

改善细纱机断头吸棉均匀度的方法

戴元熙

(中国纺织大学)

【摘要】 本文分析了当前断头吸棉风管中前后压差大的原因，并计算出管道摩擦阻力、局部阻力和前后动压差异各自占整个管道压差的百分比值，为改进断头吸棉的均匀度提出了方向；通过改变吸棉支管与吸棉干管的连接角的措施，改善断头吸棉管道前后吸气压力的差异，达到节能的目的。

随着细纱产量的提高，断头吸棉风量亦相应增加，每台细纱机断头吸棉耗电量由0.4千瓦增至0.8千瓦左右。为了降低电耗，上海棉纺公司组织中国纺织大学和上棉25厂共同研制这一课题，经过一年的努力，在试验室内完成了此项目改进工作，可控制到头尾端吸口压力相差仅68.6帕左右，因而可相应地降低吸风口的真空度，达到节电的目的，介绍如下：

分析细纱机断头吸棉装置耗电量大原因，主要是各个吸口处的静压力分布不均所造成，以致必须保持头端(靠近风机处)的吸口真空度很高，方能维持尾端(远离风机处)所需要的吸口真空度。例如目前所用的断头吸棉装置头尾吸口压力相差达294~392帕，因而需配用风压较高的风机，这就增大了风机的耗电量。造成不均匀性的原因主要有以下三个因素，分析于下：

一、吸棉干管的摩擦阻力损耗

吸棉干管的摩擦阻力损耗是造成头尾吸口静压不均的一大因素。

根据目前吸棉干管一般为等截面的管道，其尺寸见图1。

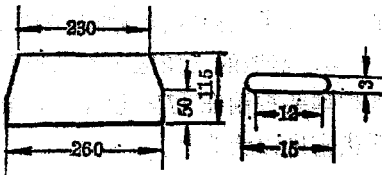


图1 吸棉管道及吸口尺寸

吸风管面积为0.0289米²，吸风管内径为25毫米，截面积为0.491×10⁻³米²，吸口面积为

43×10⁻⁶米²。在吸棉干管内的摩擦阻力Σh_摩可计算如下：

$$\Sigma h_{摩} = \sum_{i=1}^n \lambda l V_i^2 \rho / 2D = (\lambda l \rho / 2D) \sum_{i=1}^n V_i^2 \quad (1)$$

式中：λ为摩擦系数；l为两根吸棉支管的间距(米)；D为吸棉干管的等速当量直径(米)；V_i为第i段吸棉干管内风速(米/秒)；ρ为空气密度(千克(力)/米³)。

在计算时，可近似当作均匀吸风管道进行，虽有一定误差，但可大为简化计算程序，因之可把(1)式简化如下：

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n V_i^2 &= V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2 \\ &= V_1^2 + (2V_1)^2 + (3V_1)^2 + \dots + (nV_1)^2 \\ &= V_1^2 + [n(n+1)(2n+1)/6] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{故 } \Sigma h_{摩} &= \sum_{i=1}^n \lambda l V_i^2 \rho / 2D \\ &= (\lambda l V_1^2 \rho / 2D) [n(n+1)(2n+1)/6] \quad (2) \end{aligned}$$

用(2)式可迅速求得均匀吸风干管内的总摩擦阻值。这次试验的细纱机有60根吸棉支管，对称布置在两侧，两根吸棉支管的间距为0.42米，吸棉干管的等速当量直径为0.16米，试验时抽风量为1700米³/时，在未作任何改动情况下，测得细纱机前后吸棉支管处的压力为：尾端静压真空度573.3帕，头端静压真空度为953.26帕，前后压差达379.96帕。

根据式(2)分析计算其中的摩擦阻数值，式中以λ=0.02代入，V₁=0.5446米/秒，l=0.42米，D=0.16米等值代入(2)式求得h_摩=88.2帕，故摩擦阻损耗占整个压差的百分比为

$$88.2/379.26 = 23.26\%$$

二、吸棉干管前后截面不变动压差异

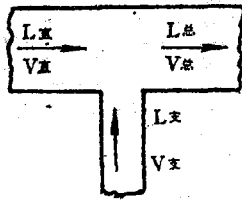
随着吸风量不断增加，干管内风速亦不断增加，从吸棉干管尾端风速为 $V_1 = 0.5446$ 米/秒，增加至头端风速为 $V_n = 16.34$ 米/秒，造成头端比尾端动压增大很多，因而造成头端较尾端静压降低很多，它们间的差值 $\Delta h_{动}$ 计算如下：

$$\Delta h_{动} = (V_n^2 \rho / 2) - V_1^2 \rho / 2 = 159.74 \text{ 帕}$$

其压降占整个压差的百分比值为 $159.74 / 379.26 = 42.1\%$ 。

三、吸棉干管的直通局部阻力损耗

吸棉干管未作改动前，吸棉支管是垂直地接向吸棉干管，见图 2，吸棉干管内的气流在流经吸棉支管处时，会遇到直通三通局部阻力（实际为对称的四通，可近似地以吸棉干管中



间为界面分开为三通进行计算，其局阻系数可用式(3)进行计算。

$$\zeta_{直} = 1.55 L_{支} / L_{总} - (L_{支} / L_{总})^2 \quad (3)$$

式中： $\zeta_{直}$ 为直通三通的局阻系数； $L_{支}$ 为吸棉支管内的风量（米³/时）； $L_{总}$ 为吸棉干管内汇流后的风量（米³/时）。

相应风速须以汇流后的风速 $V_{总}$ 代入计算，故直通三通局阻 $h_{局直}$ 可用式 4 计算：

$$\sum h_{局直} = \sum_{i=1}^n (\zeta_{直} V_{总}^2 \rho / 2) \quad (4)$$

根据式 3、4 可用计算机求得每个直通局阻系数值、局部阻力值和吸棉干管总的局部阻力值 $\sum h_{局直}$ （具体计算从略）。

求得总的局部阻力值 $\sum h_{局直} = 122.5$ 帕。其压降占整个压差的百分比值为 $122.5 / 379.26 = 32.3\%$ 。

根据以上分析，前后静压差 $\Delta h_{静}$ 计算求得值为 $\Delta h_{静} = \sum h_{摩} + \Delta h_{动} + \sum h_{局直} = 370.44$ 帕。

实测的前后静压差为 379.26 帕，与理论计算的 370.44 帕的差异是由于一方面计算上作了一些假定和计算公式不够精确外，另一方面是由于吸棉干管是由 10 节短管镶嵌接合而成，在接口处凹凸不平和有一定的渗漏而造成阻力增加，其误差为 8.82 帕。

四、改善断头吸棉均匀度的措施

1. 降低摩阻损耗：摩阻损耗与吸棉干管内风速有极大关系，愈接近头端风速愈大，因而减少摩阻的关键在头端数节，如从头端四节根据车面高度适当增高，把吸棉干管的高度增高成为原高度的 1.4 倍，就可大为减少摩阻损耗，可由 88.2 帕降低为 42.19 帕，因而使吸风干管前后静压差值减小。

2. 降低吸棉干管头尾动压差值：如能把头端吸棉干管高度增高成为原高度的 1.4 倍，则头端风速可从 16.34 米/秒降至 11.67 米/秒，前后动压差由 159.74 帕降为 81.34 帕，吸风均匀度可大为改善。但目前由于机械制造厂设计高度上的限制，难以在这方面进行改进。

3. 降低吸棉干管的直通局阻损耗：改变吸棉支管与吸棉干管的联接角度，即顺着吸棉

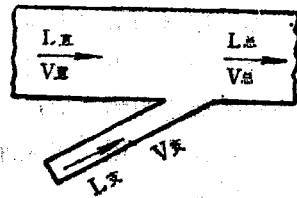


图 3 支管与干管连接图

干管吸气流的方向，用 30° 倾斜角相连接，见图 3，就可使直通局阻不仅是正值，而且还可使部分直通局阻为负值，改善了吸棉干管的静压分布，改善吸棉的均匀度，可用式 5、6、7 计算如下：

当理论汇流速度 $V'_{总}$ 大于实际汇流速度 $V_{总}$ 时，可用式(5)计算。

$$\zeta_{直} = (V_{支} / V_{总})^2 - 2(V'_{总} / V_{总}) + 1 \quad (5)$$

当理论汇流速度 $V'_{总}$ 小于实际汇流速度 $V_{总}$ 时可用式(6)计算。

$$\zeta_{直} = [(V_{支} / V_{总})^2 - (V'_{总} / V_{总})^2] + 0.5[1 - (V'_{总} / V_{总})] \quad (6)$$

理论汇流速度 $V'_{总}$ 可用式(7)计算。

$$V'_{总} = (V_{直}L_{直}/L_{总}) + (L_{支}/L_{总})V_{支}\cos\theta \quad (7)$$

式中： $L_{直}$ 、 $V_{直}$ 为汇流前直管内风量、风速； $L_{支}$ 、 $V_{支}$ 为吸棉支管内的风量、风速； $L_{总}$ 、 $V_{总}$ 、 $V'_{总}$ 为汇流后总管内总风量、实际汇流速度、理论汇流速度。

根据以上计算方法，在本试验中 $V_{支} = 16.03$ 米/秒，设为均匀吸风时，用计算机求得总的直通三通局阻 $\Sigma h_{直通} = 25.38$ 帕，因而能减少吸棉干管前后的静压差值，可由原来的 379.26 帕降为 282.44 帕。

实测的吸棉干管静压差值，头端真空度为 952.56 帕，尾端为 838.88 帕，其差值为 113.68 帕。理论与实际之间存在误差的原因为：(1) 由于吸棉支管内风速为 16.03 米/秒，它以 30° 倾斜角进入干管，在尾端干管内风速应为 $16.03 \times \cos 30^\circ = 13.88$ 米/秒，(是有限空间射流气流)不是充满整个干管断面的流速 0.5446 米/秒，它与头端吸棉干管内风速 16.34 米/秒的初压差值为：

$$\Delta h_{动} = V_1^2 \rho / 2 - V_2^2 \rho / 2 = 44.49 \text{ 帕}$$

因而前后静压差为：

$$\Sigma h_{直} + \Sigma h_{直通} + \Delta h_{动} = 158.07 \text{ 帕}$$

这除了因流体作 30° 转弯时与刚体不同，流速比 13.88 米/秒还大些外，还因为由于直通三通局阻公式并不完全符合实际汇流四通局阻的情况。另外，运用此公式是假定为均匀抽风，而实际上是靠近头端吸风速度大，尾端吸风速度较小，也会造成一定的误差。

在笛管吸口处测得头端吸口处真空度为 744.8 帕，尾端吸口处真空度为 676.2 帕，即笛管吸口至吸棉支管与干管的接口间阻力损失不一样，头端吸棉支管阻力为 207.76 帕。这是由于头端真空度大，吸风量大，故阻力大；尾端吸棉支管阻力为 162.68 帕，是由于尾端真空度小，吸风量小，故阻力小，因而反映至笛管吸口处真空度差异减小，即吸风均匀性改善了，头尾端笛管吸口压差为 $744.8 - 676.2 = 68.6$ 帕。

改进前后的吸棉干管压力分布曲线(实线)与笛管吸口处压力分布曲线(虚线)列于图 4。

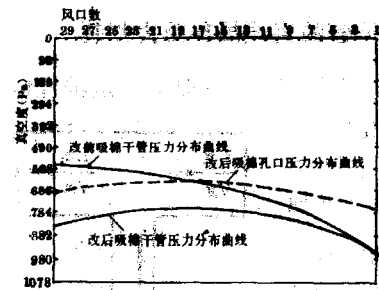


图 4 吸棉干管及笛管吸口压力分布曲线

从图 4 可见，如果适当放大头端吸棉干管的截面，将进一步改善吸棉的均匀性，效果更好。在目前的改进措施下，每台细纱机的

吸风压力可降低约 196 帕，故每台细纱机约可节能 0.2 千瓦，如广为应用，则每年全国节电数将以千万度计算，故具有推广价值。以上为实验室测定与计算的一些数据，供参考用。

参加本试验人员有中国纺织大学朱宝华老师，上棉 25 厂盛佩珍、沈大鸿两位同志，表示感谢。

书 讯

1. 《纲领钢丝圈使用手册》适合于棉、毛纺织厂，纺机制造厂及教学、科研、科技情报等有关人员使用。每册收工本费 0.9 元，外埠邮购，每册另加邮费 0.4 元。联系地点：上海市乌鲁木齐北路 197 号《纺织学报》编辑部，邮政编码：200040。

2. 欲订购纺织、印染科技图书，请向上海市兰州路 545 号上海纺织科技服务部 邢长镇联系，邮政编码 200082。