

压力调压器基础

技术信息

DEBUL2008XCN2

什么是调压器？

减压调压器这种设备可以将高的源压力(例如，入口压力3000 psig / 207 bar)减少到适用于用户应用的低工作压力(例如出口压力100 psig / 6.9 bar)。在其他条件发生改变时，调压器将尝试将出口压力保持在可接受限制内。源压力和介质(气体或液体)流量在这些变化条件之间。调压器在执行其功能时的精度和效率是通过将设计的基本调压器元素组合到特定调压器单元的方式确定的。

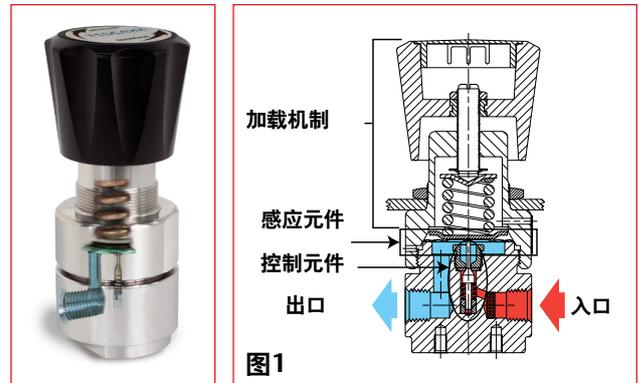
通常，调压器的基本元素将决定用于某一特定应用的调压器类型和所选序列。在本手册中，将讨论对于所有减压调压器都适用的三种基本元素(无论是 TESCO 生产，还是其他制造商生产)。

减压调压器/阀(PRV)

减压调压器的功能是精确地将气体或者液体(从气缸、压缩机和泵等)的上游高压降至于用户应用所需的较低稳定压力。而且，在其他条件发生改变时，调压器还将尝试保持并将出口压力控制在现在范围内，但是调压器不控制流程，仅控制输出压力。调压器不应用作关断装置，因为总是有少量的泄漏漏过阀座。如果需要绝缘，在调压器的下游必须使用关断阀。

背压调压器/阀(BPR)

背压调压器的功能是限制并精确地控制气体或者液体(从油箱和泵等)的上游压力，并且具有较泄压阀更高的精确度。大多数直接弹簧式安全泄压阀都具有很高的回座压力，既不稳定又不可靠。这就是安全泄压阀和背压调压器直接的最主要差别所在。设计安全泄压阀的目的是为了保护下游的人员和设备免受过压伤害。正因为如此，当越过了设定压力时，它会被立即完全冲开，并耗尽所有压力。因此，这就需要它能够处理系统的总流量，用以快速地耗尽所有压力，进而



保护下游的设备。背压调压器不是安全设备，设计其的目的是用以精确地上游压力控制。当越过了调压器设定点时，它将“裂缝式”打开(而非完全冲开)，因此仅能刚好耗尽高于设定点的额外压力。当其裂缝式打开时，它使用其感应元件(泄压阀没有感应元件)，回座到非常靠近其源设定压力处。大多数TESCOM 背压调压器的“裂缝回座式”压力都少于设定点的 $\pm 2\%$ (泄压阀通常为 $\pm 10\%$)。

三种基本元素

三种基本元素是：

1. 加载机制为操作人员提供了设置减压器出口(控制)压力的方法。 P_2 是通常用于出口压力的术语。
2. 感应元件通过感应出口下方的谐振器，感应压力中的变化(P_2)，允许调压器根据在 P_2 中的变化做出反应。
感应元件也提供加载元件和控制元件之间的物理链路。
3. 控制元件用于将入口压力(通常称为 P_1)减少到一个较低的工作压力，并在控制元素远离或者面向阀座移动，增加或者减少阀芯面积的方式保持这个压力。

Elgiloy®是Elgiloy公司的注册商标。
Teflon®和Viton®是E.I. du Pont de Nemours and Company的注册商标。
Hastelloy®是Haynes International, Inc.的注册商标。
Gylon®是Garlock, Inc.的注册商标。
Chemraz®是Greentweed的注册商标。

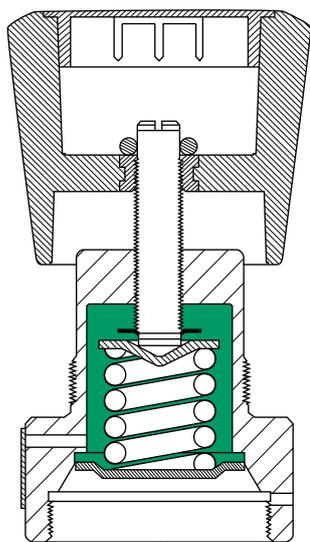
I. 加载机制

第一个基本元素是调压器的加载机制。该机制确定了调压器出口压力值(P_2)。

负载元件提供了推力，并将此推力经感应元件传递给控制元件，从而最终获得所需要的出口压力。它还提供了预负载力，用以建立所需的调节压力等级或者出口压力等级。

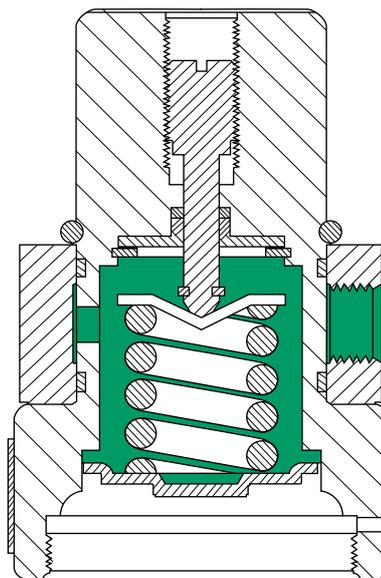
有四种类型的加载机制：

- 弹簧负载
- 圆顶负载(也称作气体或者液体加载)
- 空气负载
- 弹簧和圆顶负载的组合形式



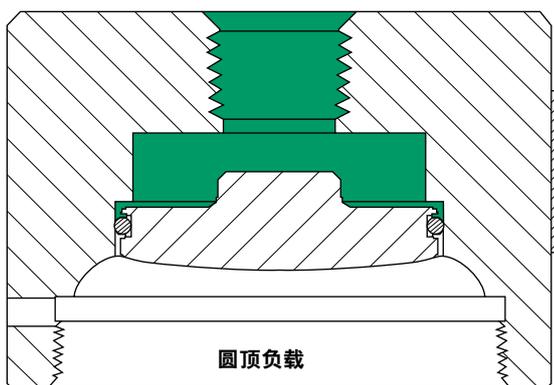
弹簧负载

图2



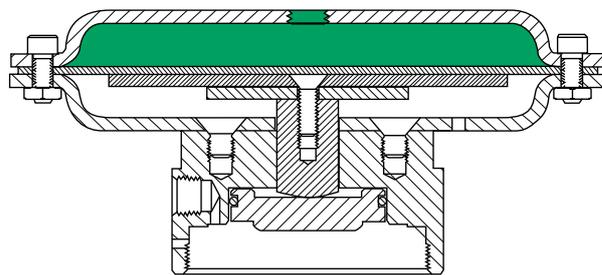
弹簧和圆顶负载

图4



圆顶负载

图3



空气负载

图5

I. 加载机制

A. 弹簧负载

弹簧(图6)由于其可靠性和低成本,是调压器中最通用的加载装置。

弹簧负载的大小由操作者在弹簧上所施加的压缩力大小决定。实现方式是通过旋转调压器旋钮或者顺时针方向调整螺丝(图7)。旋转旋钮,压缩负载弹簧,直到达到在调压器出口压力表上,所需的出口或者设定压力。

在调整过程中必须要防止螺纹滑扣。该情形通常出现在操作者尝试设置的出口压力超过了调压器能力的限制或者可用入口压力的限制。

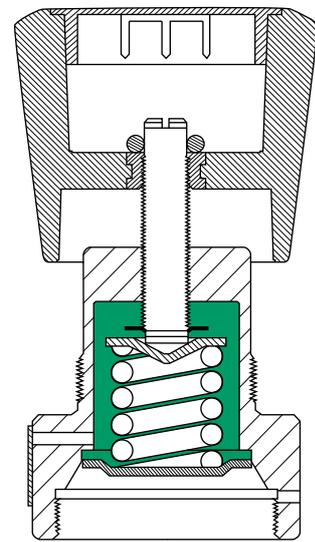
标准调整螺丝或者手动旋钮的机械优势是易于调整,出口压力最大可达500 psig / 34.5 bar。对于更高压力(最高可达15,000 psig / 1034 bar),TESCOM使用暗杆手动旋钮,其轴承允许手动压力调整,且扭矩仅需30-40 in-lbs / 3.4-4.5 N•m。

优点

- 简易设计
- 体积小巧
- 可调整不同比率弹簧 提供不同的出口压力
- 弹簧的来源广泛,具有价格竞争优势且更经济

缺点

- 弹簧力随着压力的变化而变化,因此负载不统一
- 容易受到冲击、振动和温度的影响



弹簧负载

图6



图7

I. 加载机制

B. 圆顶负载

第二个加载方法称为圆顶加载(图8)。通过气室(而非弹簧)为调压器提供负载力。通过密封气室区域,防止泄漏,然后使用来自指挥器的气体或液体为气室加压。

在圆顶中的压力确定调压器的出口压力。圆顶压力基本上等于调压器出口压力。

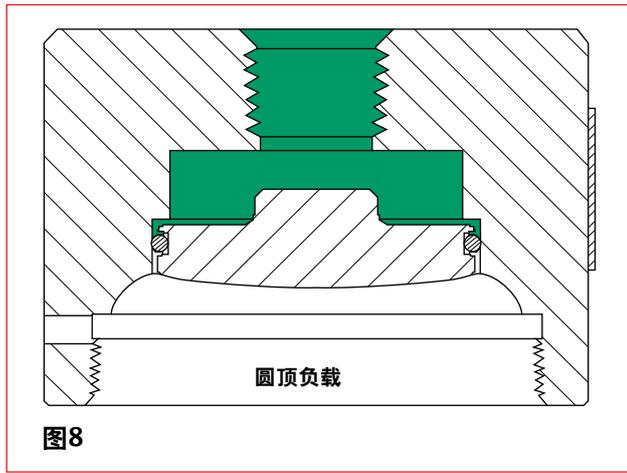


图8

在图9的实例中, 26-1200系列圆顶负载调压器连接到26-1000系列排放调压器上。26-1000调压器用作指挥器, 为26-1200调压器的圆顶提供负载压力。为了设置圆顶中的压力, 调整来自指挥器的压力, 直到圆顶调压器的出口压力表上读到所需的设定压力。

如果圆顶被加载到1000 psig / 69.0 bar, 那么出口压力将接近1000 psig / 69.0 bar。之所以存在轻微的差别, 主要是由于控制元件(阀)弹簧力与圆顶负载压力相互抵消造成的。

当调压器响应增加的流量, 向下冲程时, 指挥器将添加更多的气体, 以弥补因增加圆顶面积而造成的损失, 并保持气室压力恒定。具有排放功能的指挥器应当用于气室负载型调压器。该排放功能对于操作人员进行增加以及减少气室压力操作来说非常必要。

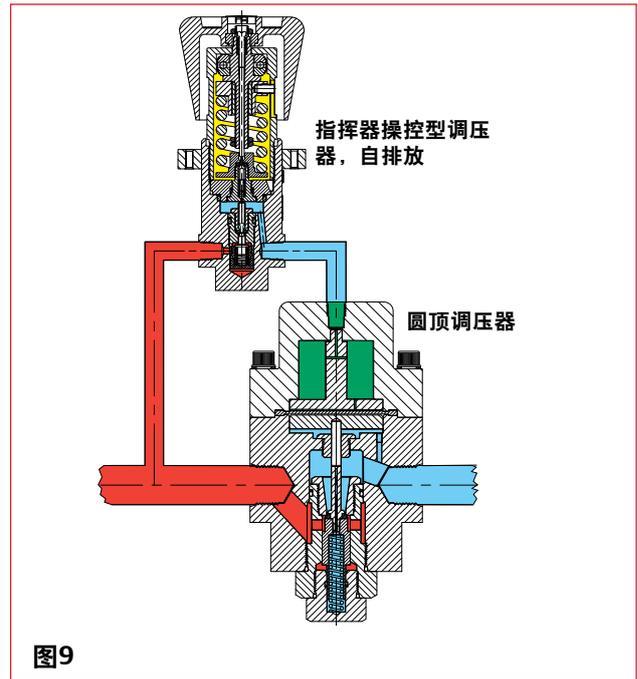


图9

几乎所有的TESCOM调压器系列都可提供气室负载型。

优点

- 允许远程压力控制, 这样, 操作人员就可以在远离危险气体或者危险工况的安全区域进行压力调节。
- 当圆顶调压器位于很难到达的区域时, 通过这种方式来调整压力, 提供了便捷
- 在流动条件下, 较之弹簧加载的调压器可保持更精确的出口压力, 并可最小化压降
- 对压力变化的快速响应

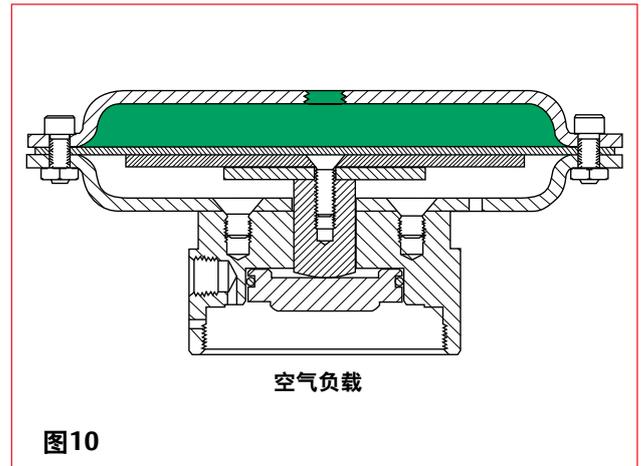
缺点

- 需要两个调压器: 圆顶调压器和指挥器。这也就意味着成本增加, 以及在安装时需要更大空间

I. 加载机制

C. 空气负载

第三个加载方法是空气致动或空气加载。该方式与圆顶负载类似，但是其加载力(导控压力)和控制压力之间的比率大于1:1。这就是圆顶负载和空气负载调压器的主要区别。另一个区别是仅能使用惰性气体来导控气体致动调压器。圆顶加载的调压器可以使用气体或液体来导控。气体致动加载可用于许多TESCOM调压器系列，压力范围最高可达 0,000 psig / 2069 bar，可提供的比率从2.5:1直至375:1。该比率为大致值，因此，为了能将调压器设置在所选的设定点，您需要从调压器的控制压力测监控压力指示器，监控方式与监控圆顶加载调压器相同。空气致动调压器的最大控制压力通常可达到~80 psig / ~5.5 bar导控压力。致动调压器的机械优势允许其对导控源使用低压惰性气体(设施空气)和低压管件/压力调整。还允许使用TESCOM ER5000电动气压式压力控制器，用以提供导控压力控制和闭环电子控制。与圆顶负载调压器类似，导控压力调压器/控制器应当为排放类型，以允许在增压和减压时进行压力调整。



优点

- 提供致动压力和介质压力比率(例如, 1:75)
- 与指挥器组合使用, 允许远程压力控制
- 动态调节下, 低压降(最小化压降)
- 对于导控源, 允许使用低压惰性气体(设施气体)和低压管件/压力调整。
- 可以与ER5000电子气动控制器组合使用

缺点

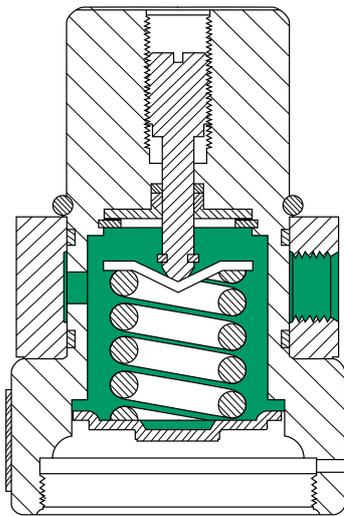
- 需要两个调压器: 空气负载调压器和指挥器。这就意味着成本增加, 以及在安装时需要更大空间

I. 加载机制

D. 弹簧和圆顶负载的组合形式

该组合调压器适用弹簧和圆顶负载的组合(图11)，可以由以下几个名称进行标识：

- 偏差调压器
- 跟踪调压器
- 代数调压器
- 差压调节器



弹簧和圆顶负载

图11

之所以称为“偏差”调压器，是因为弹簧提供“偏差”或附加力。

使用术语“跟踪”是因为调压器可以在压力上升或者下降时，跟随某一系统的压力。调压器供应的压力等于偏差设置加上参考压力，并将总压力的两个信号发射给第二个系统。

有时称为“代数”调压器是因为它可以加上或者减去等于其偏差弹簧设置的压力。当偏差弹簧位于感应元件、膜片或者活塞的上方时，加上压力；当偏差弹簧位于感应元件的下方时，减去压力。

以下讲述了圆顶和弹簧调压器组合的工作原理：

首先，手动调整偏差弹簧，用以提供特定的偏差压力，例如，50 psig / 3.4 bar(图12)。偏差压力将保持恒定，并保持高于参考压力的偏差。

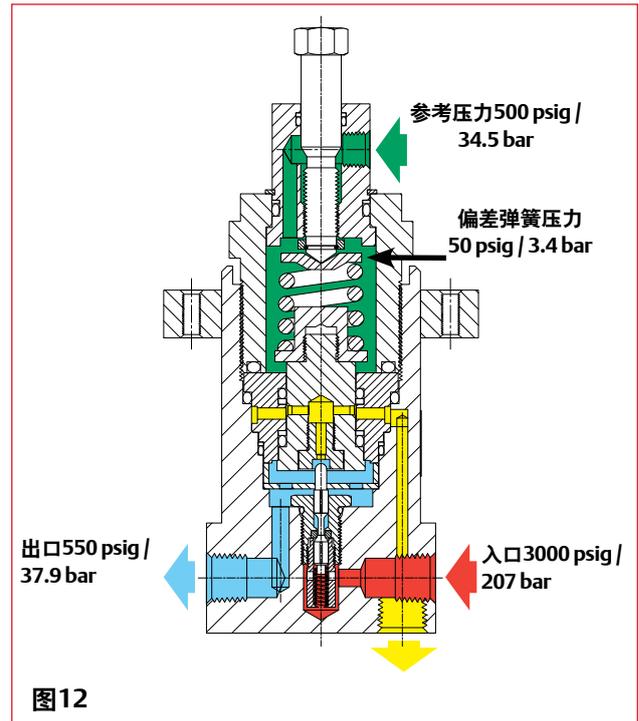


图12

然后，通过来自“参考源”（另一个系统）的压力（500 psig / 34.5 bar）加载圆顶。当前，圆顶加载的压力总计550 psig / 37.9 bar(偏差压力(50 psig / 3.4 bar)和参考源(500 psig / 34.5 bar)压力的总和)。现在，调压器将输出550 psig / 37.9 bar的输出压力。

如果因为某些原因，参考源的压力应当变更(或增或减)，在此我们假设流量或者调压器具有排放功能，那么出口压力也会出现变更。实例：参考压力降低100 psig / 6.9 bar，从500 psig / 34.5下降到400 psig / 27.6 bar，在弹簧上设置的偏差压力保持在50 psig / 3.4 bar。那么，结果就是，弹簧和圆顶调压器组合的出口压力现今为450 psig / 31.0 bar。

组合有弹簧和圆顶负载的调压器可用于各种应用中，在商业潜水、石油勘探、实验室和高压灭菌器等应用中优势尤为明显。

优势

- 提供可供追踪应用的精确气体压力

缺点

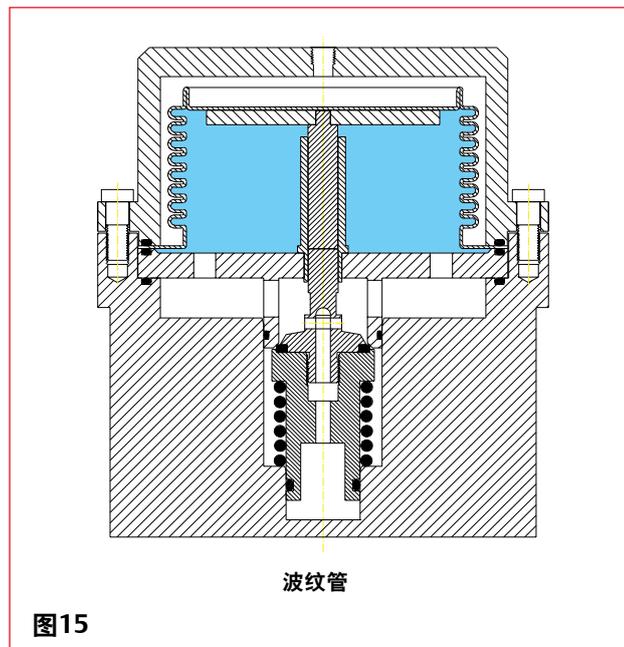
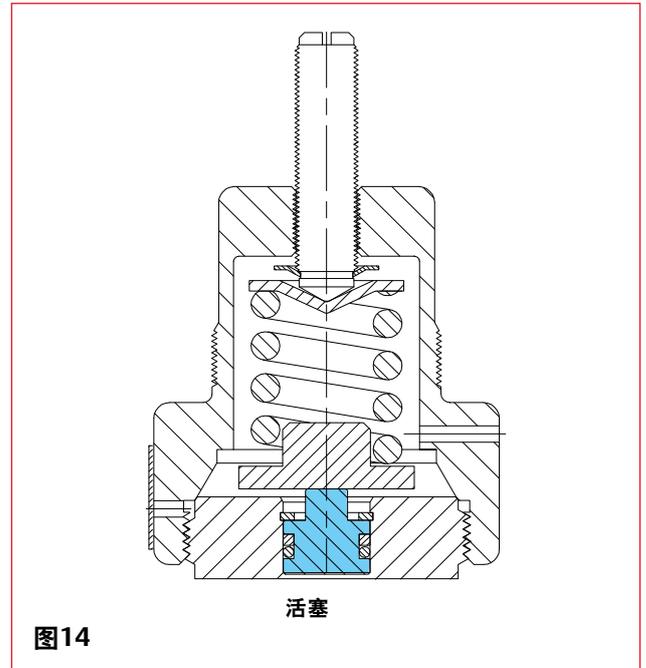
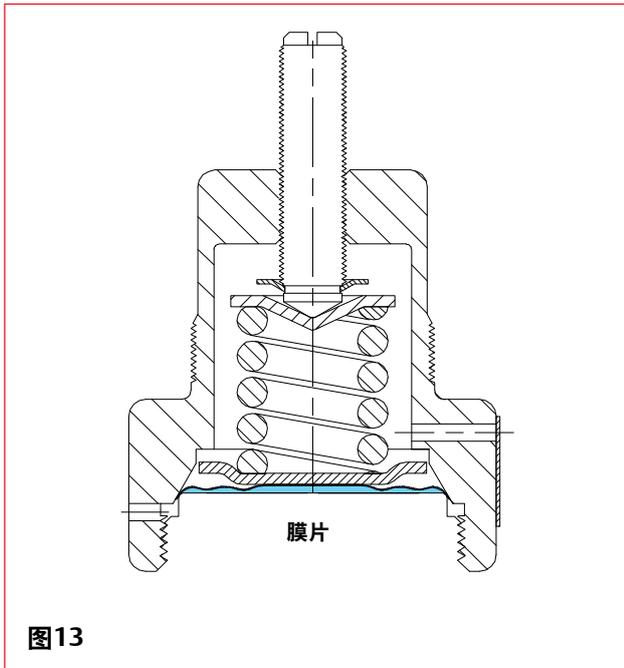
- 要较弹簧或圆顶负载调压器成本高

II. 感应元件

感应元件的作用是感应在下游或调压器出口压力侧的变化。感应区域位于在调压器 P_2 谐振器中感应元件的紧邻下方。

有三种通用类型的感应元件：

- 膜片(图13)
- 活塞(图14)
- 波纹管(图15)



II. 感应元件

A. 膜片感应元件

膜片(图16)相对便宜且足够满足大多数应用。膜片, 可提供对压力变化的感应, 尤其是合成橡胶材料制成的膜片, 对压力变化的感应尤为敏感。在许多应用中, 早期的天然橡胶膜片已由合成橡胶、人工橡胶替代品取代, 它们可以提供与当前使用中的各种气体更大的兼容性。某些通用的合成橡胶有丁腈橡胶、Viton-A®和乙烯丙烯。

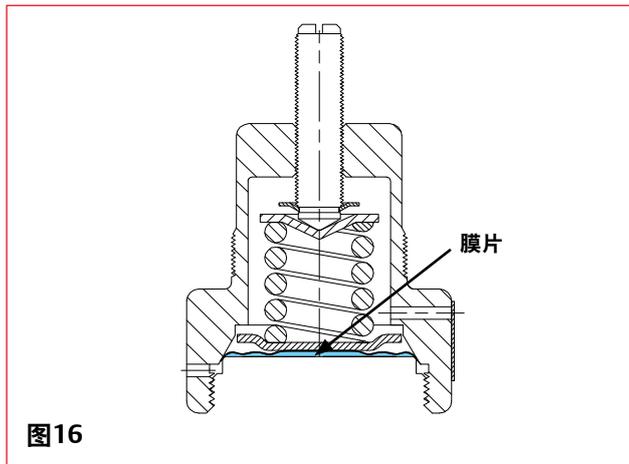


图16

在合成橡胶无法提供介质兼容性的应用中, 通常使用金属膜片。316不锈钢膜片应用广泛, 尤其是在半导体、特殊气体和使用调压器市场中。Elgiloy®, 一种镍钼合金, 也是一种极佳的膜片材料, 尤其适用于宽温度波动和高生命周期应用中。其也与各种气体兼容。

然而, 可能由于膜片断裂, 导致出口压力速率受限。在膜片的底侧高压负载, 而在膜片的顶侧仅为大气压力, 这就是造成膜片断裂的最直接原因, 请参见图17。因此, TESCO将出口压力的膜片应用限制到最大500 psig / 34.5 bar。

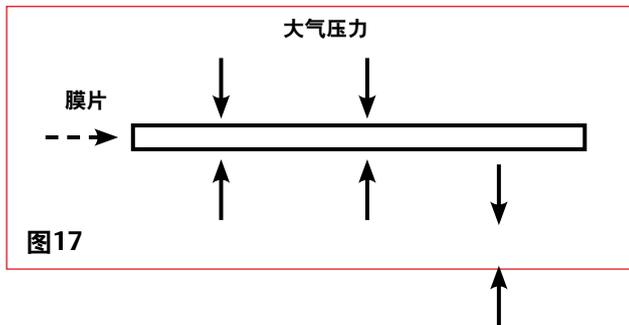


图17

必须限制阀杆运动, 因为膜片变形可能会影响致动力特性。另一个需要注意的事项是, 由于膜片的柔软性, 其有效的感应区域并不恒定。

TESCOM的金属膜片有两个同心环(图18)或回旋, 用以提供自然弯曲区域, 并消除可能会导致早期金属疲劳和可能故障的蒙皮下陷影响。

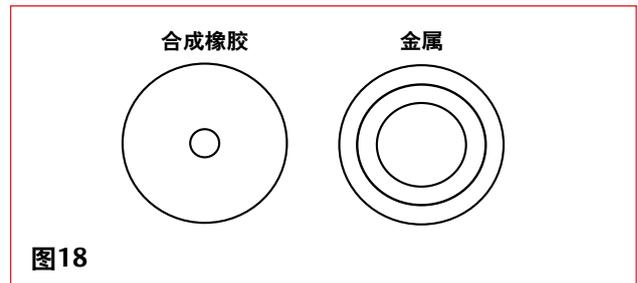


图18

膜片由以下材料制成: 丁腈橡胶、Elgiloy®、乙烯丙烯、Teflon®、Viton-A®、316 不锈钢、哈氏合金®、Gylon®和Chemraz®。

优点

- 灵敏
- 便宜
- 简单
- 316不锈钢膜片是半导体、有毒和腐蚀性类型应用的极佳选择
- Elgiloy®膜片是高周期金属膜片和宽温度波动应用的极佳选择

缺点

- 强化纤维膜片可能“吸纳”水或者其他液体, 导致膜片故障或介质污染
- 膜片并不提供恒定的有效感应区
- 膜片很难密封
- 由于膜片上压力不同, 膜片可能断裂
- 金属膜片要较橡胶或者合成橡胶的敏感度差
- 压力限制

II. 感应元件

B. 活塞感应元件

活塞感应元件(图19)专为较膜片感应元件的出口压力高的应用而设计。膜片感应元件的出口压力限定在500 psig / 34.5 bar，而活塞感应元件可以控制的出口压力最高可达20,000 psig / 1379 bar。活塞传感器(图20)是强健、厚重且最适合用于高输出压力。

活塞传感器由传感器支架、传感器和动态密封或O型环组成(图21)。传感器支架固定在底部的阀体和顶部的调压器阀盖之间。该传感器可以在O型环密封件上自由移动，用以响应出口或者 P_2 压力谐振器中的压力变化。

活塞和膜片的功能相同，都是用以感应出口压力或 P_2 谐振器中的压力变化，并对这些变化做出响应。

TESCOM用于传感器总成材料有：黄铜、303不锈钢、316不锈钢、哈氏合金®、蒙乃尔合金、N60和17-4不锈钢。

基于流过调压器的介质兼容性来选择材料。

活塞传感器是三种传感元件中最不敏感的，但却是最耐用的，因此对于出口压力超过500 psig / 34.5 bar的应用是理想选择。

优点

- 能够处理高出口压力，最高可达20,000 psig / 1379 bar
- 活塞具有恒定的有效感应区域

缺点

- 较之膜片或者波纹管感应元件敏感度差
- 由于O型环密封的限制，无法用于高纯度应用
- O型环的润滑对于精确压力控制是关键

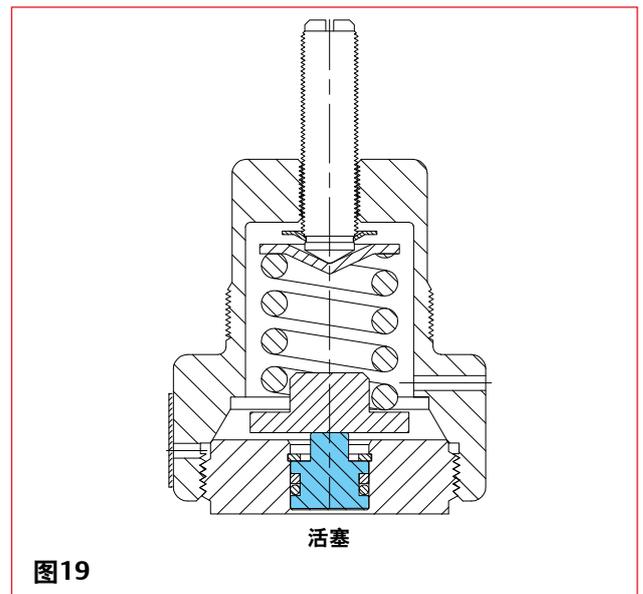


图19

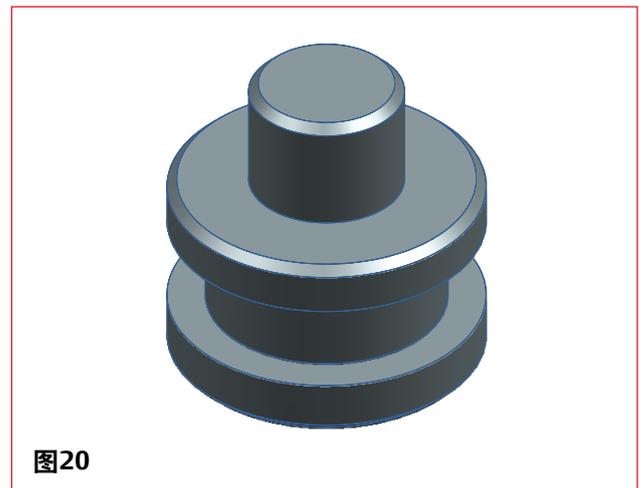


图20

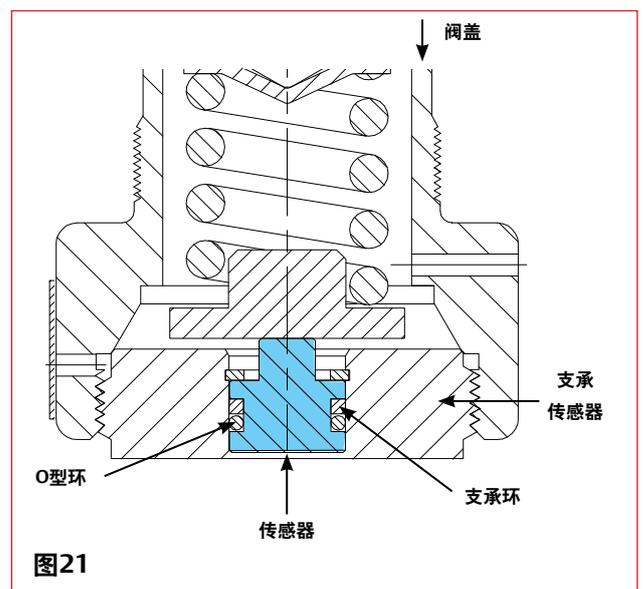


图21

II. 感应元件

C. 波纹管感应元件

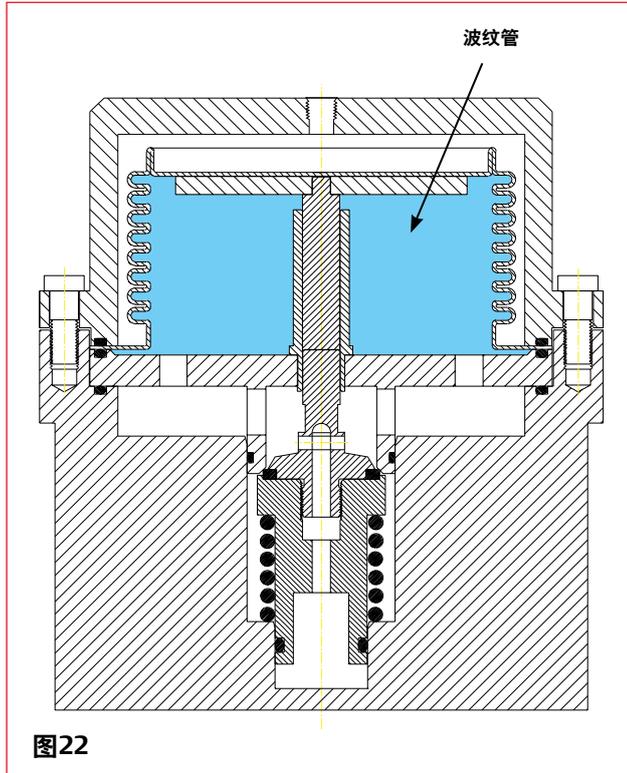


图22

波纹管感知元件是第三种类型的感应元件，是三种感应元件中最精确、最敏感的元件。

如图22所示，在15系列调压器中使用的波纹管，传感器大于前两个感应元件。也可以使用比在15系列调压器中所使用的波纹管更小规格的波纹管。

波纹管具有手风琴式褶皱或卷绕点(图23)，用于提供更长的阀行程和最小的阻力，这样的设计，使其性能远优于其他两种感应设备。

在要求敏感度高的同时，316不锈钢金属波纹管的造价也很昂贵。由于其高昂的成本，很少在调压器中使用不锈钢波纹管作为感应元件(除非应用求对 P_2 中的压力变化极为敏感的情况中)。

波纹管感应元件用于15系列的调压器中。该设施调压器设计用于在相对较低的压力处提供高流量。压力近似为300 psig / 20.7 bar(入口)和130 psig / 9.0 bar(出口)。该调压器设计用于半导体工业，其特色是使用316L不锈钢焊接结构，且内部无螺纹结构。它提供的 C_v 为20。

优点

- 高灵敏度
- 提高了阀行程能力

缺点

- 昂贵
- 源受限



图23

III.控制元件

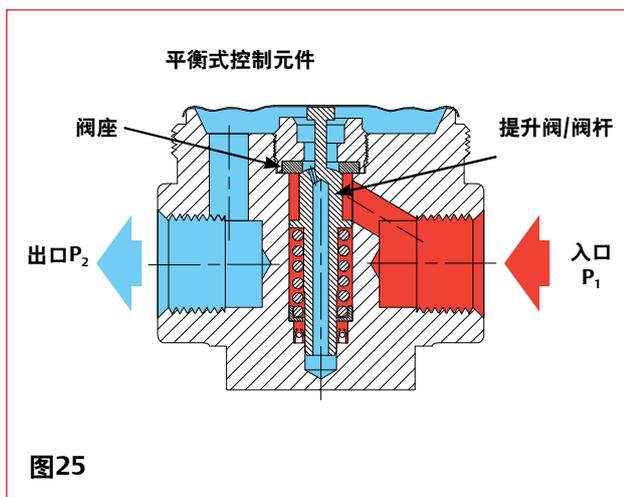
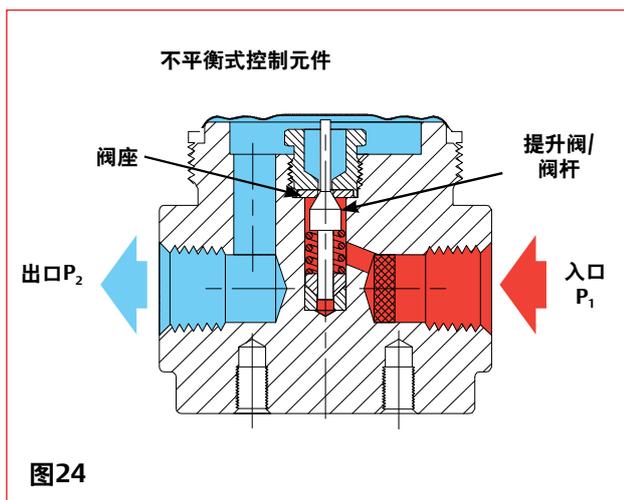
第3个也即最后一个元件是控制元件，其有两种类型：

- 不平衡式控制元件(图24)
- 平衡式控制元件(图25)

控制元件的功能是实际执行高入口压力(P_1)减小到低出口压力(P_2)。控制元件常被称作阀杆或提升阀。

通过将高压气体从气缸、压缩机或泵中放出，使其通过各种规格的阀孔，减小介质压力(气体或者液体)。

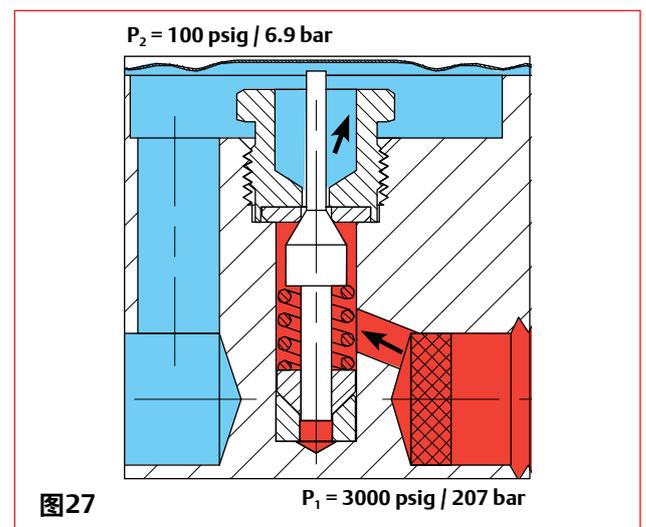
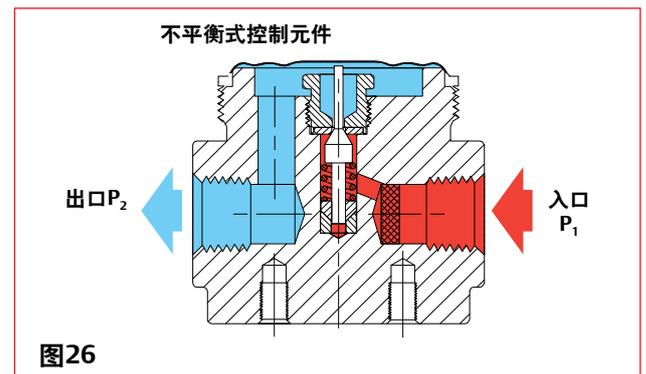
阀朝向或者远离调压器阀座方向移动，会导致阀孔变大或者变小，用以提供所需的流量以及保存所需的设定压力。



A.非平衡式控制元件

非平衡式控制元件仅有一个密封点(为阀的圆锥形状区域)。通过该设计，通过阀弹簧和供给压力，将阀置于闭合位置。由于弹簧力总是相对恒定，因此在阀上的力将会随着供给压力的增加而增加。同样地，在阀上的力也将会随着供给压力的减小而减小。通过或者阀孔规格和供给压力，就可以确定出应用于阀的闭合力。如在图26和27中所示， P_1 (3000 psig / 207 bar)区域，从入口连接开始，终止于阀和阀座的接触点。 P_2 (100 psig / 6.9 bar)区域，起始于同一阀点，直至出口连接。

不平衡式控制元件有一个负面影响，我们称之为进口压力衰减特性(供给压力影响)，会导致在进口压力变化时，出口压力也随之变化。这种情况通常出现在气缸用作客户系统的压力源的情况下。



III.控制元件

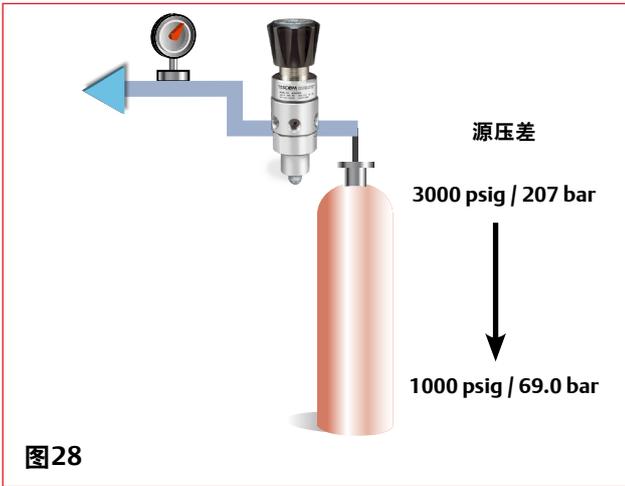


图28

气缸只能供给有限的气体和压力。在气缸中的气体/液体减少时(图28)，查看在气缸调压器上的压力表(图29)。注意：在出口表上的压力上升，而在入口表上的压力下降。这就是进口压力衰减特性造成的结果。

就如儿童游乐场中的跷跷板，当一侧上升，另一侧就下降。每一侧的变化方向都与另一侧相反(图30)。

对于大多数应用，该特性是可以接受的。但是，对于要求出口压力并不随入口压力变化而变化的应用，可以有三种选择方式来消除该特性：

这三种方式是：

- a. 两级调压器
- b. 平衡式阀杆
- c. 两个调压器串联

在此，我们仅就平衡式阀杆方式进行论述。

优点

- 便宜
- 简单
- 易于维护
- 入口压力用作主关断力

缺点

- 仅限小阀孔规格
- 进口压力衰减特性
- 高入口压力就伴随着高阀座力
- 在高压力时，要求使用更坚硬的材料

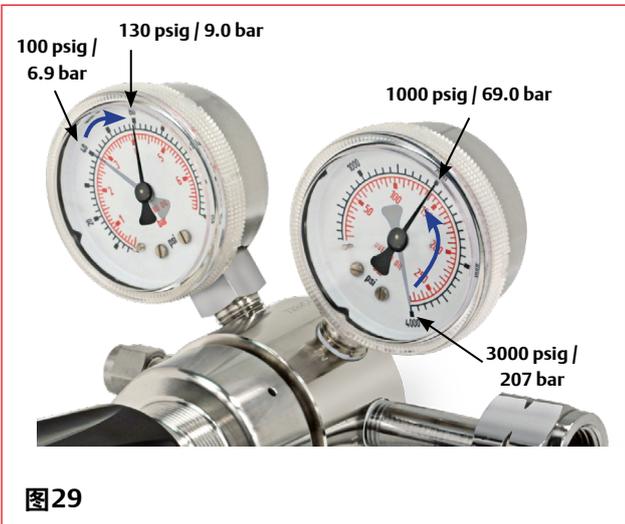


图29

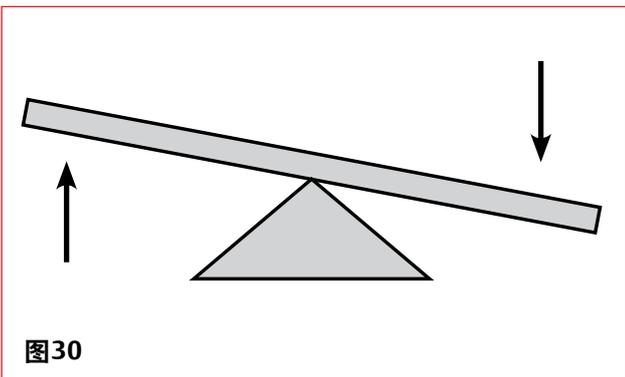


图30

III.控制元件

B.平衡式控制元件

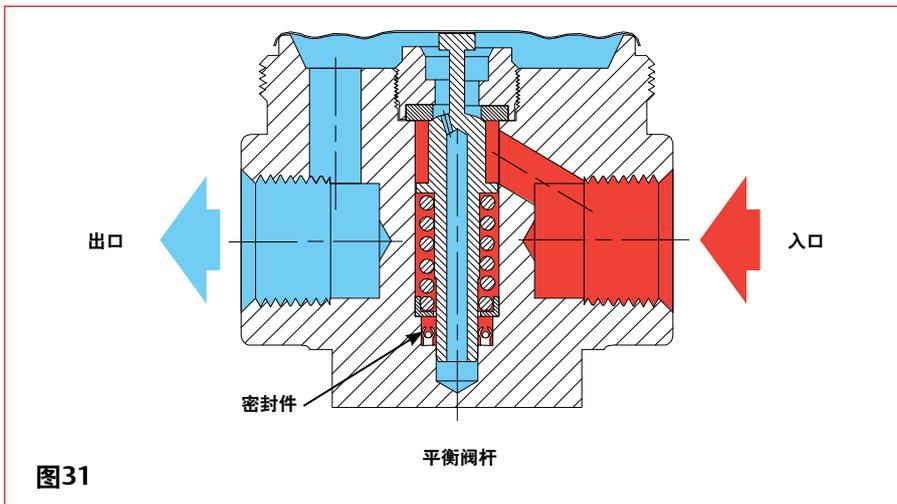


图31

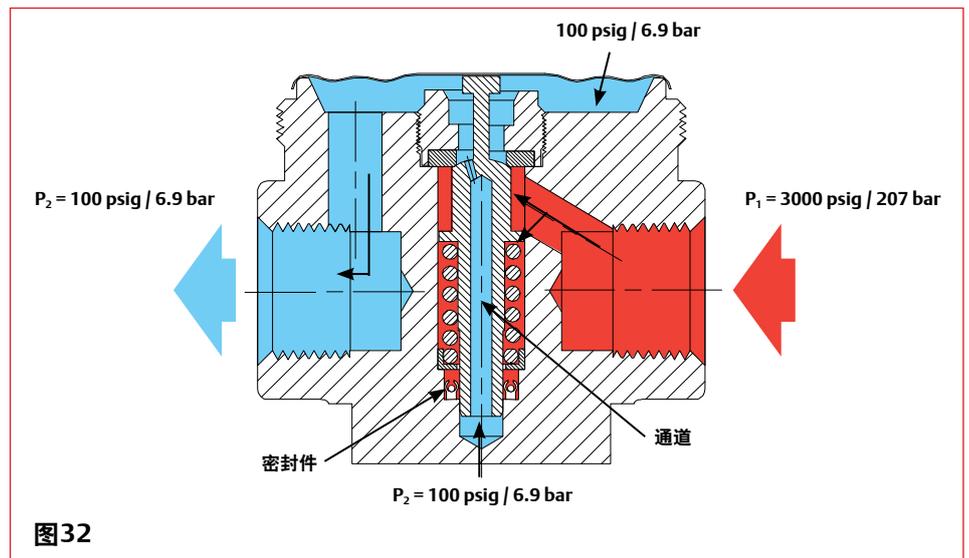


图32

平衡式控制元件或阀杆有两个密封点。一个与不平衡阀杆相同。另一个密封垫位于靠近 P_1 区域中的阀杆末端位置(图31)。实际上,通过密封阀杆的两端,供给压力无法强制阀闭合或打开。这也就是命名为平衡阀杆的原因所在(图32)。使用这种设计,供给压力对阀上作用力的大小就影响甚微。

平衡阀杆和不平衡阀杆之间的另一个不同点是,平衡阀杆还具有从 P_2 区域到另一侧阀密封的通道(图32)。该通道必备,因为这样才能使阀两侧上的 P_2 压力相等,阀杆保持平衡。

在实际应用中,平衡阀可具有稍高的入口压力。假若有调压器发生故障,需要借助于入口压力来关紧阀门。

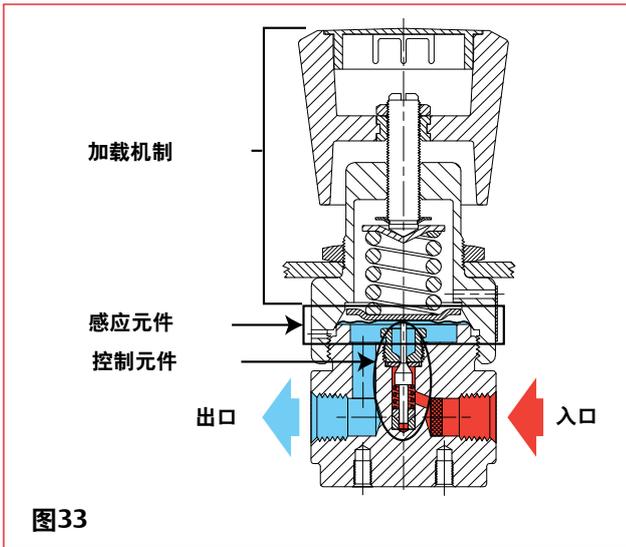
优点

- 阀座负载降低
- 进口压力衰减特性减小
- 高压力时,具有更大的阀孔
- 高流通能力

缺点

- 对于制造商而言,相对昂贵
- 大阀座,不适用于低流量

将所有元件组合在一起



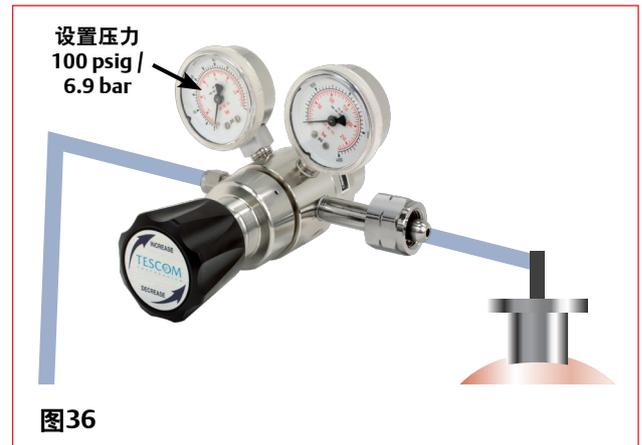
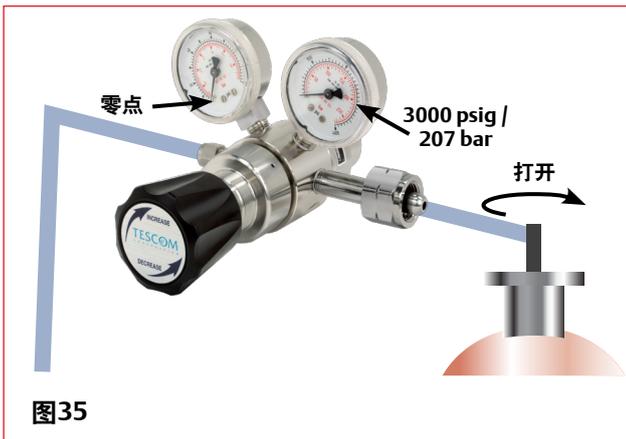
在本节中，三个基本元素会被组合在一起，用以演示它们的工作原理。图33中示出了具有所有3个基本元件的调压器：加载机制、感应元件和控制元件。

调压器连接到气缸上，并链接到压力传感器的下游系统(图34)。逆时针旋转调压器的手动旋钮或调整螺丝，关闭调压器。

然后打开气缸阀，将气缸中的气体/液体释放到调压器的入口侧。入口表上的压力读数升高并停在指示气缸中压力的读数上。出口压力表指示0压力(图35)。

若想打开调压器阀，顺时针方向旋转手动旋钮。在出口压力表上的读数升高，直到其到达所需的出口压力或设定压力(图36)。设定压力是在无流量时的出口压力。

通过顺时针旋转手动旋钮，压缩负载弹簧，用以提供下游系统所需的出口压力。该压力对于系统操作必备。下游系统仍未运行，因此调压器此时处于关断状态。换句话说，阀杆或控制元件对阀座使紧闭的，无气体通过。



将所有元件组合在一起

当下游系统打开或启动时，它需要从调压器获得流量（一定量的气体）。当系统开始出现流量时，在调压器出口谐振器中的 P_2 有一个初压降（图37），该压降可由出口压力表指示出来。感应元件（在图37中的膜片）感应到该压降，由于出口压力产生的作用力和负载弹簧产生的作用力之间的存在压力不平衡，感应元件向下移动。

此时，负载弹簧产生的作用力大于出口压力产生的作用力。由于负载弹簧产生的作用力大，它会帮助膜片

向下移动，造成阀向远离其阀座方向移动（图38），因此，这就允许气体流过阀座开口，进入到出口或者调压器的 P_2 谐振器中。

阀保持打开状态，尝试将出口压力增加到其初始设定压力。只要下游系统需要流量，弹簧加载的调压器就不能达到初始设定压力。但是，只要下游系统运行且需要流量，它都会一直保持尝试到达初始设定压力。初始设定压力和流量压力之间的差值称为压降。

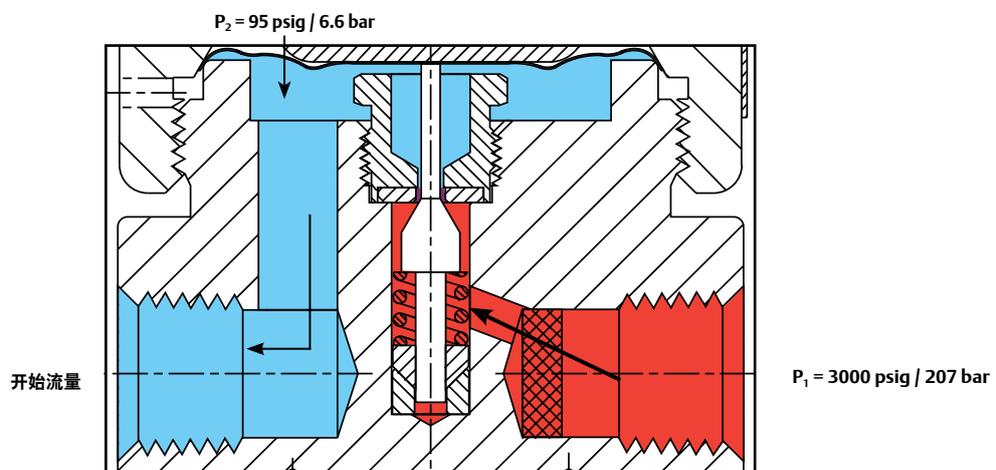


图37

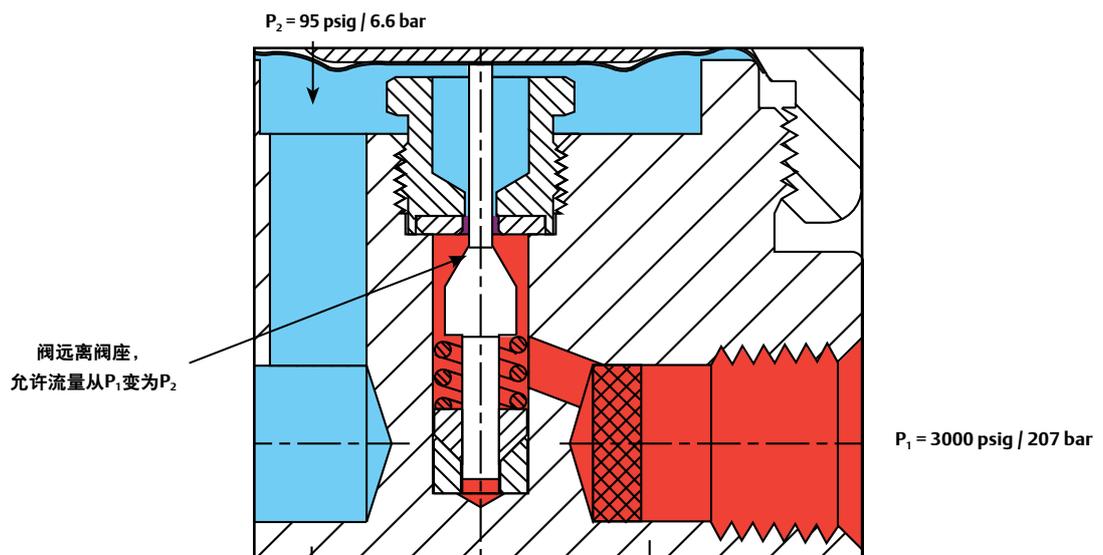


图38

三种基本元素

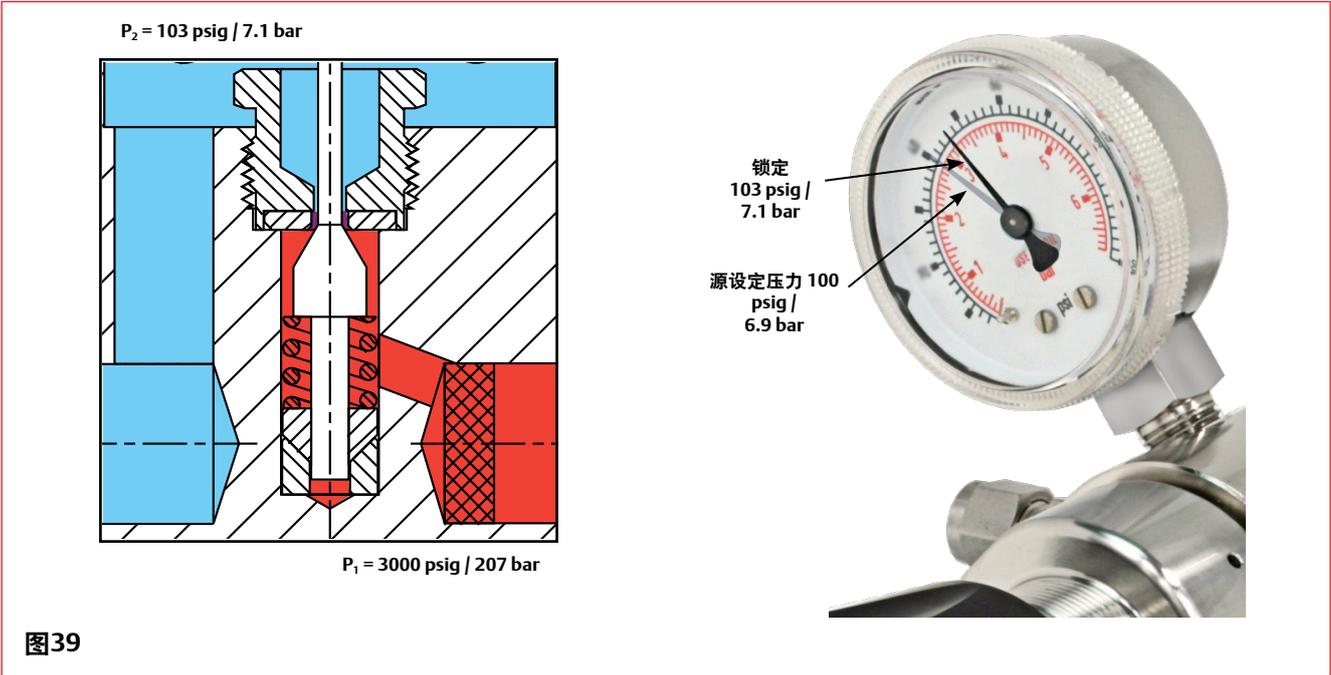


图39

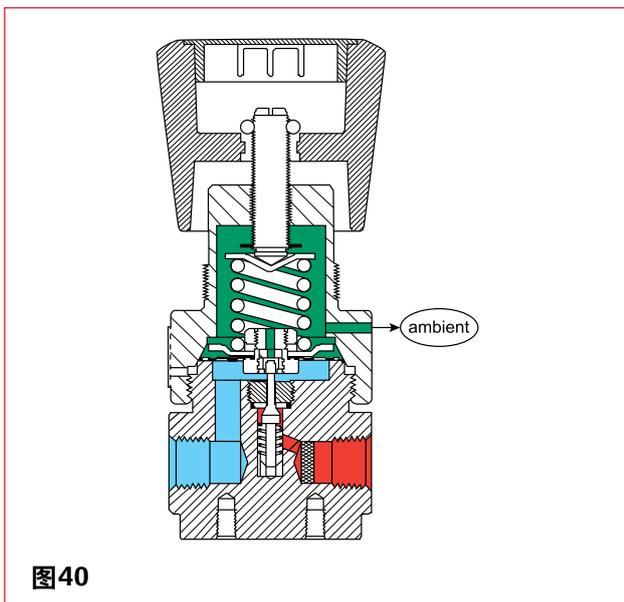
当调压器的下游系统关断时，对流量的需求终止。现在，在 P_2 谐振器中将 P_2 压力增加至源设定压力，再加上将阀牢牢压制在阀座上，以进行主动的气密关断所需的额外1至3 psig / 0.07至0.21 bar压力(图39)。额外的1至3 psig / 0.07至0.21 bar闭合压力称为锁定压力，通常用于减压调压器。

若想完全关断调压器，气缸阀必须关闭，从调压器排空压力，并逆时针的选择手动旋钮或调整螺丝，直到从负载弹簧完全伸展。调压器不应用作关断装置或作为关断装置依靠。

至此，完成了弹簧负载、减压和单级调压的一个正常工作周期。

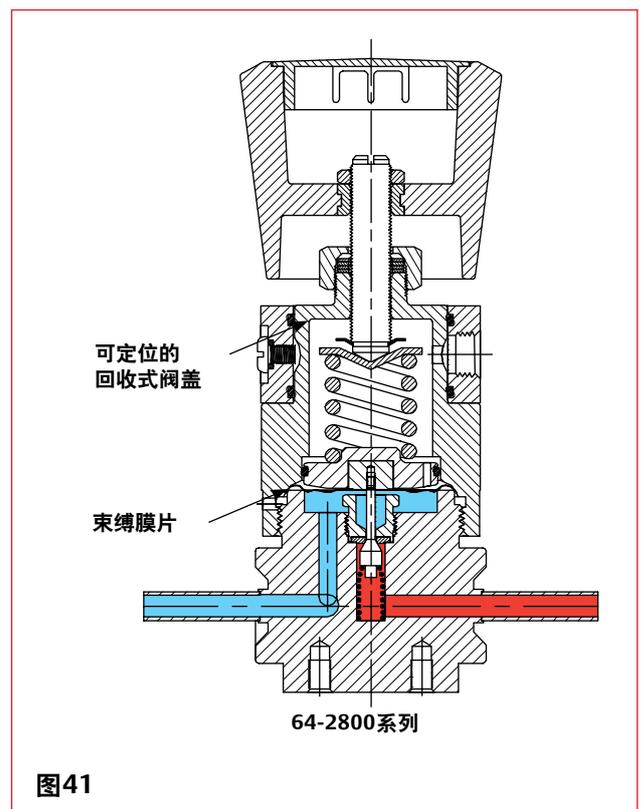
排放选项

- 排放(图40)功能允许在向压力减少方向旋转手动旋钮时(逆时针), 完全释放在死端系统中的下游压力。调压器与第二个阀配合, 将下游压力通过标准排放模型中的阀盖排放出去
- 回收式排放功能提供了一个独立的排放端口, 用以将排除的下游气体或者液体排放到安全排放点; 同时, 回收式排放功能还适用于有毒或腐蚀性介质
- 当排放功能不可取时, 可以使用非排放功能



腐蚀性介质选项

- 可定位的回收式阀盖(例如, 44-2800和64-2800系列)
 - 一旦介质到达阀盖腔中, 将会通过阀盖端口(可以360度定位在调压器本体周围)将其排放到安全区域
- 束缚膜片或主动密封调压器(例如, 44-2800和64-2800系列)
 - 该设计确保在阀杆机械连接到膜片, 用于控制两个方向的阀位置时, 可主动关断。这种设计的好处在于如果调压阀开始爬升蠕变, 越来越大的出口压力将使阀膜向上收缩并远离孔口, 从而拉动阀杆, 使其与阀座的接触越来越紧密。出口压力偏离或爬升蠕变越大, 所产生的密封力越大。密封力将尝试将污染物压缩在阀座内。
- 提供NACE兼容设计



受热调压器

在半导体行业中使用的某些特殊气体，例如，氯化氢(HCl)、一氧化二氮(N₂O)或二氧化碳(CO₂)都具有高焦耳—汤姆逊系数。这就导致了当将这些气体在配气系统中，配送给各自工艺处理的过程中，产生极强的制冷效应。使用HCl会增加残留的水分冷凝形成盐酸，对整个气体供应系统造成腐蚀的风险，尤其对于压力调压器，制冷的影响是最高的。通常使用的热跟踪电缆具有低热传输，且仅部分热可到达调压器本体的内部。

为了消除焦耳—汤姆逊效应影响，TESCOM已开发出44-3200和64-3200超高纯度气体调压器器系列，自带集成式加热器元件。该元件可将几乎100%的热转化到调压器本体中，这不仅消除了冷凝和内部腐蚀，还可以防止在压力减少时，气体再次液化(主要观察液化气体)。另一个方法是使用汽化调节器，例如44-5800系列(图42)，其采用热交换管，通过集成的热加热器或蒸气来加温气体，该方法主要针对低流量应用。

电子控制的100W加热元件即便在高流量或使用周期流量变量的应用中，也可以保证恒定的调压器温度。电气安装时的防水连接使户外应用成为可能。主动密封式减压调压器的其他特性包括流量最高可达 $C_v=1.2$ 、束缚膜片设计和哈氏合金®C-22调校选项(包括阀座支承圈、阀杆和膜片)。



图42

两级调压器

优点

- 两个压力调压器串联组合
- P_1 (红色)减小到预设级间压力(深蓝)
- 级间压力减少到可调整的出口压力 P_2 (浅蓝)
- 减小进口压力衰减特性
- 进口压力衰减特性对级间的影响与非平衡式单级调压器相同
- 最终的出口压力 P_2 是稳定的

缺点

- 对于制造商而言，相对昂贵
- 两级调压器需要更大安装空间

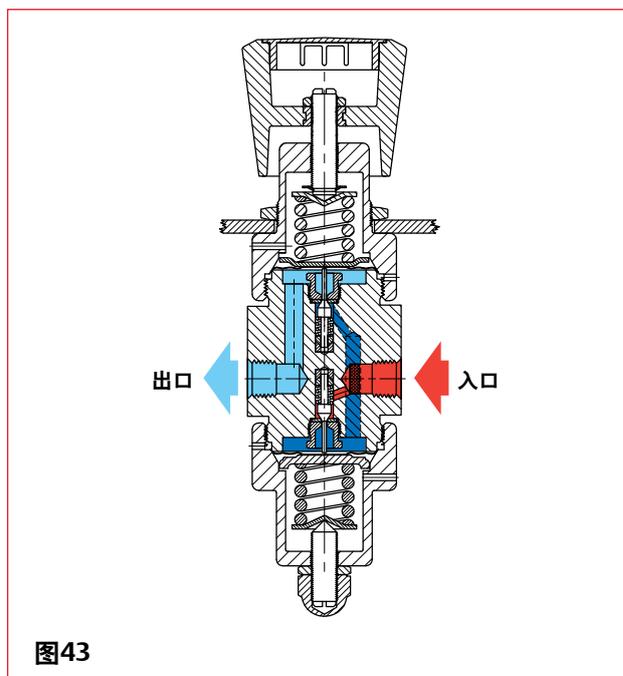


图43



警告！ 在您未阅读并完全理解 TESCOM 安全、安装和操作注意事项之前，切勿尝试选择、安装、使用或者维护本产品。