

超细滑石粉改性 MC 尼龙的研究

叶邦格 姜 俊 胡 萍 孙向东 张慧波

(宁波职业技术学院, 宁波 315800)

摘要 考察了超细滑石粉对 MC 尼龙复合材料物理力学性能的影响。结果表明,滑石粉与 MC 尼龙复合,显著地改善了制品的收缩率、吸水率,热变形温度提高 24℃。制品具有填料分布均匀、外观光泽优良等优点。同时,加入滑石粉还可以降低 MC 尼龙制品的成本。硅烷偶联剂可以增加滑石粉与 MC 尼龙基体的相容性,使复合材料的冲击强度较 MC 尼龙提高 11%。

关键词 MC 尼龙 超细滑石粉 己内酰胺 硅烷偶联剂 改性

MC 尼龙,也称浇铸尼龙,由于其生产工艺过程短,工艺简单,且材料具有优异的力学性能、良好的冲击韧性和耐磨性,以及自润滑性好等特点,被广泛应用于机械、纺织、石化及国防工业等领域作为耐磨、减摩材料。但普通 MC 尼龙存在弹性模量较高、低温韧性较差、尺寸稳定性不好等缺点;在高负荷条件下使用的零件,其耐磨性、自润滑性欠佳,磨损率较大;而在要求耐冲击或抗静电或阻燃等的场合,MC 尼龙制品的使用也常常受到限制^[1,2]。因此人们通常通过添加各种填料来提高 MC 尼龙制品的刚性、尺寸稳定性、耐磨性、绝缘性及降低成本等^[3~5]。

在无机填料中,滑石粉的硬度最低。随着粉碎技术的发展,超细滑石粉的良好填充性能越来越得到人们的重视。填料粒径是影响填充效果的一个重要因素。一般大粒径粒子尽管能提高体系的硬度和刚性,却损害了强度和韧性。随着粒径的减小,粒子的比表面积增大,粒子与基体的接触面积增大,当材料受到冲击时能产生更多的屈服,吸收更多的冲击能^[6]。超细滑石粉(以下简称滑石粉)的主要化学成分是硅、铝、镁等的复合盐。由于滑石粉中含铁等杂质极微,白度高,且有较低的折光指数,粒径小且分布均匀,因而添加适量滑石粉的高聚物仍能呈现出良好的半透明性和外观色泽。笔者在 MC 尼龙聚合时加入滑石粉进行改性,研究了制备滑石粉改性 MC 尼龙复合材料的工艺及其力学性能和热性能等。结果表明,经硅烷偶联剂处理的滑石粉改性效果明显优于未处理的滑石粉,且滑石粉粒子在 MC 尼龙中分散较均匀,可使 MC 尼龙的断裂伸长率和冲击强度都有较大的提高。

1 实验部分

1.1 主要原材料

超细滑石粉:平均粒径 3.0 μm,海城市精华微

粉厂;

己内酰胺:工业级,德国道默有限公司;

甲苯二异氰酸酯(TDI):上海试剂一厂;

甲醇钠:上海试剂一厂。

1.2 主要设备

磁力加热搅拌机:79-1 型,杭州蓝天化验仪器厂;

己内酰胺真空脱水装置^[7]:自制;

真空泵:ZY7124 型,浙江奉化立新机电厂;

恒温鼓风干燥箱:ZJ1013 型,浙江诸暨市实验仪器厂;

箱式电阻炉: SX2-4-10 型,浙江省嘉兴市新塍东成仪器厂。

1.3 滑石粉的预处理

将 KH-550 按滑石粉用量的 1% 配制成无水乙醇溶液,加入滑石粉中用磁力加热搅拌机搅拌 30 min,取出晾干,再放到 120℃ 的烘箱中干燥 1 h,备用。

1.4 试样制备

制备滑石粉改性 MC 尼龙的工艺流程见图 1。

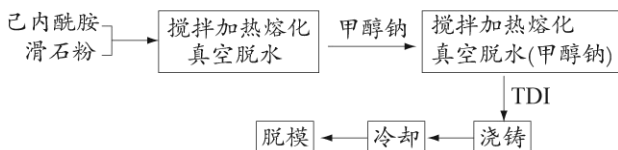


图 1 滑石粉改性 MC 尼龙合成的工艺流程

将一定量的己内酰胺和滑石粉加入反应器中,开启真空泵减压搅拌加热熔融,在 120~140℃ 下脱水 10~15 min;然后解除真空,加入催化剂甲醇钠,在真空下反应,待熔体温度加热至 140℃ 左右,维持 10~20 min;解除真空后,迅速加入配比量的助催化

剂 TDI, 搅拌均匀, 浇注入已预热至 170℃ 的模具中, 在 170℃ 恒温干燥箱中聚合 25 ~30 min, 冷却后脱模, 即得到滑石粉改性 MC 尼龙制品, 经后加工制成各种试样。

1.5 性能测试

将 MC 尼龙碎片置于称量瓶中, 在 150℃ 恒温干燥至恒重 G_0 后, 置于索式抽提器中, 以蒸馏水为溶剂抽提 7 h, 取出样品再在 150℃ 下恒温干燥至恒重 G_1 , 计算转化率^[8]:

转化率 = $\frac{G_1}{G_0} \times 100\%$

- 吸水性按 GB/T 1034 - 1998 测试;
- 密度按 GB/T 1033 - 1986 测试;
- 拉伸强度按 GB/T 1040 - 1992 测试;
- 弯曲强度按 GB/T 1042 - 1979 测试;
- 冲击强度按 GB/T 1043 - 1993 测试;
- 断裂伸长率按 GB/T 1040 - 1992 测试;
- 热变形温度按 GB/T 1634 - 1979 测试;
- 磨损性能按 GB/T 3960 - 1989 测试;
- 填料含量按 GB/T 2577 - 1989 测定。

2 结果与讨论

2.1 滑石粉在 MC 尼龙中垂直分布状况

滑石粉的分散状况对 MC 尼龙质量影响较大。如果其分布不均匀, 易使 MC 尼龙制品变形, 尺寸稳定性差, 还会导致 MC 尼龙各部分性能差异。为此, 笔者测定了滑石粉在 MC 尼龙中的垂直分布状况。采取静态浇铸工艺制取 20 mm × 220 mm 的 MC 尼龙棒。自下而上在 50、130、210 mm 附近取样, 分析 MC 尼龙中的填料含量, 其结果见表 1。

表 1 滑石粉在 MC 尼龙中垂直分布状况

项目	取样位置/mm		
	50	120	210
填料含量/%	8.74	8.62	8.46

注: 添加 10% 的滑石粉。

从表 1 可看出, 添加 10% 的滑石粉在 MC 尼龙棒中时, 各取样点的填料含量接近, 说明滑石粉垂直分布状况良好, 因此添加 10% 的滑石粉比较适合选定的工艺。

2.2 滑石粉改性 MC 尼龙与 MC 尼龙力学性能对比

为了使滑石粉改性 MC 尼龙的性能具有可比性, 采用相同的工艺制作了 MC 尼龙试样。表 2 为滑石粉改性 MC 尼龙与 MC 尼龙的力学性能比较。

由表 2 可以看出, 经偶联剂处理的滑石粉改性

表 2 滑石粉改性 MC 尼龙与 MC 尼龙的力学性能比较

项目	滑石粉改性 MC 尼龙	经偶联剂处理的滑石粉改性 MC 尼龙	MC 尼龙
拉伸强度/MPa	56.8	59.4	61.8
弯曲强度/MPa	93.2	100.6	134.9
断裂伸长率/%	2.8	6.3	17.8
冲击强度/ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	87.3	105.6	95.0

MC 尼龙的各项力学性能均优于未经处理的滑石粉改性 MC 尼龙, 较 MC 尼龙冲击强度提高 11%, 拉伸强度保留率为 96%。虽然断裂伸长率、弯曲强度较 MC 尼龙分别下降 65% 和 25.4%, 但下降幅度均小于滑石粉改性 MC 尼龙。

2.3 物理性能对比

MC 尼龙中加入经偶联剂处理的滑石粉不仅能减少己内酰胺的用量, 显著降低成本, 而且硬度、耐热性明显提高, 吸水率和收缩率降低。表 3 列出了经偶联剂处理的滑石粉改性 MC 尼龙与 MC 尼龙的主要物理性能。

表 3 改性 MC 尼龙与 MC 尼龙主要物理性能比较

项目	经偶联剂处理的滑石粉改性 MC 尼龙	MC 尼龙
产品颜色	乳白	淡黄
密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1.18	1.15
吸水率/%	0.34	0.63
尺寸稳定性	较好	较差
收缩率	较小	较大
热变形温度/ $^{\circ}\text{C}$ (1.82 MPa)	174	150
单体转化率/%	99.4	97.3

从表 3 可知, 滑石粉改性 MC 尼龙的热变形温度较 MC 尼龙提高 24℃, 单体转化率提高 2.1%, 吸水率降低 50% 以上, 同时尺寸稳定性较好。这些特性有利于制件尺寸精度、使用寿命的改善。

3 结论

(1) 超细滑石粉在 MC 尼龙中添加量达到 10% 时, 制品具有填料分布均匀、颜色浅、外观光泽等优点。

(2) 滑石粉改性 MC 尼龙的单体转化率、吸水性、收缩率和尺寸稳定性都得到较大改善。

(3) 经偶联剂处理的滑石粉改性 MC 尼龙的各项力学性能均优于未处理的滑石粉改性 MC 尼龙, 其冲击强度较 MC 尼龙提高了 11%, 热变形温度提高 24℃, 所以在制备滑石粉改性 MC 尼龙时可用偶联剂 KH-550 对滑石粉进行活化处理。

(4) 滑石粉是一种 MC 尼龙良好的改性填料。在不改变原有工艺的前提下, 对 MC 尼龙制品有降低成本的优势, 能给企业带来经济效益。

参考文献

- 1 张琴,盛兆碧. MC 尼龙/蒙脱土复合材料的制备与性能. 工程塑料应用, 1999, 27(11): 9
- 2 孙向东,孙旭东,张慧波. MC 尼龙改性研究的新进展. 工程塑料应用, 2003, 31(2): 59
- 3 张吉林. MC 尼龙改性研究进展. 工程塑料应用, 1998, 26(1): 28
- 4 王新华,张清,应特志,等. 六甲基磷酰三胺增韧改性 MC 尼龙. 工程塑料应用, 1996, 24(3): 5
- 5 刘学禄,傅世昭,王青思,等. 改性 MC 尼龙管道的制备与应用. 工程塑料应用, 1998, 26(5): 14
- 6 唐卫华,金日光. 我国刚性粒子增韧 HDPE 的研究进展. 现代塑料加工应用, 2001(2): 61
- 7 杨桂生. MC 尼龙合成、改性及形态: [博士论文]. 北京: 中国科学院化学研究所, 1990.
- 8 王小红,赵东. 增强耐磨改性尼龙的研制. 塑料工业, 1995, 23(6): 5

RESEARCH ON THE MODIFICATION OF MC NYLON WITH ULTRAFINE TALC POWDER

Ye Bangge, Jiang Jun, Hu Ping, Sun Xiangdong, Zhang Huibo

(Ningbo Professional and Technical College, Ningbo 315800, China)

ABSTRACT The effect of ultrafine talc powder on the mechanical properties of ultrafine talc powder reinforced MC nylon composite are respectively studied. The results show that compounding of MC nylon and talc power can improve product shrinkage, water absorption, and the heat distortion temperature is increased by 24 °C. The filler distributes uniformly in the composite and products prepared from the composite exhibit excellent outlook brightness. At the same time, the addition of ultrafine talc powder can also reduce product cost. Silane coupling agent may improve the interaction between the filler and resin, and the impact strength of the composite is 11% higher than that of MC nylon.

KEYWORDS MC nylon, ultrafine talc power, caprolactam, silane coupling agent, modification

欢迎订阅《塑料工业》杂志

《塑料工业》创刊于 1970 年,是国内外公开发行的中央级专业技术期刊,全国中文核心期刊,美国化学文摘(CA)收录核心期刊,中国科学引文数据库来源期刊。

《塑料工业》以促进塑料工业的发展,提供最前沿的相关技术与最新信息,准确报道国内外塑料工业的发展趋势为办刊宗旨,全面、快速、翔实地报道有关塑料原料,塑料改性,相关助剂,成型加工,合成工艺,新技术,新产品的生产及应用等领域的技术动态及发展方向,每年提供一篇有关国外塑料工业发展的最新动态的文章。

《塑料工业》每期刊载数十页印刷精美,信息丰富的彩色、黑白广告,为各企业和科研院所进一步实现科技成果产业化架起了一座桥梁。

《塑料工业》为月刊,每月 20 日出版,国内邮发代号 62-71,全国各地邮局均可订阅,也可直接汇款至我刊编辑部订阅,定价 10 元/本,全年定价 120 元。

地址:四川省成都市人民南路四段 30 号 邮编:610041 电话:028-85570801,85558516 传真:028-85562962

网址:www.plast-ind.com.cn E-mail:office@plast-ind.com.cn

《中国塑料》征订启事

《中国塑料》是经国家科委和国家新闻出版署批准出版的全国性(中央级)科学技术期刊,国内外公开发行,由中国塑料加工工业协会、轻工业塑料加工应用研究所主办。属全国中文核心期刊,中国科技论文统计与分析源期刊,美国化学文摘(CA)收录核心期刊。

《中国塑料》以推动塑料工业的科技进步和发展为己任,准确报道国内外塑料工业的发展趋势,及时反映塑料工业的发展动态,注重创造性、新颖性、实践性、可靠性;以学术水平高,内容丰富为特争,得到了广大读者的充分肯定。主要栏目:综述、材料与性能、加工与应用、助剂、标准与测试、机械与模具等。围绕塑料工业发展这一主题,兼顾不同层次读者的需求,成为在行业中最有影响的杂志之一。

《中国塑料》为月刊,每月 26 日出版,全国统一刊号:CN11-1846,国内邮发代号:82-371/TQ,全国各地邮局均可订阅,逾期可直接向本刊发行部订阅;2005 年定价 16 元/期,全年 12 期,共计 192 元。国外读者请向中国国际图书贸易总公司订阅,代码: M4125 地址:北京市车公庄西路 35 号(邮编:100044)

我刊地址:北京阜成路 11 号《中国塑料》杂志社 邮编:100037

联系电话:(010) 68985253 68987902 传真:(010) 68987902 68983106

http://www.plaschina.com.cn E-mail:chinplas@public.bta.net.cn

开户银行:中国工商银行北京公主坟支行

开户名称:轻工业塑料加工应用研究所 帐号:02000046090088031-32