

如何确定并选择压力 / 真空泄放阀（呼吸阀）

廖盛辉（精凯（天津）阀门制造有限公司，天津 301599）

摘要：透彻了解工艺动态是确保“最后一道防线”中的设备可靠运行的基础。压力 / 真空泄放阀（PVRV）是一种安全装置，可在发生超压或真空事件时保护受压容器或系统。超压事件是指导致容器或系统中的压力或真空升高到超过规定的设计压力或最大允许工作压力（MAWP）或最大允许工作真空（MAWV）的任何情况。作为最后一道防线，泄放阀应保持独立且高度可靠。

关键词：压力 / 真空泄放阀；类型；压力

泄放阀能够在预先设定压力下打开。随着流体的转移，容器内的压力由上升转为下降。一旦其压力降至阀门的回座压力，阀门就会关闭。设定压力与回座压力之间的差值称为回座压差。同样地，有时必须保护设备不受其内部真空的影响。在该等情况下，真空泄放阀在达到预先设定的低压限值时打开，将空气或惰性气体吸入设备，以防压力过低。

1 泄放阀类型

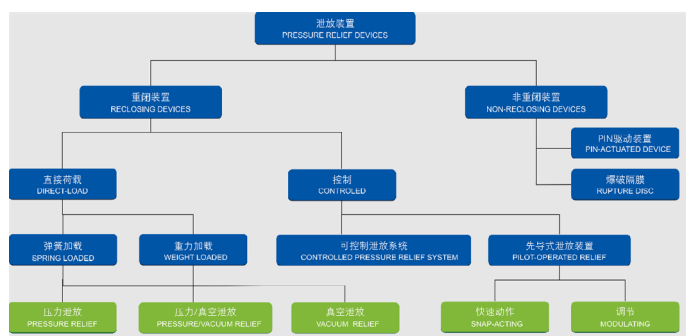


图1 泄放装置包括一系列用于防止在过压或真空条件下发生危险的技术

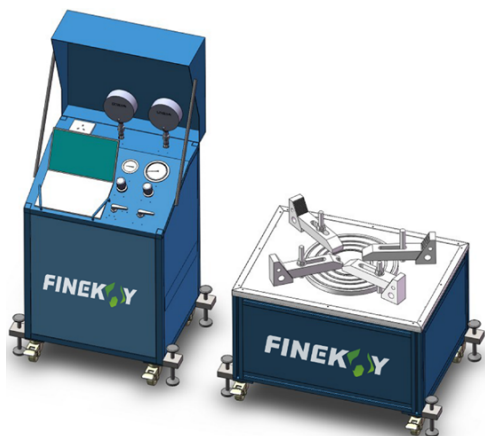


图2 车间测试装置

泄压装置可分为重闭式和非重闭式两大类（图1）。其中，重闭式又分为直接荷载和控制式。直接荷载式可分为重力加载式或弹簧加载式，而控制式则包括可控制泄放阀系统式或先导式。其中每一种均可根据其先导类型进一步划分为快速动作型或调节型。非重闭式泄放阀由PIN驱动装置和爆破片组成。

在选择泄放阀时，要考虑各种具体应用的因素，包

括背压、维护、泄压能力以及入口压力损失。在选择泄放阀时，背压是一个尤其重要的因素。当最大可变叠加背压与积聚背压之和小于设定压力的10%时，应选用常规式泄放阀。而当最大可变叠加背压与积聚背压之和超过设定压力的10%时，则应选用先导式泄放阀。虽然理论上先导式泄放阀可用于高达100%的背压，但在实践中为了可靠运行，背压增加值不应超过设定压力的94%。此限值可能因不同制造商而异。与同等尺寸的常规式泄放阀相比，先导式泄放阀的泄压能力更高。另外，由于可以使用传导通路，因此先导阀可用于高入口压力损失场景。

设定压力和冷态试验差压力：

表1 阀门类型不同，

冷态试验差压力（CDTP）计算公式也不同

泄放阀类型	冷态试验差压力公式	弹簧范围基准
重力加载式或弹簧加载式	冷态试验差压力 = 设定压力 - 恒定背压	冷态试验差压力
先导式	冷态试验差压力 = 设定压力	冷态试验差压力

压力 / 真空泄放阀在运行工况下打开时的压力称为设定压力，而在试验台上打开时的压力称为冷态试验差压力（CDTP）。由于在车间进行测试时不存在背压，因此需要采用常规式压力 / 真空泄放阀补偿背压。然而先导式泄放阀则不需要调整背压；冷态试验差压力和设定压力相同。如果使用温度高于121℃，温度校正系数适用于所有类型的泄放阀。应注意，常规式泄放阀的弹簧选择是基于冷态试验差压力，而不考虑温度校正系数。适用于不同应用场景的冷态试验差压力公式如表1所示。

在选择泄放阀设定点时，要考虑两个限值。根据受

保护容器/设备的最大允许工作压力 (MAWP) 来决定上限。根据 ASME SEC-VIII, 泄放阀不应设置有高于受保护容器/设备的最大允许工作压力。若最大允许工作压力未知, 则应将设计压力视为最大允许工作压力。下限以系统最大工作压力为基准。

2 压力定义

背压是指由于排出系统中的压力而在泄压装置出口处产生的压力。总背压为叠加背压与积聚背压之和。叠加背压是泄压装置运行时在该装置出口产生的静态压力, 是指泄放阀打开前的压力。叠加背压产生自排出系统中来自其他来源的压力, 可以是定值, 也可以是可变值。

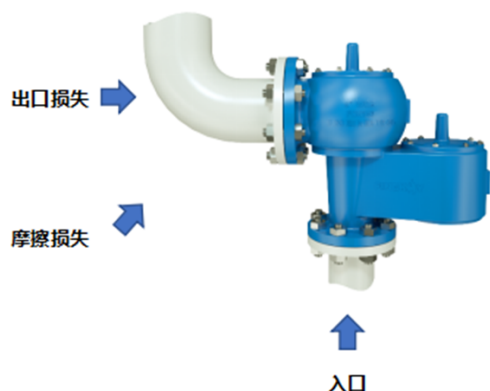


图3 除了泄放阀下游的静态压力外,

还必须考虑由流体动态排放所产生的积聚背压

积聚背压是在泄放阀开启后, 由于流体流动而在泄压装置出口处产生的压力增加 (图3)。此类背压是由流体从泄放阀流经下游管道系统引起的。积聚背压随排放管道的形状和尺寸而变化, 因而其始终是可变的。

回座压差为设定压力与回座压力的差值。它是指在阀门回座前, 要使压力低于设定压力而所需下降的值。之所以会产生回座压差是因为, 当泄放阀提升时, 更大的阀瓣面积受到系统压力的影响, 并且只有当系统压力降至设定压力以下后, 阀门才能关闭。控制室或混合室的设计决定了开启关闭点时的压力值。适当的回座压差有助于减少颤振或阀座泄漏的可能性。泄放阀入口管道的尺寸应确保在所运行的最大额定容量下, 受保护设备与泄放阀之间的压降不得超过泄放阀最低设定压力的3%。

3 示例计算

例如, 假设在一个应用场景中, 泄放阀设定压力为 10Psi, 回座压差为 7%。当入口法兰压力降至 9.3Psi (10-0.7) 时, 阀门将关闭。假设入口压力损失为 3%, 关闭时的系统压力为 9.6Psi (9.3+0.3)。

现在, 假设入口损失为 1.0Psi, 阀门将在 10.3Psi 时关闭, 比设定压力高 0.3Psi。阀门将立即尝试再次打开, 导致颤振并可能损坏阀门。为了避免这种情况, 一般新建项目的入口压力损失都应限制在 3% 以内。

应注意, 仅凭入口压力损失标准不足以预测泄放阀的稳定性。需要考虑的其他因素包括回座压差、排放压

力和超压。因此, 由于泄放阀的不稳定性及复杂性, 对于入口压力损失大于 3% 的现有装置, 可以参照 API-520 进行详细的工程分析。这种工程分析称为力平衡计算。如果通过了力平衡并且泄放阀以前未表现出任何异常行为或颤振, 那么入口压力损失高于 3% 是可以接受的。

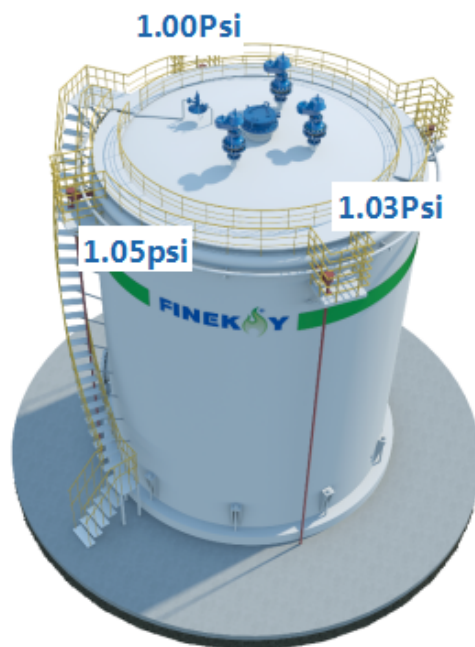


图4 错开多个泄放阀的设定压力可以防止阀门颤振以及当试图同时打开阀门时可能造成的损坏

如果使用多个泄放阀来保护容器或设备, 建议采用交错设定点。通过这种布置, 配置最低的泄放阀将能够处理轻微异常, 并且随着容量要求的增加, 额外的泄放阀将开启。这种布置可以避免颤振, 因为所有的泄放阀不会同时打开。交错的压力设置还可以将泄放阀操作造成的排放或产品损失降到最低。

对于这种布置而言, 至少一个泄放阀须设置在容器的最大允许工作压力或以下。其他泄放阀可以设置为在更高的压力下打开, 但在任何情况下都不能高于最大允许工作压力的 105%。在图4所示的例子中, 第一个泄放阀设置为容器的最大允许工作压力 (1.00Psi), 第二个泄放阀设置为 1.03Psi, 第三个泄放阀设置为容器最大允许工作压力的 105%。

4 结束语

了解泄放阀出口处的正确背压非常重要, 因为这将决定哪种类型的泄放阀合适——常规式、还是先导式。此外, 它还有助于车间试验时调节泄放阀的设定压力。选择正确的泄放阀设定压力也至关重要, 因为它允许在最大工作压力和泄放阀设定压力之间留出足够的余量。此余量将有助于最大限度地减少在任何不符合要求的条件下启动泄放阀。使用这种交错排列的方式将有助于避免颤振和排放损失。泄放阀被认为是防止安全状况的最后一道防线。准确确定上述所有参数后, 将确保所安装的泄放阀的设计和能确保设备安全运行。