

酚醛刨花板加速老化试验的研究

龙 玲 陈士英

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

摘要 刨花板的耐老化性质是它作为建筑用材的一项重要指标。本试验采用人工老化方法,讨论加速老化因素对马尾松酚醛刨花板耐老化能力的影响,并对几种加速老化方法进行分析比较。结果表明:循环数、冷冻、喷蒸、干燥等因素对老化结果有不同程度的影响;不同的加速老化试验方法对刨花板 *MOR*、*IB* 和 *TS* 的影响程度也不相同;可采用热水浸泡-干燥循环法代替 ASTM D 1037 的 6 循环加速老化试验;可把沸水煮 1 小时方法作为工厂对产品的耐候性质量控制法。

关键词 酚醛刨花板;刨花板老化;加速老化

刨花板能否作为建筑用材是发展我国刨花板工业的关键之一,而耐老化性质是刨花板作为建筑用材的一项重要指标。我国对刨花板耐老化性的研究还很少,这在一定程度上限制了刨花板在建筑方面的使用。因此,研究刨花板的耐老化性,并建立建筑用刨花板耐老化标准是一项很迫切的任务和要求。本研究通过对刨花板进行加速老化的一系列试验,分析老化因素和老化方法对刨花板耐老化性能的影响,期望为我国制定建筑用刨花板耐老化标准作一些基础工作,并提供部分依据和参考。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料 马尾松酚醛刨花板由本所实验厂房制备,刨花厚度为 0.70mm,板密度 0.70g/cm³。酚醛胶由实验室制备,粘度 500~80mPa·s,固体含量 50%~52%。施胶量 6%,热压时采用 16mm 的厚度规,热压温度为 190~210℃,热压时间为 9 分钟。

1.2 实验方法 本研究采用下面几种老化方法:

①美国标准 ASTM D 1037 六循环加速老化法^[1] 温水浸泡(50℃)1 小时;喷蒸(95℃)3 小时;冷冻(-12℃)20 小时;干燥(100℃)3 小时;喷蒸(95℃)3 小时;干燥

(100℃)18 小时。按此条件进行六个循环。

②喷蒸-干燥循环法 喷蒸(93~95℃)4 小时;干燥(100℃)18 小时。六个循环。

③沸水煮-干燥循环法 沸水煮 2 小时;干燥(100℃)18 小时。六个循环。

④浸水-干燥循环法 热水(70℃)浸泡 3 小时;干燥(100℃)18 小时。六个循环。

⑤浸水-冷冻-干燥循环法 热水(70℃)浸泡 3 小时;冷冻(-18℃)20 小时;干燥(100℃)18 小时。六个循环。

⑥沸水煮法 在沸水里分别煮 1、2、3 小时;在凉水(20℃)里浸泡 1 小时。检测湿强度。

1.3 性能测试 根据我国刨花板标准 GB/T 4897-92^[2],检测以下指标:静曲强度(*MOR*),试件尺寸为 210mm×50mm×16mm;内结合强度(*IB*),试件尺寸为 50mm×50mm×16mm;吸水厚度膨胀率(*TS*),试件尺寸为 25mm×25mm×16mm。各项指标检测 6 个试件。

2 结果与讨论

表 1 是板材未经老化处理、经过 5 种不同的老化处理和 1、2、4、6 循环老化处理后检测得到的结果。

2.1 循环数的影响 从表 1 可看出,强度损失和厚度膨胀主要发生在第一个循环。以循

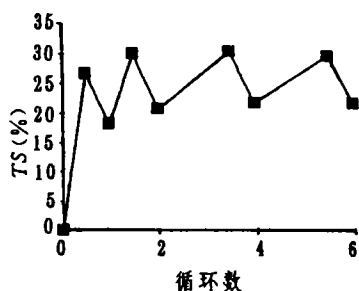
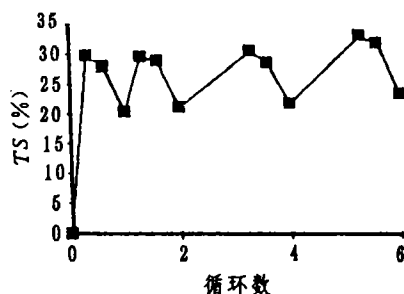
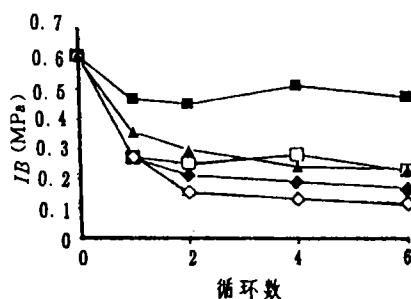
收稿日期 1994-10-14

表 1 老化试验方法对性能的影响

试 验 方 法	MOR(MPa)					IB(MPa)					TS(%)			
	循 环 数					循 环 数					循 环 数			
	0	1	2	4	6	0	1	2	4	6	1	2	4	6
ASTM D 1037	24.2	17.1	15.5	17.5	16.0	0.61	0.36	0.30	0.24	0.23	14.2	18.7	20.9	20.2
喷蒸-干燥	24.2	20.7	19.7	21.8	20.7	0.61	0.46	0.50	0.50	0.50	10.4	12.6	10.9	14.9
沸水煮-干燥	24.2	20.0	19.3	18.8	19.8	0.61	0.27	0.19	0.13	0.13	20.6	21.4	21.7	20.9
浸水-干燥	24.2	21.5	22.9	20.4	20.5	0.61	0.27	0.25	0.28	0.23	18.4	20.9	21.8	21.6
浸水-冷冻-干燥	24.2	22.8	22.0	20.2	19.9	0.61	0.27	0.22	0.19	0.17	20.3	21.1	21.8	23.4

环数为因素,以 MOR 、 IB 、 TS 为指标分别进行单因素方差分析,结果表明:在水平 $\alpha=0.05$ 时,除 ASTM 老化方法外,其余几种方法的循环数对 MOR 无显著影响,采用喷蒸-干燥法时循环数对 IB 无显著影响;其余四种方法的循环数对 IB 均有显著影响;采用 ASTM 和喷蒸-干燥法时循环数对 TS 有显著影响,其余三种方法的循环数对 TS 无显著影响。

刨花板发生老化的一个重要原因是刨花板的回弹,当刨花板处于干-湿不断变化的环境中时,在热压时产生的压缩应力便不断释放而产生回弹力,随着干湿循环的不断进行,刨花板的回弹量不断增大,压缩应力不断下降,当胶结力大于回弹力时,板的回弹量不再增大。刨花本身的膨胀-收缩应力也随循环数的增加而减小,最后逐渐消失。这样,经过一个或几个循环后,板材厚度到达最大值,密度也不再减小,又酚醛胶几乎不水解,故 MOR 、 IB 也不再降低。图 1~图 3 显示板材老化性能与循环数的关系。

图 1 浸水-干燥循环对 TS 的影响图 2 浸水-冷冻-干燥循环对 TS 的影响图 3 循环数对 IB 的影响

□浸水-干燥; ■喷蒸-干燥; ◇沸水煮-干燥;
◆浸水-冷冻-干燥; ▲ASTM

2.2 冷冻的影响 对浸水-干燥和浸水-冷冻-干燥两种循环老化法得到的结果进行“两总体平均数假设检验 t 检验”,结果表明:在水平 $\alpha=0.05$ 时,冷冻对 MOR 和 TS 无显著影响,但对 IB 影响显著。由图 1、图 2 可知,厚度膨胀发生在浸水阶段,经冷冻后,厚度几乎不发生变化,在干燥阶段,厚度迅速减小。不少资料认为冷冻条件不必要,可以从老化方法中去掉这一步骤^[3~6]。J Dobbin McNatt^[5]等在研究 ASTM 六循环老化方法时,将冷冻步骤去掉,发现 MOR 、 MOE 和 TS 与

原 ASTM 六循环法所得结果几乎无差别。因此,从 MOR 和 TS 方面考虑,似乎可以从老化过程中取消冷冻步骤。Carre^[7]认为在试件的含水率较高时冷冻才起作用。在本试验中,经热水(70℃)浸泡 3 小时后,试件的吸水率达 80%左右,冷冻对 IB 产生了显著的影响,经冷冻后的试件其 IB 值降低较多。因此,本试验结果表明,适宜的老化方法应该包括冷冻步骤,这也与 Dinwoodie 的结论一致^[8]。目前,对冷冻影响老化的机理尚不很清楚,还需要进一步的研究。

2.3 喷蒸的影响 在试件含水率较高时,喷蒸处理对试件性能的影响很大,并且厚度膨胀主要发生在喷蒸处理步骤^[5,9]。但在本试验中,由于喷蒸处理前试件处于绝干状态,喷蒸处理后试件的吸水率很低(5%),因而在喷蒸-干燥循环中,膨胀或收缩应力较小,对试件性能的影响也较小。因此,把喷蒸作为老化条件使用时,应增大试件的含水率。

另外,干燥对板材的老化作用也很明显。在循环老化试验中,干燥的目的在于使试件由湿状态迅速转变为绝干状态,浸水时又由绝干状态进入湿状态,在含水率发生突变的过程中,使板材的回弹力完全释放出来,并产生最大的膨胀-收缩应力,从而使板材的性能下降。

表 2 是经过七种老化方法处理后老化结果的比较。

表 2 老化结果的比较

试 验 方 法	MOR (MPa)	保留率 (%)	IB (MPa)	保留率 (%)	TS (%)
ASTM 6 循环	16.0	66.1	0.24	38.1	20.9
喷蒸-干燥 6 循环	20.7	85.5	0.50	32.4	14.9
沸水煮-干燥 6 循环	19.8	81.8	0.13	21.5	20.9
浸水-干燥 6 循环	20.5	84.7	0.23	37.7	21.6
沸水煮 1 小时	13.1	54.1	0.21	35.2	26.7
沸水煮 2 小时	13.4	55.8	0.21	35.3	27.4
沸水煮 3 小时	12.9	53.3	0.22	36.9	27.2

根据表 2 结果,喷蒸-干燥-循环处理条件最温和。就内结合强度而言,ASTM 六循环老化法、浸水-干燥循环法、沸水煮法的老

化结果几乎相同。就吸水厚度膨胀率来说,ASTM 六循环老化法、沸水煮-干燥循环法、浸水-干燥循环法所得结果也无差异,就静曲强度而言,沸水煮法老化条件最严酷,其次是 ASTM 老化法,再其次是沸水煮-干燥循环法、浸水干燥循环法和喷蒸-干燥循环法。

对沸水煮 2 小时与 ASTM 老化法所得结果进行“两总体平均数假设检查 *t* 检验”。结果表明:在水平 $\alpha=0.05$ 时,采用两种方法所得到的试件的静曲强度和厚度膨胀率存在显著差异,内结合强度之间无显著差异。总的说来,沸水煮 2 小时条件比 ASTM 的老化条件要严酷。

根据表 2,沸水煮 1、2、3 小时对 MOR、IB 和 TS 的影响程度类似,与其它几种方法比较起来,TS 最大,MOR 损失也最大。Chow^[1]研究认为,1 小时与 2 小时沸水煮处理后,试件的静曲强度存在着显著差异,1 小时沸水煮后 MOR 保留率为 60%,而 2 小时后为 30%,这是由于所用刨花板种类不同而造成的,也有资料表明^[11,12],沸水煮 5 分钟后,静曲强度的下降基本趋于平缓,而厚度膨胀率在 45~50 分钟时也基本趋于平缓状态,即 1 小时后,静曲强度不再下降,厚度膨胀率不再增高,这与本试验的结论一致。因此,根据本试验的结果,可以把沸水煮 1 小时方法暂时作为工厂对产品的耐候性质量控制法。

ASTM D 1037 六循环法是目前用得最多的人工老化方法之一,但这种方法最大的缺点是所用时间太长,因而不利于在工厂里进行耐候性质量控制。不少人为此进行过悉心的研究,提出了各种改进方法。J. Dobbin McNatt 等^[5,6]利用温水浸泡取代冷冻与喷蒸步骤,方法如下:A. 浸泡(50℃)2 小时,干燥(100℃)4 小时,再浸泡(50℃)2 小时,干燥 16 小时,共六个循环。B. 浸泡(50℃)8 小时,干燥 16 小时;六个循环。这两种方法得到的 MOR、MOE 降低率和 TS 增长率与 ASTM 标准六循环得到的结果差别很小。本试验结果(表 1)也表明:热水(70℃)浸泡 3 小时-干

燥 18 小时,六循环后得到的 *IB* 保留率和 *TS* 同 ASTM D 1037 六循环老化法的结果几乎相同。因此,热水浸泡-干燥循环老化法可以考虑代替 ASTM D 1037 六循环老化法,但还需作进一步的研究和完善。

各种老化方法对 *MOR* 的影响程度低于对 *IB* 的影响程度,表明 *IB* 对老化更敏感,可以把 *IB* 作为耐老化性指标。*MOR* 保留率一般高于 50%,*IB* 保留率一般低于 45%,*TS* 一般不超过 30%。

3 结论

3.1 沸水煮、热水浸泡和干燥等老化条件对刨花板耐老化性能都有显著影响。在试件水分饱和的情况下,冷冻对其 *IB* 有显著影响,因此,适宜的老化方式应考虑冷冻的影响。试件在含水率很低的情况下进行喷蒸处理,其强度损失较小,因此,把喷蒸作为老化条件使用时,应增大试件的含水率。对于循环老化方法来说,第一循环强度损失最大,*TS* 增长最快;随着循环数的增加,强度损失和厚度膨胀逐渐减小。

3.2 不同的老化方法对刨花板的 *MOR*、*IB* 和 *TS* 的影响程度不一样。经老化处理后,*IB* 损失率比 *MOR* 损失率要大。*MOR* 保留率一般高于 55%,*IB* 保留率一般低于 45%,*TS* 一般不超过 30%。可以把 *IB* 作为耐老化性指标。就 *IB* 来说,沸水煮-干燥循环法最严酷,ASTM 六循环法、浸水(70℃)-干燥循环法、2 小时沸水煮检测法老化条件相当;就 *MOR* 来说,2 小时沸水煮检测法最严酷,其次是 ASTM 六循环老化法,再其次是沸水煮-干燥循环法和浸水(70℃)-干燥循环法;就 *TS* 来说,2 小时沸水煮检测法最严酷,沸水煮-干燥循环法、ASTM 六循环法、浸水-干燥循环法老化条件相当。在所有老化方式中,喷蒸-干燥循环处理条件最温和。

3.3 热水(70℃)浸泡了 3 小时-干燥 18 小时六循环老化法得到的 *IB* 和 *TS* 与 ASTM D 1037 六循环老化法得到的结果几乎相同,

因此,可以考虑用热水浸泡-干燥循环法代替 ASTM 六循环老化方法。这样既节约了时间又简化了试验过程。

3.4 可选择 1 小时沸水煮检测法作为工厂对产品的耐候性质量控制法,即沸水煮 1 小时,在凉水(20℃)里冷却 1 小时,检测湿强度 *IB*。

4 参考文献

- 1 American Society for Testing and Materials (ASTM). 1989, Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. ASTM Designation: D 1037-89, 167~196
- 2 UDC 674. 82-41 刨花板国家标准 GB/T 4897-92
- 3 Back E and E Sandstrom. Critical aspects on accelerated methods for predicting weathering resistance of wood based panels. Holz als Roh-und Werkstoff, 1982, 40: 61~75
- 4 West Coast Adhesive Manufacture Association. A proposed new test for accelerated aging of phenolic resin-bonded particleboard. Forest Prod. J. 1966, 16(6): 19~23
- 5 J. Dobbin McNatt, Carol L Link. Analysis of ASTM D 1037 accelerated aging test. Forest Prod. J. 1989, 39(10): 51~57
- 6 J Dobbin McNatt, Dwight McDonald. Two accelerated aging test for wood-based panels. Forest Prod. J. 1993, 43(7/8): 49~52
- 7 Carre J. Analysis of particleboard component under accelerated aging test and their practical value. In: Rapport d' Active, Station de Technologie Forestiere Gembloux, Belgium. 1972, 73~119
- 8 Dinwoodie J M. Characterizing the performance of chipboard in the United Kingdom. In: Proc. 15th Inter. Particleboard Symp., Pullman, Wash. 59~78
- 9 H Kajita, J Mukdai and H Yano. Durability evaluation of particleboards by accelerated aging tests. Wood Sci. Technol., 1991, 25: 139~149
- 10 Poo Chow, John J Janowiak. Effects of accelerated aging tests on some bending properties of hardwood composite panels. Forest Prod. J., 1988, 33(2): 14~20
- 11 Murray N Carroll. We Still Don't Boil House-Part Two. Particleboard Testing. In: Proc. 14th Inter, Particleboard Symp., Pullman, Wash. 39~58
- 12 Gaudert P, Szabo T. Technical report. Forintek Canada Corporation, Ottawa, 1980

(下转第 30 页)

行实验,所得产品表面不再有鼓泡、水渍现象,外观质量(光泽均一性等)超过该厂的原来产品。随后进行对比实验,结果是:用含水率 $>8\%$ 的纤维板作基材时,饰面板易出现鼓泡、水渍现象;不浸胶,含水率为 $3\% \sim 6\%$ 的纤维板作基材时,产品质量很好,且基本上无翘曲现象;含水率太低($<2\%$)的板子传热慢,易造成固化不完全,出现粘板现象,也易产生装饰板翘曲。

4.4 J-3UMF 树脂与纯三聚氰胺树脂的价格比较

由于 J-3UMF 树脂中尿素代替了大部分三聚氰胺,所以其成本较纯三聚氰胺树脂要低。按现今市场原材料价格(尿素 1000 元/吨,三聚氰胺 8500 元/吨)计算,除去各种改性剂增加的成本后,每吨 J-3UMF 树脂(固含量 $45 \pm 2\%$)可以节省 1000~1500 元。

5 结论

①J-3UMF 树脂成本低廉,流动性好,固化后胶膜坚韧,不易龟裂。

②单张浸渍装饰纸贴面工艺,成本低,产品基本性能尚可,但板面光亮度和耐磨性不好。

③J-3UMF 树脂能满足低压、短周期不冷却卸压工艺,可以提高生产效率,降低生产成本适于各种人造板基材的柔光性装饰。

6 参考文献

- 1 李兰亭. 胶粘剂与涂料. 中国林业出版社,1992,57~62
- 2 雷隆和. 人造板表面装饰. 中国林业出版社,1991,101~134
- 3 半井勇三. 木材胶合和胶粘剂. 日本森北出版社,1977
- 4 卢庆曾. 国外木工胶粘剂文集. 中国林业出版社,1991,213~216

(上接第 9 页)

The Preliminary Research on Accelerated Aging Tests of PF-particleboard

Long Ling Chen Shiying

(The Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract In this paper the effect of accelerated aging factors on aging resistance of Masson pine PF-particleboard was analysed and several accelerated-aging tests was compared. It was found that freezing affected internal-bond strength when specimen was saturated with water. When moisture content of the tested specimen was low, steaming procedure did not significantly affect strength. The properties of panel decreased dramatically in the first cycle. Different accelerated-aging tests meant various degree influences on properties of panel. The loss of internal-bond strength was more than that of modulus of rupture by accelerated -aging test. *IB* could be as the index which evaluated the aging resistance of particleboard. The cyclic soak-dry test could be used instead of ASTM D 1037 accelerated-aging test. The one-hour boiling test could be used in-plant quality control.

Keywords Phenolic resin-bonded particleboard; Aging of particleboard; Accelerated aging test