



高精度宝石材质气阻

Precision Jeweled Orifice Hardware

公端适配黄铜宝石气阻

蓝宝石和红宝石气阻

黄铜及不锈钢螺纹宝石气阻

黄铜快接宝石气阻

塑料 barb 管状宝石气阻

不锈钢管状宝石气阻

法兰式宝石气阻

黄铜管状宝石气阻

带滤网的宝石气阻

北京品超思瑞科技有限公司

高精度宝石气阻

美国进口定制高精度宝石气阻由红宝石或蓝宝石材料组成，精度高，是世界上著名的高精度宝石气阻的生产厂家。

特点：

1. 耐磨性是碳化合金的五倍之多，具有零孔隙、耐高温、耐腐蚀性（几乎惰性），硬度大（硬度接近金刚石）
2. 高精度：我们可以提供无毛刺，高精度的气阻产品，其强度和可靠性是行业典范。
3. 小公差：批量内的直径公差小于0.0001英寸，而总体公差为0.0002英寸。
4. 保护性过滤：可选带有不锈钢网过滤器，或者不带有不锈钢网过滤器
5. 气阻与接头合二为一，可以选配各种带气阻的接头
6. 从最小孔径：0.0004"（0.01mm）~ 大孔径0.081"（2mm）。各种孔径大小可以依客户选择或者定制。



典型应用

- 液压阀
- 液压轴承
- 医疗仪器气体控制与测量
- 分析仪器气体控制与测量
- 气相色谱FID检测器
- 气动调节孔径
- 高压喷射，如高压水刀
- 泄露检测
- 喷墨打印
- 细胞计数，流式细胞仪
- IVD仪器
- 气体流量控制与测量
- 液体流量控制与测量

订购信息

1. 根据本彩页封底表格参考相应压力值和流量值，找到对应的通径尺寸。
2. 根据本彩页— 宝石气阻类型，选择结构合适的宝石气阻或带滤网的气阻接头（建议多选用我们常用类型的气阻，交期短，并且长期备有各种尺寸的气阻样品）。

宝石气阻类型

我们提供各种各样标准尺寸的宝石气阻

宝石气阻通径尺寸：0.0004"(0.01mm)~0.081"(2mm)

功能分类：

- 带不锈钢滤网气阻
- 不带不锈钢滤网气阻

结构材料分类：

- 黄铜； ● 不锈钢； ● 塑料；

宝石气阻类型

我们提供各种各样标准尺寸的宝石气阻。

压入式宝石气阻		常用气阻类型。见后附介绍
10-32阴阳螺纹宝石气阻		常用气阻类型。见后附介绍
塑料宝石气阻		常用气阻类型。见后附介绍
圆柱型螺纹宝石气阻		多个螺纹制式可供选择。如10-32或1/8-27 NPT螺纹
卡套式接头宝石气阻		以不锈钢材料为主。可接1/16"、1/8"、1/4" 不锈钢管* 1/4NPT或1/8NPT
直通式接头宝石气阻		以不锈钢、塑料材料为主。可接1/4"、1/8" 直径不锈钢管或 M6螺纹塑料管
螺纹对barb软管宝石气阻		螺纹对Barb气阻。有黄铜和塑料材质。 Barb接头接内径 1/8"、1/16" and 1/4" 软管
快插接头宝石气阻		接1/8" 或1/4" 管。10-32螺纹接口
面连接螺纹宝石气阻		面连接螺纹接头气阻可以确保一个正向密封在受体口 有两个螺纹尺寸。10-23螺纹和2-56螺纹保证紧密密封
三通T型接头宝石气阻		黄铜T型接头气阻。允许气阻在公螺纹这一端。 接头是1/4" 黄铜管线。另一端是1/8NPT螺纹接头
NPT阴/阳螺纹接头宝石气阻		尺寸包含有1/8NPT、1/4NPT 和1/2NPT
法兰/垫圈式宝石气阻		法兰垫圈气阻。可以实现面安装。不锈钢系统。 我们提供几个不同的不锈钢产品尺寸
Y或T软管连接型宝石气阻		Y或T软管连接型气阻只限于连接塑料软管。接1/8" 内径软管
鲁尔接头宝石气阻		鲁尔接头是很方便连接的软管连接。

注：非常用气阻只接受1000个以上订单数量，少于1000个数量，请尽量选择常用气阻类型。以上气阻接头大部分均可选择带过滤器配置

常用宝石气阻类型一 —— 压入式圆柱形气阻

压入式圆形铜结构红宝石气阻：为直径4mm，长度6mm，铜材质圆柱型结构。带有斜切角，以便于机械过盈安装。或者采用密封圈安装。特别适合与比例阀配套使用的模块化结构。

宝石气阻的知识介绍一：

从本质上讲，精密孔会根据孔径，孔入口形状以及它们之间的压差流过一定量的气体或液体。孔口设计中的关键指标是流量系数 C_d ，因为效率和流量直接取决于它。

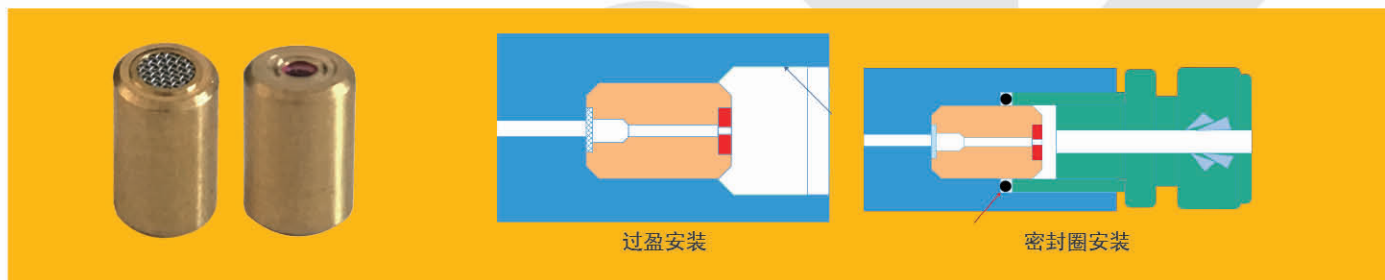
在孔口抽真空的关键节流条件下， C_d 在很大程度上控制了流速的可重复性。当气体被推入孔口，空气压缩控制流速，尽管在恒定的压力下 C_d 仍然决定着重复性。在许多仪器应用中，压力设置为已知值，需要一致的孔口流速做校准。

事实证明， C_d 对孔入口形状特别敏感。例如，具有锐边入口的孔口 C_d 约为0.60。在入口处加入倒角边缘可将 C_d 提升至约0.9，而半径则将其提升至约0.98。

但过高的 C_d 不一定是理想的，因为倒角或半径会在生产中引入额外的变量，从而损害重复性。制造可重复的锐边孔也是一个挑战，特别是在小孔尺寸中。例如钻头会留下螺旋痕迹和毛刺。钻头不稳会导致孔不圆或椭圆。倒角除去毛刺，但会明显影响流量系数。电解抛光等辅助程序有助于消除一些但不是所有的钻孔不整齐情况。由于这些原因，钻孔孔眼在离开工厂之前通常会经过流量检查，这是一项劳动密集且成本高昂的工序。当孔口开始投入使用时，也会有其他不精确情况发生。例如，当孔口边缘开始磨损或在使用中损坏时，最初校准到固定流量的仪器可能会读数偏低。在高压应用中尤其如此，其倾向于快速钝化孔入口边缘。

合成红宝石或蓝宝石孔的成本比金刚石制成的小得多，并且具有大约五倍于碳化物单元的耐磨性。

单晶体红宝石或蓝宝石都是由氧化铝高温熔融得来。红宝石呈现红色是由于铬（约0.05%）的掺杂。透明蓝宝石不含掺杂剂。两种材料都是化学惰性的，莫氏硬度为9。作为参考，钻石的莫氏硬度为10。



典型应用

- 气相色谱分流流量控制
- 气相色谱隔垫吹扫流量控制
- 气相色谱检测器气体流量控制
- AQMS流量控制
- 流式细胞仪
- 其他分析仪器气体/液体流量控制

常用宝石气阻类型二 —— 10-32美标细螺纹

10-32内外螺纹结构红宝石气阻：为10-32美标细螺纹，可以配合常见带有10-32螺纹的色谱部件使用。我们另外配有10-32转1/8或1/6 不锈钢卡套接头，以方便转接不锈钢管。

气阻基础知识二

气阻配有不锈钢滤网会对流量产生影响。

下面列表显示出不同滤网对应气体流量值：

液平均滤网规格 (微米)	六西格玛钢丝网	织线尺寸 (in.)	估算的 (SCFM/in. ²)
5	325*2300	0.0014*0.001	7.8
10	165*1400	0.0016*0.0026	11.0
25	80*700	0.004*0.003	14
43	325*325	0.0014*0.0014	17

上表的空气流量检测是在23.89°C和 1psi压力差条件下。

由于滤网也会对气体流量有影响，所以在选择滤网的时候，要确保通过滤网的流量要大于气阻的流量，简单地说就是气体通过整个滤网要“畅通”，但是对于微粒通过单个网孔要“阻塞”。



典型应用

- 气相色谱分流流量控制
- 气相色谱隔垫吹扫流量控制
- 气相色谱检测器气体流量控制
- AQMS流量控制
- 流式细胞仪
- 其他分析仪器气体/液体流量控制

常用宝石气阻类型三— 塑料barb接头气阻

塑料管接式接头：可以使用1/4"，1/16"，1/8" barb尺寸，多种塑料颜色可选。

宝石气阻的知识介绍三：

临界流量

通过孔口到喷嘴的气体流量取决于装置到某个点的压差。保持上游压力恒定并降低排放压力将流速提高到临界值，超过该临界值，下游压力的进一步下降不会导致进一步的流量增加。临界或阻塞流量是气体中声速的函数，反过来也是如此。取决于其分子量，比热比和温度。通常，当上游压力大约是下游压力的两倍或更多倍时发生临界流量。

通过节流孔的临界流量可以通过下式计算： $q=C_d A p K / \sqrt{M U / T}$

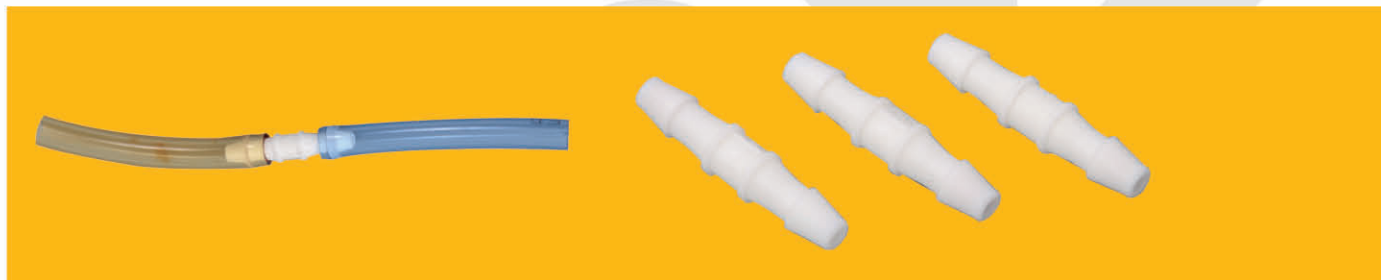
q =气体的质量流量； C_d =流量系数， A =喷嘴喉部的横截面积， p =气上游静压， K =包含气体常数的维度系数， M =气体分子量， T =气体绝对温度上游。 U =气体特征常数= $[2 / (k+1)]^s$

k =比热比 (C_p / C_v) 和 $s = (k+1) / (k-1)$

对于空气，孔流量方程变为： $q=C_d p A / \sqrt{T}$

q =流速 (磅/秒)， p =压力 (磅/平方英寸)， T =绝对温度 (R)， A =孔锥面积 (2英寸)

例如，0.005英寸直径喉管的喷嘴，其临界流大约在150毫升/分钟。3毫升/分钟的流量变化相当于孔径变化0.0001英寸，大约3%。在丙烷手动喷枪 (0.006英寸内径) 中使用的小孔口上的实验显示，约为132标准立方厘米/分钟的临界流量，对于1/2至1/10大气压的下游压力恒定为±1%。基于通过这种喷嘴的面积的理论流量为216cc / min，因此 $C_d = 132 / 216$ 或0.61。



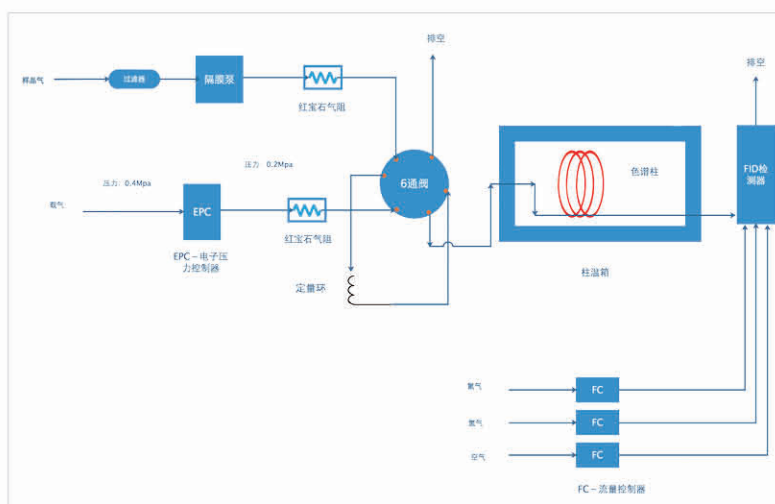
典型应用

- 液压阀
- 液压轴承
- 医疗仪器气体控制与测量
- 分析仪器气体控制与测量
- 气相色谱FID检测器
- 气动调节孔径
- 泄露检测
- 喷墨打印
- 细胞计数，流式细胞仪
- IVD仪器
- 气体流量控制与测量
- 液体流量控制与测量

宝石气阻在分析仪器的应用

微钻孔的红宝石气阻符合高精度和小公差的技术要求，我们可以提供无毛刺的，非常圆弧和锋利激光钻孔的，以及配置金属滤网的气阻。我们提供的红宝石气阻具有零孔隙率、耐高温、耐磨性和高化学惰性的特点。我们的高精密气阻展示了从0.5cc/min开始的高重复气体流量，其强度和可靠性也是行业典范。高精密宝石气阻可提供带或者不带不锈钢滤网的标准途径，其尺寸范围从0.0004英寸（10微米）到0.081英寸孔径。

大部分要求恒定流量的分析仪器，都可以通过使用气阻来实现。我们的典型应用是气相色谱的流量控制，这种方法是国际上诸多著名气相色谱厂家的经典应用。红宝石其中可以单独或者结合EPC用于分流控制，隔垫吹扫流量以及检测器流量控制。红宝石气阻在AQMS（空气质量在线分析系统）等分析仪器中，也可作为声速流量控制元件，用于流量的稳定控制。



挥发性有机物 (VOC) 在线检测原理图



典型应用

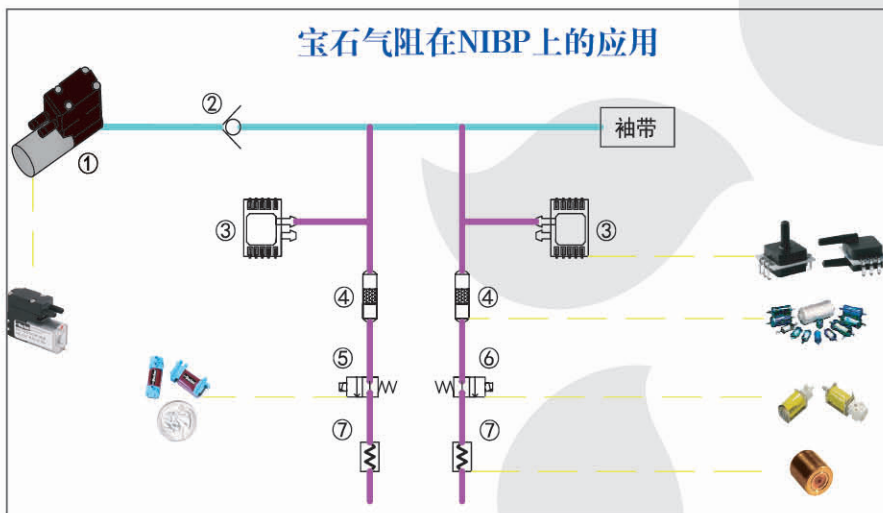
- 气相色谱
- AQMS流量控制
- 流式细胞仪
- 空气分析仪
- 离子迁移谱
- 质量流量控制器 (MFC)
- 其他分析仪器气体/液体流量控制

宝石气阻在医疗上的应用

宝石气阻在医疗设备上应用，有很多独特的优势：

- 单晶体材料有极好的耐腐蚀性能。
- 具有零空隙性，不含气体，没有血栓。
- 同一性高。宝石气阻经过特殊的，多道工艺处理，形成完美而准确的钻孔。
- 宝石为人造宝石，价格便宜。
- 而且，大多数医疗设备希望采用固定的气阻而不是采用可调节的针阀，这样做的好处是工厂出厂时的流量校正可以保持。
- 宝石气阻不具有氧化性，没有闪点，所以非常适用于有氧的环境。
- 宝石的材料要5倍于碳化物的耐磨性，即使在高温高压下，也不磨损。

我们的宝石气阻镶嵌在由铜、不锈钢或塑料材料制成的各种类型的接头里，将接头和限流的功能二合一。并且对于要求洁净气体输入，我们可以选用带滤网配置。适用于医疗行业中常用的接头如：快插接头、鲁尔接头、管接头等。

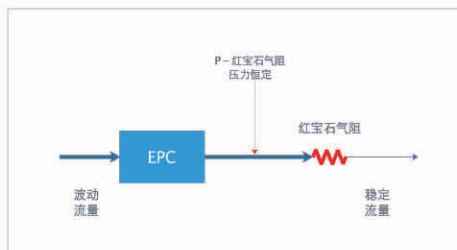


典型应用

- 呼吸机
- 麻醉机
- 血压监测 (NIBP)
- 动脉硬化分析仪
- 氧分析仪
- 呼末CO₂
- 精密分配头

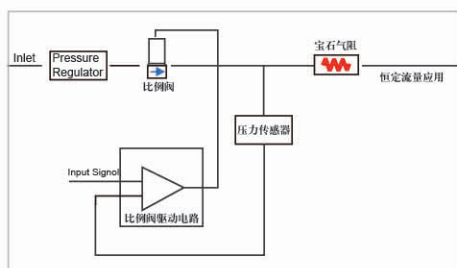
如何用气阻控制流量

红宝石气阻和EPC配合实现流量控制



EPC和红宝石气阻配合实现流量控制

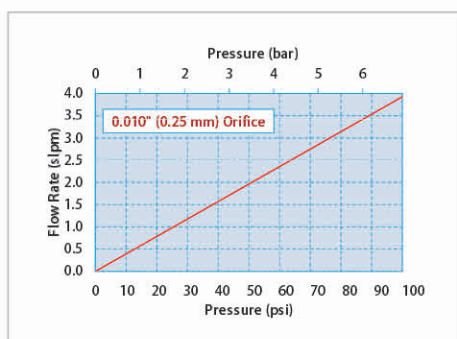
在EPC后端串联红宝石气阻，通过EPC控制，实现红宝石前端压力稳定，从而实现气体流量稳定。这个应用用途很广，大部分要求恒定流量的分析仪器，都可以通过这个方法实现。特别是气相色谱分流控制和检测器气体流量控制。



红宝石气阻和比例阀/压力传感器配合实现流量控制

红宝石气阻和比例阀/压力传感器配合实现流量控制

实现流量的控制需要前端压力尽可能恒定在一个范围，就像电压/电阻/电流的关系一样。在电压恒定的情况下，通过电阻的电流就是恒定的。我们把电阻换成气阻，同理所得，当前端的压力恒定，通过气阻的流量也就恒定了。比例阀和压力传感器帮助实现压力恒定：当压力传感器将感受到的微小压力变化传递给比例阀控制电路，控制比例阀的开合度大小，从而实现压力的恒定。



如何选择EPC和红宝石气阻的型号

如何选择EPC和红宝石气阻的型号

Parker EPC 有3个口径：0.076mm, 0.25mm 和0.76mm。气体依序流经1个可变口径（EPC）和1个固定口径（红宝石气阻），那么气体实质上是通过一个复合口径，并产生累积压降。

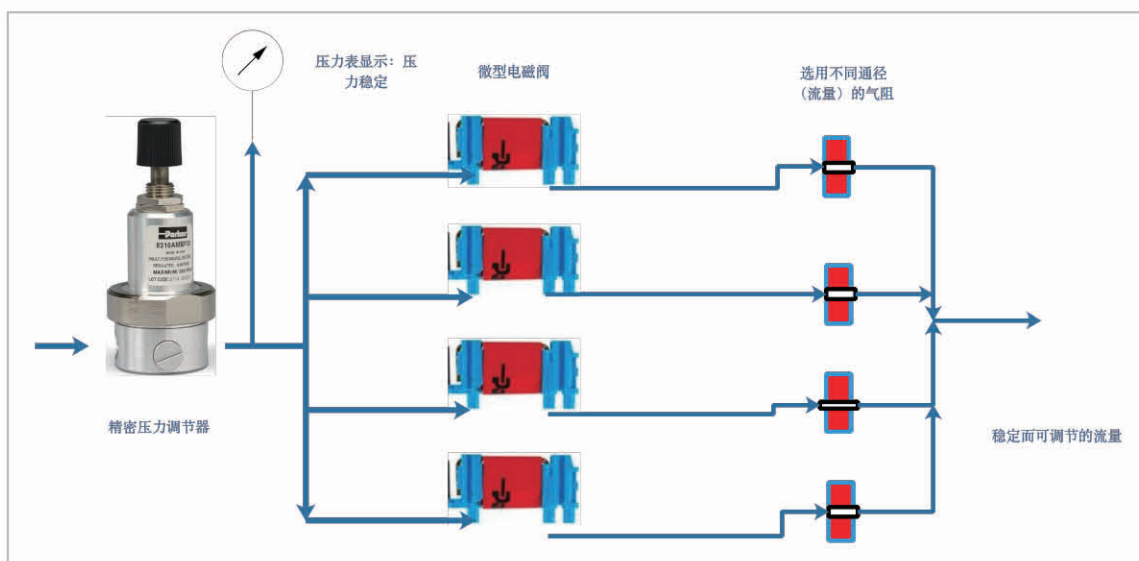
因此，考虑可变口径和固定口径之间相互作用非常重要。如果EPC的可变口径太小，EPC后端的压力太小，就不足以应用于气阻。如果EPC的可变口径太大，那么EPC就会变得不稳定。

红宝石气阻典型应用

气源气体通过精密压力调节器后，保持恒定压力，通过多个电磁阀开闭数量和顺序的不同，控制流经气阻的气路开闭。实现流量调节控制。

这种控制方式的优点是：

- 可靠性高。即使某个电磁阀失效，也不会造成大的影响。
- 气体流量稳定。
- 控制简单，不需要复杂的比例阀驱动电路。



宝石气阻特性

物理特性	晶体结构	六边形
	纯度	99.99%
	比重	3.99/3.98
热特性	熔点	2050°C
	软化点	1800°C
	比热	0.18cal/g
机械特性	莫氏硬度	9
化学特性	300°C 下酸碱条件	无腐蚀
孔性	多孔性	0
电气特性	介电常数	7.5 at 10.5

气阻选型指南 (液体)

Cv值	口径尺寸	Cv值	口径尺寸	Cv值	口径尺寸	Cv值	口径尺寸
0.00001	0.0008"	0.0019	0.0090"	0.011	0.0220"	0.110	0.070"
0.00003	0.0012"	0.0025	0.0100"	0.012	0.0230"	0.120	0.073"
0.000053	0.0016"	0.0028	0.0110"	0.013	0.0240"	0.140	0.079"
0.000090	0.0020"	0.0034	0.0120"	0.014	0.0250"	0.150	0.081"
0.00012	0.0024"	0.0038	0.0130"	0.020	0.030"	0.170	0.086"
0.00017	0.0028"	0.0043	0.0140"	0.028	0.035"	0.180	0.089"
0.00022	0.0031"	0.0050	0.0150"	0.036	0.040"	0.200	0.094"
0.00028	0.0035"	0.0055	0.0160"	0.041	0.043"	0.210	0.096"
0.00035	0.0040"	0.0067	0.0170"	0.048	0.047"	0.23	0.100"
0.00061	0.0050"	0.0073	0.0180"	0.059	0.052"	0.25	0.104"
0.00086	0.0060"	0.0080	0.0190"	0.081	0.060"	0.27	0.109"
0.0012	0.0070"	0.0088	0.0200"	0.088	0.063"	0.34	0.120"
0.0015	0.0080"	0.0096	0.0210"	0.100	0.067"	0.37	0.125"

计算气阻流量示例如下:

$$Q \text{ (单位GPM)} = Cv \sqrt{DP}$$

DP (单位PSIG) = 差压

Cv = 流量因数

例如已知压力25psi, 口径尺寸0.005";

$$Q = Cv \sqrt{DP}$$

$$= 0.00061 \times \sqrt{25}$$

$$= 0.00061 \times 5$$

$$= 0.003\text{GPM}$$

将GPM单位转化为升 (L)

$$1\text{GPM} = 3.75\text{L}$$

$$Q = 0.003 \times 3.75 = 0.1125\text{L} = 112.5\text{毫升 (mL)}$$

$$Q = Cv \sqrt{\frac{DP}{\text{液体密度}}}$$

“以下液体比重值是基于华氏60度时被估算出的”:

液体名称	液体密度
丙酮	0.790
酒精	0.79
氨水	0.662
碳酸	1.08
柴油	0.85
乙醚	0.736
甲烷	1.490
汽油	0.748
煤油	0.80
亚麻子油	0.93
水银	13.54
牛奶	1.03
液氮	1.37
植物油	0.91
矿物油	0.88
水	1.00
海水	1.03

气阻通径选型指南 红宝石气阻流量值

下述表格为红宝石气阻在不同的前置压力下的气体流量表。
测试气体为：空气。状态为：21摄氏度。
此表格用于红宝石气阻选型时，根据需求的目标流量，选择合适通径的气阻。

通径英寸	0.0004"	0.0008"	0.0010"	0.0012"	0.0016"	0.0018"	0.0020"	0.0025"
5PSI	<1.00	2.66	5.0	7.0	13.0	14.5	25.6	37.0
10PSI	1.25	4.50	8.0	11.5	20.5	25.0	40.0	55.0
15PSI	1.75	6.00	11.0	17.0	25.0	35.0	50.0	72.0
20PSI	2.35	7.75	13.0	21.0	32.0	39.5	60.5	85.0
25PSI	2.75	8.75	16.0	25.0	40.0	49.0	70.0	100.0
30PSI	3.20	10.0	18.0	29.0	45.0	60.0	80.0	120.0
40PSI	4.18	12.5	24.0	40.0	52.0	75.0	95.0	145.0
50PSI	5.14	15.0	28.0	50.0	65.0	95.0	115.0	170.0
60PSI	6.00	18.00	32.0	60.0	75.0	120.0	140.0	200.0
70PSI	7.00	21.00	37.0	68.0	83.0	135.0	155.0	220.0
80PSI	8.00	24.50	43.0	77.0	96.0	155.0	172.0	250.0
100PSI	10.00	29.00	50.0	100.0	120.0	200.0	220.0	310.0
临界流量	1.2	3.5	6.5	9.0	14.0	18.0	22.0	37.0

通径英寸	0.0030"	0.0035"	0.0040"	0.0060"	0.0080"	0.0100"	0.0120"	0.0160"
5PSI	48.0	69.0	90.0	200.0	370.0	550.0	875.0	1500.0
10PSI	75.0	100.0	135.0	310.0	570.0	775.0	1200.0	2100.0
15PSI	92.0	130.0	165.0	375.0	694.0	1000.0	1490.0	2600.0
20PSI	109.0	156.0	200.0	460.0	810.0	1190.0	1790.0	3100.0
25PSI	128.0	185.0	230.0	530.0	936.0	1390.0	2000.0	3600.0
30PSI	150.0	210.0	280.0	590.0	1100.0	1595.0	2400.0	4000.0
40PSI	180.0	260.0	330.0	750.0	1320.0	1900.0	2900.0	5000.0
50PSI	215.0	315.0	390.0	875.0	1550.0	2200.0	3500.0	6000.0
60PSI	250.0	360.0	450.0	1000.0	1800.0	2600.0	4000.0	7000.0
70PSI	280.0	400.0	510.0	1150.0	2000.0	2900.0	4500.0	8000.0
80PSI	313.0	455.0	583.0	1275.0	2222.0	3300.0	5000.0	9000.0
100PSI	400.0	575.0	745.0	1600.0	2700.0	4000.0	6000.0	11000.0
临界流量	47.0	69.0	88.0	200.0	353.0	525.0	790.0	1407.0

计算公式：
$$\frac{\text{目标气体理论流量}}{\sqrt{\text{目标气体密度}}} = \text{干燥空气流量}$$

计算示例：

在50PSI压力下，对于通径为0.010"气阻，从表格中查出干燥空气流量为2200SCCM。由此可根据公式计算出CO₂气体的理论流量：

$$V_{CO2} = \frac{2200}{\sqrt{1.520}} = 2200 \div 1.23 = 1789 \text{SCCM}$$

因此50PSI下，CO₂在0.010"气阻中的流量为1789SCCM。

气体名称	气体密度
乙炔	0.905
空气	1.000
乙醛	1.590
甲醛	1.110
氨气	0.590
氩气	1.379
苯	2.695
丁烷	2.071
二氧化碳	1.520
二硫化碳	2.630
一氧化碳	0.970
氯气	2.470
乙醚	2.550
氟	1.310
氦气	0.138
氢气	0.069
氯化氢	1.270
硫化氢	1.189
甲烷	0.555
氮气	0.967
氮氧化物	1.530
辛烷	3.943
氧气	1.105
丙烷	1.547
硅烷	1.114
二氧化硫	2.210
水蒸气	0.620