

刨花模压托盘工艺

陈士英*

摘要 托盘是堆放和搬运货物的工具。用小径材、枝桠材生产刨花模压托盘代替实木托盘,以提高木材利用率。本研究用松木和杨木为原料,对生产模压托盘的关键工艺参数进行了研究。结果表明,刨花模压托盘的力学性能可达到实木托盘的性能要求。

关键词 模压托盘; 铺装工艺; 力学性能

Molding of Particle Pallet

Chen Shiying

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract Pallet is a kind of tool for storing and transporting goods. Molded particle pallet is produced with branch and small diameter wood so that utilization ratio of wood is raised. This paper studied key process in manufacturing molded particle pallet. Wood species used were poplar and pine. Testing results showed that the performance of molded particle pallet was as same as that of pallet made of lumber.

Keywords Molded particle pallet; Forming technology; Mechanical properties

托盘是堆放货物的载体,是机械化装卸、搬运的工具。随着国民经济的发展,货运量随之不断增加,对托盘的需求量也有所增长。为了达到木材综合利用的目的,德国、美国等利用小径材或木材加工剩余物,相继研究和开发了刨花模压托盘^[1,2]。由于模压托盘有成本低、托运货物安全、回收利用方便等优点,刨花模压托盘的生产迅速发展。目前国内木质托盘均用实木制造,结构如图1所示。如改用模压托盘,则每年可节约大量原木。刨花模压托盘主要由存放货物的上部平板部分和支脚部分组成,外形如图2所示。

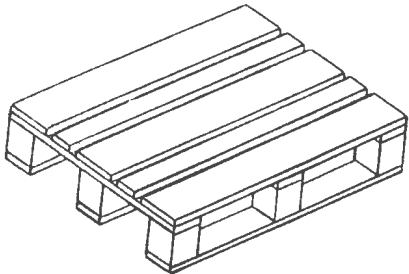


图1 实木托盘结构
Fig. 1 Lumber pallet

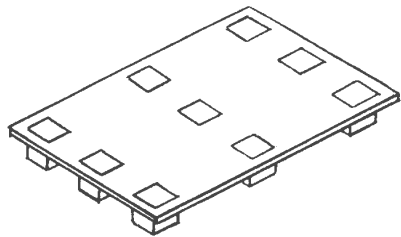


图2 刨花模压托盘

Fig. 2 Molded particle pallet

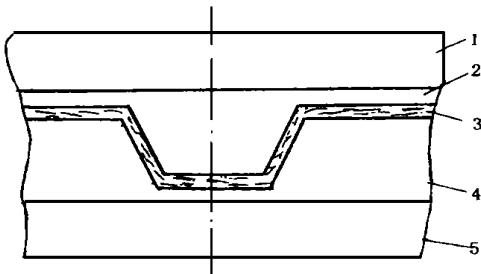
为使货运时可用铲车搬运,支脚应有一定的高度,这使铺装、热压、脱模工序带来困难。为开发我国的刨花模压托盘生产技术,对刨花模压的一些工艺参数进行研究是十分必要的。

在刨花模压托盘生产时,模具的安装如图3所示。拌胶后的刨花,经冷却后装入铺装小车内的振动筛上,然后小车进入压机,定位后,用振动方式使铺装小车内的刨花铺入模具内,略升高铺装小车内的筛网后,铺装小车退出压机,完成一次铺装,过程如图4所示。

1 原材料和试验方法

1.1 原材料

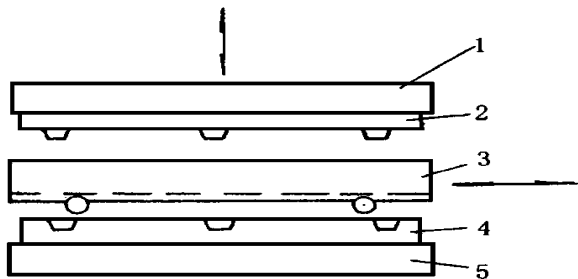
收稿日期 1998-07-09
* 中国林科院木材工业研究所研究员,北京 100091



1.上热压板; 2.阳模; 3.托盘; 4.阴模; 5.下热压板

图3 模压托盘在压机中

Fig. 3 Molded particle pallet in press



1.上热压板; 2.阳模; 3.铺装小车; 4.阴模; 5.下热压板

图4 铺装过程示意图

Fig. 4 Schema of forming process

1.1.1 木材 为云南松和杨木,分别采自云南和北京,直径8~12 cm,未剥皮,含水率为40%~50%。木材用长材刨片机刨片,设定刨花厚度为0.45 mm。刨片后用网孔为10 mm×10 mm的打磨机打磨并将刨花干燥至含水率5%。加工后的刨花性能测定如下:

(1)筛分值 每次称取150 g刨花,用实验室筛分仪作筛分试验。每次筛分,振动筛振动2 min,进行3次平行筛分试验,结果列于表1。

表1 刨花筛分值

Tab. 1 Size distribution of particles %

序号	筛网孔径/mm					
	> 31.5	> 16.0	> 8.0	> 4.0	> 2.0	< 2.0
云南松						
1	0	0	2.6	57.3	39.4	1.1
2	0	0	1.8	53.9	36.0	12.4
3	0	0	2.6	57.4	33.3	10.1
平均	0	0	2.3	56.3	36.2	5.2
杨木						
1	0	1.0	37.5	44.3	15.1	2.1
2	0	0.8	33.8	45.7	15.5	4.2
3	0	0.7	35.0	46.1	15.0	3.2
平均	0	0.8	35.4	45.4	15.2	3.2

(2)堆积密度 堆积密度的测定容器内部尺寸为25 cm×25 cm×25 cm。刨花在容器上部约30 cm处自由落入,落满为止。重复2次,计算平均值。云南松和杨木刨花的堆积密度分别为7和66 kg/m³。

(3)堆积角 两种刨花在自由落下时,形成的自然堆积角均为70°。

1.1.2 胶粘剂 北京市木材厂刨花板用脲醛树脂,固体含量为62%。

1.2 试验方法

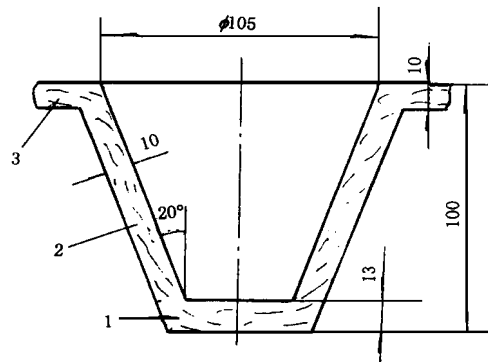
1.2.1 刨花通过筛网能力 由于刨花的铺装是在压机中进行,压机中的模具一直处于较高温度状态。如果振动铺装时间过长,则先落入模具的刨花将发生预固化,使托盘的强度下降。根据实践经验,铺装时间为15 s,压机闭合时间为5 s时不会发生严重的预固化现象。为此,必须根据刨花尺寸,适当选择铺装小车内振动筛的网孔径,以使刨花顺利通过筛网进入模具。

为保证在规定时间内刨花的铺装量,需测定筛网的通过能力。本试验使用实验室筛分仪测定刨花通过筛网能力。筛子直径为300 mm,振动频率为276次/min,振动平面轨迹呈椭圆形,长轴为33 mm,短轴为27 mm。测定时,每次称取150 g刨花放入振动筛内,开动振动筛网并不断补充新刨花,使在筛网上的刨花量基本保持不变。振动5 s,称量通过筛网的刨花重量,并计算单位时间单位面积筛网的刨花通过能力,共测定3次。

1.2.2 托盘支脚试验 货物贮运托盘,根据大小可为4个、6个或9个支脚。支脚可为圆形、方形或长方形,本试验采用圆形结构支脚,基本尺寸如图5所示。本试验中工艺参数、板坯形状、强度测定方法如下。

(1)基本试验参数(未加石蜡与固化剂)

施胶量/%	12
热压时间/min	6
热压温度/℃	180
平板部分厚度/mm	10
平板部分密度/(g/cm ³)	0.63
支脚部分平均密度/(g/cm ³)	0.42, 0.48, 0.63



1.底圆盘; 2.空心锥; 3.平板部分

图5 托盘支脚剖面尺寸

Fig. 5 Profile of leg member of pallet

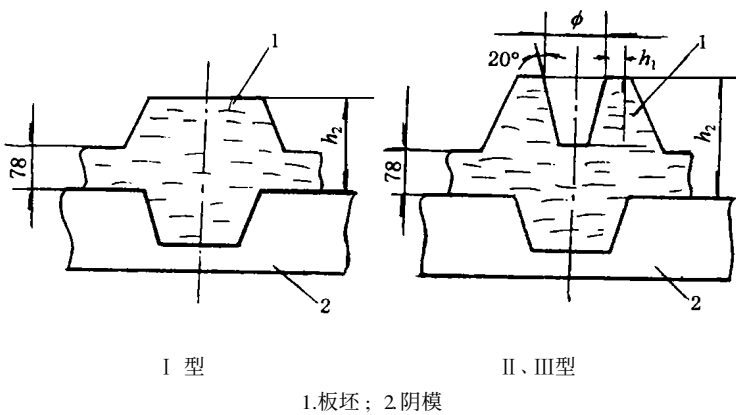


图 6 三种板坯形式

Fig. 6 Side view of three types of mat

(2)几种板坯形状 模压托盘支脚部分深度较大,因此需要较多的刨花使支脚部分达到一定的密度,承受规定的负载。根据预备性试验结果,在阳模向下力的作用下,刨花被压缩,刨花流动困难,易使平板和支脚交接处或支脚侧壁部分缺少刨花。为此,本试验采用如图 6所示的板坯形状,每一种形状支脚部分平均密度分别按 0.42, 0.48, 0.54 g/cm³进行试验,同一参数制作 3个试样。h₁, h₂, O值列于表 4

第一种板坯形状,支脚上面的板坯是平的。第二种形状为留空心的锥体,其大小和形状与阳模一样,由此减少支脚底部的刨花量和密度,第三种形状与第二种一样,但增大直径 O和深度 h₁。

(3)抗压强度的测定 抗压强度按图 7测定,并计算平均值。

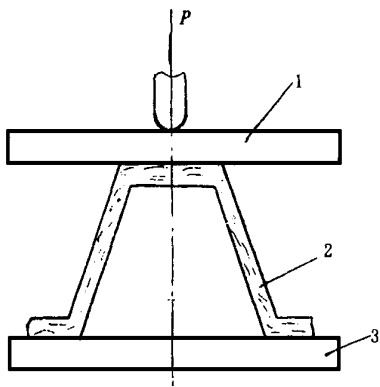


图 7 抗压强度的测定

Fig. 7 Test for compression strength

2 结果与讨论

2.1 刨花通过筛网能力列于表 2

从表 看出,杨木刨花多数能通过孔径为 16 mm的筛网,但有少量大片刨花未通过,在生产时将会留在铺装小车的筛网上,越积越多,使铺装机无法进行铺装。根据表 1,杨木及云南松用 16 mm筛孔时,不可能在短时间内通过足够量的刨花。从表 2看出,不同树种的刨花和筛网孔径都能通过一定量的刨花,但通过的速度不同,只有云南松刨花通过筛网孔径为 31.5 mm筛网的速度较快。因此,支脚铺装热压试验选用云南松刨花,筛网孔径 31.5 mm 平板铺装时间 6.3 s时,不同支脚板坯形状的铺装时间列于表 3

表 2 刨花的筛网通过率

Tab. 2 Rate of particles passing through screen

树种	筛网孔径 mm	刨花通过量 (g/5s)				通过率 g/(cm ² ·s)
		1	2	3	平均	
云南松	16	108	116	110	111	0.0316
	31.5	357	352	346	352	0.0996
杨木	16	46	43	43	44	0.0125
	31.5	178	173	157	169	0.0479

表 3 铺装时间

Tab. 3 Forming time

网眼 尺寸 mm	平板 密度 g/cm ³	平板 铺装 时间 s	支脚铺装时间 /s								
			支脚密度 0.42 g/cm ³			支脚密度 0.48 g/cm ³			支脚密度 0.54 g/cm ³		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
31.5	0.63	6.3	9.2	10.2	10.5	9.7	10.7	11.6	10.3	11.7	12.9

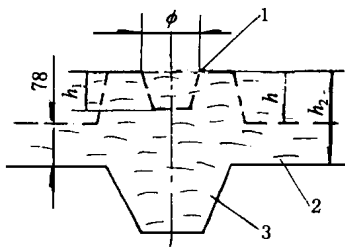


图 8 筛网结构示意图

Fig. 8 Scheme of screen

2.2 支脚板坯形状与支脚密度

按刨花堆积密度为 0.072 g/cm³,施胶量为 12%,施胶后的刨花绝干堆积密度为 0.0806 g/cm³,平板部分密度为 0.63 g/cm³时,刨花在模具上的厚度为 78 mm。支脚部分为上述三种密度,板坯为I 型时,铺装后板坯分别高出阴模模具表面 60, 80, 100 mm,需将支脚上部的铺装筛网分别升高 h 为 0, 18, 37mm,筛网制成如图 8所示的结构。板坯为II 型

时,需要将支脚上部的铺装筛网分别升高 h 为 35, 53, 72 mm;板坯为III型时,铺装筛网分别提高 h 为 41, 59, 78 mm 网上的凹下部分按图 6制作。

将刨花铺成不同的板坯形状,经热压后,测定支脚的平均密度、底圆盘密度和空心圆锥体密度,其值列于表 4

表 4 板坯型式、托盘支脚密度和抗压强度

Tab. 4 Mat profile, leg member density and compressive strength								
支脚类型	试验号	h_2 mm	h_2 mm	O mm	支脚平均密度 g /cm ³	底圆盘密度 g /cm ³	空心锥体密度 g /cm ³	破坏载荷 N
I	1	0	78	0	0. 42	0. 62	0. 38	3 159
	2	0	96	0	0. 48	0. 66	0. 43	5 576
	3	0	115	0	0. 54	0. 68	0. 50	7 066
II	4	87	113	105	0. 42	0. 46	0. 38	4 880
	5	87	131	105	0. 48	0. 58	0. 45	6 736
	6	87	150	105	0. 54	0. 61	0. 52	8 653
III	7	100	119	110	0. 42	0. 55	0. 40	5 664
	8	100	137	110	0. 48	0. 58	0. 46	7 722
	9	100	156	110	0. 54	0. 60	0. 53	10 231

支脚需要通过较大的刨花,刨花可从圆柱形顶部平面部分和侧面部分进入模具。如果在支脚上部用同样的筛网孔径,则必须延长这一部分的振动铺装时间。为了加快支脚上部的铺装速度,必须根据刨花形态及振动铺装机的结构,加大圆柱部分筛网孔径,以提高刨花在支脚上方通过筛网的能力。

2.3 支脚密度和抗压强度的关系

测定抗压强度时典型的载荷-变形曲线如图 9, 三种支腿密度与破坏载荷值列于表 4

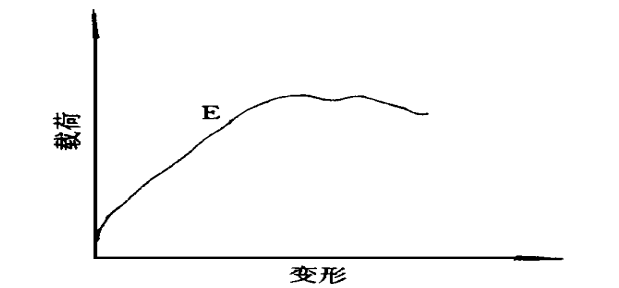


图 9 支脚载荷-变形曲线

Fig. 9 Stress-strain diagram for leg member of pallet

支脚承载能力除与支脚形状有关外,最主要的影响因素是支脚密度。支脚密度又分支脚的圆盘体密度和空心圆锥体(侧壁)密度。支脚的承载能力主要取决于空心圆锥体密度。从表 4 看出, I 型板坯的支脚中心部分的刨花量较多,造成支脚底部密度太大,在热压时增加热压压力,对模具的支脚部位产生不利影响,而对托盘支脚的抗压强度没有帮助。并从表 4 看出,在支脚平均密度相同时,随着空心锥体密度的增加,承载能力也随之增加, III 型支脚的承载能力比 II 型大; II 型承载能力比 I 型大。

对于载荷为 9 339 N 的模压托盘,由于在货物运输过程中产生晃动,其静载荷应达 44 492 N^[3]。为

使 9 个支脚的托盘达到 44 492 N 以上的静载荷能力,每个支脚的平均承载能力应在 4 943 N 以上,再考虑到承载力的不均匀性,选定每个支脚最低承受静载荷能力为 5 438 N。从表 4 看出,对所有三种型式托盘,除了 I 型和 II 型密度为 0. 38 g /cm³ 的空心锥体外,所有托盘支脚的承受静载荷能力都超过 5 438 N。但由于支脚铺装困难,板坯的均匀性较差,抗压强度差异性显著,因此,建议空心圆锥体密度应为 0. 45 g /cm³ 以上,使支脚的承载能力可靠地达到 5 438 N 以上。

表 4 中承受静载荷能力为屈服点 E 时的值。

当托盘支脚受压时,荷载大小与变形量成直线关系。在超过材料的弹性极限后变形量迅速增加,但抵抗载荷的能力不是明显下降。这是由于压溃部分的刨花之间,虽然部分的胶合作用受到破坏,但由于其间的交织作用,使支脚还能承受相当大的载荷。由此推知,托盘中一个支脚的抗压强度不够时,其它支脚受到较大载荷而增加变形量,而后由 9 个支脚一起承受载荷。

2.4 堆积密度与铺装模型的关系

托盘模具的支脚部分体积是恒定的。为使支脚达到一定的密度以满足强度的要求,必须改变铺装机筛网中形成支脚部分筛网的高度。

作为平板部分,最终板厚与刨花堆积密度成线性关系,为达到同样的强度,堆积密度小的刨花压缩比大。由于上述两方面原因,原材料以树种单一、刨花形态相近为好。如果以不同树种混合,则应按比例混合,以保持工艺参数的稳定。

2.5 易损部分的加强方式

采用 I 型铺装,支脚侧壁上刨花分布不均,并普

(下转第 21 页)

少。干燥后期,发展变化规律不十分明显,各树种间也有差异。在本试验条件下测定的毛白杨、马尾松、日本落叶松、杉木等木材表层塑性应变最大值为0.30%~3.36%,最大值的平均值为1.50%,当时的表层含水率和木材含水率的平均值分别为13.3%和23.0%。干燥前期,木材表层塑性应变最大值随平衡含水率的增加而增大

3)干燥过程中木材表层和内部各层收缩率变化呈现相同的规律,初含水率较高的木材干燥初期,由于木材热膨胀而稍有伸长,随着含水率降低,收缩即开始,至纤维饱和点之后,收缩率与干燥时间成线性增加,当收缩率达到最大值之后,收缩率成抛物线状逐渐减少至平稳。本试验条件下各个树种的收缩率范围为2.26%~6.10%。

4)在本试验条件下,在木材内部的干燥应力值均未达到致木材破坏的极限值。表明了短周期工业材可以采用中、高温快速基准,只要正确调节基准初期阶段的平衡含水率水平,就能有效地控制干燥应力水平,可以防止初期开裂,获得较好的干燥质量

4 参考文献

1 成俊卿主编.木材学.北京:中国林业出版社,1985.9

2 满久崇磨(日).木材的干燥.马寿康译.北京:轻工业出版社,1983.8

3 农林水产省林业试验场编(日).木材工业手册.高家炽等译.北京:中国林业出版社,1988.9

4 何定华.红松薄板高温干燥的研究.林业科学,1988,24(3):308~312

5 约翰·F肖若著.木材传热传质过程.肖亦华,滕通濂,郭焰明译.北京:中国林业出版社,1988

6 郭焰明.南方阔叶树材干燥初期应变特点的研究.木材工业,1995,9(4):6~10

7 Rosen H N. Empirical Model for Characterizing Wood Drying Curves. Wood Science, 1980, 12(4)

8 McMilen J M. Drying Stresses in Red Oak. Forest Prod. J., 1955, 2

9 McMilen J M. Drying Stresses in Red Oak, Effect of Temperature. Forest Prod. J., 1955, 8

10 Jung H S, Lee N H and Lee S J. Stress in Drying Wood in Relation to Moisture Gradient. IUFRO Wood Drying Symposium, 1989

11 Erickson R W. Mechano-sorptive Phenomena in Drying Red Oak. IUFRO Wood Drying Symposium, 1989

12 Dahlblom O, Petersson H and Ormarsson S. Numerical Simulation of the Development of Deformation and Stress in Wood during Drying. IUFRO International Wood Drying Conference, 1994. 8

(上接第6页)

遍存在断裂。这是由于压机闭合时,在模具侧壁上的某一部分刨花在压机闭合时的某一时刻先被压实。当压机继续下降时,这一部分不再往下移动,而已被压紧部分的刨花继续下移,这时将出现断裂。为使侧壁上的刨花分布均匀,铺装时在支脚中心用一芯棒搅拌(试验号4~9),使凹模内的刨花有一定的紧密程度。最理想的是刨花纵向平行于侧壁,这种铺装方式可使侧壁上的刨花分布得到明显改善。

3 结论

1)按本试验条件,支脚的空心圆锥体密度应在0.43 g/cm³以上。但由于支脚铺装困难,质量波动大,故空心圆锥体密度以0.45 g/cm³以上为宜。

2)刨花用振动式铺装机铺装时,铺装时间以15 s

以内为宜。本试验中,在用云南松刨花和实验室振动仪,振动铺装时的筛网孔径为31.5 mm的条件下,能保证在15 s以内铺完。

3)振动铺装时,支脚中心应使用棒形物进行“搅拌”,使刨花得到适当的预“密实化”。

4)振动铺装机的筛网应做成如图8所示的形状。

5)铺装完毕后,在筛网上刨花残留部分的高度应大于支脚上方筛网突出部分的高度 h (图8)。

4 参考文献

1 张娟娟.木质托盘——一种有发展潜力的木材制品.木材工业,1990,4(1):33~35

2 Haataja et al. Method for Molding Articles Having Non-planar Portions from Matted Wood Flakes, U. S. Patent 4 40 708, Apr., 03, 1984

3 昆明人造板机器厂.模压工业托盘生产线