

# 无卡轴式木材产品在线旋切系统的设计

丁攀<sup>1</sup>, 张峻晖<sup>2</sup>, 赵大旭<sup>3</sup>, 刘存祥<sup>4\*</sup>, 王群<sup>5</sup>

(1. 河南农业大学机电工程学院, 郑州 450002; 2. 河南工程学院, 郑州 451191;  
3. 浙江农林大学工程学院, 临安 311300; 4. 河南农业大学理学院, 郑州 450002;  
5. 北京工业大学材料科学与工程学院, 北京 100022)

**摘要:** 为改变木材加工企业圆木旋切工艺现状、提高旋切设备自动化水平、拓宽加工范围、提高企业竞争力。运用集成制造系统的设计理论, 提出了一种木材产品在线旋切系统的总体设计方案。在分析了在线旋切系统软、硬件组成和工作方式的基础上, 剖析了无卡轴旋切机的结构特点, 提出了新的旋切公式, 建立了驱动辊变速进给的数学模型, 设计了以 PLC 为控制核心的变频调速控制系统, 为在线旋切系统的设计生产提供了指导方向与理论基础。进行了系统的在线生产测试, 测试结果表明: 可加工范围为厚度 0.3~3.7 mm 的单板, 圆木利用率达 95% 以上, 出板线速度达 27 m/min, 单板误差厚度小于 0.03 mm。在满足加工精度前提下, 能够提高旋切速度, 与上下游设备协调良好, 满足木材加工企业现场的生产需要。

**关键词:** 木材产品, 加工, 设计, 在线旋切, 无卡轴结构, 进给模型

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.07.016

中图分类号: TH69

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-07-0091-06

丁攀, 张峻晖, 赵大旭, 等. 无卡轴式木材产品在线旋切系统的设计[J]. 农业工程学报, 2012, 28(7): 91-96.

Ding Pan, Zhang Junhui, Zhao Daxu, et al. Design of online log-core veneer lathe system for wood products[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(7): 91-96. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

在现代制造模式下, 提高设备自动化水平和产品质量、缩短制造周期, 是提高企业制造能力的标志, 这依赖于市场竞争的加快、企业规模的扩大和技术改革的深入<sup>[1-3]</sup>。随着人造板生产线自动化进程的发展, 木材加工企业对于在线旋切设备的需求与日俱增, 但是国内旋切产品的发展相对滞后, 普遍存在开发技术落后、稳定性差、功能单一或者不完善等问题, 产品性能无法满足在线旋切的要求。

无卡轴旋切机取消了卡轴, 优点是木段无需卡轴卡紧, 装夹原料不受木段心材质量的影响, 无需进行定心, 可降低木段剩余直径, 提高木材利用率, 可旋切小径木材。旋切后的剩余直径可以由有卡式的 110~120mm, 减小至 30~50 mm, 甚至 15 mm<sup>[4]</sup>。

在工业发达国家单板旋切机的研究已经达到了较高的水平, 单板的制造精度和加工质量越来越好, 如国外精密旋切机旋切单板的厚度精度可达 0.02 mm<sup>[5-6]</sup>。但是

进口旋切机操作维护复杂, 对操作人员的技术要求高, 并且在功能设置方面并不完全适合国内的实际生产需求。同时, 进口旋切机设备价格昂贵, 价格也是国内大多数中小企业难以承受的, 且维护费用庞大。

本文拟开发适应中国人造板现代化生产线需求的在线旋切设备, 研发拥有自主知识产权的在线旋切系统。在分析旋切系统软硬件组成和工作方式的基础上, 提出了木材产品在线旋切系统的总体设计方案。分析新型无卡轴旋切机的结构特点和新的旋切公式, 建立驱动辊变速进给的数学模型, 进而设计以 PLC 为控制核心的变频调速控制系统。以期在线旋切系统的设计生产提供参考。

## 1 在线旋切系统总体设计

### 1.1 在线旋切系统组成及无卡轴旋切原理

在线旋切系统由人机交互系统、同步检测系统, 进给控制系统、进给驱动系统, 辅助清理装置、刀具工作台六部分组成。各部分关系如图 1 所示。在该系统中, 无卡轴式旋切机是关键单元。其工作原理如图 2 所示: 旋切时, 圆木段卡在两个驱动辊筒和压尺(辊)之间, 木段由转动的辊筒带动做旋转主运动, 同时木段和刀具之间相对运动, 以保证连续旋切, 单板厚度确定时, 图 2 中所标  $\phi_t$  为  $t$  时刻圆木的剩余直径, 是时间的函数。通过分析可知, 单板的厚度由刀门间隙控制, 单板的连续性靠各个部件对圆木的有效夹持实现, 这是一个动态的过程, 因为圆木的剩余直径在不断减小。

收稿日期: 2011-07-25 修订日期: 2011-09-13

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划), (2006AA03Z456)

作者简介: 丁攀(1980—), 男, 河南郑州人, 博士, 主要从事机电一体化技术及农林产品加工设备研究, 郑州 河南农业大学机电工程学院, 450002。Email: dingpan2004@126.com

\*通信作者: 刘存祥(1958—), 男, 河南郑州人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事机电控制及自动化技术研究。郑州 河南农业大学理学院, 450002。Email: liucunxiang@henau.edu.cn

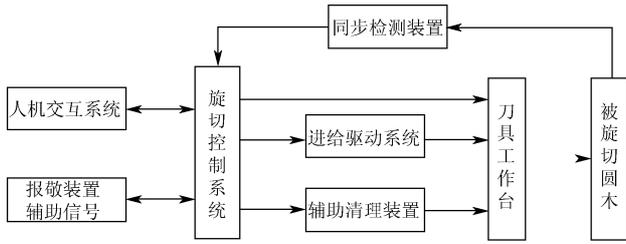


图1 在线旋切系统组成关系图  
Fig.1 Configuration diagram of veneer system online

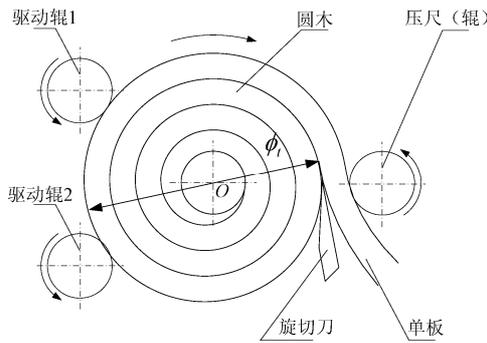


图2 无卡轴旋切机工作原理图  
Fig.2 Principle of log-core veneer machine

在圆木加工自动化生产线上，当圆木到达旋切工位时，旋切系统能够根据从企业网络采集的信息，在线完成旋切任务。其工作方式如图3所示，上位PC机负责人机交换以及与旋切控制系统的数据库交换，确定每根圆木的旋切参数；圆木到达旋切工位时，进给驱动系统通过位置传感器的脉冲信号来确定开始旋切位置和旋切速度，刀具在不影响圆木正常输送的过程中完成在线旋切。

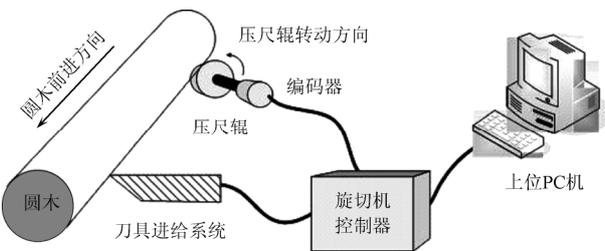
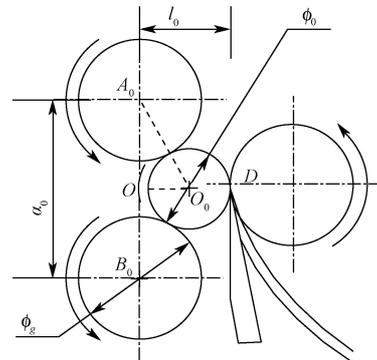


图3 在线旋切系统工作示意图  
Fig.3 Operation schematic diagram of veneer system online

### 1.2 旋切机结构分析与新型旋切机方案提出

对于无卡轴旋切机，如何确定刀具、驱动辊和压尺（辊）之间运动关系是设计的关键。现有无卡轴旋切机主要采用刀台进给的形式，该形式驱动辊固定，便于布置动力和传动装置，技术成熟，但是这种形式匀线速度旋切只是相对于刀台，刀台的进给运动一方面产生振动，影响单板质量，另一方面使单板相对于旋切机并非匀线速度旋切。另外，由于驱动辊中心距  $a_0$  不变，从旋切初始与终止时刀台、驱动辊、圆木位置关系的分析可知，圆木初始直径比较大时候，存在夹持稳定性问题。图4所示为旋切终止时各部分位置关系，其中， $\phi_g$  为驱动辊辊径， $\phi_0$  为旋切终止时圆木剩余直径（一般  $\phi_g > \phi_0$ ）。旋切

终止时圆木中心标记为  $O_0$ ，驱动辊中心分别标记为  $A_0$ 、 $B_0$ ， $A_0B_0$  中点标记为  $O$ ，旋切刀刀尖标记为  $D$ ， $l_0$  为  $D$  到  $A_0B_0$  的距离， $a_0$  为驱动辊中心距。两驱动辊不能接触，因此其中心距要大于驱动辊辊径。



注： $\phi_g$  为驱动辊辊径； $\phi_0$  为旋切终止时圆木剩余直径； $O_0$  为旋切终止时圆木中心； $A_0$ 、 $B_0$  分别为驱动辊中心， $O$  为  $A_0B_0$  中点， $D$  为旋切刀刀尖标记， $l_0$  为  $D$  到  $A_0B_0$  的距离； $a_0$  为驱动辊中心距。

图4 旋切终止时各部分位置示意图  
Fig.4 Operation schematic diagram of termination

旋切终止前，木段应能够被有效夹持，不能从两驱动辊间隙“漏出”，即剩余直径要大于驱动辊中心距与驱动辊辊径之差，同时，刀具也不能与驱动辊发生运动干涉，即  $D$  到  $A_0B_0$  的距离要大于驱动辊半径

$$\begin{cases} \phi_0 > a_0 - \phi_g \\ \sqrt{(\phi_g + \phi_0)^2 - a_0^2} + \phi_0 > \phi_g \end{cases} \quad (1)$$

由(1)式可以推出  $a_0$  的取值范围

$$\begin{cases} \phi_g < a_0 < 2\sqrt{\phi_g \phi_0} \\ \phi_g < 4\phi_0 \end{cases} \quad (2)$$

若  $a_0$  是确定的，由(1)式得

$$\begin{cases} \phi_0 > a_0 - \phi_g \\ \phi_0 > \frac{a_0^2}{4\phi_g} \end{cases} \quad (3)$$

而  $\frac{a_0^2}{4\phi_g} - (a_0 - \phi_g) = \frac{a_0^2 - 4\phi_g a_0 + 4\phi_g^2}{4\phi_g} = \frac{(a_0 - 2\phi_g)^2}{4\phi_g} > 0$ ，剩余直径取值范围为

$$\phi_0 > \frac{a_0^2}{4\phi_g} \quad (4)$$

式中， $\phi_0$  为旋切终止时圆木剩余直径，mm； $a_0$  为驱动辊中心距，mm； $\phi_g$  为驱动辊辊径，mm； $l_0$  为  $D$  到  $A_0B_0$  的距离，mm。

由(4)式知，若要减小剩余直径而提高木材利用率，要么增大驱动辊辊径，要么减小驱动辊中心距，由于(2)式条件限制，驱动辊辊径不宜增大，而剩余直径与驱动辊中心距成平方关系，减小  $a_0$  是减小剩余直径的有效措施。

为便于形式统一，对于参数标号作以下规定：旋切初始时各参数的下标标记为  $m$ ，旋切终止时参数下标为

0, 任意时刻时参数下标为  $t$ 。则木段中心在旋切初始和终了时, 分别记为  $O_m$  和  $O_0$ , 整个旋切过程中,  $t$  时刻 (s) 圆木中心相对于固定点  $O$  的距离 (mm) 为

$$O_t O_0 = \sqrt{\left(\frac{\phi_g + \phi_t}{2}\right)^2 - \frac{a_0^2}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{(\phi_g + \phi_t)^2 - a_0^2} \quad (5)$$

取  $O_t O_0$  与驱动辊中心距的一半的比值, 记作  $K_w$

$$K_w = \frac{O_t O_0}{0.5a_0} = \frac{\sqrt{(\phi_g + \phi_t)^2 - a_0^2}}{a_0} \quad (6)$$

式中,  $O_t O_0$  为  $t$  时刻圆木中心相对于固定点  $O$  的距离, mm;  $\phi_t$  为  $t$  时刻旋切终了时圆木剩余直径, mm;  $K_w$  为  $O_t O_0$  与驱动辊中心距的一半的比值, mm。

图 5 为驱动辊辊径、中心距确定后系数  $K_w$  关于剩余直径  $\phi_t$  的变化曲线

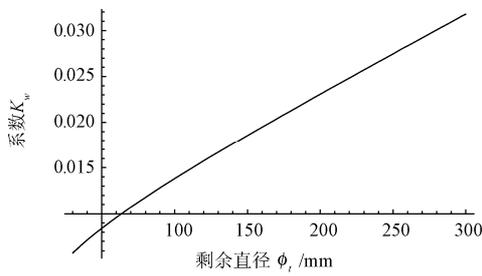
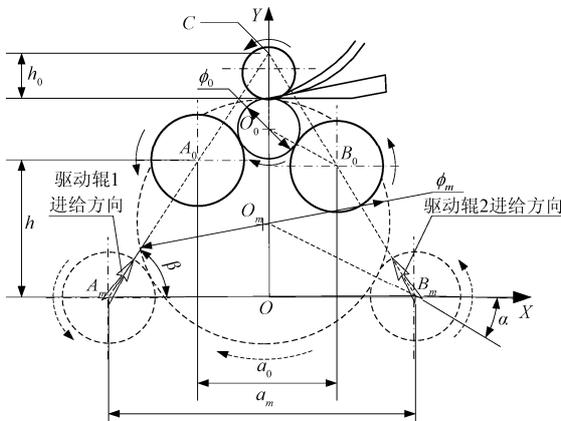


图 5 系数  $K_w$  关于圆木剩余直径变化曲线

Fig.5 Change curve of  $K_w$  with residual diameter

旋切单板厚度 (记为  $h_b$ ) 一定时, 要满足夹持稳定, 就必须使比例系数  $K_w$  不能太大, 显然, 旋切初始时  $K_w$  值最大。减小系数  $K_w$  的方法要么增大驱动辊中心距  $a_0$ , 要么减小圆木初始直径  $\phi_m$ ,  $a_0$  一定时, 这种进给模式在提高木材利用率前提下, 不能兼顾夹持稳定性和较宽的加工范围, 一般只适合  $\phi_m \leq 350$  mm 厚 0.4~1.0 mm 的单板旋切<sup>[6]</sup>。

为解决上述矛盾, 新型木材旋切机采取辊中心距可变的进给模式, 如图 6 所示。加工过程中, 驱动辊位置



注:  $h$  为驱动辊进给距离在  $Y$  轴上的投影;  $h_0$  为点到圆木的距离; 由  $\phi_m$ 、 $\phi_0$  为木段直径;  $a_m$ 、 $a_0$  为辊中心距;  $A_m$ 、 $B_m$  为驱动辊位置;  $\alpha$  为  $O_m B_m$  与  $X$  轴反方向的夹角,  $\beta$  为  $A_m A_0$  与  $X$  轴夹角;  $C$  为  $A_m A_0$ 、 $B_m B_0$  延长线交点;  $O_m$  为旋切初始时圆木中心。

图 6 驱动辊进给旋切示意图

Fig.6 Operation schematic diagram of termination

由  $A_m$ 、 $B_m$  沿  $A_m A_0$ 、 $B_m B_0$  进给到  $A_0$ 、 $B_0$ , 木段直径由  $\phi_m$  减小到  $\phi_0$ , 辊中心距由  $a_m$  减小到  $a_0$ 。理论上, 只要传动系统满足要求, 这种进给方式, 可以满足任意初始直径圆木的旋切, 且在保证木材利用率前提下确保整个旋切过程的夹持稳定性。

### 1.3 新型无卡轴旋切机旋切公式推导

将  $A_m A_0$ 、 $B_m B_0$  延长线交点标记为  $C$ , 建立如图 7 所示坐标系,  $O_m B_m$  与  $X$  轴反方向的夹角记作  $\alpha$ ,  $A_m A_0$  与  $X$  轴夹角分别记为  $\beta$ , 驱动辊进给距离在  $Y$  轴上的投影记为  $h$ , 点到圆木的距离记为  $h_0$ , 该距离取驱动辊的半径, 即  $h_0 = 0.5\phi_g$ , 这样可以保证  $O_m B_m$  与任意时刻的  $O_t B_t$  平行, 即  $O_t B_t$  与  $X$  轴反方向夹角恒等于  $\alpha$ 。由终了状态的参数可以求出夹角  $\alpha$ 、 $\beta$

$$\begin{cases} \alpha = \arctan \frac{\sqrt{(\phi_0 + \phi_g)^2 - a_0^2}}{a_0} \\ \beta = \arctan \frac{\sqrt{(\phi_0 + \phi_g)^2 - a_0^2} + \phi_0 + 2h_0}{a_0} \end{cases} \quad (7)$$

驱动辊在  $Y$  方向的进给距离  $h$  为

$$h = \frac{1}{2}(a_m - a_0) \tan \beta \quad (8)$$

取系数  $K_d$  等于驱动辊最大最小中心距的比值

$$K_d = \frac{a_m}{a_0} = \frac{\phi_m + \phi_g}{\phi_0 + \phi_g} \quad (9)$$

式中,  $\alpha$  为  $O_m B_m$  与  $X$  轴反方向的夹角, rad;  $\beta$  为  $A_m A_0$  与  $X$  轴夹角, rad;  $h$  为驱动辊在  $Y$  方向的进给距离, mm;  $h_0$  为点到圆木的距离, mm; 由  $\phi_m$ 、 $\phi_0$  为木段直径, mm;  $\phi_g$  为驱动辊辊径 mm;  $a_m$ 、 $a_0$  为辊中心距, mm。

可见  $\phi_g$ 、 $\phi_0$ 、 $\phi_m$ 、 $a_m$ 、 $a_0$  等参数是旋切机设计的重要依据, 当这些参数确定后, 就可以推导新的旋切公式。假设  $t$  时刻时驱动辊进给量为  $y$ , 驱动辊中心距变化量为  $2x$ , 则  $y/x = \tan \beta$ , 圆木剩余直径满足下面几何关系

$$\begin{aligned} \frac{\phi_t + \phi_g}{\phi_0 + \phi_g} &= \frac{a_t}{a_0} = \frac{a_m - 2x}{a_0} \\ &= \frac{a_m - \frac{2y}{\tan \beta}}{a_0} = \frac{K_d a_0 - \frac{2y}{\tan \beta}}{a_0} \end{aligned} \quad (10)$$

(10) 式整理后得到任意时刻  $t$  时圆木的剩余直径  $\phi_t$

$$\phi_t = \left( K_d - \frac{2}{a_0 \tan \beta} y \right) (\phi_0 + \phi_g) - \phi_g \quad (11)$$

(11) 式等号两边对时间  $t$  求导, 得

$$\frac{d\phi_t}{dt} = \frac{2(\phi_0 + \phi_g)}{a_0 \tan \beta} \cdot \frac{dy}{dt} \Rightarrow \frac{dy}{dt} = \frac{a_0 \tan \beta}{2(\phi_0 + \phi_g)} \cdot \frac{d\phi_t}{dt} \quad (12)$$

由于是恒线速度旋切, 任意时刻木段转速  $n_t = \phi_g / \phi_t \cdot n_g$  (r/min), 木段旋转一周, 直径减小 2 个板厚  $h_b$  (mm)

$$\begin{cases} \Delta \phi_t = 2h_b \text{ (mm)} \\ \Delta t = \frac{60}{n_m} = \frac{60\phi_t}{\phi_g n_g} \text{ (s)} \end{cases} \quad (13)$$

将(13)式代入(12)式得

$$\frac{dy}{dt} = \frac{a_0 \tan \beta}{2(\phi_0 + \phi_g)} \cdot \frac{\Delta \phi_t}{\Delta t} = \frac{a_0 \tan \beta}{2(\phi_0 + \phi_g)} \cdot \frac{\phi_g n_g}{30 \phi_t} \cdot h_b \quad (14)$$

可见,板厚  $h_b$  (mm) 确定后,驱动辊的进给速度  $dy/dt$  与变量  $\phi_t$  有关,而  $\phi_t$  只与进给量  $y$  (mm) 有关,(11)式代入(14)式得

$$\frac{dy}{dt} = \frac{a_0 \tan \beta}{\phi_0 + \phi_g} \cdot \frac{\phi_g n_g}{30 \left[ \left( K_d - \frac{y}{a_0 \tan \beta} \right) (\phi_0 + \phi_g) \right]} \cdot h_b \quad (15)$$

公式(15)即为新型旋切机的旋切公式,该公式为控制系统算法设计的基础,设置适当检测步长,通过检测驱动辊进给量  $y$ ,可以得到任意时刻木段剩余直径及对应驱动辊进给速度。

### 2 旋切进给数学模型

由图6所示坐标系,由于驱动辊与压尺辊对称布置,圆木中点始终处于  $Y$  轴上,驱动辊进给路径延长线交于  $Y$  轴上的  $C$  点,取  $C$  点到圆木的距离,即  $C$  点到刀刃  $D$  的线段  $CD$  等于驱动辊半径,则旋切中任意时刻圆木与驱动辊中心点连线与  $X$  轴夹角 (rad) 不变,即  $\alpha$  为常数,当辊转速  $n_g$  (r/min)、单板厚度  $h_b$  (mm) 确定后,  $t$  时刻 (s) 圆木剩余直径  $\phi_t$  (mm) 只与驱动辊在垂直方向上的进给量  $y$  (mm) 有关,而驱动辊垂直方向进给速度  $dy/dt$  只与  $\phi_t$  有关

$$\begin{cases} \phi_t = \left( K - \frac{y}{a_0 \tan \beta} \right) (\phi_0 + \phi_g) \\ \frac{dy}{dt} = \frac{a_0 \tan \beta}{\phi_0 + \phi_g} \cdot \frac{\phi_g n_g}{30 \phi_t} \cdot h_b \end{cases} \quad (16)$$

其中,  $K_d$  为反映驱动辊中心距变化幅度的比例系数,  $n_g$  (r/min) 为驱动辊转速。(1)式综合,可以得到

$$\frac{dy}{dt} = \frac{a_0 \tan \beta}{\phi_0 + \phi_g} \cdot \frac{\phi_g n_g}{30 \left[ \left( K_d - \frac{y}{a_0 \tan \beta} \right) (\phi_0 + \phi_g) \right]} \cdot h_b \quad (17)$$

公式(1)、(2)表明要满足旋切条件条件,驱动辊的进给将是非线性加速运动。由于进给运动选择的是丝杠螺母,进给量  $y$  (mm) 对应丝杠转角  $\theta$  (rad),某时刻  $t$  (s) 对应的直线进给速度  $dy/dt$  则对应丝杠的转速  $d\theta/dt$ ,以及变频器输出频率  $f(t)$ 。进给电动机选用同步转速 1500 r/min,假设丝杠的螺距是  $p$  (mm),电动机到丝杠的传动比是  $i$ ,可得到

$$f(t) = \frac{i}{30} \frac{d\theta}{dt} = \frac{i}{30p} \frac{dy}{dt} \quad (18)$$

用旋转编码器检测丝杠转角,则其产生的脉冲数  $n$  与驱动辊  $y$  进给量关系为:  $y = \frac{kp}{4\pi^2} n$ ,则最终得到变频器输出频率  $f(n)$  与旋转编码器输出脉冲数  $n$  之间关系

$$f(n) = \frac{i \phi_g n_g h_b (a_0 \tan \beta)^2}{900 p (\phi_0 + \phi_g) \left[ a_0 (\phi_0 + \phi_g) \tan \beta - \frac{kp}{4\pi^2} (\phi_0 + \phi_g) n \right]} \quad (19)$$

设计参数离线编写,单板厚度  $h_b$  (mm) 根据生产批次在加工前输入,则公式中的变量只有旋转编码器输出脉冲数  $n$ ,通过该公式即可实现驱动辊进给的数控。

### 3 在线旋切控制系统设计

由木材加工机械工作环境,以及加工对象的特点,控制系统应首先具有高可靠性,然后要具有较高控制精度,因此对比各方案后,选择可编程控制器 PLC (programmable logic controller) 为控制系统核心<sup>[12]</sup>,不同加工阶段的各开关量通过 PLC 进行逻辑控制<sup>[13]</sup>,进给量经过传感器转换成脉冲量反馈到 PLC,由 CPU 单元计算所对应的频率,PLC 通过 RS485 接口与变频器通讯<sup>[14]</sup>,给定对应频率驱动电动机,实现动态调速,控制系统的输入输出均为脉冲量<sup>[15]</sup>,实现了对旋切机的数控。控制系统的硬件结构框图如图7所示。

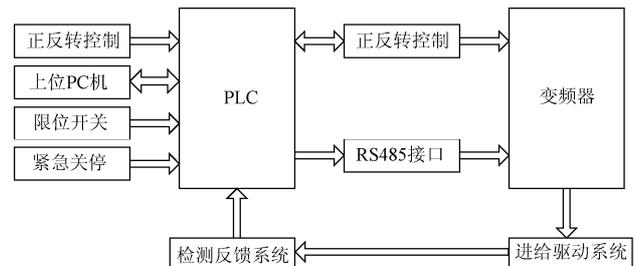


图7 旋切控制系统硬件结构框图

Fig.7 Hardware block diagram of control system

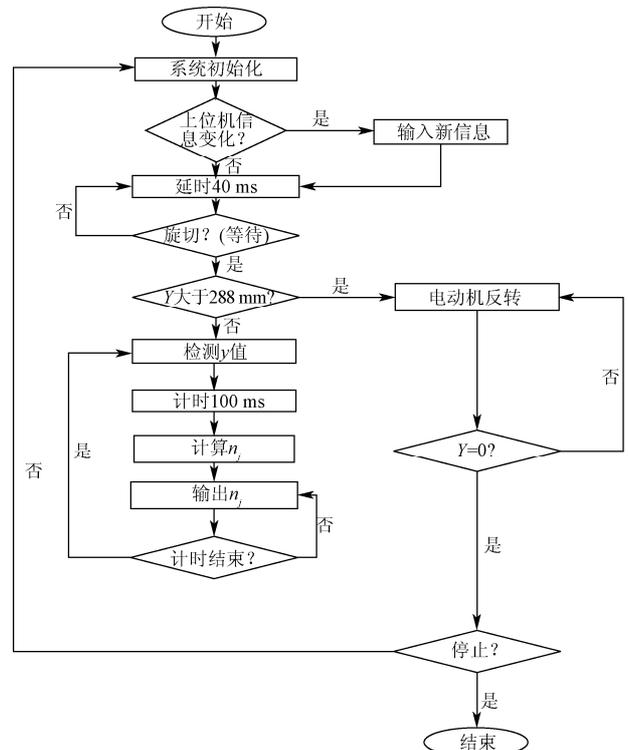


图8 控制系统程序框图

Fig.8 Control system block diagram

上位 PC 机为人机交互装置, 加工开始前, 可以通过上位 PC 机向 PLC 设定本批次板厚规格, 加工过程中, 上位 PC 机显示旋切机工作、加工状态参数。两个限位开关, 分别作为加工工艺起点和加工结束的标志, 限制驱动辊的行程并为 PLC 提供电动机正反转控制信号。

旋切机控制系统的其主要功能可以概括为: 随着被加工圆木剩余直径不断减小, 不断调整进给电动机转速。这里假设驱动辊进给的最大行程为  $y_{\max}$ , 对应丝杠转角为  $\theta_{\max}$ , 输出脉冲数  $n_{\max}$ , 即  $y_{\max} \Leftrightarrow \theta_{\max} \Leftrightarrow n_{\max}$ ; 检测周期为  $\Delta t$ 。旋切机调速控制程序采用梯形图语言编写, 框图如图 8 所示。程序分为初始化、板厚设置、检测与运算、串口通讯、复位、结束等 6 个子程序。

#### 4 系统应用

为验证在线旋切系统设计的有效性和实际应用效果, 对基于以上理论研究设计的系统进行了大量的试验和反复调试, 目前该系统已经投入试生产, 显示了性能稳定, 旋切的单板厚度均匀、表面光滑、旋切速度快、生产效率高等优点。

通常为了满足流水线生产作业, 平直度较差的圆木需进行旋切预处理, 以达到圆木截面直径一致性的要求。系统的加工范围参数如下: 旋切圆木的加工直径不小于 25 mm, 可加工厚度为 0.3~3.7 mm 的单板, 出板线速度达 27 m/min。以将圆松木加工成 1.5 mm 板厚为例, 每班产量可达 30 m<sup>3</sup> 左右, 对加工出来的单板进行测量, 其误差厚度小于 0.03 mm, 完全符合产品的精度要求。

表 1 是在对加工出来松木板样品测量的一组抽样数据, 在直径 40~130 mm 之间抽样测量加工出来的单板厚度。由表中数据可知, 木材直径较大时加工厚度均匀, 木材加工直径小于 85 mm 以后的单板厚度存在一定的误差, 但其厚度平均误差也仅在  $\pm 0.03$  mm 以内, 完全符合国家标准要求。

表 1 单板厚度抽样

Table 1 Sample of veneer thickness

圆木直径/mm	加工厚度/mm	厚度误差/mm
130	2.00	0
120	2.00	0
110	2.01	0.01
100	2.00	0
90	2.00	0
85	2.00	0
80	1.99	0.01
75	2.00	0
70	2.02	0.02
65	2.01	0.01
60	2.00	0
55	1.99	0.01
50	1.98	0.02
40	2.01	0.01

#### 5 结 论

本文从木材加工企业实际生产需要和工艺标准出

发, 根据国内旋切设备应用现状, 对木材产品在线旋切系统进行了研究和设计。为保证设备的整体性能和使用效果, 分别对旋切机的结构系统和控制系统的关键部分进行了重点设计。系统试生产结果证明, 使用此系统加工, 圆木的剩余直径较小, 利用率高, 有效的节约原材料, 满足木材加工企业实际生产的需要, 具有良好的应用前景。

#### [参 考 文 献]

- [1] 陈磊. 原木无卡轴旋切机自动控制系统的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.  
Chen Lei. Research on Log-Core Veneer Lathe Auto control System[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University 2006. (in Chinese with English abstract)
- [2] 孟宪平. 我国人造板工业由大变强的战略思考[J]. 中国人造板, 2008(2): 1-4.  
Meng Xianping. Suggestions on the big to strong developing strategy for China's wood-based panels industry[J]. China Wood-Based Panels, 2008(2): 1-4. (in Chinese with English abstract).
- [3] 李哲林, 姜立军, 罗杜宇. 装配型企业生产现场质量监控系统[J]. 江苏大学学报: 自然科学版, 2006, 27(5): 5-8.  
Li Zhelin, Jiang Lijun, Luo Duyu. Pipeline on-line quality monitoring system in assembly enterprises[J]. Journal of Jiangsu University: Natural Science Edition, 2006, 27(5): 5-8. (in Chinese with English abstract)
- [4] 童亮, 鄢萍, 刘飞. 面向服务的车间制造过程信息集成运行系统[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(2): 340-348.  
Tong Liang, Yan Ping, Liu Fei. Service oriented information integration system for workshop manufacturing process[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(2): 340-348. (in Chinese with English abstract).
- [5] 曾婷. 中国人造板产业的国际竞争力评价[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.  
Zeng Ting. The Evaluation on International Competitive Capacity of Wood-Based Panels Industry in China[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2008. (in Chinese with English abstract)
- [6] 王钟珊, 李琳, 杨军, 等. 木材无卡轴旋切机变速进给控制系统设计[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2007, 46(6): 871-874.  
Wang Zhongshan, Li Lin, Yang Jun, et al. A design of no clip-axes incision machine control system[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 2007, 46(6): 871-874. (in Chinese with English abstract)
- [7] 再生学, 刘品潇, 任德志, 等. 用运动控制卡实现旋切机数控功能[J]. 新技术新工艺, 2007(10): 51-52.  
Ran Shengxue, Liu Pinxiao, Ren Dezhi, et al. NC peeling lathe based on motion control card[J]. New Technology and New Process, 2007(10): 51-52. (in Chinese with English abstract).
- [8] 赵大旭. 新型无卡轴木材旋切机的研制[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.

- Zhao Daxu. The Development of New Non-nipped Axis Wood Veneer Lathe[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2006. (in Chinese with English abstract)
- [9] 潘天红, 陈山, 陈学永, 等. 卡轴旋切机变速进给模型与控制系统的的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2003(2): 63—64.
- Pan Tianhang, Chen Shan, Chen Xueyong, et al. Variable-speed feeding mechanism and control system designed of log-core veneer lathe[J]. Modular Machine Tool and Automatic Manufacturing Technique, 2003(2): 63—64. (in Chinese with English abstract).
- [10] 鲁霞熊, 光明, 胡国清, 等. 无卡轴旋切机变速进给模型与恒线速旋切运动轨迹模[J]. 林业机械与木工设备, 2006, 34(1): 12—15.
- Lu Xiaoxiong, Guang Ming, Hu Guoqing, et al. Study on the model both cutting variable-speed of the log-core veneer lathe and moving locus model with constant-speed peeling[J]. Forestry Machinery and Woodworking Equipment, 2006, 34(1): 12—15. (in Chinese with English abstract).
- [11] 朱焜秋, 孙晓东, 孙玉坤. 无轴承永磁同步电机数控系统设计及实现[J]. 江苏大学学报: 自然科学版, 2006, 27(6): 536—539.
- Zhu Huangqiu; Sun Xiaodong; Sun Yukun. Design and realization of digital control system for bearingless permanent magnet-type synchronous motors[J]. Journal of Jiangsu University: Natural Science Edition, 2006, 27(6): 536—539. (in Chinese with English abstract)
- [12] 宋文龙, 曹军. 基于自适应逆控制的干燥窑温度控制方法研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(3): 95—98.
- Song Wenlong, Cao Jun. Approach to controlling the temperature of drying kiln using feedback-error-learning based adaptive inverse control[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(3): 95—98. (in Chinese with English abstract)
- [13] 胡良龙, 胡志超, 高刚华, 等. 基于 PLC 的种子包衣机自动控制系统设计与实现[J]. 农业工程学报, 2007, 23(8): 140—144.
- Hu Lianglong, Hu Zhichao, Gao Ganghua, et al. Design and realization of automatic controlling system for seed coater based on PLC[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(8): 140—144. (in Chinese with English abstract)
- [14] 谢守勇, 李锡文, 杨叔子, 等. 基于 PLC 的模糊控制灌溉系统的研制[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 208—210.
- Xie Shouyong, Li Xiwen, Yang Shuzi, et al. Design and implementation of fuzzy control for irrigating system with PLC[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(6): 208—210. (in Chinese with English abstract)
- [15] 付立思, 陈春玲, 金莉. 利用 PLC 实现节水灌溉集散控制的研究[J]. 农业工程学报, 2003(增刊 1): 149—150.
- Fu Lisi, Chen Chunling, Jin Li. Study on DC of water-saving irrigation with PLC[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2003(Supp.1): 149—150. (in Chinese with English abstract)

## Design of online log-core veneer lathe system for wood products

Ding Pan<sup>1</sup>, Zhang junhui<sup>2</sup>, Zhao Daxu<sup>3</sup>, Liu Cunxiang<sup>4\*</sup>, Wang qun<sup>5</sup>

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China;

3. School of Engineering, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an 311300, China;

4. College of Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

5. College of Material Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

**Abstract:** To change current status of veneer peeling process in wood enterprises, improve processing automation level and widen the scope of perspective and enhance enterprise competitiveness, the general design scheme of the online veneer lathe system for wood products was put forward by analyzing software/hardware and working mode of veneer lathe system. Based on the principle of integrated manufacturing system, the characteristics and new veneer formula of new log-core veneer lathe were analyzed, and a new mathematical model between the motor speed and the position of the driving roll-carriage was established. An auto-controlled system of new type of log-core veneer and its program, which was based on PLC and transducer, were developed according to these researches. And theoretical foundation and guidance for designing the veneer lathe system online were provided. The results show that processing scope of veneer is 0.3-3.7 mm, wood utilization is above 95%, linear velocity of veneer peeling process is 27 m/min. error of veneer thickness is below 0.03 mm. The machine can meet the wood production demand by experiments.

**Key words:** wood products, processing, design, veneer peeling online, log-core veneer structure, variable-speed feeding model