

# 对喷型喷嘴的应用

汪时茂 陈德福

(上海第二棉纺织厂)

**〔提要〕** 本文介绍了新型的对喷型喷嘴的作用原理、结构、技术性能和使用方法。通过试用取得的主要效果有：1. 热湿交换率可高达 91%；2. 可配用低扬程泵，能节电 39% 左右；3. 调节、管理方便，不易堵塞；4. 结构简单，易加工，造价低廉。

## 一、前言

喷嘴是空调设备中喷水室内的一个主要部件。喷水室中喷嘴的选用和布置、喷水量的大小、喷出水幕的粗细、喷射角的大小等都直接影响喷水室的热交换率和空调设备的电耗。如何选用合适的喷嘴，采用恰当的喷水量和合理的喷嘴布置等，以取得较高的热湿交换效率和较低的电耗，是从事空调工作的同志所关心的问题。

## 二、目前使用的喷嘴与存在的问题

目前纺织厂空调设备中使用的喷嘴，归纳起来可分为以下几类：

1. Y-1 型离心式喷嘴(小喷嘴)。
2. 大、中型 Y-1 型离心式喷嘴。
3. BTL 型双螺旋喷嘴。
4. SFP 型双螺旋喷嘴。

这些喷嘴虽然在外形和结构上有一些变化和改进，但通过实践的检验，都不同程度地存在一些问题，这就是：

1. 喷射水幕是一个中空的圆锥，扩散面小。其圆锥角一般在  $70^{\circ}\sim 90^{\circ}$  之间，最大不超过  $120^{\circ}$ ，从而使相邻圆锥水幕之间存在空隙，为了填补空隙，喷嘴的排列必须具有一定的密度。

2. 在工作时要求水压较高，否则喷水量减少，雾化效果差。各类喷嘴的工作压力一

般在  $1.5\sim 3.0$  公斤/厘米<sup>2</sup>，个别型号的喷嘴要求工作水压在 3 公斤/厘米<sup>2</sup> 以上，耗电较多。

3. 热交换率不高，分析原因是：① Y-1 型离心喷嘴，由于喷嘴口径较小(3~4毫米)，加上纺织厂周围环境空气中短纤维含量较多，故在实际使用中，喷嘴孔径越小，喷嘴阻塞越严重。特别是在四班三运转的情况下，无法对喷嘴进行定期清洁，喷嘴的阻塞率最高达 50% 左右，使实际热交换效率大大降低。② 大、中型 Y-1 型喷嘴，由于喷嘴口径较大(6~8毫米)，喷出的水滴较粗，以致与空气接触的热交换面积减小，热交换率也不高。③ BTL 和 SFP 型双螺旋喷嘴，由于腔体内增加了双螺旋结构，更易被短纤维堵塞。在不用水过滤器时，堵塞率高达 60% (四班三运转)，热交换率更差。

## 三、对喷型喷嘴的作用原理和技术性能

为提高热交换效率，我厂在吸收国内外先进经验的基础上，经多次试验，制成对喷型喷嘴，经试用效果较好，现将其结构、作用原理和技术特性分叙如下：

1. 结构(见图 1)。
2. 安装尺寸(见图 2)。

将两只钻孔尺寸完全相同的喷嘴，相对安装在异径弯头上，使两只喷嘴的孔径中心线处在一直线上，并使两喷嘴之间有 3~4 毫

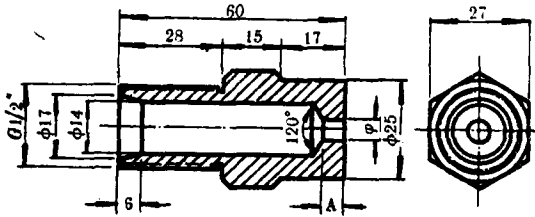


图1 单只对喷型喷嘴结构图  
φ=4,5,6,7,8毫米, A相应为4,5,5,7,7毫米。

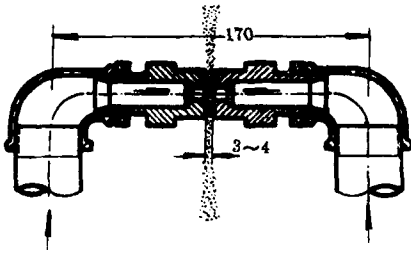


图2 对喷型喷嘴安装图

米的间隙,就组成一只对喷型喷嘴。

### 3. 作用原理

当通过管道同时向两个喷嘴供水时,喷出的两股高速水流在相距很近的距离内对撞。以口径为6毫米的喷嘴为例,当喷水压力为1.5公斤/厘米<sup>2</sup>时,内径25毫米的水管内水的流速为0.58米/秒,喷嘴喷水孔处水的流速为11.8米/秒,工作水流的能量大大集中。当这两股具有高能量的水流相撞,就在其公共界面上形成一个由无数细小水滴组成的平面水幕。通过改变喷嘴口径,调整安装距离和工作水压,就能得到各种不同喷水量及不同粗细水雾的平面水幕。

### 4. 技术性能

影响对喷型喷嘴技术性能的各部尺寸有:①喷嘴外圆直径;②喷嘴喉部长度A;③喷嘴安装距离B;④喷嘴口径φ;⑤喷嘴入口水压P。现将各影响尺寸分述如下:

① 喷嘴外圆直径:较大口径的喷嘴不能采用较小的外圆直径;安装距离较大亦不能采用较小的外圆,否则雾化变差。为了使喷嘴有较大的适应性,喷嘴外圆直径以25毫米为妥。

② 喷嘴喉部长度A:这尺寸对水滴粗

细程度有影响。当喷嘴口径较小时,不能有较大的喉部长度,否则喷出的水幕水滴粗。喉部长度以等于或略小于喷嘴的口径,才能得到较为理想的平面水幕水滴。如当喷嘴口径为8毫米时,A=7或8毫米。

③ 喷嘴安装距离B:这是一个关键的尺寸。B大,则在相同的喷嘴口径时喷水量增加,但喷出的水滴粗;B小,则喷水量小,喷出的水滴细。这个尺寸要根据喷水室的不同作用而调整。在要加湿时,可调小而使水滴变细;在降温去湿时,则可将B适当放大。根据测试B的调节范围很小,B的绝对值在3~4毫米之间。

④ 喷嘴口径φ:喷嘴口径是对喷型喷嘴的核心尺寸。它的选取恰当与否将直接影响热交换效率、单位时间的喷水量、喷嘴的使用数量、喷嘴的布置和喷水室的造价等。在决定这个尺寸时,应对不同的口径在不同的外圆直径、喉部长度、安装尺寸、工作水压情况下的喷水量、作用半径、平面水幕水滴的粗细程度等一一测定。

⑤ 喷嘴入口水压P:经试验,用1~1.5公斤/厘米<sup>2</sup>的水压就能达到较为理想的效果。

现将不同口径的喷嘴在不同水压下的技术性能列于表1。

从表1可见,喷嘴口径一定时,当水压增大,喷水量增加;喷嘴口径大小与水量成正比;喷嘴喷射所形成的平面水幕的作用半径与喷嘴口径与工作水压关系不大,均在1~1.5米之间;在水压为1.5公斤/厘米<sup>2</sup>时,水幕的水滴已呈细雾状,当水压再增大时雾的细度不变;在相同水压下,喷嘴口径越小,喷出的水幕水滴越细;在相同的雾化程度下,喷嘴口径小,使用的水压可低些,口径大,使用的水压亦要大一些。

### 5. 与其他类型喷嘴的比较

① 喷水量与水幕效果的对比(见表2)

从表2可见,对喷型喷嘴的喷水量最大,

表1 不同口径的喷嘴在不同水压下的技术性能

喷嘴口径(毫米)	水压(1公斤/厘米 <sup>2</sup> )			水压(1.5公斤/厘米 <sup>2</sup> )			水压(2.0公斤/厘米 <sup>2</sup> )			水压(2.5公斤/厘米 <sup>2</sup> )			备注
	水量(吨/小时)	作用半径(米)	直观效果	水量(吨/小时)	作用半径(米)	直观效果	水量(吨/小时)	作用半径(米)	直观效果	水量(吨/小时)	作用半径(米)	直观效果	
4	1.0	1.1	成雾	1.2	1.3	多雾	1.5	1.4	多雾	1.8	1.5	多雾	A=5, B=3, φ=25 (适用于给湿) 同上 同上
5	1.3	1.2	成雾	1.8	1.4	多雾	2.0	1.5	多雾	2.2	1.5	多雾	
6	1.9	1.0	细雾	2.4	1.2	细雾	2.7	1.3	细雾	3.2	1.4	细雾	
7	2.0	1.2	细雾	2.6	1.5	细雾	3.0	1.5	细雾	3.3	1.5	细雾	A=7, B=4, φ=25 (适用于降温) 同上
8	2.5	1.2	较细	3.3	1.3	细雾	3.7	1.35	细雾	4.3	1.5	细雾	

注: 上表中各种口径的喷水量、半径和直观效果是多次测定的平均值, 我们认为表中所列的结构尺寸较好。

表2 对喷型喷嘴与其他类型喷嘴喷水量、水幕效果对比情况

项 目	喷水量(公斤/小时)及直观水幕效果			
	1.0	1.5	2.0	2.5
Y-1型小喷嘴 φ4	237 粗	295 粗	350 细	395 细
φ5	300 粗	362 粗	430 细	495 细
对喷型喷嘴 φ4	1000 粗	1200 多雾	1500 多雾	1800 雾
φ5	1300 成雾	1800 多雾	2000 雾	2200 雾
Y-1型大喷嘴 φ8	689 特粗		1000~1600 细雾	
BTL型喷嘴 φ8	1090 特粗		1100 细雾	
SFP型喷嘴 φ6	280 细雾	360 细雾		
对喷型喷嘴 φ6	1900 细雾	2400 细雾	2700 雾	3200 雾
备注	Y-1型大小喷嘴数据摘自纺织厂空调, SFP喷嘴数据摘自《纺织学报》1982年, 第五期, 对喷型喷嘴的数据是我厂自己测得的。			

表3 对喷型喷嘴与Y-1型小喷嘴对比情况

次 数	第 一 次		第 二 次		第 三 次	
	对喷型	Y-1型	对喷型	Y-1型	对喷型	Y-1型
风量(米 <sup>3</sup> /小时)	65000	65000	91433	91433	64896	64896
喷水量(公斤/小时)	42860	47370	41763	39474	51064	45570
喷嘴布置及数量(只)	8×2=16	110×3=330	8×2=16	110×2=220	8×2=16	110×2=220
喷水压力(公斤/厘米 <sup>2</sup> )	1.55	1.30	1.60	1.72	1.9	1.9
水气比(μ)	0.66	0.73	0.46	0.43	0.79	0.70
挡水板后温度(干/湿℃)	19/18.9	19.2/18.9	23.8/23.6	24/23.7	22.6/22.6	22.8/22.5
进风口温度(干/湿℃)	28.8/21.2	28.8/21.2	29.8/25.4	29.8/25.4	26.4/23	26.4/23
喷水温度(℃)	15	15	19.5	19.5	18	18
百吨耗电(千瓦)			9.96	10.49	12.83	14.11
喷水室风速(米/秒)	1.77	1.77	2.49	2.49	1.77	1.77

注: 喷水室断面尺寸为3×3.4米; 对喷型喷嘴口径为7毫米; Y-1型为3.5毫米; 第一、二次使用的水泵叶轮直径为143毫米, 第三次为168毫米。

在水压为1公斤/厘米<sup>2</sup>时是Y-1型小喷嘴的4倍, 比Y-1型大喷嘴和BTL型大喷嘴大得多, 是SFP型喷嘴的6.8倍。在喷水压力为

2.5公斤/厘米<sup>2</sup>时, 喷水量是Y-1型小喷嘴的4.5倍, 比Y-1型大喷嘴的和BTL型大喷嘴大得多, 由于单位时间内喷水量大, 为

减少喷嘴数量创造了条件。在1~1.5公斤/厘米<sup>2</sup>的水压下，以对喷型喷嘴的雾化效果最好。

② 实际使用情况下的对比

我厂在一纺前纺车间空调喷水室进行了对喷型喷嘴的实地使用，具体安装见图3，并与原来使用的Y-1型φ3.5毫米的小喷嘴进行了对比，结果汇总于表3。

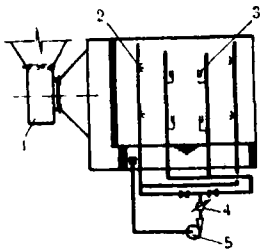


图3 喷水室内喷嘴安装位置示意图

1-风机； 2-Y-1型喷嘴； 3-对喷型喷嘴；  
4-水表； 5-水泵。

从表3可看出：①在相同的风量下，喷射同量的水，对喷型喷嘴的喷射效果高。②使用对喷型喷嘴的水泵百吨耗电低9%。

我们还进行了喷水室热交换性能的测定，结果见表4。

从表4可见，在水气比基本相同的情况下(0.9和0.92)，对喷型喷嘴所喷出的水带走的热量比Y-1型喷嘴所喷出的水带走的热量多5.8%。故对喷型喷嘴不但适用于空气的加湿，同时也适用于空气的冷却去湿。

四、体 会

1. 对喷型喷嘴产生的是平面水幕，相邻喷嘴之间不存在空隙，可使平面水幕错开，使空气通过时多次与水幕接触而提高热交换效率。由于单位喷水量大，可大幅度减少喷嘴数量和管道。

2. 为喷水室使用低扬程泵创造了条件，能大量节省水泵用电。如我厂一纺前纺车间

表4 对喷型喷嘴与Y-1型喷嘴热交换率对比

测试项目	对喷型喷嘴	Y-1型喷嘴
风量(米 <sup>3</sup> /小时)	50412	50412
喷水量(公斤/小时)	53333	54545
喷嘴布置及数量(排/只)	一级二排/ 2×10	一级三排/ 3×110
喷嘴口径(毫米)	7	3.5
喷水压力(表)(公斤/厘米 <sup>2</sup> )	1.6	1.5
水气比(μ)	0.9	0.92
空温 喷水前(干/湿℃)	32.3/28.2	32.5/28.3
气度 喷水后	22.8/22.7	23.5/23.1
喷温 初温/终温(℃)	14.6/21.2	14.6/20.7
水度		
空气侧热量(千卡/小时)	342096	324401
水侧热量(千卡/小时)	351998	332725
误差百分率(%)	2.9	2.57
空气侧热交换效率(%)	97.6	90.5
全热交换效率(%)	91	84.4
喷水室断面风速(米/秒)	1.56	1.56

注：1. 用毕托管、微压器在总风道内测出动压，然后计算。2. 用旋翼式水表直接读出水量。3. 用0.1℃刻度棒形温度表测温度。4. 温度值是四次测得数据的平均数。5. 用同济大学规定的方法进行各种测试。

空调喷水室改用对喷型喷嘴后，在热交换效率有所提高的前提下节电39.4%。

3. 对喷型喷嘴的安装数量少，在加湿和降温去湿不同要求时，调节工作量不大。

4. 根据我厂的试验，对较大的喷水室可用φ6~8毫米口径的喷嘴，较小的喷水室可用φ4~5毫米口径的喷嘴，喷嘴的密度以1~1.5只/米<sup>2</sup>为好。

5. 对喷型喷嘴阻力很小，不易堵塞。

6. 对喷型喷嘴结构简单，造价低廉。

7. 用对喷型喷嘴，进水管可用Dg25，推广方便。

8. 对喷型喷嘴的安装要求较高，即两只相对安装的喷嘴要求同心，如同心度差，则喷射效果将明显降低，在安装时要特别注意。

对喷型喷嘴在研制过程中，经常得到刘声宇总工程师的帮助和指导并提出修改意见，在此表示感谢。