

提高石膏刨花板耐老化性能的进一步研究

张宜生 陈士英

(中国林科院木材工业研究所)

摘要 本文研究了矿渣硅酸盐水泥对石膏水化性能的影响;水泥加入量与石膏硬化浆体力学强度的关系;石膏中掺入3~12%的矿渣硅酸盐水泥时,对石膏刨花板静曲强度和耐水性能的影响;石膏刨花板表面涂建筑涂料后,对其耐老化性、耐水性以及静曲强度的影响。

关键词 石膏刨花板;建筑涂料;耐老化性

一、前言

目前,在我国城乡房屋建筑用墙体材料中,95%为实心粘土砖。由于实心粘土砖的生产造成大量农田被毁,生产时能耗较高,且粘土砖导热系数大,房屋的采暖与空调的能耗较高。为此,国家有关部门已联合发文要大力发展新型墙体材料。到2000年,新型墙体材料在新建房屋墙体材料中的比例,要从目前的5%提高到20%,在大、中城市要达到

60%。石膏刨花板作为一种新型墙体材料,因其具有一系列优良性能而得到人们的广泛重视,但其耐水性差又限制了它的使用范围。提高石膏刨花板的耐水性,对扩大使用范围具有重要的现实意义。国内外对提高石膏制品的耐水性已作了较深入的研究,其方法有:1.表面涂耐水涂料或覆贴防水装饰材料以提高表面抗渗能力;2.添加树脂胶、沥青质防水剂等有机防水剂来改进石膏硬化体结构特征,降低石膏的亲水性;3.添加硅酸盐

收稿日期:1991.8.7.

The effect of steam treatment on free radical concentration of chip surface

Cai Liping Liu Zhiquan Han Shijie

(Northeast Forestry University)

Abstract The effect on free radical concentration of chip surface treated with saturated steam at elevated pressures was investigated in this study. The ESR spectroscopy of wood chips of spruce and birch after steaming under various pressures and time was analysed. The results showed: a) after 1.275N/mm² pressure and 5 min. steam treatment, the free radical concentration of chip surfaces was higher than that of untreated, b) a reduction of 2% in resin content of the particleboards made from steamed chips resulted in reduction in thickness swelling as compared to the controlled particleboards because of the change of the free radical concentration of the chip surface.

Keywords Steam treatment; Free radical concentration; Resin content

水泥、石灰、矿渣、粉煤灰、硅藻土等材料，与石膏一起在水化和硬化过程中形成硬性物质，提高石膏耐水性^{〔1, 2, 3, 6, 7〕}。

由于耐水性是石膏刨花板耐老化性的重要指标之一，本文所述及的耐老化性研究主要讨论耐水性的变化，通过在石膏中添加矿渣硅酸盐水泥以及板材表面涂饰耐水性涂料的方法，经加速老化试验，进一步探讨提高石膏刨花板耐老化性能和物理力学性能的途径。

二、原料

1.石膏粉：北京石膏板厂用建筑石膏粉。

2.刨花：选用杨木(*Populus spp.*)，木材绝干密度0.44g/cm³，刨花平均厚度为0.40mm，经打磨后筛选，以留在筛网孔径0.3mm以上和通过2.0mm的部分作为本次试验用刨花。

3.外加剂：

水泥 425^o矿渣硅酸盐水泥，北京琉璃河水泥厂生产。

缓凝剂 柠檬酸三钠（化学纯）。

4.涂料：北京红星建筑涂料厂生产的二种建筑用外墙涂料。

K涂料 KH-4丙烯酸类涂料（细粉状）。

J涂料 JH80—1硅酸质系无机高分子涂料（细粉状）。

三、研究内容和实验条件

1.石膏粉相的测定

根据石膏各相水化性能不同，按Voellmy法^{〔5〕}测定石膏的相成分如下：

无水石膏Ⅲ：A_Ⅲ = 15.3%

半水石膏Ⅱ：HH = 66.5%

无水石膏Ⅰ：A_Ⅰ = 9.3%

二水石膏：DH = 2.8%

杂质：N = 6.1%

2.水泥对石膏水化性能和强度的影响

主要研究水泥对石膏水化性能的影响以

*薄质涂饰：一般指砂粒状涂料涂饰。本试验采用细粉粒状涂料，涂层厚<0.4mm。

及水泥对石膏硬化浆体的抗折强度和抗压强度的影响，其标准稠度和硬化浆体强度的测试方法见参考文献〔4〕。

3.试件制作

首先在实验室制作板材，工艺条件如下：

石膏比为0.40，木屑比为0.2，缓凝剂用量为0.2%（相对于石膏粉重量）。水、缓凝剂、刨花、水泥和石膏粉混合后铺成幅面为34×36cm的板坯，然后放入压机加压，压力2.5~3.0N/mm²，板厚1.1cm，石膏水化完成后十分钟再从压机中取出。板密度和水泥加量（相对于石膏粉重量）按全水平安排实验，如表1。每一种条件压制4块，共48块板。

表1 因子水平

因 子	水 平			
	1	2	3	4
水泥加量c (%)	0	2	8	12
名义密度d(g/cm ³)	1.10	1.15	1.20	—

板材干燥后，每一种条件的板材取静曲强度（MOR）试件27块（200×50×11mm）并任意分成A、B、C三组（A组—未涂饰；B组—涂K涂料；C组—涂J涂料）。然后，每一组再分成三部分，分别进行未经处理（A₁，B₁，C₁），一次老化循环处理（A₂，B₂，C₂）和二次老化循环处理（A₃，B₃，C₃）的试验。

采用手工刷涂方式。考虑涂层均匀性对静曲强度的影响，对试件表面只作一次全封闭的薄质涂饰*。K涂料涂量为0.35kg/m²，J涂料涂量为0.65kg/m²。试件涂饰后置于20±2℃、相对湿度为65±5%的环境中调至恒重。

4.老化试验条件以及板材的性能测定

老化处理能加速显现出石膏刨花板的耐水性及耐久性的变化。由于目前尚无石膏刨花板老化性能的标准测试方法，本试验主要参考法国刨花板标准〔CTB（V313）〕以及

国内混凝土和装饰材料的有关标准^{〔4〕},兼顾石膏制品不能经受长时间高温干燥的特点,制定如下老化试验条件:

- 将试件在 $20 \pm 1\%$ 的静水中浸72小时;
- 擦干试件表面,放置10分钟后,将试件在 $-20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的环境中放置24小时;
- 将试件放在温度为 $43 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的鼓风干燥箱中干燥96小时。

整个周期为192小时,即八天。

本试验对未经老化处理的与二次循环老化处理的石膏刨花板进行性能比较,分析板材耐老化性能;除二次老化循环试验测定浸水处理后板材的吸水率(WA)参照硬质纤维板国家标准GB 1923—80之外,其它项目的测试均按刨花板国家标准GB 4896~4905-85进行;试件老化处理前后的静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、密度(d)、含水率(MC)的测定均在温度为 20°C 、空气相对湿度为65%的条件下调质处理后进行。

三、实验结果及分析

1. 水泥加量对石膏性能的影响

经测定,石膏硬化浆体抗折强度为4.9 MPa,抗压强度为11.90 MPa,水化终点时间16min。当加入矿渣硅酸盐水泥后,石膏初凝过快以至石膏浆体难以做成棱柱体试件,所以在石膏浆体中加入石膏粉重的0.05%的柠檬酸三钠作缓凝剂,来比较不同情况下的石膏棱柱体强度和水化时间。其结果列于表2。

表2 水泥加量对石膏强度和水化时间的影响

项 目	水泥加入量 (%)				
	0	3	5	8	12
抗折强度 (MPa)	3.72	4.23	4.05	3.89	3.64
抗压强度 (MPa)	9.83	13.56	12.77	11.94	10.92
水化时间 (min)	38	32	29	23	18

由表2可见,加入缓凝剂后,浆体水化时间延长,但强度下降较多。

普通硅酸盐水泥对石膏有明显的阻凝作

用,随着水泥掺量增加,基体剪切强度降低^{〔3〕};而矿渣硅酸盐水泥对石膏有较强的促凝作用,与未加水泥的石膏比较,其加入量在3~12%范围内可使石膏强度得到不同程度的提高。随着水泥加量的增加、水化时间缩短,强度增加幅度减小。

2. 掺加水泥以及外涂涂料对石膏刨花板抗弯性能的影响

测试未经老化处理的试件,对试验数据进行方差分析,以确定因子(水泥加量、密度)和涂料对石膏刨花板强度的影响,其结果见表3和图1、2。

表3 显著性检验结果

因 素	水泥加量 c	板密度 d	外涂涂料
MOR	*	..	..
MOE	NS	NS	NS

..: 高度显著,水平为1%; .: 显著,水平为5%;
NS: 不显著。

水泥的加入对石膏刨花板的抗弯强度有显著的影响。如前所述,水泥+石膏的基体强度增加并不能使石膏刨花板强度亦增加,而相反的是,由于水泥的加入反而使石膏刨花板的MOR、MOE有不同程度的下降。当水泥加入量为2%时,强度下降十分明显;当加入量增至8%时下降幅度有所减缓,加入量再增加时下降幅度又开始增大。因此,控制水泥加量为8%时,水泥的掺入对板材

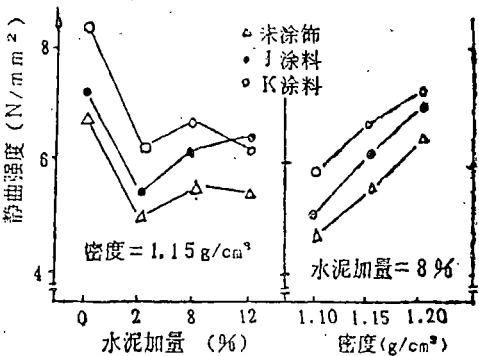


图1 板材静曲强度(MOR)与水泥加量、板材密度及表面处理的关系

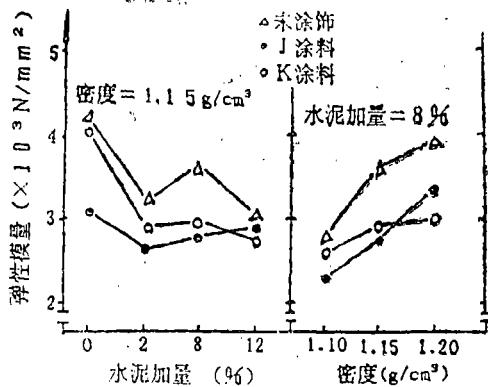


图2 板材弹性模量 (MOE) 与水泥加量、板材密度及表面处理的关系

强度的影响相对较小,其MOR、MOE下降幅度分别为9.8%、14.7%。这可能与石膏、水泥、木材三者的相容性以及石膏刨花板的制造工艺有关,其原因有待进一步研究。在密度增加的情况下,加入水泥后的石膏刨花板的MOR、MOE呈增加趋势,这与一般的石膏刨花板是相一致的。

同样,试验结果还表明:密度不同时,水泥加量对MOR、MOE的影响趋势以及水泥加量不同时,密度对MOR、MOE的影响趋势与图1、图2相同。密度与水泥加量两因子之间无交互作用。

涂有涂料的石膏刨花板可视为一种夹层结构的复合材料,其强度受外涂层强度、基材强度、涂层与基材界面间粘接强度的影响。基材石膏刨花板是一种纤维增强型的脆性材料,涂布外涂层后,MOR得到显著的提高,MOE则有所下降。这是由于所选用的有(无)机高分子外层涂料具有相对较高的弯曲强度,较低的弯曲刚度所致。此种夹层

结构的复合材料仍然保持密度、水泥加量对基材性能影响的趋势。在涂布K涂料时,水泥加量为8%,板材强度较高;而外涂J涂料时,由于该涂料与水泥有交互作用,随着水泥加量的增加,涂层与基材界面间强度增大,这样水泥加量由8%增至12%时,板材的抗弯性能最好,这是由J涂料的理化特性所决定的。

此种夹层结构的复合材料相对于基材,其MOR上升和MOE下降的比率取决于基材的力学性能。基材抗弯强度低,则涂饰后的板材MOR上升比率较大;基材弹性模量较高,则涂饰后的板材MOE下降比率较大,反之亦然。这与复合材料理论是相一致的。由前述可知:密度较高或水泥加量为8%时,基材强度较高,作外涂层后,相应地其MOR上升比率较小,MOE下降比率较大(外涂J涂料因涂料与基材有交互作用,水泥加量应为12%)。表4所示为不同表面处理下石膏刨花板的强度对比。

3. 水泥加量及外涂涂料对石膏刨花板耐老化性能的影响

未经老化处理的石膏刨花板与经二次老化循环处理的石膏刨花板进行比较。老化处理是将石膏刨花板浸于水中,使石膏硬化浆体中结晶接触点松驰,二水石膏溶解于水中,且自由水起到了润滑晶体表面的作用,使这些晶体之间非常易于产生滑动而至破坏^[1,2]。浸水、冻融、干燥的处理,一方面使石膏刨花板中所含的自由水发生液态—固态—汽态转化而产生体积的急剧改变,另一方面木刨花发生膨胀、软化、干缩,从而加快石膏

表4 不同表面处理下石膏刨花板的性能

名义密度 (g/cm ³)	实际密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	未涂*		涂K涂料*		涂J涂料**	
			MOR	MOE	MOR	MOE	MOR	MOE
			(N/mm ²)	(×10 ³ N/mm ²)	(N/mm ²)	(×10 ³ N/mm ²)	(N/mm ²)	(×10 ³ N/mm ²)
1.10	1.079		4.75	3.09	5.88	2.64	5.31	2.23
1.15	1.135	1.268	5.60	3.72	6.71	3.05	6.52	3.07
1.20	1.169		6.67	3.95	7.31	3.20	7.59	3.64

•: 水泥加量8%; ••: 水泥加量12%。

刨花板膨胀、收缩、蠕变的速率，其过程中一系列的物理风化和化学风化加速了胶结的破坏。由测定石膏刨花板强度下降的程度，可反映出不同条件下的石膏刨花板的耐老化性、耐水性。

对二次老化循环处理的石膏刨花板测定结果的方差分析表明：水泥加量、密度、外涂涂料对板材MOR、MOE的影响趋势同对未处理板材的影响趋势一致。不同的是，经过二次老化循环处理，未加水泥的石膏刨花板的强度反而比加水泥的强度低得多。这主要是因为经老化处理后，未加水泥的板材强度保存率很低（图3所示），而加入水泥的板材强度保存率较高。图中显示出水泥加量为8%时，板材强度保存率最高。显然，对于不同表面处理的三类试件，水泥的加入均能提高石膏刨花板的耐老化性、耐水性。而水泥加量在8%时耐老化性、耐水性最优。已涂涂料的试件与未涂涂料的试件比较，前者的MOR保存率较高，亦即说明涂料能提高板材的抗老化性能，涂料已起到一定的阻滞水渗作用，板材耐水性得到提高。此外，分析试验结果还表明：板材密度的变化对其强度保存率没有影响。

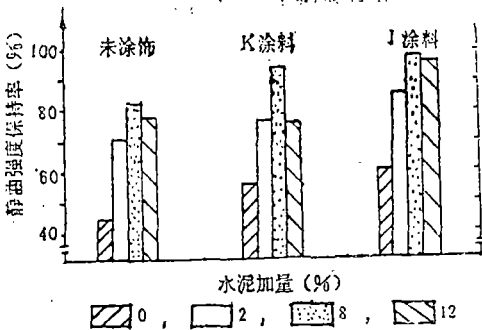


图3 静曲强度 (MOR) 保持率与水泥加量的关系

分析二次老化循环处理水浸后的板材吸水率，也能说明其耐水性的变化。图4所示，随着水泥加量的增加，板材的吸水率呈下降趋势，由此也可看出水泥的掺入可提高石膏刨花板的耐水性，板材密度的提高，也使其吸水率降低，这是由于板材密实所致；

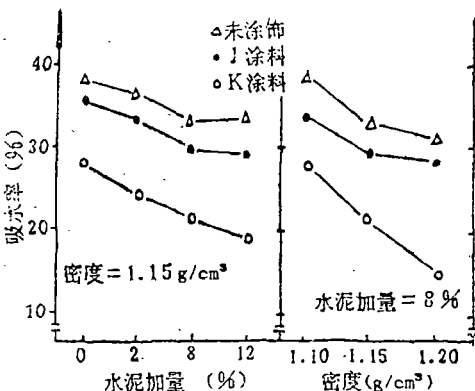


图4 水泥加量、密度、表面处理与板材吸水率的关系

涂料种类和涂饰方法对板材防渗有一定的影响，K涂料防渗性比J涂料好。对于建筑涂料，应具备涂饰后基材易干燥，涂层与基材结合牢固和渗水量小等要求。使用K、J类涂料，在石膏刨花板上作薄质涂饰，已能满足这基本要求。然而，对于石膏刨花板这种对抗渗性要求较高的材料，在高湿环境中使用，还需进一步提高其抗渗能力，必须要做成涂层较厚的厚质涂层或复层装饰涂层、轻骨料装饰涂层。

四、结论

1. 矿渣硅酸盐水泥对石膏有促凝作用，且随加入量的增加，促凝作用增强，其加入量在3~12%时对石膏基体有不同程度的增强作用。
2. 石膏中掺入水泥可提高石膏刨花板的耐老化性和耐水性，在水泥加量为8%时最佳，但水泥的加入使石膏刨花板的强度有所下降。
3. 涂饰K、J涂料对石膏刨花板有增强作用，增强的比率与基材强度有关。其中J涂料可与板材中水泥产生交互作用，当水泥加量为12%时强度较好。K、J涂料作薄质涂饰时可起到一定的抗渗作用，使板材耐老化性、耐水性增强，其中K涂料抗渗性比J涂料好。要进一步提高其耐水性可作厚质涂层、复合涂层等。
4. 板材密度增加，强度增大，吸水率减

小,但耐老化性没有提高。

(责任编辑 姜 征)

参 考 文 献

- (1) 杨得山译, 1987, 石膏, 中国建筑工业出版社。
- (2) 胶凝材料科学编写组, 1980, 胶凝材料科学, 中国建筑工业出版社。
- (3) 李晓明, 1989, 石膏刨花板耐水性能的初步研究, 木材工业 (4)。
- (4) 纪午生等著, 1986, 常用建筑材料试验手册, 中国建筑工业出版社。

- (5) Schwieter, H.E., 1976, Gips, VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- (6) Lehmann, W.F., 1973, Some experiences with durability of woodbased composite panels in the United States, IUFRO Meeting in South Africa Proc, Vol. 2: 698—708.
- (7) Sattle, H., 1989, Halbtrockenverfahren und Untersuchung der Modifikations-moeglichkeit durch Puzzolan(Schluss), WKI—Taetigkeitsbericht.

A further study on increasing ageing property of gypsum particleboard

Zhang Yisheng Chen Shiyong

(The Research Institute of Wood Industry, CAF)

Abstract In this paper, it is studied as follows: The influence of silicate cement of slag on the hydration property of gypsum; the relationship between adding cement share and mechanical property of gypsum harden body; the influences of adding silicate cement of slag to gypsum in the range of 3—12% on bending strength and water-resistant property of the board; the influences of coatings on gypsum particleboard on ageing property, water-resistant property and bending strength of the board.

Keywords Gypsum particleboard; Coating; Ageing property

欢迎订阅1993年《林产化学与工业》

《林产化学与工业》由中国林学会林产化学化工学会、中国林科院林产化工研究所联合主办, 是供国内外有关林业、林产化学工业、轻工、化工等方面从事科研、教学、设计和生产工作的科技工作者和专家阅读的专业学术刊物。主要反映我国林产化学化工科学技术水平、报道学术研究成果, 评述国际国内发展动向。刊登有关林产品的化学加工和利用的基础理论、加工工艺和设备、资源、经济等方面的学术论文、研究报告、综述评论、科研简报、学术动态等内容。美国《化学文摘》、英国《林产品文摘》等均已摘录报道。

本刊为季刊, 季末月底出版, 16开本, 每期约84页, 定价2元, 全年共8元, 公开发行, 国内统一刊号: CN32—1149/S; 邮发代号: 28—59, 欢迎广大读者到当地邮局(所)订阅, 如县以下邮局不收订本刊, 请直接汇款至本刊编辑部订购。地址: 南京市龙蟠路林产化工研究所内 邮政编码: 210037

《林产化学与工业》编辑部