

刨花板厚度偏差控制因素分析 [※]

雷得定

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 本文就一家典型刨花板厂的产品厚度偏差进行了分析。分析结果表明,我国刨花板厚度偏差的控制水平与国际上家具用板的要求相比差距很大;因原料问题产生的厚度偏差约占总方差的55%;铺装质量和压机的共同影响约占45%,毛板重量与板厚之间存在高度显著的线性相关关系,铺装板坯纵向、横向重量波动均未达到原设备规定的质量指标。为此,笔者就降低刨花板厚度偏差问题提出了控制的方案。

关键词 刨花板; 厚度偏差; 原料; 重量波动

前言

随着我国刨花板工业的迅速发展,刨花板厚度偏差的问题日益突出^{〔1〕}。由此造成我国的刨花板产品无法在机械化流水线上成批进行板式家具加工和表面装饰加工,在质量上与国际同类产品相比存在较大差距,是刨花板工业中急待解决的问题之一,故已越来越多地引起人们的重视。

大量研究表明,对于机械化生产家具用刨花板,无论是否进行表面装饰加工,厚度偏差都不得大于 $\pm 0.3\text{mm}$ ^{〔2〕};对于需要进行浸渍纸贴面等表面装饰加工的素板,要求基板板间厚度偏差在 $\pm 0.3\text{mm}$ 范围内,板内厚度偏差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ ^{〔3、4〕},砂光操作虽可使刨花板厚度偏差减至最小,然而,过度的砂光一方面使企业遭受经济上的损失,另一方面会破坏板的表面结构,不能保证表层有合适的粗细刨花比率和适宜的密度,因而难以取得性能优良的贴面板^{〔5〕}。因此,未砂光板的厚度偏差要求控制在 $\pm 0.3\text{mm}$ 之内^{〔6〕}。

本文于1991年3月16日收到。

※本文承王培元研究员指导,施建平助理研究员大力协助,特此致谢。

国内外降低未砂光板厚度偏差的研究主要集中在原料、工艺和设备三个方面。影响刨花板厚度偏差的因素很多,主要有原料、刨花形态、拌胶前后刨花含水率、板坯重量、铺装质量、热压参数的设定、压机工作状况和精度及热压后板子的堆放等,此外,还有一些次要因素^{〔6〕}。由于它们之间并非简单的对应关系,在不同生产条件下,其影响程度亦不相同,而且常常相互交叉在一起。因此,根据我国目前刨花板生产的实际情况,有必要运用数理统计分析方法,揭示产生厚度偏差的主要原因、大小及其规律,旨在为实际生产中采取行之有效的技术措施提供依据。

材料与方法

(一) 试验条件

试验在我国南方一家刨花板厂进行。该厂刨花板生产线系从联邦德国Siempelkamp公司成套引进,单层压机,设计能力为年产5万立方米。原料为多树种混杂的枝桠材,主要树种的密度范围为 $0.44\sim 0.90\text{g/cm}^3$, pH值为 $3.7\sim 6.5$,缓冲容量为 $4\sim 27$ 个单位。备料方式为先削片再刨片,刨花平均厚度 0.95mm 。

(二) 试验方法

在生产正常、所有工艺参数设定值不变的条件下,从毛板裁边后连续抽取10张大板(每压一次为一张大板,切割成10张4'×8'的规格板作为试验板),目标厚度为17.30mm。取样时间共计34分钟,以求减少生产过程中工艺参数的变化,反映稳定状态下的工序实际加工能力。

为了较全面地反映铺装机和压机的工作状况,每张大板的测点为33个,测点分布如图1所示。

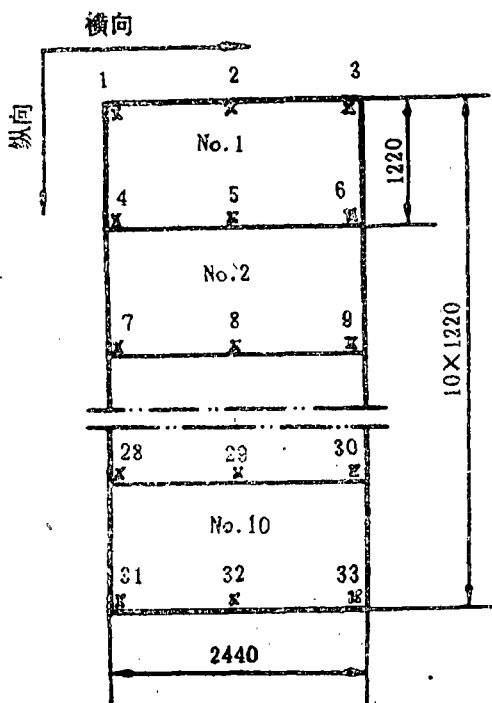


图1 每张大板测点的分布和编码(单位 mm)

同一张大板锯成10张小板(4'×8'规格板),除No.1板测量6个点以外,其余各小板只需测量3个点,但在计算各小板厚度时,仍以6点计算,测量精度0.01mm。

按照联邦德国一些设备制造厂对铺装机铺装质量的检测方法,分别对各张小板进行称重,精度0.01kg,并随机地抽取了3条横向板条,尺寸为2,440×100mm,每条从两端向中间取尺寸为100×100mm重量试件22个,按其位置进行编号、称重,精度0.01g。

(三) 数据处理

试验数据处理所用的统计计算公式大多采用联邦德国标准^[3],该统计方法为目前许多国家普遍采用^[7]。所有数据均编制成BASIC语言程序进行微机处理。厚度偏差和重量波动的估计均为95%的可靠性。

结果与讨论

(一) 总体分析

为了大致了解刨花板厚度偏差的总体情况,对所测试的100张小板厚度数据进行了统计计算(见表1)。

按照我国目前刨花板厚度检验标准GB 4896~4905—85,16mm以上未砂光板的合格品允许偏差±1.2mm,一等品允许偏差±1.0mm。根据表1的结果,用统计方法予以估计如下:

厚度合格品率:

$$P(16.10 \leq X < 18.50) = \Phi\left(\frac{18.50 - \bar{x}}{S_t}\right) - \Phi\left(\frac{16.10 - \bar{x}}{S_t}\right) = 0.981$$

厚度一等品率:

$$P(16.30 \leq X < 18.30) = \Phi\left(\frac{18.30 - \bar{x}}{S_t}\right) - \Phi\left(\frac{16.30 - \bar{x}}{S_t}\right) = 0.948$$

结果表明,若按照我国现行的刨花板标

表1 100张小板的厚度和厚度偏差

目标值 (mm)	平均值 $\bar{x}$ (mm)	板 内			板 间			总 计		
		方差 (S_w^2)	标准差 (S_w)	偏差	方差 (S_b^2)	标准差 (S_b)	偏差	方差 (S_t^2)	标准差 (S_t)	偏差
17.30	17.13	0.125	0.353	±0.69	0.110	0.331	±0.65	0.234	0.484	±0.95

准,生产正常时产品的合格品率 and 一等品率均较高。但对于板式家具生产用刨花板,目前国际上对未砂光板的厚度偏差均控制在 $\pm 0.20 \sim \pm 0.30\text{mm}$ 内,先进的可在 $\pm 0.15\text{mm}$ 之内。

为了进一步反映实际生产中刨花板厚度偏差的情况,10张大板的测试数据列于表2和表3。

按照引进设备合同上德国方面所提供的技术数据,对目标厚度10mm以上的刨花板(以大板平均厚度计),厚度偏差在 $\pm 0.20\text{mm}$ 范围内的应占70%、 $\pm 0.30\text{mm}$ 范围内

表2 每张大板厚度和厚度偏差

类别 大板号	平均厚板 (mm)	标准差 (S_i)	偏差
1	17.34	0.397	± 0.78
2	17.16	0.544	± 1.07
3	16.95	0.436	± 0.85
4	17.11	0.558	± 1.09
5	16.88	0.503	± 0.99
6	16.89	0.505	± 0.99
7	17.49	0.433	± 0.85
8	17.30	0.431	± 0.84
9	17.43	0.461	± 0.90
10	17.18	0.375	± 0.74
平均	17.17	0.468	± 0.92

表3 10张大板厚度和厚度偏差

目标值 (mm)	平均值 $\bar{x}$ (mm)	板 内			板 间			总		
		方 差 S_{tw}^2	标准差 S_{tw}	偏差	方 差 S_{tb}^2	标准差 S_{tb}	偏差	方 差 S_{tt}^2	标准差 S_{tt}	偏差
17.30	17.17	0.219	0.468	± 0.92	0.042	0.204	± 0.40	0.260	0.510	± 1.00

的应占90%。根据表3的结果,大板内标准差 S_{tw} 为0.468,用统计方法予以估计如下:

厚度偏差在 $\pm 0.20\text{mm}$ 范围内的概率:

$$P[(\bar{x} - 0.20) \leq x < (\bar{x} + 0.20)] \\ = \Phi\left(\frac{0.20}{S_{tw}}\right) - \Phi\left(\frac{-0.20}{S_{tw}}\right) = 0.332$$

厚度偏差在 $\pm 0.30\text{mm}$ 范围内的概率:

$$P[(\bar{x} - 0.30) \leq x < (\bar{x} + 0.30)] \\ = \Phi\left(\frac{0.30}{S_{tw}}\right) - \Phi\left(\frac{-0.30}{S_{tw}}\right) = 0.478$$

很明显,刨花板的实际厚度偏差与引进设备应达到的技术指标相比相差甚远。

(二) 厚度偏差控制因素分析

在热压过程中,刨花受高温作用且伴随着强烈失水,因而产生了可恢复和不可恢复两种变形。就可恢复变形而言,热压完成时刨花已经干燥,一部分可恢复变形被“固定”于板内,刨花受潮时,由于压缩应力的释放而产生回弹,这是引起板材吸水厚度膨胀的主要原因^[6,8],而另一部分可恢复变形则由卸压后立即释放所致,使板材发生回弹,影响了板材的厚度偏差。其回弹量大小

取决于影响刨花流变性能的诸多因素。

1. 原料和工艺因素

对测试的10张大板,每张大板内的测点位置(如图1所示)是不变的,故每个测点共有10个厚度值,以每个测点为统计单位,其结果列于表4和表5。

表4中每个测点的厚度 x_i 是10张大板板对应测点的厚度尺寸均值,因厚度规的作用,不同大板上各对应测点处于压机内同一位置,其厚度尺寸应是固定不变的。因此,可认为每个测点的厚度偏差是排除压机外的其它因素所引起的,即原料变化和生产工艺因素的波动所产生的影响。由于工艺参数的设定值没有改变,而且取样时间非常短(34分钟),可以认为表5中的点内偏差基本反映了原料变化和由此引起的工艺因素的波动,即综合地反映了原料问题。从表5中厚度方差构成看,点内方差占总方差的55%,这表明,仅因原料引起的厚度偏差就达 $\pm 0.76\text{mm}$ 。原因是不同的原料构造差异很大,其流变性能亦不同^[9]。施建平等^[9]的研究指出,尽管柞木与白杨之间的横纹压缩流

表4 各个测点厚度和厚度偏差

测点号	平均值 $\bar{x}_i$	标准差 S_i	测点号	平均值 $\bar{x}_i$	标准差 S_i	测点号	平均值 $\bar{x}_i$	标准差 S_i
1	17.69	0.267	2	17.84	0.143	3	18.15	0.349
4	16.77	0.244	5	17.40	0.149	6	17.40	0.168
7	16.71	0.330	8	17.48	0.355	9	17.19	0.331
10	16.95	0.501	11	17.68	0.389	12	17.40	0.403
13	16.80	0.393	14	17.33	0.571	15	17.28	0.427
16	16.60	0.462	17	17.09	0.371	18	16.95	0.431
19	16.81	0.454	20	17.05	0.354	21	17.04	0.414
22	16.86	0.342	23	17.25	0.277	24	17.07	0.331
25	16.73	0.271	26	17.33	0.233	27	17.04	0.544
28	16.74	0.278	29	17.22	0.289	30	16.86	0.379
31	17.43	0.573	32	17.11	0.395	33	17.52	0.535

表5 33个测点厚度和厚度偏差

目标值 (mm)	平均值 $\bar{x}$ (mm)	点 内			点 间			总 计		
		方差 S_{pw}^2	标准差 S_{pw}	偏差	方差 S_{pb}^2	标准差 S_{pb}	偏差	方差 S_{pt}^2	标准差 S_{pt}	偏差
17.30	17.17	0.144	0.379	± 0.74	0.116	0.340	± 0.67	0.260	0.510	± 1.00

变性能并无质的不同,但在量的差别上,白杨与柞木弹性柔量之比为2.4~3.4:1,推迟弹性柔量之比为1.8~2.7:1^[10]。可见,因树种不同引起各流变参数量上的差异,使可能产生的回弹量相差几倍之多;此外,原料的变化还将引起生产线中各工序参数的不稳定及仪器、仪表的测量误差(如工业在线电阻法含水率自动检测仪等),从而影响到整个生产过程^[6]。原料性能不稳定,即使设备再精良、技术水平再先进,也无法达到引进设备应达到的技术指标。

为此,根据以上分析结果,降低刨花板厚度偏差首先必须稳定原料,其方案为:

①相近性能原料型 即采用单一树种或性能相近的原料。即指密度、酸度(pH值、缓冲容量)和含水率相近的树种。

②混合原料型 即原料树种稳定,其配比必须适宜且固定,混合均匀。

2. 铺装和热压设备因素

表4中各测点之间平均厚度的变化在排除测点内厚度变化后取决于两个方面:一是一张大板内铺装机纵向和横向的铺装质量

(其影响程度通过毛板重量与板厚之间的关系确定);二是压机的工作状况和精度。从表5中厚度方差构成看,点间方差占总方差的45%,即由于上述两方面因素引起的厚度偏差为 $\pm 0.67\text{mm}$ 。

以100张小板的重量为自变量,其厚度为因变量,进行回归分析(结果见表6)。

表6 100张小板厚度与重量的回归分析

回归方程	相关系数	样本数	显著性
$TK=10.07+0.19w$	0.49	100	...

注:TK—小板厚度(mm);w—小板重量(kg)。

...— $\alpha=0.01$ 水平上显著。

回归方程显著性统计检验结果表明,小板重量与厚度之间存在高度显著的线性相关关系。每张小板重量波动1kg,引起小板厚度偏差达 $\pm 0.19\text{mm}$ 。在本试验条件下,分析结果表明,加强对毛板重量的控制,提高铺装质量对降低厚度偏差十分重要。

以每张大板为统计单位,对100张小板的重量进行统计计算,结果列于表7。

结果表明,大板间的重量波动很小,说

表7 100张小板重量波动

平均值 $\bar{x}$ (kg)	大板内			大板间			总计		
	方差 S_w^2	标准差 S_w	波动 (%)	方差 S_b^2	标准差 S_b	波动 (%)	方差 S_t^2	标准差 S_t	波动 (%)
36.72	0.824	0.908	4.8	0.021	0.144	0.77	0.845	0.919	4.9

明生产过程中的重量控制十分稳定。大板内小板的重量波动是衡量铺装机的铺装质量指标之一。

①铺装质量 表7中大板内重量波动为4.8%，而设备规定指标要求重量波动小于±3.5%。根据表6中回归方程，由于大板内的重量波动，使10张小板间产生的厚度偏差达±0.33mm。因此，有必要制定铺装机在生产方向（纵向）的重量分布调整措施。

按照图1所示的各编号小板在大板内的位置绘制成板材纵向重量分布图（图2）。

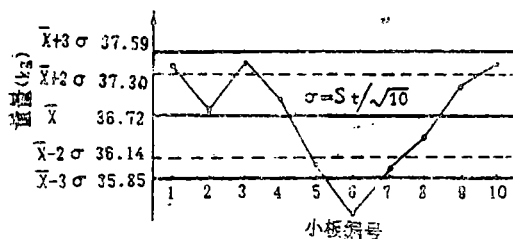


图2 板材纵向重量分布

图2中各个编号小板的重量为10张大板相应位置的重量均值。按照统计原理^[11]，如果只有随机因素的影响，则各编号小板重量均值在控制界限（ $\bar{x} \pm 3\sigma$ ）内的概率为99.7%，在警戒线（ $\bar{x} \pm 2\sigma$ ）内的概率为95.5%。图2结果表明，No.6小板在最低控制线下，而超出警戒线的还有5个编号的小板。由此可见，大板内的重量分布已出现异常。图2提供了调整的依据。

衡量铺装机铺装质量的另一个指标是板材横向重量波动，判定方法是在一张大板内随机地抽取3条横向重量试样，每个试样上截取22个试件，统计结果如下：

$$\bar{x} = 131.36g, S_t = 6.88$$

以可靠性95%估计，其重量波动为

±10.3%。而设备指标规定：16mm的刨花板其重量波动应小于±6.3%。实际测算结果远未达到最低要求。按照3条试样各试件所在位置，分别将其平均值绘制成板材横向重量分布图（图3）。

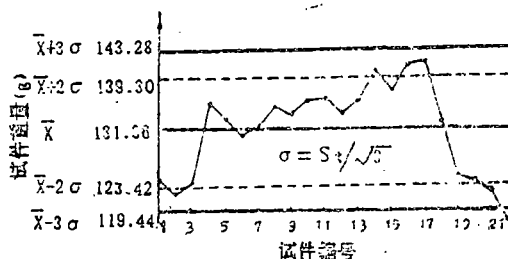


图3 板材横向重量分布

基于同样的原理，1个点超出控制界限（ $\bar{x} \pm 3\sigma$ ），5个点超出警戒线（ $\bar{x} \pm 2\sigma$ ），总的趋势是板材中部重量大于两端重量。这说明板坯横向重量分布也受系统因素的影响。图3为铺装机横向重量分布的调整提供了依据。

以上分析结果表明，铺装机的铺装质量尚未达到引进设备应该达到的标准规定值，因而显著地影响了板子的厚度尺寸。

②压机 压机对厚度偏差的影响体现在压板的变形、厚度规尺寸误差和厚度规基台的压痕三个方面。而实际生产中，这三方面对厚度偏差的影响难以单独测定，常常与铺装机的铺装质量共同产生影响。只有将板材重量波动控制在正常范围内，排除其对厚度变化的影响后，才能间接地反映出由压机产生的厚度偏差（另见本报告之二），以采取相应的技术措施。

结 论

根据对刨花板厂实际生产中所采集数据

的研究分析,得到如下结论:

1.按照我国现行的刨花板标准,16mm厚刨花板的合格率为98.1%,一等品率为94.8%。但与机械化二次加工及板式家具生产用素板的质量要求相比相差甚远,与设备应达到的产品质量指标相比亦有较大差距。

2.从总方差构成看,原料对厚度偏差的影响最为突出,占55%,由此提出两种控制方案:①相近性能原料型,即采用单一树种或性能相近的原料;②混合原料型,指树种稳定、配比固定和混合均匀的原料。

3.铺装机的铺装质量和压机的共同影响占总方差的45%,其中毛板重量与板厚存在高度显著的线性相关关系;板材的纵向、横向重量波动指标均不符合设备规定的要求,而且存在系统因素对重量波动的影响。分析结果为采取相应的技术措施提供了依据。

(责任编辑 姜征)

参考文献

(1) 刨花板应用技术讨论会总结,1986,中国林学会木

材工业学会刨花板应用技术讨论会论文集。

- (2) Kehr, E. and Jensen, U., 1969, Ueber die Dicken Abweichungen egalisierter Spanplatten, Holztechnologie, 10 (2), 97-104.
- (3) Sparks, A. J., 1977, Technical requirement for furniture grade chipboard, Particleboard-Today and Tomorrow, 277-284.
- (4) DIN 52360, DIN 68761.
- (5) 王培元等, 1989, 对国产刨花板用单张浸胶纸贴面基板的评论, 林业科学, 25 (1): 67-73.
- (6) 王培元, 1986, 如何提高刨花板质量(之六)、(之八), 森工科技信息, (3): 17-32; (7): 1-29.
- (7) 雷得定, 1990, 刨花板质量控制因素分析, 中国林业科学院硕士学位论文.
- (8) 王培元, 1987, 白杨木材横纹压缩流变性能I. 粘弹性, 林业科学, 23 (2): 182-190.
- (9) 成俊卿等, 1985, 木材学, 中国林业出版社.
- (10) 施建平, 1989, 柞木横纹压缩流变性能, 木材工业, 3 (3): 20-26.
- (11) 北京林学院主编, 1979, 数理统计, 中国林业出版社.

Investigation on the factors of thickness variation control in particleboard, part I

Lei Deding

(Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract Thickness variation of particleboard is one of the urgent problems which needs to be solved in the wood-based panel industry of China. In this paper, the factors of thickness variation control in a typical particleboard plant are studied by means of statistical analysis. The results are given as follows: the level of thickness variation control is much lower than advanced world level; the thickness variation affected by mixed species as raw materials accounts for about 55% of total square deviation, and the others are affected by forming unit and hot press; the correlation of thickness with weight of the boards is significant, and the weight fluctuation of the mat in length and width doesn't come up to the required standards. Further more, a recommendations on controlling the thickness variation of particleboard are put forward.

Keywords Particleboard; Thickness variation; Raw materials; Weight fluctuation