

钛酸钾晶须在环氧树脂中的应用研究

刘琳 赵磊 李琳

(同济大学材料科学与工程学院,上海 200092)

摘要 采用两种方法制备了钛酸钾晶须(简称“晶须”)改性环氧树脂(EP)复合材料。考察了晶须含量、偶联剂种类、制备方法对复合材料拉伸性能、弯曲性能和冲击性能的影响,并用扫描电子显微镜观察了纯EP及EP/晶须复合材料断面的形态结构。结果表明,晶须能较好地分散于EP基体中,起到增强增韧的效果。

关键词 钛酸钾晶须 环氧树脂 硅烷偶联剂 力学性能

钛酸钾晶须是一种新型高性能复合材料增强体,它具有较大的长径比,以相对低廉的价格和优良的性能逐渐受到研究者的重视^[1]。作为高分子材料的增强增韧剂,钛酸钾晶须除能明显提高材料的力学性能外,也能改善材料的耐磨、防滑及尺寸稳定性等性能,此外,由于其硬度较低,对成型加工设备与模具的损伤也较小。目前,钛酸钾晶须已被广泛应用于聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、尼龙(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚醚砜(PESU)、聚四氟乙烯(PTFE)及橡胶等的增强^[2-3]。有关钛酸钾晶须的研究主要针对热塑性树脂较多,而用来增强热固性树脂的研究较少。因此,笔者对钛酸钾晶须在环氧树脂(EP)中的应用效果进行了实验研究。

1 实验部分

1.1 主要原料

钛酸钾晶须:工业品,上海晶链冶金材料科技有限公司;

双酚A型EP:E-51,工业品,上海新华树脂厂;

偶联剂: γ -氨丙基三乙氧基硅烷(KH-550)、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷(KH-560),工业品,上海业昊化工有限公司。

1.2 主要仪器

冲击试验机:XCJ-50 CHARPY型,河北承德试验机总厂;

电子拉力试验机:DXLL-5000型,上海德杰仪器设备有限公司;

扫描电子显微镜(SEM):S-2360N型,日本日立公司;

场发射环境SEM:Quanta 200 FEG型,美国FEI公司;

红外光谱(IR)仪:Equinox/Hyperion2000型,德国Bruker光谱仪器公司。

1.3 试样制备

(1) 方法 I

将一定量的硅烷偶联剂加入酸化的丙酮溶液中,在超声振荡作用下使其完全混溶,然后缓慢加入一定量的钛酸钾晶须(以下简称“晶须”),搅拌脱出大部分溶剂后,置于80℃的烘箱中烘干。根据文献[4],硅烷偶联剂与晶须的质量比为2:100(下同)。将经表面处理的晶须和固化剂4,4'-二氨基二苯甲烷按一定比例加入EP中,搅拌均匀后,在70℃真空烘箱中脱泡后注入模具中。将模具放入烘箱中按80℃/2 h + 150℃/3 h工艺进行固化,脱模后制得EP/晶须复合材料试样。

(2) 方法 II

将适量的晶须缓慢加入预热至80℃的EP中,进行搅拌使之分散,加入硅烷偶联剂,搅拌3 h,超声分散10~20 min后,再加入固化剂4,4'-二氨基二苯甲烷,待超声分散均匀后置于70℃真空烘箱中脱泡,待气泡消失后注入模具中,抽真空15~20 min,取出模具置于烘箱中按80℃/2 h + 150℃/3 h工艺进行固化,脱模后制得EP/晶须复合材料试样。

1.4 性能测试

力学性能:冲击强度按GB/T 1043-1996测试;拉伸性能按GB/T 1040-1992测试;弯曲性能按GB/T 9341-2000测试。

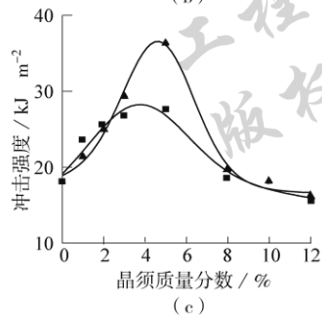
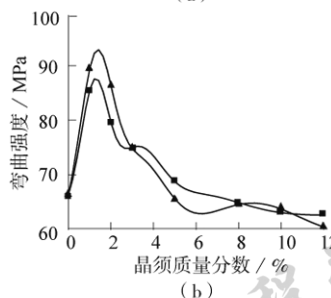
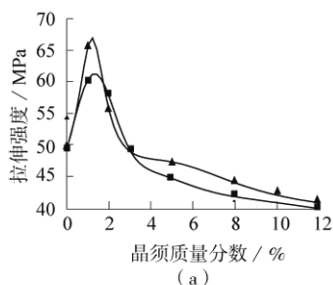
微观形貌:将试样脆断,断面经喷金处理,用SEM观察并拍照。

2 结果与讨论

2.1 晶须含量对复合材料力学性能的影响

晶须与基体EP之间存在界面,通过界面区使基体与增强材料形成一个整体,并通过它传递应力。若基体与增强材料的润湿性不好,界面胶接不完全,

那么应力的传递面仅为增强材料总面积的一部分^[5]。为了使复合材料内部能均匀地传递应力, 显示优异的性能, 笔者采用 KH-550、KH-560 两种硅烷偶联剂对晶须进行表面处理, 来加强晶须和 EP 基体之间的连接作用。图 1 示出晶须含量对方法 I 制备的 EP/晶须复合材料力学性能的影响。



▲—KH-560; ■—KH-550
a—拉伸强度; b—弯曲强度; c—冲击强度

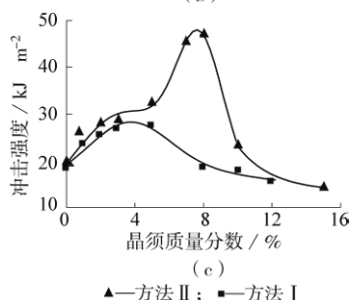
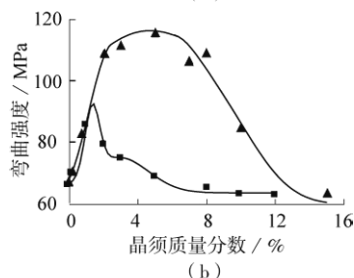
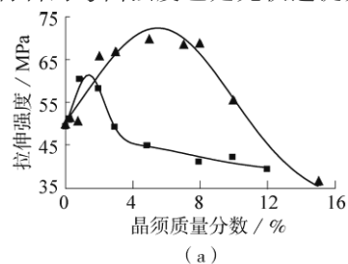
图 1 晶须含量对 EP/晶须复合材料力学性能的影响

由图 1 可知, 无论是用 KH-550 还是用 KH-560 对晶须进行表面处理, 加入少量的晶须就可明显地提高复合材料的力学性能。随着晶须含量的增加, 复合材料的拉伸强度、弯曲强度和冲击强度都呈现先上升后下降的趋势, 其中晶须质量分数为 1% 时材料的拉伸强度和弯曲强度均出现最大值, 而后, 材料的拉伸强度和弯曲强度随晶须含量的增加而快速下降, 当晶须质量分数为 5% 时, 其拉伸强度和弯曲强度的下降非常明显, 已经低于纯 EP 的性能。EP 的力学性能与晶须分散状况有很大关系, 由于未固化时胶液的粘度很低, 当晶须含量不太大时, 晶须容易在其中分散, 所得材料的性能也较好; 而当

晶须含量较大时, 胶液的粘度增大, 浸润性变差, 使晶须难以均匀分散而出现团聚现象, 易产生缺陷, 从而影响材料的最终性能。由图 1c 可知, 冲击强度的最大值在晶须质量分数为 5% 处, 较纯 EP 提高约 1 倍。这是因为偶联剂的加入很好地改善了 EP 与晶须的亲水性, 协同性加强, 使裂纹遇到强度更高的晶须时发生偏转或扭折, 并且偶联剂在两相间起到缓冲作用, 吸收一部分冲击能, 使得晶须对 EP 基体起到增韧的效果。

2.2 制备方法对复合材料力学性能的影响

图 2 示出经 KH-550 处理的不同方法制备的 EP/晶须复合材料的力学性能。由图 2 可知, 方法 II 制备的复合材料的综合性能优于方法 I, 在韧性增加的同时, 材料的拉伸强度和弯曲强度也有了很大的提高, 真正实现了增强增韧。由图 2a 可见, 方法 II 所制材料拉伸强度呈先快速提高后下降的趋势。当晶须质量分数在 2%~8% 时, 拉伸强度均为 68 MPa 左右, 较纯 EP 提高了 40%, 当晶须质量分数超过 8% 后拉伸强度快速下降。由图 2b 可知, 方法 II 所制材料的弯曲强度也是先快速提升后快速下



▲—方法 II; ■—方法 I
a—拉伸强度; b—弯曲强度; c—冲击强度

图 2 不同制备方法对 EP/晶须复合材料力学性能的影响

合材料的力学性能随着晶须含量的增加而出现先提高后下降的趋势。

(2) 方法 I 中,晶须对树脂的增韧效果较明显,冲击强度在晶须质量分数为 5% 时达到最大,但晶须含量较高时,其拉伸强度和弯曲强度下降。

(3) 方法 II 的改性效果均优于方法 I,晶须对 EP 有同时增强和增韧的效果。晶须质量分数为 8% 时复合材料的力学性能最佳。

(4) 方法 II 中, KH-550 的处理效果要远优于 KH-560,表现出良好的表面改性效果。

APPLICATION OF POTASSIUM TITANATE WHISKERS IN EPOXY RESIN

Liu Lin, Zhao Lei, Li Lin

(School of Material Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

ABSTRACT Potassium titanate whiskers modified epoxy resin composites were prepared through two methods. The effects of whisker content, coupling agents and preparation methods on the tensile strength, bending strength and impact strength of the composites were studied. And the interfacial morphology was characterized by SEM. The experimental results showed that properties the intensity and toughness of composites were improved markedly after modification, because the whiskers could disperse homogenously in epoxy resin.

KEYWORDS potassium titanate whiskers, epoxy resin, silicane coupling agents, mechanical property

WD-40 万能防锈润滑剂——模具保养好帮手

塑料制品的生产离不开模具,我们发现,在塑料制品的生产过程中,常常为下述问题所困扰:

- (1) 塑料模具容易生锈?
- (2) 生产过程中模具难以进行高效清洁?
- (3) 生产之后模具如何进行有效保养?
- (4) 再次生产时模具清洁安装操作复杂?

如果有了 WD-40, 这些问题就会迎刃而解!

WD-40 万能防锈润滑剂是金属制品的万能保养剂,集合防锈、除湿、解锈、润滑、清洁、电导六大功能,同时发挥作用,能够对模具和各种机械设备进行高效保养。WD-40 与金属有极强的表面亲和力,而且渗透性极强(比水更强),能够渗透到金属毛细孔内部,有效地排除水分和湿气,形成一层致密的保护膜,从而隔绝水分和湿气,更可贵的是,这层薄膜还有着不粘灰尘的长效润滑作用。正是因为这些卓越性能,WD-40 在塑料和橡胶制品企业得到了广泛的应用,这些用途包括:

(1) 模具特效防锈

铸铁、铸钢模具在防锈方面的一大难题就是金属毛细孔内因水汽而容易生锈,尤其在 6~9 月份空气湿度大时更甚。WD-40 能将模具由内而外的水汽排除,同时留下致密的保护膜,有效防止模具生锈,在室内或室外完全覆盖者的防锈期有一年以上。这就是国内外很多知名企业用 WD-40 保护模具的真正原因。

参考文献

- [1] 魏明,王春波,乃学瑛,等.无机晶须研究进展 II:钛酸钾晶须在复合材料中的应用[J].盐湖研究,2005,13(1):55-60.
- [2] 冯新,汪怀远,陆小华,等.钛酸钾晶须增强聚四氟乙烯复合材料性能的研究[J].材料科学与工艺,2006,14(3):312-315.
- [3] 贾巧英,马晓燕,梁国正.晶须及其在材料中的应用[J].高分子通报,2002(6):71-78.
- [4] 胡晓兰,梁国正.钛酸钾晶须及硫酸钙晶须改性环氧树脂[J].纤维复合材料,2003(4):8-11.
- [5] 张留成,瞿雄伟,丁会利.高分子材料基础[M].北京:化学工业出版社,2002:345-350.

(2) 模具高效清洁

因为 WD-40 的强渗透性和对金属的强亲和力,故能够对模具进行高效清洁(对金属去污力强过汽油),还能防止长时间生产时细微的塑料颗粒粘附在模具表面。WD-40 能够用作某些塑料模具的脱模剂,使用 WD-40 保养模具,生产效率比原来用其它清洁剂提高了数倍。而且,WD-40 对聚乙烯、铁氟龙、聚丙烯、尼龙等塑料材料毫无损坏。

(3) 模具快捷安装

用黄油类的产品保养模具,会使模具粘灰且污浊,再次使用时清洁非常不易且工序复杂。而 WD-40 防锈、清洁、润滑且不沾灰,模具存放一段时间后简单用布擦拭就可使用,安装非常简单方便。某塑胶企业用 WD-40 保养模具,比原来少了 2 个生产环节,节省了人力、物力和财力,提高了工作效率,带来了显著收益。

从以上 3 点可以知道,WD-40 保养模具具有高效性,清洁、防锈、润滑一喷即可,切实为企业带来了省钱、省时、省力之效益。除此之外,WD-40 还能用于机械设备、电子设备的日常保养和维修,具有意想不到的特别功效。

从 1953 年诞生到现在,WD-40 已经遍布世界上 170 多个国家,2000 种常规用途让 WD-40 无处不在,在模具、塑料、橡胶、军工、飞机、汽车、电力、电子、冶金、船运、家庭等诸多领域 WD-40 表现非凡,被誉为“金属制品的万能保养剂”,可谓是“从太空到家庭妙用无穷”。

WD-40 从美国原装进口,卓越品质使您工作得心应手!试试看,惊喜连连!

(刘颖)