

# 碳纤维与玻璃纤维混合短纤维/NBR 复合材料性能研究

杨雪梅, 关长斌

(燕山大学 材料科学与化学工程学院, 河北 秦皇岛 066004)

**摘要:** 对碳纤维与玻璃纤维混合短纤维/NBR复合材料的性能进行了研究。结果表明, 碳纤维与玻璃纤维混合短纤维在NBR中的分布是随机的, 且相互搭接, 形成骨架; 加入碳纤维与玻璃纤维混合短纤维可以使NBR的硬度增大, 耐热性、耐油性和抗蠕变性能得到改善。

**关键词:** 碳纤维; 玻璃纤维; 短纤维; NBR; 复合材料; 耐油性能; 耐热性能

**中图分类号:** TQ333.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2001)03-0142-03

虽然石棉增强橡胶以其价廉、耐高温、抗压性能和工艺性能优异而得到了广泛的应用, 但石棉是公认的致癌物质, 因此寻找石棉的替代品已成为密封制品行业的迫切任务。

碳纤维具有比模量和比强度高特点, 可直接用作耐腐蚀性气体和液体的高温绝缘材料, 但其价格昂贵, 不利于工业化推广应用; 玻璃纤维的模量和强度比碳纤维低, 但扯断伸长率比碳纤维高, 且资源丰富、价格低廉, 因此将碳纤维与玻璃纤维混合使用, 不仅可以使两者的性能互补, 而且可以降低原材料成本。

本工作采用干法混炼工艺, 将碳纤维与玻璃纤维混合短纤维(CGF)加入到NBR中, 制备出CGF/NBR复合材料, 并对其物理性能进行了研究, 现将具体情况介绍如下。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

碳纤维, 吉林炭素厂产品; 玻璃纤维, 秦皇岛耀华玻璃钢厂产品; NBR, 牌号为NBR-26, 兰州化学工业公司产品。

基金项目: 原机械工业部发展基金资助项目(95ZA0607)

作者简介: 杨雪梅(1964), 女, 河北丰润县人, 燕山大学材料科学与化学工程学院工程师, 学士, 主要从事无机材料和复合材料方面的研究工作。

### 1.2 基本配方

CGF/NBR复合材料的基本配方为: NBR 100; 过氧化二异丙苯 1.2; 促进剂 1.1; 氧化锌 8.0; 防老剂 2.0; 硬脂酸 1.0; 炭黑 90; 低温增强剂 10; 硫黄 1.2; CGF 92.2 (CGF在复合材料中的体积分数为0.2) 或 246.2 (CGF在复合材料中的体积分数为0.4)。

硫化条件为:  $140^{\circ}\text{C} \times 20 \text{ min}$ 。

### 1.3 复合材料的制备

将碳纤维和玻璃纤维长丝切成长度为2 cm的短纤维, 并以5/7的比例进行混合, 采用干法混炼工艺制备CGF/NBR复合材料, 其工艺流程见图1。

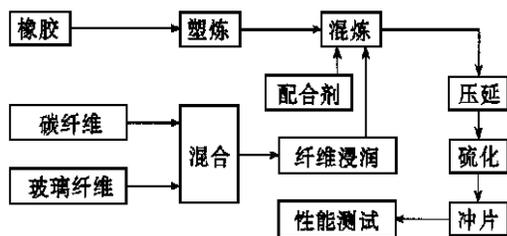


图1 CGF/NBR复合材料制备工艺流程

### 1.4 性能测试

(1) 采用扫描电子显微镜(SEM)观察CGF在复合材料中的分布及复合材料断裂面形貌。

(2) 采用LCP-1型差热膨胀仪测定复合材料的软化温度。

(3) 采用改进的洛氏硬度计测定复合材料

的压缩蠕变, 试验条件: 应力 1.5 kN, 室温。

(4) 采用 XL-50A 型拉力仪测定复合材料的拉伸强度。

(5) 将试样分别置于盛有汽油和润滑油的容器内, 在室温下对容器进行密封, 放置 24 h 后, 将试样取出, 用滤纸擦去试样表面的液体, 放置 3 min, 并在 30 s 内测定试样的质量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 CGF 在复合材料中的分布

CGF 在复合材料中的分布见图 2。



图 2 CGF 在复合材料中的分布

从图 2 可以看出, CGF 在复合材料中的分布是随机的, 且相互搭接, 形成骨架。随 CGF 用量的增大, 其在基体中的搭接点增多, 纤维骨架作用增强。由于碳纤维具有自润滑性, 因此可提高复合材料的耐磨性并延长制品的使用寿命。

### 2.2 CGF 对复合材料物理性能的影响

CGF 对复合材料物理性能的影响见表 1。

从表 1 可以看出, 复合材料的硬度随 CGF

表 1 CGF 对复合材料物理性能的影响

性能	CGF 用量/份		
	0	92.2	246.2
邵尔 A 型硬度/度	70	92	95
拉伸强度/MPa	18	9	7
软化温度/℃	226	240	281
浸油后质量变化率/%			
汽油	14.5	13.1	12.0
润滑油	2.17	1.47	0.95
蠕变/%	19.1	10.3	7.1

用量的增大而增大。碳纤维和玻璃纤维均为刚性材料, 对提高复合材料的硬度有很大贡献。

复合材料断裂面的 SEM 照片见图 3。

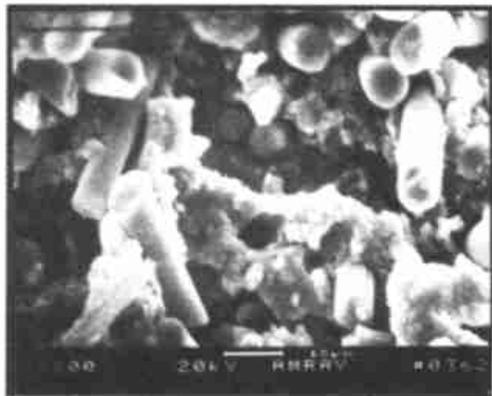


图 3 复合材料断裂面 SEM 照片

从图 3 可以看出, 试样断裂面表面有大量纤维被拔出, 纤维断面平整, 无断裂现象, 同时纤维表面粘附少量的橡胶, 因此试样在断裂过程中并未发生 CGF 的断裂, 而基体胶料与纤维界面发生了破坏。

复合材料试样的拉伸强度随 CGF 用量的增大而减小。由于 CGF 的表面光滑, 与基体的粘性较差, 不仅不能起增强作用, 反而成了基体的缺陷, 使试样拉伸强度下降; 另一方面, 在混炼过程中, CGF 发生了严重的断裂, 导致长径比下降, 因此影响了复合材料的拉伸强度。

虽然, 加入 CGF 使复合材料的拉伸强度减小, 但当 CGF 用量为 92.2 份时, 试样的拉伸强度达到 9 MPa, 若制成密封制品, 由于使用环境不承受压力作用, 对拉伸强度的要求也不高, 因此可以满足技术要求。

复合材料的耐油性随 CGF 用量的增大而提高。其原因在于, 当试样在汽油和润滑油中浸泡时, 橡胶分子将产生溶胀现象, 而 CGF 作为骨架材料在橡胶中呈网状结构, 可以阻碍橡胶分子的溶胀, CGF 的用量越大, 阻碍作用越强, 从而提高复合材料的耐油性。

复合材料的耐热性随 CGF 用量的增大而提高。其原因在于, 当试样受热时, CGF 的耐热性远高于橡胶, 因此 CGF 用量增大, 则可提高复合材料的耐热性, 从而延长制品在高温下

的使用寿命。

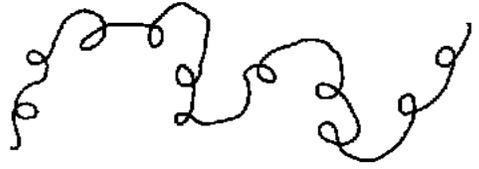
复合材料的抗蠕变性能随 CGF 用量的增大而提高。试样受力前后分子卷曲情况见图 4。

从图 4(a)和(b)可以看出,CGF 的加入,对橡胶分子的卷曲和位移起到了很好的阻碍作用,因此可以提高提橡胶制品的尺寸稳定性和持久性。

### 3 结论

(1)加入 CGF 可使复合材料的硬度增大,且耐磨性提高,但影响拉伸强度,因此用量不宜过大。

(2)复合材料的耐热性、耐油性和抗蠕变性能均随 CGF 用量的增大而得到改善。



(a) 试样受力前



(b) 试样受力后

图 4 试样受力前后的分子卷曲状态

收稿日期: 2000-10-28

# 中国国际转包生产贸易展览会

## China International Industrial Subcontracting Trade Exhibition

工业转包生产是组织现代化工业生产的有效方法。国际转包生产贸易的发展有利于促进发展中国家积累资金,引进外资,调整产业结构,繁荣地区经济及提高机电产品零部件的国产化水平。

目前,我国在机械、电子、电气、汽车制造、航空航天、船舶制造及金属、橡胶、合成材料等工业领域已具有相当实力。20多年来,我国出口加工贸易、协作生产等国际转包生产贸易已获得巨大发展,对扩大我国进出口贸易作出了重要贡献。

经济全球化与跨国公司的迅速发展,极大地推动了国际转包生产贸易。最近各大媒体相继报道了“爱立信公司退出手机生产领域”的有关消息,实际上是爱立信公司用国际转包生产的方法分散其生产能力,它反映了当前国际产业分工和国际贸易的趋势。联合国工业发展组织即是国际上促进转包生产的权威机构,该机构顺应社会发展趋势,致力于促进国际转包生产贸易来扶持发展中国家中小企业的发展,使其引进先进制造技术和工艺设备,组织专业化、自动化生产、提高产品质量和档次,扩大出口及替代进口,从而促进该地区以至该国家经济的发展。

我国经济主管部门对出口加工贸易等国际转包生产贸易一贯十分重视,并在政策上给予支持。机械行业有关部门也已把机械零部件确定为特定振兴产品。“入世”以后,国际转包生产贸易将会出现更好的发展前景。

中国贸促会航空行业分会和机械行业分会定于今年9月在北京举办中国国际转包生产贸易展览会,得到了国家经济贸易委员会、中国国际贸易促进委员会、国家机械工业局、国家质量技术监督局、中国航空工业第一集团公司及第二集团公司的全力支持,在国际上得到了联合国工业发展组织的支持,并有许多重要机构和协会作为协办单位。这是一项符合当前工业经济发展的有远见卓识的举措,相信一定会得到海内外制造厂商、商贸公司及贸促机构的重视和支持。

主办单位已收到部分采购意向,如欲了解详情,请向中航国际展览有限公司查询:

展览会网址: <http://subcontract.chinamet.com> E-mail: [avicexhi@public.flmet.cn.net](mailto:avicexhi@public.flmet.cn.net)

联系电话: (010)65670338/65672524 传真: (010)65687575