第5卷 无锡轻工业学院学报 Vol.5
第3期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1986 No.3

给棉板圆弧面的设计

刘 国 涛

(纺工系)

梳棉机上的喂入棉层是靠给棉罗拉、给棉板间的紧密握持而等速输出后，接受刺辊均匀充分的梳理。给棉罗拉与给棉板间的相互几何位置，特别是给棉板圆弧面的设计是否合理，给棉板圆弧中心与罗拉中心间的偏心距大小，均在很大程度上影响刺辊的梳理与棉网的质量。为此，现作如下讨论。

一、给棉板圆弧面设计依据

对梳棉机上给棉板圆弧面的基本要求是

1) 棉层在给棉罗拉与给棉板间，自进口至出口隔距应满足由大到小地变化

2) 进口至出口隔距的收缩情况应符合工艺设计要求的收缩系数

$$\xi=\frac{a-b}{\theta_0} \qquad (1)$$

式中 a—进口隔距(毫米)

b—出口隔距(毫米)

θ_0—给棉板圆弧面的对应中心角。这一角度以50°(0.87266经)左右为佳[1]。θ_0过大，棉层在给棉罗拉与给棉板间的受控面较大，易产生纤维绕给棉罗拉现象；θ_0过小，则棉层受控面不足，纤维有可能过早地从给棉板钳口脱离，影响纤维受梳时间。随着给棉罗拉直径加大，如欲维持恒定的控制面，θ_0可以减小；如要θ_0值不变，则可增大控制面，降低罗拉加压量[2]。一般地说，给棉罗拉是否绕花，θ_0大小并不是唯一的因素。它还与加工原料性能(棉或化纤、摩擦系数，油剂等)，罗拉的表面结构等因素有关。实践证明：如表面包有锯齿的给棉罗拉加工化纤，其绕罗拉现象比加工棉时严重，因此，在国外一些新型梳棉机上，(如C_4梳棉机)[5]的给棉罗拉表面采用滚花菱形后，罗拉绕花情况较包卷锯齿时有很大改善。

一般给棉罗拉与给棉板圆弧面有采用同心圆与偏心圆两种设计方法。后者对提高棉网质量、降低生条结杂有一定作用。实际上，给棉板圆弧面多采用偏心圆设计法，如图1所示。

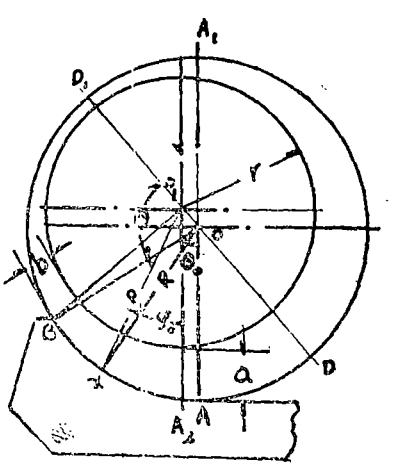


图1

本文1985年4月15日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$\rho=\gamma+\alpha-\xi\varphi_0 \tag{2}$$

式中　ρ—矢径(毫米)

γ—给棉罗拉半径(毫米)

φ_0—ρ 与 O_1A_2间的夹角

图中 O、O_1 分别为给棉板圆弧和给棉罗拉中心。$\overline{OO_1}=e'$，为喂入棉层后的偏心距。DD_1 为 OO_1 的延伸线。θ 为 ρ 与 OO_1 间的夹角，因 x 为一动点，所以 θ 是一变化的动角。R 为给棉板圆弧的曲率半径。

在ΔXOO_1中：

$$\rho^2-2e'\rho\cos(\pi-\theta)+e'^2-R^2=0$$

$$\rho^2+2e'\rho\cos\theta+e'^2-R^2=0$$

$$(\rho+e'\cos\theta)=\sqrt{R^1-e'^2(1-\cos^2\theta)}$$

$$\rho=\sqrt{R^2-e'^2(1-\cos^2\theta)}$$

ρ 的变化率为

$$\frac{d\rho}{d\theta}=\frac{d}{d\theta}\left(\sqrt{R^2-e'^2\sin^2\theta}\right)-e'\frac{d}{d\theta}(\cos\theta)$$

$$=\frac{\frac{d}{d\theta}(R^2-e'^2\sin^2\theta)}{2\sqrt{R^2-e'^2\sin^2\theta}}-e'(-\sin\theta)$$

$$=\frac{-e'^2[2\sin\theta\cdot\cos\theta]}{2\sqrt{R^2-e'^2\sin^2\theta}}+e'\sin\theta$$

$$=e'\sin\theta\left(1-\frac{e'\cos\theta}{\sqrt{R^2-e'^2\sin^2\theta}}\right) \tag{4}$$

由于 e'^2 很小，所以(2)、(3)两式可分别写为

$$\rho=R-e'\cos\theta \tag{5}$$

$$\frac{d\rho}{d\theta}=e'\sin\theta\left(1-\frac{e'}{R}\cos\theta\right) \tag{6}$$

因 x 为一动点，故 $d\rho/d\theta$ 并非常数。再对(6)式求导，并令 $d^2\rho/d\theta^2=0$，可得拐点。这时的 θ 我们以 θ_p 表示

于是

$$\frac{d}{d\theta_p}\left[e'\sin\theta_p-e'\sin\theta_p\left(\frac{e'}{R}\cos\theta_p\right)\right]=0$$

$$e'\cos\theta_p-\left(-\frac{e'^2}{R}\sin^2\theta_p+\frac{e'^2}{R}\cos^2\theta_p\right)=0$$

$$e'\cos\theta_p-\frac{e'^2}{R}(\cos^2\theta_p-\sin^2\theta_p)=0$$

$$\theta_p=\cos^{-1}\frac{R-\sqrt{R^2+8e'^2}}{4e'} \tag{7}$$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一般 e' 的取值范围小于$(R-r)$，在 0.1～0.5 毫米之间。当 $R=36$ 毫米，$r=35$ 毫米时，不同的 e' 值所对应的 θ_p 值如表 1 所示

表 1

e'（毫米）	θ_p（度）	e'（毫米）	θ_p（度）
0.1016(4″/1000)	90.1617	0.3810(15″/1000)	90.6064
0.1524(6″/1000)	90.2425	0.5080(20″/1000)	90.8082
0.2540(10″/1000)	90.4042	0.762(30″/1000)	91.2112

当 e' 在 0.1～0.5 毫米时，$\theta_p=90°$～91°。为简便计，θ_p 可近似地设为 90°，这样误差并不大。

在加工定量较重的棉层(卷)，棉层受压后的进口隔距一般在 1.1～0.6 毫米之间，但当棉层定量较轻时，棉层受压进口隔距可能在 0.6 毫米以下[3]。为了保证对较薄棉层的有效控制，应采用稍大的 e' 值，但不可超过 0.5 毫米(理由见表 2)。

我们还可由(6)式看出

①矢径 ρ 的变化率并非常数，不能使 $d\rho/d\theta$ 与 ξ 值完全相等，但当 $d^2\rho/d\theta^2=0$ 时，则 $d\rho/d\theta$ 就等于一常数。因此，要使给棉板进、出口隔距的变化尽量接近工艺要求的收缩系数 ξ(ξ 为一常数，它是对应于正常棉卷厚度时的值)，必须使该段圆弧的 $d^2\rho/d\theta^2$ 等于或近于零。所以在 $\overset{\frown}{AB}$ 中应包含一拐点，并尽可能地使拐点位于 $\overset{\frown}{AB}$ 的中点。这样当棉层厚度变化时，可增加其适应性。

②因 e'/R 值甚小，故 $d\rho/d\theta$ 可看作是一正弦函数，而其波幅取决于 e' 值，e' 愈大，则 $d\rho/d\theta$ 变化的幅度也愈大。所以选用恰当的 e' 值十分重要。如 $\theta_p=90°$，则(6)式变为

$$\frac{d\rho}{d\theta}=e'\sin\theta_p\left(1-\frac{e'}{R}\cos\theta_p\right)=e'=\xi \qquad (8)$$

(8)式表明：只有当 $\theta_p=90°$ 时，矢径 ρ 的变化率方可与工艺要求的收缩系数 ξ 以及当给棉罗拉、给棉板间喂入正常厚度棉层后，二者中心所产生的偏心距 e' 相等。

二、给棉板进出口隔距的计算公式

首先，在 BOA_1 区域内(图 2)取 O_1 点，使 $\overline{OO_1}$ 连线与 O_1x 间夹角 ($<D_1O_1X$)尽量接近 $\theta_p(90°)$，为简便计，令 $<D_1O_1X=\varphi=90°$，而 X 在 $\overset{\frown}{AB}$ 的中点。

其次，在 D_1O 直线上选取适当的偏心距 e' 值，以使拐点处的变化率 $d\rho/d\theta$ 等于设计要求的收缩系数 ξ。

最后，具体设计，作 $<D_1OX=90°$，在 OD_1 上截取 $\overline{OO_1}$，使 $\overline{OO_1}=e'=\xi$。过 O_1 作 $FO_1F_1/\!/POP_1$，则 FO_1F_1 即为喂入棉层号数不同时，给棉罗拉中心 O_1 的上下运动轨迹。这时 $\overline{OO_1}$ 与 OX 间的夹角 φ 亦随之变化。φ 角大(φ')，喂入棉层厚，φ 角小(φ'')，喂入棉层薄(参阅图 3)。以下用 φ 值表示棉层的厚薄。

因 e' 值很小，可近似取

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

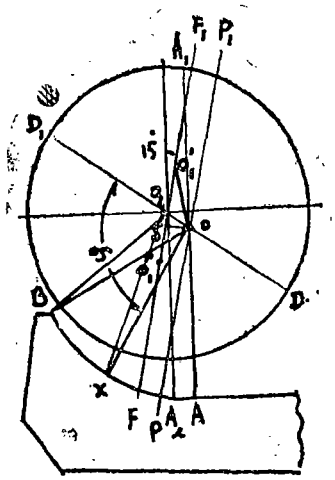


图 2

$$\angle D_1OB \cong \angle D_1O_1B$$

而　　$$\angle D_1OA = \angle D_1O_1A_2$$

$$\angle D_1OB = \varphi - \frac{1}{2}\angle AOB$$

$$\angle D_1OA = \varphi + \frac{1}{2}\angle AOB$$

$\angle AOB$(即 θ_0)因机型而略有差异，现取 $\theta_0 = 50°$。于是

$$\angle D_1OB = \varphi - 25°$$

$$\angle D_1OA = \varphi + 25°$$

由(5)式可知

$$\begin{aligned}\rho_A &= R - e'\cos\theta_A \\ &= R - e'\cos\angle D_1O_1A_2 \\ &= R - e'\cos\angle D_1OA = R - e'\cos(\varphi + 25°)\end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}\rho_B &= R - e'\cos\theta_B \\ &= R - e'\cos\angle D_1O_1B \\ &\cong R - e'\cos\angle D_1OB = R - e'\cos(\varphi - 25°)\end{aligned} \tag{10}$$

当罗拉中心不在标准位置 O_1，而在 O_1'(或O_1'')时(图 3)，则(8)、(9)两式相应为

$$\rho_A = R - e\cos(\varphi + 25°) \tag{11}$$

$$\rho_B = R - e\cos(\varphi - 25°) \tag{12}$$

(式中 e 的意义见下节说明。)

所以

$$a = \rho_A - r \tag{13}$$

$$b = \rho_B - r \tag{14}$$

三、实　　例

今以国产 A186 型梳棉机为例，已知给棉罗拉半径 r = 35 毫米，给棉板圆弧面曲率半径 R = 36 毫米。设计要求的收缩系数 $\xi = 0.3810$，(根据 $e' = \xi$ 以及 $e' = 0.1 \sim 0.5$ 毫米(4″/1000～20″/1000) 的要求，为了有利于对较薄棉层的控制作用，我们采用稍大的 ξ 值为 0.8310 毫米(15″/1000)试设计给棉板的圆弧面并计算空车时隔距及喂入不同棉层厚度时的隔距变化规律。

在图 3 中，作 $\angle D_1OX = \varphi = 90°$，取 $\overline{OO_1} = e' = \xi = 0.3810$ 毫米。当喂入棉层厚度不同时，点 O_1 即沿 FO_1F' 而上下运动。如 O_1' 为 O_1 点上升的瞬时位置，这时 OO_1' 与 OX 的夹角为 φ'(φ' 随棉层厚度而变)。从图中可以发现，实际上存在两个偏心距：一为给棉罗拉中心 O_1 在 D_1O 直线上与给棉板圆弧中心 O 的偏心距 e_1，另一为由于棉层的不同厚度而使 O_1 沿 FO_1F' 上升(或下降)的偏心距 e，e 值同样随棉层厚度而异。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

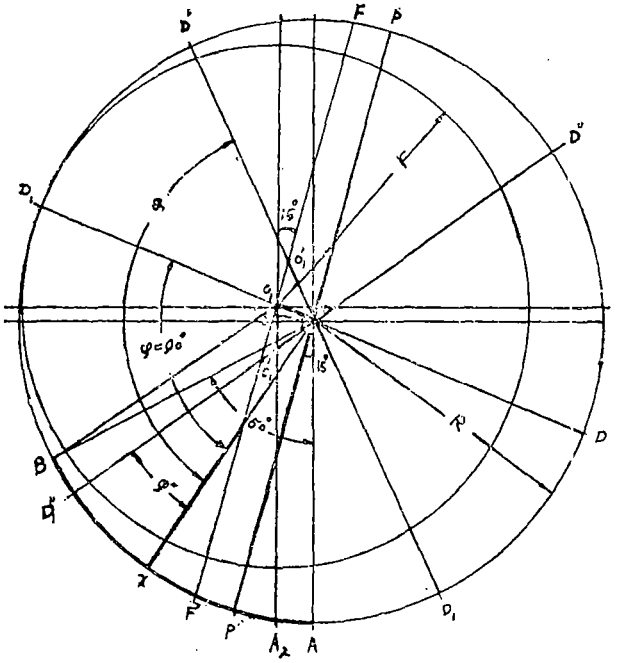


图 3

在图中作 $OS \perp OP$，则

$$\leqslant O_1OS = \leqslant D_1OA - 90° - 15°$$
$$= 90° + 25° - 90° - 15° = 10°$$

$$OS = \overline{OO_1}\cos 10°$$

当 O_1 上升至 O_1'（当然亦可下降至如 O_1'' 点）时，则

$$OO_1' = \frac{OS}{\cos \leqslant O_1'OS}$$

$$= \frac{e'\cos 10°}{\cos(\varphi' - 90° + 10°)}$$

$$= \frac{e'\cos 10°}{\cos(\varphi' - 80°)} \tag{15}$$

然后使用(11)～(14)式计算得表 2 。

由表 2 可见

①由不同的 e' 和 φ' 值条件下计算，均能获得进口隔距大于出口隔距的要求。

②从各个 e' 值算得的 e 值，随 φ' 的大小而近似地成悬链曲线变化(图 4)。且 e 随 e' 加大而加大。e' 小，e 的极差小，其变化幅度也小。反之其变化幅度大。

③进、出口隔距 a、b 值，同样随 φ' 和 e' 而异(图 5)。很明显，a、b 的曲线族在 $\varphi = 90°$ 时均出现拐点。e' 值愈大，a、b 出现的极差也愈大。

④$\xi_{设计}$ 与 $\xi_{实际}$ 之间是有差异的，φ' 愈小（棉层愈薄），$\xi_{设计} > \xi_{实际}$。φ 在 90° 上下（棉

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

层正常），$\xi_{设计} \approx \xi_{实际}$。$\varphi'$愈大（棉层愈厚），$\xi_{设计} < \xi_{实际}$。

表 2

OO_1'与Ox间的夹角 φ'	设计要求的$\xi(e')$（毫米）			偏心距 e（毫米）			进口隔距 a（毫米）		
	方案(1)	方案(2)	方案(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
15°	0.1524	0.3810	0.5080	0.3552	0.8878	1.1838	0.7279	0.3200	0.0931
25°	0.1524	0.3810	0.5080	0.2617	0.6541	0.8722	0.8318	0.5796	0.4394
50°	0.1524	0.3810	0.5080	0.1733	0.4333	0.5777	0.9551	0.8879	0.8505
75°	0.1524	0.3810	0.5080	0.1507	0.3766	0.5022	1.0262	1.0654	1.0872
90°	0.1524	0.3810	0.5080	0.1524	0.3810	0.5080	1.0644	1.1610	1.2147
115°	0.1524	0.3810	0.5080	0.1832	0.4580	0.6107	1.1403	1.3508	1.4678
140°	0.1524	0.3810	0.5080	0.3002	0.7504	1.0006	1.2899	1.7248	1.9665
$H_m = X_{max} - X_{min}$	—	—	—	0.2045	0.5112	0.6817	0.5620	1.4048	1.8734

OO_1'与Ox间的夹角φ'	出口隔距 b（毫米）			实际的 ξ（$\xi_{实际}$）			$H = b/a$（%）			说明
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
15°	0.6502	0.1257	−0.1658(0)	—	—	—	—	—	—	空车隔距
25°	0.7383	0.3459	0.1278	0.1071	0.2678	0.3571	88.75	59.67	29.08	拐点超出A点
50°	0.8429	0.6073	0.4764	0.1286	0.3215	0.4287	88.25	68.39	56.01	拐点未超出A点
75°	0.9031	0.7579	0.6772	0.1411	0.3524	0.4698	88.00	71.13	62.28	拐点在$\overset{\frown}{AX}$之间
90°	0.9356	0.8390	0.7853	0.1476	0.3690	0.4921	87.89	72.26	64.64	拐点在$\overset{\frown}{AB}$中点
115°	1.0000	1.0000	1.0000	0.1608	0.4020	0.5361	87.69	74.03	68.12	拐点未超出B点
140°	1.1269	1.3171	1.4229	0.1868	0.4671	0.6229	87.36	76.36	72.35	拐点超出B点
$H_m = X_{max} - X_{min}$	0.4767	1.1914	1.4229	0.0797	0.1993	0.2658	1.3900	16.690	43.270	极差

注：0.1524 毫米 = 6″/1000；
0.3810 毫米 = 15″/1000；
0.5080 毫米 = 2″/1000；

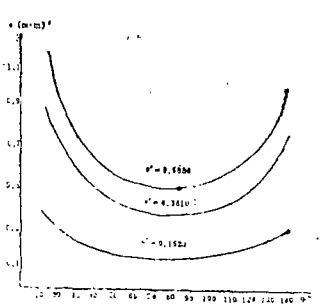


图 4

⑤方案(3)虽对加工轻定量棉层（如 $\varphi' < 75°$）有利，因在同一 φ' 值条件下，其进、出口隔距均较方案(1)、(2)小。但对加工重定量棉层（如 $\varphi' > 115°$）则较差，其进、出口隔距均较方案(1)(2)大。同时在空车运转时，出口隔距出现了负值，给棉罗拉直接与给棉板鼻尖部位发生摩擦，会导致鼻尖磨损，因此必须避免这种现象的发生，故方案(3)不可取，即 $e' \geqslant 0.5$毫米是不合理的。

⑥如加工的棉层定量不变（如 $\varphi = 90°$），应该说进、出口隔距越小，对棉层的握持越牢靠，从这一点讲，方案(2)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

优于方案(1)。

⑦ 我们定义H为出口隔距与进距口隔之比，并以百分率表示。在某一φ'值条件下，H越小，说明在出口处对棉层的握持控制力越大，故方案(2)亦优于方案(1)。

⑧ 由方案(1)、(2)的H值还可以看出：方案(1)随着棉层厚度增厚，出口处对棉层的控制略有提高，但H减少不大。所以e'较小，稍有利于加工重定量棉层，而对轻定量棉层则较逊色。方案(2)相反，它对加工轻定量棉层有好处，而在出口处对重定量棉层的控制要差一些。根据生产实践，在产量一定条件下，采用较轻棉层定量，较快给棉罗拉速度的工艺比棉层重定量，给棉罗拉慢速度工艺对生条质量有利的经验[2][4]，故e'选用较大值为宜，但应控制在0.5毫米以内。

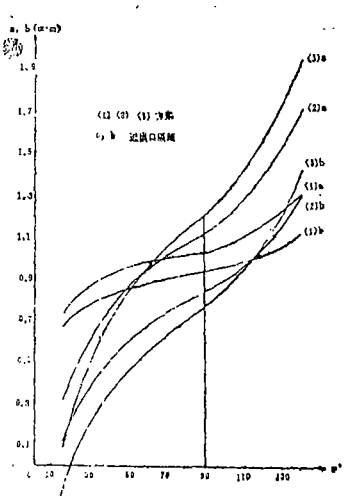


图5

四、小 结

①给棉罗拉与给棉板圆弧面间应采用偏心圆设计，方可满足自进口至出口隔距逐渐缩小的要求，使棉层在前进方向受到逐步加强的控制，有利刺辊对纤维的分梳；

②根据适当的棉层轻定量和给棉罗拉快速度工艺的优点，故选用的偏心距e'值以略大为好。通过分析，我们认为在$A186$型梳棉机的具体条件下，e'值不应超过0.5毫米，否则在空车运转时，会引起给棉板鼻尖处与给棉罗拉表面不必要的磨损；

③影响给棉罗拉与给棉板间进、出口隔距的因素有：给棉罗拉半径(r)，棉层定量(以φ'表示)，给棉板圆弧面的曲率半径(R)，偏心距(e'与e)以及给棉板圆弧面$\overset{\frown}{AB}$所对应的中心角(θ_o)等。其关系式为

$$a = R - e\cos\left(\varphi' + \frac{\theta_o}{2}\right) - r = \rho_A - r$$

$$b = R - e\cos\left(\varphi' - \frac{\theta_o}{2}\right) - r = \rho_B - r$$

$$e = \frac{e'\cos 10^\circ}{\cos(\varphi' - 80^\circ)}$$

参 考 文 献

[1] 刘裕瑄、陈人哲，《纺织机械设计原理》，(上册)，纺织工业出版社，1982.4

[2] 刘国涛，“若干梳棉工艺的探讨”，《无锡轻工业学院学报》，1984.4

[3] 《棉纺学》，(上册)，纺织工业出版社，1980.9

[4] Dr. Zolton S. Szaloki, “High speed Carding and Continuons Carding Feeding”, 1973

[5] 江苏省纺织工业厅，“立达C_4梳棉机消化报告”，1986.4

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net