

阻燃木材应具备的产品性能

李玉栋*

摘要 本文概述了使用阻燃木材的必要性,论述了传统型和第二代木材阻燃剂的主要差别,讨论了阻燃木材应具备的产品性能,特别是难燃性、吸湿性、强度、使用寿命。

关键词 阻燃木材; 难燃性; 吸湿性; 强度; 使用寿命

Performance of Fire Retardant Treated Wood

Li Yudong

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract The necessity of using fire retardant treated wood, the main differences between first generation and second (new) generation of fire retardant, and the performance (especially the combustibility, hygroscopicity, strength, and warranty of product life) of fire retardant treated wood were discussed in this paper.

Keywords Fire retardant treated wood; Combustibility; Hygroscopicity; Strength; Service life

木材质轻、强度高、保温性好、纹理美观、易于加工、耗能低,可用于各种风格和形式的建筑,是其它建筑材料无法相比的。随着社会的进步以及文化和生活水平的提高,木材以其天然材料所特有的优势及自然、美丽的外观在室内装修中的应用越来越广泛^[1]。木材资源具有可再生和可自然降解的属性,环境协调性最好,未来的人类将越来越多地倚重于象木材这样的可再生资源^[2]。但木材亦有其自身的缺点,其中之一就是可燃性。而且,由于居住日益集中,高楼大厦不断增多,环境的安全变得越来越重要。因此,木材阻燃技术亦得以逐步发展起来。

阻燃木材,即阻燃处理木材,又称作难燃木材。在19世纪80年代,当时美国海军就用难燃木材制造军舰。1900年,美国纽约首先认可难燃木材可作为不燃材料的替代品。而最早大量使用难燃木材(9 000万板英尺,折合21.24万 m³)是建造小型飞机的机库^[3]。我国的阻燃木材起步于本世纪80年代,目前已形成一定规模,但与世界先进水平相比,仍有较大差距。

1 使用阻燃木材的必要性

1.1 提高建筑的火灾安全性

当阻燃木材遇火时,其中的阻燃剂与木材产生的可燃焦油和可燃气体反应,而转化为炭、二氧化碳和水,并将可燃气体稀释,炭的传热性很低,可起到隔热体的作用,从而使木结构在火灾中可保持更长时间。这种阻燃作用是在火灾的热作用下自动产生的,因此可称为主动保护^[4](防火涂料主要是依靠形成隔离层,阻止火焰与被保护材料直接接触,因此又可称为被动保护)。

1.2 满足有关建筑法规的要求

许多国家(包括我国在内)对公共建筑、高层建筑、工业建筑等都规定有防火及防火等级的要求^[5]。我国建筑内部装修设计防火规范^[6]中对各种用途(如候机楼、车站、体育馆、展览馆、商场等)的建筑内部各部位(如顶棚、墙面、地面、隔断等)使用的装修材料燃烧性能等级作了明确规定。

2 优秀阻燃木材应具备的性能

为使阻燃木材得以推广应用,除具备良好的难燃性外,还应赋予木材耐腐、抗白蚁等功能,而且不能降低木材原有的优良性能(如强度、释烟、吸湿性、胶合性、涂饰性等),更不能增加额外的负面性能(如毒性、腐蚀性等)。归纳起来,优秀的阻燃木材应具备:基本要求、质量要求、附加功能、安全要求、使用寿命。基本

收稿日期: 1998-07-30

* 中国林科院木材工业研究所副研究员,北京 100091

要求包括阻燃木材的难燃性——难燃等级和烟密度等级;质量要求包括阻燃木材的含水率、吸湿性、强度、胶合性、涂饰性、腐蚀性(对金属的腐蚀)等;附加功能包括阻燃木材的耐腐性能、抗白蚁性能等;安全要求包括阻燃剂的毒性及阻燃剂燃烧产生的气体的毒性;使用寿命是指阻燃木材的可使用年限。

2.1 难燃性好和发烟少

目前,世界上还没有统一的标准来评价难燃性,我国依据 GB 8624-97^[7],英国依据 BS 476第七部分,美国依据 ASTM E 84评定。因此,在不同的国家使用不同的评价标准。例如,使用 Koppers-Hickson公司的第二代木材阻燃剂 Dricon生产的阻燃木材,要达到美国和英国的难燃标准,载药量需 50 kg/m³;达到中国难燃标准,载药量只需 30 kg/m³。阻燃处理木材的难燃性与阻燃剂的吸收量(即木材的载药量)密切相关,载药量越高,则难燃性越好。但载药量过高,又可能产生一系列问题,如影响木材的强度、胶合性、涂饰性、装饰性等。而且,也增加了成本。

中国林科院木材工业研究所采用美国制造的木材阻燃剂 Dricon分别处理红松、白松、水曲柳木材,委托国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检验测试中心检测,结果(表1)表明,载药量达到 30 kg/m³即可达到 GB 8624-97的标准要求。载药量增加到 40 kg/m³,则燃烧剩余长度增加 15 cm(平均值)。

表1 Dricon阻燃剂处理木材的难燃性和发烟

Tab. 1 Combustibility and smoking of wood treated with Dricon fire retardant								
木材 种类	密度 kg/m ³	载药量		燃烧剩 余长度 cm	平均烟 气温度 ℃	最大 烟密度 %	烟密度 等级 SDR	难燃 等级
		kg/m ³	%					
水曲柳	650	30	4.6	24.4	113	9.3	3.4	B级
红松	440	30	6.8	29.3	98	24.3	10.7	B级
白松	380	30	7.9	19.6	111	27.3	13.3	B级

2.2 含水率

阻燃木材在使用时,必须依据当地的建筑设计要求,将木材含水率干燥到规定的数值。如美国规定:难燃木材的含水率须干燥到 19%以下,难燃胶合板干燥到含水率 15%以下^[8]。我国建筑设计规范要求木材的含水率依据不同地区(省),干燥到当地的木材平衡含水率,即 7%~8%。

2.3 吸湿性

由于木材是一种吸湿性材料,阻燃剂的加入会或多或少增加这种性质。因此,绝对不吸湿的阻燃木材是不存在的,只有吸湿性大小之分。吸湿性大小是衡量阻燃木材的一个非常重要的因素。因为,如果阻燃木材的吸湿性高,在实际使用过程中,随着不断吸收

空气中的水分,阻燃木材中的阻燃剂就会逐渐析出,使木材表面返霜,并造成阻燃剂流失,阻燃性能也就逐步丧失。

传统木材阻燃剂由无机化合物组成,如硫酸铵、磷酸铵、聚磷酸铵等^[9]。由于这些无机阻燃剂的水溶性很高,极易吸收空气中的水分。当空气的相对湿度为 81%时,硫酸铵将吸收大量水分而变成溶液,当相对湿度达到 93%时,磷酸铵也将变成溶液。如果将这类阻燃化合物处理的木材用于潮湿的地方,阻燃剂将从木材中析出,还会造成对五金件的腐蚀。

第二次世界大战后,阻燃处理木材的使用量急剧下降,其主要原因就是传统型木材阻燃剂的吸湿性和腐蚀性^[3]。而第二代木材阻燃剂克服了上述缺点,使用寿命大大延长。

在国际上,阻燃处理木材通常分为室内型和室外型^[10,11]。室外型难燃木材抗流失、抗水淋,检测方法依据美国 ASTM D 2898^[12]。经受标准规定的雨淋试验后,其难燃性不降低。而室内型难燃木材不抗流失,只能用于不受水淋的建筑部位。

许多室内型难燃木材吸湿的趋势十分强烈,亦可导致阻燃剂的流失,因此,室内型难燃木材又被进一步划分为 A型和 B型^[10,11]。A型是指依据美国 ASTM D 3201^[13]标准检测,在相对湿度(92±2)%的条件下,平衡含水率不能超过 28%,可在高湿度环境中使用。B型是依据美国 ASTM SPD 320标准检测,在相对湿度(78±2)%的条件下,平衡含水率不超过 28%。因此不能在相对湿度高于 80%的环境中使用,仅限于对吸湿性没有特别要求的情况下使用。图1给出了传统型阻燃木材和第二代阻燃木材的吸湿性曲线,从图中可以看出,第二代阻燃剂处理木材的吸湿性与普通的(未处理)木材相近,而传统型阻燃剂处理木材的吸湿性则比未处理木材高得多。

2.4 强度降低值小

阻燃处理通常对木材的强度有一定的负面影响。因此,阻燃木材的力学性质变化的大小是评价其优劣的又一个重要方面。木材强度的降低,则有可能影响其在建筑结构中的应用。有些传统阻燃剂处理的木材,强度降低 30%以上。第二代阻燃剂则大大克服了这一缺点,强度降低值低于 10%。

阻燃木材的力学性能比阻燃处理前降低的原因有两个:一是阻燃剂对木材的降解,如传统阻燃剂中的磷酸铵、硫酸铵等是酸性化合物,可导致木材的(酸性)降解。二是窑干温度高引起的,一般来说,木材阻燃处理后,干燥温度不宜超过 65℃。

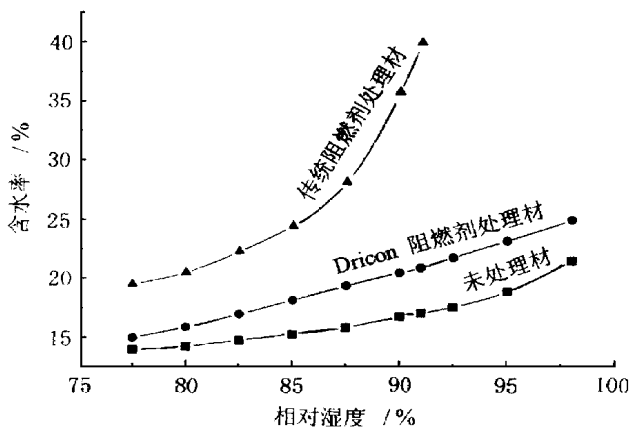


图1 不同阻燃剂处理后木材的吸湿性

Fig. 1 Hygroscopicity of wood treated with various fire retardant agents

中国林科院木材工业研究所依据国家标准 GB 1935-91 GB 1936.1-91 GB 1936.2-91检测了阻燃剂 Dricon处理的红松和白松木材的抗弯强度、抗弯弹性模量、顺纹抗压强度,并与未处理材作对比(见表2)。

表2 Dricon阻燃剂处理木材的力学性质

Tab. 2 Mechanical properties of wood treated with Dricon fire retardant

试验材料	抗弯强度	抗弯弹性模量	顺纹抗压强度
	M Pa	M Pa	M Pa
未处理红松(对照材)	80.4	10 310	54.8
Dricon阻燃处理红松	73.0	9 960	64.3
未处理白松(对照材)	76.3	11 750	55.7
Dricon阻燃处理白松	70.8	12 770	64.2

检测结果表明,Dricon阻燃剂处理木材的抗弯强度降低7%~9%;抗弯弹性模量分别降低3.4%或增加8.7%;顺纹抗压强度则增加15%~17%。

2.5 胶合性、涂饰性

阻燃木材的表面涂饰、彩绘、粘接与其吸湿性相关,在评价阻燃木材时应予考虑。

2.6 腐蚀性小

腐蚀性是由于化学反应引起的。当含水率和温度较高时,这一过程发生得更快。传统型阻燃剂由于在高湿条件下从空气中吸收很多水分,因此阻燃处理木材对金属连接件、紧固件、结构件、建筑五金件等产生腐蚀。而第二代低吸湿性阻燃剂处理的木材对各种金属(如铝、碳钢、热浸电镀钢、紫铜、黄铜等)的腐蚀性并未处理木材相仿。

2.7 毒性小

在火灾中,对人威胁最大的是材料燃烧所产生的烟尘和毒性气体。而木材燃烧的最主要产物是烟尘和一氧化碳。因此,阻燃木材的发烟量要低,而且要抑制

一氧化碳的产生(见前述),更不能增加其它种类的毒性气体。我国国家标准 GB 8624-97虽然规定了烟密度等级,但仅对烟尘产生量的限制,还需考虑木材阻燃剂在火灾中是否产生有毒气体。另外,阻燃剂本身(未燃烧分解前)的毒性也是评价难燃木材的一个内容,应以低毒为宜。

2.8 使用寿命长

木材阻燃剂是否稳定,阻燃木材在使用过程中是否会发生降解而导致失效,将直接影响阻燃木材在使用过程中的阻燃效果和使用寿命,因此阻燃木材要在若干年内(通常与建筑或室内装修的寿命相当)阻燃效果不降低。另外,在使用期内,木材的力学性质是否降低,也将影响阻燃木材的使用寿命。木材腐朽后,力学性能大大降低,影响木材的正常使用。因此,增加难燃木材防腐、防虫蛀功能,有助于延长木材的使用寿命。所以使用寿命涉及到阻燃剂的稳定性,阻燃剂对木材力学性能的影响、对金属的腐蚀性、抗腐朽菌和白蚁的能力等。例如,美国就发生多起阻燃木材在使用若干年后,由于热降解导致木材变脆、强度降低而出现事故的实例。更有甚者,由于阻燃木材强度降低,造成木屋顶塌陷,从而导致人员伤亡的事故。目前,美国使用第二代阻燃剂 Dricon处理(生产)的木材可保证具有40年的使用寿命^[14]。

3 参考文献

- 1 刘燕吉. 木质材料的阻燃处理. 木材工业, 1997, 11(1): 41~42
- 2 叶克林. 面向21世纪的木材科学与工程. 木材加工与利用研讨会, 云南, 昆明, 1998年5月26~28日
- 3 Robert Lattanzi. Fire-Retardant-Treated Wood: What it is, What it Does and How it Works. Koppers Company, Inc.
- 4 Scott Hoffman. An Advantageous Solution to Fire Protection. Condo Management, May 1995
- 5 Scott Hoffman. What You Should Know about Fire Retardant Treated Wood. Building Material Retailer, April 1995
- 6 GB 50222-95, 建筑内部装修设计防火规范
- 7 GB 8624-97, 建筑材料燃烧性能分级方法
- 8 National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 703, Standard for Fire Retardant Impregnated Wood
- 9 李玉栋. 木质材料阻燃技术. 森林工业文摘, 1988, (3): 1~8
- 10 American Wood-Preservers' Association. Standard C-20, Structural Lumber- Fire-retardant Treatment by Pressure Process
- 11 American Wood-Preservers' Association. Standard C-27, Plywood- Fire-retardant Treatment by Pressure Process
- 12 ASTM D 2898, Standard Method for Accelerated Weathering of Fire-retardant Treated Wood
- 13 ASTM D 3201, Test Method for Hygroscopic Properties of Fire-retardant Wood and Wood-based Products
- 14 Koppers-Hickson Timber Protection Sdn. Bhd., DRICON Fire Retardant Treated Wood. Product Handbook, 1991, 1~17