

# 下投梭机构降低消耗分析

陈文龙

(常熟被单厂)

## 摘 要

本文通过对下投梭机构的动力学分析,探讨了影响投梭机构能量消耗的各因素,主要说明投梭鼻外形曲线及安装位置对消耗的影响,对新机设计和老机改造有一定的意义。

主题词:下投梭机构;投梭鼻;降低;消耗

在有梭织机下,梭子获得动能的大小主要取决于投梭机构的性能。投梭机构所消耗的能量在织机总消耗能量中占很大比例。如果投梭机构设计或安装不当,那么会使织机的能量消耗剧增,并使织机产生剧烈的振动。

对织机的下投梭机构作动力分析,探讨有关参数对降低能量消耗的影响,为投梭机构的设计及安装提供理论参考。

## 1 投梭转子与投梭鼻的碰撞

从文献[1]中的测定可知:投梭转子与投梭鼻最初的作用是碰撞冲击过程,冲击加载后为强迫振动过程。由于撞击时间非常短。因此撞击瞬时消耗的能量很大,故投梭转子与投梭鼻最初作用可近似用撞击理论进行分析。

### 1.1 以侧板为研究对象

如图1所示,侧板所受的主动冲击力  $F$  和冲击阻力  $f$  对侧板刚体产生冲量矩,根据冲量矩定理可知:

$$\int_{t_1}^{t_2} M dt = J_2 \omega_2 - J_2 \omega_{20}$$

$$\text{即} \quad (F \cos \alpha \cdot l_x - f l_2) \cdot \Delta t = J_2 \omega_2 \quad (1)$$

式中

$J_2$ ——侧板的转动惯量

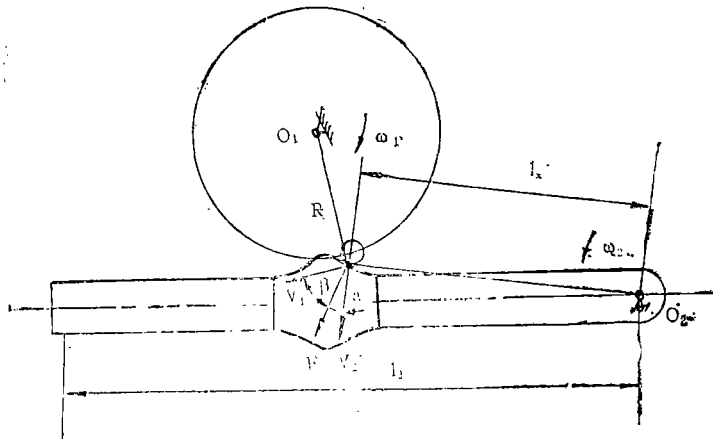


图1 投梭转子与投梭鼻最初作用

$\omega_2$ ——碰撞后侧板获得的角速度

$\omega_{20}$ ——侧板初始角速度 ( $\omega_{20} = 0$ )

$\alpha$ ——碰撞时的压力角

$l_x$ ——侧板回转中心到碰撞点的距离

$l_2$ ——侧板回转中心到脚帽的距离

$\Delta t$ ——碰撞过程的累积时间

碰撞时的压力角  $\alpha$  值、侧板回转中心到碰撞点的距离和冲击阻力  $f$  值均与投梭鼻外形曲线的设计、安装位置等有关。

### 1.2 以中心轴为研究对象

同样根据冲量矩定理可知：

$$-F \cdot \cos\beta \cdot R \cdot \Delta t = J_1\omega_1 - J\omega_{10} \quad (2)$$

式中

$\beta$ ——撞击点转子回转线速度与投梭鼻法线方向的夹角

$R$ ——撞击点转子回转半径

$J_1$ ——中心轴及套件的转动惯量

$\omega_{10}$ ——中心轴碰撞前的回转角速度

$\omega_1$ ——中心轴碰撞后的回转角速度

由于碰撞过程中冲量矩很大，因此使中心轴转速下降较大，从而影响主轴回转不匀率。

## 2 侧板与脚帽的作用

如图2所示， $O_2P$  表示侧板， $O_3P$  表示脚帽， $O_2$  为侧板回转中心， $O_3$  为十字炮脚回转中心。侧板对脚帽的作用力  $f$  在  $N$  平面内，且按垂直于  $O_2P$  线来分析， $f$  可分解为  $X$  轴和  $Z$  轴方向的两个分力：

$$\begin{cases} f_x = f \sin \gamma \\ f_z = f \cos \gamma \end{cases} \quad (3)$$

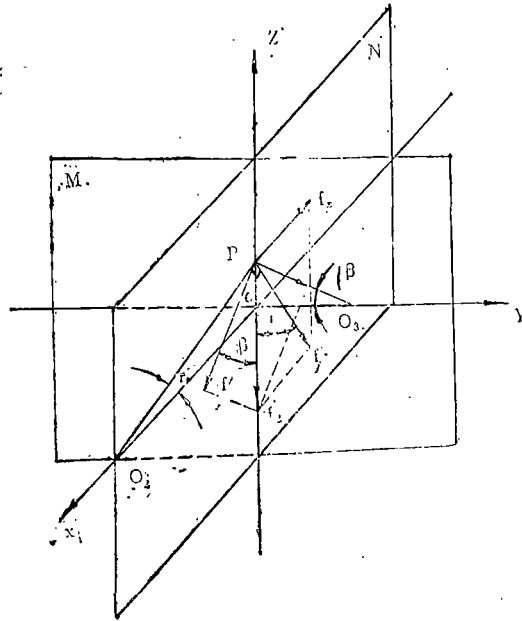


图2 侧板对脚帽的作用

然后把  $f_2$  在  $M$  平面内分解成垂直于  $O_3P$  线的力和平行于  $O_3P$  线的力，则侧板给脚帽的有效作用力为：

$$f' = f_2 \cos\beta = f \cos\beta \cos\gamma \quad (4)$$

如图3所示。根据力矩平衡原理可得：

$$[(m_1 + m_2) a + T] \cdot l_4 \quad (5)$$

$$[(m_1 + m_2) a + T] \cdot l_4 + J_4 \epsilon_4 = f' l_3 - J_3 \epsilon_4$$

$$f = \{[(m_1 + m_2) a + T] l_4 + J_4 \epsilon_4 + J_3 \epsilon_3\} / l_3 \cos\gamma \cos\beta \quad (6)$$

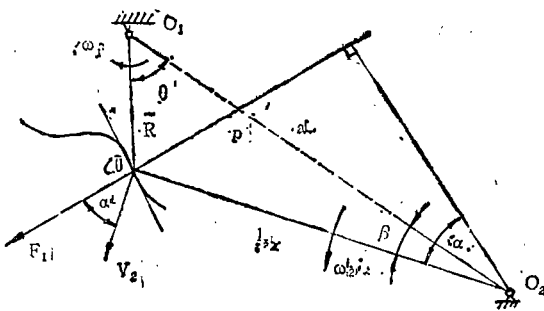


图3 去梭运动

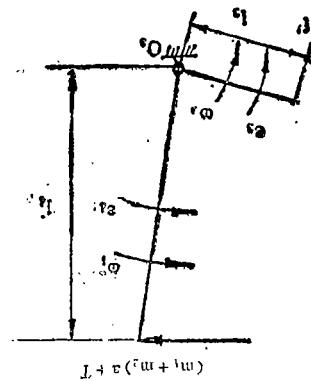


图4 碰撞时的压力角

式中

- $m_1$ ——梭子的质量
- $m_2$ ——皮结的质量
- $a$ ——梭子的加速度
- $T$ ——击梭时的梭箱阻力
- $l_4$ ——打棒回转中心到皮结中心的距离

$l_3$ ——打棒回转中心到脚帽与侧板接触点的距离

$J_4$ ——打棒的转动惯量

$J_3$ ——脚帽的转动惯量

$\varepsilon_4$ ——打棒的角加速度

$\varepsilon_3$ ——脚帽的角加速度

$\gamma$ ——侧板与水平线之间的夹角

$\beta$ ——脚帽与水平线之间的夹角

### 3 碰撞时的压力角计算

如图4所示,假如在投梭过程中投梭转子与投梭鼻始终保持接触,则整个投梭过程中的压力角可按如下方法求得:图中P点为求作的 $O_1Q$ 、 $O_2Q$ 的瞬心,则有: $O_1P\omega_1 = O_2P\omega_2$  令  $O_1P + O_2P = a$  即  $O_2P = a - O_1P$ , 所以  $O_2P = a / [1 + (\omega_2/\omega_1)]$ , 由三角关系可知:  $l_x \cdot \cos\alpha = O_2P \cos(\alpha - \beta)$  即

$$l_x = O_2P (\cos\beta + \operatorname{tg}\alpha \sin\beta)$$

$$\text{所以} \quad \operatorname{tg}\alpha = [l_x (1 + \omega_2/\omega_1) - a \cos\beta] / a \sin\beta \quad (7)$$

由正弦定理可得:  $R/\sin\beta = l_x/\sin\theta$  即  $l_x = (\sin\theta/\sin\beta) \cdot R$  代入可得:  $R \cos\theta + l_x \cos\beta = a$  即  $R \cos\theta + (\sin\theta/\sin\beta) R \cos\beta = a$  然后代入(7)式可得压力角的计算公式:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\alpha &= \{[\sin\theta (1 + \omega_2/\omega_1) / \sin\beta \sin(\beta + \theta)]\} - \operatorname{ctg}\beta \\ &= \{[\sin\theta (1 + d\beta/d\theta) / \sin\beta \sin(\beta + \theta)]\} - \operatorname{ctg}\beta \end{aligned} \quad (8)$$

根据上述分析,可得出下列几点结论:

**3.1.1** 从(1)式可得主动冲击力  $F = [(J_2\omega_2/\Delta t) + fl_2] \cdot 1/\cos\alpha \cdot l_x$ , 以而可知: 在使侧板获得同样的转动角速度的情况下, 减小碰撞时的压力角 $\alpha$ 值, 减小冲击阻力 $f$ 值和侧板的转动惯量 $J_2$ 值, 延长碰撞时间均能使主动冲击力减小。

**3.1.2** 从(6)式可以看出: 在梭子获得同样的加速度情况下, 当侧板回转中心到侧板与脚帽接触点的连线和水平线的夹角 $\gamma$ 接近等于 $0^\circ$ 和脚帽回转中心到侧板接触的连线与水平线的夹角 $\beta$ 也接近等于 $0^\circ$ 时, 所需要侧板对脚帽的作用力 $f'$ 为最小, 因此在设计及安装中能使在击梭完毕的瞬间 $\gamma$ 和 $\beta$ 值均接近等于 $0^\circ$ , 则能降低投梭机构的消耗, 另外可以看出: 适当减轻打棒和梭子的质量, 防止过大的梭箱阻力, 也能降低投梭机构的消耗。

**3.1.3** 从(8)式可以看出: 压力角 $\alpha$ 值在整个投梭过程中随 $\theta$ 、 $\beta$ 值和 $\theta\beta$ 的变化率的变化而变化, 即投梭转子和投梭鼻碰撞瞬时的压力角与投梭鼻曲线接触处的起始位置有关。因此合理安排 $\theta$ 和 $\beta$ 角可以减小起始压力角值, 从而减少碰撞瞬时的能量消耗。

## 结 束 语

文献[3]中,把投梭鼻在原设计基础上沿侧板轴线向机后移动15毫米,经测得节电达9.3%,文献[4]中,把投梭鼻在原设计基础上沿侧板轴线向机后移动16毫米,压力角从 $43^\circ$ 下降

到  $32^\circ$ ，经测定节电达 6.1%。生产实践中的节电措施，也说明了碰撞瞬时的压力角的减少能达到相当显著的节电效果。通过上述对投梭机构的动力学分析，为了更好地降低投梭机构的消耗，可设想：根据织机投梭机构的性能，设计出一种投梭鼻外形曲线，使其在符合工艺对击梭的要求的基础上，减小投梭转子与投梭鼻开始接触时的压力角，在投梭转子撞击投梭鼻后的强迫振动规律应按逐步增加梭速的要求来加以改进。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 华东纺织工学院. 机织工艺设备(下册). 55~72
- [ 2 ] 陈人哲. 纺织机械设计原理(下册).
- [ 3 ] 棉纺织技术. 1983; 8. 56
- [ 4 ] 棉纺织技术. 1985; 10: 54~56

## An Analysis of Reducing the Wastage in Underpick Mechanism

*Cheng Wenlong*

### Abstract

This article analyses the underpick mechanism with dynamics and discusses many factors affecting the wastage in underpick mechanism. And the configuration of picking cam point and its position on side blank affecting the wastage are mainly included, which is useful for improving the underpick mechanism in future.

**Subjectwords:** underpick mechanism; picking cam point; reduce; wastage