

Z113 型提花圆机牵拉张力测试与分析

潘伯荣 许吕崧 汤振民 王南平 徐淳然

(华东纺织工学院)

(上海纺织科学研究院)

一、牵拉机构工作原理和牵拉张力基本方程

Z113 型提花圆机的牵拉机构如图 1 所

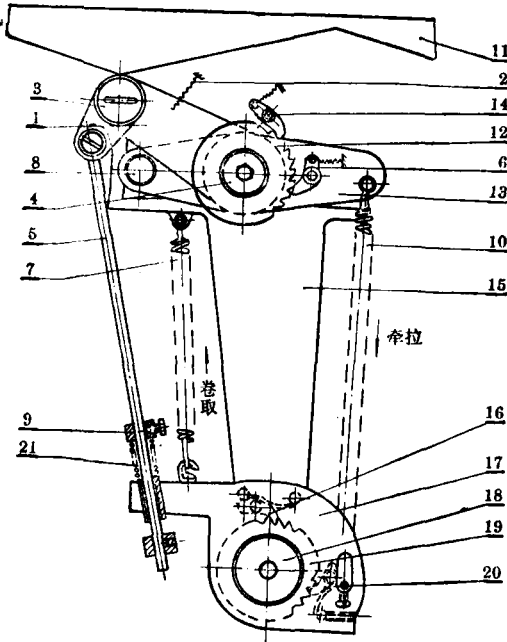


图 1 Z113 型提花圆机牵拉机构

- 1-摆杆; 2-弹簧; 3-转子; 4-牵拉辊轴; 5-连杆;
- 6-撑动掣子; 7-卷取弹簧; 8-转子; 9-调节紧圈;
- 10-牵拉弹簧; 11-凸轮; 12-棘轮; 13-杠杆; 14-防退掣子; 15-卷布架; 16-防退掣子; 17-罩壳; 18-卷布辊轴; 19-卷布棘轮; 20-推动掣子; 21-压簧。

示。当转子 3 沿凸轮 11 下降时，通过摆杆 1 压下转子 8，拉伸牵拉弹簧 10，使弹簧储藏变形能。当转子 3 在弹簧 2 作用下沿凸轮上升时，受拉伸的弹簧 10 放出变形能，使杠杆 13 上的撑动掣子 6 撑动棘轮 12，带动同轴的牵拉辊产生牵拉动作。在牵拉辊两端各装一套上述机构，共同对牵拉辊起作用。

根据牵拉机构的工作原理，牵拉时可建立牵拉张力和弹簧弹力的力矩平衡方程式(见图 2)。

$$\begin{aligned}
 T \cdot r + (P_A + P_B) \cdot \overline{oc} \cdot \cos\theta + (\overline{W}_1 + \overline{W}_1') \cdot \overline{of} \cdot \cos\alpha + N \cdot r' \\
 = (F_A + F_B) \cdot \overline{od} \cdot \cos\alpha + (\overline{W}_2 + \overline{W}_2') \cdot \overline{oe} \cdot \cos\alpha \\
 = K(X_A + X_B) \overline{od} \cdot \cos\alpha + (\overline{W}_2 + \overline{W}_2') \overline{oe} \cdot \cos\alpha \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

- 式中：T——牵拉张力；
- r——牵拉辊半径；
- F_A, F_B ——牵拉辊牵拉弹簧弹力；
- K——弹簧的弹性模量；
- X_A, X_B ——牵拉辊 A、B 端弹簧伸长；
- $\overline{W}_1, \overline{W}_1', \overline{W}_2, \overline{W}_2'$ ——牵拉辊两端杠杆 13 的重量；
- N——牵拉时牵拉辊所受摩擦阻力；
- r' ——牵拉辊的摩擦半径；
- θ ——摆杆 1 与杠杆 13 间夹角；
- α ——杠杆与水平线间的夹角；
- P_A, P_B ——牵拉辊 A、B 端摆杆对转子 8 的压力；

式(1)中杠杆重量 $\overline{W}_1, \overline{W}_1', \overline{W}_2, \overline{W}_2'$ 及夹角 θ 是不变的，摩擦阻力矩 Nr' 也可认为是不变的，由于杠杆 13 摆幅较小， $\angle\alpha$ 变动不大，故力臂亦可近似认为不变，只有 P_A, P_B, F_A, F_B 是变量。在工作过程中， P_A, P_B 为弹簧弹力 F_A, F_B 所制约，而 F_A, F_B 与弹簧的伸长成正比，因此牵拉时牵拉张力实为弹簧伸长函数，可用下式表示：

$$T = f(X_A, X_B) \dots \dots \dots (2)$$

我们用非电量测法反复测试了 Z113 型提花圆机上织物的牵拉张力。

二、测试条件

机器型号：Z113 型提花圆机，30 英寸；

机 号：22 针/英寸，
 机 速：9.5 转/分（每转 6.35 秒），
 进线路数：36 路（分布于机器四周的 3/4 区域）；

6 路（集中于针门附近，在机器的 7/8 区段不进线）；

使用原料：100 旦低弹涤纶丝，
 织物组织：变换组织、双色提花组织，
 测试项目：织物牵拉张力、针筒转数，
 测试用传感器：接触式针筒转数传感器，

针刺插入式圆弧形测力传感器，

使用仪器：SC-16 光线示波器、Y6D-3A 动态应变仪。

测试前将圆弧形测力传感器插入针筒附近的织物上。将接触式针筒转数传感器的一片装在近针门的车脚上，另一片装在卷布架上。机器开动后，对织物牵拉张力及针筒转数进行测试。牵拉张力波动讯号经动态应变仪后，与针筒转数讯号分别输入 SC-16 光线示波器。测试结果记录在紫外线感光记录纸上。

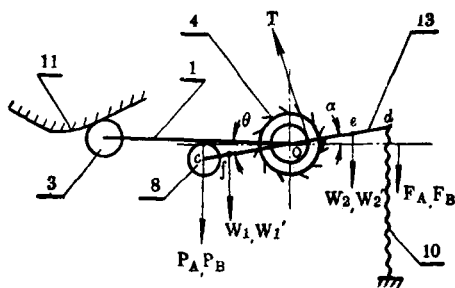


图 2

注：数学代号说明同图 1

三、测试结果及分析

测试所得的牵拉张力波形图如图 3、4。从图 3、4 中可看出，针筒一转，张力波形有十个重复，波动频率为 20 次/转。每个单元中张力有两高两低，波动的统计分析列于表 1。这种波动情况，与牵拉机构的结构和工作有关，与牵拉弹簧弹力大小和变动情况有关。测试的结果可用前述公式(1)、(2)中变量的变

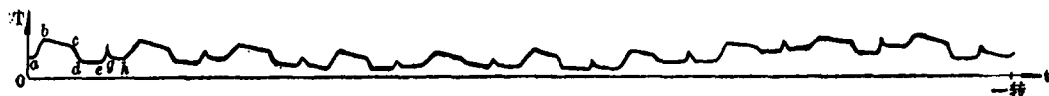


图 3 36 路进线

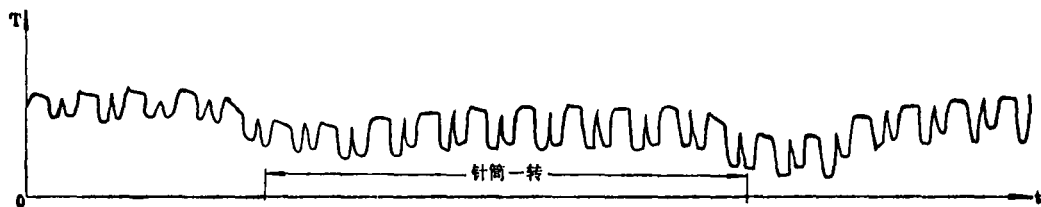


图 4 6 路进线

化情况来分析。

为分析方便起见，将牵拉辊两端转子与凸轮的相对位置、工作情况、弹簧弹力、牵拉张力的变化情况表示如图 5。从图中可以看出，两端转子与凸轮的作用在时间上有一个相位差。根据实测：当 A 端转子处于图 5 中①位置时，B 端转子处于 1 位置。它们受

凸轮的作用不同，从而影响到牵拉弹簧的拉伸状态。转子与凸轮的相对位置及工作状态，可分为五个阶段：

第一阶段

A 端转子从①→②（见图 5—VI），这时摆杆 1 与转子 8 已不接触， $P_A=0$ 。A 端牵拉弹簧在逐渐回复的过程中，弹力 F_A 逐渐

表1 Z113型提花圆机牵拉张力波动情况分析

分析项目	分析项目	统计范围	极差 (毫米)	波动平均值 \bar{X} (毫米)	均方差 σ (毫米)
36路进线	两只牵拉弹簧	短片段 (针筒一转)	11	5.96	3.78
		长片段	11	5.12	3.38
	一只牵拉弹簧	短片段	6	4.04	1.76
		长片段	7	4.2	1.64
6路进线	两只牵拉弹簧	短片段	12	6.24	3.0
		长片段	12	6.4	3.12
	一只牵拉弹簧	短片段	10	4.4	2.8
		长片段	13	5.4	3.4
两只牵拉弹簧 (弹力加大)	短片段	36	20.78	9.42	
	长片段	38	21.8	9.36	

注：为减少条件误差等的影响，将实测所得的曲线的波动情况作比较，将零线都移到曲线波动的最低点。

减小，见图5—IV。

B端转子从1→2(见图5—V)，凸轮轮廓从圆弧变为直线，转子上升速度加快。当转子在1点时，B端弹簧起牵拉作用的弹力 F_B 最大(见图5—III)，以后随着转子逐渐上升，弹簧逐渐回复，弹力 F_B 相应减小，其减小的规律与凸轮轮廓曲线和弹簧在大阻尼情况下回复的规律有关。这样，当A、B端转子分别在①与1位置上时，在力矩平衡系统中弹簧总弹力($F_{a'} = F_A + F_B$)比原来的弹力明显增加(见图5—II)，平衡系统破坏，杠杆13通过撑动掣子6使棘轮12转动，牵拉织物。这时牵拉速度大于编织速度，织物张力迅速上升，其上升速度受凸轮轮廓制约，如图5—I中的a—b段所示。随着牵拉的进行，A、B两端弹簧回复，总弹力相应下降，如图5—II中 $F_{a'} - b'$ 。

当织物张力上升以后，力矩平衡系统在新的条件下(织物张力为 T_b ，弹簧总弹力为 $F_{b'}$ ……)达到平衡。弹簧回复减缓，转子8与摆杆1脱离，转子3虽仍沿凸轮运动，但凸轮将不对杠杆13起作用， $P_B = 0$ ， $P_A = 0$ 。这时牵拉速度与编织速度相适应。

第二阶段

A端转子从②→③，A端弹簧随着牵

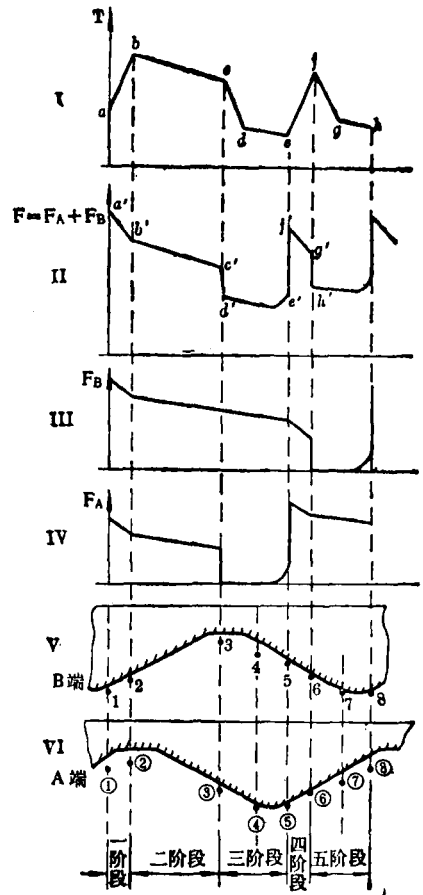


图5

拉的进行而回复，弹力相应减小($F_A \downarrow$)。B端转子从2→3，B端弹簧弹力也逐渐减小($F_B \downarrow$)。弹簧总弹力($F_{b'-c'} = F_A + F_B$)亦相应减小，织物张力 T 如图5—I中b—c段。

第三阶段

B端转子从3→4→5，B端弹簧弹力 F_B 继续减小($F_B \downarrow$)(见图5—III)， $P_B = 0$ 。

A端转子从③→④时，A端转子在凸轮斜面作用下下降，于是通过摆杆1对转子8的作用，使杠杆13按逆时针方向摆动，A端弹簧受到拉伸。由于撑动掣子6能在棘轮12上打滑，故压力 P_A 及弹力 F_A 都不对牵拉辊发生作用，在平衡力系中 F_A 突然消失， $F_A = 0$ ， $P_A = 0$ 。

当A端转子从④→⑤时，由于此段凸轮轮廓为一平坦的圆弧，弹簧虽有最大的拉伸

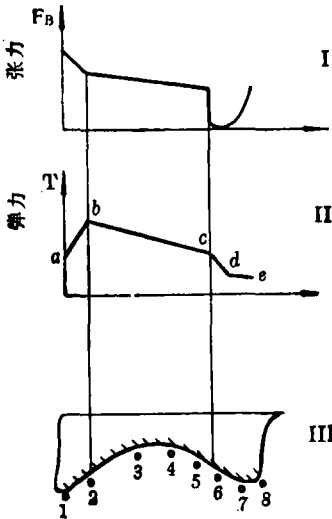


图 6—甲



图 6—乙 (6路进线)

$=F_A + F_B$, $F_d' < F_c'$ (见图 5—II), 弹簧力矩将小于织物张力矩, 牵拉将暂停, 有时牵拉辊还会在织物张力矩作用下微量倒退 (但受防退掣子所制约)。这样, 牵拉张力将急剧下降。(如图 5—I 中 c—d 段)

以后, 力矩平衡系统又在新的条件下(低张力、低弹力)达到平衡, B 端弹簧逐渐回复, 这时织物张力的变化如图 5—I 中 d—e 段。

第四阶段

A 端转子从⑤→⑥ (见图 5—VI), 转子沿凸轮上升, 弹簧迅速回复, 平衡力系中弹力

变形, 力图回复, 但受凸轮阻挡, 回复甚微, 放出的变形能很少, 起牵拉作用的弹力 F_A 很小, 如图 5—IV。这样, 弹簧总弹力为 F_d'

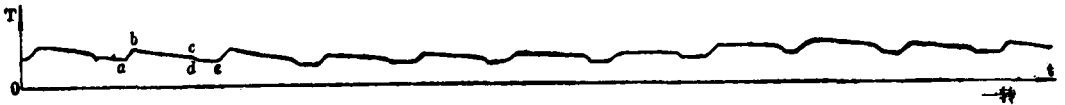


图 6—丙 (36路进线)

F_A 最大(见图 5—IV)。B 端转子从 5 → 6, 转子 B 尚未同摆杆接触, 故 B 端牵拉弹簧仍处于较松的状态, 逐渐回复, 弹力 F_B 较小, 如图 5—III 所示。

这样, 总弹力 $F_{f'-g}' = F_A + F_B$, 比第三阶段明显升高, 牵拉辊回转速度加快, 织物牵拉速度大于编织速度, 织物张力又迅速上升, 如图 5—I 中 e—f 段, 其上升速度也将受凸轮轮廓所制约。由于总弹力 $F_{f'}$ 比 $F_{a'}$ 小, 故 T_{a-f} 比 T_{a-b} 小。而且这一张力上升阶段很短, 因紧接着弹力又要明显降低。

第五阶段

B 端转子从 6 → 7 时, 凸轮与转子接触, 通过摆杆 1 使转子 8 下降, B 端弹簧受到拉伸, F_B 在平衡力系中不起作用, $F_B = 0$ 。当 B 端转子从 7 → 8 时, 转子沿较平坦的凸轮圆弧面运动, 受凸轮阻挡回复很小, $F_B \approx 0$,

但放出变形能较小。A 端转子从⑥→⑦→⑧时, 摆杆 1 与转子 8 脱离接触, A 端弹簧继续回复, F_A 逐渐减小。

这样, 在平衡力系中, 起牵拉作用的弹簧总弹力 $F_{h'} = F_A + F_B (F_B = 0)$, 较前阶段迅速减小, 牵拉又将短暂停顿, 牵拉辊在织物张力作用下还可能稍作倒退, 织物张力迅速下降, 如图 5—I 中 T_{f-g} 所示。由于总弹力 $F_{h'}$ 比 $F_{d'}$ 大, 故 $T_{g-h} > T_{d-e}$, 以后在织物低张力条件下达到新的平衡。由于总弹力是逐渐减小的, 故反映在织物上的张力如图 5—I 中 T_{g-h} 段所示。

由上述分析可知, 在这种牵拉机构中, 弹簧弹力的大小和变化规律将对牵拉张力的大小和变化起决定作用。当起牵拉作用的弹簧力矩在平衡力系中大于织物张力的阻力矩时, 牵拉速度将大于编织速度, 织物张力上

升,如图 5—I 中 T_{a-b} 、 T_{c-f} 所示。当弹力矩与织物张力矩相平衡时,牵拉速度将与编织速度相适应。但随着牵拉的进行,弹簧逐渐缩短,故织物张力将逐渐减小,如图 5—I 中 T_{b-c} 、 T_{d-e} 、 T_{g-h} 所示。当弹力矩小于张力矩时,牵拉将暂停,牵拉辊还会稍稍倒退,织物张力将迅速下降,如图 5—I 中 T_{c-d} 、 T_{f-g} 所示。

我们曾将 A 端牵拉弹簧拆除,而加强 B 端弹簧的弹力,于是牵拉张力的变化就有异于上述曲线。图 6—乙及图 6—丙为拆除一只牵拉弹簧后牵拉张力波形图。图 6—乙为 6 路进线时的张力波形,图 6—丙为 36 路进线时牵拉张力波形。

从这个波形图可看出,当拆除一弹簧后,张力波动频率减小,只有 10 次/转,波动的极差也减小,每转中只有 6 或 10 毫米,均方差为 1.76 毫米和 2.8 毫米(见表 1)。

当牵拉辊两端的弹簧拉伸变形量加大后(将弹簧的下端固定点降低,使弹簧最大拉伸变形后的总长度由 28.7 毫米增加到 29.9 毫米),所测得的牵拉张力波形如图 7 所示(这时机器上只有 6 路进线)。这样牵拉张力将明显升高,针筒每转中张力波动极差增加为 36 毫米(见表 1)。

但是针筒各转之间的牵拉张力的的高峰和低谷变化不大,各转之间波动的平均值以及波形差异不大,张力并不越来越升高。这些情况与 Z214 型棉毛机相比大大不同。在 Z214 型棉毛机上,当斜环倾斜度 h 加大到 42 毫米以上时,牵拉张力加大,张力波动极差加大,而且各转之间的差异加大,张力越来越高,其变动情况见图 8 及表 2。其原因主要是斜环式牵拉机构是积极式牵拉,不管织物张力多大,牵拉量总是固定的,在斜环倾斜度 h 加大后,牵拉辊的转动量增加,当编织速度不变时,势必入不敷出,张力越来越大。但在凸轮式弹簧牵拉机构中,牵拉辊的转动是依靠弹簧的弹力,当织物张力升高到张力矩

大于弹力矩时,牵拉辊便停止转动,从而张力将在一定范围内波动而不会越来越大。

表 2 Z113 型提花圆机和 Z214 型棉毛机
牵拉张力的变化

针筒转数	针筒一转中织物张力最大值 (公斤)		针筒一转中织物张力最小值 (公斤)	
	Z113 型	Z214 型	Z113 型	Z214 型
1	1.12	0.88	0.33	0.25
2	1.17	1.26	0.23	0.42
3	1.19	1.33	0.42	0.46
4	1.18	1.40	0.26	0.48
5	1.17	1.54	0.37	0.56
五转间极差	0.07	0.66	0.19	0.31

注:为对不同机器(尺寸、织物品种均不同)作相对比较,将实测数据都换算到同一传感器所受的力(相当于 5 公分狭条织物的牵拉张力)。

但是,必须指出:公式(1)所示的织物张力 T 是整幅织物的综合张力,因为弹簧所拉动的是整根牵拉辊,牵拉辊牵拉整幅织物。事实上,公式(1)不能反映各纵行之间的张力变化,织物各纵行之间的牵拉张力是不同的,它不仅受牵拉辊作用的影响,同时还受编织速度、织物在牵拉区域的行程、线圈结构、纱线性能等的影响。例如:上下针筒同心度差时,当针运转到筒口的间隙较大的区段时,该区域内织针上的线圈拉长,密度变松,这时这些纵行的织物牵拉张力必然减少。当这些针运转到筒口间隙较小的区段时,该区域内织针上的线圈缩短,密度变紧,这时牵拉张力变大。

对于各纵行之间牵拉张力的差异,用我们所研制的圆弧形传感器可检测分辨出来。例如:从图 3 及图 4 中可看出,在 6 路进线时,织物牵拉张力的波动情况与 36 路进线时不完全相同。前者除了较高频的周期性波动外,还有低频的周期波动,这种低频波动是因为传感器所插入的几十个纵行的针运转到针门附近时,在 6 路纱线进行编织,编织速度较

快，张力减低。当通过这个区域后，这几十个纵行的针就一直停着不编织，这样张力又将上升。同理，也可将这种传感器插入各段织物纵行，用来检测圆筒形织物四周各纵行之间的张力差异，从而为合理设计绷布圈的形状、大小及按装位置提供依据。

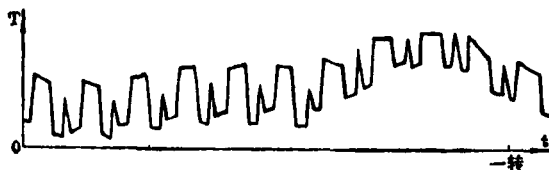


图7 6路进线，牵拉弹簧弹力加大

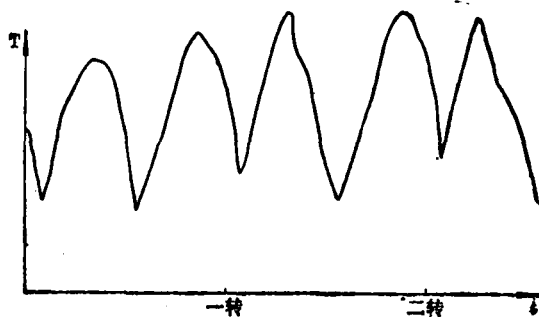


图 8

四、结 论

1. 用圆弧形测力传感器可连续测出各种圆型针织机的动态牵拉张力，重现性良好，可用来研究各种牵拉机构的工作性能。

2. 本测试方法仅反映几十个纵行上牵拉张力的变化情况，因此还可用来分析研究织物在牵拉区内各区段之间的张力变化情

况。牵拉辊二端织物张力小，中间织物张力大。为今后选用扩布器(绷布圈)的尺寸以及它的安装位置提供了良好的测试手段。

3. 在Z113型提花圆机上牵拉弹簧的弹力是牵拉的动力，弹簧弹力($F_A + F_B$)的大小和变化规律对牵拉张力的变化和波动起决定作用。牵拉辊是否转动，主要取决于弹簧的弹力矩与织物的张力矩之间的平衡情况。当弹力矩小于织物张力矩时，牵拉辊便停顿。事实上，在转子与凸轮相对运动时，摆杆1与转子8之间有相当长的时间不接触，这说明在此阶段中凸轮的轮廓曲线对弹簧的回复没有关系。

4. 凸轮的作用主要是使弹簧产生拉伸变形，储藏变形能，使牵拉弹簧退出或加入力矩平衡系统。加大凸轮的动程与加大弹簧的总变形量一样，都能使织物的牵拉张力增大。

5. Z113型提花圆机牵拉辊两端都有转子和摆杆，而且都位于牵拉辊的同一侧，两转子在运转中与凸轮接触的位置将影响牵拉辊两端弹簧的工作配合，配合欠妥将使牵拉张力的波动增加，均匀性减小。如果能合理安排凸轮与两侧转子的配合，即当一只弹簧拉伸，而另一只处于回复，这样相互交替工作，将使牵拉张力的均匀性有所提高。

6. 弹簧牵拉机构的牵拉张力均匀性，尤其是长片段的均匀性，比斜环式牵拉机构好。但调节牵拉量时，前者不如后者方便。而且弹簧的弹性也不易一致，弹簧用久后弹性还会改变，故需根据具体情况作适当调整。(完)