鞋楦加工过程计算机模拟分析

顾雪梅

摘要：本文简要介绍了S-CADM系统中刻楦机工作的计算机模拟分析过程，对已有的刻楦机设计方案进行了可行性检验，并展示出其工作规律，而且提供了大量工作数据以供实施。

S-CADM 系统不仅包括计算机辅助设计部分，还包括辅助加工仿真部分，刻楦机的工作就是其中之一。我们发现，在有了刻楦机总体设计方案之后，通过在APOLLO 图形工作站上进行计算机模拟分析，不仅准确、直观地表现出刻楦机加工鞋楦的基本过程，为刻楦机的可行性研究作了进一步论证，而且，在实施设计方案时、还可以提供大量精确的数据。本文仅就鞋楦加工的过程，简要叙述刻楦机的工作过程与计算机模拟分析。

刻楦机的工作方式模拟如图1，待加工楦体沿鞋楦纵方向固定在z轴上，并可以z轴为中

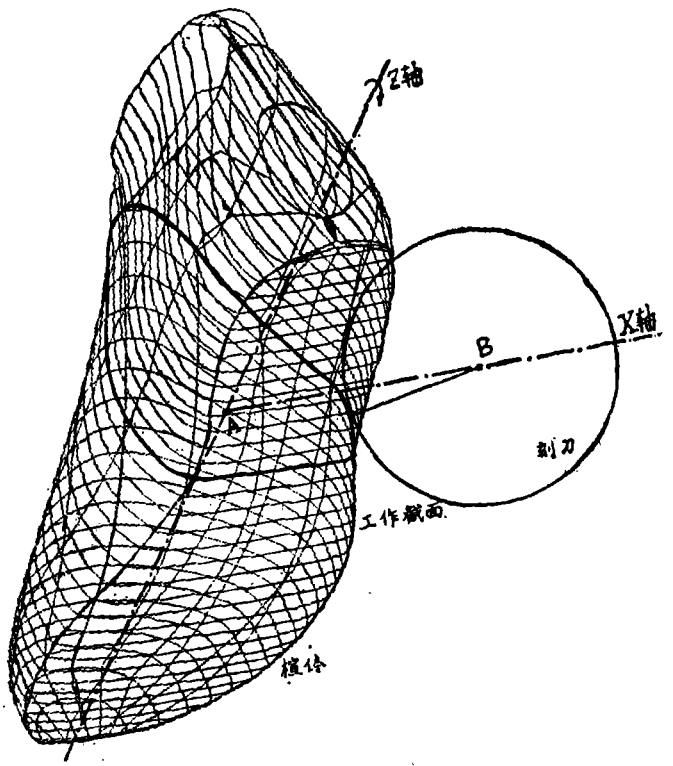


图1 铣刀与楦体关系图

A 平移轴x与旋转轴z交点 B 刻刀中心

心旋转（假定按顺时针），转速设为n rpm。对于每个工作截面，刻刀可沿x轴左右平移，以调整两轴心AB间距离。

在刻楦机的设计过程中的遇到的问题之一就是切点问题，如图2，切点在加工O_1、O_3两点间的表面时，是否会出在加工新点（如O_2）的同时，对已加工成型部分（如P点）重新加工导致出错。经过刻楦机工作计算机模拟分析，完全排除了图2这种情况，证明刻刀正在加工的点并不一定在两轴心AB上，而是如图3所示随楦截面边缘曲线的凹凸而分布于AB线的上下。

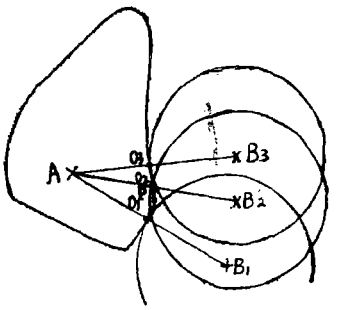


图2

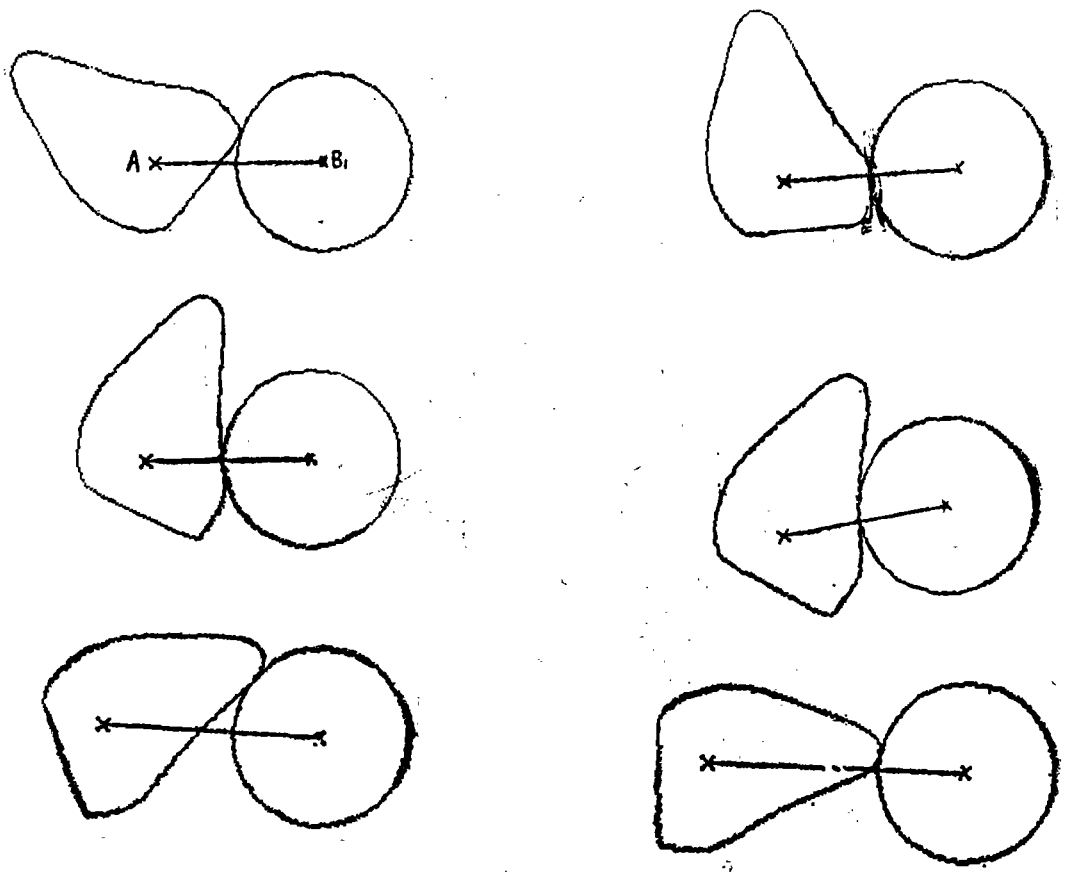


图3 （1 2 3 4 5 6）

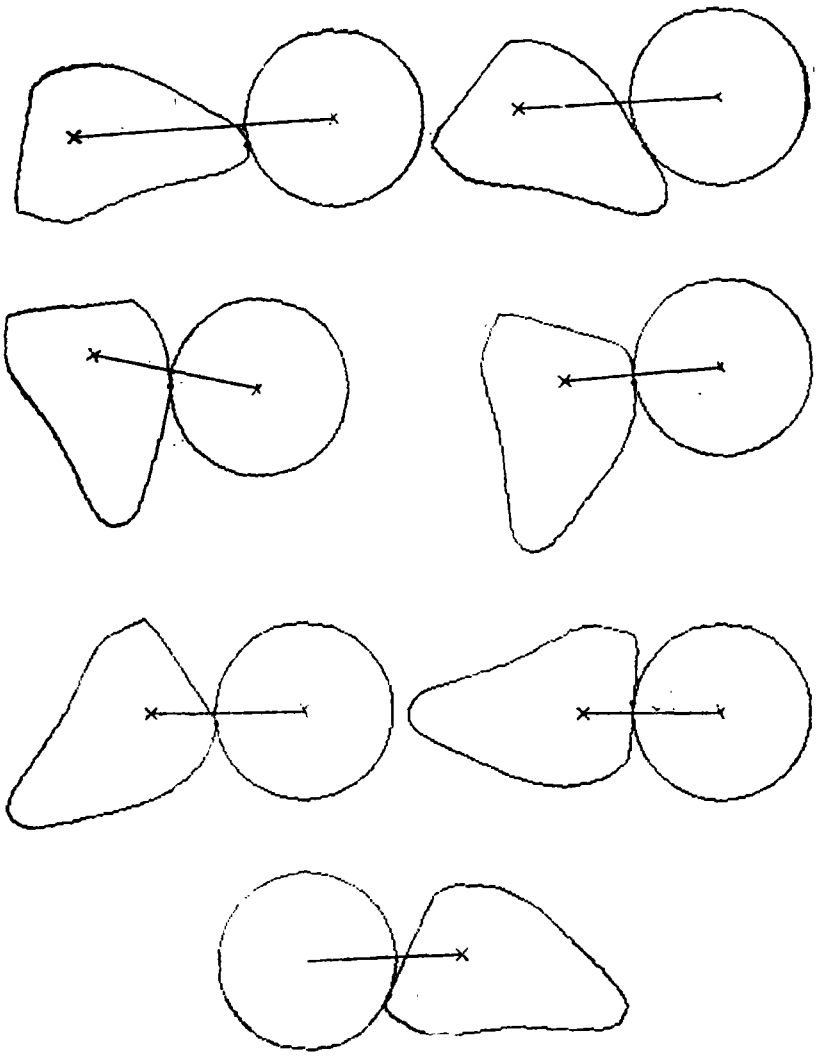
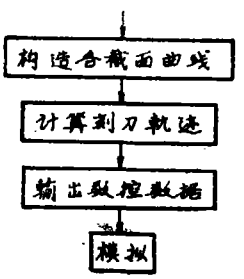


图3 (7 8 9 10 11 12 13)

模拟分析程序的构成如下：



1．构造各截面曲线图。

植体数据库中存有鞋楦的三维数据，根据需要选择某截面上的点的数据，按二维样条曲

线构成截面图显示出来，每个截面图都由三条曲线组成，在 $SP(1)$、$SP(2)$、$SP(3)$ 三个指针中保存。

2. 计算各截面刻刀轨迹

为研究问题方便起见，假设待加工楦体不动而刻刀绕之旋转，如图4所示。

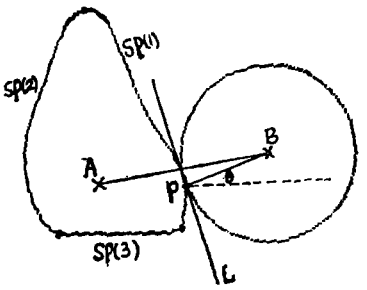


图 4

将每条SP曲线按两点弦长等分为20份，对每一分点P，计算出其所在坐标P (x_p, y_p)。设定刻刀加工P点的条件是刻刀所在圆与楦截面曲线在P点相切。只要求出曲线在各点相切圆中心B的轨迹，即可得到刻刀轨迹。

为此，取极小增量delta值，按定长delta在SP曲线上P点的两侧分别取点P_1 (x_1, y_1)和P_2 (x_2, y_2)，当delta趋于无穷小时，即可将P_1P_2线段的斜率视为SP在P点切线的斜率：

$$\mathrm{tg}\ \theta = -\frac{1}{\text{切线}\ L\text{斜率}} = -\frac{x_1 - x_2}{y_1 - y_2}$$

设r为刻刀半径，则可计算出B点坐标 (x_B, y_B)：

$$x_B = x_P + T \cdot \frac{r}{\sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\theta}}$$

$$y_B = y_P + S \cdot \frac{r \cdot \mathrm{tg}\theta}{\sqrt{1 + \mathrm{tg}_2\theta}}$$

其中T、S为代表$\cos\theta$、$\sin\theta$正负值的参数，其定义按下表1条件判定：

表 1

切点所在曲线	tgθ值	T赋值	S赋值
SP（1）	≥0	+1	+1
	<0	+1	−1
SP（2）	≥0	−1	−1
	<0	−1	+1
SP（3）	≥0	−1	−1
	<0	+1	−1

对每一分点P求出对应刻刀中心B点后即可得到三条刻刀轨迹曲线，在指针$BSP(1)$、$BSP(2)$、$BSP(3)$中保存，如图5。

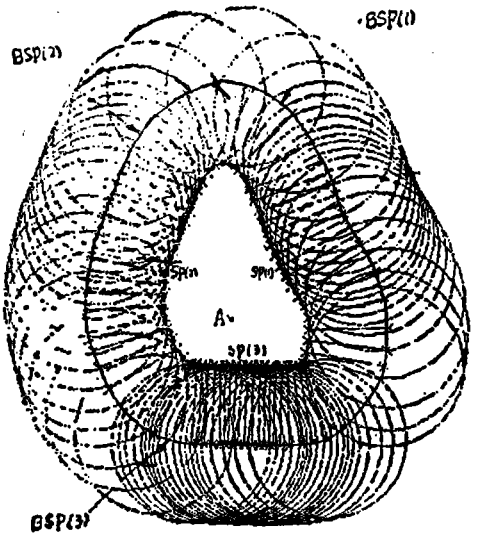


图5

3．计算并输出植体、刻刀数控数据

由于实际工作中待加工植体是绕z轴顺时针匀速旋转的，所以A为中心按等角（如5°）将刻刀轨迹曲线BSP分成72份，如图6。对于每个分点B_i（x_{Bi}，y_{Bi}），$1 \leqslant i \leqslant 72$，求出两轴心$AB_i$间距离：

$$|AB_i| = \sqrt{(x_{Bi}-x_A)^2+(y_{Bi}-y_A)^2}$$

用数组L存贮AB_i间距离：

$L(i) = |AB_i|$　　$(1 \leqslant i \leqslant 72)$

用数组$MOVE$表示加工植上各点时刻刀中心B须作的平移量，并设B_0（x_A+200, y_A），则：

$$MOVE(1) = 200 - L(1)$$

$$MOVE(i) = L(i-1) - L(i) \qquad (2 \leqslant i \leqslant 72)$$

4．按数据模拟刻植机工作过程

如图3所示，刻刀按数组$MOVE(i)$给出的数据沿x轴平移一次，植截面随之顺时针旋转5°，从而产生相切点$P(i)$。整个过程连续进行就将刻植机工作过程通过计算机图形显示出来，且将刻植机加工必要的数据显示在屏幕左下角，并在加工过程结束后形成数据表格输出以供进一步研究。

总之，在APOLLO工作站上进行刻植机模拟分析，即是对已完成的设计方案的检验，也为下一步工作作了探索，以保证刻植机CAM系统设计工作的顺利完成，并且，利用计算机的高速、准确及图形功能，可以减少许多CAM系统设计过程中的实际工作，即节省了资金，又缩短了研制周期。

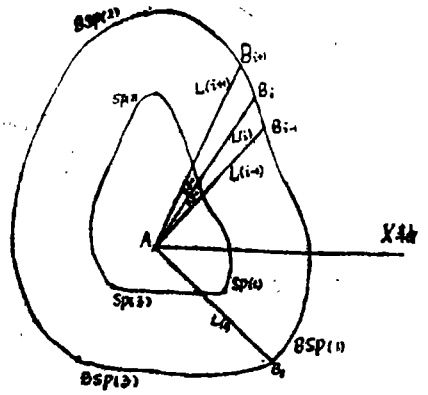


图 6

Computer Simulation Analysis for Shoe-Tree Operation

Gu Xuemei

Abstract

This paper briefly introduced the simulation and analysis routine of the graver-machine in the S-CADM system. The design scheme is inspected and the regular pattern of its operating is illustrated, and a lot of the working data is provided for implement.