



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101906251 A

(43) 申请公布日 2010.12.08

---

(21) 申请号 200910052516.X *C08K 7/02* (2006.01)  
(22) 申请日 2009.06.04 *F03D 1/06* (2006.01)  
*F03D 3/06* (2006.01)  
(71) 申请人 上海杰事杰新材料股份有限公司  
地址 201109 上海市闵行区北松路 800 号  
(72) 发明人 张怀忠 杨桂生  
(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225  
代理人 赵志远

(51) Int. Cl.

*C08L 101/00* (2006.01)  
*C08K 13/04* (2006.01)  
*C08J 5/04* (2006.01)  
*C08L 51/06* (2006.01)  
*C08L 77/00* (2006.01)  
*C08L 23/14* (2006.01)  
*C08L 23/06* (2006.01)  
*C08L 69/00* (2006.01)  
*C08L 67/02* (2006.01)  
*C08L 71/12* (2006.01)  
*C08L 59/00* (2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 5 页

---

(54) 发明名称

一种风力发电机叶片用复合材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种风力发电机叶片用复合材料,该复合材料包括以下组分和重量份:热塑性树脂组分 40-75,增强纤维组分 25-60,添加剂 0-5。与现有技术相比,本发明具有可以满足风力发电机叶片所要求的高强度、高模量和耐老化等优点。

1. 一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,该复合材料包括以下组分和重量份:

热塑性树脂组分 40-75,  
增强纤维组分 25-60,  
添加剂 0-5。

2. 根据权利要求 1 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的复合材料包括以下组分和重量百分比:

热塑性树脂组分 45-60,  
增强纤维组分 40-55,  
添加剂 0.5-0.8。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的热塑性树脂组分选自聚烯烃、聚酯、聚酰胺,或其他热塑性树脂中的一种或多种的混合物,或它们的接枝聚合物、嵌段共聚物等。

4. 根据权利要求 3 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的聚烯烃包括聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP) 或聚苯乙烯 (PS),所述的聚酯包括聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 或聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT),所述的聚酰胺包括尼龙 -6、尼龙 66,所述的其他热塑性树脂包括聚碳酸酯 (PC)、聚甲醛 (POM) 或聚苯醚 (PPO);所述的热塑性树脂组分优选聚烯烃或聚酰胺。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的增强纤维组分为连续增强纤维,包括玻璃纤维、碳纤维、玄武岩纤维、有机纤维、金属纤维中的一种或几种。

6. 根据权利要求 5 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的有机纤维包括尼龙纤维、聚酯纤维、聚苯硫醚纤维或芳纶纤维;增强纤维组分是纤维束状,或纤维毡,或纤维布。

7. 根据权利要求 6 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的增强纤维组分优选玻璃纤维或碳纤维,所述的增强纤维组分优选连续纤维束状。

8. 根据权利要求 1 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的添加剂包括有机硅烷化合物、着色剂、抗氧化剂、光稳定剂、紫外线吸收剂、成核剂、脱模剂、润滑剂中一种或多种的混合物。

9. 根据权利要求 8 所述的一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,所述的有机硅烷化合物包括甲基丙烯酰氧丙基三甲氧基硅烷 KH-570 或乙烯基三甲氧基硅烷;所述的着色剂包括二氧化钛;所述的抗氧化剂包括抗氧化剂 1076 或卤化铜;所述的光稳定剂包括 HALS 受阻胺;所述的紫外线吸收剂包括二苯甲酮类或苯并三唑类;所述的成核剂包括滑石粉、二氧化硅;所述的脱模剂包括聚丙烯蜡;所述的润滑剂包括硬脂酸钙或硬脂酸镁。

10. 一种如权利要求 1 所述的风力发电机叶片用复合材料的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

(1) 将热塑性树脂 40-75 重量份的粉末与添加剂 0-5 重量份混合均匀,得到树脂混合物;

(2) 将增强纤维组分 25-60 重量份从树脂混合物的粉末或者熔体中穿过,使热塑性树

脂浸渍增强纤维组分；

(3) 加热步骤 (2) 浸渍了热塑性树脂的增强纤维组分,使热塑性树脂熔融,并牢固地包裹增强纤维组分,加热温度为 250℃~300℃,加热时间为 0.1~2 小时即得产品。

## 一种风力发电机叶片用复合材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种纤维增强热塑性树脂复合材料,尤其是涉及一种用增强纤维束或增强纤维布或增强纤维毡与热塑性树脂浸渍形成纤维增强热塑性树脂复合材料,特别是涉及用作生产风力发电机叶片材料。

### 背景技术

[0002] 叶片是风力发电机中最基础和最关键的部件。恶劣的环境和长期不停地运转,要求叶片具有比重轻,耐疲劳强度、耐腐蚀、耐紫外线照射和耐雷击等优异性能,且要求安装、维护费用低。因此能够生产出优质的叶片就需要有性能优越及适宜的原材料作保证。纤维增强复合材料因为具有比强度高、比模量大等优点,是作为风力发电机叶片生产的首选材料。

[0003] 已知的技术是,制造叶片材料基本上是由聚酯树脂、乙烯基树脂和环氧树脂等热固性基体树脂与玻璃纤维、碳纤维等增强材料,通过手工铺放或树脂注入等成型工艺复合而成。但在生产叶片的过程中都存在一些缺点,如,采用不饱和聚酯树脂作为基体树脂,生产过程中有苯乙烯等有害物质溢出;采用环氧树脂作基体树脂的固化体系多为有机胺类等有害物质。这些物质存在都会对环境 and 操作人员产生危害。同时,聚酯树脂、乙烯基树脂和环氧树脂等材料都是热固性材料,都有不可再生利用的缺点。

[0004] 也有如美国专利 US6264877 所披露的一种采用复合材料制造叶片部件的制造方法,是在一个叶片模具其中放置聚丙烯纤维和玻璃纤维的混合物,然后加以一定压力下的热气体,将聚丙烯纤维熔化,包覆在玻璃纤维表面,然后令其冷却铸模成型。但复合材料的形成过程是依靠聚丙烯纤维在模具中的熔化与玻璃纤维结合,存在结合强度低的问题,从而最终影响叶片的强度。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种可以满足风力发电机叶片所要求的高强度、高模量和耐老化的风力发电机叶片用复合材料。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种风力发电机叶片用复合材料,其特征在于,该复合材料包括以下组分和重量份:

[0007] 热塑性树脂组分 40-75,

[0008] 增强纤维组分 25-60,

[0009] 添加剂 0-5。

[0010] 所述的复合材料包括以下组分和重量百分比:

[0011] 热塑性树脂组分 45-60,

[0012] 增强纤维组分 40-55,

[0013] 添加剂 0.5-0.8。

[0014] 所述的热塑性树脂组分选自聚烯烃、聚酯、聚酰胺,或其他热塑性树脂中的一种或

多种的混合物,或它们的接枝聚合物、嵌段共聚物等。

[0015] 所述的聚烯烃包括聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP) 或聚苯乙烯 (PS),所述的聚酯包括聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 或聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT),所述的聚酰胺包括尼龙-6、尼龙 66,所述的其他热塑性树脂包括聚碳酸酯 (PC)、聚甲醛 (POM) 或聚苯醚 (PPO)。

[0016] 所述的热塑性树脂组分优选聚烯烃或聚酰胺。

[0017] 所述的增强纤维组分为连续增强纤维,包括玻璃纤维、碳纤维、玄武岩纤维、有机纤维、金属纤维中的一种或几种。

[0018] 所述的有机纤维包括尼龙纤维、聚酯纤维、聚苯硫醚纤维或芳纶纤维;增强纤维组分是纤维束状,或纤维毡,或纤维布。

[0019] 所述的增强纤维组分优选玻璃纤维或碳纤维,所述的增强纤维组分优选连续纤维束状。

[0020] 所述的添加剂包括有机硅烷化合物、着色剂、抗氧化剂、光稳定剂、紫外线吸收剂、成核剂、脱模剂、润滑剂中一种或多种的混合物。

[0021] 所述的有机硅烷化合物包括甲基丙烯酰氧丙基三甲氧基硅烷 KH-570 或乙烯基三甲氧基硅烷;所述的着色剂包括二氧化钛;所述的抗氧化剂包括抗氧化剂 1076 或卤化铜;所述的光稳定剂包括 HALS 受阻胺;所述的紫外线吸收剂包括二苯甲酮类或苯并三唑类;所述的成核剂包括滑石粉、二氧化硅;所述的脱模剂包括聚丙烯蜡;所述的润滑剂包括硬脂酸钙或硬脂酸镁。

[0022] 一种风力发电机叶片用复合材料的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0023] (1) 将热塑性树脂 40-75 重量份的粉末与添加剂 0-5 重量份混合均匀,得到树脂混合物;

[0024] (2) 将增强纤维组分 25-60 重量份从树脂混合物的粉末或者熔体中穿过,使热塑性树脂浸渍增强纤维组分;

[0025] (3) 加热步骤 (2) 浸渍了热塑性树脂的增强纤维组分,使热塑性树脂熔融,并牢固地包裹增强纤维组分,加热温度为 250℃~300℃,加热时间为 0.1~2 小时即得产品。

[0026] 与现有技术相比,本发明风力发电机叶片用复合材料,用于制造风力发电机叶片可以改善现有技术的缺点,纤维增强热塑性树脂复合材料因为纤维在基体树脂中存在方式不仅是连续的,而且还以大致平行的方式排列,纤维在其长度方向上能充分发挥纤维的高强高模特性,因此能够保证风力发电机叶片的整体机械性能。另外,利用这种纤维增强热塑性树脂复合材料来制造叶片,是采用注塑、模压等工艺制造,且因其所使用的基体树脂为热塑性树脂,使得生产环境无毒无害,也可循环使用。

[0027] 本发明所得到的复合材料可以按所需长度进行切粒;也可以设计不同形状的模具,拉挤出片材或其他形状的复合材料。最终通过注塑成型或者模压成型来制备风力发电机的叶片。采用注塑成型要求该复合材料的最终形态为长度在 12.5~25mm 之间的粒状物,这样经树脂包覆的纤维,可以维持一定长度的增强纤维而不被切断,使得复合材料的性能能够满足叶片的要求。采取模压成型要求该复合材料的最终形态为与最终叶片尺寸相当的片状物。

## 具体实施方式

[0028] 下面结合实施例,对本发明的纤维增强热塑性树脂复合材料作进一步详细说明。实施例仅用于说明,绝不是对本发明范围的限制。

[0029] 对比例为通用的风力发电机叶片用环氧树脂复合材料。采用模压制备样条利用相同的标准来测试。

[0030] 其中拉伸强度、弯曲强度、弯曲模量和冲击强度等机械性能根据 ASTM 相关标准测定,耐老化性能采用氙灯加速老化仪测试复合材料拉伸强度下降 50%所需要的时间。

[0031] 实施例 1

[0032] 将 70 公斤的马来酸酐接枝聚丙烯粉末,0.3 公斤紫外线吸收剂,0.5 公斤抗氧剂,混合均匀,并置于高压静电流化床中。将 40 公斤玻璃纤维连续地从流化床中通过。调节流化床的静电电压以调节玻璃纤维吸附树脂的量,使马来酸酐接枝聚丙烯的重量分数保持在 60,吸附有树脂的玻璃纤维连续地从烘箱和一个带有直径为 2.5-5.5mm 圆形孔的高温模头通过,再经过冷却,用切粒机将连续条状复合材料切成 12.5-25mm 长度粒状,然后在 230℃ 下模压成测试标准样条。

[0033] 实施例 2

[0034] 将 70 公斤的尼龙 66 粉末,0.3 公斤紫外线吸收剂,0.5 公斤抗氧剂,混合均匀,并置于高压静电流化床中。将 45 公斤玻璃纤维连续地从流化床中通过。调节流化床的静电电压以调节玻璃纤维吸附树脂的量,使尼龙 66 的重量分数保持在 55。吸附有树脂的玻璃纤维连续地从烘箱和一个带有直径为 2.5-5.5mm 圆形孔的高温模头通过,再经过冷却,用切粒机将连续条状复合材料切成 12.5-25mm 长度粒状,然后在 270℃ 下模压成测试标准样条。

[0035] 实施例 3

[0036] 将 70 公斤的聚丙烯共聚物粉末,0.3 公斤紫外线吸收剂,0.5 公斤抗氧剂,混合均匀,并置于高压静电流化床中。将 40 公斤玻璃纤维连续地从流化床中通过。调节流化床的静电电压以调节玻璃纤维吸附树脂的量,使聚丙烯共聚物的重量分数保持在 60。吸附有树脂的玻璃纤维连续地从烘箱和一个带有直径为 2.5-5.5mm 圆形孔的高温模头通过,再经过冷却,用切粒机将连续条状复合材料切成 12.5-25mm 长度粒状。然后在 230℃ 下模压成测试标准样条。

[0037] 实施例 4

[0038] 将 70 公斤的尼龙 66 粉末,0.3 公斤紫外线吸收剂,0.5 公斤抗氧剂,混合均匀,通过挤出机将其加热熔融,并输送到一个模具中。将 45 公斤玻璃纤维连续地从模具中通过。调节挤出机螺杆转速以调节尼龙 66 熔体的量,使尼龙 66 的重量分数保持在 55。尼龙 66 熔体包覆在纤维束表面,通过冷却,用切粒机将连续条状复合材料切成 12.5-25mm 长度粒状。然后在 270℃ 下模压成测试标准样条。

[0039] 性能比较

[0040]

性能	测试标准	实 施 例 1	实 施 例 2	实 施 例 3	实 施 例 4	对 比 例
拉伸强度, MPa	ASTMD638	135	250	125	240	210
弯曲强度, MPa	ASTMD790	210	290	200	270	265
弯曲模量, MPa	ASTMD790	9000	15500	7500	13000	12000
缺口冲击强度, KJ/m <sup>2</sup>	ASTMD256	110	150	120	130	100
耐老化性能, h		5000	5000	5000	5000	5000

[0041] 实施例 5

[0042] 一种风力发电机叶片用复合材料,该复合材料包括:热塑性树脂组分聚乙烯(PE)40kg,增强纤维组分束状尼龙纤维 60kg。

[0043] 将增强纤维组分束状尼龙纤维 60kg 从热塑性树脂组分聚乙烯(PE)40kg 的粉末或者熔体中穿过,使热塑性树脂浸渍增强纤维组分;加热浸渍了热塑性树脂的增强纤维组分,使热塑性树脂熔融,并牢固地包裹增强纤维组分,加热温度为 250℃,加热时间为 2 小时即得产品。

[0044] 实施例 6

[0045] 一种风力发电机叶片用复合材料,该复合材料包括:热塑性树脂组分聚碳酸酯(PC)75kg,增强纤维组分碳纤维布 25kg。

[0046] 按照下述步骤制备风力发电机叶片用复合材料:

[0047] (1) 将聚碳酸酯(PC)75kg 的粉末与添加剂 1g 混合均匀,得到树脂混合物,添加剂根据需要进行选择常规市售的有机硅烷化合物、着色剂、抗氧化剂、光稳定剂、紫外线吸收剂、成核剂、脱模剂、润滑剂中一种或多种的混合物;所述的有机硅烷化合物包括甲基丙烯酰氧丙基三甲氧基硅烷 KH-570 或乙烯基三甲氧基硅烷;所述的着色剂包括二氧化钛;所述的抗氧化剂包括抗氧化剂 1076 或卤化铜;所述的光稳定剂包括 HALS 受阻胺;所述的紫外线吸收剂包括二苯甲酮类或苯并三唑类;所述的成核剂包括滑石粉、二氧化硅;所述的脱模剂包括聚丙烯蜡;所述的润滑剂包括硬脂酸钙或硬脂酸镁。

[0048] (2) 将碳纤维布 25kg 从树脂混合物的粉末或者熔体中穿过,使聚碳酸酯浸渍增强纤维组分;

[0049] (3) 加热步骤(2)浸渍了聚碳酸酯的碳纤维布,使聚碳酸酯熔融,并牢固地包裹碳纤维布,加热温度为 300℃,加热时间为 0.1 小时即得产品。

[0050] 实施例 7

[0051] 一种风力发电机叶片用复合材料,该复合材料包括以下组分和重量份:热塑性树脂组分涤纶 PET60kg,增强纤维组分金属纤维毡 40kg,添加剂抗氧化剂 10100.5kg。

[0052] 上述风力发电机叶片用复合材料通过以下方法制备:

[0053] (1) 将 60kg 涤纶 PET 的粉末与添加剂 0.5kg 抗氧化剂 1076 混合均匀,得到树脂混合物;

[0054] (2) 将 40kg 金属纤维毡从树脂混合物的粉末或者熔体中穿过,使热塑性树脂浸渍增强纤维组分;

[0055] (3) 加热步骤(2) 浸渍了涤纶 PET 的金属纤维毡,使涤纶 PET 熔融,并牢固地包裹金属纤维毡,加热温度为 280°C,加热时间为 1 小时即得产品。

[0056] 实施例 8

[0057] 一种风力发电机叶片用复合材料,该复合材料包括以下组分和重量份:热塑性树脂组分聚甲醛(POM)和聚苯醚(PPO)共 45kg(重量比 1 : 1),增强纤维组分玄武岩纤维束和芳纶纤维束共 55kg(重量比 1 : 1),添加剂甲基硅烷 0.2kg、着色剂 0.2kg。

[0058] 上述风力发电机叶片用复合材料通过以下方法制备:

[0059] (1) 将 45kg 聚甲醛(POM)和聚苯醚(PPO)的粉末与添加剂 0.2kg 甲基丙烯酰氧丙基三甲氧基硅烷 KH-570、0.2kg 二氧化钛混合均匀,得到树脂混合物;

[0060] (2) 将 55kg 玄武岩纤维束和芳纶纤维束从树脂混合物的粉末或者熔体中穿过,使热塑性树脂浸渍增强纤维组分;

[0061] (3) 加热步骤(2) 浸渍了聚甲醛(POM)和聚苯醚(PPO)的玄武岩纤维束和芳纶纤维束,使聚甲醛(POM)和聚苯醚(PPO)熔融,并牢固地包裹玄武岩纤维束和芳纶纤维束,加热温度为 290°C,加热时间为 1.5 小时即得产品。