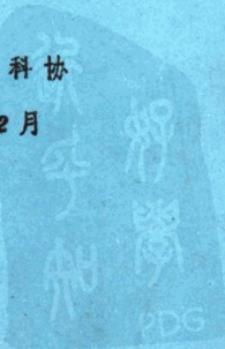


※※※※※※※※※※※※
※ 科技论文汇编 ※
※※※※※※※※※※

天津棉纺一厂科协

1991年12月



目 录

- (1) FA302 型并条机集成条机理探讨..... 张兆水
(2) A454 , A456 型粗纱机上清洁装置的剖析与改造..... 张兆水
(3) A454 粗纱机上清洁装置改造..... 王世起
(4) FA002 自动抓棉机应用的实践..... 韩宝忠
(5) A186^F 梳棉机后吸槽装置的改造..... 刘高洪
(6) [引] 进日产整体锡林改造国产 A201 型
- 张兆水
王嘉树
王世起
- (7) 布机单片机定位刹车装置及应用..... 邹 迂
(8) 新建多层纱厂电梯选择的研究..... 孔 伟

(1)《FA302型并条机集束成条机理探讨》

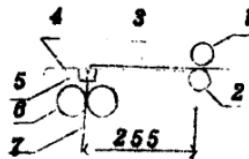
张兆水

一、集束成条的形式

集束成条是并条机的关键程序，它的功能优劣，直接影响着纺纱的质量，随着并条机不断向高速高效方向的发展，为了保证纺出优质的棉纱，行家们对集束成条的形式，进行了不断地改变，现举几个代表性的机型比较如下：

1、1241型并条机

1241型并条机，纺出线速度为 $1 \cdot 1667 \text{ m/s}$ ，(70 m/min) 集束成条的形式，如图一所示。1—前皮辊；2—前罗拉；3—三角形棉网；4—托棉板；5—喇叭口；6—紧压罗拉；7—棉条。



图一

前罗拉至喇叭口距离为 255 mm ，前罗拉输出的棉网，经由托棉板呈三角形，进入喇叭口，由紧压罗拉压缩后喂入圈条器成条。

2、A272F型并条机

A272F型高速并条机，纺出线速度为 $4 \cdot 167 \text{ m/s}$ (250 m/min)，集束成条的形式如图二所示：

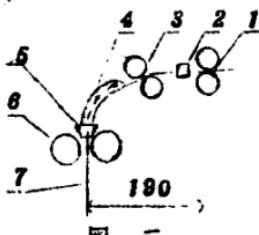
1—前罗拉；2—集束喇叭；3—集束罗拉；4—导条管；5—喇叭口；6—紧压罗拉；7—棉条。

前罗拉输出的棉网，先经集束喇叭口，再经一对集束罗拉，将棉网集束成较窄的棉带，后由一具有圆滑曲线的导条管直送入喇叭口，经紧压罗拉压缩后喂入圈条器，这种网、带、条的集束程序，叫做二步成条。与1241型并条机相比，该机添加了一个集束喇叭口，一对集束罗拉和一个集束导条管，前罗拉至喇叭口中心距离190 mm，以保证棉网能顺利集束成条。

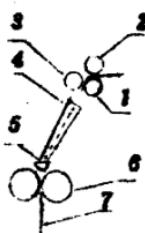
3、FA302型并条机

FA302型并条机，纺出线速度 $8 \cdot 38 \text{ m/s}$ (503 m/min)其集束成条形式如图三。1—前罗拉；2—前皮辊；3—导向皮辊；4—集束器；5—喇叭口；6—紧压罗拉；7—棉条。

前罗拉输出的棉网，由导向罗拉改变其输出方向，并能使棉网边缘卷向中部的集束器，直送入喇叭口，由紧压罗拉压缩成条送入圈条器完成集束成条。



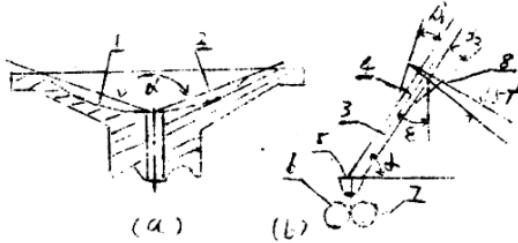
图二



图三

二、FA302型并条机集束成条装置的特点

FA302型并条机，是我国近几年来生产的较新型的机型，它的集束成条形式也别有特色。集束器可分为两部分，即集束室和集束管如图四。



图四

1—左工作圆弧面；2—右工作圆弧面；3—集束管；4—集束室；
5—喇叭口；6—紧压罗拉；7、8—为自停触点。

1、集束室内工作圆弧

该设计既考虑了高速运动下棉网惯性力的影响，又考虑了精加工的方便，其工作表面非常光洁。内工作面采取了构成一定角度($\alpha = 138.6^\circ$)两段对称而不同心的圆弧工作面，实测半径为R=450.5 mm，集束室呈上大下小天矩地圆状，两壁面斜度为 β_1 ， $\beta_2=13.32^\circ$ 见图四(b)。上开口前高后低斜度为5.7°，前弦长度为120 mm，后弦长度为110 mm，集束器的安装应与车面水平线成一γ角， $\gamma=57^\circ$ ，则 $\varepsilon=33^\circ$ ，上口斜面与导向

皮棍和前罗拉的公外切线相吻合，有利于棉网流畅。

2、集束管

棉网进入集束室经距离 L (实测 $L = 20 \cdot 5 \text{ mm}$) 后，即达 $\varnothing 10 \cdot 5 \text{ mm}$ 的集束管，(见图四 a) 集束管长平均为 58 mm 。

整个集束器结构比较合理，在安装时上口与导向皮棍和前罗拉留有一定的间隙 $e = 3 \text{ mm}$ ，以利于集束能顺利进行。

图四(b)中 7、8 为触点开关，当缠紧压罗拉或堵眼时，切断电源，遂使并条机迅速停车。

三、集束成条机理探讨

1、棉网的运动性质

在棉网的运动中，纤维丛间的运动，是依靠纤维相互作用的摩擦力和粘合力而传递的即纤维丛的运动，非常相似于粘性流体运动，作用于其上的力的方向，可决定棉网的运动方向，力的矢量的大小，即可决定棉网的运动量。因此，完全可以用粘性流体力学的方法来描绘棉网的集束运动过程。

当棉网以并条机前罗拉的线速度纺出时，在前钳持线至集束喇叭口这段距离内，上述几种力学因素均作用于棉网上，使之产生综合的运动变化，故用运动学的观点对棉网集束成条机理进行分析，似能较简捷地说明问题。

现视以前罗拉线速 V_0 纺出的纤维丛，相当于初速为 V_0 的自由

降落的流体，而空气阻力、摩擦阻力，却力图阻止这个纤维丛的运动，它们对抱合力较差的边缘纤维影响较大。当纤维丛自由下落触碰到集束器的工作弧面后，动量立即消失，这时纤维丛的运动，靠紧压罗拉钳持线通过集束喇叭口对棉网的牵引而运动，紧压罗拉的钳持力，使纤维丛内产生了粘性纤维流体的剪切应力，将分散的纤维网片，向集束管中心凝聚，完成了棉网的集束运动。

2、棉网的流动规律

利用粘性流体运动，分析棉网流场中的流动规律，大体可分为层流（片流）和湍流（紊流）两类，现利用雷诺数（ Re ）和临界雷诺数（ Rec ）来判别棉网在集束器中是层流还是湍流。

$$\text{已知 } Re = \frac{Vds}{\gamma} \quad (1)$$

$$Rec = \frac{Vds}{\gamma} \approx 2000 \quad (2)$$

式中： V —为纤维丛流动速度； ds —为纤维丛流通的水力直径； γ —为运动粘度系数，（取在 25°C 时空气粘度系数为 $16 \cdot 155 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ）。

又知：当 $Re > Rec$ 时，流动为湍流，

而 $Re < Rec$ 时，流动为层流。

现取 P A 302 型并条机最低速 $V = 2 \cdot 53 \text{ m/s}$ (152)

m/min)。

$$\text{集束器的水利直径 } d_s = \frac{4A}{x} \quad (3)$$

式中：A—为过流断面面积；

x—为润滑周长。

根据上测数据代入公式(3)

$$\text{则: } d_s = \frac{4 \left(\frac{0.12+0.11}{2} \times \frac{0.0195+0.0105}{2} \right)}{2 \left(\frac{0.12+0.11}{2} + \frac{0.0195+0.0105}{2} \right)}$$
$$= 0.0265 \text{ m.}$$

将 $d_s = 0.0265 \text{ m}$, 代入公式(1)求得 $Re = 4150 > Rec$
 $= 2000$, 即为湍流。

根据资料 [1] 若雷诺数很小，则相对于惯性力来说，粘性力是主要的，粘性对流动的影响，在整个流场中都是重要的（老式并条机如 1241 型就是如此）。

若雷诺数很大，则惯性力是主要的，粘性对流动的影响只有在边界层内或速度梯度较大的流动区域内才是重要的，（如 PA302 型并条机就属于此类）。

这说明在高速并条机的集束成条装置中，除棉网、棉条的通道必须高度光滑通畅，还应考虑以下几个问题：第一是棉网惯性力的激增；

第二是快速集束时，棉网纤维丛中空气的快速排出；第三是棉网自重的影响；第四是空气阻力激增对棉网特别是对边纤维的影响；第五是棉网与通道接触面间的摩擦阻力；第六是紧压罗拉处对棉网的牵引力。成功的集束成条装置，必须对以上各有关因素，做出较合理的设计处理。现就棉网集束器合理的工作弧线和流场问题，作一粗浅探讨：

3、集束器的机理探讨

FA302型并条机集束器的设计，十分巧妙，综合考虑了前所述问题，如为便于集束成条，特将工作圆弧面设计为构成一定角度同半径切不同心的两段圆弧，而两段圆弧的夹角与两个圆心连线的夹角之和恰好为 180° ，现就以实际工作状态，探讨其机理如下：（见图五）现以其中一条圆弧为例来推导。图五中： xx' —坐标原点横轴； yy' —坐标原点纵轴； AA' —前罗拉销持线； O —坐标原点（ x 、 y ）； $O'(x_1, y_1)$ —圆弧圆心点； $B = \frac{1}{2}$ 棉网宽度； R —圆弧半径； e —前罗拉与集束器间隙； $O'(x_2, y_2)$ —集束管上口中心； $a(x_3, y_3)$ —取坐标系中工作圆弧上任一点； dx — a 点的纤维微元。

我们知道两段圆弧的不同心，不是由棉网的流动方向而造成的，而是因为两段圆弧线构成一个角所致，实际上棉网的运动方向与两段圆弧的交点即集束管中心 O' 处是一致的，所以计算的方法按圆心不在坐标系原点上计算，并令坐标系与集束器平行。

前罗拉销持线 AA' 以 v_0 的线速度纺出，宽度为 $2B$ ，纤维从

为自由落体，自由下落的距离为 $y_2 - b$ (b 为 XX' 与 AA' 间的距离)，下落纤维达工作圆弧上 a 点时的末速度为 v_t ，产生的动量为 $m_a \cdot v_t$ (m_a 为纤维微元的质量) 到达 a 点后，纤维微元的动量借助圆弧夹角 α 下滑力被集束管吸收。令集束器及其支承座的质量为 M ，吸收 a 纤维微元的动量产生的速度为 v_m ，根据能量守恒定律，则必有 $M v_m = m_a v_t$ 的关系，对 M 来说， m_a 之值太小了，故 $\frac{m_a}{M}$ 的比值趋近于零，即可认为 $v_m \rightarrow 0$ ，于是棉网的运动完全受圆弧工作面而控制，集束管直径为 $\varnothing 10 \cdot 5 \text{ mm}$ ，紧压罗拉牵引棉条的力，通过纤维间的剪切力将棉网凝聚到集束管内而成条。下面将棉网、棉条在集束室内和集束管内的状态做进一步分析：

(1) 集束室内棉网速度的分布

a / 当不考虑空气阻力时， a 点的末速度为：

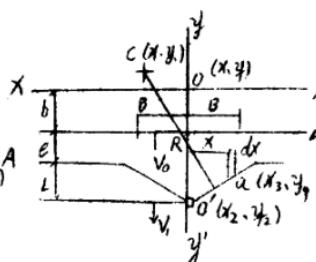
$$v_{t1} = v_0 + gt$$

$$= v_0 \left[1 + \frac{g \cos \alpha \sqrt{(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 - b}}{v_0^2} \right] \quad (4)$$

b / 当考虑空气阻力时：

$$\text{空气阻力 } R_a = \frac{\rho a C}{2} \cdot T \cdot v_0^2 \cdot dx \quad (5)$$

R_a 产生的负加速度为：



图五

$$a_R = \frac{Ra}{Ma} = \frac{\frac{\rho_a C}{2} \cdot T \cdot v_0^2 dx}{\rho \cdot T (\sqrt{(x_n-x)^2 + (y_n-y)^2} - b) dx}$$

$$= \frac{\rho_a \cdot C \cdot v_0^2}{2 \rho (\sqrt{(x_n-x)^2 + (y_n-y)^2} - b)} \quad (6)$$

a 点的末速 $v_{t2} = v_0 \left[1 + \frac{g \cdot \cos \varepsilon \sqrt{(x_g-x)^2 + (y_g-y)^2} - b}{v_0^2} - a_R \frac{\sqrt{(x_g-x)^2 + (y_g-y)^2} - b}{v_0^2} \right]$

$$= v_0 \left[1 + \frac{g \cos \varepsilon \sqrt{(x_g-x)^2 + (y_g-y)^2} - b}{v_0^2} - \frac{\rho_a \cdot C}{2 \rho} \right] \quad (7)$$

公式中： ρ_a — 空气密度，常温下取： $\rho_a = 1.2 \text{ kg/m}^3$ ；
 ρ — 纤维密度，平均取 $\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$ ； C — 为阻力系数，湍流时取 $C = 0.44$ [2]； T — 纤维层厚度。

\circ / 末速的极大、极小值

考虑空气阻力后的末速分布方程，在集束室的设计中， $v_{t2} = f(x)$ ，由图五可以看出当 $x \rightarrow 0$ 时， $v_{t2} \rightarrow v_{t2\max}$ ，当 $x \rightarrow B$ 时， $v_{t2} \rightarrow v_{t2\min}$ ，在生产实际应用中，通常应选用 $v_{t2\max}$ ，其计算方法为：

~ 9 ~

$$v_{t2\max} = v_0 \left(1 + \frac{g \cdot \cos \theta (|Y - Y_2| - b)}{v_0^2} - \frac{\rho_a \cdot g}{2 \rho} \right) \quad (8)$$

经计算: $|Y - Y_2| = 426.89 \text{ mm} = 0.42689 \text{ m}$,

$$b = |Y - Y_2| - e - L = 403.39 \text{ mm} = 0.40339 \text{ m},$$

其中实测 $e = 3 \text{ mm}$, $L = 20.5 \text{ mm}$,

当前罗拉以不同的速度 (v_0) 输出时, 求出相应的 $v_{t2\max}/v_0$ 值, 见表 1.

表 1

$V_0 (\text{m/s})$	8·38	7·62	5·66	5·71	5·08	4·57	4·06	3·57	3·17	2·86	2·53
V_{t2}^{\max}	1·025	1·0035	1·0042	1·0057	1·0073	1·0090	1·0115	1·0148	1·0190	1·0234	1·0300
V_0											

而 $FA302$ 型拌条机的传动设计中：

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{\varnothing 50 \times 21\pi}{\varnothing 45 \times 24\pi} = 1.01307$$

由此可见 $\frac{V_t}{V_0}$ 的传动，是以中速偏低的理论基础而设计的，但又因 V_t 与 V_0 间的传动比不可调，所以当高速时集束器内的棉网或棉条周围的浮动纤维，就会出现部分分离或脱钩，而随风吸走的现象，已恶化条干；而速度太低时，又会引起棉网（棉条）的堆积，同样降低了条干的质量。这就是它的缺点不足之处。

(2) 集束管中棉网流场状况

棉网经集束室结束后，形成含空气较多的棉条，此棉条要经过 $\varnothing 10 \cdot 5 \text{ mm}$ ，长平均 $5 \cdot 8$

mm 的集束管，在这段的流动中空气对棉条的影响尤甚。

高速蓬松的棉条，进入喇叭口被压缩时，棉丛空隙间的空气被挤出，BA302型并条机的压缩挤出的过程分为三步，即①由前罗拉输出的棉网至集束室；②集束室至集束管；③由集束管至喇叭口。

a／棉丛由集束室流入集束管时，挤出的空气流量为：

$$Q_1 = \frac{V_1}{H_1} \left(B \cdot H_1 \cdot \bar{t} - \frac{\pi}{4} d^2 \cdot 1 \cdot \frac{N_f}{N_s} \right) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (9)$$

b／棉丛经集束管后，空气的流量为：

$$\begin{aligned} Q_2 &= \frac{V_1}{H_2} \left(\frac{\pi}{4} D_1^2 \cdot H_2 - \frac{\pi}{4} \bar{d}^2 \cdot 1 \cdot \frac{N_f}{N_s} \right) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \\ &= \frac{V_1 \pi}{4H_2} \left(D_1^2 \cdot H_2 - \bar{d}^2 \cdot 1 \cdot \frac{N_f}{N_s} \right) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \end{aligned} \quad (10)$$

在这两步中，棉丛中挤出的空气，需使其与条子运行方向相同，以免恶化条子的外层纤维而影响条干均匀。若这些空气一同从集束管的下口排出，则多余的充气量为：

$$\begin{aligned} q = Q_1 - Q_2 &= \frac{V_1}{H_1} \left(B H_1 \bar{t} - \frac{\pi}{4} \bar{d}^2 \cdot 1 \cdot \frac{N_f}{N_s} \right) - \frac{\pi V_1}{4H_2} \left(D_1^2 \cdot H_2 - \right. \\ &\quad \left. - \bar{d}^2 \cdot 1 \cdot \frac{N_f}{N_s} \right) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\text{排出的速度为: } v_2 = \frac{q}{\frac{\pi}{4} (D_1^2 - \bar{d}^2) \frac{N_f}{N_s}} \quad (\text{m/s}) \quad (12)$$

c / 棉丛经喇叭口时空气的流量为:

$$Q_3 = \frac{\pi v_1}{4 H_3} (D_2^2 \cdot H_3 - \bar{d}^2 \frac{N_f}{N_s}) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (13)$$

剩余的空气由集束器与喇叭口间的空隙排出。

上式中: H_1 、 H_2 、 H_3 分别为前罗拉至集束管上口的高度、集束管上至下口的高度、喇叭口的高度; D_1 、 D_2 为集束管直径、喇叭口直径; $B - 1/2$ 棉网宽; \bar{t} —棉网平均厚度; \bar{d} —单纤维平均直径; \bar{l} —单纤维平均长度; N_f —纤维支数; N_s —纺纱条子支数; v_1 —随棉网同时运动的空气速度。

四、实践中的研讨

我们在使用 FA302 型并条机时, 做过几种不同车速的实验, 发现在其它条件都不变的情况下, 从 $v_0 = 3 \cdot 57 \text{ m/s}$ (214 m/min) 起, v_0 越大, 条干的质量也越差, 其变化的平均数值见表2。

表2

v_0 (m/s 的变化)	3·57	3·83	4·28	4·90
萨氏条干值 (%)	14·77	14·78	15·10	15·70

在研究中，我们认为前罗拉与紧压罗拉间的张力牵伸和集束器剩余空气的排出，是影响条干的重要因素。

1、前罗拉与紧压罗拉间张力牵伸的研讨

设前罗拉与紧压罗拉间实际张力牵伸为 E ，则当 $E > \frac{v_t}{v_e}$ ，才能

使全部棉网都受到张力牵伸， v_t 值按极小值计算，（在集束管处按极大值计算），代入有关常数值得：

$$\frac{v_t(\max)}{v_e} = 0.999824 + \frac{0.019315}{v_e^2} = E_1 \quad (14)$$

又因前图五中 e 是可调的，所以 $v_t(\min)$ 选用两次，即 $e = 3\text{ mm}$ 、 $e = 2\text{ mm}$ 。所以就有：

$$\frac{v_t(\min)}{v_e} = 0.999824 + \frac{0.02466}{v_e^2} = E_2 \quad (15)$$

$$\frac{v_t(\min)}{v_e} = 0.999824 + \frac{0.01644}{v_e^2} = E_3 \quad (16)$$

为了便于分析，现将不同纺纱速度的 E_1 、 E_2 、 E_3 值计算于表

表3

$V_0 \text{ m/s}$	8·38	7·62	6·63	5·71	5·08	4·57	4·06	3·57	3·17	2·86	2·53
E_1	1·0026	1·0032	1·0042	1·0058	1·0073	1·0091	1·0115	1·0150	1·0191	1·0234	1·0300
E_2	2	1·0000	1·0001	1·0002	1·0003	1·0005	1·0006	1·0008	1·0011	1·0015	1·0024
E_3	3	1·0002	1·0003	1·0004	1·0006	1·0008	1·0010	1·0013	1·0018	1·0023	1·0037

当 E_2 为 1 时， $E = E^*$ ， E^* 为设计延伸，可见设计的数值 $E = 0\ 1\ 3\ 0\ 7$ ，不适用于

$8\cdot38 \text{ m/s}$ ，(503 m/min) 线速度时的运行状态，这是它的不足之处。

2、集束纺余空气的排出

由公式(11)、(12) 可求得高速纺出时，集束管下口的排气量及排出的速度，由于集束管细而长，致使排气速度大增，气流时而出现钢流现象，使得条子周围的纤维出现弯钩或随风吸走，恶化条干，这种现象 ∇ 越大越明显，现举例说明如下：

$$\begin{aligned} \text{设: } B &= 0\cdot0575 \text{ m}, D_1 = 0\cdot0105 \text{ m}, V_1 = 8\cdot38 \text{ m/s}, \\ H_1 &= 0\cdot0205 \text{ m}, l = 3 \times 10^{-4}, N_s = 0\cdot21, N_f = 5500, \\ \frac{l}{t} &= 0\cdot01, \frac{d}{l} = 2\cdot6 \times 10^{-6}. \end{aligned}$$