

# 木材 金属复合材料的研 究

罗朝晖, 朱家琪, 黄泽恩

(中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 本文简要介绍了具有电磁屏蔽和抗静电功能的木材/金属复合材料的制造方法,同时也提供了作者的一些试验结果。

关键词: 木材/金属复合材料;电磁屏蔽;抗静电

中图分类号: T S653.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)06-0025-03

## Review of Wood/Metal Composite Materials

LUO Zhao-hui, ZHU Jia-qi, HUANG Ze-en

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

**Abstract** Methods of manufacturing wood / metal composite materials which have characters of electromagnetic wave shielding and electrostatic discharge protection were reviewed in this paper. Meanwhile, some experiment results were also given.

**Key words** Wood/Metal composite material; Electromagnetic wave shielding; Electrostatic discharge protection

自改革开放以来,我国人造板工业得到了巨大发展,年产量约 1 600 万  $\text{m}^3$ 。成为一个重要的工业部门。随着产量的增长和应用领域的拓展,对人造板产品的功能提出了新的要求,不仅要有良好的力学性能,还要具备某些特殊功能,例如抗静电功能、电磁屏蔽功能等,因而“功能人造板”的概念被提了出来<sup>[1]</sup>。本文简要地介绍了具有电磁屏蔽和抗静电功能人造板的制造工艺及作者的一些试验结果。

随着各种电器成为人们生活和工作的必需品,人们也置身于电磁波的包围之中。长期电磁波辐射可损害人体健康,另外,信息设备的电磁辐射还会产生信息泄露,造成不应有的损失。电磁屏蔽材料能有效地抑制通过空间传播的各种电磁波及由此产生的电磁干扰,提高电子系统和电子设备电磁兼容性,保证信息的安全<sup>[2]</sup>。

一般认为,木材和纯木质人造板属于电的不良导体,而木材与金属通过适当方式复合而成的新材料,不仅可以保持木制品特有的回归自然的表面装饰效果及保温等性能,还具有满意的电性能,并提高其强

度<sup>[3~5]</sup>。加强这方面的研究,将为人造板工业提高产品附加值、开发新产品拓展新方向。

### 1 评价方法

材料的导电性能可按体积电阻率划分。高于  $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  时,材料耗散静电的能力明显减弱,不利于消除静电,属于绝缘体;  $10^5 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  可用作抗静电产品;低于  $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$  可视为导体<sup>[1]</sup>。也可以按表面电阻或体积电阻划分,我国国家军用标准 GJB 3007-97 要求防静电工作区内地板、地垫的对地电阻值为  $10^5 \sim 10^9 \Omega$ ,表面电阻(点对点)或端对端电阻为  $10^5 \sim 10^{10} \Omega$ ;电子行业标准 SJ/T 10694-1996 中规定,地面表面电阻为  $10^5 \sim 10^{10} \Omega$ ,摩擦电压  $< 100 \text{V}$ 。

电磁屏蔽性能的评价是以电磁屏蔽效能 S.E. (Shielding Effect) 为指标,单位 dB。其值越大,屏蔽效能越好。我国尚未对民用电磁屏蔽材料作明确规定,一般是用户根据需要提出。美国联邦通讯委员会(FCC)规定,材料对频率在 30~300 MHz 范围内的 S.E. 达到 30 dB 就可满足实用需要。长泽长八郎等将材料在 50~1 000 MHz 范围内的电磁屏蔽效能分为 5 等:① 10 dB 以下:无效;② 10~30 dB 最低效

收稿日期: 2000-05-25

作者简介: 罗朝晖(1969-),男,中国林科院木材工业研究所工程师。

果;③ 30~ 60 dB 效果一般;④ 60~ 90 dB 效果较好;  
⑤ 90 dB以上: 效果最好。

2 抗静电及电磁屏蔽功能的木材 /金属复合材料

2.1 抗静电木材 /金属复合材料

2.1.1 抗静电木材 /金属复合材料的制造 主要途径有添加金属粉、金属氧化物或导电的盐类化合物,提高板材导电能力。主要的复合方式是将这些导电物质与刨花(纤维)、胶粘剂等同时搅拌,然后经热压得到复合材料<sup>[6,7]</sup>。笔者对添加不同金属粉的刨花板力学性能及电阻率进行了对比检测,结果见表 1

表 1 金属粉(200目)对刨花板力学和抗静电性能的影响  
Tab. 1 Effects of metal powders on mechanic and electrostatic discharge protection characters of particleboard

| 编号 | 200目<br>金属粉 % |     | 含水<br>率<br>% | 密度<br>g /cm <sup>3</sup> | 静曲<br>强度<br>M Pa | 内结合<br>强度<br>M Pa | 吸水厚度<br>膨胀率<br>% | 体积电<br>阻率<br>Ω · cm  |
|----|---------------|-----|--------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|
|    | 铜粉            | 镍粉  |              |                          |                  |                   |                  |                      |
| 1  | 0             | 0   | 3.72         | 0.73                     | 22.28            | 0.55              | 4.36             | 2.3×10 <sup>4</sup>  |
| 2  | 1.5           |     | 2.50         | 0.76                     | 25.53            | 0.65              | 3.78             | 8.3×10 <sup>3</sup>  |
| 3  | 4.0           |     | 3.23         | 0.77                     | 25.65            | 0.68              | 4.84             | 1.0×10 <sup>4</sup>  |
| 4  |               | 1.5 | 3.78         | 0.78                     | 24.88            | 0.70              | 4.49             | 1.15×10 <sup>4</sup> |
| 5  |               | 4.0 | 3.57         | 0.75                     | 22.55            | 0.66              | 5.42             | 8.3×10 <sup>3</sup>  |

由表 1可见,金属粉加入量从 1.5% (以刨花板重量计)增加到 4.0%,不能明显降低刨花板的体积电阻率,仍属于绝缘材料的范畴,与文献结论相吻合;同时对板材的力学性能影响不明显。根据报道,单纯添加金属粉,即使加入量达 10%,所制得的板材仍不能得到满意的抗静电效果<sup>[6,7]</sup>。

2.1.2 导电涂料处理 分别将导电涂料涂覆在普通刨花板的两表面,对其电阻率的测定表明,这种方法亦不能改善普通刨花板的抗静电性能。

2.1.3 碳黑处理 比表面积大于 20 m<sup>2</sup> /g的碳黑是有效的抗静电剂<sup>[6]</sup>。笔者对比表面积约 70~ 90 m<sup>2</sup> /g的碳黑进行了试验,结果见表 2

表 2 碳黑对刨花板力学和导电性能的影响  
Tab. 2 Effects of carbon black on mechanic and electrostatic discharge protection characters of particleboard

| 编号 | 碳黑<br>% | 含水率<br>% | 密度<br>g /cm <sup>3</sup> | 静曲强度<br>M Pa | 内结合强度<br>M Pa | 吸水厚度<br>膨胀率 % | 体积电阻率<br>Ω · cm      |
|----|---------|----------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------------|
|    |         |          |                          |              |               |               |                      |
| 1  | 1.0     | 2.16     | 0.72                     | 21.97        | 1.30          | 4.18          | 8.14×10 <sup>6</sup> |
| 2  | 2.0     | 2.16     | 0.73                     | 21.97        | 1.09          | 5.78          | 1.15×10 <sup>6</sup> |
| 3  | 3.0     | 2.66     | 0.73                     | 19.65        | 0.92          | 7.81          | 4.60×10 <sup>4</sup> |

从表 2可见,碳黑是很有效的抗静电剂,添加 1% (以刨花板重量计)时即可达到满意的效果。原因是碳黑的颗粒远小于金属粉的颗粒,比表面积大,吸附能力强,即使添加量比较小的情况下,也可在长、宽、厚三维方向比较均匀地分布于刨花之间,形成连

续的导电层,从而产生理想的抗静电效果。但随着碳黑加入量的增大,刨花板的吸水厚度膨胀率增大。这是因为碳黑颗粒吸附在刨花表面,在一定程度上阻碍了石蜡乳液的防水效果。

2.2 具电磁屏蔽功能的木材 /金属复合材料

根据文献报道,此类板材有以下几种制造方法:  
(1)无电解电镀<sup>[8~ 12,15]</sup>。工艺流程如下:木片→表面处理→热风处理→加催化剂→风干→无电解电镀→水洗、干燥→导电性木片涂胶→复合板成型。

首先处理木片使其表面形成有机膜,之后用氯化钯盐酸水溶液处理,进行无电解镍电镀,使木片表面形成金属镍层,最后施胶、成型,制得有电磁屏蔽功能的复合板。屏蔽效果与表面沉积金属镍的量有关。此法作为研究有一定的理论价值,但工艺复杂,成本高,尚无法实际应用。

(2)与金属箔复合<sup>[4,13]</sup>。结果表明,仅使用铜粉涂覆于板材表面或混入胶粘剂中不能产生屏蔽效应,而使用金属箔则可以得到比较满意的屏蔽效果,在 30~ 500 M Hz频率范围内,S. E.都大于 30 dB 金属箔的有效性顺序是铜箔> 铝箔> 铁箔。其中铜箔和铝箔的 S. E.达 50~ 80 dB,铁箔达 30~ 60 dB 此方法的缺点是金属腐蚀问题。

(3)木纤维与钢纤维垫复合制造 MDF<sup>[14,15]</sup>。相当于在 MDF的芯层加入一层钢纤维垫,得到具有电磁屏蔽功能的 MDE 这种 MDF在 0~ 1 000 M Hz频率范围内具有良好电磁屏蔽性能,特别在 0~ 500 M Hz范围内的 S. E.值达到 60~ 75 dB 主要问题是要研究解决木纤维与金属之间的粘结。

试验结果表明,与木材复合对电磁场有衰减作用的阻挡层应当是连续的,如果采用拼接方式,在其它条件相同时,S. E.值低于 30 dB

3 展望

开发高附加值、具有特殊功能的新型人造板是人造板工业进一步的发展方向,木材 /金属复合抗静电人造板和电磁屏蔽人造板即属于这类新材料。随着计算机的日益普及,对计算机机房抗静电地板的需求亦将很大。目前市场上计算机机房抗静电地板主要是钢板和贴有抗静电贴面的普通刨花板(需要用金属封边)两种。前者造价高,重量大;后者造价相对低廉,但是抗静电效果随着贴面内含抗静电剂的迁移而受影响。而复合抗静电刨花板不存在抗静电剂的迁移问题,也无须用金属封边,可简化施工工艺,结合了两者的优点,有明显的优势。同时机房内部加装木材 /金属

复合材料,既能达到装饰效果又可减少电磁辐射,其潜在市场有待进一步开发。

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] 陈穷. 电磁兼容性工程设计手册 [M]. 北京: 国防工业出版社, 525~ 566.

[3] William M. Bulleit, Reinforcement of Wood Materials A Review [J]. Wood and Fiber Science, 1984, 16(3): 391~ 397.

[4] 加藤昭四郎. 森林综合研究所研究报告 (日) [R]. 1991, 360 171 ~ 184.

[5] 周兆,等. 铝箔覆面刨花板 [J]. 木材工业, 2000, 14(1): 32~ 34.

[6] Lambuth Alan L,等. 美国专利 4,906,484[P]. 1990.

[7] Lambuth Alan L. Electrically Conductive Particleboard Proceedings 23rd. International Particleboard/Composite Materials Symposium [J]. Washington State University, 1989, 117~ 128.

[8] 长泽长八郎,等. Electromagnetic Shielding Particleboard with Nickel-Plate Wood Particle [J]. 木材学会论 (日), 1989, 35(12): 1092~ 1099.

[9] 长泽长八郎,等. Electromagnetic Shielding Effectiveness of Particleboard Containing Nickel-Metalized Wood-particle in the Core Layer [J]. 木材学会论 (日), 1990, 36(7): 531~ 537.

[10] 长泽长八郎,等. Electroconductivity and Electromagnetic-Shielding Effectiveness of Nickel-Plate Veneer [J]. 木材学会论 (日), 1991, 37(2): 15~ 163.

[11] 长泽长八郎,等. Changes in Electromagnetic Shielding Properties of Particleboards, Made of Nickel-Plated Wood Particles Formed by Various Pre-treatment Processes [J]. 木材学会论 (日), 1992, 38(3): 256~ 263.

[12] 长泽长八郎,等. Effects of Wood Species on Electroconductivity and Electromagnetic Shielding Properties of Electrolessly Plated Sliced Veneer with Nickel [J]. 木材学会论 (日), 1994, 40(10): 1092~ 1099.

[13] 唐尺健司. Preparation of Electromagnetic Shielding Woody Materials with Carbon [J]. 木材工业 (日), 1992, 47(7): 312~ 318.

[14] 朴钟莹,等. Performances Improvement of Medium Density Fiberboard by Combining with Various Non-wood Materials [J]. 林研研报 (韩), 1993, 47 35~ 48.

[15] Hiromu KAJITA. Recent Trends of Wood-based Composite Panels [J]. 木材保存 (日), 1998, 24(6): 2~ 17.

(上接第 24页)

4 结论

人造板热压机的控制系统和其它普通压机的控制系统有一定的差别。首先,原材料(各种板坯)是不连续介质,这使控制系统无法确定压力和位移之间的关系,以致难以获得一个准确的数学模型。系统既要控制位移也要控制速度,而压力和位移之间的关系既是变化的又是未知的,所以,那种当压力上升到某个值(例如 4 MPa)就结束某种控制,然后转入另一种控制的方法在实际中效果并不好;其次,由于生产车间的粉尘含量较高,所以系统必须抗污染;再者,系统必须对不同树种或不同树种混合的原材料有一定的适应能力。综合以上的分析,电液比例控制系统比较适合于对热压机的控制。

参考文献:

[1] 张宏健,赵立. PF-MDF剖面密度分布特征的研究 [J]. 北京林业大学学报, 1991(1): 66~ 75.

[2] Robert L. Geimer, Richard Kinney, Mark Podlipec. User-friendly Programing for a Computerized Laboratory Press [J]. Forest Products Journal, 1990, 40(3): 41~ 44.

[3] Mannesmann Rexroth Catalogues: Preportional, High-response and Servo-valves, Electro Components and Systems RE29 190/02 90.

[4] 黎启柏. 电液比例控制与数字控制系统 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997, 368~ 402.

[5] 绪方胜言. 现代控制工程 [M]. 卢伯英,等译. 北京: 科学出版社, 1980, 216~ 218.

[6] 骆建彬,俞新陆,等. 人工神经网络在压机行程停位控制中应用 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 1995, 35(2): 70~ 75.

[7] Takashi Matsui, Eiji Lishimoto and Msahiro Takawaki. Leaning Position Control of Pneumatic Cylinder Using Fuzzy Reasoning [J]. The Journal of Fluid Control, 1990, 20(2): 7~ 29.

欢迎订阅 2001年《林业劳动安全》杂志

国家林业局哈尔滨林业机械研究所主办,是全国林业系统唯一的劳动保护、劳动安全与职业卫生工人方面的国内外公开发行人刊物。全国统一刊号: CN 23-1385/X, ISSN 1006-5091, 广告经营许可证号: 2301004010050

本刊面向全国林业系统的各级领导、安全管理与技术干部、工程技术人员、职业卫生工作者、安全员和广大林业职工,以及大专院校安全教育工作者、各级工会劳动保护工作者。欢迎广大读者踊跃投稿,多提宝贵意见;欢迎广大厂商宣传产品,互通供求信息,扩大影响,树立企业形象。

栏目辟有: 政策与文件,安全管理,研究与技术,防火安全,事故分析,职业卫生,标准化工作,新产品、新技术、新工艺,国内外动态,调查报告,经验交流,读者服务台,安全文艺,知识讲座等。

季刊,大 16开 48页,每期 6.00元,全年 24.00元,自办发行。地址: 哈尔滨市南岗区学府路 374号《林业劳动安全》编辑部 (150086), 电话: 0451-6664063, 联系人: 徐克生, 开户行: 哈尔滨工商行和兴支行, 帐号: 421089146-45 户名: 哈尔滨林业机械研究所 (注明订《林业劳动安全》刊物款)。