

脲醛浓缩体(UFC)改性杨木 抗腐力和物理力学性能的研究

尤纪雪 金重为 何文龙

(南京林业大学化工系)

摘 要

本研究采用脲醛浓缩体(UFC)处理杨木,以改善其性能。试验结果表明改性后的杨木有一定抗腐力及较好的尺寸稳定性,其它力学性能亦有明显的提高,处理后的木材色浅,可涂饰,能代替杉木作建筑用材。

杨树材质轻柔、色浅、纹理直、结构细,但力学强度较低,易遭菌腐和虫蛀,致使用途受到很大限制,本研究采用以脲醛浓缩体(Urea Formaldehyde concentrates,简称UFC)为主体添加部分改性剂将杨木改性使它具有的尺寸稳定性、优良的力学性能以及较强的抗腐力,扩大其使用领域。

材料与方 法

一、材料

(一)改性剂:采用芜湖木材厂生产的脲醛浓缩体(UFC)为基本原料,添加部分尿素和少量醋酸乙烯—N—羟甲基丙烯酰胺共聚乳液,并加少量酸性固化剂。混合物的固含量为63%,比重1.2(20/4),粘度14秒(B₄20℃)

(二)试样制备:I-69杨木(*Populus deltoides* var. *deltoides* CV)采自南京林业大学校园,树龄12年,胸径31.5厘米,树高20米,生长良好。

1.腐朽试验木块的制备:选用上述无节疤、无腐朽的杨木边材部分作试块,其尺寸为 $2 \times 2 \times 2$ cm。

2.测定物理力学性质试样的制备:按国家标准GB 1929-80进行,测定项目为顺纹抗压强度、抗弯弹性模量、抗弯强度、冲击韧性、硬度,试样尺寸分别为 $2 \times 2 \times 3$ cm, $2 \times 2 \times 30$ cm, $2 \times 2 \times 30$ cm, $5 \times 5 \times 7$ cm。

3.测定抗收缩率(ASE)试样的制备:试样的制作方法与GB1926-80中湿胀性试样的相同,试样尺寸为 $2 \times 2 \times 2$ cm。

4.UFC改性处理试样的制备:将上述试样置于真空浸注装置内,用UFC改性剂进行真空浸注,以控制不同真空度来获得不同增重百分率(WPG%)。本试验采用三种增重百分率20%、30%和40%。素材经改性剂浸注后存放一天,然后在50℃下预干燥4小时,随后升温至110℃固化1小时。

(三)腐朽菌:本试验采用的白腐菌是彩绒革盖菌(*Coriolus versicolor*),褐腐菌是密粘褶菌(*Gloeophyllum trabeum*)。

(四)土壤:取自南京中山陵地区的轻壤土,经气干、粉碎和筛选,取筛孔直径为0.3—0.51cm之间的筛分,其握水能力为

参加该项试验的还有陈标同志。

40%，pH值为5.8左右。

(五)饲料木片：以同种杨木边材，尺寸为3.5×3.5×0.4cm，作腐朽菌的饲料木片。

二、方法

(一) UFC改性材腐朽试验方法：采用ASTM D2017—71^[4]的方法也就是土壤木块法进行，每组试件6块。

(二) 木材耐腐性分级方法：参照木材天然耐腐性划分等级^[3]，按不同树种视试材重量损失率分为四级。

等级	重量损失率(%)
最耐腐	0—10
耐腐	11—30
稍耐腐	31—50
不耐腐	>50

(三) UFC改性材的物理力学性能测定方法：按照GB 1934—80, GB 1936—80, GB 1940—80, GB 1941—80的方法进行。每组试件10块。

(四) UFC改性材抗收缩率ASE测定方法

法：参照文献[6]。

抗收缩率(ASE)的计算方法如下：

$$ASE = \frac{S_2 - S_1}{S_1} \times 100$$

式中： S_1 ——未处理试样的体积膨胀系数；

S_2 ——处理试样的体积膨胀系数。

体积膨胀系数的计算方法如下：

$$S = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

式中： V_1 ——在潮湿前的烘干材体积；

V_2 ——被湿空气或水潮湿后的木材体积。

结果与讨论

一、UFC改性材的尺寸稳定性

(一) 杨木改性材的体积变化

三组不同增重改性材的体积变化列于表

1。

表1 杨木经UFC改性后的体积变化

生材体积 V_0 (cm ³)	全干材体积 V_1 (cm ³)	$\frac{V_1 - V_0}{V_1}$ ($\Delta V\%$)	增重 (WPG%)	改性后全干材 体积 V_2 (cm ³)	$\frac{V_2 - V_1}{V_2}$ ($\Delta V\%$)	$\frac{V_0 - V_2}{V_0}$ ($\Delta V\%$)
7.76	7.26	-6.89	22	7.61	4.60	1.93
7.75	7.26	-6.75	31	7.64	4.97	1.42
7.82	7.30	-7.12	41	7.78	6.17	0.52

本研究是采用UFC充胀木材细胞壁而达到尺寸稳定的目的，如果试剂进入了木材细胞壁，则改性的结果必然体积增加^[6]。从表1数据可看出改性后的杨木块体积均比改性前增大，且随着WPG%增加而增加，当WPG为41%时，改性材的体积几乎与生材体积相等。

(二) UFC改性材的尺寸稳定性

用水浸法测定三组不同增重改性材的体积膨胀系数(S)和抗收缩率(ASE)，其结果列于表2。

由表2看出第一个润胀周期的抗收缩率较高，由于水浸后有部分改性剂被抽出，因

此第二个水浸周期的抗收缩率比第一个周期的更为真实。

从表2测定数据可得出UFC改性材的抗收缩率是随WPG%的增加而增加；当WPG%达41%时的体积膨胀最大，抗收缩率也最大，达53.15%，而一般脲醛树脂处理木材，其最佳抗收缩率仅是50%^[5]。这是由于在UFC中含有较多甲醛^[2]，它可与木材成分起交联作用，只要有少量的结合就可获得较高的尺寸稳定性^[5]。

二、UFC改性材的力学性能

三组不同WPG%杨木改性材的各种力学性能结果列于表3。

表2 UFC改性杨木的体积膨胀系数(S)和抗收缩率(ASE)

(1) 增重(WGP%)	(2) S ₁	(3) ASE	(4) S ₂	(5) ASE	(6) 失重(%)	(7) S ₃	(8) ASE	(9) S ₄	(10) ASE	(11) 累积失重(%)
0	16.8	—	16.5	—	0.52	16.8	—	16.8	—	0.93
22	8.40	50.00	8.40	49.09	0.28	8.54	49.17	8.25	50.89	0.59
31	7.94	52.73	7.94	51.88	0.23	8.10	51.78	8.20	51.19	0.40
41	7.45	55.65	7.73	53.15	0.22	7.86	53.21	8.00	52.38	0.36

注：(1) 增重为0%的试样即对照样

(2) 以初始全干材体积和第一次水浸膨胀后体积计算

(3) 以S₁计算

(4) 以第一次水浸后膨胀体积和第二次全干材体积为基础

(5) 以S₂为基础

(6) 以初始全干材重和第一次浸水后全干材重即

第二次全干材重之差为基础

(7) 以第二次全干材体积和第二次水浸后膨胀体积计算

(8) 以S₃为基础

(9) 以第二次水浸后膨胀体积和第二次全干材体积计算

(10) 以S₄为基础

(11) 以全干材重为基础

表3 UFC杨木改性材力学性能

项 目	材 料	素 材	改性材(WPG%)		
			20	30	40
顺纹抗压强度 (KPa)		3.06×10^4	3.86×10^4	4.29×10^4	4.60×10^4
抗弯弹性模量 (KPa)		0.74×10^7	0.91×10^7	0.96×10^7	1.02×10^7
抗弯强度 (KPa)		5.82×10^4	6.09×10^4	6.42×10^4	6.78×10^4
冲击韧性 (N/m)		2.04×10^4	2.82×10^4	2.18×10^4	1.73×10^4
硬 度 (KPa)	端 面	3.07×10^4	4.79×10^4	5.79×10^4	6.01×10^4
	弦 面	2.44×10^4	2.60×10^4	2.76×10^4	2.89×10^4
	径 面	2.11×10^4	2.26×10^4	2.24×10^4	2.31×10^4

(一) 各组不同WPG%的改性材其顺纹抗压强度较素材高,且随着WPG%的增加而提高。当WPG达40%时,它的顺纹抗压强度比素材增加了50.33%。木材的顺纹抗压强度主要取决于细胞壁中的木素^[1],由于采用低分子量的脲醛浓缩体,它含有低聚合度的预聚体、尿素甲醛加成物和甲醛,主要构成组分是二羟甲脲、三羟甲脲和少量四羟甲脲^[8],它们的粘度比脲醛树脂低,水溶性也好,所以它比脲醛树脂更易进入木材细胞壁,故增强了木素的强度和刚性,使改性材的顺纹抗压强度得到增加。

(二) 改性材的抗弯弹性模量和抗弯强度均高于素材,且也是随着WPG%的增加而增高,当WPG为30%时,改性材的抗弯弹

性模量和抗弯强度分别提高29.73%和10.31%,增加的比率不如顺纹抗压强度大。

(三) 经改性后的木材,无论端面还是径面和弦面,它们的硬度均比素材高,也是随着WPG%的增加而增高的。由于端面最易进入改性剂,因而端面的硬度增加最为突出。即使WPG为20%时,其端面硬度比素材提高了56.23%。

(四) 一般情况下用酚醛树脂和脲醛树脂浸渍的改性材的冲击韧性都比素材低^[6],由于在改性剂中包含了少量醋酸乙烯—N—羟甲基丙烯酰胺共聚乳液,改善了改性剂的脆性,所以在该试验中WPG为20%和30%的改性材的冲击韧性都比素材高,但当改性剂

量增加到一定值后又有所下降。

三、UFC改性材的抗腐力

UFC改性杨木块经土壤木块腐朽试验后的结果列于表4。

表4 改性材腐朽试验六周和十二周后的失重率

试 样	增 重 (WPG%)	菌 种	六周后失 重率(%)	十二周后失 重率(%)
素 材	0	C.V	39.5	65.1
UFC 改性材	21.2	"	19	23.72
"	29.8	"	12.2	14.87
"	40.8	"	10.84	12.78
素 材	0	G.T	58.4	76.38
UFC 改性材	21.8	"	8.29	9.67
"	31.7	"	7.10	9.80
"	40.6	"	5.65	7.08

(一) UFC改性材有抗白腐能力, 三组不同WPG%改性材均属耐腐等级, 它们的抗白腐能力随WPG%的增加而增加, 而未经改性的杨木, 白腐十二周后失重达65.1%, 它对白腐菌抗腐性是属不耐腐等级。

(二) UFC改性材抗褐腐能力强, 三组不同增重的改性材均属最耐腐等级, 且抗腐力随WPG%增加而增大, 其中以WPG为40.6%的改性材最耐褐腐, 十二周后仅失重7.08%, 而对照材达76.38%。

(三) 相同增重的UFC改性材抗白腐和抗褐腐能力有所不同, 从试验结果表明WPG为21%时白腐十二周后失重23.72%, 褐腐却只有9.65%, 有较强的抗褐腐性。

结 论

1. 经UFC改性后的杨木具有较好的尺寸稳定性, 比一般脲醛树脂处理的木材要高。

2. 经UFC改性后的杨木力学性能均有不同程度增加, 与安徽岳西杉木的力学性能相比^[3], 除WPG为40%时的冲击韧性低于杉木外, 其余均较高。

3. UFC改性杨木具有较强的抗腐性, 尤其是抗褐腐。

4. UFC浓缩体是较为经济的改性剂, 处理后的木材色浅, 可涂饰, 能代替杉木作建筑用材。

参 考 文 献

- (1) 北京林学院主编, 1982, 木材学, 中国林业出版社, 212.
- (2) 孙振鸾、李亚兰、牛丽平, 1986, 国产脲醛浓缩体 (UFC) 结构分析, 林业科学, Vol. 22, No. 2.
- (3) 成俊卿主编, 1985, 木材学, 中国林业出版社, 883, 1258.
- (4) ASTM, 1978, Standard Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Wood (ANSI/ASTM D2017-71), Part 22, 632-637.
- (5) Kollmann, F.F.P., 1975, Principles of Wood Science and Technology, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 130, 121, 132.
- (6) Rowell, R. M., 1984, The Chemistry of Solid Wood, American Chemical Society Washington D.C., 177-178, 197-203.

A Study on Decay Resistance and Physico-mechanical Properties of Populus Wood modified with Urea Formaldehyde Concentrate (UFC)

You Jixue, Jin Zhongwei, He Wenlong

(Nanjing Forestry University)

[Abstract] This paper deals with the treatment of **Populus** wood by using Urea Formaldehyde Concentrate to improve wood properties. Results indicate that the decay resistance, dimensional stability and mechanical properties of modified **Populus** wood are improved. The colour of the treated wood is light. The treated wood can be painted and used as building material to substitute Chinese fir.