

马尾松、麻栎、江南桧木用聚乙二醇 改性的研究

李筱莉 岳翠银

(安徽农业大学林产工业研究所 合肥 230036)

摘要 本文研究了马尾松、麻栎、江南桧木三种木材用聚乙二醇(PEG)改性的工艺条件及效果。结果表明,三种改性材经过长时间自然存放,抗收缩率可达80%以上,并且其耐腐蚀性能提高,尺寸稳定性好。

关键词 聚乙二醇;尺寸稳定性;抗干缩系数

木材是一种吸湿性材料,提高木材尺寸稳定性,并改善其性能,概括起来有以下几方面:①用涂料涂敷木材表面,阻滞木材内外水分的渗透和扩散;②增容处理,即把不挥发物质引入细胞壁的微细结构中,以提高木材尺寸稳定性,改善木材性质;③使木材内部表面活性基发生取代反应或加成反应,如木材乙酰化,使疏水性的乙酰基取代木材中纤维素、半纤维素的羟基,降低了木材吸湿性;另外乙酰基又能在木材内起增容作用,使木材的尺寸得到稳定;④用有机单体注入木材内部,用射线辐照或加热,使单体在木材内聚合或与木材接枝,制成木型复合材料(WPC)。其抗干缩系数、抗湿胀系数能达到50%~80%;⑤使木材化学成分间生成交联键,如用少量甲醛处理木材,则在纤维素分子之间,形成亚甲基键的交联,达到一定的抗干缩性。从上述几种方法中,以PEG处理木材的效果较为理想。最早使用PEG改良木材性质的是美国林产品研究所的斯坦姆博士,日本的掘冈林业试验场也进行了研究,并在建造日本昭和宫殿时,用PEG处理地板,使用10年之久并没有发生任何变形。在斯德哥尔摩郊外保存的“Wasa”号木制兵舰,也是用PEG处理的。

收稿日期 1994-01-28

本研究选用了安徽常用树种材,以PEG为处理剂,研究其处理工艺条件及其对木材尺寸稳定性的影响。

1 材料与方法

1.1 材种选择

本研究选用翘曲变形大、干燥时间长、干燥中易开裂的马尾松(*Pinus massoniana*)、麻栎(*Quercus acutissima*)和江南桧木(*Alnus trabeculosa*)作为试验用材。其中马尾松又以生材和不同含水率的气干材条件下进行试验。麻栎与江南桧木用气干材和较高含水率试材进行试验。试件尺寸均为100mm×100mm×35mm。

1.2 PEG分子量选择

PEG是环氧乙烷与乙二醇或水进行加成聚合的化合物,挥发性很低,在室温或稍高于室温下可以以各种比例溶于水,通式是 $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$,由于PEG分子量不同,渗入木材的能力也不同,其水溶液可以渗透到木材细胞壁的PEG极限分子量为3000,超过1500以后,效率明显下降。一般而言,分子量在100以上较好,而分子量在400~1000时,较容易进入木材的纤维胶束间隙中。本研究选用分子量为400的PEG。

1.3 试验方法与步骤

1.3.1 浸渍液的配制 将PEG配制成不同浓度的水溶液，作为浸渍液。

1.3.2 试件的浸渍处理 试件称重后放入不同浓度的PEG溶液中，按不同的浸渍时间分别取出，擦干表面的浸渍液，称重并求出试件吸入的PEG量。

1.3.3 试件干燥 试件浸渍以后立即进行干燥，干燥温度根据不同树种而定，针叶树材采用60至105℃，干燥时间1~2天；对易开裂的阔叶树材采用40至80℃，干燥时间2~3天。反复试验得出适于马尾松、麻栎、江南桉木的干燥温度及干燥时间。试验因素和水平安排见表1。

表1 试验方案

处理 编号	因 素			
	木材初始 含水率 (%)	处理液浓度 (%)	浸渍时间 (天)	干燥时间 (天)
1	8~12	15	1	2
2	12~45	15	3	2
3	45~80	15	5	2
4	80以上	15	7	2
5	8~12	20	1	2
6	12~45	20	3	2
7	45~80	20	5	2
8	80以上	20	7	2
9	8~12	30	1	2
10	12~45	30	3	2
11	45~80	30	5	2
12	80以上	30	7	2
13	8~12	60	1	2
14	12~45	60	3	2
15	45~80	60	5	2
16	80以上	60	7	2

1.3.4 抗干缩系数的测定 按GB 1927~1943—80第4~5条规定（木材含水率测定方法）进行烘干称重，每一试件称重后，立即在各相对面的中心位置，分别测量弦向、径向和顺纹方向尺寸，并计算干缩率及抗干缩系数百分率。

1.3.5 试件尺寸变化的测定 试件经干燥处理并量其弦向、径向和顺纹方向尺寸后，在大气中自然存放，隔一定时间测量试件尺

寸的变化，同时对比素材进行同样测量，经过12年（1980年5月至1993年7月止）以后，测量尺寸的变化情况。

2 结果与讨论

2.1 处理材的称重

处理材中PEG的吸入量与处理后试材尺寸稳定性有很大关系，所以在试验中有必要测定处理材的增重，即PEG吸入量。

增重率 (WPG) = $\frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$

式中：W₀为处理前试件重量；

W为处理后试件重量。

2.2 浸渍时间与木材PEG吸收量的关系

用PEG处理木材时，浸渍时间与单位体积内木材所吸收的PEG量成正比（见表2）。

表2 浸渍时间与PEG吸收量的关系

浸渍时间 (天)	每cm ³ 木材吸收PEG（干物质）量（g）		
	麻 栎	马 尾 松	江 南 桉 木
7	0.0512	0.0645	0.0403
5	0.0487	0.0412	0.0319
3	0.0419	0.0325	0.0302
1	0.0126	0.0287	0.0122

注：浸渍液浓度60%，试材含水率40%~42%

2.3 PEG浓度与木材PEG吸收量的关系

在试验所规定的浸渍周期内，浸渍液浓度与单位体积内木材吸收的PEG量成正比，结果见表3。

表3 PEG浓度与PEG吸收量的关系

PEG浓度 (%)	每cm ³ 木材吸收PEG（干物质）量（g）		
	麻 栎	马 尾 松	江 南 桉 木
60	0.0403	0.0645	0.0512
40	0.0243	0.0518	0.0318
30	0.0221	0.0405	0.0302
20	0.0201	0.0241	0.0228
10	0.0184	0.0164	0.0176

注：浸渍时间为7天，试材含水率40%~42%

2.4 木材初含水率与PEG吸收量的关系

木材初含水率与吸收溶液量成正比，结

果见表4。

表4 木材最初含水率与PEG吸收量的关系

树 种	木材初含水率 (%)	每cm ³ 木材吸收的PEG (干物质)量(g)
马尾松	14.50	0.0238
	42.93	0.0645
	72.72	0.1009
	108.14	0.1026
麻 栎	14.01	0.0126
	40.86	0.0431
	68.54	0.0520

注：浸渍时间为7天，浸渍液浓度为60%

2.5 处理材的尺寸稳定性

根根抗收缩系数衡量处理材的尺寸稳定效果：马尾松为54~89，麻栎为52~87，江南桧木为43~86。

由试验得出结论，初始含水率、处理液浓度和处理时间对木材尺寸稳定性有一定的影响。表5所示木材初始含水率对尺寸稳定性有较大影响，要得到较好的处理效果，初始含水率应在50%~100%，木材含水率高，PEG在木材细胞壁与细胞腔内扩散快，因此，以生材处理为好。

表5 木材初含水率与抗干缩系数的关系

树 种	含水率 (%)	抗 干 缩 系 数		
		径 向	弦 向	体 积
马尾松	42.93	82.79	71.73	79.24
	72.73	85.37	82.08	87.82
	108.14	89.41	86.35	88.07
麻 栎	27.74	63.07	60.11	61.27
	43.66	74.16	72.08	70.14
江南桧木	28.15	64.12	61.08	68.17
	40.06	76.85	74.32	70.34

注：浸渍时间7天，浸渍液浓度60%

表6表明，PEG浓度与抗干缩系数有一定的关系，PEG浓度以20%~60%较好。表7所示，浸渍时间也影响到木材尺寸稳定性，浸渍时间长，抗干缩系数高，但试材吸收PEG量随时间延长而减缓，因而抗干缩系数提高也缓慢。因此，在生产中处理木材时要考虑到木材尺寸大小。

表6 PEG浓度与抗干缩系数的关系

付 种	PEG浓度 (%)	抗干缩系数		
		弦 向	径 向	体 积
马 尾 松	60	89.34	92.70	86.88
	20	86.73	87.50	63.53
	15	51.37	39.51	50.57
	10	10.66	28.57	25.48

注：浸渍时间7天，试材含水率108%

表7 浸渍时间与抗干缩系数的关系

树 种	浸渍时间 (天)	抗干缩系数		
		弦 向	径 向	体 积
马 尾 松 (108%)	7	89.70	92.70	86.88
	5	84.16	88.56	79.98
	3	82.79	71.73	79.24
	1	54.92	74.16	69.04
麻 栎 (42%)	7	74.21	84.56	83.26
	5	71.48	83.20	81.04
	3	70.31	81.74	70.18
	1	40.29	70.09	62.25
江南桧木 (40%)	7	76.18	82.65	82.18
	5	72.09	81.16	81.45
	3	70.24	80.54	70.26
	1	30.16	71.32	56.17

注：浸渍液浓度60%，（ ）中为试材含水率

2.6 木材浸渍后干燥温度的确定 木材浸渍后的干燥温度因树种不同而异，马尾松、江南桧木从低温到高温需1~2天，麻栎从低温到高温需2~3天。

在室内条件下存放处理后的各种试材，经12年后其尺寸稳定性好，耐腐蚀性高。马尾松和江南桧木等试件，存放数年，其尺寸基本没有变化，这是由于PEG是不挥发物质，向外渗透不大，其溶液注入木材经快速干燥后，PEG存留于细胞壁的微观结构中，有效地置换细胞壁内水分，占领细胞壁的空间，阻止细胞壁的收缩和膨胀效应。这种方法可以处理难干材、木质文物、出土文物和木雕刻物等，籍以保持物体原来的形状。

3 结论

3.1 用PEG处理马尾松、麻栎和江南桧木

的最佳工艺参数是: PEG浓度为60%, 浸渍时间7天, PEG吸收量为 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 采用生材或高含水率木材, 其抗收缩效果较好。

3.2 用PEG作增容剂注入木材, 其抗干缩系数可达80~90以上。

3.3 对于干燥时间较长、干燥基准难掌握、在干燥过程中易开裂翘曲的阔叶树材, 用PEG处理可以保持木材原来的花纹、色泽, 提高其尺寸稳定性。

3.4 用60%PEG处理马尾松、江南桧木等, 每 1m^3 木材仅需PEG20~60kg, 成本略高于木材价格, 但处理后由于尺寸稳定性好, 变形小, 相对地讲节约了木材, 降低了成本。

4 参考文献

- 1 柯病凡主编. 安徽木材. 安徽农学院出版, 1964
- 2 柯病凡. 怎样防止木材的胀缩翘曲和开裂. 安徽林产工业, 1985
- 3 尹思慈. 聚乙二醇处理木材的研究. 南京林学院学报, 1984
- 4 罗杰·罗维尔(美)主编, 刘正添等译. 实木化学. 中国林业出版社, 1988
- 5 Stamm A J and R H Bacchler. Decay resistance and dimensional stability of five modified woods, *Forest Prod. J.*, 1960, 10 (1): 22~26
- 6 Rowell R M, Tillman A M, Liu Zhengtian. Dimensional stabilization of flakeboard by chemical modification. *Wood Science and Technology*, 1986, 20: 83~95

A study on the modification of Masson's pine, oak and Jiengnan alder with polyethylene glycols

Li Xiaoli Yue Cuiyin

(Inst. of Forest products, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract The paper deals with the wood dimensional stability of three species, *Pinus massoniana*, *Quercus acutissima*, and *Alnus trabeculosa*, treated with polyethylene glycol (PEG). The optimum treatment conditions were found from the experiment. The dimensional stability of wood treated with PEG was satisfactory. After a period of natural storage, the antishrink efficiency of treated wood was more than 80% and the decay resistance of the wood was also proved.

Keywords Polyethylene glycols; Dimensional stability; Antishrink efficiency

(上接第7页)

values of heat conductivity of all kinds of wood chip decreased significantly with the decreasing of moisture content and ranged from $0.17\sim 0.28\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$; the values of thermal conduction decreased with the increasing of moisture content and ranged from $0.0012\sim 0.0034\text{m}^2/\text{h}$; the values of mass heat capacity decreased with the decreasing of moisture content and ranged from $0.4\sim 0.7\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. The influence of the species of broad leaved trees chip on the thermo-physical parameters was not found.

Keywords Wood chip aggregates; Moisture content; Heat conductivity; Thermal conduction; Mass heat capacity