

表面型电磁屏蔽木基复合材料的制备及性能

王俊玲, 郭红霞, 李永卿, 王群

(北京工业大学材料科学与工程学院, 北京 100124)

摘要: 选用镀镍布和粗化铜箔,制备具有电磁屏蔽功能的复合人造板。根据接合面的特点,分别选用聚醋酸乙烯乳液和环氧树脂,将镀镍布和粗化铜箔胶贴于人造板表面。性能检测结果表明,所制得的复合人造板的力学性能比人造板基材增强,镀镍布复合板的电磁屏蔽效能约 60 dB,铜箔复合板大于 70 dB,可满足屏蔽室建造用材的要求。

关键词: 电磁屏蔽效能; 木基复合材料; 表面胶合强度

中图分类号:TS653

文献标识码:A

文章编号:1001-8654(2009)01-0021-03

Preparation and Characteristics of Surface-type Electromagnetic Shielding Wood-based Composites

WANG Jun-ling, GUO Hong-xia, LI Yong-qing, WANG Qun

(College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: To meet the demand of wood-based composite industry for electromagnetic shielding structures, nickel-based fabric and copper foil were selected to laminate to the surface of medium density fiberboard (MDF) panels to make electromagnetic shielding composite. The nickel-based fabric and copper foil were bonded on the MDF panels by applying an acetate emulsion and an epoxy resin, respectively. Surface bonding strength, modulus of rupture, and shielding efficiency of the composites were tested. The results indicated that the laminated composites had better modulus of rupture than the substrate MDF panels. The shielding efficiencies were 60 dB for the nickel-fabric laminated MDF panels and 70 dB for the copper-foil laminated MDF panels.

Key words: electromagnetic shielding efficiency; wood-based composite; bonding properties of surface

木材是当今世界四大材料(钢材、水泥、木材和塑料)中唯一可再生、可自然降解的生物资源。赋予木基复合材料新的导电性、电磁屏蔽性和体积电阻率,是当前木材高效利用的主要方向之一。从 20 世纪 80 年代末开始,国内许多学者对如何提高木基复合材料的导电性进行了研究^[1-3],其中较多的是采用表面化学镀金和填充金属单元的方法。但是用这些方法制得的木基材料的屏蔽效能一般低于 50 dB,无法满足高性能屏蔽室的要求,且制备工艺复杂,不适用

于屏蔽室建造。为此,笔者采用表面贴镀镍布和铜箔的方法,以期制备出高屏蔽性能的复合人造板,满足屏蔽室工程建设用材的需求。

1 试验材料和方法

1.1 材料

1) 木材基体 厚度为 5 mm 的柳桉木中密度纤维板(MDF),外购,密度 0.70~0.79 g/cm³,裁剪成规格 250 mm×250 mm。

2) 表面屏蔽层材料 镀镍布;粗化铜箔,厚度为 0.20 μm。

3) 胶黏剂 ① 聚醋酸乙烯乳液胶(PVAc),单组分,透明液状,固体含量(50±0.5)%,黏度 20~25

收稿日期:2008-04-17; 修改日期:2008-12-13

基金项目:国家高技术研究发展计划(863 计划)(2006AA03Z456)。

作者简介:王俊玲(1980—),女,北京工业大学材料科学与工程学院硕士研究生。

通讯作者:王群,男,北京工业大学材料科学与工程学院教授。

Pa·s(30℃),外购。②普通双酚A型环氧树脂胶E-51,透明液体,环氧当量185~210 g/eq,环氧值0.48~0.54 eq/mg,黏度6~10 Pa·s(25℃);固化剂为聚酰胺树脂650,棕红色黏稠液体,外购。

1.2 方法

1.2.1 复合板材的制备

1) 镀镍布与MDF胶合:镀镍布与MDF用PVAc胶合,要求基材含水率为5%~12%。为防止加热产生胶膜起泡现象,本试验采用室温胶接^[4]。

根据前期试验,发现用PVAc胶合镀镍织物和MDF时,胶合时施加压力的大小以及时间长短,对复合板力学性能的影响较小。考虑到镀镍布容易发生透胶现象,本试验选择了固定施加压力为0.5 MPa、施压时间为80 min,改变涂胶量(单面)分别为50、70、90、110、120 g/m²时,考察其对复合板性能的影响。

2) 粗化铜箔与MDF胶合:采用双酚A型环氧树脂E-51,固化剂聚酰胺树脂650,两者按质量比1:1混合均匀,涂胶后陈化5 min,使搅拌时产生的气泡逸出。

一般而言,增加压力有利于交接界面被完全浸润,形成均匀而致密的胶层,使气泡易于从胶层中逸出。但环氧树脂在固化过程中,不释放水及其他小分子化合物^[5],因此,在接触压力下即可获得良好的粘结效果。又考虑到环氧树脂是一种热固性胶,升高温度,可加快固化速度,也有利于分子间的扩散作用和气泡逸出,提高胶的流动性和胶接强度,因此,本试验采用加热胶接。

综合以上分析,本试验固定涂胶量(单面)为100 g/m²、施加压力为0.2 MPa,采用双因素正交试验法,考察不同热压温度(60、80、100℃)和施压时间(5、10、20、30、60 min),对复合板性能的影响。

1.2.2 板材性能的测试

1) 力学性能:依据GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,测试板材的表面胶合强度和静曲强度。表面胶合强度测试试样尺寸为50 mm×50 mm(长×宽),每块板上取6个试样,结果取平均值;静曲强度测试试样尺寸为200 mm×50 mm(长×宽),每块板上在不同铺装方向取3个试样,结果取平均值。

2) 电磁屏蔽效能:依据国家电子行业军用标准SJ 20524-1995《材料屏蔽效能的测试方法》,测试板材电磁屏蔽效能。测试仪器采用Agilent4396B频谱分析仪和立式法兰同轴夹具,试样直径115 mm。

2 试验结果与分析

2.1 镀镍布/MDF复合板材的性能

2.1.1 力学性能 图1显示在室温条件下,PVAc涂胶量对复合板材强度的影响。

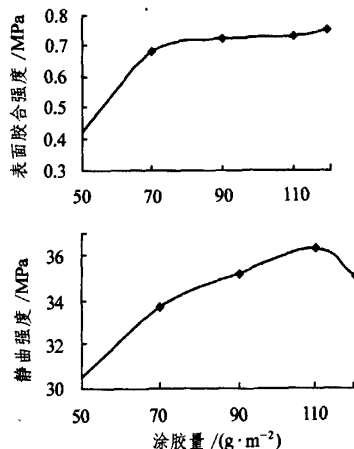


图1 涂胶量对镀镍布/MDF复合板材力学性能的影响

Fig. 1 Relation between resin content and mechanical properties of nickel-fabric laminated MDF composites

试验测得MDF基材的静曲强度为28.4 MPa。由图1可看出,复合板材的静曲强度比基材明显增强;随着涂胶量增加,复合板材的表面胶合强度和静曲强度均呈增加趋势。

当涂胶量为50 g/m²时,复合板材的表面胶合强度较低。将基材和镀镍布剥离后发现,是由于涂胶量太少导致胶层不连续,从而影响了复合板材的表面胶合强度;当涂胶量>70 g/m²时,复合板材表面胶合强度的变化趋缓,静曲强度仍有所增大。由于本试验主要考察复合板材表面胶合强度,且为了减小出现透胶的可能,确定适宜的涂胶量为70 g/m²。

2.1.2 电磁屏蔽效能 单一镀镍布和镀镍布/MDF复合板材的屏蔽效能测试结果,如图2所示。

MDF是绝缘体,本身没有屏蔽性能,通过与镀镍布复合后,在100 kHz~1.5 GHz频率范围内,其屏蔽效能整体曲线在60 dB附近,屏蔽效能良好。但由于压制后,镀镍布表面的镀层部分脱落,加上胶黏剂的渗入,常导致金属镍层不连续分布,因此,相对镀镍布本身而言,屏蔽效能有所下降。

2.2 铜箔/MDF复合板材的性能

2.2.1 力学性能 图3显示复合板材的强度随热压时间和温度的变化趋势。

由以上数据可见,复合板材的静曲强度比基材显

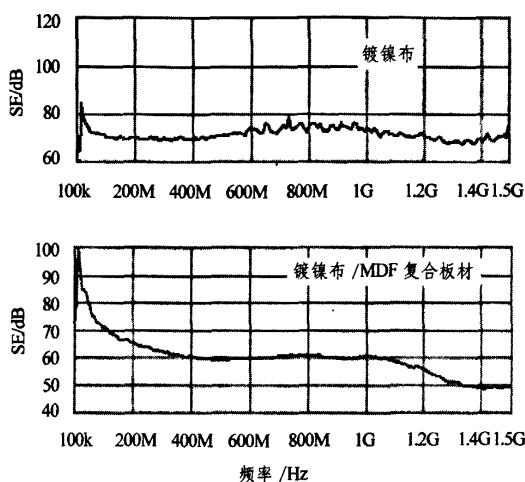


图 2 镀镍布和镀镍布/MDF 复合板材的屏蔽效能
Fig. 2 Shielding efficiencies of nickel-based fabric and nickel-fabric laminated MDF composites

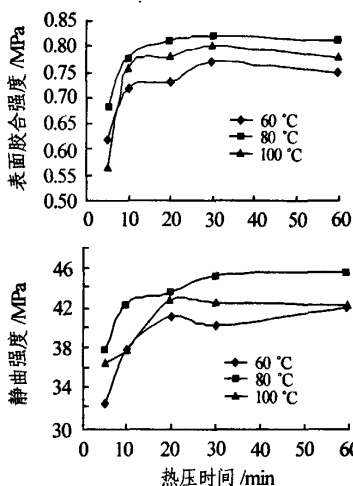


图 3 热压时间和温度对铜箔/MDF 复合板材力学性能的影响

Fig. 3 Effects of pressing time and temperature on mechanical properties of copper foil laminated MDF composites

著增强。随着热压时间延长,复合板材静曲强度和表面胶合强度均有所增加,但超过 20 min 后,变化趋于平缓。在一定范围内,随着热压温度的升高,复合板材表面胶合强度增加;但是温度过高时,由于固化速度过快,易使胶层内产生很大的应力,反而导致表面胶合强度和静曲强度均降低。综合考虑,以热压温度 80 °C、热压时间 10 min 为最佳工艺条件。

2.2.2 电磁屏蔽效能 单一铜箔,以及铜箔/MDF 复合板材的屏蔽效能测试结果,如图 4 所示。

由图 4 可以看到,基材 MDF 与镀镍布复合后,在 100 kHz~1.5 GHz 频率范围内,整体屏蔽效能 80 dB 附近,但在 800 MHz 以后下降明显。观察发现,复合板材表面铜箔的金属光亮色泽变暗,其原因可能是热压温度较高,引起铜箔表面被氧化,电阻增大,从而导致屏蔽效能降低。

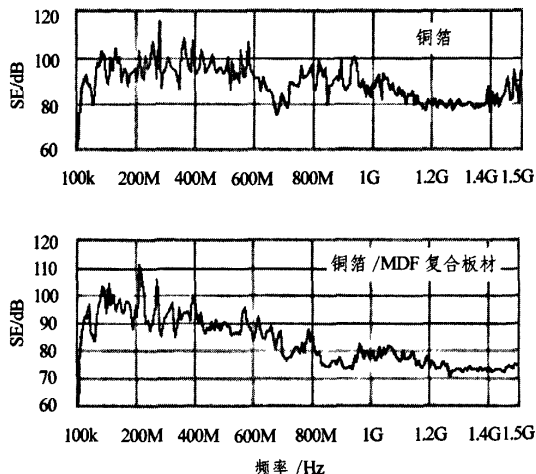


图 4 铜箔和铜箔/MDF 复合板材的屏蔽效能
Fig. 4 Shielding efficiencies of copper foil and copper-foil laminated MDF composites

3 结论

1) 用 PVAc 胶粘镀镍布与 MDF,较佳工艺条件为:室温,涂胶量(单面)70 g/m²,压力 0.5 MPa,加压时间 80 min。

2) 用环氧树脂 E-51 胶粘粗化铜箔与 MDF,较佳工艺条件是:涂胶量(单面)100 g/m²,热压温度 80 °C、压力 0.2 MPa、时间 10 min。

3) 在本试验确定的工艺条件下,镀镍布/MDF 复合板材的屏蔽效能约 60 dB,铜箔/MDF 复合板材的屏蔽效能>70 dB,其电磁屏蔽性能和力学性能满足建造屏蔽室的要求。

参考文献:

- [1] 刘贤森,傅峰. 电磁屏蔽功能胶合板的研究[J]. 木材工业, 2007,21(3): 21-23.
- [2] 黄金田,赵广杰. 化学镀镍单板的导电性和电磁屏蔽效能[J]. 林产工业,2006,33(1):14-17.
- [3] 朱家琪,罗朝晖. 金属网与木单板的复合[J]. 木材工业,2001, 15(3):5-7.
- [4] 关长参. 木材胶粘剂[M]. 北京:科学出版社,1994:232-237.
- [5] 顾继友. 胶粘剂与涂料[M]. 北京:中国林业出版社,1999:214-218.

(责任编辑 向琴)