

非等截面均匀送风风道的计算

迟 连 铎

(北京市纺织工业设计院)

【摘要】 本文提出了非等截面送风风道的计算方法。并通过分析,建议在工程中宜采用的风道截面形式。

五、六十年代,我国新建纺织厂大多采用锯齿双梁风道等截面均匀送风方式。其后,随着新技术的发展及为节约建厂用地,逐步采用了排架、网架钢结构或楼房厂房形式,从而将送风道布置于吊顶内。风道材质一般选用镀锌钢板,为节省材料,工程中大多采用变截面风道。本文拟对这种风道的计算进行讨论。

一、理论计算

采用条缝形送风口的非等截面均匀送风风道的计算方法可按照资料^[1]中所提出的方法进行。在具体计算中,也略有不同,其基本要

点是:

1. 等截面和非等截面风道均匀送风都不需要沿风道静压的恒定。自国外引入的静压需恒定的观点,主要是忽略了风速比 C (即 v/V)对于送风口局部阻力系数 ζ 的影响,认为各送风口的 ζ 值是不变的,从而造成了这种误解。

表1列出了由天津纺织工学院测定的风速比与阻力系数值对照表。

2. 应合理地设定最后一个送风口的宽度 b_0 ,按公式(1)求出风道末端静压值 P_0 ,并让工作地区平均风速 $v_{中}$ 在允许范围内^[2],宜尽可能提高送风口风速 v_0 ,从而提高 P_0 值,这

表 1 风速比与阻力系数值对照表

风速比 C	0.20 × 0.40 (米 ²)			
	b = 40	b = 60	b = 80	b = 95
0.3	4.68	3.86	4.35	5.49
0.4	3.99	3.58	3.97	4.50
0.5	3.63	3.42	3.66	4.00
0.6	3.40	3.32	3.50	3.70
0.7	3.25	3.25	3.39	3.50
0.8	3.14	3.20	3.32	3.35
0.9	3.06	3.16	3.26	3.25
1.0	3.00	3.13	3.21	3.16
1.1	2.94	3.10	3.17	3.09
1.2	2.90	3.08	3.14	3.04
1.3	2.87	3.06	3.11	2.99
1.4	2.84	3.05	3.09	2.96
1.5	2.81	3.03	3.07	2.92
1.6	2.79	3.02	3.06	2.89
1.7	2.77	3.01	3.04	2.87
1.8	2.75	3.00	3.03	2.85
1.9	2.74	3.00	3.02	2.83
2.0	2.72	2.99	3.01	2.81
2.1	2.71	2.98	3.00	2.79
2.2	2.70	2.98	2.99	2.78
2.3	2.69	2.97	2.98	2.77
2.4	2.68	2.97	2.97	2.75
2.5	2.67	2.96	2.97	2.74
2.6	2.66	2.96	2.96	2.73
2.7	2.66	2.95	2.96	2.72
2.8	2.65	2.95	2.95	2.72
2.9	2.64	2.95	2.95	2.71
3.0	2.64	2.94	2.94	2.70

风道末端出口阻力系数 $\zeta = 2.09$

样就有可能选取较小截面的风道, P_0 值是以以后各项计算的基础(见图)。

$$P_a = \zeta_a v^2 \gamma / 2 \quad (1)$$

$$P_o = P_0 + [(\lambda x / 3D) - 1] V^2 \gamma / 2 \quad (2)$$

式中: P_o 为距风道末端 x 处的静压值(帕); v 为送风口风速(米/秒); V 为风道风速(米/秒); D 为等速当量直径(米); λ 为摩擦系数。

3. 根据 P_0 值, 按公式(2)计算风道 R 点

实有的静压值 P_R 。

4. 试取 R 点的风口宽度 b_R , 由此确定该点的 C_R 并按表 1 查出 ζ_R 值。按(1)式计算在 b_R 值下所要求的风道静压值 P_R 。只有此值与按(2)式计算出的实有静压值相吻合时, 试取的 b_R 值才成立。

5. 验算确定后 b_R 值的 v 均 值, 使之符合车间要求。

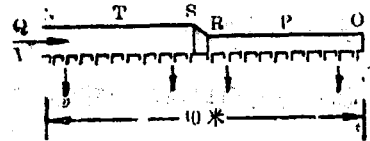
6. 其他各点均按此顺序计算。

7. 等截面风道由于局部阻力很小, 故一般忽略不计^[2]。但对于非等截面风道, 则应计算局部缩口的阻力。(下例, $S-R$ 段 $H_{局} = 0.79$ 帕)。这样就可由 P_R 推算 P_S 值, 从而依此计算前半段风道的有关数据。

8. 当风道布置于吊顶内时, 一般需保温。按下例, 根据国家标准图(T613-4), 北京地区选用聚苯乙烯板, 保温厚度 $\delta = 0.035$ 米, 传热系数 $K = 0.86$ 瓦/米²K, 当风道内外温差为 $10K$ 时, 送风不均匀系数 $S = 1.014$ ^[1]。由于其值很小, 故可不考虑风道温升。

二、非等截面均匀送风风道的计算

细纱车间, 风道长 $L = 40$ 米, 送风量 $Q = 29,400$ 米³/时, 20 个条缝形送风口, 每个送风口风量 $q = 1,470$ 米³/时, 下图 S 、 R 点各



在风道中部渐缩管两侧, T 、 P 各距始末端为 10 米, 风道为镀锌钢板。

$N-S$ 段: $F = 1.6 \times 0.8 = 1.28$ 米², $D = 1.067$ 米, $\lambda = 0.0144$, 风口长度为 1.5 米。

$R-O$ 段: $F = 1.6 \times 0.5 = 0.8$ 米², $D = 0.762$ 米, $\lambda = 0.0162$ 。

讨论:

1. 当采用镀锌钢板时, 风道截面的选取需符合《全国通用通风管道计算表》的规定。

表2 不等截面风道各处的有关数值

场所	N	T	S	R	P	O
Q 米 ³ /时	29400	22050	14700	14700	7350	1470
V 米/秒	6.38	4.79	3.5	5.1	2.55	0
b 米	0.09	0.065	0.055	0.055	0.05	0.04
v 米/秒	3.02	4.19	4.95	4.95	5.44	6.8
C	0.47	0.87	1.41	0.97	2.13	
ζ	4.1	3.21	3.0	3.1	2.85	2.09
P 帕	23.13	32.14	45.28	44.49	54.29	57.92
v _均 米/秒	0.43	0.51	0.55	0.55	0.58	0.64

表3 等截面风道各处的有关数值

场所	N	T	R	P	O
Q 米 ³ /时	29400	22050	14700	7350	1470
V 米/秒	8.1	6.08	4.05	2.03	0
b 米	0.08	0.06	0.05	0.045	0.04
v 米/秒	3.4	4.54	5.44	6.04	6.8
C	0.42	0.75	1.34	2.94	
ζ	3.85	3.23	2.96	2.65	2.09
P 帕	27.05	39.30	49.20	55.57	57.92
v _均 米/秒	0.45	0.53	0.58	0.61	0.64

2. 本实例只采用了两种变截面。作者曾试图将该风道采用 1.6×0.63 米-1.25×0.63 米-1.25×0.40 米三种变截面风道 (V_N=8.1 米/秒), 及 1.6×0.63 米-1.25×0.63 米两种变截面风道, 但均不成立。原因是前者 P_N 为负值, 后者 P_N=9 帕, 其值过低, 不能满足均匀送风要求。

3. 由表2可见, 当 P₀=57.92 帕, b₀=0.04 米时, P_N=23.13 帕, 此值很小, 而 b_N=0.09 米, 已接近最大值, 即 V_N 值不可能再提高。

4. 有否可能提供较高的 P_N 值来解决上述矛盾? 这里要强调的是, 表2中的数据反映了该风道静压分布的自然规律, 如果提高 P_N 值, 势必导致末端风量的加大, 从而造成送风的不均匀, 所以是不可行的。

三、等截面均匀送风风道的计算(见表3)

条件同上, 表3中各点相距10米。

$$F = 1.6 \times 0.63 = 1.008 \text{ 米}^2, D = 0.904 \text{ 米}, \lambda = 0.0146$$

讨论

1. 由于 P_N 值相对较高, 因此 b_N=0.08 米, 而将风量增加至 Q=31,000 米³/时, V_N=8.54 米/秒时, P_N=30.28 帕, b_N=0.095 米, 仍可以成立。

2. 一个很有意义的现象是, 非等截面风道用材 180 米², 而等截面风道为 178.4 米², 两

者相近。这样, 就提出了一个问题, 是否有必要采用非等截面风道?

四、结 语

1. 非等截面均匀送风风道的计算可以按照作者在参考资料[1]中所提出的方法进行。但需考虑减缩管的局部阻力值。

2. 就所举风道计算而言, P₀ 一般在 60 帕, P_N 不可低于 23 帕, 全部阻力损失不大于 40 帕, 这表明, 可利用的能量是有限的。

3. 当采用条缝形送风口时, 一般情况下, 作者建议仍采用等截面风道, 因其截面小, 在工程中易于布置。

4. 根据天津纺织工学院的测定, 在 C 值相同的情况下, 方形风道的 ζ 值远大于矩形风道, 因此建议在工程中尽量采用高宽比为 1:2 的风道。

5. 由于对 ζ 值进行了重新测定(表1), 故作者对于[1]文中, 结论一节里所述及的数据相应作如下修正: 当风道为钢筋混凝土结构, 长为 40 米时, V_N≤8 米/秒为宜; 当风道长为 60 米时, V_N≤9 米/秒为宜。即随风道加长, 始端风速可适当提高。

参 考 资 料

[1] 《纺织学报》, 1984年, No10, p. 32~35.
 [2] 《纺织厂空气调节》, p.247~248, p. 254~257, 纺织工业出版社, 1980年。