

研究简报

电磁屏蔽功能胶合板初探

刘贤淼¹, 傅 峰¹, 华毓坤²

(1. 中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 为了赋予木基复合材料电磁屏蔽功能,在脲醛树脂胶中加入碳、石墨等导电单元,制备 3 层结构的杨木胶合板,研究不同导电单元对胶合板电磁屏蔽效能的影响。结果表明:导电单元的粒度越小,胶合板的电磁屏蔽效能越好,最大可达 22 dB,但相关机理和量化关系还有待于深入研究。

关键词: 杨木; 胶合板; 导电单元; 电磁屏蔽效能

中图分类号: TS653.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2005)05-0020-03

Preliminary Study on Electromagnetic Shielding Effectiveness of Plywood

LIU Xian-miao¹, FU Feng¹, HUA Yu-kun²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: Some electric materials such as carbon or graphite powder were added to urea-formaldehyde resin to make plywood to study its electromagnetic shielding effectiveness (ESE). Results showed that the smaller the granularity that the electric element was, the better ESE the plywood exhibited. The highest ESE value attained was 22 dB. However, the authors proposed that the mechanism and quantified relation between the ESE of composite plywood and the addition of electric material should be further researched.

Key words: Poplar; plywood; electric element; electromagnetic shielding effectiveness(ESE)

木基复合材料是以木质单元为主体,与合成高聚物、金属等其他材料复合而成的新型材料。普通木基复合材料中,木质单元的体积电阻率为 $10^8 \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$,固化后合成树脂的为 $10^{12} \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$,均属绝缘体范畴。体积电阻率在 $10^{-3} \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ 的材料可用于电磁波屏蔽^[1-3],如果能赋予木基复合材料一定的导电性能,其应用范围可进一步拓宽。

电磁污染起因很多,其频率越高,辐射传播能力越强^[3],不仅干扰电气、电子设备的正常运行,诱发各种事故,泄漏电脑机密,而且还会对人类健康造成危害,导致环境恶化,所以必须加以防范。用良好的电磁波吸收材料如金属、石墨、活性碳等,将电磁能量吸收,并转化成热能,是防止电磁辐射的一种行之有效

的方法^[4]。通过导电单元与木质单元的叠层复合、混杂复合、柔性加压等工艺,开发出具有电磁波屏蔽、抗静电等新型功能的木基复合材料产品^[5-7],是扩大复合材料应用范围的有效途径。

本研究选用不同粒度的碳、石墨等导电材料,通过热板干燥展平、胶黏剂与导电单元混炼以及柔性加压等工艺,制备 3 层结构的杨木胶合板,并测试、分析胶合板的电磁屏蔽效能,旨在为导电功能木基复合材料的开发提供依据。

1 试验材料和方法

1.1 材料

木质单元 杨木(*Populus nigra*)边材单板,取自江苏省无锡锡威人造板厂,幅面 35 cm×35 cm,厚度 1.8、0.8 mm,含水率 5%~8%。

导电单元 0#: 属碳系列,平均粒度 35~45 μm ,pH 值 3.5~5.0;1#: 石墨类,粒度 32 μm ,pH 值

收稿日期:2004-10-22;修改稿:2005-08-29

基金项目:国家高技术研究发展(863)计划(2002AA245151)课题之一。

作者简介:刘贤淼(1978—),男,中国林科院木材工业研究所博士研究生。

通讯作者:傅峰,男,中国林科院木材工业研究所研究员,博士生导师。

6~7;2[#]:石墨类,粒度 4 μm,pH 值 6~7;均为外购。

粘合剂 脲醛树脂胶(UF),购自南京木器厂,固体含量 60.32%,pH 值 6.5,黏度 300 mPa·s。

1.2 方法

1) 胶合板制作 为增加单板的平整度,在试验压机上进行单板热压干燥。工艺条件为:热压板温度 100 ℃、单位压力 0.5 MPa、干燥时间 1 min,干燥后单板含水率 6%~7%。

采用水浴加热的方法对 UF 胶和导电材料进行混炼。加入计量好的 UF 胶、导电单元以及 1% 的 NH₄Cl 固化剂(与 UF 胶固体质量之比),设搅拌速度为 400 r·min⁻¹,并控制温度在 50 ℃左右,以降低树脂黏度,利于导电粒子表面空气的排除及其在树脂中的分散。芯板双面涂胶量为 200 g/m²。板坯经闭合陈化 1 h 后置于衬垫间送入压机,在热压温度 110~120 ℃、单位压力 0.80~1.20 MPa 和加压时间 1.2 min/mm 的常规工艺下压制。

2) 电磁屏蔽效能测试 按我国电子行业军用标准 SJ 20524—1995《材料屏蔽效能的测量方法》进行。每块试板制取试件 1 个,测试 1 次。试件外径和开孔孔径如图 1 所示。使用 DN 15115 型立式法兰同轴测试装置(图 2),连接 HPE7401A EMC 频谱分析仪,在 9 k~1.5 GHz 的频率范围内,对试件进行电磁屏蔽效能的评价与测试。

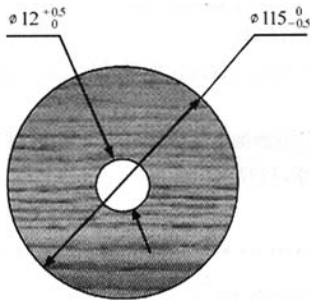


图 1 试件制作

Fig. 1 Preparation of specimen

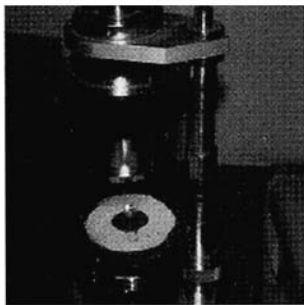


图 2 立式法兰同轴测试装置

Fig. 2 Vertical coaxial flange test device

测试步骤:1) 在空载(无试件)的条件下设置好各参数,打开信号源,仪器屏幕显示一条抖动的水平曲线,即为电磁屏蔽效能基准曲线,固定该曲线;2) 保持参数设置不变,进行加载(有试件)测试,旋开同轴法兰,放入试件后旋紧,打开信号源出现扫描线,固定该曲线,两线之差即为试件的屏蔽效能(图 3)。

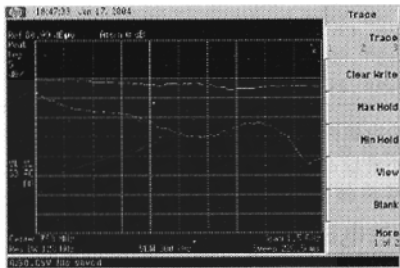


图 3 电磁屏蔽效能曲线

Fig. 3 Curve of electromagnetic shielding effectiveness

2 试验结果与分析

不同结构胶合板试件电磁屏蔽效能的测试结果见表 1,可见随导电单元种类、施加量以及芯板厚度的不同,试件的电磁屏蔽效能有差别。

2.1 导电单元种类、施加量的影响

从表 1 中 1~3、5 与 7 号试验结果可以看出,随着 2[#] 导电单元加入量的增加,胶合板的电磁屏蔽效能呈增强趋势。1~3 号试验结果还表明,导电单元对胶合板电磁屏蔽效能的增强作用依次为:2[#] > 1[#] > 0[#]。0[#] 导电单元表面具有较多的极性基团,这些极性基团能俘获电子,对自由电子的迁移有很大的阻碍作用^[8-9];且由于其 pH 值偏酸性,致使与 UF 胶混炼时混合体的黏度增高,搅拌阻力增大,搅拌棒转速下降,导致单板涂胶不均匀,形成的导电网络均匀性差,所以导电性较弱。1[#] 和 2[#] 导电单元都属于石墨类,但 2[#] 粒度较小,在胶层中的分布比较均匀,可以形成连续相的导电网状网络^[9];同时,在施加量相同的条件下,2[#] 导电单元的导电粒子较多,形成的导电网络比较密集,网眼小且分布均匀,所以比 1[#] 导电单元的电磁屏蔽效能更好。

2.2 芯板厚度的影响

3 层结构胶合板的 2 个胶层可以形成 2 个屏蔽层。电磁波在透过第一屏蔽层以后,到第二屏蔽层产生反射、吸收,部分电磁能量在两屏蔽体间多次反射,最后透出被屏蔽空间。根据双层屏蔽体的屏蔽效能计算理论,双层屏蔽体的屏蔽效能与其屏蔽层之间的距离呈一定的正相关关系^[10]。表 1 中 5~6 号试验的结果证明了这一点,可以看出,随着芯板厚度的增

表 1 不同结构胶合板试件的电磁屏蔽效能
Tab. 1 The ESE of specimens with different compositions

序号	导电单元种类和 施加量/(g·m ²)	胶合板厚度/mm (面板+芯板+背板)	电磁屏蔽效能/dB		
			最小 ^a	最大(对应频率/GHz)	平均 ^b
1	1 [#] ,60	1.8+1.8+1.8	4.1	17.9(1.42)	11.5
2	2 [#] ,60	1.8+1.8+1.8	2.6	18.5(1.42)	12.1
3	0 [#] ,60	1.8+1.8+1.8	1.8	12.1(0.87)	8.5
4	0 [#] ,1 [#] ,2 [#] ,各 20	1.8+1.8+1.8	5.9	15.0(0.86)	11.0
5	1 [#] ,10;2 [#] ,50	0.8+1.8+0.8	4.8	17.0(0.86)	12.9
6	1 [#] ,10;2 [#] ,50	0.8+0.8+0.8	2.9	22.1(0.87)	12.3
7	1 [#] ,15;2 [#] ,45	1.8+1.8+1.8	2.3	20.0(1.43)	10.5

^a 试件最小电磁屏蔽效能对应的电磁频率均为 9 kHz;
^b 为 400 个数据点的平均值,由频谱分析仪自动测得。

加,胶合板的电磁屏蔽效能呈增加趋势。

2.3 电磁波频率的影响

从表 1 可以看出,在低频段,胶合板的电磁屏蔽效能不佳;在高频段,胶合板的电磁屏蔽效能比较好,而当频率再升高时,电磁屏蔽效能下降。这是由于在其他条件一定时,材料的吸收损耗随频率增加而增加,而反射损耗随频率增加而减少,当吸收损耗增加的速度大于反射损耗减少的速度时,表现为材料电磁屏蔽效能随频率的上升而上升;但随着频率的再上升,电磁波通过非金属颗粒处的“孔洞”泄漏增加,使材料的电磁屏蔽效能下降^[11]。

4 结论

- 1) 在本试验条件下,导电单元对杨木胶合板电磁屏蔽效能的增强作用依次为:2[#](石墨类)>1[#](石墨类)>0[#](碳类);
- 2) 在相同工艺条件下,芯板厚度的增加,在一定范围内有利于胶合板电磁屏蔽效能的增强;

- 3) 不同导电单元对电磁能量的吸收峰不同,在9 k~1.5 GHz 频率范围内,随着频率的升高,杨木胶合板的电磁屏蔽效能呈现先升、后降的趋势;
- 4) 木基导电功能复合板材的电磁屏蔽机理,以及其电磁屏蔽效能与导电单元施加量之间的量化关系,尚待于进一步研究。

参考文献:

[1] 华毓坤,傅峰. 导电胶合板的研究[J]. 林业科学,1995,31(3): 254-259.
[2] 傅峰,华毓坤,吕斌,等. 导电功能木质复合板材的渗透阀值[J]. 林业科学,2001,37(1):117-120.
[3] 傅峰,华毓坤. 刨花板抗静电性能的研究[J]. 木材工业,1994,8(3):7-11.
[4] Ivan Makoviny. Contribution to the Electrically Conductive Particle-boards Proposal[J]. Drevársky výskum, 1996,41(4):11-22.
[5] 李勉钧. 电磁辐射的防护[J]. 福州师专学报(自然科学版), 2000,20(3):58-60.
[6] 傅峰. 功能人造板的新概念[J]. 建筑人造板,1994(2):19-23.
[7] 傅峰. 我国近期木基复合材料的研究概况[J]. 中国农业科技导报,2003,5(3):10-13.
[8] 张雄伟,黄锐. LDPE/炭黑复合导电材料性能的研究[J]. 中国塑料,1994,8(3):27-32.
[9] 黄兴. 炭黑填充型导电塑料的研究与应用现状[J]. 中国塑料, 2000,14(12):17-21.
[10] 陈穷. 电磁兼容性工程设计手册[M]. 北京:国防工业出版社, 1993.
[11] 黄婉霞. 防信息泄漏电磁波屏蔽功能复合材料研究[D]. 成都: 四川联合大学,1997,27-30.

(责任编辑 向 琴)

欢迎订阅 2006 年《北京林业大学学报》

美国工程索引(Ei)收录期刊,邮发代号:82-304,国内定价:10 元/期

《北京林业大学学报》是教育部主管、国内外公开发行的全国性林学与森林生物学学术期刊,拥有以北京林业大学、中国科学院、中国林业科学研究院、国内其他重点综合性大学、农林院校、工科院校以及国外有关科研机构 and 大学等单位的研究人员为主体的作者队伍。
《北京林业大学》是中国自然科学核心期刊、中文核心科技期刊、科技部“中国科技论文统计源期刊”和中国科学院“中国科学引文数据库统计源期刊”,并被中国科学院列入中国自然科学学术期刊排行榜(农林类)前 10 名,并荣获第 2 届国家期刊奖提名奖和第 3 届国家期刊奖百种重点期刊等多项全国优秀期刊奖,

连续被著名检索期刊和数据库收录,如美国工程索引(Ei)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国“国际农业与生物科学研究中心”数据库(CABI)、英国《动物学记录》(ZR)、中国科学引文数据库、《中国生物学文摘》、中国林业科技文献数据库等。
双月刊,大 16 开本,单月月底出版。全国各地邮局收订,也可直接汇款向本刊编辑部订阅。
地址:100083,北京市清华东路 35 号
《北京林业大学学报》编辑部
电话:010-62338397 刘大林先生
Email:liudalin@bjfu.edu.cn