

文章编号:1007-2985(2011)03-0070-04

# IHI 摆式飞剪偏心距及倍切系数对工作噪音的影响\*

李 琴

(湖南化工职业技术学院机械系,湖南 株洲 412004)

摘 要:分析了 IHI 摆式飞剪结构及工作原理,建立了剪切机构运动学数学模型.应用 Matlab 程序设计语言强大的数学计算和图形处理功能,将剪切机构运动学模型程序化、数值可视化,仿真出不同倍切系数、不同偏心距下飞剪上、下剪刀的运动轨迹曲线,从运动轨迹的急回特性,探究了摆式飞剪剪切机构偏心距及倍切系数对工作噪音的影响.

关键词:摆式飞剪;偏心距;倍切系数;工作噪音

中图分类号:TH123

文献标志码:A

## 1 IHI 摆式飞剪剪切机构运动学模型

IHI 摆式飞剪的剪切机构主要由传动相、剪切本体、空切结构、同步机械及其他辅助机构组成,是一个具有 3 个自由度的 14 杆机构图(见图 1).整个机构共有 3 个匀速转动的主动件.一是同步机构的输入曲柄  $O_1A$ ,二是下剪架上由空切轴  $V$  驱动的内偏心套件  $O_1J$ ,三是下剪架上由空切轴  $VI$  上驱动的外偏心套件  $JK$ .这 3 个主动件角速度以不同的比例组合,可得到不同的空切数.

若用  $r, \theta, \omega$  分别表示各杆件的极径、极角和角度,并以杆件序号作为参数下标,则利用矢量法可得剪切机构的运动方程(其中各杆件长度、主动件  $O_1A, O_1J$  及  $JK$  杆杆的角速度均已知).

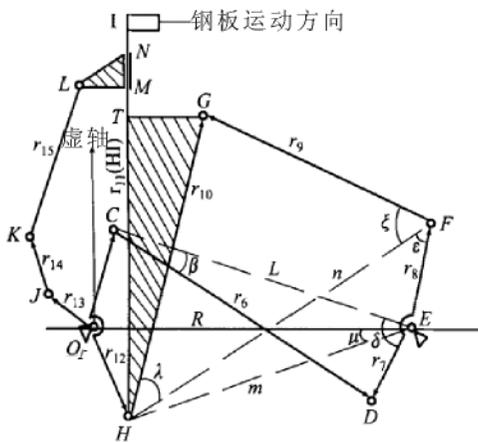


图 1 摆式飞剪剪切机构工作示意图

### 1.1 同步机构运动学模型

IHI 摆式飞剪的同步机构为双曲柄匀速机构,其机构运动简图如图 3 所示,设:  $\vec{O_1A}$  杆长  $r_1$ , 角度为  $\theta_1$ ;  $\vec{OA}$  杆长  $r_2$ , 角度为  $\theta_2$ ;  $\vec{OB}$  杆长  $r_3$ , 角度为  $\theta_3$ ;  $\vec{O_1B}$  杆长  $r_4$ , 角度为  $\theta_4$ .  $\vec{AB}$  角度为  $\theta_3$ ,  $|O_1B| = |O_1A| = r, e$  为同步机构的偏心距.使用矢量法求解:

(1) 机构位置<sup>[3]</sup>.

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{r_1 \sin \theta_1}{r_1 \cos \theta_1 - e}\right) r_2 = \sqrt{r_1^2 + e^2 - 2r_1 e \cos \theta_1},$$

$$\theta_3 = \pi + \theta_2, \theta_4 = 2\theta_2 - \theta_1 + \pi, r_3 = \sqrt{r_1^2 + e^2 - 2er_1 \cos \theta_4}.$$

(2) 机构角速度.

\* 收稿日期:2011-03-11

作者简介:李 琴(1968-),女,湖南益阳人,湖南化工职业技术学院机械工程系副教授,硕士,主要从事机械设计与制造研究.

$$\omega_2 = \omega_3 = r_1 \omega_1 \cos(\theta_1 - \theta_2), \omega_4 = \frac{r_3 r \omega_1 \cos(\theta_1 - \theta_2)}{r_4 r_2 (\theta_4 - \theta_3)} = \frac{r_3}{r_2} \omega_1.$$

1.2 剪切本体

飞剪本体是一个较复杂的 3 自由度 10 杆机构(见图 4).从结构上看,它是由 3 个原动件与 3 个基本组 (CDE,FGH,MLK) 构成.为便于分析,可以把飞剪本体分解成 3 个封闭的环: $O_1HGFE O_1$ ,  $O_1JKLMHO_1$ ,  $O_1CDEO_1$ ,对每个封闭环可以建立复数方程式,据此可解出各构件结点的位置、速度.由各构件结点的位置、速度运动学模型<sup>[2]</sup>,可确定上、下剪刀的位置,如图 4 所示.以点  $O_1$  为坐标原点,设上剪刀直角坐标位置用  $(x_I, y_I)$  表示,下剪刀直角坐标位置用  $(x_N, y_N)$  表示.则上剪刀任一时刻的轨迹坐标为

$$\begin{cases} x_I = r_{12} \cos(\theta_{12}) + r_{11} \cos(\theta_{11}), \\ y_I = r_{12} \sin(\theta_{12}) + r_{11} \sin(\theta_{11}). \end{cases}$$

下剪刀任一时刻的轨迹坐标为

$$x_N = r_{12} \cos \theta_{12} + (|HM| + |MN|) \cos \theta_{11}, y_N = r_{12} \sin \theta_{12} + (|NM| + |MN|) \sin \theta_{11}.$$

上剪刀任意时刻的水平速度为

$$V_{Ix} = \frac{\partial x_I}{\partial t} = -r_{12} \omega_{12} \sin \theta_{12} - r_{11} \omega_{11} \sin \theta_{11} = -r_{12} \omega_5 \sin \theta_{12} - r_{11} \omega_{10} \sin \theta_{11}.$$

2 IHI 摆式飞剪上下剪刀运动轨迹仿真分析

2.1 运动初始位置

根据 IHI 摆式飞剪结构,取工作起始位置为:(1) $H$  点位于  $y$  轴负方向上(最下方), $J$  和  $K$  在  $y$  轴正方向上(最上方),即  $\theta_{12} = \frac{3}{2}\pi, \theta_{13} = \theta_{14} = \frac{\pi}{2}$ ;同步机构输出轴  $OB$  位于  $x$  轴负方向上, $OA$  输入轴位于  $x$  轴正方向上,即  $\theta_1 = 0, \theta_4 = \pi$ .

2.2 杆件尺寸及已知角度

$r_1 = r_2 = 400$  mm,  $e = b, r_2, r_3$  为变量,  $r_5 = 70$  mm,  $r_6 = 948$  mm,  $r_7 = 310$  mm,  $r_8 = 510$  mm,  $r_9 = 996$  mm,  $r_{10} = 740$  mm,  $r_{11} = |HI| = 1\ 120$  mm,  $r_{12} = 50$  mm,  $r_{13} = r_{14} = 25$  mm,  $r_{15} = 495$  mm,  $|LM| = 74$  mm,  $|MN| = 536$  mm,  $|TG| = 150$  mm,  $\angle FED = \varphi_2 = 172^\circ, \angle COH = \varphi_1 = 158^\circ, \angle CO_1H = \varphi_1 = 158^\circ, \angle DEF = \varphi_2 = 170^\circ, HI = 1\ 120$  mm,  $O_1C$  杆比  $O_1B$  的向量角度超前  $\varphi_3 = 112^\circ$ ,这些均为确定常数.

2.3 运动轨迹仿真

根据前面所建立的运动解析模型<sup>[3]</sup>,用 Matlab 软件编辑程序,得到下面的剪切机构刀刃轨迹仿真图如图 2 ~ 9 所示.

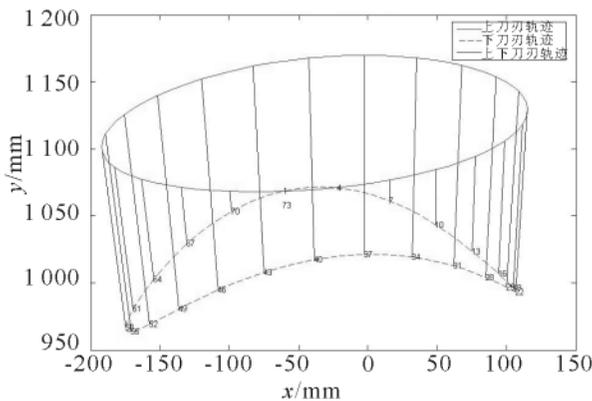


图 2  $K = 1, e = 0$  上下刀刃轨迹

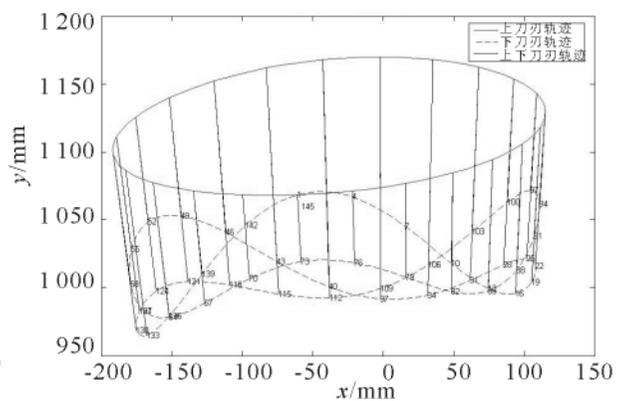
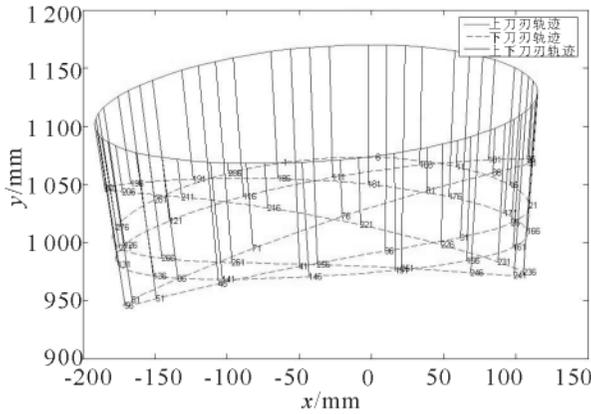
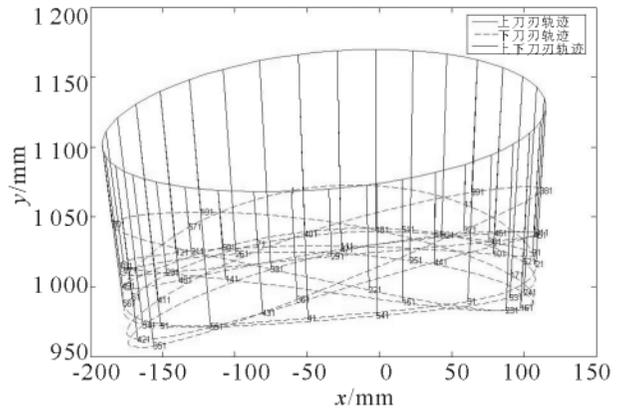
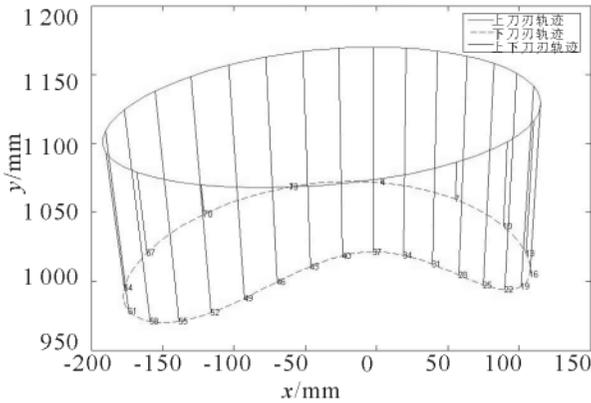
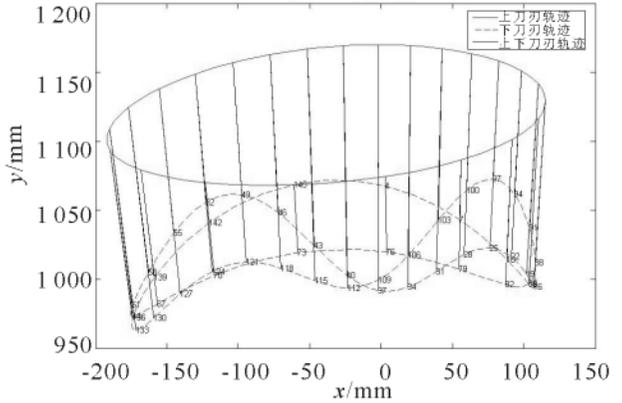
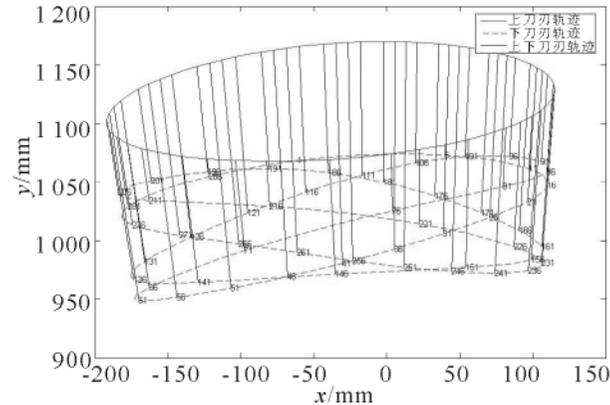
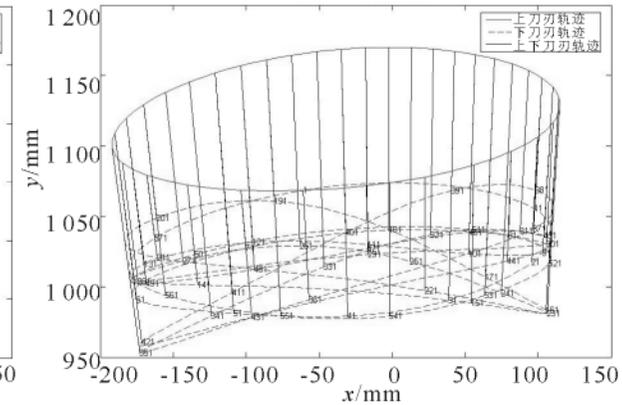


图 3  $K = 2, e = 0$  上下刀刃轨迹

图 4  $K = 4, e = 0$  上下刀刃轨迹图 5  $K = 8, e = 0$  上下刀刃轨迹图 6  $K = 1, e = 100$  上下刀刃轨迹图 7  $K = 2, e = 100$  上下刀刃轨迹图 8  $K = 4, e = 100$  上下刀刃轨迹图 9  $K = 8, e = 100$  上下刀刃轨迹

### 3 剪切本体工作噪音源分析

#### 3.1 上剪刀的运动轨迹分析

根据不同倍切、不同偏心距下上剪刀的运动轨迹可知上剪刀的运动轨迹在不同倍切、不同偏心距时其轨迹基本一致,即上剪刀的运动变化情况不受倍切及偏心距影响,其运动轨迹近似一条椭圆,无急回现象,所以运动平稳,无明显冲击,对噪音的贡献小。<sup>[4]</sup>

#### 3.2 下剪刀的运动轨迹分析

根据 1 倍切,偏心距分别为  $e = 0, e = 100$  时的上下剪刀的运动轨迹可知,当  $e = 0$  时,沿  $x$  轴方向的 2 个远端点下剪刀有明显的急回现象,在剪切过程中会产生冲击、振动,对噪音的贡献较大。设计过程中应避免此种情况;根据 2 倍切,偏心距分别为  $e = 0, e = 100$  时,上下剪刀的运动轨迹可知,当  $e = 100$  时,沿

$x$ 轴方向的左远端点下剪刀有明显的急回现象,所以在运动过程中对噪音的贡献较大;根据4倍切,偏心距分别为 $e=0, e=100$ 时,上下剪刀的运动轨迹可知,当 $e=0$ 时,沿 $x$ 轴 $y$ 轴的下剪刀4个远端有明显的急回现象,故在运动过程中对噪音的贡献较大;根据8倍切,偏心距分别为 $e=0, e=100$ 时,上下剪刀的运动轨迹可知,当 $e=100$ 时,下剪刀较偏心距有急回现象,所以运动过程中对噪音的贡献较大。

#### 4 结论

从剪刀运动轨迹比较分析可知:1倍切、4倍切,随偏心距( $0 \leq e \leq 100$ )增大,下剪刀运动越平稳,振动越小,噪音越小;2倍切、8倍切,随偏心距( $0 \leq e \leq 100$ )增大下剪刀运动越不平稳,振动越大,噪音越大。

#### 参考文献:

- [1] 李 琴,夏建芳. IHI 摆式飞剪同步机构运动学模型建立及仿真分析 [J]. 科技信息, 2010(22):107-108.
- [2] 夏建芳,叶南海. IHI 摆式飞剪剪切机构运动学性能分析 [J]. 中南工业大学学报, 2003, 34(2):173-176.
- [3] 盛 梁. 基于 MATLAB/SimMechanics 的离心式飞剪机的建模与仿真 [J]. 冶金设备, 2009(174):34-37.
- [4] 万 飞,景群平. 曲柄摆式飞剪液压空切原理及剪刀轨迹分析 [J]. 重型机械, 2010(1):21-33, 42.

## Analysis of Noise at Work in Different Eccentricity and Times the Shear Coefficient of IHI Swing-Flying Shearing

LI Qin, TANG Qian-peng

(Hunan Chemical Vocational Technology College, Zhuzhou 412004, Hunan China)

**Abstract:** The paper analyses the structure and operating principles of IHI swing-flying shearing, then establishes the kinematics model for shearing framework, and compiles analysis program with powerful MatLab language in mathematic and graphics. Movement track curves for edge of shearing-knife are obtained in different eccentricity and different times. This paper also explores the noise influence in shearing work of different eccentricity and times from quick return characteristics of trajectory.

**Key words:** swing-flying shear; eccentricity; times the shear coefficient; noise at Work

(责任编辑 陈炳权)