

圆锯片适张应力分布状况及锯片平整性量化分析方法的研究*

习宝田 撒 潮

(北京林业大学 北京 100083)

摘要 本文重点论述了用锯片端面圆跳动和其在特定加载条件下的刚度作为评价锯片平整性和适张应力分布状况量化指标的理论依据及为此研制开发的以8031单片机为核心的检测系统。应用该方法及检测系统对多种木工圆锯片和大型金刚石锯片所做的实测结果表明,该方法及检测系统应用于工业现场是切实可行的。

关键词 圆锯片;适张应力;平整性;单片机;检测系统

1 引言

从工业实用的观点看,要全面衡量一张圆锯片的适张状态,至少应有三项指标:①适张(程)度;②适张应力分布状况(例如适张应力分布是否均匀);③适张后锯片的平整性^[1]。本文重点论述锯片适张应力分布状况及锯片平整性的表达和检测方法。

2 锯片适张应力分布特征及平整性概念

大量研究表明,因适张而在锯片中引入的适张应力既有周向应力 σ_θ ,又有径向应力 σ_r ; σ_θ 较 σ_r 大得多, σ_θ 起主要作用。适张应力分布的主要特点为:靠锯齿的外环区要有足够的周向张应力^[1]。图1为一典型滚压适张应力沿锯片半径方向的分布状况。

由图1可见,适张在锯片靠中心一侧的内环区所引入的周向压应力是和外环区的周向张应力同时存在的。适张应力的这一分布特点决定了当适张达到一定程度时,内环区的周向压应力会使该部分锯片松弛而凹陷成“碟形”。适张度越大,这种碟形化程度越大。因此,即使锯片的适张度未超出合理范围,锯

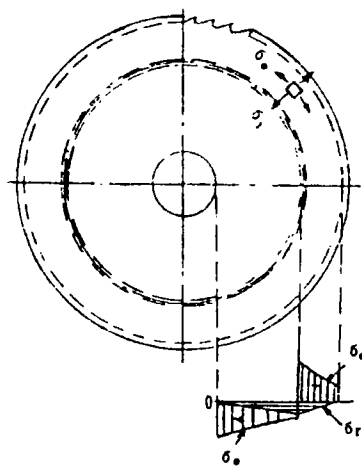


图1 圆锯片滚压适张应力的分布状况

片已可能不再平整,而有少量碟形化。“光隙法”正是根据这一原理来检测锯片的适张程度^[2]。这里所谓的锯片平整性,指的是锯片适张后不应有翘曲、局部凸起和凹陷等平整性缺陷。

3 特征参量的选取

大量研究结果表明,适张在锯片中所引入的适张应力,除会导致锯片的形态、固有频率变化外,还会导致锯片的刚度、电磁性能、声学性能等物理、力学性能的变化。因此,从理论上讲,可通过上述这些参量中的任一种

收稿日期 1995-03-20

* 本文系林业部重点课题“STT-1型微机控制圆锯片适张状态综合检测系统”的另一部分。参加研究工作的还有路鹏程、黄箭波、陈欣、李启岭、黄明发。

来反映锯片的适张应力大小及其分布状况。

通过试验研究并分析了大量已有研究成果后,我们决定采用锯片在中央夹持、周边一点加载条件下的刚度变化来反映锯片适张应力的分布状况。鉴于木工锯片适张后允许轻微“碟形化”,但圆周方向还应保持平整,故采用锯片在中央夹持和未加载条件下一定半径圆周方向的端面圆跳动来反映锯片适张后的平整性。

研究表明,锯片在上述夹持加载条件下,这个集中载荷过加载点在锯片圆周方向的分力按付里叶级数分布。当加载所引起的锯片变形不超过其弹性范围时,所引起的锯片横向变形可表述为如下方程:

$$U_{\theta} = \frac{3(1-\mu^2)FD^2}{\pi E t^3} \sum C_n \cos n\theta$$

式中: F —集中载荷;

D —锯片直径;

t —锯片厚度;

E —锯片材料的弹性模量;

μ —锯片材料的泊松比;

n —锯片的波节直径数;

C_n —与 n 对应的弹性变形系数;

θ —过加载点与过测量点半径之间的夹角。

适张应力的引入会改变一个锯片的 C_n 值,换言之,会改变锯片在这种夹持、受力状态下的刚度。根据上述方程绘出的锯片在这种夹持受力状态下适张前后周边各点的横向变形量曲线见图 2。

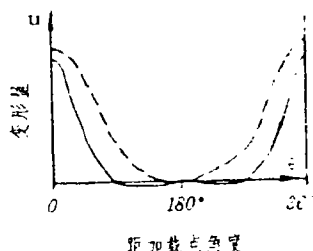


图 2 锯片在中央夹持周边单点加载条件下
适张与未适张时各点的横向变形量

图 2 说明,无论适张与否,加载点都有一

定横向变形,锯片适张后变形量较适张前大,变形方向与加载方向一致。 $\theta=180^\circ$ 处,适张前后的横向变形量都近于零; $\theta=90^\circ$ 和 $\theta=270^\circ$ 处,未适张时,横向变形量很小,或有少量反向变形,适张后,有一定正向变形,变形量与适张程度正相关。鉴于这一规律,如果取 $\theta=90^\circ$ 处为测量点,让锯片转动一周,测出其横向变形量并绘制在参考标准圆上(图 5),通过该图,不仅可获得锯片适张程度或适张应力大小的信息,而且可看出适张应力沿锯片圆周方向分布是否均匀。

4 特征参量的提取与检测原理

在本研究中,为检测表述锯片适张状态的三个特征参量,研制了一种“STT-1 型微机控制圆锯片适张状态综合检测系统”。在该系统中,表述锯片适张应力分布状况和锯片平整性的特征参量,是通过时域分析进行提取检测的,即通过系统中的单片机控制,对锯片一定半径圆周方向在未加载和加载两种情况下,一周内的横向位移量进行采样分析的。分析结果,前者用以表述锯片的平整性,后者用以表述锯片的适张应力分布状况。

4.1 端面圆跳动检测

若检测到锯片一定半径圆周方向一转内的横向位移量的样本函数为 L ,采样点数为 N ,则

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_N\}$$

$$\text{取 } l_{\max} = \text{MAX}\{l_1, l_2, \dots, l_N\}$$

$$l_{\min} = \text{MIN}\{l_1, l_2, \dots, l_N\}$$

则锯片端面圆跳动的最大值为:

$$M = l_{\max} - l_{\min}$$

为说明锯片一定半径圆周方向的平整性,特引入映射 φ :

$$\varphi: L \rightarrow B$$

$$\text{即: } B = \{b \mid b = R + K(l - l_1), l \in L, l_1 \in L\}$$

其中: K —放大系数;

R —参考标准圆半径。

通过映射,可将锯片一定半径圆周方向一转内的跳动(不平)情况变换成以 R 为半

径的参考标准圆上的径向变化集合 B (图 5)。用 M 和集合 B 可量化描述锯片的平整性。

4.2 锯片加载时 $\theta=90^\circ$ 处位移量检测

设锯片中央夹持, 周边一点加载时, 距加载点 90° 处圆周方向一转内采集横向位移量得到的样本函数为 D

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$$

为表述锯片适张应力在圆周方向的分布状况, 引入映射 f :

$$\begin{aligned} f: D &\rightarrow G \\ d &\rightarrow R + K(d - l_1) \end{aligned}$$

即: $G = \{d | d = R + K(d - l_1), d \in D, l_1 \in L\}$

式中: K 和 R 分别为放大系数和参考标准圆半径。

通过上述变换, 可以得到锯片在这种夹持、受力状态下的横向变形 (对应刚度) 变化集合 G 。通过集合 G 和参考标准圆及集合 B 的比较, 可反映锯片的适张应力分布状况 (图 5-2)。

5 检测系统

为检测上述表述锯片适张应力分布状况和平整性的特征参量而研制的“STT-1 型微机控制圆锯片适张状态综合检测系统”, 是由 8031 单片机为核心而组成的。该系统的硬件部分结构框图见图 3。

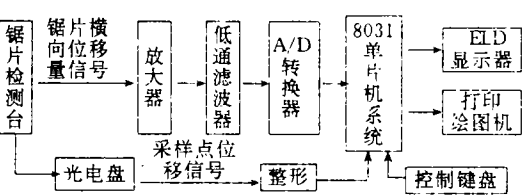


图 3 检测系统的硬件结构框图

该检测系统的软件结构见图 4。

6 实例分析

图 5-1 和 5-2 是“STT-1 型微机控制圆锯片适张状态综合检测系统”给出的一张 $D = 600\text{mm}$ 、 $t = 2.4\text{mm}$ 、材料为 65Mn 的锯片适张前后夹持比 $\eta = 0.3$ 时的平整性和适

张应力分布状况的检测结果。

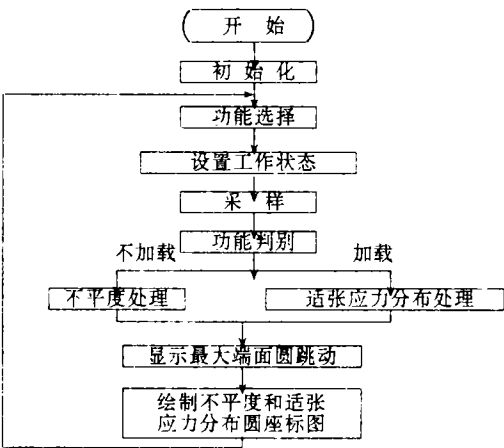


图 4 检测系统的软件结构框图

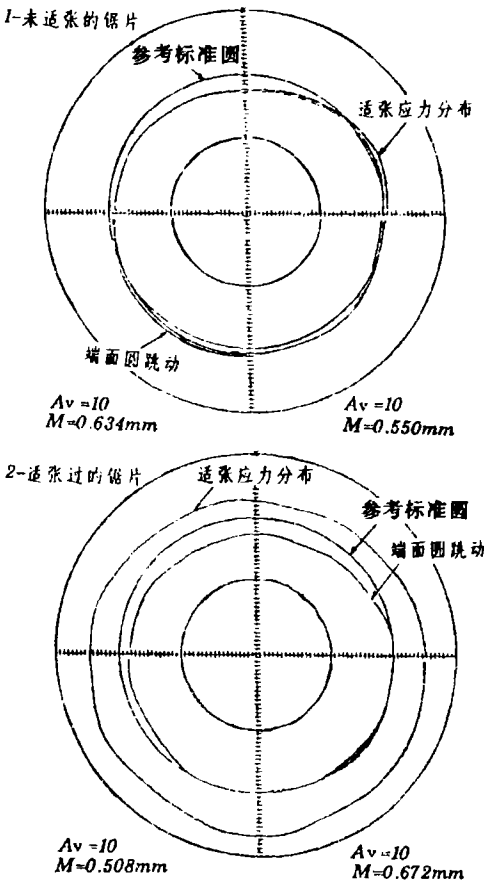


图 5 锯片适张前后的平整性和适张应力分布状况

图 5-1 为该锯片未适张的情况。图中左下角 $M = 0.634\text{mm}$ 为该锯片的圆跳动最大值; $Av = 10$ 为放大倍数。端面圆跳动曲线上

半部落在参考标准圆以内,下半部落在参考标准圆以外。这条曲线与参考标准圆的吻合程度,说明锯片圆周方向的平整性。因为锯片未适张,适张应力为零,在 $\theta=90^\circ$ 处一周内的横向变形量曲线(对应集合 G)与表示锯片端面圆跳动的曲线(对应集合 B)差别不大,这与图2相一致。

图5-2为锯片适张后的情况。表示锯片端面圆跳动曲线的右下部很好,上部和左下部都落在参考标准圆以内,最大端面圆跳动量 $M=0.508\text{mm}$ 。在加载量不变时, $\theta=90^\circ$ 处一周内的横向变形量曲线全部落在参考标准圆以外,这和图2一致,即锯片适张后, $\theta=90^\circ$ 处有一定正向变形量。这条曲线可表示锯片适张应力分布状况:曲线上离参考标准圆距离越大的那一部分,横向变形量越大,说明适张应力越大;整个曲线与参考标准圆的“同心圆度”表示锯片适张应力分布的均匀程度。图5-2左下角的 $M=0.508$ 实际为该锯片适张后端面圆跳动最大值(mm)。根据JB 2096-81木工圆锯片部颁标准, $D=600\text{mm}$ 的锯片,端面圆跳动应符合GB 1184-80中11级精度要求,即不超过0.5mm。图5说明,该锯片适张后平整性已稍超过标准要求。至于适张应力分布状况,虽然目前还没有标准,但应用本成果所研制的检测设备及绘制的图

象,通过试验和比较。企业可制定自己的标准。例如,如果通过试用,确认本例锯片适张效果好,则从图5-2可以看出集合 G 所反映的应力分布曲线到参考标准圆的最大距离为10格(图中正下方)。适张不均匀性,用该曲线一周内的最大差值表示为0.672(mm),这两个数据便可作为同规格锯片适张的标准。

7 结论

应用本课题研制开发的检测系统及提出的评估圆锯片适张应力分布状况和锯片平整性的方法,对多种木工圆锯片和大型金刚石锯片所做的实测结果表明,该检测设备及方法应用于工业现场条件时,能快速、准确、无损给出各类锯片及圆盘类构件适张程度、适张应力分布均匀性及锯片平整性的量化指标,对推动锯片适张检测技术的发展,全面评估锯片的适张状态,指导圆锯片适张及修整工艺都有意义。

8 参考文献

- 1 撒潮、习宝田,圆锯片适张度量化分析方法研究,木材工业,1994,2(3):16~29
- 2 习宝田,圆锯片适张和平整状态光隙检测法的理论与实践,木工机床,1994(1):16~25

Study on Quantitative Analysis to Distribution of Tensioning Stress and Levelling of Circular Saw

Xi Baotian Sa Chao
(Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract This paper was mainly concerned with the theoretical analysis of quantitative parameters and described how the run-out of a circular saw and its rigidity in a given overloaded condition were applied in assessment of levelling and distribution of tensioning stresses. The detecting system developed with 8031 single chip computer as its core was also described.

The experiments of applying the method with the detecting system to a variety of circular saws used for wood cutting and to large-sized diamond saws showed that this method with the system could be used in industrial operation with great feasibility.

Keywords Circular saw; Tensioning stress; Levelling; Single-chip computer; Detecting system