

刨花板厚度偏差控制因素分析II*

雷得定 施建平

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 用数理统计方法对改进后的未砂光刨花板厚度偏差进行分析, 其结果证明实施原料控制措施后因原料引起的刨花板厚度变化方差减少了79%, 并且随着铺装质量的提高, 毛板重量波动已不再对板厚度有显著影响。在此基础上进一步采取措施, 使产品厚度偏差达到设备应该达到的质量指标, 并可满足在国际市场上流通的基本要求。由此证实了运用数理统计方法诊断刨花板厚度偏差形成原因的实用性和可靠性。

关键词 刨花板; 厚度偏差; 原料; 重量波动

前言

材料与方法

用数理统计分析方法对刨花板厚度偏差形成原因的分析表明, 在使用多种树种混杂的枝桠材(以下简称混杂树种)时, 原料问题对厚度偏差的影响最为突出, 占总方差的55%; 铺装时板坯纵向、横向重量波动未达到设备应该达到的质量指标, 与压机共同影响板材厚度偏差, 而且难以区别开来^[1]。为此, 在生产中实施了如下措施:

①稳定原料性能。根据当地的自然资源情况, 采用以单一马尾松为原料的控制方案。

②提高铺装质量。首先修复和调整双鼓轮刨片机, 以获得形态符合要求的刨花; 再对铺装机进行全面测定、分析和计算, 重新设定铺装机的各个参数。

本文的目的在于通过分析改进措施实施后刨花板厚度偏差的变化情况, 证实本研究分析方法的实用性和可靠性, 并为下一阶段生产过程中质量控制技术的研究奠定基础。

(一) 原料

原料为100%马尾松枝桠材, 密度为 $0.54\text{g}/\text{cm}^3$; pH值6.5, 缓冲容量为4.3个单位; 刨花平均厚度为 0.67mm (测定方法由设备制造厂提供, 即刨片后取样约30克, 用 8mm 筛孔的筛网筛选, 取出大约200片大刨花求其平均值)。

(二) 试验方法

在实施了相应的改进措施并将有关工艺参数重新设定后, 在生产正常条件下, 连续抽取10张大板(每压一次为一张大板), 裁成 $1,220 \times 2,440\text{mm}$ 的规格板(小板)共计100张, 目标厚度 17.30mm , 取样时间34分钟。

板子厚度测量、试件的准备与称重方法以及数据处理方法均与前文^[1]相同。

结果与讨论

一、未砂光板厚度偏差的控制因素

为了了解在生产中实施改进措施后未砂光板厚度偏差的变化情况, 及各因素的影响程度, 以大板内每个测点为统计单位, 其厚度和标准差列于表1, 与使用混杂树种原料的板材厚度偏差统计结果的对比见表2。

收稿日期: 1991.4.11.

• 工艺参数的设定与调整负责人为王培元研究员, 钱大威硕士和试验所在工厂的有关技术人员参加试验。

表1 各个测点厚度值和标准差

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	18.03	0.127	2	17.62	0.158	3	18.60	0.303
4	16.99	0.073	5	16.73	0.153	6	17.46	0.143
7	16.78	0.095	8	16.76	0.204	9	17.21	0.142
10	16.77	0.120	11	16.89	0.244	12	17.26	0.219
13	16.75	0.279	14	16.87	0.220	15	17.26	0.228
16	17.01	0.073	17	16.70	0.186	18	17.19	0.132
19	17.26	0.067	20	16.77	0.169	21	17.39	0.099
22	17.42	0.069	23	16.85	0.118	24	17.47	0.099
25	17.36	0.045	26	17.02	0.135	27	17.22	0.095
28	17.14	0.065	29	16.96	0.345	30	17.19	0.065
31	17.66	0.113	32	17.12	0.301	33	17.75	0.223

表2 33个测点厚度和厚度偏差

原料类型	平均值 $\bar{X}$ (mm)	点 内			点 间			总		
		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
单一马尾松	17.20	0.030	0.173	± 0.34	0.170	0.412	± 0.81	0.200	0.447	± 0.88
混杂树种	17.17	0.144	0.379	± 0.74	0.116	0.340	± 0.67	0.260	0.510	± 1.00

(一) 原料和工艺因素

如前文^[1]所述,表1中各个测点的厚度偏差表明了原料的变化和生产过程中工艺因素的波动对未砂光板厚度的影响。由于试验中的工艺参数没有改变,取样时间又很短(34分钟),所以表2中的点内偏差便综合地反映了原料所引起的厚度偏差,即反映了原料的变化和由此引起的工艺因素的波动。从表2中厚度方差构成看,改用单一马尾松为原料时,点内方差占总方差的15%,比使用混杂树种为原料时减少了79%,只相当于混杂型原料总方差的44%,其厚度偏差由原来的 $\pm 0.76\text{mm}$ 降至 $\pm 0.34\text{mm}$ 。由于原料树种单一,其流变参数在量上的差异只取决于树种本身性能的变异性,而排除了树种间性能不同带来的各流变参数在量上的差异;另外,原料性能稳定也使生产过程中工艺因素的波动大大减小,即影响刨花流变性能的诸多因素变化范围显著缩小,从而使热压后板子发生的回弹趋于均匀,厚度偏差大

幅度降低。因此,原料的压缩流变性能是影响刨花板厚度偏差的主要因素之一。

影响产品质量的主要原料性能指标有密度、酸度(pH值、缓冲容量)和含水率等^[2]。虽然本试验采用的原料为单一树种,旨在强调原料性能指标值的稳定;但并不是要求树种要绝对地单一,即原料的性能相近似或配比相对固定,只是单一树种更便于管理、更易于取得稳定的性能指标值。我国刨花板生产对原料问题一直未引起足够的重视,本试验结果进一步证实了原料性能稳定与否,对降低未砂光板厚度偏差、提高产品质量意义重大。

(二) 铺装和热压设备

表1中各测点平均厚度之间的变化取决于铺装机的铺装质量及压机的工作状况和精度。表2中的结果显示,在使用单一树种(马尾松)为原料时,点间厚度偏差反而有所上升,即为 $\pm 0.81\text{mm}$ 。由此表明,减小点间厚度偏差是进一步控制板材质量的关键。

1. 铺装质量对板材厚度偏差的影响

衡量铺装机铺装质量指标系指大板内纵向、横向重量波动。

① 板材横向重量波动

板材横向重量波动是衡量铺装机质量的主要指标,它涉及到铺装机的精度、工作状况及参数的设定和调整等因素,是刨花板生产中较难控制的技术指标之一,因为它不仅影响刨花板的厚度偏差,而且可导致产品其它性能的变化。通过对铺装机各参数的重新设定、调整,在一张大板内随机地抽取3条横向重量试样,每个试样锯成22个试件,统计结果如下:

$$\bar{X} = 118.12\text{g}, S_t = 2.64$$

以95%的可靠性估计,板材横向重量波动为 $\pm 4.4\%$,低于联邦德国的规定指标($\leq \pm 6.3\%$),而改进前板材横向重量波动却为 $\pm 10.3\%$ ^[1]。由此表明,参数的正确设定可使铺装质量获得很大的改善。

按照3条试样各试件所在位置,分别将各编号试件重量平均值绘制成横向重量分布

图(图1)。根据数理统计原理,只有随机因素的影响时,样本单元的平均数在控制界限($\bar{X} + 3\sigma$)内的概率为99.7%,在警戒线($\bar{X} \pm 2\sigma$)内的概率为95.5%^[3]。图1的结果表明,22个试件中,重量超出警戒线($\bar{X} \pm 2\sigma$)的只有一个,而且从图形看,重量波动是随机的,没有任何分布缺陷,即表明铺装机经调整后的板材横向重量波动已不存在系统因素的影响。

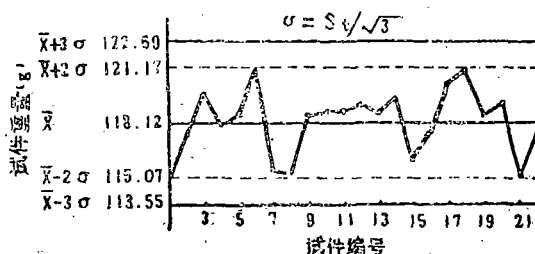


图1 板材横向重量分布

② 板材的纵向重量波动

以每张大板为统计单位,对100张小板重量进行统计计算的结果列于表3。

表3 100张小板重量波动

平均值 $\bar{X}$ (kg)	大 板 内			大 板 间			总		
	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 (%)
35.85	0.578	0.760	± 4.2	0.477	0.691	± 3.8	1.055	1.027	± 5.6

衡量铺装质量的另一个指标,即大板内小板的重量波动(亦称纵向重量波动)为4.2%。按照各编号小板在大板内的位置,其纵向重量分布如图2所示。

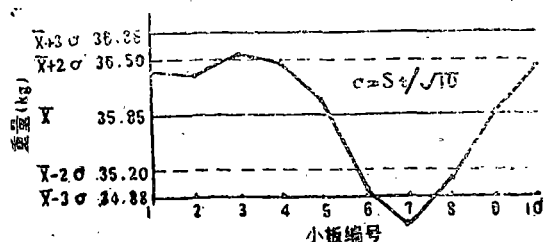


图2 板材纵向重量分布

图2中每个编号的小板重量为在10张大板内相应位置的重量均值。根据同样的数理统计原理,纵向重量分布存在系统因素的影响,可按照分布图中出现异常小板的位置,对铺装机进行调整。

为了确定在本试验条件下铺装质量对厚度变化的影响程度,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。表4列出了回归分析结果及与使用混杂型原料时的结果对比。采取一些改进措施后,回归方程经显著性统计检验,小板重量虽对板厚有一定影响,但已不呈显著的线性相关关系。

表4 100张小板厚度与重量的回归分析

原料类型	回归方程	相关系数	样本数	显著性
单一型	$TK=15.57+0.04w$	0.19	100	•
混杂型	$TK=10.07+0.19w$	0.49	100	•••

注: TK—小板厚度 (mm); w—小板重量(kg);

•— $\alpha=0.10$ 水平上显著; •••— $\alpha=0.01$ 水平上显著。

与使用混杂型原料相比, 回归系数发生了较大的变化, 即重量波动 1 kg, 板厚变化由原来的 $\pm 0.19\text{mm}$ 降到改进后的 $\pm 0.04\text{mm}$ 。若重量波动 5%, 以表 3 中平均重量 35.85kg 计, 因重量波动产生的厚度偏差由原来的 $\pm 0.34\text{mm}$ 降至 $\pm 0.07\text{mm}$ 。王培元等对杂交杨、落叶松和柞木三种刨花压缩流变性能的研究指出, 虽然三种原料的弹性变形量有所不同, 但均在一定的范围内变化, 而塑性变形却表现出较大的差异, 杂交杨的塑性柔量最大, 落叶松次之, 柞木最小^[4]。使用混杂型原料时, 硬材占有很大比例, 相比较而言, 属于次软材的马尾松塑性变形量较大。当刨花的平均厚度由原来的 0.95mm 降至 0.67mm 时, 刨片越薄, 柔量越大, 其中尤以塑性柔量变化更快^[6]。故改用马尾松为原料后, 部分弹性变形被较大的塑性变形所吸收, 卸压后的回弹量亦相对减小。再者, 铺装机经重新调整后, 铺装质量大大提高。因此, 表 4 的分析结果表明, 原料的改变及有关工艺参数的重新设定, 将毛板重量控制在一定水平和范围内, 重量波动不再是厚度变化的主要影响因子; 对混杂型原料, 重量波动对厚度偏差影响显著, 并且回归系数较大, 这说明在使用硬材类原料时, 加强对板材铺装重量的控制尤为重要。

2. 压机的工作状况和精度对板材厚度偏差的影响

压机的工作状况和精度包括压板的变形、厚度规尺寸误差和厚度规基台的压痕三个方面, 这三方面在实际生产中难以实测, 只有排除除压机以外所有其它系统因素的影响,

响后, 才能间接地反映出来。在本试验条件下, 表 1 中各测点平均厚度之间的偏差由铺装机和压机共同产生, 按照各测点在压机内相对应的位置, 其厚度分布如图 3 所示。

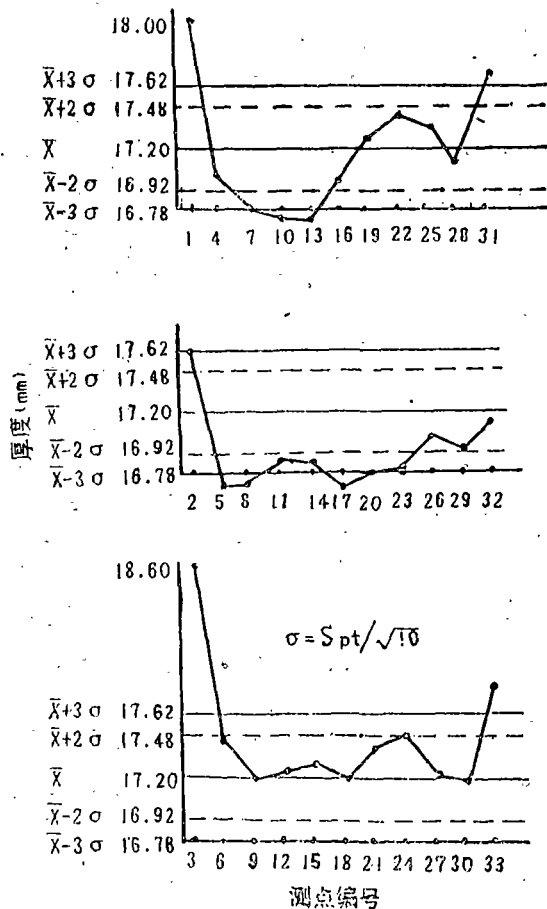


图3 各测点平均厚度($\bar{X}_i$)分布

图 3 的结果表明, 各测点平均厚度之间的变化存在系统因素的影响。而以上的分析结果已经表明, 实施一些改进措施后, 铺装机的铺装质量对各测点平均厚度变化的影响只是随机的, 由此可以断定系统因素势必由压机产生, 从而使由压机产生的板材厚度偏差得已分离。图 3 间接地反映了压机的工作状况和精度对板材厚度偏差的影响。

由此不难理解表 2 中使用单一马尾松时, 点间偏差反而上升的原因。因为使用混杂树种时, 横向重量分布的趋势是中部大于两端^[1], 与图 3 反映的压机横向变形趋势

相交叉。而重量与板厚之间是正相关关系，铺装时板材的横向重量波动又较大，因此板材横向重量的不正常分布抵消了因压机产生的部分厚度偏差，但这样却又破坏了板子平面结构的均衡，使其它性能（如强度）产生更大的变异。

根据图3中界限外测点所在压机内的位置，在该工厂实施了一些技术措施，如对压机上、下压板的温度场进行测定和分析后，调整了压板上、下面的温差和温度场的分布，以及调换了厚度规，使之由厚度规和压板热变形造成的板材厚度偏差显著减少。

二、改进后的未砂光板厚度偏差

上述改进措施实施后，最终的刨花板抽样测量统计结果列于表5。

表5 改进后的未砂板厚度偏差

平均值 $\bar{X}$ (mm)	大板内		大板间		总	
	标准差 S_w	偏差	标准差 S_b	偏差	标准差 S_t	偏差
17.33	0.187	± 0.37	0.077	± 0.15	0.202	± 0.40

根据表5中大板内标准差 S_w ，用统计方法进行估计，与联邦德国设备可以达到的质量指标及板材在国际市场上流通的基本要求相比较，结果列于表6。

表6 未砂光大板的厚度偏差

改进后	设备的质量指标	国际市场
70% $\leq \pm 0.19\text{mm}$	70% $\leq \pm 0.2\text{mm}$	—
20% $\leq \pm 0.31\text{mm}$	20% $\leq \pm 0.3\text{mm}$	$\leq \pm 0.3\text{mm}$
10% $> \pm 0.31\text{mm}$	10% $> \pm 0.3\text{mm}$	—

因此可以看到，通过一系列的诊断，并对造成板材较大厚度偏差的各主要因素实施控制措施后，最终的产品质量可以达到联邦德国设备应该达到的质量指标，并且可以满足产品在国际市场上流通的基本要求。

以上分析结果表明，数理统计分析方法

运用于实际生产中降低刨花板厚度偏差的可靠性，同时也说明了在我国人造板行业中降低刨花板厚度偏差具有很大的潜力。

结 论

用数理统计方法对未砂光板厚度偏差控制因素进行逐步分析，可得出如下结论：

1. 原料问题是厚度偏差控制的重要因素。改用单一的马尾松为原料时，因原料引起厚度变化的方差比使用混杂树种时减少了79%，即厚度偏差由 $\pm 1.76\text{mm}$ 降至 $\pm 0.34\text{mm}$ 。

2. 实施对原料的控制措施后，进一步改进铺装质量，使板材横向重量波动为 $\pm 4.4\%$ ，毛板的重量与板厚之间没有显著的线性相关关系，从而间接地反映了压机的工作状况和精度，为进一步采取控制措施提供了依据。

3. 改进后未砂光刨花板厚度偏差的70%在 $\pm 0.19\text{mm}$ 范围内，只有10%超出 $\pm 0.31\text{mm}$ 范围，达到了联邦德国设备应该达到的质量指标，也可满足产品在国际市场上流通的基本要求。

4. 本试验结果证实了数理统计分析方法在实际生产中作为刨花板厚度偏差诊断工具的可靠性，也表明了我国刨花板生产中加强厚度偏差的控制具有很大的潜力。

(责任编辑 姜征)

参考文献

- (1) 雷得定, 1991, 刨花板厚度偏差控制因素分析I., 木材工业, 5 (4): 6—11.
- (2) 王培元, 1985, 如何提高刨花板质量(之二), 森工科技信息, (3): 2—15.
- (3) 北京林学院主编, 1979, 数理统计, 中国林业出版社.
- (4) 王培元等, 1991, 刨花压缩力学表现的研究I. 三种树种大片刨花压缩性能的测定, 待发表.
- (5) 王培元, 1989, 白杨刨片横纹压缩流变性能, 林业科学, 25 (6): 522—528.

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

Lei Deding Shi Jianping

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

Abstract The factors of thickness variation control are further studied by means of statistical analysis. The results indicated, the thickness square deviation affected by the single species (Masson's pine) as raw materials instead of the mixed and uncontrolled species decreased by 79%, so the raw materials is one of the key factors of thickness variation control, when the correlation of thickness with weight of boards become insignificant after the forming quality has been improved, the thickness variation caused by hot press could be distinguished from the forming unit, and then the basis could be provided for putting further measures into effect. The final thickness variation of the unsanded particleboard can come up to the standards from Siempelkamp Co. of Germany and meet elementary requirements of international market. The above results have confirmed the practicality and reliability of using statistical methods to diagnose the factors of thickness variation control in particleboard.

Keywords Particleboard, Thickness variation, Raw materials, Weight fluctuation

加强林产品科学研究

林产品在美国经济地位中位居第四,对美国的发展起主要作用。美国拥有许多木材加工先进技术,但在过去十年中,由于来自外国的基础研究和应用研究的竞争增加,美国的竞争优势在削弱。最近美国木材学与工艺学学会进行了一项调查,结果表明,十年来美国林产品基础研究的经费在不断减少,美国政府、大学和私有林产企业正在吞食苦果。另一方面,尽管林产品加工业采用了新工艺,增加了林产品的产量,也增强了竞争性,在使用低质木材资源的同时保证了产品质量、开发了新产品和新的市场。但是要保持这种趋势,需要不断技术革新。

美国林产品研究经费主要来自以下几个方面:
①国会在1990财政年度中恢复的“竞争性资助计划”,
②“McIntire-Stennis计划”,该计划意欲资助联邦林业研究课题的一半,
③美国农业部林务局

预算,该预算十年来下降了10%;
④工业界资助,据估计,五年来下降了50%。
⑤“木材综合利用研究资助计划”,自1985年以来已提供300万美元的研究经费。为了使美国林产品保持竞争能力,上述研究计划的研究经费必须增加。

美国林产品工业欲保持生产率和盈利率,基础研究至关重要。按照美国2030年国内林产品需求比现在增加25%的规划,以及日益增加的保护森林资源的压力,必须以最有效的方法加工林产品。此外,美国以外的其它国家也掌握了许多先进的林产品加工技术,使林产品贸易不平衡的不利局面更加恶化。在林产品基础研究的基础上制定综合战略计划,可能促进上述各种不利因素的转化。

(林科摘译自“美国林产品市场经济”1991, 5
(1))