

# 喷气织机管道缝隙气流静态流向的探讨

张平国 于新安 马俊业

(西北纺织工学院)

## 一、缝隙管道中气流的测定

### (一) 缝隙管道中心流速的测定

目前我国喷气引纬管道中气流的雷诺数  $R_e$  约在  $2.5 \times 10^4 \sim 5.6 \times 10^4$  间, 可见其流动的紊乱程度。故在自由射流流束所充满的空气里, 每点上静压强可看作是不变的论点<sup>[1]</sup>, 不能适用于缝隙管道。因为缝隙管道流中实际存在着较大的静压值, 静压的性质(正或负)与大小直接影响着缝隙管道流流动的性质和流场的分布, 故本文从试验分析入手。

#### 1. 试验条件

定常流; 喷管直径  $d_0$  为 10.5 毫米, 长 250 毫米(从引纱孔到喷管出口); 管道片孔径  $D$  为 16 毫米, 长 1000 毫米。

## 2. 试验方法

用 12\* 医针, 自制成测全压和静压的压力测头; 接 U 型管压力计, 先测得压力水柱高, 再用  $V = 4.04 \sqrt{P_m}$  换算成风速, 式中  $P_m$  为动压(毫米水柱)。在自由射流中, 可认为全压  $P_t = P_m$ ; 但在缝隙管道流中, 考虑管道截面形状对气流流动时静压的影响, 应为  $P_m = P_t - P_s$  (当静压  $P_s > 0$  时)。

为避免由贮气筒到喷管之间的输送管道长短等所带来的试验之间对比上的困难, 本文皆以喷管出口风速为计算标准。

以管道入口处为零点, 0~100 毫米内每 20 毫米取一测点, 100~1000 毫米内每 100 毫米取一测点, 依次测定。

## 3. 测定结果

以表 1 中的数据与在同样条件下所测得的自由射流数据作图对比。由图 1 可见:

表 1 管道中心流速测定结果

S	P 与 V	次								序							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		位								置							
		0	20	40	60	80	100	200	300	400	500	500	700	800	900	1000	
O	$P_t$	1145	1102	1082	1032	901	684	415	335	302	255	220	184	164	141	127	
	$P_s$	-57	-47	-42	-39	-36	-34	-13.5	-10	-6.2	-6.2	-4	-3.9	-3	-2.1	-2.1	
	$P_m$	1202	1149	1124	1071	937	718	428.5	345	308.2	261.2	224	187.9	167	143.1	129.1	
	V	140.1	136.9	135.4	132.2	123.7	103.3	83.6	75.0	70.9	65.3	60.5	55.4	52.2	48.3	45.9	
40	$P_t$	932	931	760	558		438	349	302	278	230	198	163	143	125	114	
	$P_s$	-41	-37	-37	-33		-26	-10	-9	-5.8	-3.7	-3.5	-3	-2.9	-2	-2	
	$P_m$	973	968	797	591		464	359	311	283.8	233.7	201.5	166	145.9	127	116	
	V	126	125.7	114.1	98.2		87	76.5	71.2	68.1	61.8	57.3	52.1	48.8	45.5	43.5	

注:  $x$ ——测点到管道入口距离(毫米);  $S$ ——喷管到管道入口距离(毫米);  $P_t$ 、 $P_s$ 、 $P_m$ ——分别为全压、静压和动压(毫米水柱);  $V$ ——管道中心流速(米/秒)。

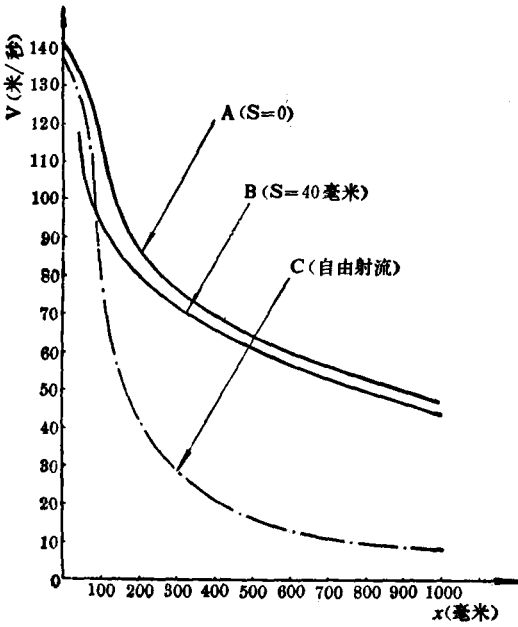


图1 缝隙管道流速图

(1) 管道对防止气流扩散、提高出口处风速的作用是明显的。

(2) 自由射流和缝隙管道流中心流速衰减特征有内在联系, 但并非简单地相似。因此, 在研究缝隙管道流时, 应该考虑气流中静压的变化和影响。

(3) 喷气引纬中气流的利用率取决于对核心区内气流的利用程度。

在喷管进口风速 $V_0$ 相等的条件下, 改变喷管到管道的距离 $S$ , 求得一次喷射气流的

表2 一次喷射气流的利用率和损失率

$V_0$ (米/秒)	140.1					
$S$ (毫米)	0	20	40	60	80	100
$V_{进}$ (米/秒)	140.1	130.7	126	115.3	102.9	90
$V_{出}$ (米/秒)	45.9	45	43.5	41.2	38.2	35
$b = (V_{进}/V_0) \times 100\%$	100	93.2	89.9	82.3	73.4	64.2
$C = (V_0 - V_{出})/V_0 \times 100\%$	67.2	67.9	69	70.6	72.7	75
$g = V_{进} - V_{出}$ (米/秒)	94.2	85.7	82.5	74.1	64.7	55
$C_g = (V_{进} - V_{出})/V_{进} \times 100\%$	67.2	65.6	65.5	64.3	62.9	61.1

注:  $V_{进}$ -管道进口处风速;  $V_{出}$ -管道出口处风速;  $b$ -气流进入管道的利用率;  $C$ -气流经管道的损失率;  $g$ -中心流速损失;  $C_g$ -中心流速损失率。

利用率和损失率如表2所示。

#### 4. 分析讨论

(1) 表2说明,  $S$ 与一次喷射气流进入管道的利用率 $b$ 成反比, 与流经管道的损失率 $C$ 成正比。

(2)  $S$ 对一次喷射中管道进、出口风速的影响, 相当于不同的气流压力对管道进、出口风速的影响(即增加气压与减小 $S$ 的效果相当)。测定表明, 在相同条件下, 管道进口风速越高, 其中心流速的损失也越大。故在确定引纬速度(压力)时, 应综合考虑其利弊。

(3) 为了充分利用核心区的高速气流, 应使 $S < l$ (核心区长度); 为了提高一次喷射气流的利用率和减弱预喷期间纬纱头端的扰动(由喷射到管道片上又反射回来的气流所引起的), 管道孔径 $D$ 与 $d_s$ (管道片入口处射流锥断面直径)的差值应尽量地小。

(4) 在实际生产中 $D$ 与 $d_s$ 之间存在差值, 故于管道进口前加装集流器是有益的。

#### (二) 管道缝隙和脱纱槽风向、风速的测定

目前我国喷气织机所用的管道进、出口风速约在40~180米/秒之间, 在这样的风速下, 管道缝隙和脱纱槽处是向外溢(排)风, 还是向内吸风, 说法不一。故特对缝隙管道流所造成的管道片缝隙间径向和沿脱纱槽处的风向和风速进行了测定。

##### 1. 试验条件

定常流: 喷管 $\phi 10.5$ 毫米, 长250毫米。管道 $\phi 18$ 毫米, 长900毫米及 $\phi 22$ 毫米, 长1000毫米。

##### 2. 试验方法

基本上同缝隙管道中心流速试验法。用倾斜式微压计和QDF-2A型热球式电风速仪, 分别进行测定。

##### 3. 测定结果

见图2-A、B(具体测定数据从略)。图2-A中有影线部分表示管道向内吸风的区域,

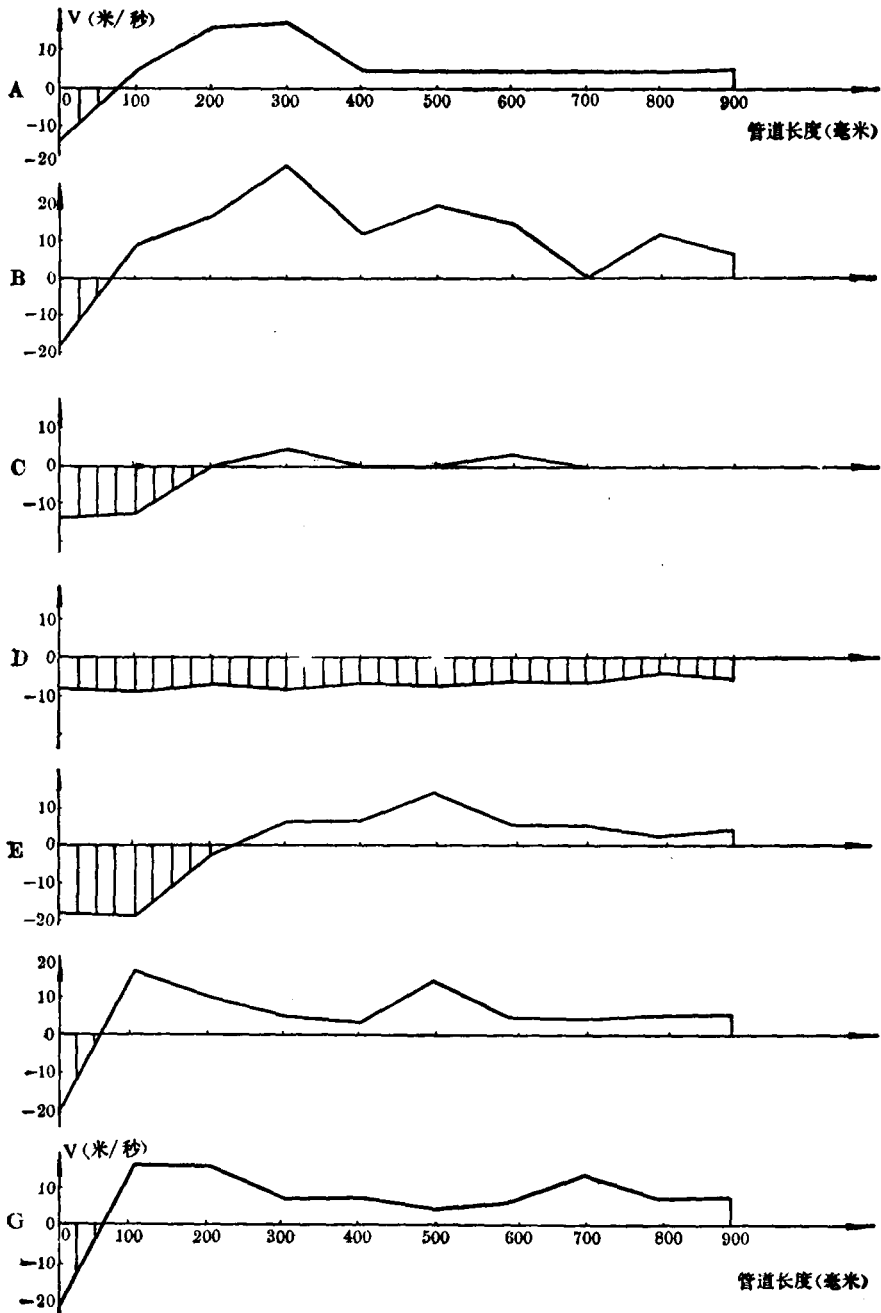


图 2-A 管道缝隙和脱纱槽风向、风速图

其余为管道向外溢风区域。图 2-B 中，风速折线与基圆所围的有影线部分表示该管道断面处向内吸风的区域，其余的部分为向外溢风区域。

图 3 是利用烟雾发生器所拍摄的管道吸风照片。图 3-A 为喷管与管道之间气流引射的情况，3-B、3-C 分别为进口侧和出口侧

脱纱槽处吸风的情况。

#### 4. 分析讨论

(1) 射流射入管道引起的管道缝隙间气流流向分布是复杂的，既有向外溢风，又有向内吸风，而且吸风区距喷管近，排风区距喷管远。这一规律符合于气流的引射和扩散性质，从而表明了自由射流和缝隙管道流

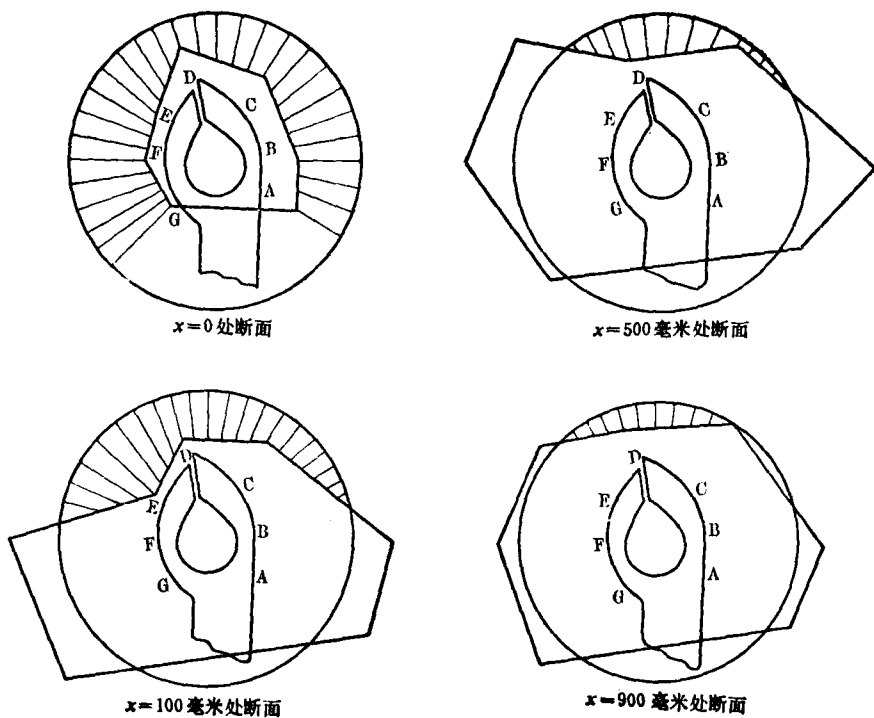
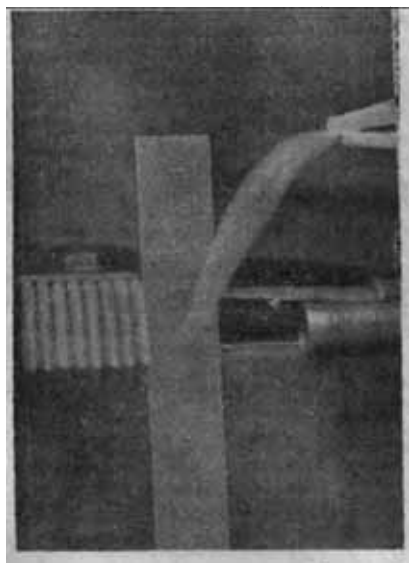
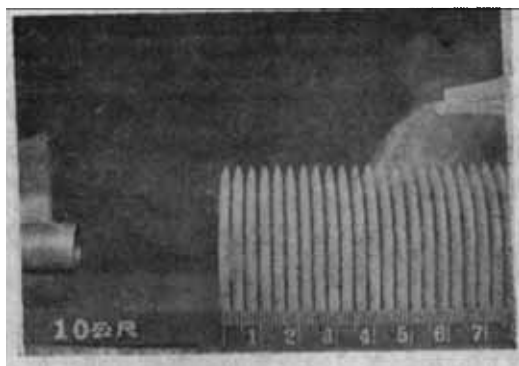


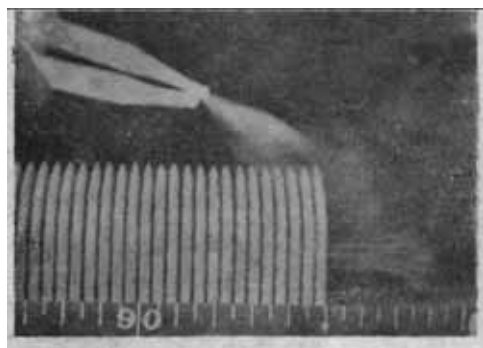
图 2-B 管道断面上风向、风速图



3-A



3-B



3-C

两者之间有密切的内在联系。因此，认为管道缝隙间只是向外溢风的说法是不全面的<sup>[21]、[23]</sup>。

(2) 应该指出，无论是  $\phi 18$  或  $\phi 22$  的管道，沿脱纱槽处的风向都是向管道内吸风。即使将  $\phi 22$  管道的进口风速降低到 50 米/秒

图 3 管道吸风情况

(此时出口风速只有8.1米/秒),虽然脱纱槽处风压(速)的绝对值随着进口风速的降低而减小,但其风向不变,仍是向内吸风。这点由烟雾判向照片所证实。那种认为脱纱槽处向外溢风,并依此而对纬纱在管道中飞行的形状和位置所作的种种论断,值得商榷。

(3) 我们也用QDF-2A型热球式电风速仪进行过测定,所得风速大小和有些文章中所述的极其相似,然而风向无法判定。如果也象那些文章所说的都是“向管道外溢风”,显然这个结论不符合客观实际。造成这一错误的原因,就在于所使用的QDF-2A型热球式电风速仪只能用来测量风速大小,而不能用来判别风向<sup>[4]</sup>。

(4) 在同一点测定使用QDF-2A型热球式电风速仪所测得的风速,要比用倾斜式微压计所测得的风速小得多。这是因为结构关系,使得热球与管道外边缘各测点之间有着一定距离,风速有所降低之故。由于我们使用倾斜式微压计是将压力测头伸进管道缝隙3毫米处测的风压,所以这些点上的风压(速),因有阻力损失,理应比在管道内孔的周围测得的风压(速)也要小些(对向外溢风和向内吸风皆如此)。

(5) 对管道沿程管壁上静压的测定表明,出现负压的测点居多。这或可说明,宽度不大的管道片和其间隙距离,造成缝隙管道流的分离和形成涡流区的可能性是很大的。

## 二、结 论

综上所述,得如下几点结论:

1. 喷气引纬缝隙管道流中,由于实际上存在较大的静压值,故在研究这种管道流的性质和流速分布时,应考虑静压的影响。

2. S的大小对一次喷射气流的利用情况和纬纱能否顺利(头端弯钩小时)地进入管道,影响很大。为此建议在S区间内,安装作用良好的集流器。在喷管与管道有相对运

动的机台上,尤应安装集流器。

3. 管道片缝隙间既有向内吸风,也有向外排风;断面呈“桃”形的 $\phi 18$ 、 $\phi 22$ 毫米的管道的脱纱槽处,在 $V_{\text{进}} > 50$ 米/秒时都是向内吸风。故认为,设计管道片的截面形状时,应统筹考虑流场中速度分布的要求,管道中心运动轨迹的特点,以及梭口变化等情况;脱纱槽可适当加宽,以使脱纱顺利。

4. 喷管射流和缝隙管道流之间有着密切的联系。因此,只有注意到两者在孔径上和风速上的最佳匹配关系,才能获得良好的引纬效果。

5. 缝隙管道流流速衰减的原因和特性,应与气流分离和摩擦阻力损失及管道向内吸风和向外溢风的数量和位置有关。准确地测定和计算一次喷气过程中管道向内吸风和向外溢风的定量工作,有待于今后解决。

向对本文提出宝贵意见和热情帮助的姚穆、何凤山、王永福、翟荣祖、周明珍及王新民等同志,表示衷心的感谢。

## 参 考 资 料

- [1] 赵学端:《水力学及空气动力学》,上海科技出版社, P 283~291, (1959);
- [2] 《毛纺科技》, 1977, No. 1, P9~12;
- [3] 《纺织学报》, 1979, No. 1, P48~50;
- [4] 《QDF-2A型热球式电风速仪说明书》,北京宣武区环境保护研究所。

## 新疆维吾尔自治区纺织工程学会动态

新疆学会于2月25~27日在七一棉纺织厂召开二届四次常务理事(扩大)会。会议传达了全国学会工作、部科技成果、总会科普和自治区科协会议的精神。会议讨论了: 1. 1981年学术讨论会计划。2. 4月份前评选好科普工作的先进集体和个人。3. 推荐了各专业学术委员会、科普等的负责人。4. 建立七一棉纺织厂等五个企业的分会筹备组。5. 根据中国科协规定的精神,学会各企业、单位应向学会交纳团体费。

《新疆维吾尔自治区学会讯》