

讲 座

木质材料的阻燃处理

木质材料的燃烧与阻燃系列讲座之二

刘燕吉

1 木质材料阻燃处理的必要性

木材是重要的工业、工程用材料,也是人类不可缺少的生活用材料。近年来,随着经济的发展、人民生活水平的提高,木材以其天然材料所特有的优势及自然、美丽的纹理在建筑内装修中备受青睐。据有关专家^[1]统计和预测,我国用于建筑装修中木质材料占木材总消耗量的比例有逐年上升的趋势。如80年代,建筑装修用木材占木材总消耗量的60%,而九五期间将上升到90%以上。

从宏观调查分析,木质材料在建筑装修用材中所占比例呈上升趋势,如日本1994年做了一项调查,70%的人强烈要求住宅木质化^[2]。但是也有专家论证^[3],由于其它新型装饰材料的兴起,21世纪我国建筑内装修用木地板及胶合板费用占装修材总费用的比例有所下降。不论那种论点都不得不承认,木质装修材料的绝对用量将有一定幅度的增加,见下表:

年 份	装修材料总费用 (亿元)	木质装修材料费用 (亿元)	木质材料费用所占 比例 (%)
2000	800	64	8
2010	1 500	90	6

建筑装修材中门窗用材占2/3,我国“高层民用建筑设计防火规范”中对不同位置的门都做了防火等级的规定。如十层以上高层建筑地下室、半地下室应采用甲级防火门(耐火极限1.2小时);楼梯间门及开向楼梯间的户门应采用乙级防火门(耐火极限0.9小时)等等。

占装修材料1/3的建筑内顶棚、墙面、地面等木质装修材料的燃烧等级在我国强制性法规“建筑内部装修设计防火规范”中做了详细规定,一般都要求达到难燃B级指标。

综上所述,我国“九五”期间及21世纪将有大量木质材料用于建筑装修。根据国家强制性消防法规的要求,这些木质材料必须进行阻燃处理,木质材料阻燃技术的研究和开发势在必行。

2 木材阻燃处理方法

木材阻燃^[4](Fire retarding for wood)是用物理、

化学方法提高木材抗燃性能的加工处理技术,是使其不易燃烧、被点燃时火焰不沿其表面延烧或延烧速度减慢,脱离外火源后自熄、不续燃的方法和措施。

2.1 木材物理阻燃法 这是一种不用化学药剂,不改变木材细胞壁、细胞腔结构及木材化学成分的结构而提高木材抗燃性能的方法。

物理阻燃方法之一是采用大断面木构件,遇火不易被点着,燃烧时易生成炭化层,因炭的导热系数仅为木材的1/3,炭化层可部分限制热传递,抑制木构件的继续燃烧,同时炭化层下的木材又能保持它的原始强度。在木材短缺的今天采用此方法显然是不可取的。

物理阻燃法之二是把木材与其它不燃性材料制成各种不燃或难燃的复合板材如水泥刨花板、石膏刨花板、木材-岩棉复合板、木材-金属复合板等。目前复合板材以节约木材、阻燃、防腐、价低等优势使其发展方兴未艾。

2.2 木材化学阻燃法 是一种主要的也是最普遍的处理方法,它是将具有阻燃功能的化学药剂以不同方式注入木材表面、细胞壁及细胞腔中,或与木材化学成分的某些基团发生反应,从而提高木材抗燃性的方法。

2.2.1 表面涂敷 采用防火涂料或阻燃液在木质材料表面进行喷涂处理。

胶合板表面涂刷防火涂料后可按防火涂料防火性能试验方法及分级标准进行检测并确定燃烧等级,如能达到一级饰面防火涂料的指标则可作为B级装修材料使用,木材及其它木质材料经表面涂敷处理后,涂层应与基材一起按GB 8624-88建筑材料燃烧性能分级方法进行分级,B级材料必须经过GB 8625-88建筑材料难燃试验方法进行检测,因此,基材不做阻燃处理是很难达到难燃B级指标的。

2.2.2 浸渍处理 采用阻燃液对木质材料进行常压或加压浸渍处理。常压处理有常温浸泡和热冷槽浸泡等方法。常压浸泡又有一次浸和两次浸的区别。其中两次浸是将木材依次在两种阻燃液中浸渍,这两种药剂能相互反应在木材内生成不溶于水的第三种成分沉积在木材细胞壁或细胞腔中。有资料报导在两次浸渍中间需要对木材进行一次干燥,有的资料报导,中间毋需

干燥。这种方法国外早在 30 年代就有报导^[5], 80 年代后期, 日本、美国有大量关于两次浸渍技术的专利发表。两次浸渍技术的优点是, 如阻燃剂选择适当, 处理后的木材同时具有阻燃、抗生物降解、尺寸稳定等多种功能。此外, 处理材具有抗流失、有效期长等优点更是一次浸渍处理所不能比拟的。但是在实际操作中该方法还存在一些问题, 如第二种药池中会不断增加沉淀物, 清理和处理沉淀物有可能造成环境污染; 又如两次浸渍之间需要干燥将使工艺复杂、处理周期过长、成本增高等。总之从专利报导到生产实践尚有一定距离。

加压浸渍是将木质材料与阻燃液放入密闭的高压容器中, 在一定压力下将阻燃剂注入木材细胞壁和细胞腔中。加压浸渍处理又因在加压前是否抽真空、真空度的大小不同而分成满细胞法 (也有称充细胞法)、空细胞法、双真空法等。其中 1938 年英国人发明的满细胞法能够将阻燃剂最大程度的渗透到木材细胞腔及细胞壁上, 从而达到最佳的阻燃效果。

最初加压浸渍仅用于木材防腐处理, 80 年代在国外如美国、英国、加拿大, 90 年代后的中国开始采用加压浸渍处理方法生产阻燃木材和阻燃胶合板。根据当前国内广泛应用的木质材料阻燃剂性能分析, 只有加压浸渍处理才有可能使木材或胶合板达到“建筑内部装修设计防火规范”中规定的难燃 B 级指标。

2.2.3 化学改性 采用高分子化合物的单体, 通过加压浸渍等手段注入木材内, 再经核照射、高温加热等方法, 引发化学单体在木材内聚合生成高分子聚合物沉积在木材细胞腔和细胞壁上; 或者通过高温、催化、偶联等手段使药剂的分子集团于木材化学成分中某集团如羟基发生反应, 生成酯化木材、乙酰化木材、醚化木材^[6]。以上两种方法均称为化学改性。

目前化学改性主要用来提高木材的物理力学性质及抗生物降解的能力。通过化学改性手段赋予木材阻燃性能尚在研究和探索阶段。其关键问题是遴选合适的化学单体、优秀的阻燃成分及适合的偶联剂。当然, 高成本也是必须解决的障碍, 这一新技术一旦成功将能克服目前木材阻燃处理后存在的强度降低、吸潮、因不抗流失而有效期短等诸多问题而使木材阻燃处理技术迈入一个新阶段。

上述木材阻燃处理方法的分类主要是依循了国内外习惯的方法。严格说其中有不科学之处, 如物理阻燃方法中石膏刨花板中的石膏也属化学成分; 化学改性中化合物单体在木材内生成聚合物并未与木材化学成分发生反应等等。

3 阻燃木质人造板生产方法

采用加压浸渍处理胶合板单板生产阻燃型胶合板, 使其达到所要求的难燃等级这在国内外都有成功的经验。

采用防火涂料喷涂处理人造板成板, 只有胶合板可按防火涂料燃烧性能及分级方法进行检测, 如达到所要求的指标, 胶合板和涂层一起可按 B 级材料使用。但刨花板和纤维板表面喷涂处理后其涂层必须和基材一起进行建筑材料难燃试验, 目前国内尚无这种高阻燃性能的防火涂料, 使其与基材一起达到建筑内部装修防火设计规范中规定的难燃 B 级指标。因此, 在生产线上某一环节引入阻燃剂, 对单板、刨花或纤维进行阻燃处理是生产阻燃木质人造板广泛应用的技术。

3.1 阻燃胶合板生产方法

3.1.1 单板阻燃处理 从理论上讲, 处理木材的方法如喷涂、常压浸渍、加压浸渍等都可用来处理单板。但实际操作时并不一定都能达到满意的效果。

喷涂处理需要高阻燃性能的药剂, 但目前国内尚未见到有能使胶合板达到难燃 B 级指标的单板喷涂药剂的报导。如有这种高效阻燃剂, 采用此种方法生产阻燃胶合板因其药剂用量少、不产生废液、不污染环境而会大受欢迎。

加压浸渍处理对阻燃效果有保证, 但会造成较多单板破损而增加劳动力及成本的投入。

如阻燃剂选择适当常压浸渍处理方法也能保证阻燃效果、并简便宜行。只是浸渍液废液处理将对环境有污染, 这是浸渍处理最大的缺点。

3.1.2 难燃胶粘剂 对胶合板用脲醛胶、酚醛胶进行改性制成难燃胶粘剂。难燃胶粘剂一般都与上述各种方法配合使用, 起到加强阻燃效果, 保证达到难燃指标的作用。如国内有使用难燃胶粘剂热压成胶合板后又在板面涂刷一层液体阻燃剂生产阻燃胶合板的报导。

3.2 阻燃刨花板生产方法

刨花的阻燃处理有浸泡和直接混合的两种工艺路线。前者因浸泡后的刨花带入大量水分需要二次干燥而使工艺复杂、设备投资大, 也因浸泡液废液处理会造成环境污染等弊病早被国外淘汰。后者因工艺简单、不浪费阻燃剂、不污染环境等优点被国内外公认为最先进的工艺路线。该工艺路线是从湿料仓出来的刨花经过一个搅拌装置与阻燃剂混合, 混合后的刨花再经干燥、施胶、铺装、热压等工序生产出合格的阻燃刨花板。

(下转第 29 页)

花板企业约50家,总产量为830万 m³,平均每个企业产量为17万 m³。美国纤维板企业约40余家,其产量约630万 m³,平均每个企业的产量也在16万 m³以上。我国1994年刨花板企业约为221家,产量约168万 m³,平均每个企业产量为0.76万 m³。纤维板企业近400家,年产量为164万 m³,平均每个企业产量为0.41万 m³。这样的生产规模,生产自动化程度和产品质量无法提高,劳动生产率低,其经济效益十分低下。

表1为年产3万 m³和5万 m³的中密度纤维板经济指标作一个对比,显示了经济效益上的差别。

表 1 3万 m³和5万 m³的中密度纤维板厂经济效益的对比

Tab. 1 Economic benefit comparison between 30 000 m³/a and 50 000 m³/a MDF factories

项 目	5 000 m ³ /a	3 000 m ³ /a	净增	提高(%)
投资(万元)	25 400	20 400	5 000	24
生产规模 m ³ /a	50 000	30 000	20 000	66.7
销售收入(万元)	13 630	8 180	5 450	66.7
税后利润(万元)	5 683	2 254	3 429	152
投资回收期(年)	6.2	7.7	-1.48	19.2

(上接第42页)

3.3 阻燃纤维板生产方法

湿法纤维板生产中成型介质是水,因而要滤出大量水分,热压过程中也会压榨出一定量水分。如阻燃剂施加不当将随滤去的水分流失。所以湿法生产的纤维板阻燃处理一直是一个未攻破的难题。国外有资料报导,将两种互相反应的阻燃成分分别在蒸煮木片和热磨工序施入,化学反应沉淀物沉积在纤维上以减少流失。

干法生产阻燃纤维板的工艺则简单得多。阻燃剂可以和胶粘剂一起施入,也可以在热磨工段施入,还可以在施胶前管道中施入。国内外都有成功的经验报导^[7]。

从表1可以看出,规模大的企业要比规模小的企业在经济效益上优越得多。

由此确定我国人造板企业的规模,既要考虑我国经济发展和“复关”参与国际竞争的需要,又要结合我国国情的现实,以下列规模为宜。如表2

表 2 人造板企业规模幅度(万 m³/a)

Tab. 2 Technical scale of wood based panel factories(10 000m³/a)

产 品	大 型	中 型	小 型
胶合板	3~ 5	1~ 3	1
中纤板	10~ 15	3~ 5	1.5
刨花板	10~ 15	3~ 5	1.5

对于以农业剩余物为原料的人造板厂和竹材人造板厂,考虑到原料的贮运和设备的机械化程度问题,其生产规模可以略小。

工业生产规模大型化、集团化,是发达国家早已走过的道路,而对我国正处在开始阶段,这是我国经济和技术发展的必然结果。因此要努力改变我国人造板工业装备规模偏小的问题,要投入人力物力开发大中型的高效的人造板工业装备和相应的自动化检测控制装备。

4 参考资料

- 1 钱景贤.我国建筑木材合理利用战略浅探.中国全面节约战略、规划和对策研究系列报告,1991
- 2 米田利司.木材防腐与环境保护.[日]木材工业,1993,48(8): 349
- 3 刘邦庆.我国人造板的需求分析与预测.中密度纤维板工业发展问题研讨会论文集,1996,10,34
- 4 中国农业百科全书.森林工业卷,农业出版社,1993,3,236~ 237
- 5 Q. H列克托尔斯基著,史荣钊译.木材防腐与抗火处理.中国林业出版社,1960,142
- 6 志水一允.森林资源的利用と地球环境.[日]木材工业,1992,47(2): 86~ 89
- 7 刘燕吉等.阻燃中密度纤维板生产技术的研宄.中密度纤维板工业发展研讨会论文集,1996,10,131

王恺先生、蒋明亮、朱家琪等同志提供部分资料,特致谢意。

启 事

为适应科技体制改革的需要,完善机构管理及方便广大读者订阅,由中国林科院木材工业研究所北京东方木材工业新技术开发公司主办的《木材工业市场》(半月刊),1997年起将暂停出版,该刊物中的大部分内容将转入《木材工业》杂志的“综合信息”栏目中刊出。欢迎广大新老读者订阅《木材工业》,并欢迎投稿,发布信息、刊登广告。

联系地址:北京颐和园后中国林科院 29 69信箱
电 话: 62582211- 416, 458

《木材工业》编辑部
《木材工业市场》