



李坚, 辽宁阜新, 东北林业大学教授, 中国工程院院士, 国际木材科学院院士。长期致力于木材学、木材保护学和生物质复合材料的教学与科学研究, 尤其是木材阻燃与防护技术、新型木质基复合材料与木材功能性改良技术、木材低碳高效加工与利用系列技术的研究。

卷首语

Foreword

科技导报 2013, 31(15)

创生新型木质基复合材料 实现低质材的高值利用

我国森林资源总量不足, 人均森林蓄积只有世界人均占有量的 $1/7$, 人均木材消耗量只占世界人均的 $1/3$ 。因此科学合理地加工和利用现有的木材资源极为重要。提高木材的耐久性、延长使用寿命、改良木材品质、提高利用价值, 这是国内外研究者十分关注的主题。其中, 创生新型木质基复合材料是实现低质材及其废弃物高效利用的有效途径之一。远瞻未来, 这有利于缓解木材短缺形势和助推我国林产业的创新发展, 意义重大。下面简述几种新型木质基复合材料的研究内涵与技术进展。

1) 木材-金属复合材料。木材-金属复合材料是将木材以某种形态与金属单元复合在一起形成的一种新型复合材料。物理法复合工艺是先对金属材料的表面进行活化处理, 然后制成木材纤维与金属纤维(或金属网、金属箔、金属粉)复合的中密度纤维板。其关键技术是解决木材与金属的界面相容性及金属的腐蚀问题。化学法复合工艺是利用定向的氧化-还原反应, 在木材表面沉积金属或合金镀层的过程, 该法也称之为化学镀或不通电镀。木材-金属复合材料具有很高的电磁屏蔽功能和抗静电功能。可广泛用于国家信息安全机构、驻外机构和高级人才住所等保密机构的建设, 银行、保险公司、通信公司等需要信息保密的商业机构的机房装修及大型精密仪器的保护等场所, 以防止信息泄露、电磁污染和电磁干扰, 保障国家安全、企业利益和人体健康。

2) 木材-聚合物复合材料。通常称其为木塑复合材(WPC)。20世纪60年代初期, 其加工过程是选择具有不饱和双键的单体注入实体木材, 然后采用辐射法、触媒加热法或其他方法, 使有机单体与木材组分产生接枝共聚或均聚物形成复合材料; 从20世纪90年代开始, 其研发重点是以木材等生物质纤维作为填充或增强材料, 以热塑性聚合物(包括废旧塑料)为基体, 经熔融挤出复合而制成木塑复合材料。这种新型材料兼有木材和塑料的双重优点, 与环境友好, 综合性能优越。加工过程中须解决以下关键技术: ① WPC专用生物质纤维的制备与改性技术; ② 用于高性能WPC的废旧塑料共混接枝改性技术; ③ WPC的纤维增强增韧技术。木塑复合材可广泛用作门、窗、地板、家具等建筑和装饰材料。有意义的是制造WPC的原料, 可以取之于木材加工剩余物和废弃塑料, 以此提高木材综合利用率, 减少“白色垃圾”对环境的污染。

3) 木材-无机纳米复合材。木材与无机纳米材料复合形成木质基无机纳米复合材。木材是一种天然有机高分子聚合物的复合体, 将无机物纳米粒子弥散于木材基体中的纳米复合材的制备方法主要有: 纳米微粒直接分散法、原位复合法、插层复合法、溶胶-凝胶法和分子自组装技术等等。选择具有不同特性的有机质调控的纳米粒子制备形成的木材-无机纳米复合材会产生许多新的、奇特的性能。譬如: 在木材与纳米碳酸钙复合时经不同的有机质控制可得到具有疏水、疏油、超疏水(油)的系列功能性材料; 通过溶胶-凝胶法制成的 SiO_2 、 TiO_2 的木材-无机纳米复合材具有良好的力学强度、阻燃性和尺寸稳定性; 在自然界中, 如柚木等名贵木材, 由于无机矿物质以纳米粒子的形式渗入木材基体中进行生物矿化和生理生化作用, 形成了天然的木材-无机纳米复合材, 使这类木材在树木生长过程中形成了美丽的材色和肌理、坚硬的材质和较高的耐久性。木材作为天然有机高分子材料与无机纳米材料复合形成的木质基无机纳米复合材, 不仅具有纳米材料的颗粒体相效应、表面效应等性质, 而且将无机物的刚性、尺寸稳定性、热稳定性与木材的韧性、加工性、介电性及独特的环境学特性融和为一体, 从而产生许多特异的性质。

4) 木质基废旧橡胶复合材料。我国每年所需的70%的天然橡胶和40%以上的合成橡胶均需进口, 而我国废旧轮胎等类物质的循环利用率仅为20%左右, 废而不用废旧轮胎、胶管、胶带、胶鞋等造成了严重的“黑色污染”。木质基-橡胶复合材料能够以小径木、间伐材和加工剩余物与废旧橡胶为原料, 选择适宜的胶粘剂和热压工艺参数而制造出木材刨花(木材纤维)-废旧橡胶复合材料, 其性能指标达到国家标准。制备这种新型复合材料的关键技术是要通过大量实验确定木材与橡胶的配伍及其热压成板时的最佳热压工艺参数。这种复合材料具有良好的防水、防腐、防静电、隔音、隔热和阻尼减震等多种性能, 用途广泛。

5) 新型多孔炭材料——木质陶瓷。以低质材料、废旧木材等木质材料为原料, 先经过预切割加工成一定形状, 然后用酚醛树脂浸渍, 隔氧高温烧结, 最后再进行磨削加工制得产品。这种材料具有多孔结构, 强重比高, 耐磨、耐腐、耐热和吸附性能好等诸多特点, 可做为房屋保温和取暖、吸附、抗摩擦和电磁屏蔽材料等。在加工过程中应注意的技术问题有: ① 在制造过程中要避免木材的变形和开裂; ② 高温烧结时避免试件的氧化烧失, 须采用氮气保护; ③ 产品性能与树脂浸渍量、烧结温度和升温速率关系密切, 因此采用均匀设计法优化得出相适宜的工艺参数。

木材可以各种不同的形态与各种不同的复合原料和复合方法制出种类繁多的木质基复合材料, 材料的特点和功能各异, 应根据用途需要来准确选择相应的复合材料。该领域的研究趋势是: 原材料由以木材为主逐步扩展到竹材、农作物秸秆等生物质; 产品性能向着功能性、智能性和综合性方向进展。

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)