



## 喷嘴基本特性

喷嘴是精密加工的元件，根据不同应用场合采用不同的喷雾形状。

不同的喷雾形状，总能满足你的需要。



### ■ 空心锥形

侧旋入液体产生空心锥形喷雾，液滴相对偏小，特别适合于对喷雾颗粒比较小的场合。



### ■ 实心锥形

利用内置叶片来产生均匀分布的圆形实心锥形喷雾形状，特别适合于液滴为中等和较大颗粒要求的场合。



### ■ 扇形喷雾

通过喷嘴喷孔的几何尺寸变化，产生不同流量，不同角度的扇形喷嘴，此喷嘴特别适合于打击力要求比较大的场合如清洗。大角度小流量喷嘴能产生均匀一致的扇形面，特别适合于一些精密喷涂。



### ■ 液柱流

精密的小孔产生高打击力的液柱流，此类喷嘴特别适合于高压水针清洗、切边水针等。



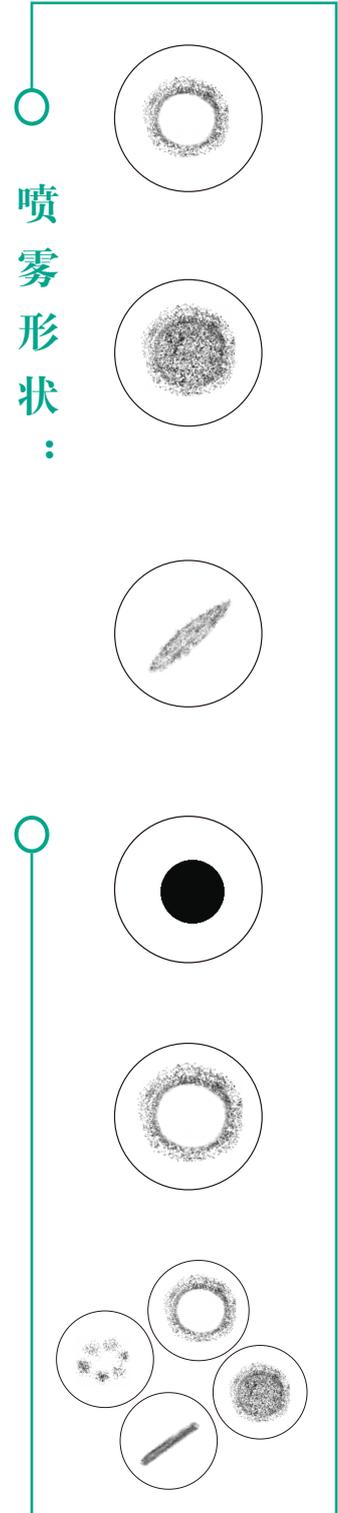
### ■ 高压液压雾化（单流体）

内嵌式的旋流片产生空心锥形的雾化，此类喷嘴产生小颗粒、小流量喷嘴，特别适合于润湿、喷雾干燥等行业。



### ■ 空气雾化（双流体）

通过气压和液压共同作用产生雾化效果。借助气体把液体颗粒破碎产生非常微细的液滴，液滴颗粒细至几微米。特别适合于对雾化颗粒最细要求的场合。





## 流量

### 喷嘴的流量随压力的变化而变化。

一般情况下，流量与压力的公式如下所示：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(P_1)^n}{(P_2)^n}$$

**Q:** 流量（升 / 分钟）

**P:** 压力（巴）

**n:** 喷嘴指数，不同喷雾形状有不同的指数，通常为 0.5。

本目录中所有的流量表均以水为基准。由于液体的比重会影响其流速，本目录列表中的流量必须乘以一个适用于喷雾液体比重的换算系数。详见下文关于比重的部分。

## 比重

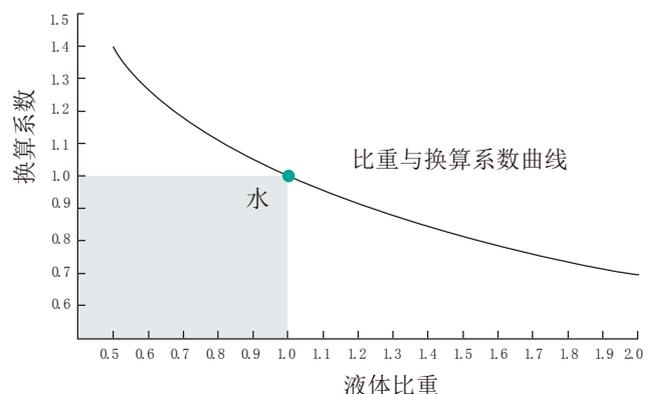
比重是一定体积的液体与相同体积水的质量之比。在喷雾应用中，液体（水除外）比重主要影响喷嘴流量。本目录中所列的数据均以水为基准测定，当应用于水以外的液体时，需用下面的公式加以校正。

$$\text{所喷液体的流量} = \frac{\text{水的流量}}{\sqrt{\text{比重}}}$$

关键：水流量乘以液体的换算系数即得出该液体的实际喷射流量。

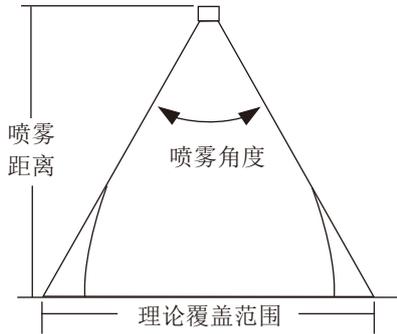
此换算系数只考虑了比重对流量的影响，不包括其他因素的影响。

不同喷嘴的流量系数	
喷嘴类型	指数“n”
空心锥形喷嘴（全部） 实心锥形喷嘴（无叶片） 实心锥形喷嘴（15° 和 30° 系列） 扇形喷雾喷嘴（全部） 液柱流喷嘴（全部） 螺旋喷嘴（全部）	.50
实心锥形喷嘴（标准） 实心锥形喷嘴（方形喷雾） 实心锥形喷嘴（椭圆喷雾） 实心锥形喷嘴（大流量）	.46
实心锥形喷嘴（广角喷雾） 实心锥形喷嘴（广角方形喷雾）	.44





## 喷雾基本知识



### 喷雾角度和覆盖范围

列表中的喷雾角度以水为基准，显示近似的喷雾覆盖范围。在实际喷雾中，有效喷雾角度因喷雾距离而异。实际上喷雾角度还取决于液体的粘度，表面张力，温度，液体的喷射压力等，实际的喷雾覆盖范围以实测为准，以下表格数据仅作参考使用。

#### 理论喷雾覆盖范围

从喷嘴口算起以厘米计的不同距离

喷雾角度	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	40cm	50cm	60cm	70cm	80cm	100cm
5°	.4	.9	1.3	1.8	2.2	2.6	3.5	4.4	5.2	6.1	7.0	8.7
10°	.9	1.8	2.6	3.5	4.4	5.3	7.0	8.8	10.5	12.3	14.0	17.5
15°	1.3	2.6	4.0	5.3	6.6	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	26.3
20°	1.8	3.5	5.3	7.1	8.8	10.6	14.1	17.6	21.2	24.7	28.2	35.3
25°	2.2	4.4	6.7	8.9	11.1	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	44.3
30°	2.7	5.4	8.0	10.7	13.4	16.1	21.4	26.8	32.2	37.5	42.9	53.6
35°	3.2	6.3	9.5	12.6	15.8	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.5	63.1
40°	3.6	7.3	10.9	14.6	18.2	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	72.8
45°	4.1	8.3	12.4	16.6	20.7	24.9	33.1	41.4	49.7	58.0	66.3	82.8
50°	4.7	9.3	14.0	18.7	23.3	28.0	37.3	46.6	56.0	65.3	74.6	93.3
55°	5.2	10.4	15.6	20.8	26.0	31.2	41.7	52.1	62.5	72.9	83.3	104
60°	5.8	11.6	17.3	23.1	28.9	34.6	46.2	57.7	69.3	80.8	92.4	115
65°	6.4	12.7	19.1	25.5	31.9	38.2	51.0	63.7	76.5	89.2	102	127
70°	7.0	14.0	21.0	28.0	35.0	42.0	56.0	70.0	84.0	98.0	112	140
75°	7.7	15.4	23.0	30.7	38.4	46.0	61.4	76.7	92.1	107	123	153
80°	8.4	16.8	25.2	33.6	42.0	50.4	67.1	83.9	101	118	134	168
85°	9.2	18.3	27.5	36.7	45.8	55.0	73.3	91.6	110	128	147	183
90°	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	80.0	100	120	140	160	200
95°	10.9	21.8	32.7	43.7	54.6	65.5	87.3	109	131	153	175	218
100°	11.9	23.8	35.8	47.7	59.6	71.5	95.3	119	143	167	191	238
110°	14.3	28.6	42.9	57.1	71.4	85.7	114	143	171	200	229	286
120°	17.3	34.6	52.0	69.3	86.6	104	139	173	208	243	—	—
130°	21.5	42.9	64.3	85.8	107	129	172	215	257	—	—	—
140°	27.5	55.0	82.4	110	137	165	220	275	—	—	—	—
150°	37.3	74.6	112	149	187	224	299	—	—	—	—	—
160°	56.7	113	170	227	284	—	—	—	—	—	—	—
170°	114	229	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 喷雾液滴大小（雾化）

喷雾颗粒的液滴大小在某些应用场合中是尤其重要，比如农业灌溉，烟气冷却，烟气脱硫、粉尘控制，喷雾加湿、喷雾干燥、风洞实验等工业领域。

液滴颗粒度是指构成喷嘴喷雾形状的喷雾液滴的大小。在喷雾中，由不同液滴大小组成的叫颗粒度分布，颗粒大小非常取决于喷雾形状，雾化喷嘴产生的液滴颗粒往往是最精细的，而实心锥形喷嘴产生的液滴颗粒是最大的。



液体特性、喷嘴流量、喷射压力和喷雾角度都会对液滴的大小产生影响。喷雾压力较低时产生较大的液滴，而喷雾压力较高时产生较小的液滴。在同一种喷雾类型中，最小流量的喷嘴产生最细的喷雾液滴，最大流量的喷嘴则产生最粗的喷雾液滴。

液滴尺寸 各种喷嘴在不同压力和流量下产生的液滴尺寸						
喷雾形状类型	0.7bar		2.8bar		7bar	
	流量 l/min	VMD (体积中位数直径) 微米	流量 l/min	VMD (体积中位数直径) 微米	流量 l/min	VMD (体积中位数直径) 微米
空气雾化	.01	20	.02	15	44.9	400
	.07	100	29.9	200		
精细喷雾	.82	375	.09	110	.1	110
			1.5	330	2.5	290
空心锥形	.18	360	.37	300	.60	200
	44.9	3400	90.9	1900	143	1260
扁平扇形	.18	260	.37	220	.60	190
	18.8	4300	37	2500	59.9	1400
实心锥形	.37	1140	.71	850	1.0	500
	44.9	4300	86.9	2800	131	1720

根据所选择喷嘴样本，可知粗略的液滴尺寸范围。



## 液滴尺寸术语

对于了解液滴大小来讲，不同的术语常常导致测量结果不一致。为了准确的对比两个喷嘴液滴大小的差别，有必要采取统一的衡量单位。液滴大小通常用微米（ $\mu\text{m}$ ）来表示。以下是常见的描述方法和它们的定义。

### 体积中位数直径 (VMD) (也可描述为 $D_{v0.5}$ ) 和质量中位数直径 (MMD) :

一种以喷雾液体的体积来测算液滴大小的方法。在一次喷雾中，将全部液滴的体积按大小排序，按顺序将各液滴体积进行累加，当累加至某一个液滴其累加值等于全部液滴总体积的一半时，该液滴的直径就是体积中位数直径。

### 邵特平均直径 (SMD) 也可以表示为 $D_{32}$ :

一种以喷雾产生的表面面积来测算喷雾精细度的方法。邵特平均直径是一颗液滴的直径，该液滴的体积与表面积之比和所有液滴的总体积与总表面积之比相等。

### 数目中位数直径 (NMD) 也可以表示为 $D_{N0.5}$ :

一种以喷雾中液滴数量测算液滴大小的方法。这表明从数目上讲，50%液滴小于中位数直径，另50%液滴大于中位数直径。

我们可以提供所有类型喷嘴的更完整的喷雾液滴尺寸的数据。如需要详细的信息请联系我们。

## 颗粒集中度

Relative Span Factor (RSF):

主要是一个表示颗粒大小的集中度

$$\frac{D_{v0.9} - D_{v0.1}}{D_{v0.5}}$$

## 过滤目数选择

网筛选择	
喷孔直径	建议目数
0.46 以下	200
0.47 至 0.79	100
0.80 以上	50



## 喷雾基本知识

### 打击力

打击力即喷雾对目标表面的总动能，可以有不同的方式表达。衡量喷雾喷嘴打击力性能最有用的指标是在一平方厘米上的作用力。基本上，该值取决于喷雾形状分布和喷雾角度。扇形打击力比实心锥形要大，角度越小打击力越大，为获得一已知喷嘴每平方厘米打击力（公斤每平方厘米），首先用以下公式确定理论总打击力：

$$I = K \times Q \times \sqrt{P}$$

I: 理论总打击力

K: 常量

Q: 流量

P: 液压

I	千克
K	.024
Q	l/min
P	kg/cm <sup>2</sup>

然后，从右表查到占理论总打击力的百分比，乘以理论总打击力，其结果就是以千克每平方厘米表示的、距离喷嘴 30 厘米处的喷射打击力。液柱流喷嘴可以产生最大打击力，它可以按照公式  $1.9 \times [\text{喷射压力}]$  来计算得到近似值。在所有的喷雾形状中，随着喷雾距离的增加，单位打击力减小，而打击面积变大。

### 工作压力

该目录列表所提供的数值指出了相关喷雾喷嘴及零配件最常用的工作压力范围。

经过工厂改进或者重新设计，我们可以生产出满足客户需要的喷嘴，应用于特殊领域。



平方厘米的单位打击力		
喷雾形状	喷射角度	占总理论打击力的百分比
扁平扇形	15°	30%
	25°	18%
	35°	13%
	40°	12%
	50°	10%
	65°	7.0%
	80°	5.0%
实心锥形	15°	11%
	30°	2.5%
	50°	1.0%
	65°	0.4%
	80°	0.2%
	100°	0.1%
空心锥形	60°, 80°	1.0% 到 2.0%

\* 在距喷嘴 30 厘米处



## 喷嘴材料

根据不同应用场合，我们提供不同材质的喷嘴，适合于不同的液体特质，不同温度，不同化学腐蚀，我们的材料包括 303SS、316SS、316L、310SS 416 等各类型不锈钢，以及各种工程塑料和碳化物材料。

根据客户的要求，我们还能提供其他材料的喷嘴，包括：

- Alloy 20
- 陶瓷
- 蓝宝石
- 红宝石
- 钻石
- 哈氏合金®
- INCONEL®
- MONEL®
- TEF
- 聚丙烯 (PP)，PVC 以及 CPVC
- 碳化硅
- Stellite®
- 聚四氟乙烯®
- 钛
- 锆



## 喷嘴磨损

喷嘴磨损主要表现为化学腐蚀，喷孔尺寸变大或变形，体现为喷嘴流量的增加，喷雾角度和喷雾形状也随之变化。喷嘴流量的增加通常使整体运行系统压力的降低。

一般具有更高表面硬度的材料使用寿命较长。右表列出了不同材料的标准耐磨比率，供喷嘴造型时参考。

我们还可提供性能优异的耐腐蚀材质产品，譬如哈氏合金，当然实际耐腐蚀效果还取决于喷射液体的种类。溶液的腐蚀性、浓度和温度以及喷嘴材料对化学成分的耐腐蚀性都是必须考虑的。如有需求，请与我们联系，我们会提供相关信息。

近似耐磨比率	
喷雾喷嘴材料	耐磨比率
铝	1
黄铜	1
聚丙烯 (PP)	1-2
普碳钢	1.5-2
蒙乃而合金	2-3
不锈钢	4-6
Hastelloy 哈氏合金	4-6
硬化不锈钢	10-15
Stellite 钴铬钨金	10-15
碳化硅 (氮化物结合)	90-130
陶瓷	90-200
碳化物	180-250
人造红宝石 或蓝宝石	600-2000



黏度、温度、表面张力、比重、运行压力对喷雾性能影响见下表。

喷嘴特性	运行压力增加	比重增加	黏度增加	流体温度增加	表面张力增加
形状质量	改进	可忽略	变坏	改进	可忽略
液滴尺寸	减小	可忽略	增加	减小	增加
喷射角度	增加然后减小	可忽略	减小	增加	减小
流量	增加	减小	实心 / 空心锥形— 增加 扁平—减小	取决于喷射的液体 和使用的喷嘴类型	无影响
打击力	增加	可忽略	减小	增加	可忽略
速度	增加	减小	减小	增加	可忽略
磨损	增加	可忽略	减小	取决于喷射的液体 和使用的喷嘴类型	无影响

## 换算表

体积单位换算表							
	立方厘米	流体盎司	磅 (水)	升	美制加仑	立方英尺	立方米
立方厘米	•	.034	$2.2 \times 10^{-3}$	.001	$2.64 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-6}$
流体盎司	29.4	•	.065	.030	$7.81 \times 10^{-3}$	$1.04 \times 10^{-3}$	$2.96 \times 10^{-5}$
磅 (水)	454	15.4	•	.454	.12	.016	$4.54 \times 10^{-4}$
升	1000	33.8	2.2	•	.264	.035	.001
美制加仑	3785	128	8.34	3.785	•	.134	$3.78 \times 10^{-3}$
立方英尺	28320	958	62.4	28.3	7.48	•	.028
立方米	$1.0 \times 10^6$	$3.38 \times 10^4$	2202	1000	264	35.3	•



管件中的近似阻力损失  
折合成直管长度 (米)

标准厚度的管子尺寸	实际内径 (毫米)	闸阀全开 (米)	球阀全开 (米)	45° 弯管 (米)	标准三通 (米)	标准弯管或 1/2 异形三通 (米)	通过旁侧出口的标准三通 (米)
1/8	6.8	.05	2.4	.11	.12	.23	.43
1/4	9.2	.06	3.4	.15	.20	.34	.67
1/2	15.8	.11	5.7	.24	.34	.52	1.0
3/4	21	.13	7.0	.30	.43	.64	1.3
1	27	.17	9.0	.37	.55	.79	1.6
1-1/4	35	.23	11.8	.49	.70	1.1	2.1
1-1/2	41	.26	13.8	.58	.82	1.2	2.5
2	53	.34	17.7	.73	1.1	1.6	3.2
2-1/2	63	.40	21	.88	1.3	1.9	3.8
3	78	.49	26	1.1	1.6	2.3	4.7
4	102	.64	34	1.4	2.1	3.1	6.2
5	128	.82	43	1.8	2.6	3.9	7.7
6	154	.98	52	2.2	3.1	4.7	9.4

通过 SCH40 钢管的空气流量 (标升 / 分钟)

应用压力 bar	标称管径 (标升 / 分钟)											
	1/4"	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"
0.3	14.2	34.0	76.5	139	187	370	765	1130	2265	3820	6796	
0.7	22.7	48.1	110	218	310	595	1245	1810	3540	5665	10480	
1.4	36.8	85.0	187	370	525	990	2125	3115	6090	9910	16990	
2.8	70.8	155	340	650	960	1755	3820	5665	10900	18120	31150	
4.1	99.1	227	510	965	1415	2630	5520	8210	15860	25485	45305	
5.5	133	297	650	1245	1840	3400	7220	10760	20390	33980	59465	
6.9	164	370	820	1530	2265	4250	8920	13310	25485	41060	73625	



## 通过 SCH40 钢管的水流量

流量

长度为 10 米的不同直径管子的压降 ( 巴 )

l/min	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	3-1/2"	4"	5"	6"	8"
1	.07															
1.5	.16	.04														
2	.26	.06														
2.5	.40	.08														
3	.56	.12	.03													
4	.96	.21	.05	.02												
6	2.0	.45	.10	.03												
8	3.5	.74	.17	.05	.01											
10		1.2	.25	.08	.02											
12		1.7	.35	.11	.03											
15		2.6	.54	.17	.04	.01										
20			.92	.28	.07	.02										
25			1.2	.45	.11	.03										
30			2.1	.62	.15	.04	.01									
40				1.1	.25	.08	.02									
60					.54	.16	.04	.02	.006							
80					.93	.28	.07	.03	.009							
100						.43	.12	.05	.01							
115						.58	.14	.06	.015							
130						.72	.18	.08	.02	.01						
150							.23	.10	.03	.012						
170							.29	.13	.04	.016						
190							.36	.16	.05	.02						
230							.50	.23	.07	.03	.009					
260								.32	.09	.04	.01					
300								.38	.11	.04	.02	.007				
340								.50	.14	.06	.02	.009				
380								.61	.18	.07	.03	.01				
470								.28	.11	.04	.02	.009				
570								.39	.15	.05	.03	.01				
750									.64	.26	.09	.04	.02	.007		
950											.14	.06	.03	.01		
1150											.19	.09	.05	.02		
1500												.16	.08	.03	.01	
1900													.13	.04	.02	
2800														.09	.03	.009
3800															.16	.06
7500																.23
																.06

红色轮廓勾出的是各尺寸钢管的推荐流量范围



### 压力单位换算表

	磅 / 平方英寸 (psi)	英尺水柱	公斤 / 平方厘米	大气压	巴	英寸汞柱	千帕
磅 / 平方英寸 (psi)	•	2.31	.070	.068	.069	2.04	6.895
英尺水柱	.433	•	.030	.029	.030	.882	2.99
公斤 / 平方厘米	14.2	32.8	•	.968	.981	29.0	98
大气压	14.7	33.9	1.03	•	1.01	29.9	101
巴	14.5	33.5	1.02	.987	•	29.5	100
英寸汞柱	.491	1.13	.035	.033	.034	•	3.4
千帕	.145	.335	.01	.009	.01	.296	•

### 长度单位换算表

	微米	密耳	毫米	厘米	英寸	英尺	米
微米	•	.039	.001	$1.0 \times 10^{-4}$	$3.94 \times 10^{-5}$	—	—
密耳	25.4	•	$2.54 \times 10^{-2}$	$2.54 \times 10^{-3}$	.001	$8.33 \times 10^{-5}$	—
毫米	1000	39.4	•	.10	.0394	$3.28 \times 10^{-3}$	.001
厘米	10000	394	10	•	.394	.033	.01
英寸	$2.54 \times 10^4$	1000	25.4	2.54	•	.083	.0254
英尺	$3.05 \times 10^5$	$1.2 \times 10^4$	305	30.5	12	•	.305
米	$1.0 \times 10^6$	$3.94 \times 10^4$	1000	100	39.4	3.28	•

### 其它等价量及换算公式

单位	等价量	单位	等价量
盎司	28.35 克	英亩	43.560 平方英尺
磅	.4536 克	华氏度 (°F)	= 9/5 (°C) + 32
马力	.746 公斤	摄氏度 (°C)	= 5/9 (°F-32)
英制热量单位	.2520 公斤 . 卡路里	圆周长	= 3.1416 × 直径
平方英寸	6.452 平方厘米	圆的面积	= .7854 × 直径的平方
平方英尺	.09290 平方米	球体积	= .5236 × 直径的立方
英亩	.4047 公顷	球面积	= 3.1416 × 直径的平方

### 尺寸

该目录列表中所示的喷孔尺寸为标称尺寸，确切尺寸根据需要提供。