

牵伸力问题 (II)

——牵伸力与有关工艺参数

刘国涛

(纺织工程系)

摘要 论述了产品支数、捻度、罗拉隔距和加压量等工艺参数与牵伸力之间的关系。

关键词 牵伸力; 捻度; 罗拉隔距; 牵伸倍数

0 前 言

在“牵伸力问题”(I)^[1]中,讨论了计算牵伸力的依据,分析了纤维的摩擦性能和牵伸倍数与牵伸力之间的关系。指出纤维长度对牵伸力的影响并不显著,而牵伸倍数对牵伸力的影响较大。同时阐明了“临界牵伸”并非某固定值,而是存在于一个区间内的具有波动的值。本文继续讨论有关工艺参数对牵伸力的影响问题。

1 产品支数与牵伸力

如使输出产品支数不变,可以通过采用喂入半制品支数降低,牵伸倍数增加或者半制品支数提高,牵伸倍数减小两种方法之一达到。今以前一种方法作为讨论问题的出发点。

设改变前与改变后的半制品统计性能保持不变,而单位时间内喂入的纤维根数多了 β 倍,这时新的纤维排列图方程为

$$y = \beta \varphi(x) \quad (1)$$

根据牵伸力的通式(13)^[1]:

$$F_D = \frac{a}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x) \cdot F(x) \int_{-lm}^{x-K} \varphi(s) \cdot ds dx + a \int_0^K \lambda(x) \cdot F(x) \int_{x-K}^0 \varphi(s) \cdot ds \cdot dx$$

对于新条件有:

$$F_{(D,\beta)} = \frac{\beta a}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x) \cdot F(x) \int_{-lm}^{x-K} \varphi(s) \cdot ds dx + \beta a \int_0^K \lambda(x) \cdot F(x) \int_{x-K}^0 \varphi(s) \cdot ds \cdot dx \quad (2)$$

收稿日期:1994-03-

当 $D > 1.75$ 时, 纤维间遵循干摩擦定律, 于是

$$F(x, \beta) = \mu P(x, \beta) \quad (3)$$

因此

$$\begin{aligned} F_{(D, \beta)} &= \frac{\beta a \bar{\mu}}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x, \beta) \cdot P(x, \beta) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx \\ &\quad + \beta \bar{\mu} a \int_{x_0}^R \lambda(x, \beta) P(x, \beta) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \end{aligned} \quad (4)$$

考虑到喂入半制品支数不同, $\lambda(x, \beta)$ 与 $P(x, \beta)$ 的乘积亦会发生差异, 故不作常数而移于积分符号之外。但 $\beta \cdot \varphi(x)$ 的乘积并不改变(7) 式^[1] 根的数值, 故积分限不随 β 而变化。

当 $D \leq 1.75$ 倍时, 纤维间遵循粘摩擦定律, 于是由(21)^[1] 式得

$$\begin{aligned} F_{(D)} &= a \bar{\mu} (V_F - V_B) \left\{ \int_0^{x_0} \lambda(x) S(O') \bar{S}^{(F)}(x) dx + \int_{x_0}^R \lambda(x) S(O') \bar{S}^{(B)}(x) dx \right\} \\ &= a \bar{\mu} V_F \left(1 - \frac{V_B}{V_F} \right) \left\{ \int_0^{x_0} \lambda(x) S^{(F)}(x) dx + \int_{x_0}^R \lambda(x) S^{(B)}(x) dx \right\} \\ &= a \bar{\mu} V_F \left[1 - \frac{V_B}{V_F} \right] \left\{ \frac{1}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx + \int_{x_0}^R \lambda(x) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \right\} \\ &= a \bar{\mu} V_F \left(\frac{D-1}{D} \right) \left\{ \frac{1}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx + \int_{x_0}^R \lambda(x) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

在新条件下

$$\begin{aligned} F_{(D, \beta)} &= \beta a \bar{\mu} V_F \left(\frac{D-1}{D} \right) \left\{ \frac{1}{D} \int_0^{x_0} \lambda(x, \beta) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx \right. \\ &\quad \left. + \int_{x_0}^R \lambda(x, \beta) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \right\} \end{aligned} \quad (6)$$

由(6)式^[1] 知, 当牵伸倍数为 D_0 时 ($x = R$), 牵伸罗拉中的纤维根数等于

$$S(R) = \int_0^0 \varphi(s) ds + \frac{1}{D_0} \int_{-lm}^0 \varphi(s) ds = \frac{1}{D_0} \int_{-lm}^0 \varphi(s) ds \quad (7)$$

对于新条件下有:

$$S(R) = \frac{\beta}{D_0} \int_{-lm}^0 \varphi(s) ds \quad (8)$$

已知输出产品支数不变, 在喂入的半制品纤维根数多了 β 倍的情况下, 新的牵伸倍数势必为 βD_0 倍, 这时的牵伸力公式为:

$$\begin{aligned} F_{(\beta D_0, \beta)} &= \frac{\bar{\mu} a}{D_0} \int_0^{x_0} \lambda(x, \beta) P(x, \beta) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx \\ &\quad + \beta \bar{\mu} a \int_{x_0}^R \lambda(x, \beta) P(x, \beta) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \end{aligned} \quad (9)$$

在新条件下, 有与(6)式相似的公式:

$$\begin{aligned} F_{(\beta D_0, \beta)} &= \frac{a \bar{\mu} V_F}{D_0} (D_0 \beta - 1) \left\{ \frac{1}{\beta D_0} \int_0^{x_0} \lambda(x, \beta) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx \right. \\ &\quad \left. + \int_{x_0}^R \lambda(x, \beta) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

考虑到除“后区牵伸”外,一般罗拉牵伸的主区牵伸倍数多大于1.75倍的普遍情况,并设

$$y = \varphi(x) = c$$

即纤维等长,且等于罗拉中心距离,于是根据(26)式^[1]有:

$$F_{(\beta D_0, \beta)} = \beta a \bar{\mu} S(O') \left\{ \frac{1}{\beta D_0} \int_0^{\frac{\beta D_0}{\beta D_0 + 1} R} \lambda(x, \beta) P(x, \beta) \frac{x}{R} dx + \int_{\frac{\beta D_0}{\beta D_0 + 1} R}^R \lambda(x, \beta) P(x, \beta) \left(1 - \frac{x}{R} \right) dx \right\} \quad (11)$$

通过计算,并略去在牵伸区中不同点 x 的影响(即 $\lambda(x, \beta)$ 用 $\lambda(\beta)$ 替代, $P(x, \beta)$ 用 $P(\beta)$ 替代,其误差不致太大),可得与(27)式^[1]相似的方程式:

$$F_{(\beta D_0, \beta)} \approx \frac{1}{2} \beta \bar{\mu} a \lambda(\beta) P(\beta) S(O') R \left(\frac{1}{\beta D_0 + 1} \right) \quad (12)$$

设 $D = D_0 \beta$

而且 $D_0 \leq D \leq D_1$ 范围内变化,则 β 在 $1 \leq \beta \leq \beta_1 = D_1/D_0$ 的范围内变化。

当 $\beta = 1$ 时的牵伸力为(由(9)式):

$$F_{(D_0, 1)} = \frac{\bar{\mu} a}{D_0} \int_0^{x_0} \lambda(x, 1) P(x, 1) \int_{-lm}^{x-R} \varphi(s) ds dx + \bar{\mu} a \int_{x_0}^R \lambda(x, 1) P(x, 1) \int_{x-R}^0 \varphi(s) ds dx \quad (13)$$

根据(12)式,当 $\beta = 1$ 时,有

$$F_{(D_0, 1)} \approx \frac{1}{2} \bar{\mu} a \lambda(1) P(1) S(O') R \left(\frac{1}{D_0 + 1} \right) \quad (14)$$

设 $R_t = \frac{(12)}{(14)} = \frac{F_{(\beta D_0, \beta)}}{F_{(D_0, 1)}} \quad (\text{理论值})$

$$\approx \frac{\lambda(\beta) \cdot P(\beta)}{\lambda(1) \cdot P(1)} \cdot \frac{\beta(D_0 + 1)}{\beta D_0 + 1} \quad (15)$$

当 $\beta = 1$, 上式比值等于1. 随着 β 的增加, $\beta \rightarrow \beta_1$ 时, 则比值趋向于:

$$\lim_{\beta \rightarrow \beta_1} \frac{\lambda(\beta) \cdot P(\beta)}{\lambda(1) \cdot P(1)} \cdot \frac{\beta_1(D_0 + 1)}{\beta_1 D_0 + 1} \quad (16)$$

研究表明^[2]: 在采用不同支数的棉条, 在并条机上(牵伸倍数2~8倍, 罗拉中心距37mm)制成支数为2.24⁸的熟条, 所得牵伸力与牵伸倍数的实验曲线如图1中曲线1所示。这条曲线可作如下解释: 因纺出支数不变, 而喂入支数降低后, 使喂入罗拉处的摩擦力界扩展, 每根快速纤维受到的阻力增加, 牵伸力亦增大。

图1中曲线4表示理论值 R_t , 它与曲线1在 $D=4, \beta=2$ 的条件下重合得很好, 而在其他部位与实验曲线之间有一定的差

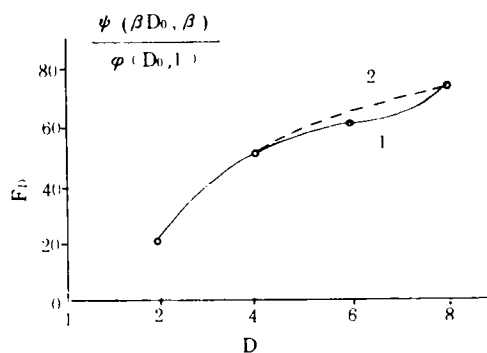


图1 理论曲线与实践曲线

距,但在 $D = 8, \beta = 4$ 时又重合,说明实验曲线与理论曲线十分接近。

2 捻度与牵伸力

已有试验表明^[3],当喂入半制品为有捻粗纱时,牵伸力并不与 $1/D$ 成直线关系,而呈曲线关系(图 2)。捻度多,牵伸力大, $1/D$ 值愈小(D 值愈大),不同捻度的半制品,牵伸力的差异不显著, D 值越小,牵伸力的差异很大。因牵伸倍数大时,牵伸区中的捻回迅速解体,捻度对牵伸力的影响不明显。牵伸倍数小($1/D$ 值大),纤维间因张力而产生的向心压力大,纤维间接触紧密,快速纤维从慢速纤维中抽引时所受到的总摩擦阻力增加,牵伸力相应上升。如喂入粗纱不匀率大,由于粗、细段粗纱具有很大的差异,会导致牵伸力在较大幅度内变化且不稳定,这对成纱质量极为不利。

3 罗拉隔距与牵伸力

实践说明:罗拉中心距很大时,隔距的减小对牵伸力影响不大(图 3),甚至没有影响。因为这时喂给罗拉附近的摩擦力界对快速纤维不起作用,随着隔距的逐步缩小,牵伸力缓慢增加。隔距小到某种程度后,牵伸力急剧增大。这是由于部分长度大于罗拉中心距的纤维,其一端仍处于喂给罗拉的握持下,牵伸罗拉不仅要克服纤维间的摩擦力,而且还要将部分长纤维从后钳口中抽出的缘故。

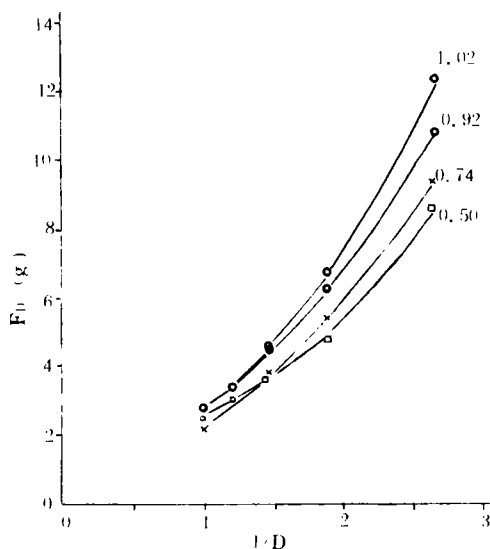


图 2 牵伸力与牵伸倍数

注:试验条件:头道粗纱(1g/m) Texas Cotton(得克萨斯棉)。曲线端数字为 25.4mm 中的捻回数。

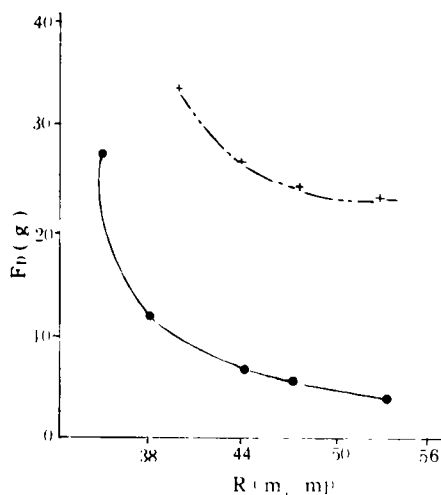


图 3 牵伸力与罗拉隔距

— • • × — 梳棉棉条
— • — 二道并条棉条

4 其他有关因素与牵伸力

1) 罗拉加压量大,罗拉中心距不变,摩擦力界的幅度和强度均相应增加。牵伸力亦增大。

2) 牵伸区中使用集合器后,提高了纤维间的密集度,牵伸力增大,集合器口径愈小,牵伸力愈大,基本成直线关系。

3) 喂入半制品中纤维呈卷曲交错纠缠排列时,牵伸力较大,纤维愈平行伸直,牵伸力愈小,例如梳棉棉条的牵伸力大于二道并条棉条的牵伸力,如图3所示。

4) 以梳棉棉条在梳棉机上输出方向喂给牵伸区时(纤维多为后弯钩),其牵伸力比反向牵伸(纤维多为前弯钩)约大15%~20%,因后弯钩纤维在牵伸区中需舒展其弯钩部分的长度而增大快速纤维抽出时的摩擦力。这种效应在头道并条机后仍旧存在。

5) 喂入半制品定量不变,纤维愈细,横断面中纤维根数愈多,且其表面积大,牵伸力也大。

6) 不同类型的纤维,具有不同的摩擦系数和其他物理性能,在同一工艺条件下,其牵伸力亦异。毛纤维表面具有鳞片和较多的卷曲,牵伸时牵伸力最大,其次是棉纤维。人造纤维总的说来摩擦系数最小,牵伸力也较小。在实际罗拉牵伸过程中,如何合理控制牵伸力大小与保持牵伸力的稳定?控制牵伸力的最基本原则之一是使牵伸力小于罗拉的握持力。决定罗拉握持力的除与皮辊的回转灵活度、表面平整度与弹性,罗拉沟槽的棱角状态有关外,主要决定罗拉加压量。如牵伸力大于罗拉握持力,须条会在罗拉钳口处打滑,有时甚至出硬头。例如使用细长纤维纺制同支棉纱时,在罗拉加压量不变条件下,为了减小牵伸力,可适当放大罗拉隔距。但放大隔距后,浮游纤维量增加,对输出产品的条干不利。为了解决牵伸力与握持力之间不相适应的矛盾,罗拉隔距在偏小(紧隔距)掌握的同时,应适当增大罗拉加压量(重加压),这样既可免除纤维在罗拉钳口处打滑,又可提高输出产品的均匀度。

为求得牵伸力的稳定,减小牵伸力的波动及其波动幅度,特别要控制各批混合棉的物理性能,如纤维长度、纤维支数、成熟度、整齐度以及化纤的油剂量等的差异范围。当不能稳定牵伸力的要求时,可辅之以调节有关工艺参数,如增减罗拉隔距和罗拉加压量以及改变粗纱捻系数等。

5 小 结

1) 纺纱时的各种工艺参数,特别是罗拉隔距、牵伸倍数、加压大小、喂入半制品的定量或支数、半制品中是否有捻度以及捻度的多少,牵伸区中附加摩擦力界的布置等,会在很大程度上影响牵伸力的值。

2) 为合理控制牵伸力并保持其稳定,要对控制力与牵伸力之间的匹配关系作细致的研究,同时必须掌握各工艺参数的合理调节与控制。

完

参 考 文 献

- 1 刘国涛. 牵伸力问题(I). 无锡轻工业学院学报, 1994, 13(3)
- 2 Л. И. Серовостянов и Б. К. Кучеров. Текс пром., 1954, 9
- 3 Cavaney B., Foster G A R. J T I, 1954, 45 T. 151
- 4 Mortindale. J T I, 1947, 38 T. 151
- 5 В. Е. 左基柯夫. 纤维材料纺纱原理. 中国财政出版社, 1962
- 6 中国纺织大学棉纺教研室. 棉纺学: 下册. 纺织工业出版社, 1988
- 7 Foster G A R. The Principles of Roller Drafting and the Irregularity of Drafted Materials. 1958

The Problem of Drafting Force (II)

Liu Guotao

(Dept. of Textile Eng.)

Abstract In this paper, the effect of relative parameters such as drawing ratio, twist and roller gauge on the drafting force are analyzed mathematically and discussed.

Key-words Drafting force; Twist; Roller gauge; Drawing ratio