

细纱张力目测法

周启澄

(中国纺织大学)

【摘要】 本文从古典张力理论提出了通过目测气圈最大半径处的高度来估量纺纱张力的实用方法。同时提出降低大小纱断头的措施。

一、细纱张力理论的实用化

据资料^[1]，在钢丝圈处纺纱张力的垂直分量为：

$$T_0 = (\omega^2 R G / g) / \{ K [\sqrt{1 - (d/2R)^2} + d/(2Rf)] - 1 \} \quad (1)$$

气圈的近似方程为正弦曲线^[2]

$$y = \rho \sin(2\pi x / \lambda) \quad (2)$$

气圈正弦曲线的波长为：

$$\lambda = 2\pi \sqrt{g T_0 / W \omega^2} \\ = 2\pi \sqrt{(R G / W) / \{ K [\sqrt{1 - (d/2R)^2} + d/(2Rf)] - 1 \}} \quad (3)$$

由式(3)可见：(1) λ 与锭速大小无关；(2) λ 与 $\sqrt{G/W}$ 成正比，故可通过 G 来调节；(3) d 大则 λ 小， d 小则 λ 大；即钢领板每一短动程中， λ 的变化大；(4) λ 与气圈高度无关，即在一落纱长动程中， λ 无变化。

气圈正弦曲线的波幅为：

$$\rho = R \sec[2\pi(h - \lambda/4) / \lambda] \quad (4)$$

由式(4)可见：(1) λ 大则 ρ 小，结合上文，则 d 小时 ρ 小；(2) 当 $h = \lambda/4$ ， $\rho = R$ ； $h = \lambda/12$ 或 $5\lambda/12$ ， $\rho = 2R$ ； $h = \lambda/18$ 或 $4\lambda/9$ ， $\rho = 3R$ ； $h = \lambda/24$ 或 $11\lambda/24$ ， $\rho = 4R$ 。(当 $h < (\lambda/4)$ 时， ρ 是虚的，在钢领板以下。)

$$\text{由式(3)，} T_0 = (W \omega^2 / g) (\lambda / 2\pi)^2 \quad (5)$$

可见， T_0 可通过波长 λ 的大小求出。

在导纱钩处的气圈张力为^[3]：

$$T_0 = T_s [1 + 20(\rho / \lambda)^2] \\ = W \omega^2 [(\lambda / 2\pi)^2 + \rho^2 / 2] / g \quad (6)$$

在以上诸式中： ω = 钢丝圈回转速度(弧/秒 = 10 转/分)； R = 钢领半径(厘米)； G = 钢丝

圈重量(克)； g = 重力加速度(981 厘米/秒²)； K = 比例常数； d = 卷绕直径(厘米)； f = 钢丝圈和钢领间的摩擦系数； W = 细纱线密度(克/厘米 = 10⁵ 特)； h = 气圈高度(厘米)。

计算实例：锭速 7000 转/分和 9000 转/分，纺 20 特毛纱，钢领半径为 2.5 厘米。

$W = 20$ 特 = 0.0002 克/厘米； $\omega = 7000$ 转/分 = 700 弧/秒 或 = 9000 转/分 = 900 弧/秒；则在 7000 转/分时， $T_s = \lambda^2 / 395$ ；在 9000 转/分时， $T_s = \lambda^2 / 239$ 。

在 B583A 细纱机上，当 λ 为 50、60、70 厘米时，计算结果见表 1。

表 1 气圈张力垂直分量 T_0

λ (厘米)	50	60	70	备注
T_0 (厘牛)	6.3	9.1	12.4	锭速7000转/分
	10.5	15.1	20.5	锭速9000转/分

由式(6)，令 $\Delta = W \omega^2 R^2 / 2g$

$$T_0 - T_s = W \omega^2 \rho^2 / 2g \quad (\text{不因 } \lambda \text{ 变化而变化}) \quad (7)$$

当 $h = \lambda/4$ ，则 $\rho = R$

$$T_0 - T_s = W \omega^2 R^2 / 2g = \Delta$$

当 $\omega = 7000$ 转/分时， $\Delta = R^2 / 20$ ， $R = 2.5$ 时， $\Delta = 0.31$ (厘牛)；当 $\omega = 9000$ 转/分时， $\Delta = R^2 / 12$ ， $R = 2.5$ 时， $\Delta = 0.52$ (厘牛)。

当 $h = \lambda/12$ 或 $5\lambda/12$ 时， $\rho = 2R$ ，这已接近碰隔纱板， $T_0 - T_s = 4\Delta$ 即 1.24 或 2.08(厘牛)。

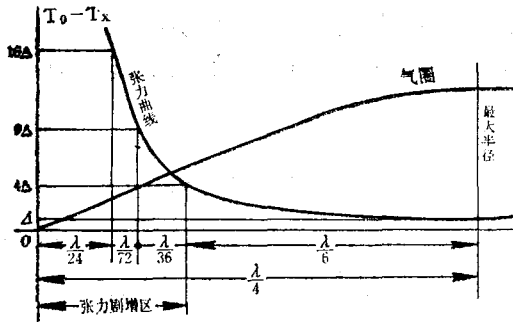
当 $h = \lambda/18$ 或 $4\lambda/9$ 时， $\rho = 3R$ 要严重碰隔纱板。

$T_0 - T_s = 9\Delta$ 即 2.79 或 4.68(厘牛)张力剧增。

表 2 不同气圈高度时的张力

锭 速		7000转/分			9000转/分		
波长 λ	(厘米)	50	60	70	50	60	70
垂直分量 T_z	(厘牛)	6.3	9.1	12.4	10.5	15.1	20.5
气圈高度 $h = \lambda/4$	(厘米)	12.5	15.0	17.5	12.5	15.0	17.5
T_0	(厘牛)	6.6	9.4	12.7	11.0	15.6	21.0
$h = \lambda/12$ 或 $5\lambda/12$	(厘米)	4.2 或 20.8	5.0 或 25.0	6.0 或 29.0	4.2 或 20.8	5.0 或 25.0	6.0 或 29.0
T_0	(厘牛)	7.5	10.3	13.6	12.6	17.2	22.6
$h = \lambda/18$ 或 $4\lambda/9$	(厘米)	2.8 或 22.2	3.3 或 26.7	3.9 或 31.1	2.8 或 22.2	3.3 或 26.7	3.9 或 31.1
T_0	(厘牛)	9.1	11.9	15.2	15.2	19.8	25.2
$h = \lambda/24$ 或 $11\lambda/24$	(厘米)	2.1 或 22.9	2.5 或 27.5	2.9 或 32.1	2.1 或 22.9	2.5 或 27.5	2.9 或 32.1
T_0	(厘牛)	11.3	14.1	17.4	18.8	23.4	28.8

当 $h = \lambda/24$ 或 $11/24$ 时, $\rho = 4R$, $T_0 - T_z = 16\Delta$ 即 4.96 或 8.32(厘牛)张力更剧增。



气圈不同高度的张力变化

气圈不同高度时的张力变化示于上图。结合上例数据计算结果见表 2。

由图与表 2 可见, 当 $h = \lambda/4$ 时, 导纱钩处张力最小, 离开这个位置往上或往下 $\lambda/6$ 距离, 张力增大 3Δ ; 再往上或往下离开 $\lambda/36$,

张力再增大 5Δ ; 再往上或往下离开 $\lambda/72$, 张力还要增大 7Δ , ... 即气圈高度离开 $\lambda/4$ 愈远, 张力累进地增大。因此合理的卷绕位置应使气圈高度保持在 $\lambda/4 \pm \lambda/6$ 的范围之内。即筒管上绕纱的部分的中位线应当正好与气圈最大半径位置相吻合。中位线高于最大气圈半径位置, 则大纱张力过大, 反之则小纱张力过大, 都不相宜。

二、实测数据

在 B538A 型细纱机上对 45/55 毛涤 20 特纱(捻度 557 捻/米, 钢丝圈 27 号), 用自制测量仪器同时对 4 只锭子测定在钢丝圈每一回转中的导纱钩处张力峰值。由单板计算机自动打印出连续 200 个峰值的平均值。位置“始纺” $h \approx 22$ 厘米, “成形” $h \approx 17.5$ 厘米, “中纱” $h \approx 13.5$ 厘米, “满纱” $h \approx 5$ 厘米。测量结果

表 3 实测纺纱张力峰值

单位: 厘牛 200 次平均

锭速(转/分)		7000				9000			
编号	钢领板位置	始纺	成形	中纱	满纱	始纺	成形	中纱	满纱
1	上端	22.2	22.9	22.4	25.6	37.0	36.8	31.6	42.4
	下端	21.0	16.6	17.9	15.3	34.9	26.1	27.4	23.2
2	上端	19.6	16.5	16.5	19.2	35.5	29.1	30.3	38.1
	下端	19.9	15.7	14.6	12.5	36.0	22.3	24.8	19.8
3	上端	17.2	16.1	16.3	18.0	25.0	25.1	25.2	24.0
	下端	17.3	14.8	14.9	11.6	23.8	23.2	20.5	21.0
4	上端	15.4	16.3	13.6	13.2	20.6	21.7	18.9	15.5
	下端	17.2	11.6	10.9	8.5	21.1	15.2	14.0	13.7
平均	上端	18.6	18.0	17.2	19.0	29.5	28.2	26.5	30.0
	下端	18.9	12.2	14.6	12.0	29.0	21.7	21.7	19.4

见表3。为了便于测定，导纱钩改为固定，气圈环未用。

对照表2的计算数和表3的实测数，实测张力略大。这是因为理论简化公式中忽略了空气阻力，约有8%的误差。两头大中间小和最大与最小之差(不同卷绕高度之间)在7000转/分时为1~2克，在9000转/分时为2~3克和计算结果一致。如把 $\rho \approx 70$ 厘米，即气圈最大半径离导纱钩17.5厘米左右的计算数据与实测下端张力(始纺时因直径为空管除外)相比较，数据和变化规律十分接近。

三、张力目测法

如仿表2，将现纺纱支具体数据事先做好计算表，则只要在始纺时，观察气圈最大半径离导纱钩的垂直距离及气圈高度，即可从计算表上查得纺纱张力。在实用上，可在筒管绕纱部位全长一半处涂上記号线。始纺时，如气圈最大半径位置与此记号高度相仿，工艺即为正常。如气圈最大半径位置低于记号高度，说明 λ 偏大，即张力偏大，则满纱时会进入张力剧增区，大纱断头增多，此时应把钢丝圈换轻一些。如气圈最大半径位置高于记号线，说明

λ 偏小，此时始纺时会进入张力剧增区，小纱断头增多，应当把钢丝圈加重。

由图可见，为避免进入张力剧增区，使 $T_0 - T_1 \leq 4\Delta$ ，则卷装高度以 $\lambda/3$ 为限。即合理卷装高度为记号线至导纱钩垂直距离的4/3倍。在B583机上记号线至始纺导纱钩距离约16.5厘米，故合理卷装尺寸 ≤ 22 厘米，现为23厘米，如不设气圈环，大小纱时均将进入张力剧增区。现卷绕点离导纱钩距离为10.5~28.0厘米， $\lambda = 66$ 是合适的，这是因为导纱钩在一落纱中是上升的，使满纱时 h 不会进入张力剧增区。

用气圈环则情况稍有不同，可把气圈环以上部分气圈的最大半径与始纺时气圈环以上的绕纱部分的中位线相平齐为最优工艺条件。

参 考 资 料

- [1] 《纤维材料纺纱原理》，中国财经出版社，1962年，p.481。
- [2] 《毛纺学》，纺织工业出版社，1981年，下册，p.276~297。
- [3] 《棉纺工程》，纺织工业出版社，1978年，下册p.201。