

三种以聚磷酸铵为主剂的木材 阻燃浸渍剂的试验研究

(二) 应用性试验

刘燕吉 李玉栋 崔润华

(中国林科院木材工业研究所)

摘 要

本文研究了以聚磷酸铵 $[(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}]$ (以下简称APP) 为主剂的木材阻燃浸渍剂的应用性能。

马尾松木材 (*Pinus massoniana* Lamb) 经三种配方阻燃处理后其抗弯、顺纹抗压强度平均降低6.25—8.25%，其表面对一种阻燃漆的粘附能力没有影响；对铁钉的锈蚀程度与一般水溶性木材防腐剂相近，对小白鼠 (Kunming mice) 基本无毒。在三个配方中以配方二属最佳。

继三种以聚磷酸铵为主剂的木材阻燃浸渍剂的阻燃性试验之后，对其应用性能如对木材力学强度及油漆性能的影响，对金属的锈蚀性以及小白鼠的毒性进行了试验。

一、三种阻燃剂配方对木材抗弯强度及顺纹抗压强度的影响*

(一) 材料与方法。

试材选用含水率为 $8 \pm 2\%$ 的马尾松木材，锯成 $20 \times 20 \times 605 - 610\text{mm}$ 和 $20 \times 20 \times 65 - 70\text{mm}$ 的木条，其长轴与木材纹理平行。然后分别截成 $20 \times 20 \times 300\text{mm}$ 及 $20 \times 20 \times 30\text{mm}$ 的各两根。其中一根进行常压浸渍阻燃处理，另一根不处理作对照。测定一种强度需要处理过的试条和对照试条各30根。

试验用阻燃剂见本文第一部分 (木材工

业第二卷第二期)。在常温、常压下浸渍处理试样，然后在常温下气干。

木材抗弯及顺纹抗压强度按国家标准 GB 1936—80⁽⁴⁾和GB 1935—80⁽⁵⁾测定。

(二) 试验结果

表1 试样吸收阻燃剂量及强度降低百分率

力学强度名称	阻燃剂	取样数	吸收阻燃剂百分率平均值 (%)	强度降低百分率平均值 (%)	标准差
抗弯	配方一	26	7.47	7.16	2.98
	配方二	26	7.57	6.25	2.24
	配方三	27	7.74	7.42	2.09
顺纹抗压	配方一	26	7.25	7.01	1.21
	配方二	26	7.96	7.93	1.34
	配方三	28	7.21	8.25	0.84

• 本试验得到李源哲先生的指导和帮助,特此致谢。

1. 由表 1 看出用三种配方处理的试样其抗弯强度和顺纹抗压强度平均降低6.25~8.25%。表列阻燃剂吸收率均能达到阻燃要求(见本文第一部分)

美国Gerhards C.C.认为木材经阻燃处理后强度降低10%是允许的^[3];苏联学者ИВАНОВ И.А.研究发现经深度浸注铵盐阻燃剂的木材力学强度降低10%^[7]。

2. 马尾松试材阻燃剂吸收率与抗弯、顺纹抗压强度降低率的关系采用一元线性回归分析^[2], $y = ax + b$, 设x为木材阻燃剂吸收率, y为强度降低率。结果见表2。

由表2看出, 木材阻燃剂吸收率与强度

表2 回归方程常数

	抗 弯			顺 纹 抗 压		
	配方一	配方二	配方三	配方一	配方二	配方三
b 值	-3.44	-1.48	-0.30	1.52	0.61	6.65
a 值	1.42	1.11	1.00	0.76	1.03	1.13
相关系数	0.85	0.58	0.87	0.74	0.92	0.97

降低率存在线性关系。

3. 三种配方处理马尾松试样后, 强度降低百分率的差异采用协方差分析方法^[2]进行比较, 结果见表3。

表3 不同配方影响强度降低百分率的差异

	变 差 来 源	自 由 度		均 方 (%)	F 值	F _α 值	强度降低率平均值	
		修正前	修正后				修正前 (%)	修正后 (%)
抗 弯	不同配方	2	2	1.73	0.49	3.13	$\bar{y}_1 = 7.16$	$\bar{y}_1 = 7.30$
	剩 余	74	73	0.86			$\bar{y}_2 = 6.25$	$\bar{y}_2 = 6.27$
	总 和	76	75				$\bar{y}_3 = 7.42$	$\bar{y}_3 = 7.43$
顺 纹 抗 压	不同配方	2	2	0.37	28.66	3.12	$\bar{y}_1 = 7.01$	$\bar{y}_1 = 6.94$
	剩 余	78	77	10.60			$\bar{y}_2 = 7.93$	$\bar{y}_2 = 7.53$
	总 和	80	79				$\bar{y}_3 = 8.25$	$\bar{y}_3 = 8.21$

由表3看出三种配方对抗弯强度的影响差异不显著, 说明配方二、配方三中的附加成分S·A₁, S·A₂对木材抗弯强度影响不大, 造成强度降低的主要因素是APP主剂。

三种配方对顺纹抗压强度的影响有显著的差异。

4. 采用多重比较^[2]的方法分析每两个配方对顺纹抗压强度的影响。

由表4看出: $|\bar{y}_1' - \bar{y}_2'| = D_{1,2}$, 说明配方二中成份S·A₁对顺纹抗压强度影响不大; 表中 $|\bar{y}_1' - \bar{y}_3'|$, $|\bar{y}_2' - \bar{y}_3'|$ 均大于相应的D值, 说明配方三中的成份S·A₂对木材顺纹抗压强度影响较大。

有资料^[8]介绍, 不同的药剂对木材物理力学强度产生的影响不同, 而同一种药剂对

表4 每两个配方对顺纹抗压强度的影响

进行比较的配方	$ \bar{Y}_i' - \bar{Y}_j' $	D 值
配方一与配方二	$ \bar{Y}_1' - \bar{Y}_2' = 0.59$	$D_{1,2} = 0.59$
配方一与配方三	$ \bar{Y}_1' - \bar{Y}_3' = 1.24$	$D_{1,3} = 0.58$
配方二与配方三	$ \bar{Y}_2' - \bar{Y}_3' = 0.68$	$D_{2,3} = 0.58$

抗弯及顺纹抗压两种强度产生的影响亦不同。这与本试验的结果相符。

二、三种配方对铁钉锈蚀性试验

(一) 材料与方法

试材选用马尾松, 尺寸为20×20×45 mm, 试块吸收阻燃剂量为6—7%左右。(药

剂吸收量可达到阻燃效果)。

本试验基本依据JIS A 9304-76规定进行。

$$A_1 = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%$$

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [A_1 + A_2 \dots A_n]$$

$$B = \bar{A} / \bar{A}_0$$

式中： M_1 —一个铁钉试验前重；

M_2 —一个铁钉试验后重；

A_1 —一个铁钉经锈蚀后，重量损失率(%)；

$\bar{A}$ —一种药剂对几个铁钉锈蚀后，铁钉平均重量损失率(%)；

$\bar{A}_0$ —对照木块中铁钉的平均重量损失率(%)；

n —铁钉数，本试验中 $n=22$ ；

B —锈蚀比。

(二) 试验结果

表5 铁钉重量损失率及锈蚀比

阻燃剂	铁钉数	铁钉被锈蚀后平均重量损失率(%)	锈蚀比 $A/\bar{A}_0$ (%)
蒸馏水	22	$A_0=1.23$	100
配方一	22	$A_1=1.21$	98
配方二	22	$A_2=1.39$	113
配方三	22	$A_3=1.79$	145

由表5看出配方一对铁钉的锈蚀性低于对照，配方二、配方三对铁钉的锈蚀性高于对照，说明附加成份 $S \cdot A_1$ ， $S \cdot A_2$ 增加了对铁钉的锈蚀性。三种配方对铁钉的锈蚀性与一般水溶性木材防腐剂相近。

三、三种阻燃剂配方对木材表面油漆性能的影响

(一) 材料与方法

试材尺寸为 $20 \times 20 \times 10\text{mm}$ ，四川消防研究所生产的黄色阻燃漆。

试块的阻燃剂吸收量为6—7%左右。在

其 $20 \times 20\text{mm}$ 的截面上涂漆两遍；漆膜厚 $0.1-0.3\text{mm}$ 。待油漆干后在拉力试验机上测定漆膜与木材表面的附着能力。

$$\text{附着力变化百分率} = \frac{F_1 - F_0}{F_1} \times 100(\%)$$

F_1 、 F_0 分别为经阻燃处理及未处理的试块表面对油漆的附着力。

(二) 试验结果 见表6

表6 经阻燃处理后马尾松木材表面对油漆粘附力的影响

油种	漆类	阻燃剂	试样数	平均粘附力(牛顿/毫米 ²)	阻燃处理后粘附力变化(%)
阻燃漆		蒸馏水	3	0.70	
		配方一	3	1.05	+50.00
		配方二	3	0.96	+37.14
		配方三	3	0.70	0

从表6看出三个配方的阻燃浸渍剂常压浸渍马尾松木材后，其阻燃剂吸收量为6—7%左右时，木材表面对阻燃漆的粘附能力均大于或等于对照。而且依配方一、二、三的顺序递降。说明阻燃浸渍剂配方中 $S \cdot A_1$ 与 $S \cdot A_2$ 两种成分对木材的油漆性能有一定影响。 $S \cdot A_2$ 的影响大于 $S \cdot A_1$ 。

木材经阻燃处理后，在使用中需要涂漆时应当选择阻燃漆。一则保证阻燃效果，二则如使用四川消防研究所生产的阻燃漆时木材表面对漆的粘附能力还有所提高。

四、三种阻燃剂对小白鼠的毒性试验

委托卫生部北京生物制品研究所及中国预防药理学中心卫生研究所分别进行了腹腔注射测定LD50及急性毒性经口实验。结果为 $LD50=666.6\text{mg/kg}$ (毒性比醋酸洗必汰低)⁽¹⁾；口染毒性最小致死剂量为 25g/kg 。此药剂基本无毒。

五、结 论

(一) 三种以APP为主剂的木材阻燃剂常压浸渍马尾松木材并达到阻燃要求后，抗

弯及顺纹抗压强度平均降低6.25~8.25%。

(二) 经以上三种阻燃剂处理后马尾松木材对铁钉的锈蚀性与一般水溶性木材防腐剂对铁钉的锈蚀性相近。

(三) 经以上三种阻燃剂处理后马尾松木材表面对一种阻燃漆的附着力不降低。

(四) 以上三种阻燃剂对小白鼠基本无毒。

(五) 从阻燃性和应用性综合分析三种阻燃剂的优劣,以配方二为最佳。

(六) 以上三种阻燃剂常压浸渍马尾松木材后,其阻燃效果的持久性尚存在一定问题,有待进一步研究和试验。

参 考 文 献

- [1] 北京林学院, 1980, “数理统计”, 中国林业出版社, (184, 205, 305)。
[2] 刘育东等, 1979, 消毒杀虫灭鼠手册, 人

民卫生出版社 (119—120)。

- [3] GB 1935—80, 木材顺纹抗压强度试验方法。
[4] GB 1936—80, 木材抗弯强度及弹性模量试验方法。
[5] JIS A 9304—76, 木材防腐剂の铁腐朽试验方法。
[6] Gerhards C.C., 1970, Effect of Fire-Retardant Treatment on Bending Strength of Wood, VSDA.
[7] Ивановой, И.А. 1983, Прочностные Характеристики антипиреновой Древесины при Высокотемпературном Нагреве, «Лесной Журнал» (2) 64.
[8] Рыков, Р.И. 1986, Защитные Средства для Деревянных Конструкций, «Механическая Обработка Древесины» (10) 16.

A Study on Three Kinds of Fire Retardants Impregnating Solutions Based on Ammonium Polyphosphate (APP) used for Wood

Part I Feasibility of APP Treated Wood

Liu Yanji et al.

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

Abstract

The effects of ammonium polyphosphate (APP) as fire retardant chemical for wood on strength, paintability, corrosivity and toxicity of wood were investigated. The results indicate that bending strength and compression strength parallel to grain of APP treated wood are lower (average 6.25-8.25%) than untreated wood. APP has no effects on paintability, corrosivity and toxicity.