阀串联)。LC、LF无碎片；
- 周边夹紧力不足，易导致周边松动脱落，造成爆破压力降低；
- 适用于气体和液体介质。



### 2.反拱型爆破片

凸面处于高压侧，工作原理为超压时膜片受力反转失稳或剪切而破裂泄压。如反拱鳄齿型（YE）爆破片压力到达设定值时膜片发生反转失稳，环形鳄齿破裂泄压。应注意的是此型号的爆破片对安装要求较高，使用时务必和夹持器配套使用，以防止膜片反转失稳后环形鳄齿无法致破的情况发生。

反拱爆破片特点：

- YE型一般常用于压力较低情况；
- 最大承受工作压力不超过最小爆破压力的0.9倍；
- YD型爆破时膜片翻转撞击到刀刃或其它锋锐结构上而致破，不产生碎片，耐疲劳非常好。带刀夹持器每次爆破后必须对刀进行修复；
- 夹紧力不足或爆破片拱面损伤，会导致爆破压力明显降低，严重会造成泄放口无法打开，安装时应特别小心；
- 只适用于气相。反拱环槽型爆破片(YHC)适用于气相、液相。





### 3. 平板型爆破片

膜片呈平板形，系统超压或者压力到达一定值时膜片拉伸或剪切破裂泄压。此形式的爆破片标准结构一般不耐负压，其中平板开缝型为三层复合型结构，如确有背压产生可将进口的金属换成非常规的带+字型托架结构。

平板带槽型 (PC) 特点：

- ▶ 平板带槽型及开缝型 (PF) 最大工作压力一般不超过最小爆破压力的0.5倍。不产生碎片，对使用场合没有要求，耐疲劳较差；
- ▶ 周边夹紧力不足，易导致周边松动脱落，造成爆破压力降低，出现碎片；
- ▶ 适用于气体和液体介质，平板开缝型 (PF) 一般用于气相。





#### 4. 石墨爆破片

最大工作压力不能超过最小爆破压力的0.8倍；

爆破有碎片，耐疲劳性较差；

具有良好耐各种介质腐蚀性，但不能用于强氧化性酸；

适用于气、液相。







### 1. 爆破片选用注意事项

#### (1) 压力

- a. 压力较高时，爆破片宜选择正拱型；
- b. 压力较低时，爆破片宜选用开缝型或反拱型；
- c. 系统有可能出现真空或爆破片可能承受背压时，要配置背压托架；
- d. 有循环压力或脉冲压力则选用反拱型。

#### (2) 温度

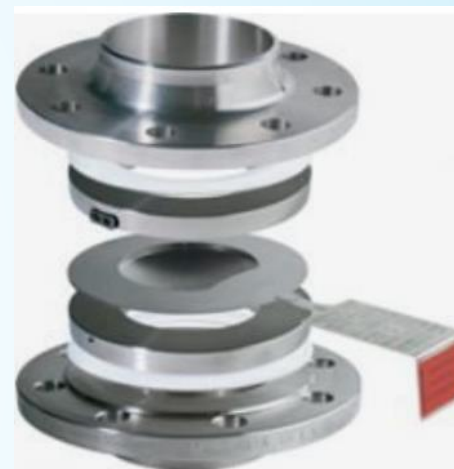
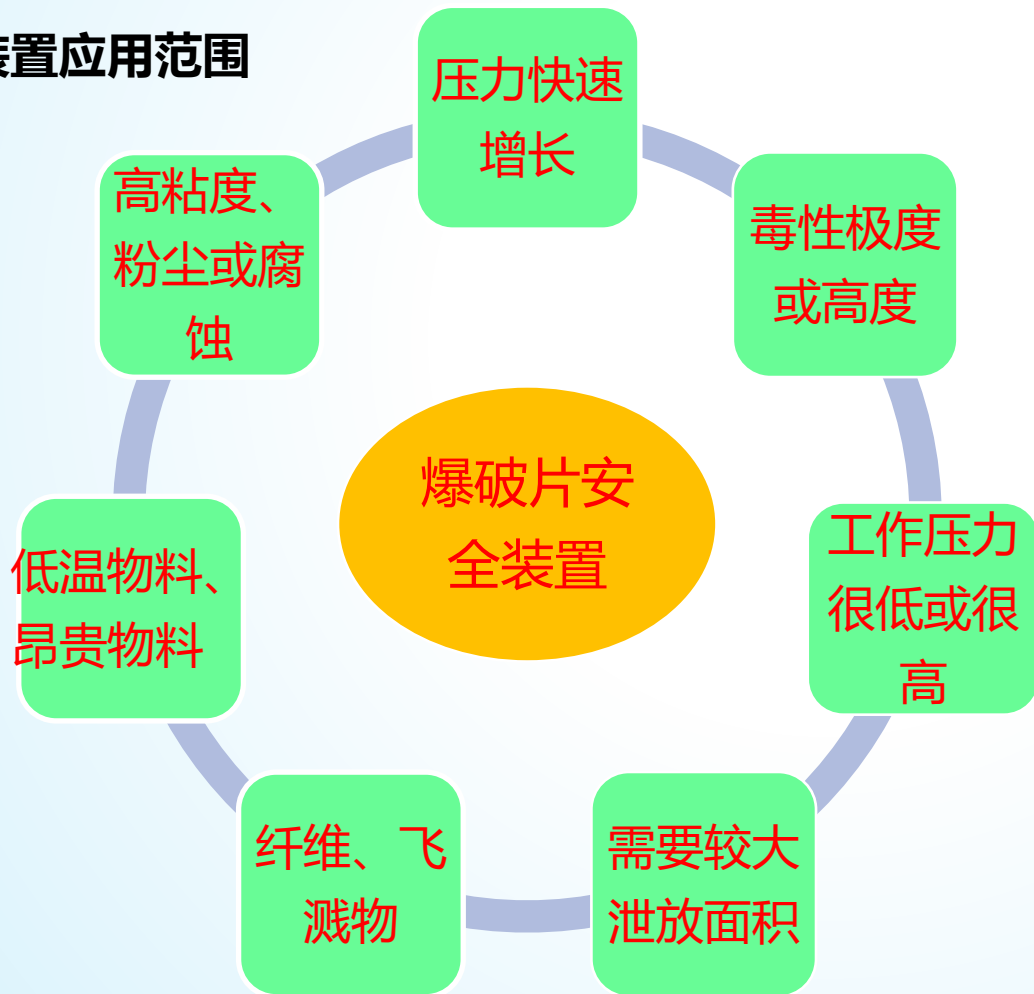
高温对金属材料 and 密封膜的影响。

#### (3) 使用场合

- a. 在安全阀前使用，爆破片爆破后不能有碎片；
- b. 用于液体介质，不能选用反拱型爆破片。



### 2. 爆破片安全装置应用范围



### 爆破片不适用情况:

1. 经常超压或温度波动过大的。
2. 反拱形爆破片装置不适用于高黏度或者可能在拱面大面积产生结晶介质的。



### 各种爆破片特性汇总表

类型名称	正拱普通型	正拱刻槽型	正拱开缝型	反拱刀架型	反拱鳄齿型	反拱刻槽型
内力类型	拉伸	拉伸	拉伸	压缩	压缩	压缩
抗压力疲劳能力	较好	好	差	优良	优良	优良
爆破时有无碎片	有	无	有,但很少	无	无	无
可否引起撞击火花	可能	否	可能性很小	可能	可能性小	否
可否与安全阀串联使用	否	可	可以	可	可	可
背压托架	可加	可加	已加	不加	不加	不加



#### 各种爆破片材料最高使用温度

爆破片材料	最高使用温度 ℃		
	无保护膜	有保护膜	
		聚四氟乙烯	氟化乙丙烯
铝	100	100	100
银	120	120	120
铜	200	200	200
镍	400	260	200
钛	350	—	—
不锈钢	400	260	200
蒙乃尔	430	260	200
因康镍	480	260	200



### 3. 爆破片主要术语

#### 爆破压力

爆破片装置在相应的爆破温度下动作时，爆破片两侧的压力差值

#### 设计爆破压力

爆破片设计时由需方提出的对应于爆破温度下的爆破压力。

#### 最高压力

容器最大工作压力加上流程中工艺工作系统附加条件后，容器顶部可能达到的压力。

#### 制造范围

为方便爆破片制造，设计爆破压力在制造时允许变动的压力范围。此种允许变动的压力范围须由供需双方协商确定。



#### 标定爆破压力

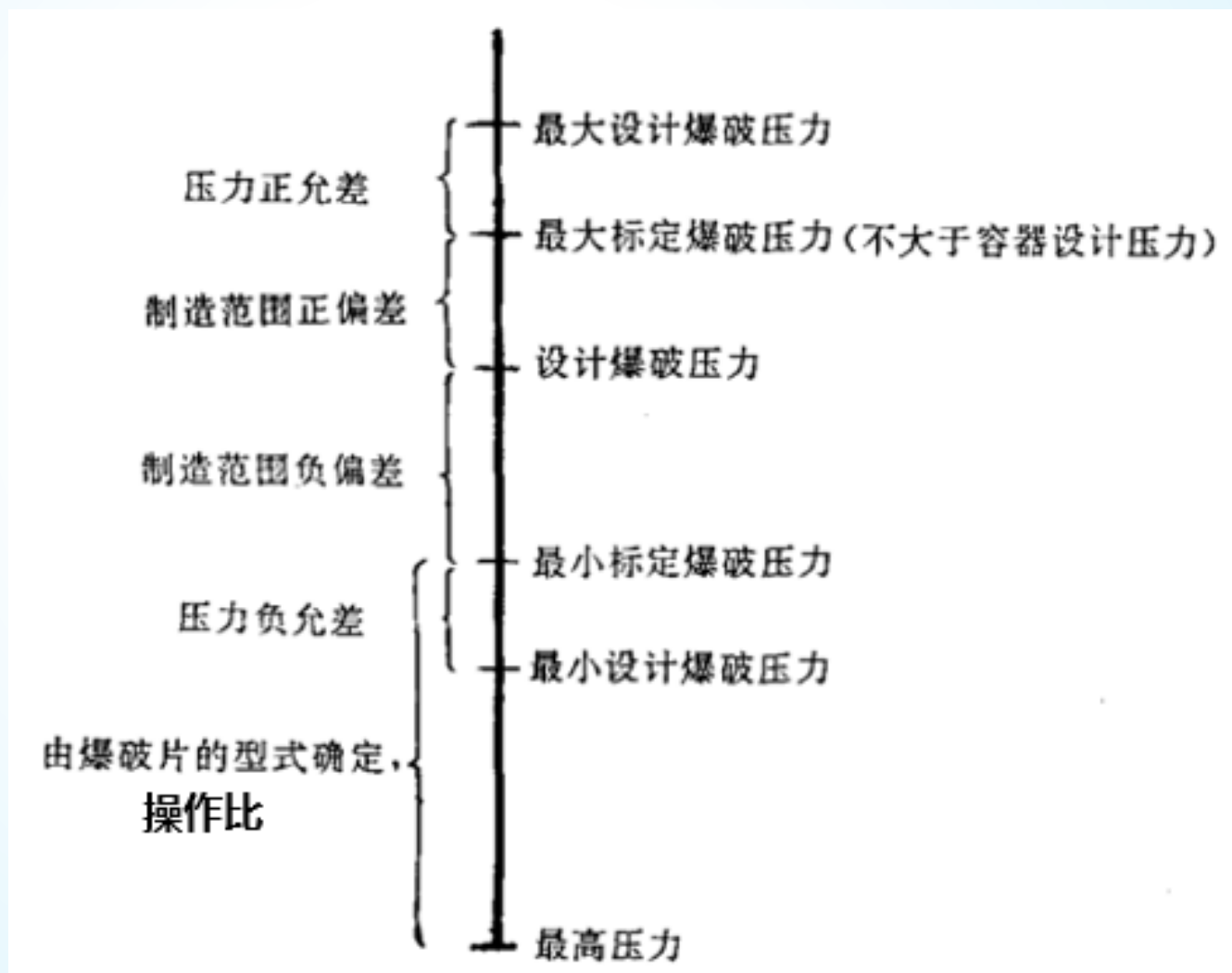
经过爆破试验标定符合设计要求的爆破压力。当爆破试验合格以后，其值取该批次爆破片按规定抽样数量的试验爆破压力的算术平均值。同一批次爆破片的标定爆破压力必须在商定的制造范围以内，当商定制造范围为零时，标定爆破压力应是设计爆破压力。

#### 爆破压力允差

爆破片实际的试验爆破压力相对于标定爆破压力的最大允许偏差。其值可以是正负相等的绝对值或百分数。当商定制造范围为零时，此允差即表示对设计爆破压力的最大偏差



爆破片相关的压力关系图





### 爆破片与容器相关的压力关系表

压力容器要求	容器压力	爆破片典型特性	
容器设计压力(或最大允许工作压力) 最高压力	121%	火灾情况下最大设计爆破压力	
	116%	多个爆破片用于非火灾情况下最大设计爆破压力	
	110%	}	多个爆破片用于火灾情况下的最大标定爆破压力
			单个爆破片用于非火灾情况下最大设计爆破压力
	105%	多个爆破片用于非火灾情况下的最大标定爆破压力	
100%	最大标定爆破压力(单个爆破片)		





#### 操作压力比

**操作压力比**=设备最高压力(表压) /最小标定爆破压力(表压)X100%

正拱普通形爆破片—最大操作比 $\leq 0.7$ 倍;

正拱带槽与正拱开缝形爆破片—最大操作比 $\leq 0.8$ 倍;

反拱形爆破片(带槽、带刀等)—最大操作比 $\leq 0.9$ 倍;

反拱托架型—最大操作比 $\leq 0.8$ 倍;

平板形爆破片—最大操作比 $\leq 0.5$ 倍;

石墨爆破片—最大操作率 $\leq 0.8$ 倍。



#### 爆破片安装

1

- 保持清洁,并检验有无破损、锈蚀气泡和夹渣铭牌朝向泄放侧。爆破片的入口管道应短而直,管径不小于爆破片的公称直径。

2

- 爆破片的出口管道应泄向安全场所或密闭回收系统。出口管道应有足够的支撑。要考虑爆破时的反冲力和震动。出口管道的管径要保证管内流速不大于0.5马赫数。

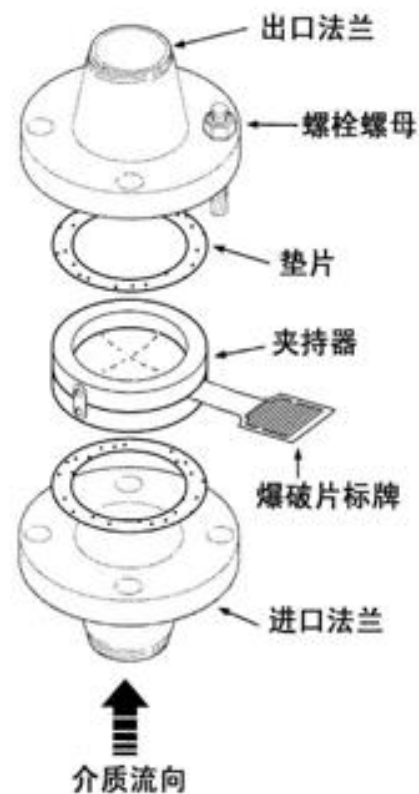
3

- 爆破片单独用作泄压装置时,爆破片的入口管设置一切断阀。切断阀应在开启状态加铅封。



### 爆破片安装注意事项

- 如果排放通过长管线则必须考虑管道阻力，接管直径应大于泄放直径20%以上；
- 室外安装爆破片必须有防护罩，防止冰雹等外界损伤；
- 爆破片必须安装在与之配套的夹持器内，按要求进行组装。检查爆破片是否损坏；
- 使夹持器标牌上的箭头指向泄放侧，同时，爆破片标牌上写有“泄放侧”的一侧朝向出口侧；
- 对反拱带刀型爆破片装置，组装前必须仔细检查刀刃，若有伤痕需修复后方可安装。每次爆破后必须对刀进行打磨，保证锋利；
- 不允许在爆破片与夹持器之间另外装入垫片或其它密封件。





#### 爆破片日常维护管理

- 正常情况下，爆破片不需特殊维护；
- 爆破片应定期检查，检查表面有无伤痕、腐蚀、变形和异物吸附；
- 爆破片应定期更换；
- 爆破片在与安全阀串联使用时，要经常检查压力表，以确认爆破片是否破裂；
- 应建立爆破片管理台账，完善在用爆破片信息及更换记录。



### 爆破片装置使用中常见的问题

- 超期使用
- 铭牌腐蚀，数据不清
- 未定期检查
- 台账档案信息不全



爆破片铭牌腐蚀污损，  
相关参数模糊不清



2019年检查时某企业  
爆破片为2012年的产  
品，确认为2015年投  
用



#### 爆破片装置定期检查

#### 检查内容

爆破片装置安装方向，核实铭牌上的爆破压力和爆破温度。

爆破片外表面有无损伤和腐蚀情况，是否有明显变形，有无异物黏附，是否泄漏。

爆破片装置与安全阀串联使用时，检查二者之间的压力指示装置、确认爆破片装置、安全阀是否泄漏。

如果在爆破片装置与设备之间安装有截止阀，检查截止阀是否处于全开状态，铅封是否完好。

带刀架的夹持器，检查其刀片(如有可能)是否有损伤缺口或者刀口变钝。

排放接管是否畅通，是否有严重腐蚀，支撑是否牢固



### 爆破片定期更换

更换条件

爆破片装置安装方向错误、标识的爆破压力和爆破温度不符合要求或有泄漏现象。

设备运行中出现超过最小爆破压力而未爆破。

设备运行中出现使用温度超过爆破片装置材料允许使用温度范围。

设备检修中拆卸。

设备长时间停工后(超过6个月), 再次投入使用。



# 03

## 安全阀与爆破片安全装置组合的使用与管理





01

## 安全阀与爆破片串联

爆破片置于安全阀的入口

01

含固体颗粒、黏度高的介质。

02

有结晶、聚合倾向，易生成晶体的场合。  
如，易自聚的丁二烯等。

03

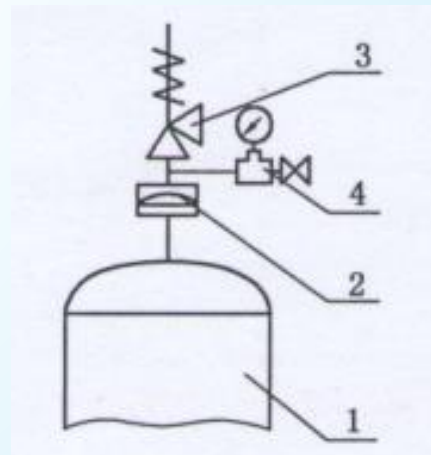
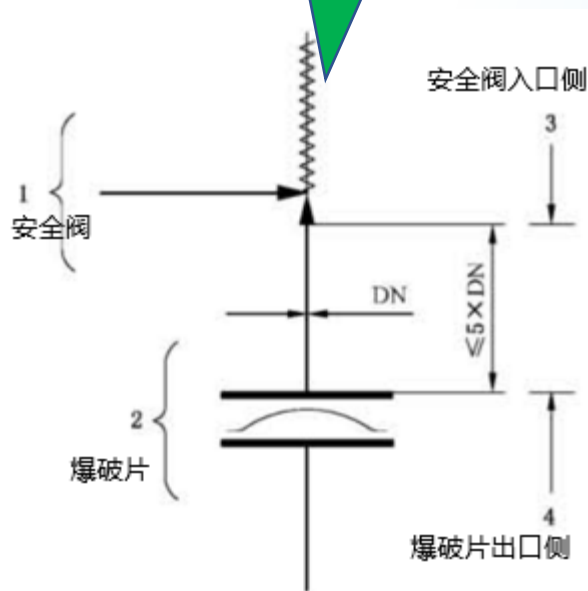
毒性极度或高度危害的介质、对金属有腐蚀性介质。如氯、环氧乙烷等。

04

低温物料、昂贵物料或纤维物料的场所。

安全阀与爆破片串联，爆破片安装于安全阀入口

爆破片安全装置的最大爆破压力应不大于安全阀整定压力的110%或0.01MPa(取两者之间的较大值)，最小爆破压力应不小于安全阀整定压力的90%。



- 1-容器
- 2-爆破片
- 3-安全阀
- 4-压力监测装置



01

## 安全阀与爆破片串联

爆破片置于安全阀的出口

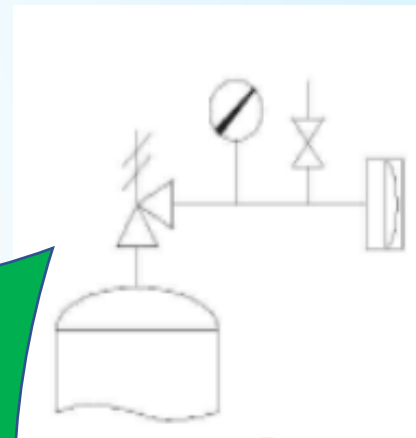
01

系统压力可能在安全阀出口处产生背压。

02

腐蚀性介质可能对安全阀内件或阀体造成腐蚀

安全阀与爆破片串联，爆破片安装于安全阀出口





02

## 安全阀与爆破片并联

爆破片与安全阀并联使用

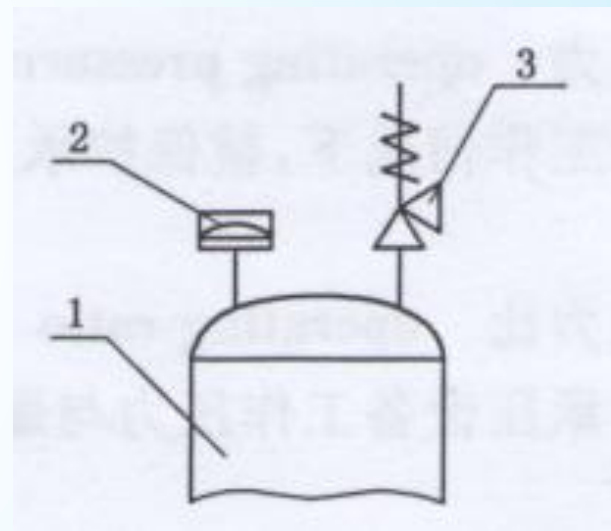
01

防止在异常工况下压力快速增长。

02

作为辅助泄放装置，考虑在有可能遇到火灾或接近不能预料的外来热源需要增加泄放面积时。

**其中安全阀的动作压力应不大于设计压力，爆破片的动作压力可提高至设计压力的1.05倍；容器的超压限度应不大于设计压力的16%或30kPa中的较大值。**



1-容器 2-爆破片 3-安全阀



#### 安全阀与爆破片组合装置的检查

- 安全阀与爆破片组合安全装置的检查内容除应按照爆破片、安全阀的检查要求进行检查;
- 应定期检查爆破片与安全阀之间连接管道的压力变化情况;
- 对爆破片与安全阀之间连接管道的压力检测, 除现场压力表外, 建议采用压力远传监控方式, 并增设报警功能, 必要时, 采用联锁系统将危险物料导入安全设施内。



# 04

## 安全阀、爆破片使用中失效风险与管控



#### 安全检查发现的安全阀主要问题

- 安全阀前的手阀关闭或未全开；
- 安全阀未定期检验、铅封断裂或未铅封；
- 安全阀泄放管高度不满足要求，室内就地排放或排向可能有人经过的地方或朝向道路排放等；
- 整定压力不符合要求，如锅炉安全阀的整定，多个安全阀排放压力一样，安全阀与爆破片组合装置中，安全阀的起跳压力远大于爆破片爆破片压力等；
- 排放集合管管径不满足要求；排放压力相同的多个泄放管先汇集再插入集合管；安全阀出口缩颈。
- 泄放管插入排放集合管的位置不满足要求。
- 开式安全阀应用于有毒介质的设备设施上。

安全阀进口阀门未打开



安全阀进口阀门未全开





### 安全检查中发现的爆破片装置主要问题

#### 安全检查中发现的爆破片装置主要问题

- 现场爆破片铭牌腐蚀严重，台账记录缺少制造、更换信息；
- 安全阀与爆破片组合装置之间的压力表显示连接管内有压力；
- 爆破片自密封面处泄漏；
- 爆破片使用超过三年；
- 无爆破片更换、检查记录，台账与现场实物不对应以及登记疏漏；
- 腐蚀性介质安全阀前未装爆破片；
- 自制爆破片。

2022年6月对某企业检查时，13#釜爆破片泄漏。13#及14#釜的爆破片自2018年9月投用以来未进行过更换。





### 连云港聚鑫生物科技有限公司“12·9”重大爆炸事故

2017年12月9日2时9分，连云港聚鑫生物科技有限公司间二氯苯装置发生爆炸事故，造成10人死亡、1人轻伤，直接经济损失4875万元。

#### 直接原因

1#保温釜内由于混入杂质，在绝热高温下，釜内物料发生化学反应，持续放热升温；使用压缩空气压料，物料与空气接触，加剧釜内化学反应，在紧急卸压放空时，遇静电火花燃烧；釜内压力骤升，物料大量喷出，与空气形成爆炸性混合物，遇燃烧火源发生爆炸。







### 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

间接原因：

(1) 安全管理混乱。安全生产职责不清，规章制度不健全，责任制不落实，未配齐专职安全管理人员，未开展安全风险评估；

(2) 装置无正规科学设计。间二氯苯生产工艺没有正规技术来源；无正规设计；

(3) 变更管理严重缺失。未执行变更管理要求，擅自取消保温釜爆破片，使设备安全性降低；

(4) 厂房设计与建设违法违规；

(5) 违法组织生产；

(6) 自动控制水平低；

(7) 教育培训不到位；

(8) 操作人员资质不符合规定要求。



## 杜邦公司氯甲烷泄漏事故

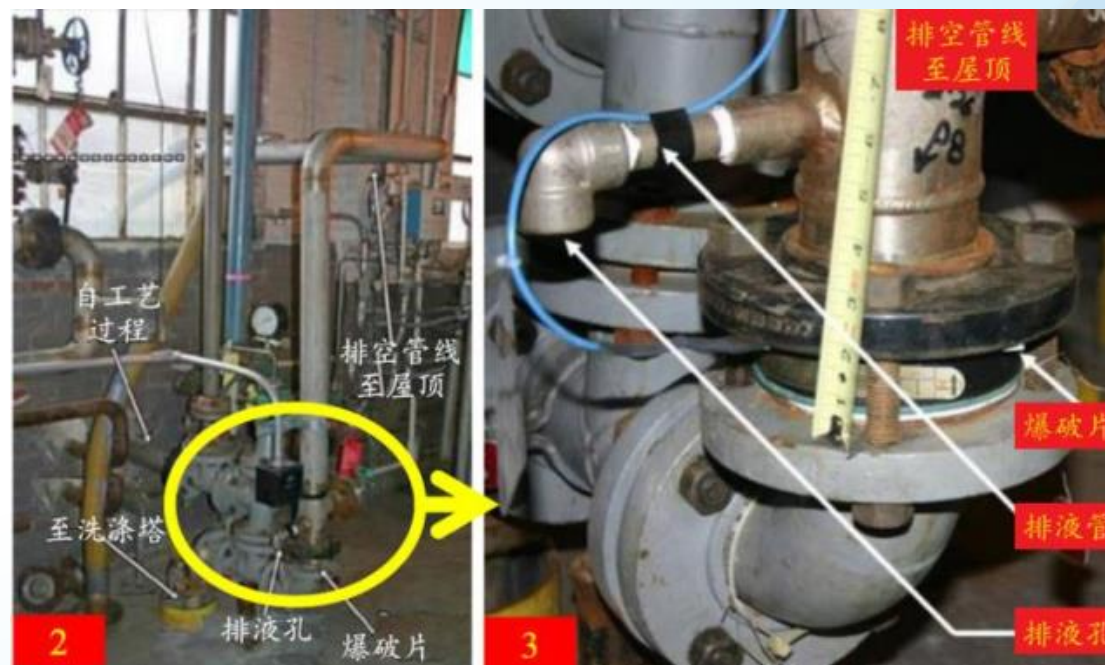
2010年1月份，杜邦在33小时内连续发生了三起涉及危化品的恶性事故，分别为氯甲烷泄漏、发烟硫酸泄漏和剧毒光气泄漏。

内装有氯甲烷的反应釜上的爆破片破裂是此次泄漏事故的直接原因。

其他原因：

### (1) 报警管理及变更管理

这个点长期存在假警报，操作人员并不知道此设备已经得到改造升级，依然将此次报警视为假警报而未采取任何措施。



▲图源：CCPS化学工艺安全中心 资料库



### 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

#### (2) 爆破片排空管上的排液管就地排放

爆破片在排空管上设有一段排液管，其排放孔就处在生产车间内，氯甲烷通过该排放孔进入了这个人员并不经常去的区域，泄漏一直持续了5天，直到一个原本设计来检测其它化学品的的气体探测器被触发，发出了报警信号。据估计，这次事故共泄漏了大约2000磅（约900千克）的氯甲烷。

▲图源：CCPS化学工艺安全中心 资料库



### 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

#### 安全附件失效的风险主要体现在：

- 安全附件失效直接引起的中毒、窒息、火灾爆炸等；
- 设备超压导致安全附件泄漏进而发生中毒、窒息、火灾爆炸等；
- 变更管理未落实，导致管理缺位或安全附件缺失，进而导致事故。



### 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

#### 安全阀、爆破片存在的风险及管控措施

##### 1. 质量风险及管控措施

**质量风险：**爆破片质量不过关，如材料的耐腐蚀性能、耐高温性能不符合要求，导致安全附件过早失效。

**管控措施：**准确提报操作条件，如温度、压力、介质等；选择有相应特种设备安全附件制造资质厂家。

##### 2. 超压风险及管控措施

**超压风险：**安全附件不动作或动作不及时，从而无法及时释放过高的压力，导致管道破裂或设备受损。

**管控措施：**要根据介质等操作条件选择安全阀、爆破片或二者的组合方式，保证安全附件动作可靠；合理选择泄放管口径、连接及集合方式，确保安全附件顺利动作。



### 安全阀、爆破片使用中的失效风险与管控

#### 3.未按照要求进行检查、检验及更换带来的风险及管控措施

风险：未按照要求对安全附件、远传报警设施进行检查、检验或更换，不能及时发现、预防诸如泄漏、密封失效、爆破压力不准确、数据失真等问题。导致事故发生。

管控措施：按照标准规范要求对安全阀、爆破片等进行定期检查、检验或更换，按标准进行维护并做好记录。对温度、压力、液位等与安全附件动作相关的报警设施进行定期校对，确保数据准确。

#### 4.变更的风险及管控措施

变更的风险：未执行变更、未履行变更管理规定，设计要求未落实或变更后风险辨识不到位、培训不到位等，导致安全附件缺失、安装错误、操作错误等，造成事故发生。

管控措施：严格按照设计变更进行施工、安装、使用，切实执行变更管理流程、认真辨识风险，对相关人员对变更内容进行培训。



#### 5. 误操作风险及管控措施

**误操作风险：**因为操作不规范或缺乏操作经验，可能导致温度、压力、液位等较大波动，进而导致安全阀、爆破片承受交变载荷，增加误动作的风险。从而影响安全阀、爆破片的正常运行。

**管控措施：**加强员工工艺操作控制方面的培训，熟练掌握工艺调整手段，确保设备设施平稳运行，减少温度、压力、液位等的剧烈波动，避免安全附件因操作问题导致疲劳、起跳、爆破等。



## 结语

安全阀、爆破片等安全附件完好、正常投用是保证危险化学品企业设备设施的安全运行的必要条件。因此，从设计、安装、使用、维护及资料管理等各环节，依法依规办事，防患于未然，是极其必要的。从工艺原理、设备原理、危险特性等多方面入手，加强员工培训，使其熟练掌握工艺及设备操作、检查维护、风险辨识等方面的知识，是避免事故发生的先决条件。

谢谢大家！





谢谢!

