

# 鼓式刨片机的设计与计算

阮维之<sup>\*</sup>

**摘要** 本文介绍了鼓式刨片机设计中刨切、进料、传动和控制形式的选择以及生产能力、驱动电机功率、刀鼓双曲面尺寸、切削速度、刀鼓直径、刨刀数量、刨刀斜角和刀鼓转速等参数的确定及计算。

**关键词** 鼓式刨片机; 刀鼓; 双曲面

## Designing of Drum Flaker

Ruan Weizhi

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

**Abstract** This article introduced selection principles of flaking, feeding, transmitting and controlling types and technical parameter determination and calculation during designing drum flaker, such as production capacity, power requirement of driving motor, hyperboloid size of drum, cutting speed, drum diameter, flake knife number, bevel angle of flake knives and rotational speed of drum etc.

**Keywords** Drum flaker; Drum; Hyperboloid

鼓式刨片机由于其刨花质量好、生产效率高等显著特点,在刨花板生产中的应用日益广泛。在国外,鼓式刨片机已经成为主要的刨花制备设备,在国内,由于受设备和原材料种类的限制,目前仍以环式刨片机为主。但随着人工林的发展,适合鼓式长材刨片机加工的原料越来越多,同时市场对刨花板质量的要求也越来越高。因此,设计制造各种形式的鼓式刨片机,并逐步系列化、标准化,是我国刨花板工业发展的需要。

本文总结了 BX444 及 BX445 长材刨片机设计中遇到的一些问题和具体解决办法以及某些参数的选择和计算,以期今后鼓式刨片机的设计和计算提供参考。

## 1 总体设计

### 1.1 刨切形式的选择

鼓式刨片机刨切形式按刨刀安装方向分直刃(刨刀刀刃与刀鼓母线平行)刨切和斜刃(刨刀刀刃与刀鼓母线呈一定角度)刨切两种,按刨刀形状分为带状刀刨切和梳状刀刨切两种,现在以采用梳状刀较多。

**1.1.1 直刃梳刀刨切** 例如 BX456 单鼓轮刨片机,该机型刀鼓和刀片加工都比较方便,但由于刨切过程

为断续切削,振动较大,消耗功率也大,故目前已较少采用。

**1.1.2 斜刃梳刀刨切** 如 BX444 和 BX445 长材刨片机,刨切时刨刀刀刃与木材纤维方向呈一定角度,刀刃从木材纵横向逐渐切入,且基本为连续切削,切削条件好,振动小,故目前较多采用。

在斜刃梳刀刨切中又分圆柱形刀鼓和双曲面刀鼓两种。圆柱形刀鼓配置双曲线刀刃梳刀,双曲面刀鼓配置直刃梳刀。前者刀鼓加工方便,但双曲线梳刀的加工和刃磨不便。后者虽刀鼓加工较为复杂,但直刃梳刀加工和刃磨均较方便。因刀鼓为一次性加工,刨刀刃磨则需经常进行,故目前较多采用双曲面刀鼓、斜刃梳刀刨切形式。为减少刀鼓表面磨损,刀鼓表面需进行耐磨处理,如表面镀铬,平时一般不用维修。国外一些大型鼓式刨片机刀鼓表面为装配式耐磨块组成,维修时将耐磨块取下修复或更换,非常方便。例如德国 Maier 公司生产的 UC 型长材刨片机。

### 1.2 进料方式

短材鼓式刨片机一般靠进料链条的棘爪夹紧木材横向强制进料。长材刨片机一般有水平强制进料和倾斜式自重下滑进料两种。大型长材刨片机多采用固定式水平料槽,由板式输送机强制进料,旋转的刀鼓水平往复运动完成切削,如 BX446 长材刨片机。还有如德国 Maier 公司生产的 UC 型长材刨片机,旋

收稿日期 1997-12-01

<sup>\*</sup> 本文作者为中国林科院木材工业研究所高级工程师,北京 100091

转的刀鼓上下摆动,完成切削运动。木材在切削室内被重压、侧压和室压装置三面压紧,切削条件好,能够保证刨花质量。中小型长材刨片机多采用倾斜式料槽,刀鼓在固定位置旋转,料槽在液压驱动下上下摆动,以实现木材靠自重下滑进料和完成切削。在切削过程中木材在料槽内被专用夹紧装置夹紧,切削条件也较好,BX444和BX445长材刨片机就采用这种进料方式。设计中应根据刨片机的使用要求选择合适的进料方式。

### 1.3 传动系统

为缓和刨切过程中不可避免地产生的冲击和振动,鼓式刨片机多采用柔性的皮带为主传动件。主电机通过强力三角皮带或平皮带带动主轴,刀鼓与主轴采用锥形配合,拆装方便。主轴系统设置液压或手动刹车机构,以便必要时及时停车,确保安全和换刀时刀鼓定位准确。

料槽摆动、刀鼓移动及夹紧系统一般采用液压传动。水平进料料槽多采用液压马达驱动的板链传动结构,能正反转并承受重载和冲击。

### 1.4 控制方式

鼓式刨片机一般采用电、液联合控制。电气控制已由普通继电器控制逐步改为可编程序控制器(PLC)控制,其优点是控制方案可灵活改变,可靠性好,如BX445长材刨片机即采用PLC控制。

## 2 刀鼓设计

### 2.1 双曲面刀鼓基本结构特点

斜刀槽沿刀鼓圆周均匀分布,刀槽内装有刨刀、刀夹、楔形压刀块和定位压条。装配时首先通过液压或手动压刀装置将带有蝶形弹簧的楔形压刀块压下,再将装好刨刀的刀夹从刀鼓端部插入刀槽并由固定在刀槽内的定位压刀条定位,然后松开压刀装置,楔形压刀块靠蝶形弹簧将刨刀压紧在刀槽内。运转时压刀块因离心力的作用将刨刀压得更紧。

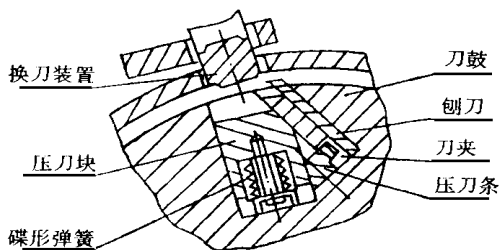


图1 刀鼓结构示意图

Fig.1 Sketch of flaking drum

根据刨花厚度所要求的伸刀量,在专用调刀装置上调好刨刀在刀夹上的位置并用螺钉固定。换刀时只需更换刀夹,安全又方便。

刀鼓端部装有割刀,出料口装有底刀,底刀方向与刀鼓母线平行,底刀刀刃为双曲线。

### 2.2 刨切原理及运动参数

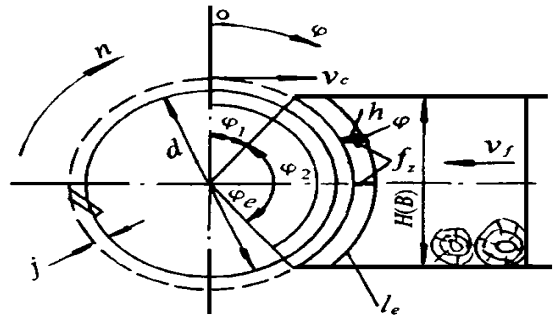


图2 刨切原理图

Fig.2 Flaking principle sketch

$\varphi, \varphi_1, \varphi_2$ —转角;  $l_e$ —接触弧;  $\varphi_e$ —接触角;  $d$ —刀鼓直径;  
 $j$ —伸刀量;  $n$ —刀鼓转速;  $h$ —刨花厚度;  $V_c$ —切削速度;  
 $V_f$ —进料速度;  $f_z$ —每刀进给量;  $H$ —料槽高度;  $B$ —料槽宽度

$$\text{接触角 } \varphi_e = 360^\circ l_e / \pi d (^\circ) \dots\dots\dots (1)$$

$$\sin(\varphi_e/2) = H/d$$

$$\text{切削速度 } V_c = d\pi n/60 (\text{m/s}) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{进料速度 } V_f = Z_w f_z n/1\,000 (\text{m/min}) \dots\dots (3)$$

式中  $Z_w$  为有效刀片数,如刀鼓装有  $Z$  把带状刀,  $Z_w = Z$ ,如刀鼓装有  $Z$  把梳刀,则  $Z_w = Z/2$ 。

$$\text{刨花厚度 } h = f_z \sin \varphi_e^{[1]} (\text{mm}) \dots\dots\dots (4)$$

### 2.3 生产能力的计算

#### 2.3.1 循环切削、间歇进料式长材刨片机

$$Q = B H l m^{\mu} K_{\mu} (\text{kg/h, 绝干}) \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $B$ 、 $H$ —料槽宽度和高度(m);

$l$ —每次切削木段长度,即刀鼓长度或几组刀鼓总长度(m);

$m$ —每小时刀鼓或料槽循环运行次数

$$m = \frac{60}{B \text{ (或 } H) / (n \cdot f_z \cdot Z_w) + t_k}$$

式中  $B$  对于刀鼓水平往复运动式刨片机为料槽宽度,对于刀鼓垂直运动或料槽上下摆动式刨片机则为料槽高度  $H$ (m);

$n$ —刀鼓转速(r/min);

$t_k$ —每次切削循环刀鼓或料槽的空行程和运行死点的停止时间(min);

$\mu$ —原料充填系数,原料状态较好时可达 0.4~0.5,一般为 0.2~0.3,甚至更小;

$K_t$ —时间利用系数,一般取  $K_t=0.9\sim 0.95$ ;

$r$ —原料绝干密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

### 2.3.2 连续切削式短材刨片机

$$Q=60nZwf_zBl^2K_t r/1\,000$$

$$=60V_f B l^2 K_t r^{1/2} \quad (\text{kg/h, 绝干}) \dots\dots\dots (6)$$

式中  $f_z$  为每刀进料量即刨花最大厚度;  $f_z=1\,000V_f/Zwn$  (mm); 其余参数与式(3)、(5)相同。

就生产能力而言,连续切削式短材刨片机由于没有空行程和反向停止时间,故比循环式切削的长材刨片机高,但短材刨片机要求原材料固定长度,这样就需增加木材截断设备。

### 2.4 切削速度 $V_c$ 的确定

在刨花厚度一定时,切削速度越高,生产率也就越高,且刨花表面光滑,施胶量降低,生产成本也降低。提高切削速度的方法一是加大刀鼓直径,二是提高刀鼓转速,但是二者均直接影响功率消耗和设备制造难度。根据原料种类和对刨花厚度的不同要求,切削速度  $V_c$  一般在  $15\sim 40\text{ m/s}$  范围内选择。

### 2.5 刀鼓转速 $n$ 和直径 $d$ 的确定

由于  $V_c=\pi dn/60$  (m/s), 则  $dn=60V_c/\pi$ , 所以当  $V_c$  确定之后,  $dn$  就为一定数,  $n$  与  $d$  成反比关系。从刨花质量分析,刀鼓直径小,刨花曲率大,易于横向断裂,不利于大片刨花生产。从结构上分析,刀鼓直径小,可安装的刨刀数就少。但加大刀鼓直径则转动惯量、起动力矩、电机起动电流都要增大,对机器性能影响较大。因此,在确定刀鼓直径时既要考虑到刨花质量及能够布置所需的刀槽,又不宜太大。

由于双曲面刀鼓的刀槽是斜向布置,故刀鼓不宜过长,一般  $l\leq 0.6d$ 。为降低对转动部件的平衡要求,当  $l/d\leq 0.6$  时,刀鼓转速以  $700\sim 2\,000\text{ r/min}$  为宜。由于刀鼓、主轴及其他转动部件均为加工件,质量分布比较均匀,一般只需进行静平衡就可保证刀鼓运转平稳。

### 2.6 刀槽数 $Z$ 的确定

根据式(6)  $Z_w=Q/60nf_zBl^2K_t r$ , 对于梳刀刨切则  $Z=2Z_w$ 。当刨片机结构确定时  $B$ 、 $l$  就已确定,在转速  $n$  和产量  $Q$  确定后,  $Z_w$  只与每刀进料量  $f_z$ , 即刨花厚度有关,要求刨花厚度即  $f_z$  越小,  $Z_w$  越多,反之要求  $f_z$  越大,  $Z_w$  越小。另外,刀槽数  $Z$  受刀鼓结构布置的限制,不能任意加大,既要满足产量和刨花厚度的要求,还要满足刀鼓结构布置的需要。BX444长材刨片机刨切普通刨花的刀鼓为6槽,刨切大片刨花的刀鼓为4槽, BX445为8槽。

### 2.7 刨刀斜角(刨刀与刀鼓母线夹角) $\omega$ 的确定

$\omega$  对刨切质量影响很大,当  $\omega=20^\circ\sim 25^\circ$  时刨切质量最好。

从刨切平稳性分析,同时参加切削的刀数越多,切削越平稳,当任一时间切下的刨花横断面积不变时就达到了“均衡”切削。“均衡”切削只有在刨切宽度  $l$  即刨刀长度在刀鼓轴线上的投影等于刀鼓轴向刀距  $t_0$  或它的整数倍时才能实现。即  $l=Kt_0^{1/3}$ , 式中  $K$  为正整数。

$$t_0=(\pi d/Z)\text{ctg}\omega=S/Z, \text{ 式中 } S \text{ 为导程。}$$

因此“均衡”切削的条件可表示为  $l\cdot Z/S=K$ , 当刀鼓直径  $d$  和刀槽数  $Z$  确定后,  $\omega$  越大,则实现“均衡”切削所需刀鼓长度  $l$  越小,但对于鼓式刨片机这种装配式刀鼓来说,由于受到结构上的限制  $\omega$  不能太大,一般取  $\omega=10^\circ\sim 15^\circ$ 。

### 2.8 刀鼓双曲面及纵截面双曲线尺寸计算

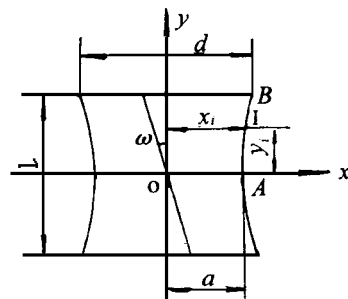


图3 刀鼓纵截面双曲线

Fig. 3 Drum vertical section hyperboloid curve

#### 2.8.1 刀鼓任意截面直径 $d_i$ 计算

先求出双曲线实半轴  $a$  (刀鼓中间横截面半径),

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{(d/2)^2 - [(l/2)\text{tg}\omega]^2} \\ &= \sqrt{d^2/4 - (l^2/4)\text{tg}^2\omega} \\ &= 1/2 \sqrt{d^2 - l^2\text{tg}^2\omega} \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

然后求出双曲线上任一  $y$  坐标为  $y_i$  的 I 点的  $x$

$$\text{坐标 } x_i, x_i = \sqrt{a^2 + (y_i\text{tg}\omega)^2} \dots\dots\dots (8)$$

根据式(8)可求出双曲线上任一点的  $x$  坐标,即可知双曲面刀鼓任一横截面直径  $d_i$ 。

$$d_i = 2x_i = 2\sqrt{a^2 + (y_i\text{tg}\omega)^2} \dots\dots\dots (9)$$

#### 2.8.2 刀鼓纵截面双曲线方程

刀鼓纵截面双曲线标准方程为

$$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1 \dots\dots\dots (10)$$

BX444长材刨片机刀鼓中间截面直径  $d_{\text{中}}=347.101\text{mm}$  即  $a=d_{\text{中}}/2=173.551\text{mm}$ , A 点坐标为

$x_A = 173.551$ ,  $y_A = 0$ 。B 点坐标为  $x_B = d/2 = 175\text{mm}$ ,  $y_B = l/2 = 90.15\text{mm}$ 。代入式(10)求出虚半轴  $b = 696.186$ , 则刀鼓纵截面双曲线方程为

$$x^2/173.551^2 - y^2/696.186^2 = 1 \quad \dots\dots (11)$$

BX445 长材刨片机刀鼓纵截面双曲线方程为

$$x^2/247.714^2 - y^2/924.588^2 = 1 \quad \dots\dots (12)$$

根据双曲线方程可以求出曲线上任一  $y$  座标为  $y_i$  的 I 点的  $x$  座标  $x_i$ ,  $d_i = 2x_i$ , 即可知双曲面任一横截面的直径。

据式(9)或式(11), (12)计算出的结果是一致的。

### 3 刀鼓驱动电机功率计算

#### 3.1 刀鼓驱动电机功率按下式计算:

$$N_e = pL V_c / 1\,000 (\text{kW}) \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:  $p$ —木材切削比阻力( $\text{N/mm}$ )。

测验结果表明, 在刨片厚度  $h = 0.1 \sim 0.6 \text{ mm}$ , 其它刨切条件相同的情况下, 刨切功率消耗变化不大。为简化计算不考虑刨片厚度, 故用木材切削比阻力计算总切削力和电机功率。

$L$ —同时参加切削的刨刀刀刃在刀鼓轴向投影总长度( $\text{mm}$ )。

根据对德国 ZOA-18L 型鼓式长材刨片机的实测结果, 不同树种的切削比阻力  $p = 3 \sim 5 \text{ N/mm}$ 。考虑最大不利情况, 按最大比阻力计算, 取  $p = 5 \text{ N/mm}$ 。

#### 3.2 刀鼓驱动电机功率按下式计算

$$P = 0.93 K_{C0.5} l \sqrt{\frac{1\,000 V_f}{Z_w \cdot n}}^{1.4} (\text{N}) \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$N_e = 4.30 \times 10^{-7} K_{C0.5} l \sqrt{V_f} d \sqrt{n} \sqrt{Z_w}^{1.4} (\text{kW}) \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中  $K_{C0.5}$  是只跟树种有关的切削力参数, 对松木、云杉等针叶树材, 约为  $9 \text{ N}/(\text{mm} \sqrt{\text{mm}})$ , 对于山毛榉等硬杂木, 约为  $12 \text{ N}/(\text{mm} \sqrt{\text{mm}})$ 。

以 BX445 长材刨片机为例, 用以上两种方法计算结果大致相同。

### 4 刨花形态分析

4.1 鼓式短材刨片机和水平进料式长材刨片机在一次刨切过程中所加工的刨花的厚度在宽度方向上是变化的, 变化大小与接触角有关。

接触角  $\varphi_e = 360^\circ l_e / d\pi$  ( $^\circ$ ),  $\sin(\varphi_e/2) = H/d$

刨花厚度  $h = f_z \sin \varphi$  ( $\text{mm}$ )

由上式可见, 刨花厚度在宽度方向上按正弦规律

变化, 影响了刨花厚度的均匀性。在设计刨片机时, 为提高刨片机的产量, 接触角  $\varphi_e$  越大越好, 但完全切削的条件是  $H(B) \leq d$ , 即  $\varphi_e \leq 180^\circ$ 。当  $\varphi = 90^\circ$  时, 刨花最厚,  $h_{\max} = f_z$ , 当  $\varphi = 0^\circ$  或  $180^\circ$  时, 刨花厚度最小,  $h_{\min} = 0$ , 在一次刨切过程中刨花厚度的变化是  $0 \sim f_z \sim 0$ 。可见  $\varphi$  越大,  $h_{\min}$  越小, 刨花厚度变化越大。但刨花板生产工艺要求刨花厚度变化越小越好, 即接触角越小越好。为兼顾刨片机产量和刨花质量, 设计中一般取  $\varphi_e = 90 \sim 110^\circ$ , 相应料槽宽度  $B$  (或高度  $H$ ) 与刀鼓直径  $d$  之比为  $0.71 \sim 0.82$ , 刨花厚度  $h_{\min}/h_{\max} = 0.57 \sim 0.71$ , 这样既满足了刨花板生产工艺要求, 又保证刨片机一定的生产率。

4.2 倾斜式进料长材刨片机刀鼓轴向与木捆有一定夹角, 刨切时随料槽摆动夹角越来越小, 刨切终了时二者平行。这种刨片机加工的刨花除了具有在宽度方向上的变化外, 在长度方向上厚度也是变化的, 正常刨切时离料槽摆动轴越远刨花就越厚。

$$h_{\min} = (L-l) \tan \alpha, \quad h_{\max} = L \tan \alpha$$

式中:  $\alpha$ —刀鼓每转过一刀时的料槽摆角( $^\circ$ );

$$h_{\min}/h_{\max} = (L-l)/L = l-l/L$$

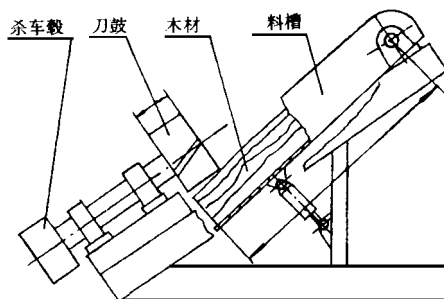


图 4 倾斜式进料长材刨片机刨切示意图

Fig. 4 Flaking sketch of universal flaker with slope feeding

可见刨花厚度在长度方向上的变化只与刀鼓长度和料槽长度之比有关, 刀鼓长度一定时, 料槽越长刨花厚度变化越小, 但料槽不宜太长, 结构设计一般取  $L = 8 \sim 15l$ 。这样  $h_{\min}/h_{\max} = 0.88 \sim 0.93$ , 完全满足刨花板生产工艺要求。

BX444 型与 BX445 型长材刨片机的  $h_{\min}/h_{\max}$  均在 0.9 左右。

综合上述分析, 可见鼓式刨片机加工的刨花质量比较好, 生产效率也比较高, 是一种比较理想的刨花制备设备。

### 5 BX444 和 BX445 长材刨片机设计和检测情况

附表 BX444、BX445 长材刨片机技术参数

| 项 目           | 单位    | 设计值        |           | 实测值      |        |
|---------------|-------|------------|-----------|----------|--------|
|               |       | BX 444     | BX 445    | BX 444   | BX 445 |
| 刀鼓直径 $d$      | mm    | 350        | 500       | 350      | 500    |
| 刀鼓长度 $l$      | mm    | 180.3      | 251.8     | 180.3    | 251.8  |
| 刀片数 $Z$       | 片     | 6.4        | 8         | 6.4      | 8      |
| 刨刀斜角 $\omega$ | 度     | 14         | 15        | 14       | 15     |
| 主电机功率 $N$     | kW    | 30         | 55        | 30       | 55     |
| 切削速度 $V_c$    | m/s   | 15, 20, 34 | 35, 20    | 35       |        |
| 刀鼓转速 $n$      | r/min | 1 876      | 1 315     | 1 890    |        |
| 刨花厚度 $h$      | mm    | 0.25~1.2   | 0.25~0.45 | 0.25~1.2 |        |
| 填充系数 $\mu$    |       |            |           | 0.35     |        |
| 生产能力 $Q$      | kg/h  | 200~400    | 400~600   | 468      |        |
| 空载功率          | kW    |            |           | 3.6      |        |
| 负载功率          | kW    | 8.9        |           | 7.8      |        |
| 机械效率 $\eta$   |       | 0.85       | 0.85      | 0.88     |        |
| 噪音            | dB(A) | ≤85        | ≤85       | 81.8     |        |
| 主轴承温升         | °C    | ≤35        | ≤35       | 18       |        |
| 刨花合格率         | %     | 70         | 70        | 83.5     |        |

注: 1. 表中实测值系机器鉴定实测数据, BX 445 尚未鉴定。  
2. BX444 长材刨片机实测时刨切原木为 桐木, 桐木绝干密度按 240 kg/m<sup>3</sup> 计算, 表中生产能力为折合成绝干密度为 450 kg/m<sup>3</sup>

(上接第 21 页)

2.3 泡桐材变色真菌接种试件的变色效果

把分离并纯化后的真菌接种到泡桐小试件上, 与未接种试件(对照)进行比较, 观察其发生变色的情况。结果发现, 分离出的真菌中, 有两种真菌可导致泡桐木材变色, 使整个木材由淡白色变成黑褐色, 与生产中的泡桐变色非常相似。而未接种泡桐材试样没有发生变色。这表明从兰考泡桐木材中分离出来的真菌确实引起泡桐材的变色。

2.4 兰考泡桐木材变色真菌种类的鉴定

导致泡桐木材变色的真菌, 经中国科学院微生物研究所鉴定是链格孢菌 (*Alternaria alternata*) 和一种根霉菌 (*Rhizopus* sp.)。

2.5 泡桐材变色发生机理的推测

泡桐材变色的机理, 很长一段时间以来, 学者普遍认为是由木材内的抽提物引起的, 与真菌无关, 本研究表明真菌可以引起泡桐材变色。根据这一研究, 可以肯定泡桐材变色发生的原因中存在着由真菌滋生引起木材的化学变化导致变色的因素, 但真菌是如何与木材作用等一系列问题还有待进一步研究。Yazaki 等<sup>[9]</sup> 研究发现, 木材真菌引起的变色是一个复杂的过程, 主要是真菌及其分泌物中的酶和木材的化学成分共同作用的结果, 具体地讲, 是在适合条件下, 变色真菌在泡桐材内生长发育, 并分泌各种酶, 这些酶促使真菌在木材上赖以生存的基质如纤维素、半纤维素等物质被分解成各种产物, 产生变色的前趋

标准材的数值。  
3. 负载功率为按实测切削条件计算值, 考虑到桐木比杉木软, 取  $K_{C0.5}=8\text{ N/(mm}\sqrt{\text{mm}}\text{)}$ 。

二种型号长材刨片机的设计、试制、生产试验和检测证明, 上述设计原则和计算方法是符合实际的, 有关技术参数和检测数据见附表。

6 参考文献

1 农林部设计院. 刨花的制造. 林产工业, 人造板原料的削片、刨片和再碎设备专辑, 1978, 88~90  
2 [苏]N·A·奥特列夫著, 诸葛俊鸿译. 碎料板生产工艺计算. 林产工业, 碎料板生产工艺计算专辑, 1983, 45~48  
3 南京林产工业学院. 木材切削原理与刀具. 中国林业出版社, 1983  
4 G Maier. Relationships in the Chipping Technology of Drum Flakers. Holz als Rohr- und Werkstoff 1984, (42): 371~374

物质, 使木材表面和内部发生褐色、红色和黑色变色, 还可使木材明度降低, 材色变暗。因此, 关于泡桐材变色机理的研究应拓宽思路, 从微生物变色出发, 进行更深入的研究, 早日揭开泡桐材变色奥秘, 为变色防治提供正确的理论指导。

3 结论

- 3.1 泡桐材变色存在着真菌引起的变色;  
3.2 从变色泡桐木材中分离出了两种变色真菌, 链格孢菌 (*Alternaria alternata*) 和一种根霉菌 (*Rhizopus* sp.)。

4 参考文献

1 Zabel R A, Jeffrey J Morrell. Wood Microbiology: Decay and its Prevention. Academic Press Inc., 1992, 326~339  
2 成俊卿等. 泡桐属木材的性质和用途的研究(一), (三). 林业科学, 1983, 19(1): 57~63; 19(3): 284~291  
3 祖勃荪、徐鹿鹿、周勤. 防止兰考泡桐木材变色的初步实验. 木材工业, 1991, 5(3): 29~33  
4 Michikazu Ota. The Chemistry of Color Changes in Kiri Wood (*Paubownia tomentosa*) 2. Mokuzai Gakkaishi, 1991, 37(3): 254~260  
5 Wilcox W W. Some Methods Used in Studying Microbiological Deterioration of Wood. U.S. Forest Service Research Note, 1964 FPL-063  
6 刘一星. 木材视觉环境学. 东北林业大学出版社, 1994, 21~23  
7 Ward J C, W Y Pong. Wetwood in Trees: A Timber Resource Problem. General Technical Report, 1980, PNW-112.  
8 Kreber B and A Byrne. Discolorations of Hem-fir Wood: A Review of the Mechanisms. For. Prod. J., 1994, 44(5): 35~42  
9 Yazaki Y, J Bauch, R Endeward. Extractive Components Responsible for the Discoloration of Ilomba Wood (*Pycnanthus angolensis*). Holz als Rohr- und Werkstoff, 1985, 43(9): 359~363