

doi: 10.7690/bgzdh.2013.02.026

裁刀切向跟随与切向刀补算法研究

王体泮¹, 张志尚², 赵晓东²

(1. 中国兵器工业第五八研究所数控事业部 四川 绵阳 621000; 2. 山西北方机械制造有限公司, 太原 030009)

摘要: 为了保证裁剪的精度和稳定性, 介绍一种对裁刀切向跟随与切向刀补的算法。在分析自动裁剪的工作原理的基础上, 利用 V 形裁刀的径向切割力, 采用切向跟随及切向刀补算法, 以保证裁割精度和切割的平稳性, 并以服装 CAD 生成的裁料文件进行实例分析, 并在实际项目中进行了应用。实践结果证明了该算法的正确性和有效性。

关键词: 裁刀; 切向跟随; 切向刀补

中图分类号: TP301.6 **文献标志码:** A

Research on Cutter Knife Tangent Following and Compensating Algorithm

Wang Tipan¹, Zhang Zhishang², Zhao Xiaodong²

(1. Department of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Shanxi North Machine Building Co., Ltd, Taiyuan 030009, China)

Abstract: For ensuring the accuracy and stability of cut, introduce cutter knife tangent following and compensating algorithm. Based on analysis the working principle of automatic cut, use radial cut power of V cutter, adopt tangent following, and tangent compensating algorithm to ensure cut accuracy and stability. Use clothes CAD cut file to realize example analysis and apply it. The application result shows that the algorithm is correct and effective.

Key words: cutter knife; tangent following; tangent compensating

0 引言

目前, 服装、皮革的裁剪方式已经由以前的冲剪转换为裁前, 解决了冲裁本身具有的刀模制造周期长、成本高的问题。为了进一步提高设备的性能, 笔者在自动裁床数控系统中, 利用 V 形薄片裁刀, 采用切向跟随的控制方式, 充分利用刀片的径向力, 通过插补算法来保证裁剪的精度和稳定性。

1 自动裁床裁刀的裁剪原理

如图 1 所示的自动裁床的整体外观。在图 2 中则指明了 X 轴与 Y 轴的定义。在自动裁剪前, 首先将裁料平铺在裁剪台上, 并在表面覆盖一层塑料薄膜, 通过强力真空吸附, 将裁料牢牢固定在裁剪台上, 形成一个不可移动的整体。而数控系统控制裁刀移动到裁剪起点处的切向位置, 并通过 C 轴旋转使刃尖方向指向运动方向。在裁头控制裁刀上下高频振动的同时, 通过 X、Y 轴驱动裁头沿裁料轨迹进行裁剪。由于裁刀本身具有一定的宽度和厚度, 为了提高裁剪精度和裁剪的平稳性, 数控系统在控制裁头轨迹运动的同时, 还必须实时控制裁刀转角, 以使刃尖方向与裁剪路径保持相切状态, 而 C 轴的运动是数据分析处理时附加的控制数据。笔者只讨论切向跟随与切向刀补, 而裁刀拐角的具体控制算法在另外的文章中说明。

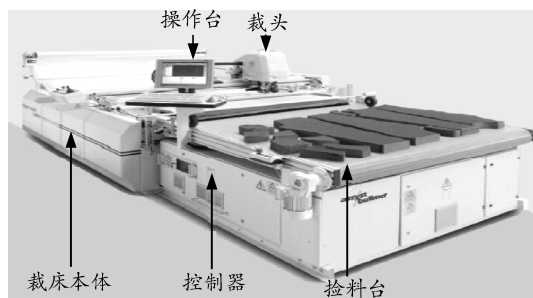


图 1 自动裁床整体外观

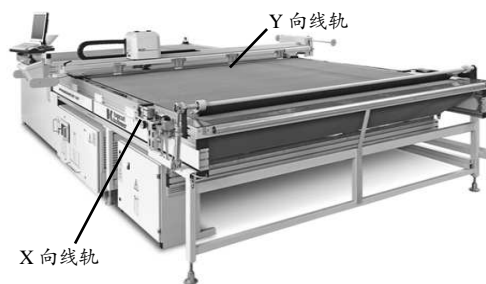


图 2 自动裁床整体外观



图 3 裁头外观及 C 轴

收稿日期: 2012-08-12; 修回日期: 2012-09-13

作者简介: 王体泮(1972—), 男, 四川人, 大学本科, 研高, 从事数控技术研究。

在图 3 中，可以看到，C 轴即为控制 V 形裁刀旋转，以调整其刀尖方向与前进方向一致。

2 V 形薄片裁刀结构特点分析

如图 4 所示的 V 形薄片裁片结构，其表征参数有：刀宽、刀背 2 个参数，而刀具半径可以间接计算出来。由于实际切割是刀尖点位置，需要通过偏心旋补偿来保证刀刃方向指向裁剪方向的 C 轴旋转中心不在刀尖上；由于刀具本身有宽度，而裁割轨迹是由刀尖和刀尾共同形成的，所以轨迹首端与末端的切向刀补过程是不同的。

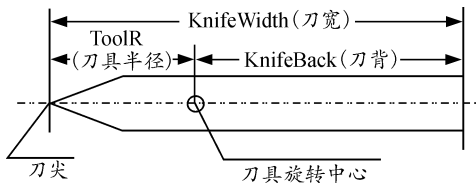


图 4 V 形薄片裁刀结构

采用如下 2 个数据结构来表示刀具信息，以跟踪刀具状态。

```
typedef struct
{
    double FrontOverLap; //过裁长度
    double HeelOverLap; //尾裁长度
    double KnifeWidth; //刀宽
    double KnifeBack; //刀背
}TOOLINF; //数据结构—刀具信息
```

结构中的各个成员均采用 mm 作为单位。

此数据结构作为切向跟随和切向刀补算法的入口信息使用，其中的成员需要根据工艺裁剪工艺要求和刀具本身的尺寸信息进行填写。

下面的数据结构是进行切向跟随参考的状态变量，用于计算和保存当前的刀具状态。

```
typedef struct
{
    double Tip_x,Tip_y; //刀尖位置
    double Tail_x,Tail_y; //刀尾位置
    double Center_x,Center_y; //刀心位置
    double theta; //刀具中心线矢量倾角
}KNIFESTATUS; //数据结构—刀具状态
```

此数据结构所对应刀具矢量如图 5 所示。

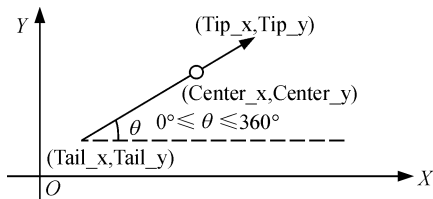


图 5 裁刀刀具矢量示意

3 裁料轨迹数据分析

通过服装 CAD 系统软件生成的裁料轨迹数据文件，一般较通行的格式是 ISO 标准的裁料文件。虽然不同厂家、不同版本的服装 CAD 生成的裁料文件有区别，但在裁料轨迹表示方面基本相同。如下所示文本，则为服装 CAD 生成的裁料加工文件：

```
H1*G71*M15*N1*D1*M15*X1084Y2375*M14
*X1073Y2350*X1053Y2332*X1027Y2323*X1001Y
2326*X977Y2340*X961Y2362*X956Y2388*X961Y
2415*X977Y2437*X1001Y2450*X1028Y2453*X105
3Y2445*X1073Y2426*X1084Y2402*X1084Y2375*
M15*
```

无论输入的裁料文件的格式如何，经过归一化处理，无论是直线还是圆弧(圆弧已经根据精度要求进行了短直线细分逼近)，均生成统一格式的输出数据节点，采用如下的数据结构表示轨迹段信息：

```
typedef struct
{
    double xs,ys; //本段轨迹的起点
    double xe,ye; //本段轨迹的终点
}MARKERNODE; //数据结构—裁料节点
```

将裁料文件规划的轨迹段，采用如上数据结构表示的数据节点，形成如图 6 的一条双向数据链表。

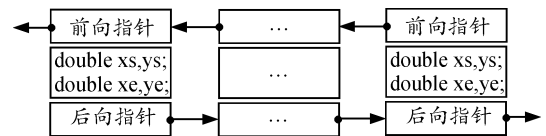


图 6 裁料轨迹数据链表

4 切向跟随与切向刀补

切向运动控制的特点是 X、Y 坐标轴沿着曲线轮廓进行插补运动的同时，C 轴沿曲线的切线方向转动。通过跟踪刀具状态和裁料轨迹，可以完成曲线的切向跟随控制，在形成 X、Y 二维运动的同时，增加对 C 轴角度旋转的控制。

4.1 切向建立刀偏过程

系统约定，在不考虑与实际机械偏移角度时，裁刀所在的控制轴 C 轴回完参考点后的角度为 0°。

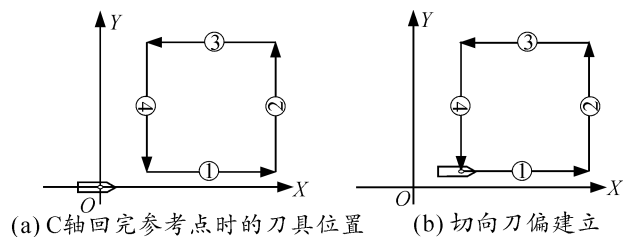


图 7 切向刀偏建立裁刀位置示意

如图7在刀偏建立前,根据第一段轨迹的信息,确立刀具的初始状态,即需要填写跟踪刀具状态的数据结构中的各成员.而实现的逻辑流程如图8.

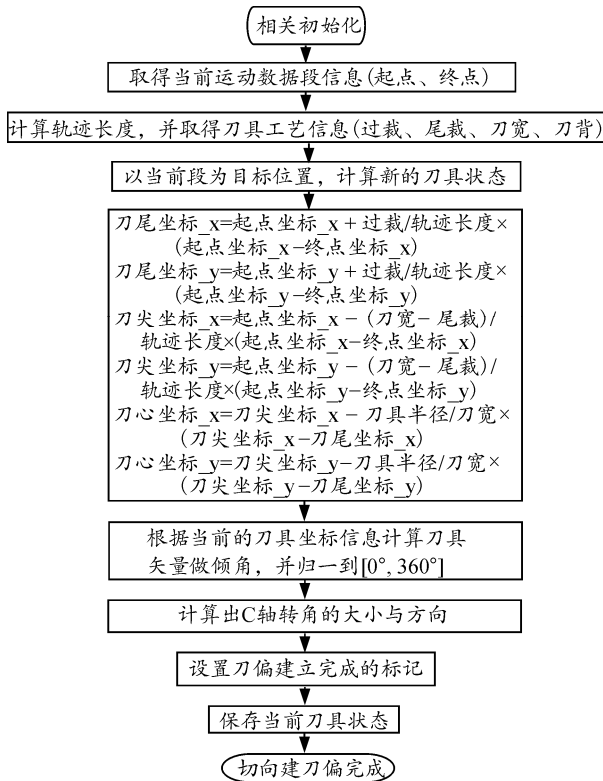


图8 切向刀偏建立流程

4.2 切向跟随与切向刀补

通过上一步完成了切向刀偏的建立过程,确定了刀具的初始状态,在后续过程中,则根据新的轨迹信息计算出新的目标刀具状态,最终计算出新的目标刀具倾角及刀心位置,即切向跟随新的刀具角度、位置要求;通过新的目标刀具与上一段轨迹的目标刀具状态,计算出刀心移动增量和移动角度,即本次切向跟随的运动轨迹要求.

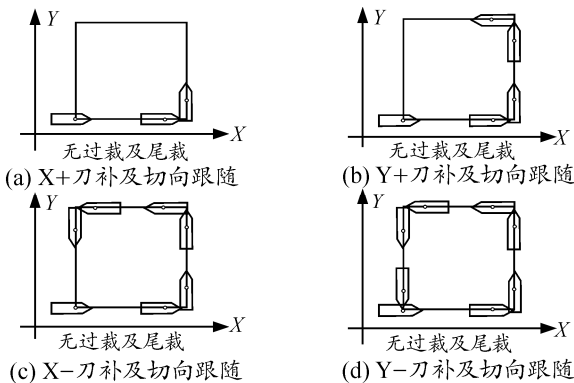


图9 切向跟随及切向刀补过程示意

因为在切向跟随过程中,需要预读一段运动轨迹,故在取得当前运动轨迹段后,计算上一运动轨

迹段的运动数据,在上一段运动轨迹计算完成后,再计算C轴旋转运动到下一段轨迹方向上的数据,在完成切向跟随的过程中,考虑过载与尾裁,同步完成切向刀补和偏心旋转补偿^[3].如图9所示,是一个裁剪一个正方形裁片的切向刀补和切向跟随过程.而图10则是此过程实现的逻辑框图.

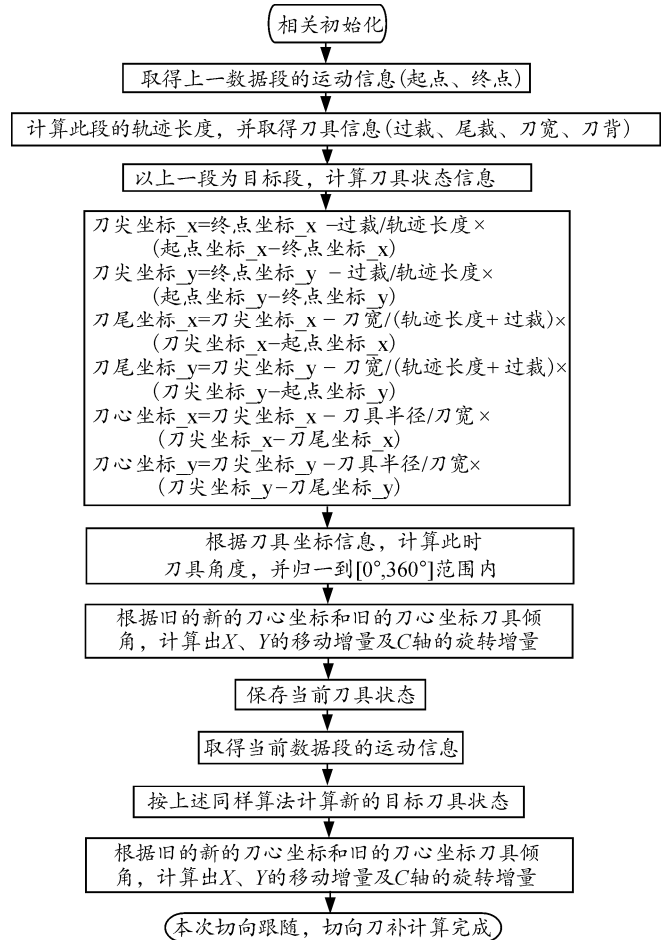


图10 切向跟随及切向刀补算法流程

5 结束语

目前,裁刀切向跟随与切向刀补算法已经应用到实际项目中.从裁剪的效果来看,该算法充分利用了V形裁刀的径向切割力,对刀刃的磨损小,准确地切向跟踪曲线的运动轨迹,保证了裁剪的精度和裁剪过程的平稳性.

参考文献:

[1] Microsoft Visual C++ 6.0 类库参考手册(下)[S]. 北京: 北京希望电脑公司, 1999.

[2] TMS320F28335, TMS320F28334, TMS320F28332, TMS320F28235, TMS320F28234, TMS320F28232 Digital Signal Controllers (DSCs): SPRS439. pdf 2007

[3] 费川, 何宝民, 刘栋. 数据链自动测试系统综合效能评估[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(9): 105.