

木材水抽提物对石膏及石膏刨花板的凝固及其性能的影响*

张 奕

(中国林科院木材工业研究所)

摘 要

本文研究了在商用缓凝剂(Retardan P)的存在下木材水抽提物对石膏浆料和石膏刨花板凝固时间及其强度的综合影响。结果表明:1.木材水抽提物能使石膏浆料和石膏刨花板产生缓凝,并导致强度下降,其影响程度与树种和石膏质量均有关系。2.木材水抽提物能加强Retardan P的缓凝作用,并且用两者交互作用下石膏浆料的凝固时间,可以指示石膏刨花板的凝固时间。3.石膏刨花板的静曲强度受刨花树种的影响,但缓凝剂的添加量却无显著作用。

关键词 石膏刨花板;木材抽提物;凝固

一、前 言

自从发明石膏刨花板生产的半干法工艺以来,人们按照石膏的特性曾试图通过两种途径实现工业化。一种是加入缓凝剂将石膏开始凝固的时间调节到40—60分钟,从而可用水泥刨花板的堆积式压机进行间断式生产^[4];另一种是加入促凝剂达到连续性生产^[24]。但是后者在实践上还存在许多问题,主要是石膏的凝固时间不易精确控制,因此目前已经投产的或正在建设的刨花板厂均采用半干法缓凝工艺。这就是在研究中以采用商用缓凝剂存在为前提的根据。

根据水泥刨花板生产之经验,人们几乎在石膏刨花板诞生之日起便注意了木材水抽提物的影响。总结已有的报道^[5,6,7]可以得到以下结论:木材水抽提物对石膏浆料具有缓凝作用,并且热水抽提物较之于冷水抽提物更甚,但对凝固石膏体的强度无显著影响,并且加入水抽提物对石膏刨花板的强度影响也不显著,起缓凝作用的主要是木材水抽提物中的水解单宁。但存在缓凝剂的情况

本文于1989年3月23日收到

• 本文是作者在联邦德国弗劳霍夫木材研究所工作期间的部分工作。该所无机材料室主任Lempfer博士给予了大力支持,特此致谢。

temperature up to 1000°C, the rate of weightloss will be about 20% after burning 3 mins. LFP-86 fire retardant has no ability to defend fungi and termites attack. In impact bending, bonding strength and hygrosccopicity resistance, treated woods are lower than untreated woods. LFP-86 has no effects on paintability and corrosivity. There are indications that LFP-86 may be used as a fire retardant for indoor timber and woodcrafts.

Keyword Fire Retardent

木材水抽提物对石膏浆料和石膏刨花板凝固及其性能影响,迄今尚未有过报道。本研究的主要目的就在于此,并且寻找石膏浆料和石膏刨花板间的相关关系,探索木材水抽提物作为石膏缓凝剂的可能性。

二、原料及试验方法

1.原料。山杨 (*Populus davidiana*) 桦木 (*Betula platyphylla*) 和柞木 (*Quercus mongolica*) 由山西省侯马林机厂提供,云杉 (*Picea abies*) 由联邦德国布伦瑞克市国有林场提供。原木剥皮后用盘式刨片机和筛网式打磨机制成细刨花,刨花名义长度8mm,名义厚度0.20mm。石膏系炒制而成,由山西省侯马林机厂提供。商用缓凝剂Retardan P由Gruenau有限公司的化工厂提供。

2.刨花抽提。在室温下将刨花与水按1:10的比例浸泡24小时,然后用离心机将刨花脱水,得到的水抽提物用滤纸过滤待用。抽提过的刨花在40℃的烘箱中重新干燥待用。

3.石膏浆料水化时间的测定和石膏凝固体试件的制作。石膏试件是按DIN1168第2部分的各项规定制作,水膏比为0.65,即为该种石膏的标准稠度。石膏浆料的水化时间是浆料温度上升到最高点时的时间,浆料温度的变化由一个温度记录仪自动记录。

4.石膏刨花板的制造。石膏刨花板是按照半干法工艺^[3]制成的。工艺参数为:名义密度为1150kg/m³,木膏比为0.25,水膏比为0.40。石膏粉加入湿刨花后至搅拌结束30秒,至压机闭合7分钟。板子名义厚度12mm,幅面500×400mm。石膏刨花板的水化过程由温度记录仪自动记录,当温度达到最高点后10分钟打开压机。板子在40℃的烘箱中干燥24小时,取出备用。

5.强度测定。凝固石膏体抗折强度的测定按DIN1168进行,每个配方3个试件。石膏刨花板的静曲强度按DIN52362测定,对于未抽提刨花每个配方制板2块,对抽提刨

花制板1块,每块板子取10个试件,结果均取平均值。

三、结果与讨论

1.木材水抽提物对石膏浆料的水化时间和其凝固体强度的影响。很显然,木材水抽提物引起了石膏浆料的缓凝,但是随着树种的不同差异甚大。柞木的缓凝效果最强烈,使石膏水化时间延长了24.4分钟,而桦木最弱仅6.2分钟,云杉6.5分钟,杨木10.6分钟。同时木材水抽提物均导致了石膏体抗折强度的下降,最轻者为云杉,仅7.1%,桦木14.3%,杨木22.3%,柞木最甚,下降量达64.4%,见表1所示。这与Lempfer^[6]所述的结论是不一致的。原因可能有两个,首先二次试验用的树种除了云杉以外均不相同,其次石膏的质量可能有差异。于是改用下萨克森石膏有限公司的炒制石膏作对比试验,并且测定二种石膏的相组成如表2,显然山西石膏煅烧过度,质量已经很低了。对比试验的结果表明云杉水抽提物对德国石膏的抗折强度影响不显著,结果见表3,这与Lempfer的结果是一致的。但是杨木水抽提物仍然导致了抗折强度损失了19%。因此我们

表1 木材水抽提物对石膏水化时间及其凝固体强度的影响

树 种	水抽提物的 pH 值	水化时间 (min)	石膏体密度 (g/cm ³)	抗折强度 (N/mm ²)
—	7.0	17.0	1.128	4.35
云 杉	5.79	23.5	1.134	4.04
桦 木	5.57	23.2	1.141	3.73
杨 木	4.89	27.6	1.134	3.38
柞 木	4.52	41.4	1.109	1.55

表2 两种石膏的相分析结果

相 组 成	山西石膏	德国石膏
二水硫酸钙 (%)	0	5.97
半水硫酸钙 (%)	41.25	80.88
无水硫酸钙III (%)	2.87	0
无水硫酸钙II (%)	33.52	1.59
不水化物 (%)	22.36	11.56

可以肯定有些树种的水抽提物对石膏体抗折强度是有显著影响的,而且与石膏质量也密切相关。

这里还须注意的是多数木材水抽提物导致了石膏体密度的上升,这是由于浆料被缓凝造成的,这符合一般规律^[1]。但是柞木水抽提物的结果则相反,其凝固石膏体的密度反而随着强烈的缓凝作用大大降低了,估计石膏体抗折强度的大幅度下降可能与此有关,原因尚需进一步探讨。

表3 木材水抽提物对德国石膏浆料水化时间和抗折强度的影响

树 种	水化时间 (min)	石膏体密度 (g/cm ³)	抗折强度 (N/mm ²)
—	21.0	1.153	5.16
云 杉	27.8	1.161	5.10
杨 木	31.8	1.161	4.18

注:水膏比0.59

2.缓凝剂的作用。Retardan P对石膏浆料的水化时间、凝固石膏体密度和抗折强度的影响也符合一般规律,即随着Retardan P的添加,石膏水化时间不断延长,凝固石膏体的密度相应增大,而抗折强度却不断降低,见图1,2和3中的空白试验曲线所示。

3.缓凝剂和木材水抽提物的综合影响。缓凝剂和木材水抽提物对石膏浆料水化时间的综合影响随着树种不同表现出了极不相同的结果,见图1、2和3所示。将溶有Retardan P的云杉水抽提物作为石膏浆料的水化所起的缓凝效果,几乎是缓凝剂和云杉水抽提物单独缓凝效果之和。因此,随着缓凝剂添加量的增大,云杉水抽提物的作用就显得微不足道了,图1中可以看出云杉和空白试验二条曲线几乎是平行的。虽然桦木的水抽提物单独缓凝石膏浆料时表现出的作用近似于云杉,然而当它和Retardan P共同加入石膏浆料时,其缓凝作用却超过两者单独效果的简单叠加。可以认为,水抽提物增强了Retardan P的缓凝效果,并且随着缓凝剂 Retardan P添加量的增加,桦木水抽提物对Retardan

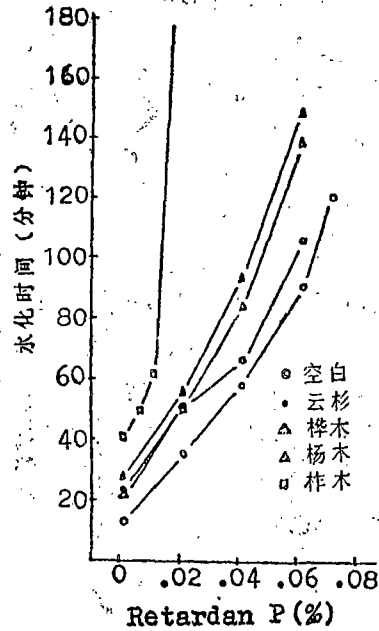


图1 木材水抽提物和Retardan P对石膏浆料水化时间的影响

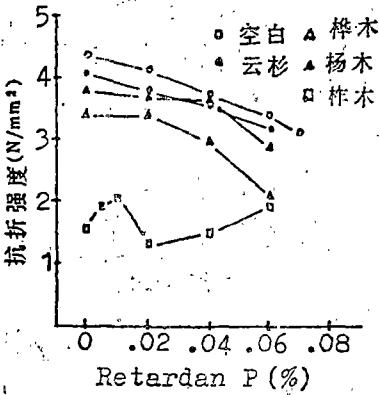


图2 木材水抽提物和Retardan P对凝固石膏体抗折强度的影响

P缓凝效果的增强作用呈不断上升趋势,表现在图上便是桦木曲线随Retardan P添加量的增大而不断偏离空白曲线。杨木水抽提物和Retardan P的综合作用类似于桦木,在图上二条曲线基本平行。

添加木材水抽提物和Retardan P的石膏体抗折强度曲线均处于不含木材水抽提物的空白曲线之下,而且其序列仍然保持着木材水抽提物单独试验所得的结果,见图2。但是如果以达到相同的水化时间计,云杉和

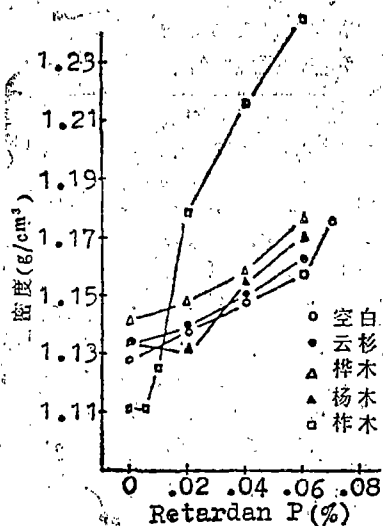


图3 木材水抽提物和Retardan P对凝固石膏体密度的影响

桦木水抽提物与Retardan P共同缓凝的石膏体强度并不低于Retardan P单独缓凝的石膏体强度值, 杨木则略低。

柞木的水抽提物含量极高, 其溶液呈褐色, 其单独作为石膏的水化水已经表现出了很强的缓凝作用, 它和Retardan P对石膏缓凝产生的交互作用更是十分强烈。当在柞木水抽提物中加入0.02% (相对于石膏重量) Petardan P, 石膏浆料的水化时间便由Petardan P单独作用的36.3分钟推迟到233.4分钟, 这种交互作用又使石膏体的抗折强度呈波浪形。由此可以认为在柞木水抽提物和Retardan P系统中发生了某种化学反应, 从而导致了这种异常的结果, 这有待于进一步的研究揭示。

图3示出的石膏体密度随着缓凝的加剧而增大, 这也符合一般规律。

因此, 我们有可能通过选择合适的树种和缓凝剂组合, 利用木材水抽提物能增强石膏缓凝剂的缓凝效果, 以达到部分取代商用缓凝剂的目的。

4. 树种对石膏刨花板凝固和强度的影响。在相同的Retardan P添加量情况下, 石膏刨花板的水化过程是与刨花树种密切相关的, 如图4所示。柞木刨花板的凝固时间最

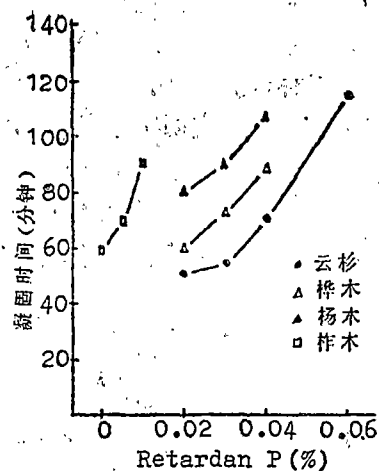


图4 树种和Retardan P对石膏刨花板凝固时间的影响

长, 其次是杨木、桦木和云杉, 这个序列与上述不同树种刨花水抽提物加缓凝剂对石膏浆料水化产生的综合影响之强弱是一致的。这表明了木材水抽提物对石膏浆料和石膏刨花板凝固所起的作用是相同的。但在比较图1和图4后可以发现, 在Retardan P相等的情况下, 石膏刨花板的凝固时间要比相应刨花水抽提物加Retardan P作用下的石膏浆料的凝固时间略长, 在本试验范围内, 云杉和桦木0~10分钟, 杨木15—25分钟, 柞木20—25分钟。原因可能来自于两个方面: 1. 本试验中木刨花抽提时与水的比例是1:10; 而用半干法工艺制造石膏刨花板过程中, 木刨花与水的比例仅为0.25:0.40, 即1:1.6, 这样木刨花的实际水抽提物浓度就要高于本试验所获得的水抽提物; 2. 压板过程中由于石膏水化放热使刨花的抽提温度高于室温, Simatupang已经证实了40℃时抽提的木材水抽提物对石膏浆料的缓凝作用要强于20℃时的水抽提物^[6]。但是上述两者之间的微小差异在石膏刨花板的半干法缓凝工艺中完全可以忽略不计。因此可以通过木材水抽提物加缓凝剂对石膏浆料的综合缓凝程度来判断它们将对石膏刨花板凝固所起的作用, 并能定量地指示出不同树种制造石膏刨花板时工艺所需要的缓凝剂之合适添加量。

与缓凝剂对石膏体抗折强度影响不一致的是,缓凝剂的添加除延长了石膏刨花板的凝固时间以外,对其静曲强度没有产生显著影响,见图5。这表明了缓凝剂对石膏刨花板性能的影响机理和对石膏浆料是不完全相同的。并且石膏刨花板的静曲强度与树种密切相关,云杉制成的板子强度最大,杨木其

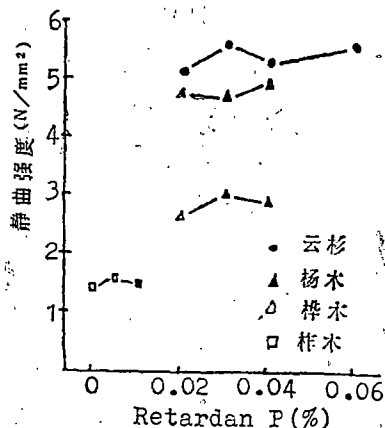


图5 树种和Retardan P与石膏刨花板静曲强度之关系

次,柞木最差。这与木材密度序列完全一致,见表4。

5.刨花抽提对石膏刨花板凝固时间和静曲强度的影响。对刨花进行水抽提以后,石膏刨花板的凝固时间大大缩短了,不同树种的凝固时间在相同的缓凝剂添加量时趋于接近;但仍不完全相同。除了云杉以外,杨木、桦木和柞木板子的静曲强度均有显著的提高,分别为7.8%,8.5%和42.6%,这充分说明了水抽提物对于石膏刨花板的凝固和板的性能都起到了重要的作用。

表3 按DIN52180测定的木材绝干密度

特征值	云杉	杨木	桦木	柞木
$\bar{X}$	0.373	0.419	0.617	0.783
n	48	54	30	36
V	13.80	7.22	6.13	11.0

$\bar{X}$ =平均值 (g/cm^3)

n=样本数

V=变异系数 (%)

表4 刨花抽提对石膏刨花板凝固时间和静曲强度的影响

刨花种类	树种	缓凝剂添加量 (%)	板子密度 (g/cm^3)	静曲强度 (N/mm^2)	凝固时间 (min)
未抽提	云杉	0.02	1.055(4.4)	5.20(14.3)	50.5
	杨木	0.01	1.073(2.7)	4.76(8.9)	55.5
	桦木	0.02	1.080(4.0)	2.84(16.4)	50.0
	柞木	—	1.101(5.9)	1.41(32.3)	57.0
抽提	云杉	0.02	1.054(3.5)	5.20(14.1)	27.5
	杨木	0.02	1.077(4.7)	5.13(23.9)	37.0
	桦木	0.02	1.093(2.1)	3.08(11.7)	41.0
	柞木	0.02	1.092(5.6)	2.01(30.8)	38.0

注: 括号中的数字为变异系数%。

四、结论

1.木材水抽提物不但缓凝石膏浆料,而且也使石膏体的抗折强度降低,但影响程度与树种和石膏质量密切相关。

2.除了云杉以外,杨木、桦木和柞木的水抽提物对缓凝剂Retardan P的缓凝效果具有增强作用,并且随着Retardan P添加量的增大,增强作用也相应提高,因而木材水抽提物是有可能部分取代商用缓凝剂的。

3.在Retardan P添加量一定的情况下,不同树种石膏刨花板的凝固时间要比相应的水抽提物和Retardan P综合作用下石膏浆料的水化时间略长,但在生产中完全可以用石膏浆料的水化时间来指示石膏刨花板的凝固时间,并且定量地判断缓凝剂的合适添加量。

4.缓凝剂的添加对石膏刨花板的静曲强度影响不显著。

5.刨花树种的密度愈高,石膏刨花板的静曲强度愈低。

6.刨花抽提不仅使不同树种的石膏刨花板的凝固时间趋于一致,而且还显著地提高了除云杉以外的其它树种石膏刨花板的静曲强度。

参考文献

- [1] Autorenkollektiv, 1978, Der Baustoff Gips, Berlin Verlag fuer Bauwesen.
- [2] Buecking, G., 1983, Die Herstellung gipsgebundener Spanplatten in Endlosverfahren, Holz als Roh- und Werkstoff 41: 427-430.
- [3] Kossatz, G., Lempfer, K., 1982, Zur Herstellung gipsgebundener Spanplatten in einem Halbtrockenverfahren, Holz als Roh- und Werkstoff, 40: 333-337.
- [4] Kossatz, G., Lempfer, K., 1985, Halbtrockenverfahren zur Herstellung gipsgebundener Spanplatten, Tonindustrie-Zeitung, 10: 756-759.
- [5] Lempfer, K., 1982, Wie wirken sich Holzextraktstoff auf das Abbindeverhalten von Stuckgips aus? WKI-Kurzbericht Nr. 39/82.
- [6] Simatupang, M.H., 1985, Der Einfluss von Holzinhaltsstoffen auf die Erhaertung von Stuckgips und bei der Herstellung gipsgebundener Spanplatten, Holz als Roh- und Werkstoff 43: 325-331.
- [7] 高桥利男, 北沢政幸, 波岡保夫, 1979, 木质石ゴラボードの制造试验(5)-石ゴウの硬化性に対するカラマツ抽出成分の影響-林产试验月报, 9: 10-14.

Influence of Wood Extractives on Hardening and Properties of Gypsum Plaster and Gypsum-bonded Particleboard

Zhang Yi

(Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract

The influence of wood extractives on the hydration and the bending strength of gypsum plaster and gypsum-bonded particleboard was examined under the existence of commercial retarder RETARDAN P. Results indicate: 1. wood extractives can retard the hardening of gypsum plaster and gypsum particleboard, and the bonding strength is also declined. Wood species and the quality of gypsum also play important roles for the degree of influence, 2. wood extractives can reinforce the retarding effect of RETARDAN P. Meantime the setting time of gypsum particleboard can be predicted by that of gypsum plaster under interaction of both, 3. the bending strength of gypsum particleboard depends on the wood species, but does not evidently on the addition of retarder.

Keywords Gypsum-bonded Particleboard, Wood Extractives, Hardening