

爆破碟片 (RD) / 压力释放阀门 (PRV) 组合的最佳实践

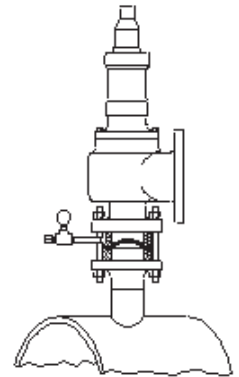
爆破片通常用于将工艺侧和/或释放侧上的腐蚀性或积垢的介质从压力释放阀门上隔离开来。这份文件将讨论多种不同的法规要求，实践层面，和推荐最佳的操作方案。这项讨论是建立在 ASME Section VIII Division 1 的基础上；类似的要求和/或原理也记录在 API RP520 和 EN ISO 4126-3 里。

爆破片位于压力释放阀门的上游

为什么？

把爆破片安装在压力释放阀门的上游的主要原因有：

- 防止阻塞压力释放阀 - 有些爆破片的设计对于产品的累积不敏感。
- 防止腐蚀压力释放阀 - 在通常的操作条件下，爆破片是用来防止腐蚀性的材料接触压力释放阀的阀内件。接触仅发生在压力过高的情况下。
- 避免使用成本高的合金安全阀 - 高合金或稀有合金材料做成的爆破片成本远低于相应材料做成的压力释放阀。
- 防止压力释放阀泄漏 - 很多弹簧压力泄放阀依赖重叠的金属对金属式的底座以进行密封，这种方式靠弹簧和静水的力量对阀门碟片施压。这种方式会导致压力释放阀在接近设定点时密封强度减低。



爆破片要求

当在压力容器和压力释放阀门之间安装爆破片时，必须达到以下要求：

监控 (状况指示器)

- 既然爆破片是一种压差装置，容器内所需的爆破压力的增长将会等同于爆破片和压力释放阀之间累积的任何压力。爆破片和压力释放阀之间的空间必须有泄放能力和/或被监控以防止或检测爆破片和压力释放阀之间的压力累积。ASME 和 EN 压力容器规范要求使用压力表，旋塞，自由泄放孔，或者其他合适的指示装置。
- 如果空间是封闭的，那么仅用压力表是不合适的。这种方法依赖工作人员定时检查每个压力表以确保没有压力累积。这很容易造成不安全工作环境长达几小时，几天甚至几星期。
- 在控制室内安装一个能触动警报的压力开关或变送器是比较适当的指示方式。
- 一个压力表伴随着压力开关或传感器可以是一个比较好的选择。这样不止控制室的人员而且维修人员也能在打开管道法兰之前直接了解到压力提升的状况。
- 在有些情况下，这个空间是密闭的，但是在别的情况下，则需要排放到大气、收容器、或者收集总管。在这些情况下，常用的方法是在泄放管中使用溢流阀 (止回阀的一种)。在低流量情况下，例如在被困的空气热膨胀的情况下，止回球能让流体排放。当爆破片爆破时，溢流阀关闭以防止流体通过通风设施损失。
- 仅仅使用电路断开或者别的流量敏感的爆破指示装置是不够的，除非这些装置也能探测到爆破碟片的泄漏。
- 没有一套完美的装置能适用在所有的应用中。通常这种空间如何监控和泄放取决于介质的腐蚀性或毒性。

碎片

安装在压力释放阀入口侧的爆破片必须不影响压力释放阀的性能。爆破片必须是无碎片设计。也就是说爆破片必须不能释放残片而影响压力释放阀的性能；这包括压力释放阀的释放能力和再重新关闭后无泄漏。请注意：一旦爆破片爆破，必须采取校正措施以减低容器的压力。在持续或反复释放的情况下，有些爆破片最终会释放残片。

能力

爆破片的口径必须调整为至少允许尽可能多的释放能力，如压力释放阀一样。对于喷嘴型直接弹簧压力释放阀，这就意味着爆破片必须与压力释放阀公称管道尺寸相等或更大。

安装

最常见的安装方式就是把爆破片夹持器直接安装在压力释放阀的上游。这种安装方式叫做紧密配对式。这种安装方式虽然很好但是必须要小心的是夹持器必须提供足够的空间让爆破片完全开放而不阻挡压力释放阀的喷嘴。在爆破片开启后，单一裂瓣型爆破片有可能大大超出夹持器的末端，因此可能堵塞压力释放阀的喷嘴。

在其他情况下，爆破片夹持器和压力释放阀之间可以隔开一个空间或者一段管道。1 到 2 倍管道直径长度的间隔是首选。间隔太长可能导致爆破片开口但是压力释放阀不运作。间隔太长会造成反射的压力波，导致爆破片裂瓣重新关闭甚至产生碎片，而如果间隔没这么长的话，爆破片不会产生碎片。

设定的爆破压力和压力释放阀预设压力

在行业领域里有各种关于爆破片的指定压力和压力释放阀设定压力之间的关系的指导手册。

在应用中，ASME UG-127 注释 52 表示：“...导致阀门和爆破片同时开口。”

对爆破片/压力释放阀的组合流量测试，ASME UG-132(a)(4)(a) 表示：“标志的爆破压力应该在标志设定的阀门压力的 90% 到 100% 之间。”

API RP520 段落 2.3.2.2.2 表示：“...指定的爆破压力和设定的压力应该是相同的公称值。”

EN ISO4126-3 段落 7.2 表示：“最大限度爆破压力...应该不超过 110% ...设定压力或者压力表压力 0.1 bar，两者之间较大者...” 以及“最低限度...应该不小于 90% 的...设定压力。”

虽然稍有不同，但是总体来说基本指示是相同的，把爆破片设定的爆破压力和压力释放阀设定压力保持在相同的公称值，忽略公差，满足每一种标准的原意而且相对容易实施。

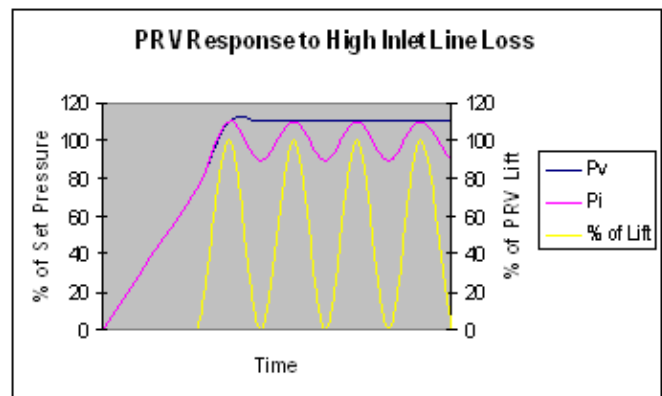
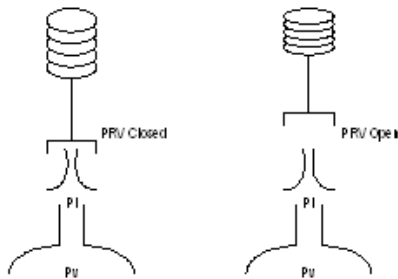
在特殊情况下，这些压力可能需要调整到显著差异：在这些情况下，用户应该小心评估爆破片和安全阀的性能，确保这些装置的运作不会受到影响。

压力释放阀门要求

内部压力损失

多数压力释放规范阐述内部压力损失或压力容器和压力释放阀入口之间的无法恢复的压力损失。ASME, API, 和 EN/ISO 都把这一损失限制在设定的压力释放阀压力的 3% 以内。ASME 和 API 都把这一计算建立在额定的压力释放阀能力的基础上，而 EN/ISO 要求这项计算建立在最高流量条件下。

为什么管道内部压力损失很重要？一个主要的原因是压力释放阀在释放时的稳定性。在某些特定的操作条件下，一个直接弹簧压力释放阀会面对快速、有时破坏性的剧烈冲击。这个图解以简单的形式显示了，当阀门从静止不动的状态转变到剧烈动荡的状态。容器和压力释放阀入口之间的压力下降，导致 P_v 和 P_i 在流动状态下不均衡。如果 P_i 小于压力释放阀的排放压力（关闭压力），就会造成压力释放阀迅速开关导致阀座受损，阀门部件失灵，管道受损，和/或无法按照额定的负荷流动。



口径要求

压力释放阀口径的计算方式和爆破片/压力释放阀组合装置的完全一样，就如同单个压力释放阀，除了加上组合流量因数 (CCF)。这个因数代表组合装置的流量对单一阀门流量的比率。 $CCF = \text{压力释放阀和爆破片组合流量} / \text{压力释放阀流量}$

大多数规范的默认 CCF (EN/ISO 的 F_d) 是 0.90，也就是说，在实际流量不详的情况下，组合装置的流量是假设为压力释放阀额定流量的 90%。EN ISO 4126-3 对 CCF 默认值的使用有额外要求。EN/ISO 要求爆破后爆破片的裂瓣完全在夹持器之内才能使用 CCF 默认值，不然只能使用经测试的或认证的数值。

在某些情况下，当特定的爆破片/压力释放阀组合装置经测试后，CCF 值高于 0.90 可以被使用。这种数据通常称作“认证的”组合装置流量因数 (CCCF)。确定 CCCF 的方式取决于适用的规范，归纳如下：

ASME:

- 只有授权的试验室可以进行测试，测试结果必须与国家锅炉和压力容器检验委员会注册。
- 只需测试一种口径来得出一系列口径的 CCCF 值。
- 对最小的口径和最低的相应压力进行测试就已经包括了所有用在这一口径和所有用在较大口径的较高压力。

EN ISO 4126-3:

- 没有认证机构或实验室要求。
- 一个口径和三个口径方式均可接受。
- 一个口径方式可以用在所有同一口径和设计，相同或较大压力的爆破片和压力释放阀组合装置。
- 三个口径方式可用在所有相同设计的，相同或大于最小测试口径，相同或大于最小适用压力的爆破片和压力释放阀组合装置。

标志要求

ASME 和 EN/ISO 都对铭牌上的标志有要求，铭牌要反映出组合装置的流量(或组合流量因数)，型号和爆破片和压力释放阀的生产厂商等。虽然 ASME 和 EN/ISO 都对此有要求，但是这些要求通常得不到满足，因为爆破片和压力释放阀通常是被分开来购买，彼此厂商都不知道对方的存在。

爆破片安装在压力释放阀的下游

为什么?

把爆破片安装在压力释放阀下游的主要原因有:

- 防止对压力释放阀的腐蚀 – 在通常运行状态下，爆破片是用来防止总管道内的腐蚀性蒸汽接触压力释放阀的内部。
- 防止在总管道中各种叠加背压影响压力释放阀的设定压力 – 使用低爆破压力，但能承受较高背压的爆破片，在有些情况下，压力释放阀就不必配备平衡波纹管。
- 探测压力释放阀的打启或泄漏 – 有些爆破片有内设的爆破指示器，能够向控制室显示是否因压力释放阀打启或泄漏而造成了爆破片爆破。

爆破片要求

爆破片上标志的爆破压力加上任何下游背压应该不超过压力释放阀出口的设计压力或者压力释放阀的设定压力。

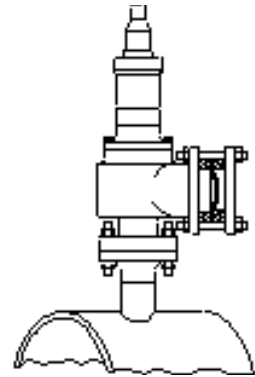
爆破后爆破片装置的开口足够让压力释放阀的额定流量流通，而不超过允许的超压。

系统的设计必须把任何通过压力释放阀或爆破片泄漏造成的副作用考虑进去，以确保正常运行和可靠性。

压力释放阀要求

在预期的开口压力下，无论是否在压力释放阀和爆破片之间有累积的背部压力，压力释放阀不会打不开。在压力释放阀和爆破片之间的空间应该通风，排水，或者其他合适的方法以避免压力累计对压力释放阀的正常运作造成影响。爆破板，压力监控，和选择低爆破片压力是比较通行的方法来满足这些要求。

平衡波纹管式安全阀的阀帽应该是通风的以防止压力在阀帽内累积以及影响安全阀的设定压力。



ASME SECTION VIII, DIVISION 1 VS EN ISO 4126-3

对于在这一论题上的两种主要标准的不同要求作出比较。请注意 API RP520 要求是直接来自 ASME Section VIII, Division 1 摘取的。

| 要求 | ASME Sect. VIII, Div. 1 (API) | EN ISO 4126-3 | 注解 |
|------------------|--|--|--|
| 爆破片/压力释放阀组合装置的定义 | 无 | 爆破片在压力释放阀入口的 5 倍管道直径以内。 | 如果爆破片不在 5 倍管道直径以内，那么组合装置流量因数不能使用。 |
| 3% 规则 | 容器和压力释放阀入口的压力减低，包括爆破片造成的影响，在流动条件下不应超过阀门铭牌上标志的设定压力的 3%。 | 容器和压力释放阀入口压力减低，包括爆破片造成的影响，在最大流动条件下不应超过阀门设定压力的 3%。 | 流动在铭牌标志的流量或者别的最高流量之间的差别可能会很显著。也就是说，假如压力释放阀设定在大大低于 MAWP 但是尺码设计成防止超出 MAWP 的 110%。在这种情况下，有可能无法达到 ISO 的要求。 |
| 认证的组合流量因数 | 一个口径方式适用在所有口径相同和口径大于所测试的组合装置。 | 一个口径方式使用在单一口径，或者三个口径方式使用在一个系列上。 | 要达到 ISO 3 个口径组合装置流量因数，由于费用和运输的原因，是有难度的。使用默认值 0.9，三个口径测试的回报是最小的。 |
| 爆破瓣片向阀门伸出 | 无特殊要求。 | 爆破瓣片不应突出到压力释放阀的入口，除非瓣片对压力释放阀的性能和流量的影响已经过评估并且证明达到条款 7 的要求。(组合性能)。 | 两种规范都不允许爆破片影响压力释放阀的性能。ISO 规则对瓣片突出的问题有严格要求，但是允许在条款 7 的规定下使用默认 CCF (Fd) 值 0.9。 |
| 组合装置的文书记录 | 组合装置的铭牌标志由用户，压力释放阀厂商，爆破片厂商，或者容器厂商提供。 | 组合装置的供应商应该提供相应的铭牌，证书，组装和安装指示... 并且考虑到风险分析的结果。 | 这两种规范的要求都有漏洞。在实际应用中，这些要求几乎没有被遵循。 |

常见问题

Q1 由 Teflon (或其他弹性体) 密封的复合型爆破片或者带 Teflon 内衬的刻痕爆破片能否被用于压力释放阀之下?

A1 当 Teflon 密封的或内衬的爆破片爆破时，Teflon 碎裂并向压力释放阀外释放。问题是您有时无法确定这些碎片确实被释放还是残留在阀门片和回座压力调节环内。当阀门再度关闭时，有可能 Teflon 碎片仍然残留并被阻塞在阀门座，因而造成泄漏。既然阀门再度关闭是一项重要的压力释放阀功能，比较保守的答案是“不能”。但是如果阀门再关闭后，防泄漏功能不重要，那么这种爆破片的使用方式是可以接受的。

Q2 我使用组合装置的默认值 0.90 来得出爆破片/压力释放阀组合装置的流量。我是否也要把压力释放阀的入口管线损失考虑进去? 这看起来使用爆破片感觉好像造成双重损失。

A2 是的，ASME Code Interpretation VIII-1-98-43 要求当计算的入口管线损失时，将爆破片考虑进去。

Q3 如何处理爆破片的爆破压力和释放阀门的设定压力的差别，鉴于制造范围，爆破允差和设定的压力误差。

A3 最简单的办法就是将爆破片和压力释放阀门指定在相同的公称压力，并且订购零制造范围的爆破片。在设定压力允差所产生的差异并不显著。

Q4 我想使用的认证的组合流量因数是建立在 1" @ 45 psig 测试系列上的，但是我的应用是 4" @ 25 psig 上。我能把这个 CCF 值使用在低于测试的压力上吗?

A4 不行。认证测试使用的是最低设定压力，也可能是实际的最低压力使用在所有口径等于和大于测试的口径。得出的 CCF 值不能被使用在口径低于测试的压力下，也不能使用在小于测试系列的口径。