



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109203515 B

(45) 授权公告日 2020.10.16

(21) 申请号 201811188564.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.10.12

B29C 70/36 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109203515 A

审查员 管婧超

(43) 申请公布日 2019.01.15

(73) 专利权人 株洲时代新材料科技股份有限公司

地址 412007 湖南省株洲市天元区海天路18号

(72) 发明人 梁自禄 黄明富 陈煌 刘海洋 马倩倩

(74) 专利代理机构 北京风雅颂专利代理有限公司 11403

代理人 曾志鹏

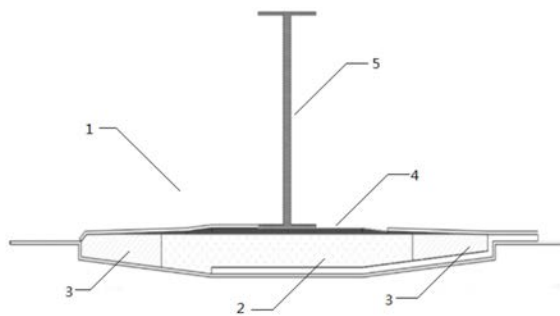
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种风电叶片及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种风电叶片,包括含有大梁腹板预制件压力面壳体和吸力面壳体,所述大梁腹板预制件包括大梁模具,依次铺设在大梁模具上的芯材、大梁UD织物、上表面玻纤布和腹板;其制造方法为:在大梁模具上依次铺设导流网、脱模布、芯材、大梁UD织物、上表面玻纤布,放置腹板,然后固化成型,得到大梁腹板预制件;在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上铺设大梁腹板预制件和其他材料,铺设完成后固化成型,得到压力面壳体和吸力面壳体;将压力面壳体和吸力面壳体粘结,得到风电叶片。本发明腹板在制作大梁腹板预制件前,采用VARTM工艺制作腹板,再将腹板与大梁铺层制成大梁腹板预制件,树脂含量可控,制作的风电叶片无腹板质量风险。



1. 一种风电叶片制造方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 在大梁模具上依次铺设下表面导流网、下表面脱模布、芯材、大梁UD织物、上表面玻纤布,放置腹板,然后在大梁模具上铺设真空系统,真空灌注树脂,固化成型,得到大梁腹板预制件;

2) 在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上分别依次铺设下蒙皮增强材料、叶根预制件,然后放入大梁腹板预制件,再铺设芯材、上蒙皮增强材料,铺设完成后在壳体模具上铺设真空系统,真空灌注树脂,固化成型,得到压力面壳体和吸力面壳体;

3) 将压力面壳体和吸力面壳体粘结,得到风电叶片。

2. 如权利要求1所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤1)所述芯材为巴沙木、聚氯乙烯或聚对苯二甲酸乙二酯。

3. 如权利要求1所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤1)所述芯材的密度为60-200g/m³。

4. 如权利要求1或2所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤1)所述上表面玻纤布的层数为1-5层,布层间错层50-100mm。

5. 如权利要求1或2所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤1)所述上表面玻纤布的密度为800-1250g/m³。

6. 如权利要求1或2所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤1)所述在大梁模具上铺设真空系统的具体做法是:在腹板和上表面玻纤布表面铺设上表面脱模布、上表面导流网和上表面抽气袋,然后在整个大梁模具上铺设密封真空袋膜,使得放置腹板后的大梁模具整体形成一个真空系统。

7. 如权利要求1-3任一项所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤2)所述大梁UD织物为玻璃纤维织物或碳纤维织物。

8. 如权利要求1-3任一项所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤2)所述大梁UD织物的面密度为1000~1800g/m²。

9. 如权利要求1-3任一项所述的风电叶片制造方法,其特征在于,步骤2)所述腹板与上表面玻纤布之间的间隙 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

10. 一种如权利要求1所述的风电叶片制造方法制备得到的风电叶片,其特征在于,包括压力面壳体和吸力面壳体,所述压力面壳体和吸力面壳体上均有大梁腹板预制件,所述大梁腹板预制件包括依次铺设在大梁模具(1)上的芯材(3)、大梁UD织物(2)、上表面玻纤布(4)和腹板(5),所述腹板(5)放置在上表面玻纤布(4)的表面。

一种风电叶片及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于风电叶片技术领域,具体涉及一种风电叶片及其制造方法。

背景技术

[0002] 随着风电行业技术快速发展,要求风电叶片大型化和轻量化,同时还要求减轻叶片重量、降低叶片生产成本、提升产品质量和叶片生产效率。目前,风电叶片行业普遍采用的技术是:先分别制作大梁和腹板预制件,然后用大梁预制件与其它材料共同制作受力面壳体 and 压力面壳体,壳体制作完成后,将腹板预制件用粘接胶粘接在受力面壳体或者压力面壳体,腹板粘接胶固化后,再在壳体其他粘接区域涂覆粘接胶,最后翻转风电叶片合模固化,得到风电叶片。该方法制作的风电叶片存在粘接胶用量多、粘接胶固化时间长、腹板合模间隙不稳定、腹板缺胶等问题,导致风电叶片重量重、质量差、成本高和效率低。

[0003] 目前,为了解决上述粘接胶用量多的问题,有人提出将腹板铺层和受力面壳体或者压力面壳体一体成型。如专利申请号CN201510511034.1提出一种风电叶片的制备方法,叶片下壳体与前缘腹板的同时整体成型和叶片上壳体与后缘腹板的同时整体成型,成型后的一体结构的叶片上壳体和前缘腹板翻转180°后与成型后一体结构的叶片下壳体和后缘腹板通过结构胶粘接为一体形成整体结构的风电叶片。此发明中腹板在垂直状态灌注,腹板容易出现灌注质量问题,同时腹板在垂直状态下含胶量分布无法控制,含胶量有不合格风险;另外腹板需在垂直状态铺设玻纤和芯材难度大,无法保证玻纤和芯材的铺层质量,壳体制作工艺难度极大,玻纤褶皱、芯材移位等质量风险高。此发明在壳体成型过程进行腹板铺层或安装,会增加壳体成型周期,虽然减少了叶片制作过程腹板粘接环节,但叶片成型效率却不高。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种风电叶片及其制造方法。

[0005] 本发明提供了一种风电叶片,包括压力面壳体和吸力面壳体,所述压力面壳体和吸力面壳体上均有大梁腹板预制件,所述大梁腹板预制件包括大梁模具,依次铺设在大梁模具上的芯材、大梁UD织物、上表面玻纤布和腹板,所述腹板放置在上表面玻纤布的表面。

[0006] 本发明还提供了一种风电叶片制造方法,包括如下步骤:

[0007] 1) 在大梁模具上依次铺设下表面导流网、下表面脱模布、芯材、大梁UD织物、上表面玻纤布,放置腹板,然后在大梁模具上铺设真空系统,真空灌注树脂,固化成型,得到大梁腹板预制件;

[0008] 2) 在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上分别依次铺设下蒙皮增强材料、叶根预制件,然后放入大梁腹板预制件,再铺设芯材、上蒙皮增强材料,铺设完成后在壳体模具上铺设真空系统,真空灌注树脂,固化成型,得到压力面壳体和吸力面壳体;

[0009] 3) 将压力面壳体和吸力面壳体粘结,得到风电叶片。

[0010] 优选的,步骤1)所述芯材为巴沙木、聚氯乙烯或聚对苯二甲酸乙二酯。

- [0011] 优选的,步骤1)所述芯材的密度为60-200g/m³。
- [0012] 优选的,步骤1)所述上表面玻纤布的层数为1-5层,布层间错层50-100mm。
- [0013] 优选的,步骤1)所述上表面玻纤布的密度为800-1250g/m³。
- [0014] 优选的,步骤1)所述在大梁模具上铺设真空系统的具体做法是:在腹板和上表面玻纤布表面铺设上表面脱模布、上表面导流网和上表面抽气袋,然后在整个大梁模具上铺设密封真空袋膜,使得放置腹板后的大梁模具整体形成一个真空系统。
- [0015] 优选的,步骤2)所述大梁UD织物为玻璃纤维织物或碳纤维织物。
- [0016] 优选的,步骤2)所述大梁UD织物的面密度为1000~1800g/m²。
- [0017] 优选的,步骤2)所述腹板与上表面玻纤布之间的间隙 ≤ 0.1 mm。
- [0018] 本发明所述腹板采用真空导入模塑工艺制备。
- [0019] 本发明步骤2)所述芯材为巴沙木、聚氯乙烯或聚对苯二甲酸乙二酯。
- [0020] 本发明所述上表面玻纤布为于0°单轴向、 $\pm 45^\circ$ 双轴向或 $\pm 45^\circ/0^\circ$ 三轴向玻纤布。
- [0021] 本发明所述腹板垂直于上表面玻纤布放置。
- [0022] 本发明所述叶根预制件采用真空导入模塑工艺制备。
- [0023] 本发明所述制备压力面壳体和吸力面壳体所用的两种大梁腹板预制件中腹板的位置是不同的。
- [0024] 本发明所述叶片压力面壳体和叶片吸力面壳体粘结的方法为:叶片吸力面壳体或叶片压力面壳体的前缘粘接区、后缘粘接区涂抹结构胶,腹板的法兰上涂抹结构胶,叶片压力面壳体前缘部分与叶片吸力面壳体前缘部分粘结,叶片压力面壳体后缘部分与叶片吸力面壳体后缘部分粘结,叶片吸力面壳体上的腹板与叶片压力面壳体粘结,叶片压力面壳体上的腹板与叶片吸力面壳体粘结。
- [0025] 本发明所述真空导入模塑工艺(VARTM):又称真空灌注工艺,是一种先进的复合材料低成本液体模塑成型技术,具有低成本、环保和适合于大尺寸复合材料构件整体成型等优点,其工艺原理是在单面刚性模具上以柔性真空袋膜包覆、密封增强材料预成型体,真空负压下排除模腔中的气体,利用树脂的流动、渗透实现树脂对纤维及其织物的浸渍,并固化成型得到复合材料构件。
- [0026] 目前,风电叶片在生产的过程中,通常是先分别制作大梁和腹板预制件,然后用大梁预制件与其它材料共同制作受力面壳体和压力面壳体,壳体制作完成后,将腹板预制件用粘接
- [0027] 胶粘接在受力面壳体或者压力面壳体,腹板粘接胶固化后,再在壳体其他粘接区域涂覆粘接胶,最后翻转风电叶片合模固化,得到风电叶片。该方法制作的风电叶片存在粘接胶用量多、粘接胶固化时间长、腹板合模间隙不稳定、腹板缺胶等问题,导致风电叶片重量重、质量差、成本高和效率低。
- [0028] 为了解决上述问题,有人将腹板与壳体一体成型,如专利申请号CN201510511034.1,但是此方法中腹板是在垂直状态下灌注,腹板易出现灌注质量问题,同时其含胶量分布无法控制,含胶量有不合格风险;其次腹板需在垂直状态铺设玻纤和芯材难度大,无法保证玻纤和芯材的铺层质量,壳体制作工艺难度极大,玻纤褶皱、芯材移位等质量风险高,并且壳体铺层结束后,在壳体铺层的上方安装工装,再铺设前缘腹板铺层,安装工装和腹板铺层需要较长时间,从而导致壳体铺层时间延长,最终导致叶片制作成型周

期长。

[0029] 本申请的发明人先在大梁的制备过程中加入预成型的腹板,通过真空导入模塑工艺得到大梁腹板预制件,大梁和腹板之间通过树脂进行粘结,再将得到的大梁腹板预制件继续通过真空导入模塑工艺得到压力面壳体和吸力面壳体,两壳体之间通过结构胶进行粘接,得到风电叶片。采用本申请的制造方法降低了风电叶片粘接胶的用量、省去了腹板与壳体粘接固化的时间,通过控制腹板与上表面玻纤布之间的间隙 $\leq 0.1\text{mm}$ 实现腹板与壳体的间隙可控,在叶片生产过程中,减轻了风电叶片的重量、降低风电叶片生产成本、提升产品质量和生产效率。

[0030] 本发明的有益效果是:

[0031] 1、本发明腹板在制作大梁腹板预制件前,采用VARTM工艺制作腹板,再将腹板与大梁铺层制成大梁腹板预制件,本发明腹板的树脂含量可控,制作的风电叶片无腹板质量风险。

[0032] 2、本发明制作大梁腹板预制件时,腹板为预制中间产品,制作工艺难度低,说明本发明制作的壳体产品无质量风险,壳体成型工艺难度低。

[0033] 3、本发明在预先制作大梁腹板预制件,再进行壳体铺层,大梁腹板预制件在壳体铺层前已完成,在壳体铺层过程,直接吊入大梁腹板预制件进行安装,具有壳体铺层时间短,叶片成型效率高的优势。

[0034] 4、采用本申请的制造方法降低了风电叶片粘接胶的用量、省去了腹板与壳体粘接固化的时间,腹板与壳体的间隙可控,在叶片生产过程中,减轻了风电叶片的重量、降低风电叶片生产成本、提升产品质量和生产效率。

[0035] 5、本发明的制备方法简单,生产效率高,降低了生产过程中材料使用等成本。

[0036] 6、本发明控制腹板与上表面玻纤布之间的间隙 $\leq 0.1\text{mm}$,实现大梁腹板预制件中腹板与大梁连接处粘结树脂厚度,连接处不会富集树脂,另外实现壳体粘接时腹板与壳体间隙稳定可控。

附图说明

[0037] 图1为本发明大梁腹板预制件的结构示意图。

[0038] 其中,1大梁模具,2大梁UD织物,3芯材,4上表面玻纤布,5腹板。

具体实施方式

[0039] 下面结合实施例对本发明的具体实施方式做进一步描述,并不因此将本发明限制在所述的实施例范围内。

[0040] 本发明所述的风电叶片,包括压力面壳体和吸力面壳体,所述压力面壳体和吸力面壳体上均有大梁腹板预制件,所述大梁腹板预制件包括大梁模具1,依次铺设在大梁模具1上的芯材3、大梁UD织物2、上表面玻纤布4和腹板5,腹板5采用真空导入模塑工艺制备,放置在上表面玻纤布4的表面,所述芯材3为密度为 $60\text{--}200\text{g}/\text{m}^3$ 的巴沙木、聚氯乙烯或聚对苯二甲酸乙二酯。

[0041] 实施例1

[0042] 1) 在大梁模具上依次铺设下表面导流网、下表面脱模布、密度为 $150\text{g}/\text{m}^3$ 的聚乙烯

芯材(芯材弦向铺设宽度为50mm,厚度为5-50mm)、面密度为1600g/m²的大梁玻璃纤维织物、密度为1000g/m³的上表面玻纤布,放置腹板,控制腹板与上表面玻纤布之间的间隙≤0.1mm,然后在腹板和上表面玻纤布表面铺设上表面脱模布、上表面导流网和上表面抽气袋,然后在整个大梁模具上铺设密封真空袋膜,使得放置腹板后的大梁模具整体形成一个真空系统,抽真空,使真空度≤-0.098Mpa且能够保持真空负压不低于30min,然后将树脂体系利用真空负压通过所述注胶口注入成型模腔中浸渍预成型体,待树脂体系完全浸渍预成型体后持续抽真空保持成型模腔内的真空度≤-0.098Mpa,直至树脂体系固化,脱模后得到大梁腹板预制件;

[0043] 2) 在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上分别依次铺设下蒙皮增强材料、叶根预制件,然后放入大梁腹板预制件,再铺设芯材、上蒙皮增强材料,铺设完成后将整个壳体铺层建立一个真空系统,抽真空,使真空度≤-0.098Mpa且能够保持真空负压不低于30min,然后将树脂体系利用真空负压通过所述注胶口注入成型模腔中浸渍预成型体,待树脂体系完全浸渍预成型体后持续抽真空保持成型模腔内的真空度≤-0.098Mpa,直至树脂体系固化,脱模后得到压力面壳体和吸力面壳体;

[0044] 3) 将叶片吸力面壳体或叶片压力面壳体的前缘粘接区、后缘粘接区涂抹结构胶,腹板的法兰上涂抹结构胶,叶片压力面壳体前缘部分与叶片吸力面壳体前缘部分粘结,叶片压力面壳体后缘部分与叶片吸力面壳体后缘部分粘结,叶片吸力面壳体上的腹板与叶片压力面壳体粘结,叶片压力面壳体上的腹板与叶片吸力面壳体粘结,得到风电叶片。

[0045] 实施例2

[0046] 1) 在大梁模具上依次铺设下表面导流网、下表面脱模布、密度为80g/m³的聚对苯二甲酸乙二酯芯材(芯材弦向铺设宽度为50mm,厚度为5-50mm)、面密度为1000g/m²的大梁碳纤维织物、密度为1250g/m³的上表面玻纤布,放置腹板,控制腹板与上表面玻纤布之间的间隙≤0.1mm,然后在腹板和上表面玻纤布表面铺设上表面脱模布、上表面导流网和上表面抽气袋,然后在整个大梁模具上铺设密封真空袋膜,使得放置腹板后的大梁模具整体形成一个真空系统,如实施例1中同样的操作方法真空灌注树脂,固化成型,得到大梁腹板预制件;

[0047] 2) 在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上分别依次铺设下蒙皮增强材料、叶根预制件,然后放入大梁腹板预制件,再铺设芯材、上蒙皮增强材料,铺设完成后将整个壳体铺层建立一个真空系统,如实施例1中同样的操作方法真空灌注树脂,固化成型,得到压力面壳体和吸力面壳体;

[0048] 3) 将叶片吸力面壳体或叶片压力面壳体的前缘粘接区、后缘粘接区涂抹结构胶,腹板的法兰上涂抹结构胶,叶片压力面壳体前缘部分与叶片吸力面壳体前缘部分粘结,叶片压力面壳体后缘部分与叶片吸力面壳体后缘部分粘结,叶片吸力面壳体上的腹板与叶片压力面壳体粘结,叶片压力面壳体上的腹板与叶片吸力面壳体粘结,得到风电叶片。

[0049] 实施例3

[0050] 1) 在大梁模具上依次铺设下表面导流网、下表面脱模布、密度为200g/m³的巴沙木芯材(芯材弦向铺设宽度为50mm,厚度为5-50mm)、面密度为1800g/m²的大梁碳纤维织物、密度为800g/m³的上表面玻纤布,放置腹板,控制腹板与上表面玻纤布之间的间隙≤0.1mm,然后在腹板和上表面玻纤布表面铺设上表面脱模布、上表面导流网和上表面抽气袋,然后在

整个大梁模具上铺设密封真空袋膜,使得放置腹板后的大梁模具整体形成一个真空系统,如实施例1中同样的操作方法真空灌注树脂,固化成型,得到大梁腹板预制件;

[0051] 2) 在吸力面壳体模具和压力面壳体模具上分别依次铺设下蒙皮增强材料、叶根预制件,然后放入大梁腹板预制件,再铺设芯材、上蒙皮增强材料,铺设完成后将整个壳体铺层建立一个真空系统,如实施例1中同样的操作方法真空灌注树脂,固化成型,得到压力面壳体和吸力面壳体;

[0052] 3) 将叶片吸力面壳体或叶片压力面壳体的前缘粘接区、后缘粘接区涂抹结构胶,腹板的法兰上涂抹结构胶,叶片压力面壳体前缘部分与叶片吸力面壳体前缘部分粘结,叶片压力面壳体后缘部分与叶片吸力面壳体后缘部分粘结,叶片吸力面壳体上的腹板与叶片压力面壳体粘结,叶片压力面壳体上的腹板与叶片吸力面壳体粘结,得到风电叶片。

[0053] 对比例1

[0054] 采用专利申请号CN201510511034.1中的方法制造风电叶片。

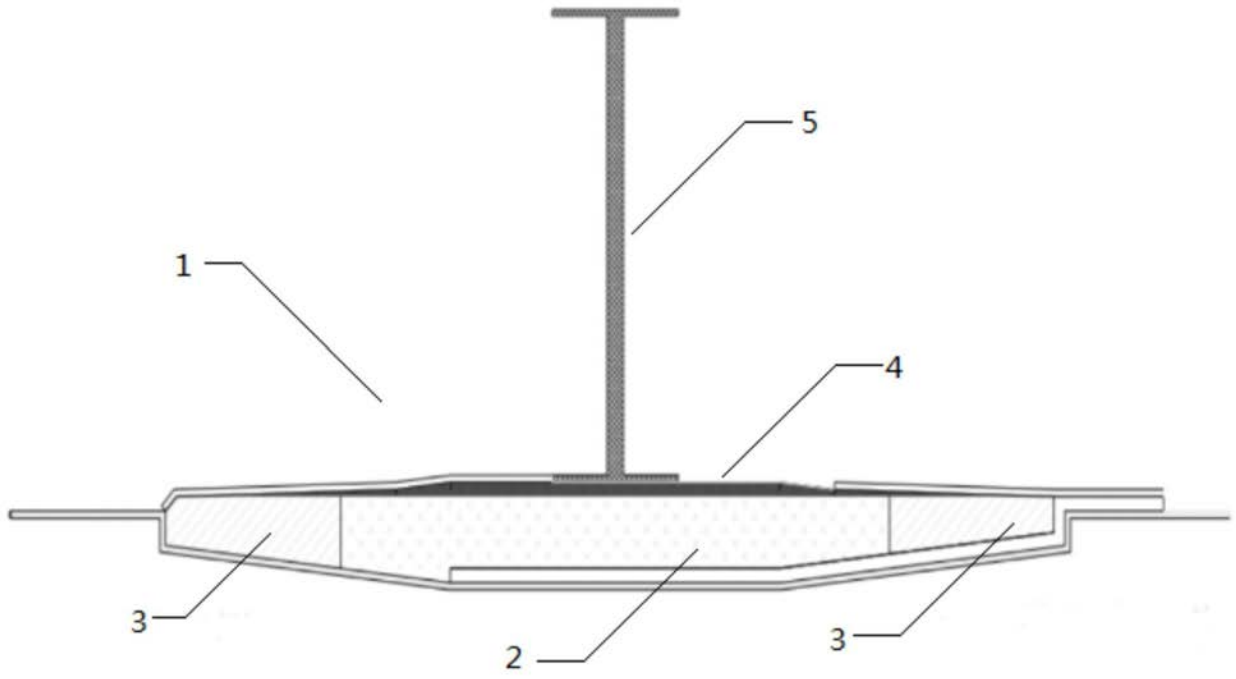


图1