

刨花板压机压力-位移曲线的初步研究与应用

朱瑞华

(信阳木工机械股份有限公司, 河南信阳 464000)

摘要: 通过对刨花板压机升压闭合时压力-位移的试验研究,建立了压力-位移的近似计算公式,以指导刨花板压机液压系统的设计,现已成功地应用于刨花板多层压机和单层压机的液压系统设计。

关键词: 刨花板; 升压闭合时间; 液压系统

中图分类号: TS64 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2001)01-0018-03

Preliminary Study on the Curve of Pressure-displacement of Particleboard Press

ZHU Rui-hua

(Xinyang Woodworking Machinery Co. Ltd., Xinyang 464000, Henan)

Abstract: Based on the testing of the curves for pressure-displacement of particleboard hot press during pressure-raising time, an approximate formula has been established. This formula could be used to guide the design of the hydraulic system of multiple-opening and single-opening particleboard hot press.

Key words: Particleboard; Pressure-raising time; Hydraulic system

在刨花板生产中,压机闭合时间 T_3 通常是指热压机上下压板都接触板坯后,系统工作压力从零升高到最大压力 P_{max} 的这段升压时间^[1,2],如图1所示。由于在实际应用时,“闭合”的概念很容易与上压板接触板坯前压板的快速“闭合”、同时闭合机构的“闭合”在时间引起混淆和误解,故本文中用“升压闭合时间 T_3 ”表示。升压闭合时间 T_3 是刨花板生产工艺中的一个重要参数,其长短除了有生产效率上的意义外,对刨花板的质量也有着重要的影响。

刨花板生产中,压机升压闭合时间 T_3 和加压时间 T_4 都会影响板材的厚度公差,对精确控制板厚尤为重要。当压机升压闭合时间较长,且压机温度较高时,卸压后刨花板的厚度会产生较大的回弹。其主要原因是压机长时间升压闭合,此时表层刨花上的胶粘剂已开始固化,即使板坯进一步压缩,对表层的密实

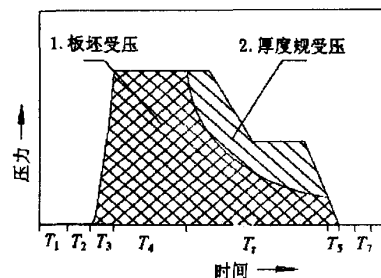


图1 有厚度规时的假想加压曲线

Fig. 1 Imaginary curve of pressure-time

固化作用已不明显,厚度的控制随之失去作用,导致厚度回弹的增加。在采用快速固化树脂和高温热压来提高生产效率时,要精确控制厚度,就应采取快速闭合。升压闭合时间 T_3 直接影响刨花板的剖面密度。升压闭合时间长,刨花板的密度梯度小,静曲强度下降。

50年代的压机升压闭合时间一般均为几分钟。为了提高生产率,使用快速固化胶粘剂后,要求缩短升压闭合时间。国外先进热压机的升压闭合时间通常

收稿日期: 2000-09-12

本文作者: 朱瑞华(1950-),男,河南信阳木工机械股份有限公司高级工程师。

为 16 s 或更少^[2],如果长于 30 s,刨花板的生产效率和质量都将明显下降^[3,4]。

要有效地缩短升压闭合时间 T_3 ,就需要有高效的液压系统。缩短 T_3 可以采用不同的压机液压系统方案,要在设计阶段就评价设计方案的技术性能、经济合理性及预期效果,就必须了解闭合过程中压力和位移的相互关系,即压力-位移曲线。在现有的文献中,有关压力-位移曲线的报道很少,给液压系统的方案制定和性能评估带来很大不便。为此,有必要对压力-位移曲线进行深入的研究,并应用制定的曲线对几种液压系统方案进行了评估分析和设计优化。

1 压力-位移曲线的确定

要确定液压系统的技术性能和经济合理性,需在不加热条件下,用常规刨花含水率的板坯,不经预压进行加压试验,以求得板坯面压和压缩变形之间的关系。

升压闭合时间 T_3 除受液压系统压力的影响外,还受木材密度、板坯压缩比、刨花形态、含水率、刨花板密度、刨花板厚度、热压温度等因素的影响。木材密度高、刨花形态粗大,板坯抵抗变形的能力强,在同样水分和温度的作用下,需要较长时间的软化,因而需要较高的压力和较长的升压闭合时间。生产的刨花板越厚,或板坯的压缩比越大,闭合时间也越长。若刨花含水率高、压板温度高,则板坯在湿、热作用下软化快,所需的升压闭合时间较短,当升压闭合时间缩短到几秒、十几秒钟时,刨花含水率,特别是温度对升压闭合时间的影响就很小了。上述的影响因素在不同的刨花板企业差异很大,很难量化计算。按照我国人造板热压机的现行标准,刨花板热压机的额定单位压力为 3.5 MPa,常用的最大工作压力一般在 2.0~3.0 MPa。试验表明,在上述最大工作压力范围内,为对比分析方便,将最大工作压力和最大压缩位移都确定在坐标图上,所得到的压力位移曲线基本上是相似的。所以在设计试验时,可先抛开温度的影响,对刨花板热压机升压闭合时的压力-位移曲线进行初步的研究。图 2 所示即为在上述条件下,按毛板厚度为 20 mm,板坯铺装厚度为 60 mm,最大工作压力为 2.5 MPa 时得到的压力-压缩位移曲线(见图 2)。

从试验曲线中可以看出,单位压力和压缩位移之间呈近似于指数曲线的关系。当施加的压力仅为最高压力的 20% 时,压缩变形已完成了 50%。在单位压力继续升高至最大压力的过程中,压力升高的速度越来越快。这一试验曲线对一定的液压系统方案下,升压

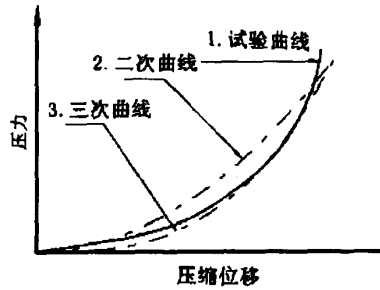


图 2 实测压力-位移曲线

Fig. 2 Tested curve of pressure-displacement

闭合时间的计算有重要意义。

从试验曲线中还可看出,在升压闭合前期,压力上升慢,液压系统流量是主要影响因素,此阶段的大流量可以高速度地完成压机大部分的升压闭合行程;在升压闭合后期,压力上升很快,系统压力是影响压板到厚度规的主要因素,没有一定的压力就不能克服板坯抵抗压缩变形的阻力,系统最大压力较低的压机往往要依靠温度和板坯含水率的作用,待板坯进一步软化才能将压板压到厚度规。但在升压闭合的后期,液压系统流量仍是一个重要因素,因为没有足够流量就不会有板坯的进一步压缩,也就不会有压力的升高。通过试验所得出的计算公式,对现有压机液压系统的计算分析表明,一些压机升压闭合时间长的主要原因正是因为升压闭合后期的液压系统的流量太小。

为便于应用计算,采用几种指数曲线与试验曲线拟合。从图 2 可以看出,三次曲线与试验曲线较为接近。在压缩变形接近完成时,三次曲线与试验曲线有一定偏离。考虑到试验是在没有加热的条件下进行的,在实际生产中,在升压闭合时间 T_3 最后阶段的水、热作用影响,刨花被软化,试验曲线会向三次曲线偏移,两曲线会更接近。另外,采用三次曲线来代替试验曲线,由于其表达形式简洁,也给计算带来了很大的方便。

采用三次曲线计算升压闭合时间显然会有一定的偏差。考虑到实际生产中各种条件的变化,实际上不可能求得一个公式来完全准确地反映各种实际情况的压力-位移曲线。作为液压系统的评估计算用,三次曲线具有一定的精度,是可以使用的。

2 闭合曲线的应用

在坐标系中取 x 轴为压缩位移,取 y 轴为板坯的单位压力。则三次曲线可表达为:

$$y = A \cdot x^3 \dots\dots\dots (1)$$

在热压板刚接触板坯时, $y=0, x=0$ 。当压力升高至最大压力时,压板接触厚度规,压缩变形完成

100%。试验按照国内生产实际,确定最大工作压力为 2.5 MPa,并将全部压缩变形取值为 1,则当 $y=2.5$ 时, $x=1$ 。将两组数据分别代入式(1),即可求得 $A=2.5$,则三次曲线公式为:

$$y=2.5x^3 \dots\dots\dots (2)$$

在实际计算中,通常要求得在一定的单位压力下完成的变形量,更常用的公式为:

$$y=0.737y^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (3)$$

通过公式(3),即可近似地计算出在一定的单位压力 y 时,板坯压缩变形完成的百分比。

如果选用的最大工作压力不是 2.5 MPa,可将具体的数值代入式(1),再代入公式(2)和(3)求出。

采用以多泵系统作为主加压液压系统为例,对于一定的液压系统方案,液压泵的电机功率、额定流量均为已知,所能达到的压力可由下式计算:

$$p=A \cdot \frac{N \cdot \eta}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

式中: p —液压泵的最大工作压力/MPa;

N —电机功率/kW;

Q —液压泵的流量/($m^3 \cdot s^{-1}$);

η —液压泵的总效率,根据油泵类型选取;

A —不同单位制式时的换算系数,采用上述单位时为 $A=1 \times 10^3$ 。

由上式可求出低压、中压、高压各阶段由于电机功率的限制所能达到的压力。而不同阶段液压系统的流量值和加压速度为已知,通过公式(3)可求出不同阶段完成的压缩变形百分比和位移量,由加压速度和完成的位移量,可求出不同阶段所需的时间和总的升压闭合时间。

在运用公式(3)计算评估升压闭合时间时可以看出,上述因素对升压闭合时间的影响都可以得到反

映。板坯厚度大、压缩比大,总的压缩变形位移大,相应的位移量和所需时间也长,公式(3)所计算出的升压闭合时间也长;刨花板密度、木材密度、板坯压缩比、刨花形态、含水率等影响因素的不同,最终可以归结为对最大工作压力要求不同,最大工作压力高,所计算出的升压闭合时间也长。

公式(3)对刨花板多层和单层压机的液压系统设计都是适用的。在其他条件相同的情况下,如果多层压机的板坯总面积与单层压机相同,可以证明,液压系统在升压闭合时的工作状况亦相似。

对以上计算出的不同阶段所需时间和总升压闭合时间的分析,可找出影响升压闭合时间 T_3 的主要原因,作为进一步修改设计方案的依据。也可以通过计算完成多种设计方案的优化比较。

公式(3)已在刨花板多层压机和单层压机液压系统的优化设计和性能分析中应用,取得了满意的效果。

4 结束语

刨花板压机升压闭合时的压力-位移曲线在压机设计中很有必要。本文仅对其作了初步探讨,有必要进一步研究。

文中的近似计算公式简便易用,可操作性好,但有一定的偏差。主要用于液压系统设计方案的优化评估。

参考文献:

- [1] 陆仁书. 刨花板制造学[M]. 北京:中国林业出版社,1994,122~127.
- [2] Moslemi A A. 碎料板[M]. 申宗圻,等译. 北京:中国林业出版社,1980,259~271.
- [3] 汪华福. 木材工业实用大全·刨花板卷[M]. 北京:中国林业出版社,1998,169~178.
- [4] Отделл А. 等. 刨花板手册[M]. 诸葛俊鸿,等译. 北京:中国林业出版社,1988,228~233.

(上接第 14 页)

参考文献:

- [1] Atack W. et al. The Energy of Tensile and Cleavage Fracture of Black Spruce[J]. Tappi, 1961, 44(8):555~567.
- [2] Porter A W. On the Mechanics of Fracture in Wood[J]. Forest Products Journal. 1964, 14(8):325~331.
- [3] Stanzl-Tschegg S E. Tan D M. Tschegg E K. New Splitting Method for Fracture Characterization[J]. Wood Sci. Technol. . 1995, 29:31~50.
- [4] Pellicane P J. Ultimate Tensile Strength Analysis of Wood. Ph. D. Dissertation[J]. Colorado State University, 1980.
- [5] Schniewind A P. Centeno J C. Fracture Toughness and Duration of Load Factor I: Six Principal Systems of Crack Propagation and the Duration Factor for Cracks Propagation Parallel to Grain[J]. Wood Fiber. 1973, 5(2):152~159.
- [6] Schniewind A P. Poznaik R A. On the Fracture Toughness of Douglas Fir Wood[J]. Engineering Fracture Mechanics. 1971, 2(3):223~233.
- [7] Walsh P F. Linear Fracture Mechanics in Orthotropic Materials [J]. Eng. Fract. Mech. . 1972, 4:533~541.
- [8] American Society for Testing and Materials. Standard Methods for Plane-strain Fracture Toughness of Metallic Materials. ASTM Designation E399-74. 1981.
- [9] Triboulot P. Jodin P. Pluvinage G. Validity of Fracture Mechanics Concepts Applied to Wood by Finite Element Calculation[J]. Wood Sci. and Technol. . 1984, 18:51~58.
- [10] Boatright S W J. Garrett G G. The Effect of Microstructure and Stress State on the Fracture Behaviour of Wood[J]. J. of Materials Sci. . 1983, 18:2181~2199.
- [11] Fonselius M. Riipola K. Determination of Fracture Toughness for Wood[J]. J. of Structural Engineering. ASCE 1992, 118 (7):1727~1740.