

# 纳米复合材料 对绿色覆铜板的推动

(南美覆铜板厂有限公司广东南海 528231) 张家亮

**摘要** 本文综述了纳米复合材料在绿色覆铜板中的应用前景,介绍了纳米复合材料的阻燃机理、制备和性能,提出了纳米复合材料是覆铜板绿色化的必然选择。

**关键词** 覆铜板 绿色 纳米 复合材料

## IMPACT OF NANOCOMPOSITES ON ENVIRONMENT-FRIENDLY COPPER CLAD LAMINATES

ZHANG Jialiang

(Nanmei Copper Clad Laminate Factory Ltd., Nanhai Guangdong China, 528231)

**ABSTRACT** In the paper, the prospect of the nanocomposites used in environment-friendly copper clad laminates was reviewed. The flame-resistance mechanism, preparation and properties were introduced briefly. The nanocomposites are tendency of green copper clad laminates in the near future.

**KEY WORDS** copper clad laminate, environment-friendly, nanocomposite

### 1 前言

复合材料是由两种或两种以上物理和化学性质不同的物质组合而成的一种多相固体材料。在复合材料中,通常有一相为连续相,称为基体(matrix);另一相为分散相,称为增强材料(reinforcement)。分散相是以独立的相态分布在连续相中,且在两相之间存在着相界面(interphase)。虽然复合材料中各个组分保持着各自相对的独立性,但其性质却不是各个组分性能的简单加和,而是在保持各个组分材料的某些特点基础之上,具有组分间协同作用所产生的综合性能。随着复合材料的发展,越来越多、越来越先进的制造技术在向电子产品以及覆铜板制造业渗透,其中最引人注目的是纳米复合材料。纳米复合材料起始于20世纪80年代晚期,它是由两种或两种以上的固相至少在一维以纳米级大小(1~100nm)复合而成的复合材料。当纳米材料为分散相,有机聚合物为连续相时,便构成了聚合物基纳米复合材料。该复合材料与常规的无机填料/聚合物复合体系不同,由有机相与无机相在纳米尺寸范围内复合而成<sup>[1]</sup>。因分散相与连续相之间界面非常大,便产生了很强的界面相互作用,可能

出现较强的粘接性能而使界面模糊。对于聚合物/无机物纳米复合材料而言,不仅具有纳米材料的表面效应和量子尺寸效应等性质,而且将无机物的刚性、尺寸稳定性和热稳定性与聚合物的韧性、加工性及介电性能有机地结合在一起,从而表现出一系列的优异性能。如它们具有较常规聚合物/填料复合材料无法比拟的优点:密度小,力学强度高,吸气性和透气性低等,特别是这类材料的耐热性(普遍提高10~20℃)和阻燃性也大为提高。因此,以聚合物/无机物纳米复合材料作为阻燃材料不仅可达到很多材料所要求的阻燃等级,而且能够改善聚合物基材原有的性能。因而聚合物/无机物纳米复合材料开辟了阻燃高分子材料的新途径,是阻燃技术的革命<sup>[2~5]</sup>。纳米复合材料在绿色覆铜板中的应用具有非常广阔和诱人的发展前景<sup>[6~10]</sup>。

纳米复合材料的构成形式,概括起来有以下几种类型:0-0型,0-1型,0-2型,0-3型,1-3型,2-3型等主要形式<sup>[11]</sup>。

①0-0型复合,即不同成分、不同相或不同种类的纳米微粒复合而成的纳米固体或液体,通常采用原位压块、原位聚合、相转变、组合等方法实现。

②0-2型复合，即把纳米微粒分散到二维的纳米薄膜中，得到纳米复合薄膜材料。

③0-3型复合，即纳米微粒分散在常规固体粉体中，这是聚合物基纳米复合材料制备的主要方法之一。

④1-3型复合，主要是纳米碳管、纳米晶须或纤维与常规聚合物粉体的复合，对聚合物的增强有特别明显的作用。

⑤2-3型复合，无机纳米片体与聚合物粉体或聚合物前驱体的复合，主要体现在插层纳米复合材料的合成。

## 2 纳米复合材料的阻燃机理

### 2.1 纳米材料的基本特性

绿色纳米覆铜板的综合性能的提高是由纳米材料的基本性质决定的<sup>[12]</sup>。

#### 一、小尺寸效应

小尺寸效应又称体积效应，当纳米粒子的尺寸与传导电子的德布罗意波长以及超导态的相干波长等物理尺寸相当或更小时，其周期性的边界条件被破坏，光吸收、电磁、化学活性、催化等性质和普通材料相比发生很大变化，这就是纳米粒子的小尺寸效应。纳米粒子的小尺寸效应不仅大大扩充了材料的物理、化学特性范围，而且为实用化拓宽了新的领域。

#### 二、表面效应

纳米微粒尺寸小，表面能高，位于表面的原子占相当的比例。由于表面原子数增多，原子配位不足及高的表面能，使这些表面原子具有高的活性，因此极不稳定，很容易与其他原子结合。通常以表面积与体积之比值称为比表面积，颗粒尺寸越小，比表面积越大(见表1)。比表面积( $S_w$ )与粒子平均粒径(D)的关系为：

$$S_w = k' \rho D$$

式中：k 为形状因子； $\rho$  为粒子的理论密度

表1 纳米微粒尺寸与表面原子数的关系

纳米微粒尺寸 (nm)	总原子数	表面原子数所 占比例(%)
10	$3 \times 10^4$	20
4	$4 \times 10^3$	40
2	$2.5 \times 10^2$	80
1	30	99

从上表可以看出，随着粒子半径的减少，表面原子数迅速增加。这是由于粒径减少，表面积急剧变大所致。由于表面原子数的增加，表面原子周围缺少相邻的原子，具有不饱和性质，大大增加了纳米粒子的化学活性，使其在催化、吸附等方面具有常规材料无法比拟的优越性。

#### 三、宏观量子隧道效应

微观粒子具有贯穿势垒的能力称为隧道效应。纳米粒子的磁化强度等也具有隧道效应，它们可以穿越宏观系统的势垒而产生变化，这被称为纳米粒子的隧道效应。它的研究对基础研究及实际应用都具有重要意义。它限定了磁盘等对信息存储的极限，确定了现代微电子器件进一步微型化的极限。

正因为如此，聚合物/纳米复合材料除了具有优异的刚度、强度等力学性能外，同时还具有良好的气体阻隔性、热稳定性，一些纳米复合材料还具有阻燃自熄性！这对绿色覆铜板的研究开发有着非常重要的意义。

### 2.2 纳米化绿色覆铜板的阻燃机理分析

在纳米复合材料中，聚合物/层状硅酸盐(LS)纳米复合材料是目前研究最多、也是最有希望工业化的聚合物/无机纳米复合材料。聚合物/LS 纳米复合材料 (PSN) 主要的制备方法有溶胶-凝胶法、共混法和插层法等，其中研究最多的是插层复合法。聚合物的燃烧是通过两相起作用的，即气相和凝聚相<sup>[13]</sup>。因此，聚合物的阻燃方式也分为气相阻燃和凝聚相阻燃，这两种阻燃方式都是为了减少或阻止燃烧过程中聚合物发生氧化反应或物理变化的速率，达到阻燃目的。

气相阻燃机理有化学和物理两个过程：一是物理过程，燃烧过程中产生大量不燃性挥发物，对产生的可燃性挥发物起稀释作用，同时降低聚合物表面的热量；二是化学过程，捕捉活性大的自由基 HO· 和 H·，从而阻止自由基的增长过程而达到阻燃。

凝聚相的阻燃机理包括降低聚合物的降解速率或者改变聚合物的降解机理，从而减少可燃性气体的产生，也包括物理和化学两个过程。其中物理过程是添加阻燃剂，吸收大量的热量，从而降低聚合物表面的热量；此外，还可以在聚合物表面形成保护层，隔绝空气和热传递。而化学过程是改变聚合物的降解途径，诱导其表面结炭，从而减少可燃性挥发物的产生。

从实验结果得到，纳米复合材料阻燃性的提高

本文共6页，欲获取全文，请点击链接<http://www.cqvip.com/QK/85177X/200303/7894163.html>，并在打开的页面中点击文章题目下面的“[查看全文](#)”按钮查看全文，您也可以登录维普官网（<http://www.cqvip.com>）搜索更多相关论文。