

EQUILIBAR[®]
PRECISION FLUID CONTROL

精度
是标准调压阀
的5倍



FD 系列

卫生级背压调压阀
生物制药和其他卫生行业

设计完全遵循 ASME BPE 标准



“ 得益于我们工程师的竭力支持
以及我们能够满足所有生物制药需求的阀门，
我们致力于为客户简化阀门选择过程。 ”
——Equilibrar **总裁** Jeff Jennings

美国药典 VI 级认证

经过电抛光处理

表面粗糙度值 $RA < 20^1$

无裂缝

就地清洗与消毒灭菌流程

Equilibrar® FD 系列可以采用顺流清洗或逆流清洗的方式进行清洗。其设计可承受温度高达 135 摄氏度的蒸汽灭菌。在清洗过程中，必须释放参考压力，使全部流量通过阀门。请联系 Equilibrar 应用工程师讨论您的具体应用需求。

排空能力

Equilibrar FD 系列背压调压阀经过了全面的设计和测试，当入口朝下时具有最佳的排空能力。参见图 1。

¹ 所有接液表面粗糙度值 $Ra < 20$ 。如有其他表面粗糙度要求，敬请联系 Equilibrar。

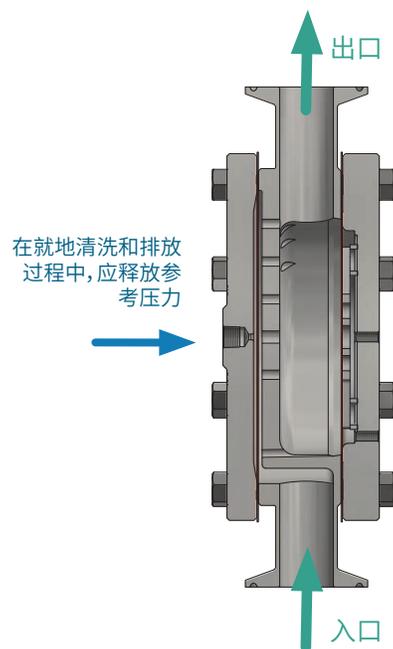


图 1 FDO 卫生级阀门，入口朝下，具有最佳的排空效果。

设计简单。 控制精确。

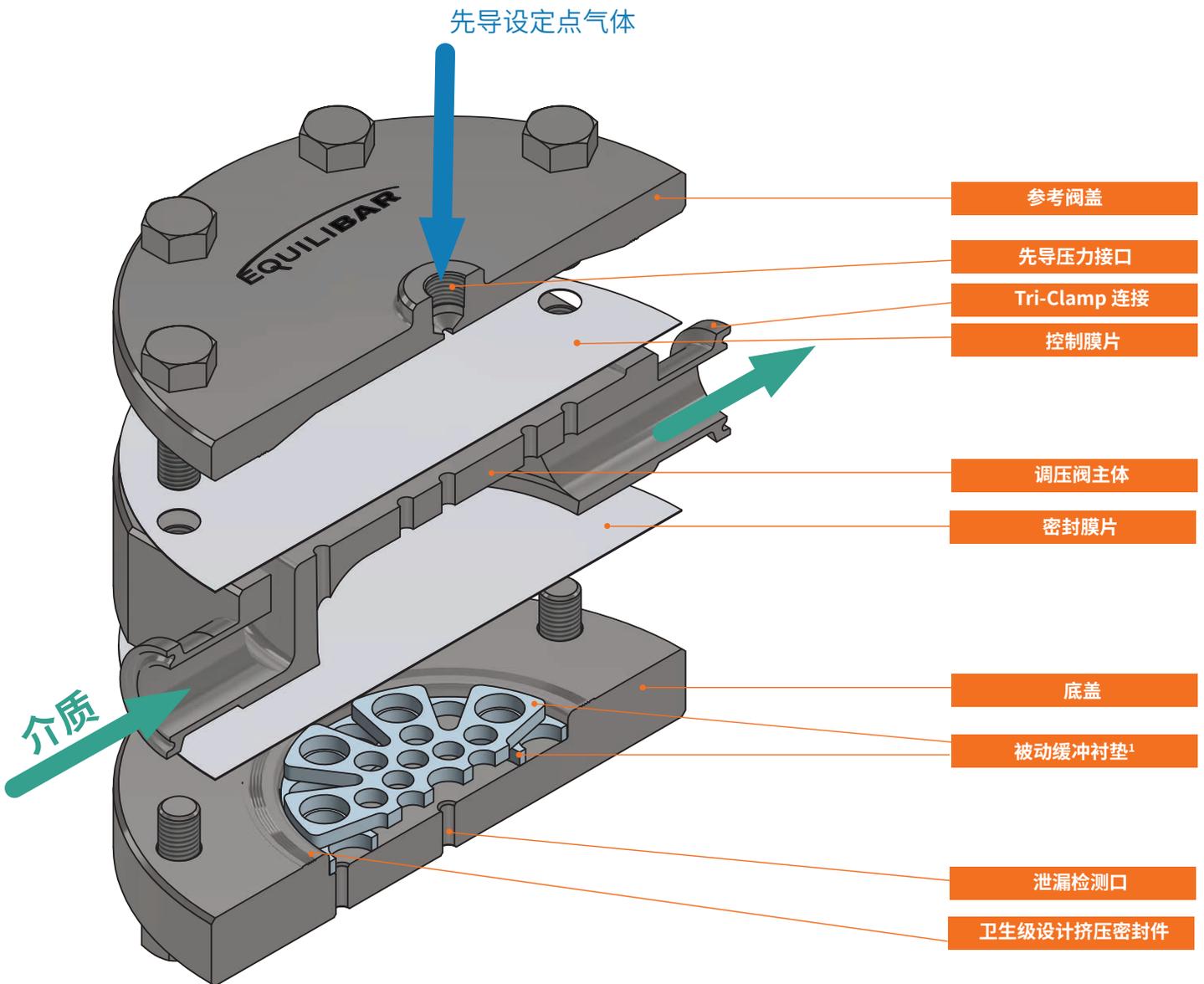


图 2 Equilibar FD 系统重要部件分解图

¹ 一体式被动缓冲衬垫是大多数型号的标准配置, 有助于减少由于泵等工艺设备可能造成的下游压力波动。

精度
是标准调压阀
的5倍

Equilibar 的独特优势与 竞争力

产品性能。

Equilibar 背压调压阀性能优于同类产品,尤其是在小流量、混合相流体、腐蚀性介质或极端温度的应用中,我们的产品非常具有竞争力。

我们的员工。

我们的工程团队会认真关注每一个垂询,为您提供最符合需求的产品。每个背压调压阀均为手工组装而成并经过测试,以满足我们严苛的质量标准要求。

我们的头等大事。

我们的目标是超越您的期望。本行业的交货期通常超过 6 周,我们的诸多标准产品交货期大都在一周左右。

传统背压调压阀使用弹簧设定上游压力。此类设计应用了滑动密封件和其他运动部件,往往会导致调节滞后并为工艺带来其他不良影响。而 Equilibar 背压调压阀采用轻薄的柔性膜片作为唯一运动部件。从而避免了开启压力和滞后现象,有效提供无摩擦的稳定运行。Equilibar 背压调压阀的调节精度取决于先导设定点的精度。

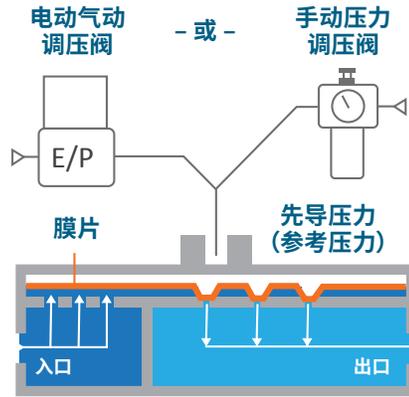


注:照片中的压力表是出于增加视觉效果之目的而添加的,不包括在销售订单中

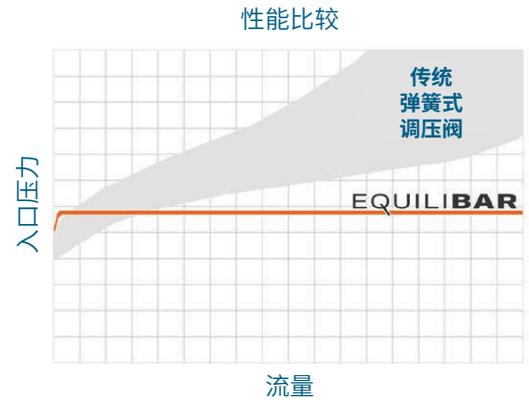
工作原理

只需在 Equilibar 背压调压阀上加载一个与所需背压相等的先导压力，它就可以完成剩下的工作。这一先导压力迫使柔性膜片向下压在孔板上。入口压力的上升将膜片抬起，将多余的压力通过出口孔释放出来。同理，入口处的压力下降将膜片推向更靠近节流孔的位置，从而限制流量并恢复上游压力。

如需进行 **流量控制**，在安装有 Equilibar 阀门的逆向 PID 回路中连接一个电子先导调压阀和流量计，它将进行调节以控制流量。



先导压力促使带有电子压力调压阀的 Equilibar 背压调压阀进行自动控制。



或通过精密减压调压阀设定先导压力进行手动控制。

背压调压阀与减压调压阀

减压调压阀将较高的入口压力调节至较低的出口压力(下游)。背压调压阀的工作方式恰恰相反。它们仅开启必要的幅度以抑制压力上升，保持入口(上游)侧所需的压力，从而实现入口(上游)压力的调节。

类型	减压调压阀	背压调压阀
示意图		
控制压力	下游	上游
开启以	增加下游压力	降低上游压力
关闭以	降低下游压力	增加上游压力

关键性能优势

设计简单紧凑

FD 调压阀仅采用一个运动部件,因此维护拆卸方便,易于重新组装,可快速便捷地恢复使用。其设计紧凑,有助于简化工艺过程布局。

在较宽的流量范围内具有卓越的稳定性

传统背压调压阀使用的是弹簧,其利用超压缩弹簧来逐渐打开。随着工艺过程流量的增加,这通常会造成显著的入口压力损失。

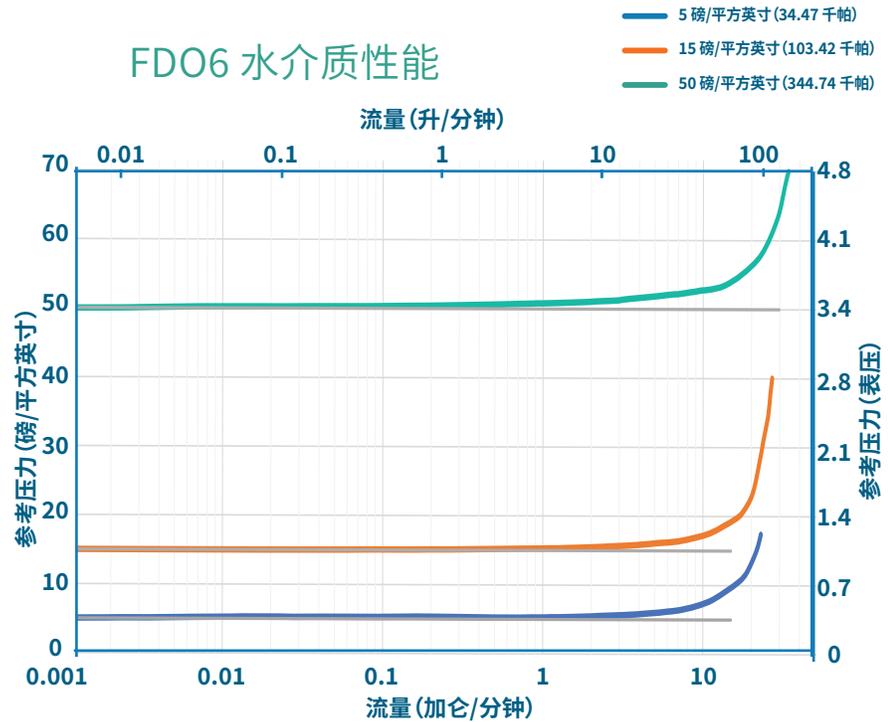
Equilibrar 调压阀采用灵敏度超高的膜片操作背压技术,能够在较宽的流量范围内实现高精度的压力控制。在大多数应用中,该调压阀可在小于 1% 的超压下完全打开。Equilibrar 调压阀拥有业内无与伦比的稳定性。

右图示出了一款 3/4" (19.05 毫米) FD 调压阀表现出一致性能的实例(介质为水)。



配有 3/4" (19.05 毫米) Tri-Clamp 配件的 SS316L FDO6

FDO6 水介质性能



带 QP1 电子先导调压阀的 FDO6 支持计算机自动化控制

计算机自动化控制平稳可靠

Equilibrar FD 调压阀可对流量或设定值的变化做出即时响应,从而保持所需的入口压力。FD 系列具备在毫秒内实现控制的能力,因此是计算机自动化控制的完美匹配。与电子先导调压阀配合使用时,可将 FD 调压阀与过程控制系统连接,为自动化做好准备。可用它进行压力或流量控制。

应用亮点

拥有高 CIP 流量的定量阀

就地清洗 (CIP) 流量要求使生物制药和其他卫生工艺过程对控制阀提出独特的要求。特别是在给药和注射过程中, CIP 流量可能是过程流量的四倍, 使得过程工程师很难设计同时满足最小过程流量和最大 CIP 流量规格要求的阀门。典型解决方案是在定量阀周围安装 CIP 旁通管路来降低 CIP 清洗过程的过压。然而, 这些旁通回路增加了工艺设计的复杂性, 如下图 1 所示。

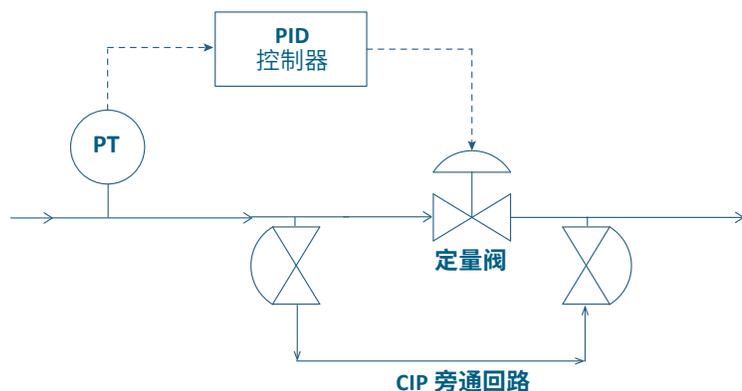


图 1 配有 CIP 旁通回路的给药过程

较宽的流量范围

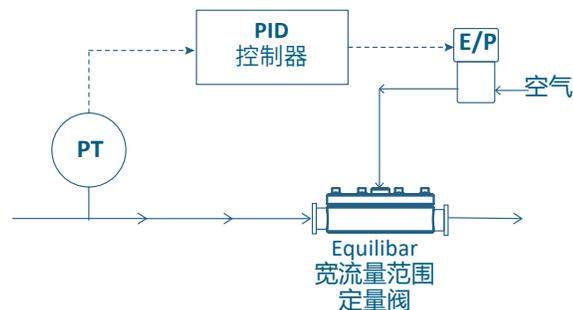


图 2 配有单个 Equilibar® 宽流量范围的 Equilibar® 宽流量范围定量阀

Equilibar 背压调压阀是针对这种应用的一种优秀解决方案。其具备极宽的流量范围, 方便工艺工程师在单个阀门上同时实现低剂量给药和混合流量控制以及较高的 CIP 流量。因此实现更加简化的流程设计, 如上方图 2 所示。

梯度洗脱色谱法

精确流量控制

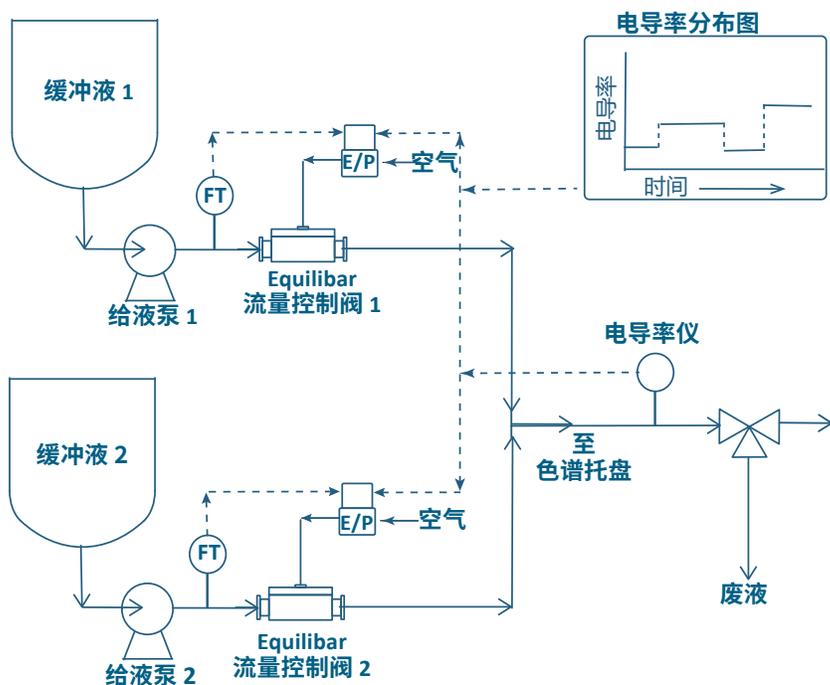


图 3 在梯度洗脱托盘中进行缓冲液混合

当与逆控制回路中的流量计和电子压力控制器结合使用时, Equilibar FD 调压阀可以用作流量控制阀 (FCV)。逆控制的原因在于, 先导压力设定值增加时, 流量减小。

色谱托盘上游的“梯度洗脱托盘”或“梯度缓冲液托盘”按不同的比率和特定的时间添加缓冲液, 以进行梯度色谱洗脱过程。

多种缓冲液存储在梯度洗脱托盘上, 并按照特定洗脱过程的预设电导率分布图通过给液泵输送到色谱柱上。

Equilibar FD 调压阀可以在较宽的流速范围内保持一致的流量, 从而实现各种混合过程的精细混合, 包括梯度洗脱、管路内调节和管路内混合等。

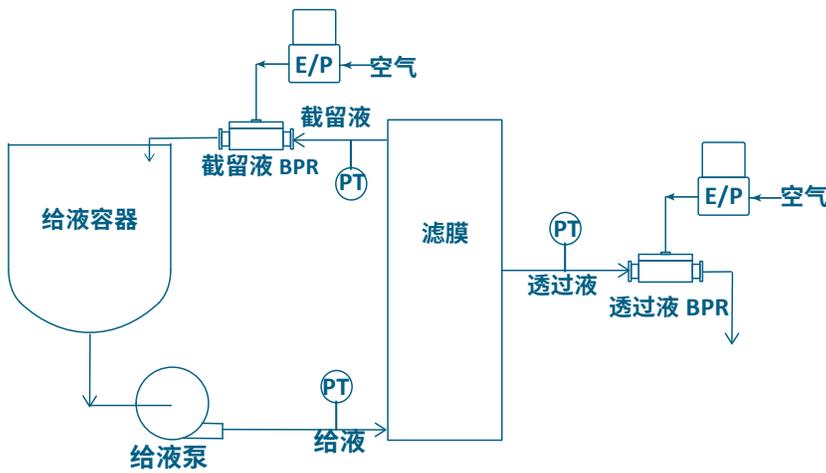


图 4 使用 Equilibar FD BPR 进行滤过压控制

在生物制药产品的制造中，上游过滤可以制备培养基或缓冲溶液，而下游过滤通常涉及纯化。滤膜或分离膜两端的压差必须保持在较窄范围内。Equilibar FD 调压阀可在各种流量下精确控制压力，使其成为传统跨膜或错流过滤控制的理想阀门选择。

在图 4 中，使用电动气动先导调压阀在截留液和透过液 BPR 的圆顶上建立一个设定点，以便 Equilibar FD 阀可实现计算机控制。这样过滤系统可由压差 (dP) 模式或跨膜压 (TMP) 模式控制。

使用流量计的类似结构可以被设计用于具有两个 BPR 的流量分配控制。

Equilibar FD 调压阀也可有效控制培养基转移过程中的压力，以防止产生气泡。

高速产品灌装

产品灌装机面临的一个挑战是如何应对灌装生产线启动和关闭期间流速的快速变化。在灌装机启动期间，随着空容器逐渐开始通过机器，每个灌装位置可能需要几秒钟才能激活。当最后一个容器通过灌装位置时，机器停机时会出现相反的情况。在这些容器上升和下降的过程中，灌装头部位的流速会发生显著变化。

一种解决方案是在喷嘴歧管出口附近安装带有高速背压调压阀的回输管路。Equilibar FD 流体控制阀可对入口处的压力变化做出即时响应 (大约 1 毫秒)。使用高速电子压力调压阀 (EPR) 作为先导调压阀，FD 调压阀可确保歧管压力在不同的流速下按所需的压力运行。

由于其具备较宽的流量范围，因此一个 Equilibar FD 调压阀可以控制各种瓶子规格的灌装。

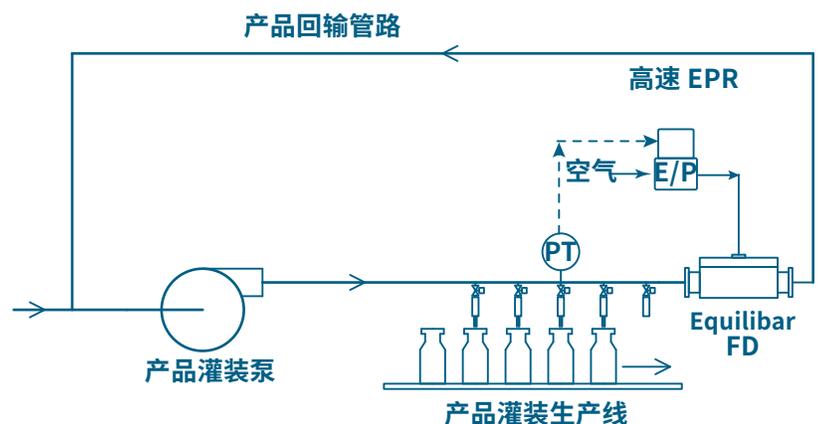


图 5 Equilibar FD BPR 控制产品灌装生产线上的压力

先导控制选项

Equilibar 背压调压阀利用施加在顶部接口的流体设定压力 (又称“参考压力”或“先导”压力) 实现先导控制。Equilibar 为手动或电子控制配置提供以下推荐的先导设定调压阀。

电子先导控制

如需精确的电子控制, 建议使用 Equilibar QPV 系列电子先导调压阀。可将该先导调压阀安装在过程控制系统附近, 便于轻松实现过程集成, 也可以直接安装在 FD 调压阀圆顶附近。

调压阀	描述	关键特性
<p>EPC</p> 	<p>精密电子压力控制器 可控制 150 磅/平方英寸 (10 巴) 以内的压力</p> <p>0-10V 或 4-20mA 模拟 3.3V 串行数字</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 双比例阀控制 (利用集成数字微控制器) • 闭环控制 • 4 - 20mA、0 - 10V 或 3.3V 串行命令 • 表压、真空压力和绝对压力型号 • 不需要整体排放 • IP65 等级外壳 • 可提供 CE 型号
<p>QPV</p> 	<p>精密低压调压阀 可控制 150 磅/平方英寸 (10 巴) 以内的压力</p> <p>4 - 20 mA 或 0 - 10 VDC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 双比例阀控制 (利用模拟电子控制电路) • 闭环控制 • 4 - 20mA 或 0 - 10V 命令 • 表压、真空压力和绝对压力型号 • 用于静态应用或需要最大稳定性的动态应用的排放孔 • IP65 等级外壳 • 可提供 CE 型号

手动先导控制

应用	供给压力	接口	EQUILIBAR 零件号	出口压力范围	重复精度和灵敏度
中等压力					
<p>Model 10</p> 	<p>最大 500 磅/平方英寸 (3447.38 千帕)</p>	<p>1/4" NPT (6.35 毫米)</p>	10212	0 - 2 磅/平方英寸 (0 - 13.79 千帕)	<p>小于 0.125 英寸 (3.175 毫米) 水柱</p>
			10222	0 - 10 磅/平方英寸 (0 - 68.95 千帕)	
			10202	0 - 20 磅/平方英寸 (0 - 137.89 千帕)	
			10232	0.5 - 30 磅/平方英寸 (3.45 - 206.84 千帕)	
			10242	1 - 60 磅/平方英寸 (6.89 - 413.69 千帕)	
			10262	2 - 150 磅/平方英寸 (13.79 - 1034.21 千帕)	
			10272	3 - 200 磅/平方英寸 (20.68 - 1378.95 千帕)	
			10282	5 - 300 磅/平方英寸 (34.47 - 2068.43 千帕)	
10292	5 - 400 磅/平方英寸 (34.47 - 2757.90 千帕)				

欢迎联系 Equilibar 应用工程师寻求帮助, 或者访问 equilibar.com 了解详情。

FD 系列规格

生物制药和其他卫生行业

型号	入口/出口接口	参考接口	阀体材料	尺寸 A	尺寸 A' (TUBE STUB)	尺寸 B	尺寸 C	尺寸 D	最大压力 (磅/平方英寸)	CV 范围 (精度)	
				英寸 (毫米)						最小	最大
FDO4	1/2" (12.7 毫米) ASME Tri-Clamp	1/8" (3.18 毫米) NPT	SS316L 哈氏合金及其他	3.4 (86)	不适用	1.2 (31) ¹ 1.4 (36) 1.5 (38)	2.0 (51)	0.96 (24)	150 (10 巴) 标准 可按要求提供其他	1E-7	1.0
FDO6	3/4" (19.05 毫米) ASME Tri-Clamp			5.9 (151)	5.0 (127)	2.1 (53)	5.0 (127)	1.0 (25)		1E-4	4.0
FDO8	1" (25.4 毫米) ASME Tri-Clamp			8.1 (204)	5.9 (151)	2.5 (64)	6.0 (152)	1.98 (50)		1E-4	8.0
FDO12	1.5" (38.1 毫米) ASME Tri-Clamp			9.1 (230)	6.8 (173)	3.2 (81)	7.0 (178)	1.98 (50)		1E-3	12
FDO16	2" (50.8 毫米) ASME Tri-Clamp			11.1 (280)	8.8 (223)	3.7 (94)	9.0 (229)	2.52 (64)		1E-3	19
FDO24	3" (76.2 毫米) ASME Tri-Clamp			14.8 (375)	10.8 (274)	5.1 (129)	11.2 (286)	3.58 (91)		1E-3	36

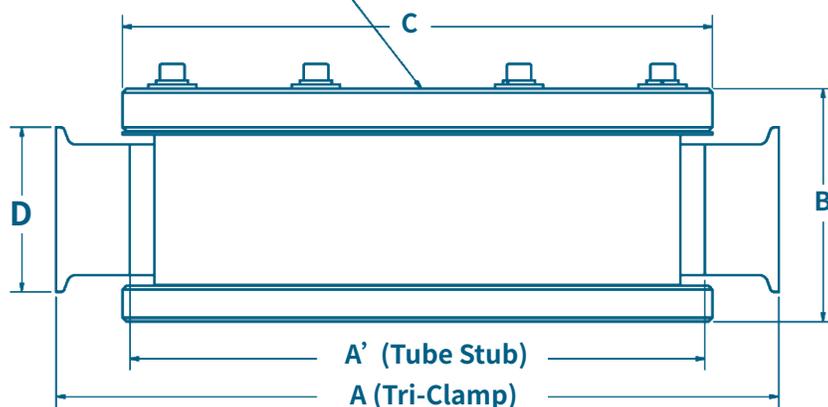
¹ FDO4 的尺寸 B 取决于所订购的 ID 选项。参见下页选项 5。

最大允许工作温度 (MAWT) 取决于膜片, 生物制药应用通常为 135°C, 其他应用为 150°C。请与应用工程师讨论您的工艺过程细节。请遵循产品标签上的 MAWT。

可供选购的膜片

材料
PTFE (美国药典 VI 级认证)
Jorlon™ (增强型 PTFE (美国药典 VI 级认证))
EPDM (美国药典 VI 级认证)
FKM 氟橡胶
Buna-N (丁腈)
玻璃丝加强 PTFE
其他 (请咨询工厂)

1/8" (3.18 毫米) NPT 参考接口



认证

Equilibrar FD 系列调压阀根据 ASME BPE 标准为卫生和生物制药行业设计和制造。调压阀在交付前经过测试, 且订单中还包含证明产品测试的卫生认证包。该认证包中包括阀体材料、膜片材料、表面光洁度、电抛光处理、润滑剂材料以及压力和泄漏测试的证明。

设计选项

Tri-Clamp 配件是 Equilibrar FD 系列阀门的标准配置, 也可根据要求提供其他配件。表面光洁度选项符合 ASME BPE SF4 和 SF5 标准。可根据要求提供定制表面光洁度。请通过 equilibrar.com/contact 上的信息联系应用工程师, 讨论您的具体应用需求。

FD 系列零件号说明¹

此零件号说明解释了我的零件编号规则和可供选择的零件型号。我们所有的背压调压阀均由工程师根据客户的具体应用参数(过程流体、压力、流量、温度等)定制而成。我们的工程师需要过程工作参数,以便为合适的调压阀编排完整的零件号。这张图表可作为帮助了解所选零件号的参考资料。

示例																	
FDO	6	S	H	N	4	-	N	S	C	P	150	T	135	J	10	P	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1 型号																	
FDO FD 系列, 纵列式																	
FDT FD 系列, 倾斜式 (请咨询工厂)																	
2 接口尺寸																	
4 1/2" (12.7 毫米)																	
6 3/4" (19.05 毫米)																	
8 1" (25.4 毫米)																	
12 1.5" (38.1 毫米)																	
16 2" (50.8 毫米)																	
24 3" (76.2 毫米)																	
3 阀体材料																	
S 不锈钢 316/316L																	
H 哈氏合金 C276																	
I 哈氏合金 C22																	
4 接口类型 ²																	
H ASME BPE Tri-Clamp																	
T Tube Stub																	
5 选项																	
D 6 毫米 ID (仅限 FDO4)																	
E 10 毫米 ID (仅限 FDO4)																	
H 0.370 英寸 (9.398 毫米) ID (仅限 FDO4 R6)																	
I 0.305 英寸 (7.747 毫米) ID (仅限 FDO4 R6)																	
K 0.180 英寸 (4.572 毫米) ID (仅限 FDO4 R6)																	
L 小流量, 6 毫米 ID (仅限 FDO4)																	
N 无																	
U 直通型选项 (仅限 FDT)																	
6 型号 (修订版)																	
(由工厂选定)																	
7 参考接口螺纹 (未接液)																	
N 1/8" NPT (3.18 毫米)																	
D 1/8" BSPP (3.18 毫米)																	
8 阀盖材料																	
(使用与阀体材料相同的 ID)																	
S 不锈钢 316/316L																	
9 螺栓																	
(由工厂选定)																	
10 额定压力																	
如您希望您的装置能够承受的最大压力。必须等于或小于最大阀体压力 (150 磅/平方英寸 (1034.21 千帕))																	
11 额定温度 ³																	
135 生物制药应用 (通常)																	
T 定制/特定应用																	
12 膜片材料																	
G PTFE (玻璃丝加强)																	
J Jorlon™ (增强型 PTFE, 美国药典 VI 级认证)																	
F PTFE (原生 PTFE, 美国药典 VI 级认证)																	
B Buna-N (丁腈)																	
V FKM 氟橡胶																	
M EPDM																	
U EPDM (美国药典 VI 级认证)																	
13 膜片厚度																	
(由工厂选定)																	
14 脉动缓冲																	
P 被动缓冲 (标准)																	
15 其他选项																	
S 卫生认证 - 适用于生物制药行业																	

¹ 蓝色字体的项目通常都有库存, 可快速发货

² 联系 Equilibar 定制接口类型

³ 如果您对额定温度有任何疑问, 请联系应用工程师

专利

这些调压阀受一项或多项如下专利的保护: US6,886,591、US7,080,660、US7,673,650、US8,215,336、DE60322443D1、GB1639282、FR1639282

关于 Equilibar

Equilibar 为全球研究人员和工程师们提供可靠的压力和流量控制创新技术。我们的工厂坐落于北卡罗来纳州阿什维尔的蓝岭山脉附近,在这里,我们设计、制造和测试获得专利的背压调压阀,我们对此深感自豪。不仅如此,每天能够与世界各地的客户合作也是我们引以为傲的事情。

应用工程- 让我们与众不同

与大众化市场上的调压阀经销商不同,我们重视与应对复杂压力控制现场案例的科学家或工程师合作。

我们的应用工程师与客户携手合作,针对每种应用场合的独特挑战,确定最适合的型号、阀内件和膜片。无论您在地球的哪个角落,都可以通过电子邮件、电话、视频会议或传真与我们的工程师保持密切联系。

安装后,应用工程师将为您提供启动信息等方面的支持,并根据需要进行微调。



此外,我们的工程师还针对最复杂的压力控制挑战提供定制设计。欢迎随时联系我们探讨您的情况。



Equilibar, LLC
320 Rutledge Rd.
Fletcher, North Carolina 28732
United States
电话:+1-828-650-6590
传真:+1-801-504-4439
周一 - 周五
上午8:00 - 下午5:00 (美国东部标准时间)
中午12:00 - 晚上21:00 (格林尼治标准时间)
inquiry@equilibar.com

相关产品

Equilibar 背压控制阀现可提供一次性使用型产品,以适应生物制药行业快速发展的需求。



美国
制造

Equilibar 通过
ISO 9001:2015 质量体系认证。