

讨论与建议

开槽圆锯片热变形的试验研究

赵二东, 李黎, 严雄林

(北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083)

摘要: 本文研究了圆锯片径向槽的数量、长度、宽度对圆锯片热变形的影响。试验结果发现,三者对圆锯片的热变形均有较大的影响;当开 5 个径向槽时圆锯片的热变形最小;相同条件下,径向槽相对较长的锯片不易发生热变形;径向槽宽度的增加可引起锯片热变形的加剧。

关键词: 圆锯片; 径向槽; 热变形

中图分类号: TS643 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2004)06-0025-03

Thermal Deformation of a Circular Sawblade with Slots

ZHAO Er-dong, LI Li, YAN Xiong-lin

(Material Science and Technology College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The effects of the number, length and width of the slots on the thermal deformation of a circular sawblade were investigated in this paper. Results found that under the same condition, a circular sawblade with 5 slots showed the best thermal stability. It was also found that increasing the length of the slots tended to make the sawblade more stable, whereas increasing the width of slots resulted in increased thermal deformation.

Key words: Circular sawblade; Slot; Thermal deformation

圆锯片锯切工作时,切削刃与木材纤维之间、锯片与木材锯路表面之间均会产生剧烈摩擦而产生热。试验表明,温度最高的区域在锯片的外边缘,锯片上存在一个外高内低的瞬态温度场。当圆锯片旋转达到一定转速时,在离心力的作用下,锯片外缘部分开始松弛。由于锯片锯切木材时,锯片外缘温度升高,体积膨胀,而锯片内部温度上升缓慢,锯片外缘体积受内部材料的限制不可能随意伸缩,使锯片发生外部大而内部小的变形,此时锯片就会失稳而向两侧游动,呈“蛇行”状态,造成锯材切削面呈波浪状^[1~3]。

为了抵消热应力的不利影响,目前通常的做法是在锯片外边缘径向上等间距开槽或与径向呈一定角度开槽。笔者以期通过试验分析锯片外边缘的径向槽尺寸对锯片热变形的影响。

1 试验材料与仪器

锯片 天津林业工具厂提供,共 20 片。材料为 65 Mn,直径 300 mm,厚度 2.4 mm,120 齿,开槽未镶齿。考虑到锯片适张处理和热处理残余应力对变形的影响,本试验选择未进行适张和热处理的锯片。锯片外边缘径向槽的宽度分别是 1、2、2.5 mm,径向槽长度 40、30、28、25 mm,径向槽数 0、3、4、5、6。

主要仪器 电涡流位移传感器(HZ-85745),电压表及示波器,圆盘电加热器,可调压直流电源,接触式温度传感器及温控仪,非接触式远红外温度测定仪(RAYGER MX4+和 MINITEMP MT4)。

2 试验方法

将圆锯片安装在圆锯机(ST4)锯轴上,测得圆锯片初始位移电压,然后打开加热器进行加热,用非接触式远红外温度测定仪分别测定圆锯片外边缘和锯片夹持盘边缘处的温度,记录下锯片外边缘和夹持盘边缘的温差分别为 9、22、46 和 57 ℃时电压输出

收稿日期:2004-04-07

基金项目:北京林业大学研究生培养基金资助项目。

作者简介:赵二东(1975—),男,北京林业大学材料科学与技术学院硕士研究生。

联系作者:李黎(1963—),男,北京林业大学副教授,博士。

万方数据

值^[4]。试验中,圆锯片外边缘的温度变化非常剧烈,由于热辐射,圆锯片内部升温也逐渐加快。为了减小辐射式热传递,试验时在锯片加热区和内部非加热区之间增加了一条隔离层。

试验分别测定了夹盘直径为 110、65 mm 以及无夹盘时圆锯片边缘的变形,重点分析夹盘直径为 65 mm 时锯片的边缘变形情况。

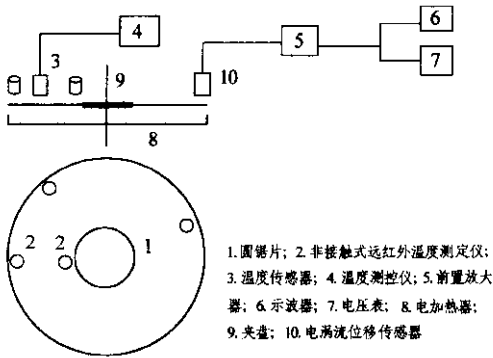


图 1 试验装置示意图

Fig. 1 A schematic diagram of the test system

3 试验结果分析

由于圆锯片的直径与厚度比相对较大,稳定性差,很容易被激发振动。其中最危险的状况是当锯片的转速接近锯片的临界速度时,锯片失去原有的稳定状况^[2]。锯片外边缘的径向槽有利于减轻锯片对切削热的敏感性,防止锯片可能产生的“热压曲不稳定”。R C Yu 等的试验研究表明^[5],对厚度 1 mm、直径 400 mm、不开径向槽的圆盘,其外边缘与中心夹盘边缘的温差达到 9 ℃时,就能使该圆盘呈现波状弯曲幅度达 1.3 mm 的“荷叶形”。在相同的受热条件下,如果上述圆盘的外边缘等间距开设 6 个长 70 mm、宽 1.2 mm 的径向槽后,圆盘发生热压曲的温差就由 9 ℃提高到 57 ℃。由此可见,径向槽可释放锯片外环区热膨胀产生的压应力,防止锯片的热压曲。

3.1 槽数量对锯片热变形的影响

从图 2 可以看出,对于直径为 300 mm、未进行

适张和热处理的 65 Mn 锯片,在直径 65 mm 夹盘的夹持下,当锯片边缘和夹盘边缘温差达到 22 ℃时,未开槽锯片开始有明显的热变形,而且变形的速率比较大;当温差达到 46~57 ℃时,热变形的速率开始逐渐变缓,说明锯片可能存在一个最大热变形量,随着温差的增大,锯片的热变形会逐渐接近。同时,在锯片热变形的过程中,可能存在一个易变形区,在这个区域内,锯片发生急剧地变形;在直径 110 mm 夹盘的夹持下,锯片的热变形小于 65 mm 夹盘夹持的锯片,但总体趋势一致。为更清楚地分析试验结果,本文选择了直径 65 mm 夹盘夹持锯片的热变形量进行讨论。根据已有的研究结果,径向槽还对锯片的动态稳定性有相当大的影响,且奇数槽比偶数槽更有利^[2,6~8]。

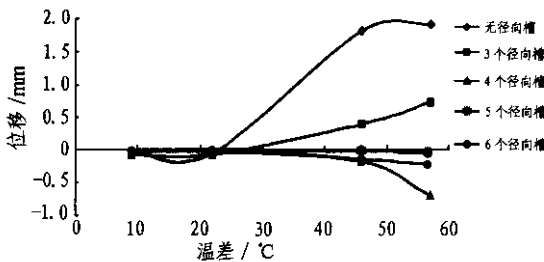


图 2 不同槽数的圆锯片热变形

Fig. 2 Thermal deformation curves with different numbers of slots

对于开有 3 个径向槽的锯片,当温差达到 22 ℃时,也开始有较为明显的热变形,但初期的变形速率比较缓慢,远小于无槽锯片,同时,温差在 57 ℃范围内时,其变化速率基本一致,变形曲线为一条直线,说明 3 槽锯片在温差达到 57 ℃时,还没有达到形变最大值。相比之下,在温差 22 ℃以后的一段区域内,4 槽锯片的热变形更为缓慢,当温差达到 46 ℃后,其变形速率开始变大,变形也逐渐明显。由试验结果分析可知,5 槽锯片的热变形远小于 6 个槽锯片的热变形,在温差达到 57 ℃时,5 槽锯片的热变形是所有试验锯片中最小,而且只有当温差达到 57 ℃时,才会发生明显热变形,而 6 槽锯片在温差为 22 ℃左右时就一直开始以缓慢的速率产生热变形。

表 1 不同槽数的圆锯片热变形

Tab. 1 Thermal deformation with respect to the number of slots

锯片编号	槽数	初始最大位移/mm	不同温差时最大位移/mm				不同温差时最大净位移/mm			
			9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃	9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃
19	0	2.555	2.497	2.868	4.375	4.465	-0.057	-0.057	1.820	1.910
18	3	2.362	2.283	2.380	2.749	3.096	-0.079	-0.079	0.387	0.734
7	4	3.267	3.256	3.225	3.096	2.573	-0.011	-0.011	-0.171	-0.694
9	5	3.290	3.298	3.293	3.269	2.453	0.008	0.008	-0.021	-0.037
17	6	2.817	2.787	2.734	2.676	2.586	-0.031	-0.031	-0.141	-0.231

注:锯片初始轴向最大位移包括锯片端向跳动值;数据正值表示测量时锯片变形朝下,负值表示锯片变形朝上。下同。

径向槽的存在不可避免地削弱锯片的整体结构刚度,总结各个锯片的变形情况,可以得出这样的结论:在圆锯片的热变形过程中,锯片开始产生变形的临界点可能与锯片本身的抗弯刚度有很大的关系^[9]。当锯片由于自身温差产生的热应力大于锯片抗弯极限时,锯片开始变形,在变形过程的某一区段内,变形速率相对较快,而锯片产生的最大热变形量与锯片的材料、厚度、夹持比等因素有关。所以,当锯片的形变达到某个值后,其变形速率减缓。对于偶数槽锯片,由于结构上的轴对称性,当热应力大于抗弯极限时,锯片便开始变形;对于奇数槽锯片,尽管锯片材料本身的弹性模量没有提高,根据弹性力学基本原理,在同等条件下,由于锯片结构上的轴不对称性,锯片整体的结构刚度有了提高,所以在槽长度和宽度相同的条件下,奇数槽锯片比相邻偶数槽锯片不易发生变形。同时,在相同的温差条件下,随着径向槽数量的增加,锯片产生的热应力得到了释放,锯片的热变形因而逐渐减小。但考虑到锯片槽数增加会削弱锯片的结构刚度,所以,一般圆锯片上通常开 5~6 个槽。

3.2 槽长度对锯片热变形的影响

外边缘开有 4 个宽度相同、长度不同的径向槽后锯片的热变形状况如图 3 所示。当温差在 22~46 ℃ 范围内增加时,所有锯片都开始较缓慢地发生变形,其中槽长为 28 mm 的锯片的变形最为剧烈;当温差达到 57 ℃ 时,所有锯片变形的速率和变形量都迅速增大。但由表 2 可见,锯片变形的幅度随着槽长度的增加而减小,分析其原因是由于随着径向槽长度的增加,锯片与空气接触的面积增大,由此增加了锯片释放热能和热应力的途径。这一结果说明,增加径向槽的长度有助于减小锯片边缘的热变形。所以,在制造工艺许可的情况下,可以在锯片上开曲线槽,以增加槽的实际长度。

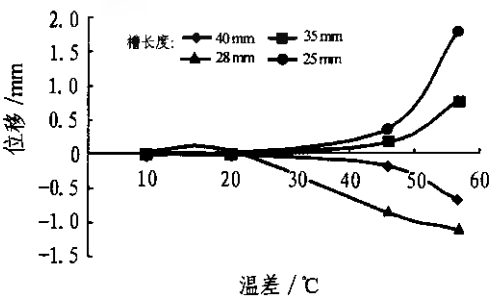


图 3 径向槽长度不同时锯片的热变形
Fig. 3 Thermal deformation curves with 4 slots of different lengths

表 2 不同径向槽长度时锯片的热变形										
Tab. 2 Thermal deformation with 4 slots of different lengths										
锯片 编号	径向槽 长度	初始轴向 最大位移	加热时不同温差下的最大位移				不同温差下最大净位移			
			9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃	9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃
7	40	3.267	3.256	3.225	3.096	2.573	-0.011	-0.011	-0.171	-0.694
11	35	3.036	3.043	3.054	3.196	3.813	0.007	0.007	0.160	0.777
14	28	2.035	2.073	2.073	1.171	0.899	0.038	0.038	-0.864	-1.136
13	25	2.112	2.128	2.167	2.480	3.920	0.016	0.016	0.367	1.807

3.3 槽宽度对锯片热变形的影响

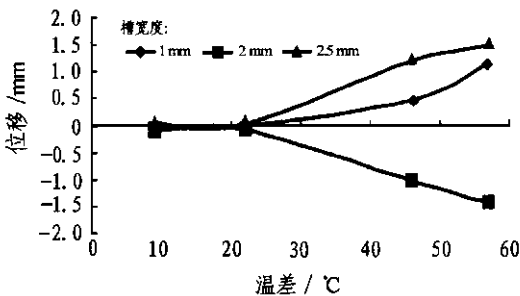


图 4 径向槽宽度不同时锯片的热变形
Fig. 4 Thermal deformation curves with 4 slots at different widths

表 3 不同径向槽宽度时锯片的热变形										
Tab. 3 Thermal deformation with respect to the width of slots										
锯片 编号	径向槽 宽度	初始轴向 最大位移	加热时不同温差下的最大位移				不同温差下最大净位移			
			9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃	9 ℃	22 ℃	46 ℃	57 ℃
3	1	2.943	2.937	2.957	3.405	4.080	-0.006	-0.006	0.461	1.136
2	2	3.023	2.929	2.692	2.001	1.581	-0.095	-0.095	-1.023	-1.442
5	2.5	2.981	3.006	3.135	4.162	4.450	0.025	0.025	1.181	1.469

①发展宽幅人造板成套设备系列,满足市场多样性的需要。

在完成上述提高生产能力、提高性能、提高控制水平和可靠性、节能降耗的多层压机人造板成套设备的技术研制开发后,抓紧研制人造板连续平压压机,力争在不太长的时间内,实现我国人造板成套设备的总体水平达到或接近国际先进水平的目标。

(上接第 27 页)

时锯片的变形速率最低,相同温差下变形量最小。因此,在满足制造工艺条件的情况下,圆锯片上的径向槽不宜过宽。

4 结论

1)圆锯片外边缘开径向槽后,锯片发生热变形的温差可较大幅度地提高,变形速率得到有效控制。锯片径向槽数量增多,其发生热变形的温差越高,变形速率越低。相同条件下,边缘开 5 个径向槽锯片的热变形最小。

2)径向槽的长度对锯片的稳定性有较大的影响。径向槽长度的增加使锯片与空气的接触面积加大,增加了锯片释放热量和热应力的途径,减小锯片边缘的热变形。在保证锯片工作刚度的前提下,径向槽的长度可适当加长。

3)在相同试验条件下,随着径向槽宽度的增加,锯片的变形增大。在变形初期,径向槽的宽度越宽,锯片发生热变形的速率越大,变形量也随之增大,因此,宽槽不利于锯片动态稳定性的提高。

4)锯片发生热变形时,可能存在一个最大变形量和一个易变形的温差区段,最大变形量与锯片的材料、厚度、夹持比等因素有关。同一锯片在相同受热

参考文献:

- [1] 2003 年中国林业发展报告[R].
- [2] 李道育,岳群飞,刘群,等. 对我国人造板机械行业发展的回顾和思考[J]. 人造板通讯, 2002(6): 3-5,11.
- [3] 何泽龙. 我国中密度纤维板工业 2003 综合调查[J]. 林产工业, 2004,31(1): 7-13.
- [4] 肖小兵,胡广斌. 我国中密度纤维板生产现状[J]. 人造板通讯 2003(12): 3-4.

条件下,夹持盘直径增大,锯片变形量明显减小。易变形温差区段则与径向槽的数量、长度、宽度等参数有关。

参考文献:

- [1] 李黎,习宝田,杨永福. 圆锯片上热应力及回转应力的分析[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(3): 14-17.
- [2] 李黎. 温度场对圆锯片动态稳定性影响的理论与试验研究[D]. 北京林业大学博士学位论文, 2003.
- [3] Iwata H, Yoshita Y, Hashimoto K. Basic Study of Tensioning Effect on Thermally Stressed Disk Vibration[J]. 日本机械学会论文集, 1993, 59(563): 2015-2019.
- [4] 李黎,习宝田,田中千秋,等. 圆形薄板的温度分布及热变形[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(1): 74-78.
- [5] Yu R C, Mote C D Jr. Vibration of Circular Saws Containing Slots[J]. Holz als Roh-und Werkstoff, 1987, 45(4): 155-160.
- [6] 郭兴旺,邹家祥. 径向槽对圆锯片振动特性的影响[J]. 机械, 1999, 26(4): 10-11.
- [7] Iwata H, Yoshita Y, Hashimoto K. Basic Study of Slit Effect on Thermally Stressed Disk Vibration[J]. 日本机械学会论文集, 1995, 61(584): 1293-1299.
- [8] Li L, Tanaka C, Xi B, et al. The Relation Between Temperature Difference of Circular Saw and Sawing Profile on the Workpiece[C]. 16th International Wood Machining Seminar, Japan, 2003.
- [9] Stakhiev Y. Cavity Oscillation and Equilibrium Stability Loss of Flat Thin Rotary Disk Irregular Heating[J]. Woodworking Machine and Tools, 1993(2): 27-30.

欢迎订阅《木材加工机械》杂志

国家林业局北京林业机械研究所主办,全国中文核心期刊,万方数据期刊上网组,与中国国际招标网合办专题服务、技术专论栏目,执行《中国学术期刊(光盘版)》的优秀期刊。

主要内容:木材加工机械行业最新研究和设计成果,使用维护、技术革新、生产管理经验,新技术新产品介绍,国内外发展趋势综述,技术经营信息,标准和地址:北京市和平里七区 25 楼,100013 电话:010-64200082 传真:010-64215203 银行帐号:工商银行北京和平里支行营业室 881127-40 户名:国家林业局北京林业机械研究所 万方数据

检测及有关人造板生产工艺设备,家具制造工艺设备,装饰材料生产工艺及设备。主要面对从事木材加工、木材综合利用和木材加工机械研究、设计、教学、生产、经营管理的人员。

双月刊,国内外公开发行,刊号 ISSN 1001-036X/CN11-2680/S,大 16 开 40 页,单价 5.00 元,全年 30.00 元。可通过邮局或银行汇款订阅。垂询请联系: