

刨花板抗静电性能的研究

傅 峰 华毓坤

(南京林业大学 南京 210037)

摘要 通过全电流充放电法,测得在刨花施胶过程中施加不同种类和数量的抗静电添加剂时,刨花板体积电阻率呈下降趋势,并借此讨论了刨花板的抗静电机理,分析了抗静电性能。研究结果表明:抗静电剂SN与石墨或甘油共同作为抗静电添加剂时,刨花板体积电阻率下降明显。与普通刨花板相比,电阻率下降了二个数量级。此外,刨花板的含水率和密度,对其抗静电性能也有较大影响。

关键词 静电;抗静电剂;体积电阻率;刨花板

1 前言

抗静电刨花板是人造板中的新板种^[1],在制板时需添加一定量的导电性抗静电添加剂,而使其在使用过程中具有较低的系统电阻。

木质刨花的体积电阻率约 $10^8\Omega\cdot\text{cm}\sim 10^{11}\Omega\cdot\text{cm}$ ^[2],而固化的合成树脂电阻率更高,约 $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}\sim 10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$ ^[3],因此,刨花板属绝缘体范畴,使用时具有较高的电阻。当刨花板用于计算机房等现代办公家具时,易受摩擦而产生静电荷的堆积,以致出现放电现象,对计算机和人体都将有害^[4]。为消除这种危害,就必须降低使用时刨花板的系统电阻,提高其抗静电性能。

系统电阻真实地反映了刨花板使用时的抗静电性能。虽然至今对刨花板的抗静电性能尚无统一的国标,但在GB 7910—87“木质活动地板”和GB 6650—86“计算机机房用活动地板技术条件”中都规定了相应的系统电阻值,可以借鉴。刨花板的系统电阻 R (即绝缘电阻)是使用时其表面电阻 R_s 和体积电阻 R_v 并联之后的总电阻,即:

$R = [R_s \cdot R_v / (R_s + R_v)] < \min(R_s, R_v)$,降低 R_s 或 R_v 都可以达到降低 R 以提高抗静电性能的目的。国内研制的抗静电塑料贴面板就是通过降低 R_s 来提高抗静电性能

的。但相对说, R_s 受外界环境,如表面灰尘、环境湿度等影响较大,表现也不稳定,而 R_v 则相对稳定。目前通过降低 R_v 来提高刨花板抗静电性能的研究国内还未见报道。因此,本研究通过降低刨花板的体积电阻率 ρ_v 以降低系统电阻 R ,使刨花板具有稳定的抗静电性能,堆积的静电荷可在刨花板基材内沿最短路径逃逸。

2 材料和方法

2.1 实验材料

2.1.1 刨花 树种为杨木,取自南京木器厂刨花板分厂。在电热干燥箱中烘至含水率3%~5%,塑料袋密封待用。

2.1.2 胶粘剂 酚醛树脂胶,固含量58.32%,粘度180mPa·s/20℃,pH值10.5~11.0。南京梅山化工厂生产。

2.1.3 防水剂 工业用石蜡

2.1.4 抗静电添加剂 抗静电剂SN:属阳离子型季铵盐表面活性剂,呈棕红色油状,pH值6~8,季铵盐含量52.0%~65.0%,分解温度大于180℃,上海助剂厂生产;铜粉:粒度200目,上海第二冶炼厂生产;铝粉:粒度100~200目,东北轻合金加工厂生产;石墨:颗粒度不大于30μm;甘油。

2.2 制板工艺

2.2.1 板子尺寸 40cm×40cm×10mm

2.2.2 板子密度 0.63g/cm³, 0.75g/cm³

2.2.3 刨花采用通过3mm×3mm筛孔、留于0.4mm×0.4mm筛孔上的较细刨花, 筛除木粉和泥砂。

2.2.4 胶粘剂、防水剂及抗静电添加剂的施加量

酚醛胶施加量为10%；石蜡施加量为1%，加热融熔后喷施；抗静电添加剂的施加工工艺见表1, 其中板号1*~5*为0.75g/cm³密度级, 6*~9*为0.63g/cm³密度级。

表1 抗静电添加剂的施加工工艺

板子编号	抗静电添加剂的种类	施加量(%)	施加方法
1*	—	—	—
2*	铝粉	7.5	施胶后与水混合喷施
3*	铜粉	7.5	与胶液混合喷施
4*	石墨	7.5	与胶液混合喷施
5*	甘油	7.5	施胶后直接喷施
6*	—	—	—
7*	SN	7.5	施胶后直接喷施
8*	SN+石墨	5.6+1.9	施胶后混合喷施
9*	SN+甘油	3.9+3.6	施胶后分别喷施

值得说明的是, 施加抗静电添加剂时, 因铝粉、铜粉或石墨的密度较大, 易沉淀, 故应混合搅拌均匀后边搅拌边喷施。铝属活泼金属, 铝粉与酚胶混合后呈“糊状”, 所以二者不能共混喷施。应在喷胶后, 再将铝粉与适量的水充分混合搅拌, 及时喷施。石墨属更细的粉状物, 表面积大, 在与胶液或抗静电剂SN混合搅拌时, 体积增加近一倍, 且混合液表层浮有“石墨泡”, 底层沉有“石墨泥”。若将胶液或抗静电剂SN预热至50~60℃, 再施加石墨并搅拌, 这种现象可大大减轻, 喷施方便。

2.2.5 铺装 手工铺装, 单层结构。

2.2.6 热压工艺 温度160±5℃；单位压力3.0MPa；加压时间7±1min。

2.3 抗静电性能测试和结果

2.3.1 试件处理 刨花板表面背面经手工砂光后, 锯成12个直径为80mm的圆盘形试件, 周边砂光等分为三组。考虑到木材含水率与

导电性有很强的相关性^[2], 将上述三组试件分别在调湿箱中处理至含水率为5%、8%、11%左右, 取出置于干燥器中一昼夜, 待含水率均匀后测试其抗静电性能。

2.3.2 测试方法 采用全电流充放电法测量电阻, 其优点是可消除回路电流随时间变化引起的影响^[6], 即消除了直流电场作用下, 由于木质刨花等介质被极化, 使开始测量到的电流大于实际传导电流的缺陷。

2.3.3 测试原理 全电流充放电法的测量原理见图1。图中E为可变直流稳压电源, V为电压表, K为波段开关, R为保护电阻(4×10³Ω), A为三电极系统, 中间夹附着被测的刨花板试件。采用三电极保证了本研究所测电阻数据不包括表面电阻R_s, 而仅是体积电阻R_v。

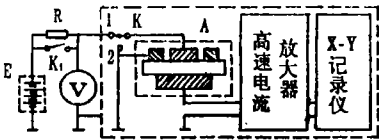


图1 充放电法测量原理图

当回路中K置于1或2时, 试件分别被充电、放电, 记录仪记下充放电曲线, 如图2。附有电极的试件可用等效电路, 即试件的体积电阻R_v和电极两端的总电容C并联表示。充电时通过回路的全电流I由三部分组成:

$$I = I_{(t)}^{(1)} + I_{(t)}^{(2)} + I_{(t)}^{(3)}$$

式中: $I_{(t)}^{(1)}$ 为试件极化引起的吸收电流, $I_{(t)}^{(2)}$ 为与测量线路的参数有关的充电电流, 它们都是时间的函数, 属不稳定电流。而 $I_{(t)}^{(3)}$ 则为通过试件体积电阻R_v的传导电流, 属稳定电流。若试件在充电阶段突然放电, 并使试件两端电极短路, 回路中就会有相反方向的放电电流I_f流过^[6]。这种充电和放电电流在回路中通过转换K可以重复出现, 且试件极化形成和消失的时间函数往往是一致的。若充电和放电的时间都为t₀, 则放电电流恒同于充电电流中与时间有关的部分, 即 $I_f = I_{(t)}^{(1)} + I_{(t)}^{(2)}$ 。由此, 传导电流 $I_{(t)}^{(3)} =$

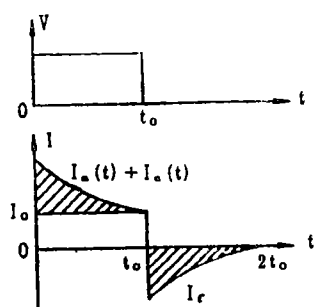


图2 充电和放电全电流与时间的关系

$I - I_a^{(t)} - I_r^{(t)} = I - I_r$ 。在已知外加电压 V 的条件下, $R_v = V/I_a$, 再由电极面积和试件厚度推算出体积电阻率 ρ_v 。所得数据反映刨花板的固有特性, 而与测量时间以及外界环境条件 (湿度、灰尘等) 无关。

2.3.4 测试结果 在不同密度和不同含水率时刨花板的体积电阻率测试平均值见表2。

3 分析与讨论

为便于直观地分析刨花板的抗静电性

表2 刨花板体积电阻率统计表

板子编号	绝干密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	电阻率 (Ω·cm)	含水率 (%)	电阻率 (Ω·cm)	含水率 (%)	电阻率 (Ω·cm)
1*	0.73	4.95	1.36×10^{10}	7.97	5.93×10^8	11.13	1.23×10^7
2*	0.75	4.79	2.42×10^{10}	7.34	2.00×10^8	10.44	5.50×10^6
3*	0.74	4.99	1.04×10^9	7.78	1.35×10^8	10.90	$< 2 \times 10^6$
4*	0.76	4.88	8.38×10^8	7.44	1.35×10^8	10.80	$< 2 \times 10^6$
5*	0.76	4.65	2.83×10^8	7.51	3.42×10^7	10.72	$< 2 \times 10^6$
6*	0.63	5.39	7.05×10^{10}	8.35	2.14×10^9	11.25	6.19×10^7
7*	0.62	5.23	1.04×10^{10}	8.06	5.50×10^8	11.16	2.98×10^7
8*	0.62	5.11	3.53×10^9	9.00	6.28×10^7	11.26	$< 2 \times 10^6$
9*	0.65	4.97	5.83×10^8	7.50	7.80×10^7	10.68	$< 2 \times 10^6$

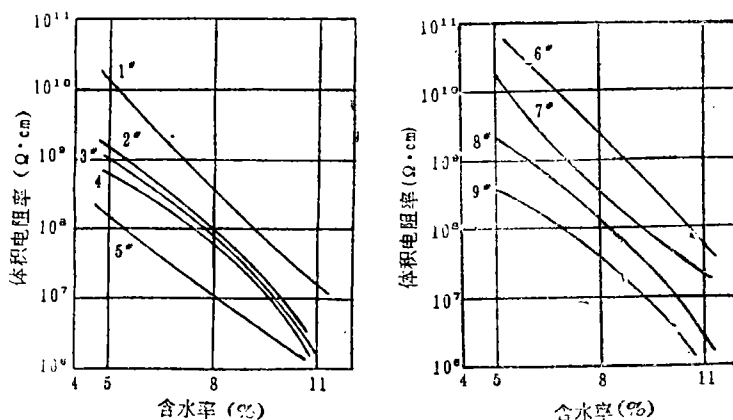
能, 将其测得的体积电阻率绘成图3。

3.1 添加剂与刨花板抗静电性能的关系

3.1.1 单一的铝粉、铜粉、石墨或甘油作为抗静电添加剂时, 刨花板抗静电性能增强的顺序依次为铝粉、铜粉、石墨、甘油, 见图3

(1), 其中以石墨或甘油为优。从导电机理分析则有不同。铝或铜都属自由电子导电, 但铜的电导率比铝

高, 粒度小, 所以在相同施加量的条件下, 加有铜粉的刨花板比加有铝粉的抗静电性能好。石墨分子结构中有未参加杂化的 $p\pi$ 电子, 故其导电仍源于自由电子。虽然石墨的电导率远不如铝或铜高, 但由于其特殊可滑动的层状分子结构, 且密度较低, 化学性质稳定, 故施于刨花表面后, 流动性好, 覆盖



(1) 平均绝干密度 0.75 g/cm^3

(2) 平均绝干密度 0.63 g/cm^3

图3 刨花板体积电阻变化趋势

面积较大, 使抗静电性能比加有铝粉或铜粉的刨花板好。甘油属有机物, 分子结构上有三个羟基, 可以从环境中吸附水分子而形成水分子膜。在甘油被喷于刨花表面后, 其抗静电性能源于吸附的水分子导电, 而不是自由电子导电。

3.1.2 抗静电剂SN属有机高分子链状结构

的表面活性剂,在刨花板含水率为5%~8%时单一施加,板材的体积电阻率下降了一个数量级,抗静电效果较好,见图3(2)中的7^{*}。其作用机理是链状结构中,一端为亲油基,另一端为亲水基,刨花板内部施加抗静电剂后,由于亲油基的疏水作用,会使其较多地吸附于刨花表面。而另一端的亲水基则背向刨花,在刨花表面形成一层亲水基,见图4。亲水基从周围环境中吸附微量水分子,形成单分子的水分子导电层^[7],使堆积的静电荷逃逸,刨花板因而具有抗静电性能。故这时刨花板的抗静电性仍源于抗静电剂SN吸附的水分子导电。当刨花板含水率较高时,刨花自身吸附水量较多,这时刨花板的抗静电性能主要源于刨花自身的吸附水,淹没了抗静电剂SN的作用。因而由抗静电剂SN引起的刨花板体积电阻率的下降效果不甚显著。

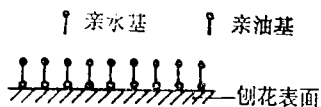


图4 抗静电剂的吸附

3.1.3 抗静电剂SN与石墨或甘油混加 在抗静电添加剂的施加量相同的条件下,抗静电剂SN与石墨或甘油混加,会使刨花板的抗静电性能大增。尤以混加甘油效果最显著,见图3(2),体积电阻率下降了约二个数量级。混加石墨时,刨花板抗静电性能源于石墨中的自由电子和抗静电剂吸附的水分子膜。混加甘油时则都源于吸附的水分子。

3.2 含水率对刨花板抗静电性能的影响

刨花板的含水率与其抗静电性能有着显著的正相关性(见图3)。含水率增高,刨花板体积电阻率下降迅速。含水率高于8%时,体积电阻率几乎都小于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ (见表2)。若以GB 7910—87“木质活动地板”为相关标准,对公称厚度20mm的板子,体积电阻 R_v 约为 $10^8 \Omega$ 。再考虑 R_v 与表面电阻 R_s 并联之后的系统电阻 R ,小于 $10^8 \Omega$,达

到了A级木质活动地板的电性能要求。因此,若刨花板具有较高的含水率,或间接地提高使用的环境湿度,都有利于刨花板达到良好的抗静电性能;含水率低于8%时,抗静电添加剂对降低刨花板体积电阻率效果明显,抗静电性能得以较好地改善。

3.3 密度对刨花板抗静电性能的影响

从图3可见,密度低的刨花板,体积电阻率较高,抗静电性能较差。为此,增加刨花板的密度,有利于抗静电性能的改善。密度较高时,刨花板压缩密实,抗静电添加剂的覆盖面积增加,导电性能也就增强。

4 结论

4.1 施加铝粉、铜粉、石墨或甘油,都有利于刨花板体积电阻率的下降,抗静电性能得以提高。

4.2 抗静电剂SN对刨花板抗静电性能的提高,效果较为显著。尤其当抗静电剂SN与石墨或甘油混加时效果更好,可使刨花板的体积电阻率下降约二个数量级。

4.3 刨花板的含水率对其抗静电性能有显著的影响,它们之间存在着很强的正相关性。

4.4 增加刨花板的密度,有利于抗静电性能的改善。

本文承阮锡根教授指正,谨志谢忱。

5 参考文献

- 1 Maloney T M. Processing tomorrow's wood composite. The 19th IUFRO World Congress, Division 5, Forest Products Research Montreal, Canada, 1990, 8: 280
- 2 成俊卿. 木材学. 中国林业出版社, 1987, 510~511
- 3 菅义夫著,《静电手册》翻译组译. 静电手册. 科学出版社, 1981, 585
- 4 New particleboard conducts electricity. Furniture Design & Manufacturing, 1987, (5): 44
- 5 倪尔翔. 电介质测量. 科学出版社, 1981, 39~46
- 6 李光远等. 测量绝缘材料的真实电阻值的方法. 物理, 1986, 15(2): 103~104
- 7 山西化工研究所. 塑料橡胶加工助剂. 化学工业出版社, 1983, 502~503

A Study on anti-static properties of particleboard

Fu Feng Hua Yukun

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract Particleboards will have different anti-static properties after spreading different kinds of agents onto particle surfaces. Some fundamentals have been analysed for removing static-charges in this article. The study shows that the volume resistivity of particleboard can be decreased about two orders of magnitude after anti-static agent SN spraying with graphite or glycerin. Thus it can be concluded that the anti-static property will be improved obviously. In addition, to some extent, this property will also be affected by the moisture content and the density of particleboard.

Keywords Static-charge, Anti-static agent, Volume resistivity, Particle-board

(上接第6页)

Studies on the bonding technology of veneers from three kinds of pine species and the improvement of bonding properties

Wang Jinlin

(The Research Institute of Wood Industry, CAF Beijing 100091)

Abstract Studies of the effect of veneer thickness, glue spread and wood extractives on bonding strength of plywood made from three kinds of pine species with UF, MUF adhesives were conducted. The effect of assembling pine and *Shorea negrosensis* veneers and adding a special additive on the improvement of bonding strength were also tested. The results indicated that the bonding strength of plywood from veneers of 1.5 and 2.0mm in thickness could meet or exceed the requirement of JAS for plywood for general use except that the plywood made of Laopine sapwood veneer with MUF adhesive. The bonding strength of plywood was decreased with the increase of veneer thickness. While increasing the glue spread within a certain range could improve the bonding strength. The bonding strength of pine plywood could be improved by assembling mixed wood species veneer and adding special additive.

Keywords Pine, Veneer, Wood extractive, Bonding strength, Assembling, Special additive