

为半导体行业气体或流体管路系统选用理想的减压阀

白皮书



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

何时选用理想的减压阀

了解气体或流体管路系统中减压阀的设计参数



Albert Lei

派克汉尼汾公司 VERIFLO 事业部产品经理，拥有超过 15 年的行业经验，曾担任过制造工程师和生产控制经理。

如何选用理想的减压阀

减压阀在气体和液体输送中发挥着重要作用，是很多行业必不可少的组件。设备制造商们倾向于严格遵循安全、清洁、泄漏和连接接口方面的严格设计标准和指南，以满足不同行业的产品要求。因此在挑选减压阀时，首先要找到能够满足行业需求的可靠品牌，其次是指找到适合于该应用的减压阀。由于制造商经常会提供多种规格的产品，因此这个过程可能需要一些时间。

但只要遵循之前所述的设计标准和指南，您就能确保减压阀和整个系统的一致性及完整性。

选择合适的减压阀还可以带来显著的积极效果。

在本白皮书中，我们将介绍针对具体应用需要考虑的因素，以此帮您简化选择过程。

- 提高系统效率
- 提高性能
- 减少故障排除
- 减少安全隐患

选择减压阀时您应考虑哪些因素呢？

减压阀是用于维持和控制气体或流体压力的装置。理想的系统减压阀取决于您的工艺和系统要求。以下是选择减压阀时需要考虑的关键因素：

- 入口和出口压力
- 流量要求
- 系统温度
- 系统介质
- 连接方式
- 联动式与非联动式膜片



入口和出口压力

了解管路或系统的上游和下游压力要求即可设定压力范围，从而缩小减压阀的选择范围。因此，请确保您了解具体应用的工作压力范围以及入口和出口的最大压力。

1. 入口压力是稳定还是波动的？
2. 通常情况下，连接到气瓶出口的气源端减压阀会有很高的入口压力。随着气瓶中气体逐渐耗尽，减压阀的入口压力会降低。而下游减压阀（例如：由气源减压阀供应气体的部分分配管路）几乎不会有入口压力波动。
3. 供应压力效应(SPE)-减压阀的出口压力与其入口压力呈现反向响应。减压阀中发生的内力平衡导致了SPE。SPE是每100psi入口压力的变化对应的出口压力变化的比例，入口和出口压力之间的变化成反比。

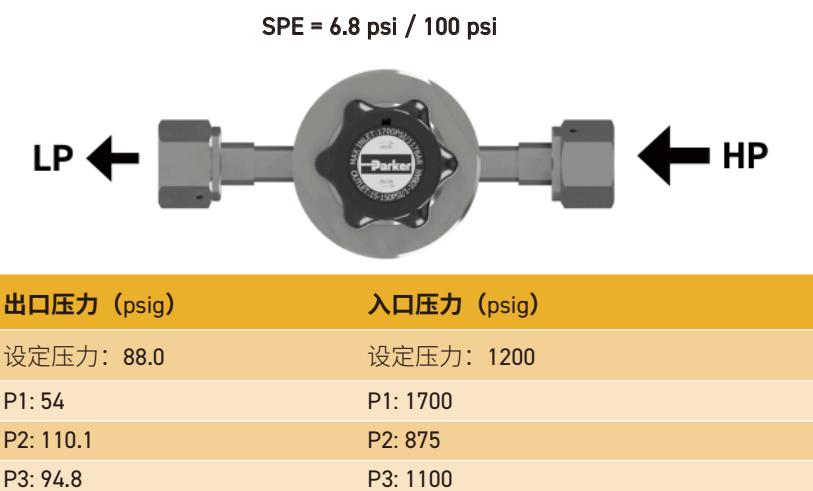


图1 - 供应压力效应对进口和出口压力的影响示例

例如，如果减压阀的SPE额定值为6.8psi/100psi，则进口压力每降低100psi，出口压力就将上升6.8psi，反过来也是一样。

通常制造商公布产品的SPE值。在管道上安装泄压阀来限制最大压力是很普遍的，因为有最大压力限制的系统对SPE很敏感。

另一种抵消SPE的方法是在气源减压阀之后直接加装一个减压阀（或使用双级减压阀）。在这种情况下，气源减压阀出口就能够向下游减压阀输送稳定的 pressure，从而减少SPE效应。

出口压力

减压阀的出口压力范围由主弹簧决定。如果出口压力范围较低，则弹簧“较轻”，出口压力范围较高，则弹簧“较重”。

灵敏度 主弹簧产生的弹簧力直接关系到减压阀的流量表现和出口压力的调节精度。较轻的弹簧通常能对流体产生更低的压降，同时能提供更精细的压力调节精度。

因此，选择适合具体应用的减压阀对于实现最佳性能而言至关重要。按照实际出口压力向上选择最接近的出口压力范围选项，通过这一方式可以选择出适合具体应用的减压阀。

如果由多个减压阀控制时，系统也会有不同的工作压力。尤其是当不同工作压力的范围很广时，采用“一刀切”的选择方法并不可取。

由于灵敏度问题，高出口压力范围可能不适合于低出口压力应用。它可能无法实现达到目标出口压力所需的精确调节精度。此外，低出口压力应用中的高压减压阀在流量变化时出现的压降也更大。

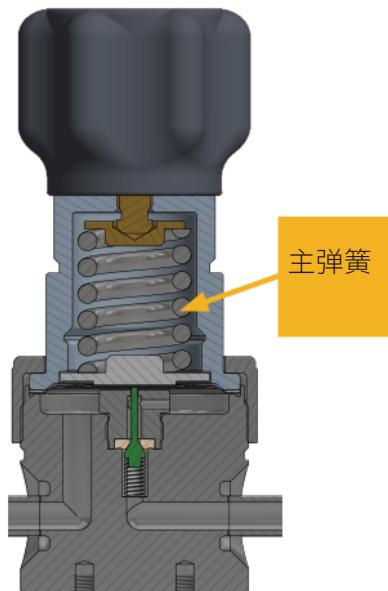


图2 - 旋钮驱动范围弹簧，控制出口压力

流量要求

系统要求的流量会影响所需的减压阀尺寸。

关键考虑因素：

1. 推荐用流量曲线来验证入口压力、出口压力和流量参数的对应关系。
2. 流量是恒定的还是可变的？了解减压阀供应系统的流量示意图对于确定其尺寸非常重要。减压阀可以向下游的一根管路输送流体，也可以向多根管路分别输送。

如果是向多根管路分别输送流体，最好知道工作流量范围和下游流量峰值，以确保减压阀的性能满足所有条件。

您可以对在一般和最大条件下会同时开启的所有下游阀门的流量系数(Cv)进行合计，以此来估算下游的流量需求。

3. 确定这些流量值后，应参考流量曲线以确保流量需求在减压阀的工作范围内，并且出口压力的下降幅度在允许限值内。

4. 流量选项 - 制造商通常会在一个产品系列中提供多种流量选项，以便匹配适合具体应用的流量水平。

5. 制造商们在样本上标示的减压阀流量系数(Cv 值)应作为选择产品的参考点，只可用于相对比较。

它并不能代表减压阀实际的流量表现，因为与阀门不同，减压阀不会以全开状态运行。另外，在某些情况下，制造商们会注明其产品系列的流量范围。

因此，我们始终建议用实际参数对照流量曲线，从而验证设备的最佳流量范围是否支持该应用。制造商一般会提供常见参数设置下的流量曲线。

您也可以在样本上的流量曲线之间推断出一个流量曲线。此外，制造商的流量曲线通常在室温下用氮气制作。因此必须考虑具体应用的气体和温度校正。

系统温度

度变化，尤其是在压力变化的作用下。所以您选择的减压阀必须能够承受这种操作条件下的温度范围。系统温度和介质决定了哪些密封材料更适合应用。

如果系统工作温度超过密封材料的额定极限，有可能引起内部和/或外部的泄漏，从而造成安全隐患和大量停机时间。

系统介质

不同温度情况下的系统介质类型（气体、液体或蒸汽）将影响所选减压阀的使用寿命。另外，电抛光和钝化等表面处理也可以提高不锈钢减压阀的耐腐蚀性和清洁度。

典型流量曲线

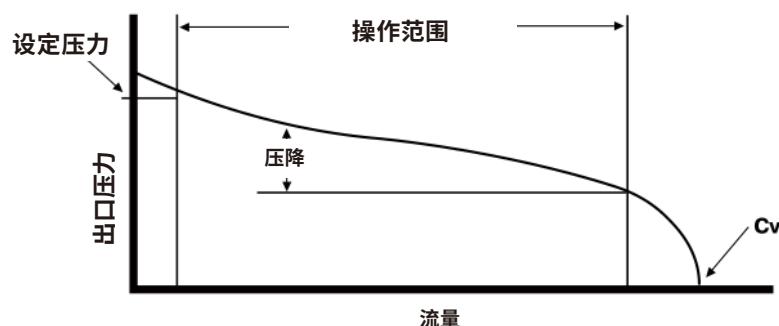


图3-典型的减压阀流量曲线示例

设定压力/设定流量：初始减压阀出口条件

压降 (Droop)：出口压力随着流量的增加而下降

Cv ：大开度位置的流量容量

操作范围：最佳的流量范围，曲线的线性部分

另一个考虑因素是密封材料。金属减压阀通常由于采用塑料或橡胶密封件的不同，表现出的性能也受很大影响。了解介质的相容性有助于我们选择理想的密封材料。

不相容的介质会加速密封材料的老化，缩短其使用寿命，所以减压阀和系统介质之间的材料相容性是关键的考虑因素。

连接方式

连接方式的类型一般和减压阀所工作行业的泄漏率要求有密切关系。例如，用于半导体工艺的超高纯减压阀由于泄漏率更严格，所以通常采用焊接或者面密封的连接方式。而石油和天然气行业的减压阀则通常使用美国标准锥管螺纹（NPT）连接。

联动式与非联动式膜片

联动式膜片减压阀是将阀芯与膜片物理连接，从而形成机械辅助的正向关闭功能，能在阀座密封出现泄漏时进行安全关闭。

联动式膜片可将介质流通区域内弹簧移除，从而减少运行中可能产生的颗粒，大幅提高清洁度。

因此，在超高纯（UHP）应用中优选联动式减压阀。特别是在有危险和腐蚀性介质的应用中，联动式减压阀的安全性更高。然而，由于联动式结构造成的部件数量增加以及制造工艺的复杂性，这类减压阀的成本更高。

单个减压阀可能只能满足系统的某些要求。当您的应用所需的流量变化比较大时，一个高流量减压阀需要更高的敏感性才能应对低流量工况的应用。

流量曲线非常重要，它能确保减压阀与应用相匹配，实现性能优化和工艺优化。

减压阀不是截止装置。因此减压阀必须搭配阀门以实现正确的关闭。

对具体应用的需求了解得越详细，就越有可能选择到合适的减压阀。供应商可以为您提供符合压力和流量要求、温度范围和系统所需尺寸等关键规格的产品。

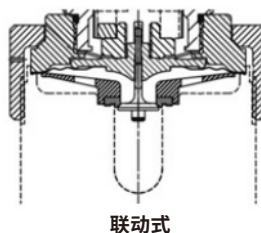


图4 - 减压阀的横截面显示，在联动式膜片的设计中没有阀芯复位弹簧，这让介质流动通道中的组件数量大幅减少。

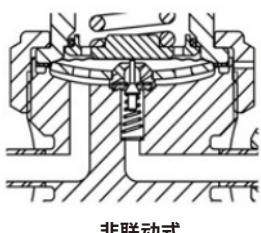


图5 - 显示非联动式膜片设计的减压阀截面图

其他需要考虑的因素：

- 结构材料的清洁度
- 泄漏率
- 减压阀的敏感性
- 流量曲线

结论

无论何种应用，选择适当的减压阀都至关重要。您只需提供压力和流量要求、尺寸信息、温度范围以及其他基本信息，减压阀供应商能够帮助您做出正确选择。

派克汉尼汾公司

上海市浦东新区云桥路280号

电话：86 21 2899 5000

邮箱：INGTechnical.China@parker.com

