



(21)申请号 201611246001.X

B29C 33/00(2006.01)

(22)申请日 2016.12.29

B29L 31/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106626437 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 北京金风科创风电设备有限公司

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术  
开发区康定街19号

(72)发明人 杜丹丹 李小龙

(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限  
公司 11286

代理人 刘奕晴 金光军

(51)Int.Cl.

B29C 70/36(2006.01)

B29C 70/54(2006.01)

(56)对比文件

WO 2013/071422 A1,2013.05.23,

CN 102990946 A,2013.03.27,

CN 102371688 A,2012.03.14,

US 6033203 A,2000.03.07,

US 6270714 B1,2001.08.07,

CN 101462360 A,2009.06.24,

审查员 郭紫琪

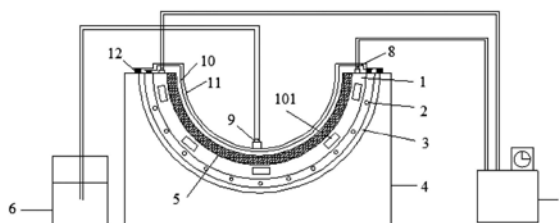
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

风力发电机组叶片成型模具及成型方法

(57)摘要

本发明提供一种风力发电机组叶片成型模具及成型方法。所述风力发电机组叶片成型模具包括:依次设置的模具内壳体(1)和模具外壳体(3),所述模具内壳体(1)上形成有型腔内表面,所述型腔内表面与叶片预成型体随形;多个超声波发生器(101),所述超声波发生器(101)预埋在所述模具内壳体(1)的所述型腔内表面内部。通过使用所述风力发电机组叶片成型模具可促进树脂的渗透,降低制品缺陷,从而提高成型质量。



1. 一种风力发电机组叶片成型模具,其特征在于:所述成型模具包括:

依次设置的模具内壳体(1)和模具外壳体(3),所述模具内壳体(1)上形成有型腔内表面,所述型腔内表面与叶片预成型体随形;

多个超声波发生器(101),所述超声波发生器(101)包括超声波换能器(101a)以及与所述超声波换能器(101a)的一端连接并传递超声波振动的振动面板(101b),所述振动面板(101b)与所述型腔内表面随形,嵌入在所述型腔内表面中,构成所述型腔内表面的一部分。

2. 根据权利要求1所述的风力发电机组叶片成型模具,其特征在于:

所述成型模具还包括加热系统(2),所述加热系统(2)位于所述模具内壳体(1)和所述模具外壳体(3)之间;

所述多个超声波发生器(101)的布置间距随铺层厚度的增大而减小。

3. 根据权利要求1所述的风力发电机组叶片成型模具,其特征在于:

所述成型模具为用于成型叶片壳体的模具,所述多个超声波发生器(101)在叶根成型部(20)沿环向均匀布置。

4. 根据权利要求1所述的风力发电机组叶片成型模具,其特征在于:

所述振动面板(101b)以片材的形式嵌入在所述型腔内表面中,所述超声波发生器(101)还包括用于容纳所述超声波换能器(101a)和振动面板(101b)的箱体,所述箱体可拆卸地嵌入在所述成型模具中。

5. 一种成型风力发电机组叶片的方法,用于成型叶片的壳体或主梁,使用权利要求1-4中任一项所述风力发电机组叶片成型模具,其特征在于:所述方法包括如下步骤:

将用于成型叶片材料铺设在所述成型模具中;

密封抽真空;

灌注树脂;

开启超声波发生器(101);

灌注完成后关闭超声波发生器(101)。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:在所述灌注树脂的步骤中:

当树脂流过所述超声波发生器(101)所处位置预定距离或预定时间后,开启该位置的所述超声波发生器(101)。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:

当树脂波前流过所述成型模具中超声波发生器(101)所处位置100mm后,开启所述超声波发生器(101)。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:在所述开启超声波发生器(101)的步骤中,还包括调节超声波发生器的频率和超声波发生器的功率。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:成型叶片壳体时,叶根处的超声波发生器的频率为50~80KHz,功率为200~300W;后缘辅梁处的超声波发生器的频率为40~60KHz,功率为100~250W。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:成型叶片主梁时,超声波发生器的频率为40~60KHz,功率为100~300W。

11. 根据权利要求5所述的方法,在所述灌注完成后关闭超声波发生器(101)的步骤中:

在灌注完成后,使超声波发生器(101)继续振动5~20min后再关闭超声波发生器

(101)。

## 风力发电机组叶片成型模具及成型方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机领域,具体地讲,涉及一种风力发电机组叶片成型模具及成型方法。

### 背景技术

[0002] 随着风电行业的蓬勃发展,为降低发电成本,风力发电机组的容量不断增大,与此同时风力机叶片外型尺寸也变得越来越。现阶段,主流风机的叶片长度大约为50~60m,最长的叶片已达到88.4m,这给叶片生产提出了挑战,尤其是如何实现从叶根到叶尖的一体化成型。

[0003] 目前,真空灌注成型工艺因制造成本低、产品性能好、环保等优点,被广泛用于风电叶片制造。

[0004] 风电叶片主要由叶片壳体(包括压力面壳体和吸力面壳体)、主梁和剪切腹板组成,均可采用真空灌注成型。以叶片壳体成型为例,真空灌注成型工艺的传统成型方法主要包括:清理模具和铺层,将按一定设计的纤维织物及芯材组成的预成型体(例如,预制主梁)分别在不同的阴模上铺层;布置导流系统和抽气系统;封真空和灌注树脂,通过真空密封形成的负压将树脂吸入模内,使树脂分布在纤维材料中;加热使树脂预固化。主梁和剪切腹板是采用与叶片壳体成型同样的工艺预制。在叶片整体成型时,将预制剪切腹板粘贴到预固化的叶片壳体,然后合模固化,最终成型为一支完整的叶片,其基本工艺流程如图1所示。

[0005] 但是,叶片长度增大后,为了保证足够的结构性能,通常需要增加根部和主梁等区域的厚度或者改用碳纤维或碳/玻混杂纤维作为增强材料。然而,这种方式也随之带来一系列问题。一方面,厚度增加会导致成型时所需铺层数增加,树脂不易灌透截面,很容易发生充模不完全的问题,另一方面,由于碳纤维丝束较细,抽真空压实后丝束间隙较小,传统真空灌注工艺中,树脂较多在纤维束间宏观流动,很难进入纤维之间,导致树脂浸润困难、渗流速度较慢。因此,实际生产中往往需要反复调整抽气系统和导流系统布置,工艺试验耗费大量的人力物力且难以保证质量,并且,在叶片中,尤其是在壳体的叶根处、后缘辅梁(也叫后缘UD)和主梁等截面较厚的区域中,很容易出现树脂浸润不良,成型制品出现干斑、发白、包死等缺陷。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种适于风力发电机组叶片成型的成型模具及成型方法,以促进树脂的渗透,提高成型质量,从而降低制品缺陷。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供了一种风力发电机组叶片成型模具,所述成型模具包括:依次设置的模具内壳体和模具外壳体,所述模具内壳体上形成有型腔内表面,所述型腔内表面与叶片预成型体随形;多个超声波发生器,所述超声波发生器预埋在所述模具内壳体的所述型腔内表面内部。

[0008] 所述多个超声波发生器的布置间距可随铺层厚度的增大而减小。

[0009] 所述成型模具可以为用于成型叶片壳体的模具,所述多个超声波发生器在叶根成型部沿环向均匀布置。

[0010] 所述超声波发生器可包括产生超声波的超声波换能器以及与所述超声波换能器的一端连接并传递超声波振动的振动面板。

[0011] 在另一总的方面,提供一种成型风力发电机组叶片的方法,用于成型叶片的壳体或主梁,使用所述风力发电机组叶片成型模具,所述方法包括如下步骤:将用于成型叶片材料铺设在所述成型模具中;密封抽真空;灌注树脂;开启超声波发生器;灌注完成后关闭超声波发生器。

[0012] 在所述灌注树脂的步骤中:当树脂流过所述超声波发生器所处位置预定距离或预定时间后,开启该位置的所述超声波发生器。

[0013] 当树脂波前流过所述成型模具中超声波发生器所处位置100mm后,开启所述超声波发生器。

[0014] 在所述开启超声波发生器的步骤中,还可包括调节超声波发生器的频率和超声波发生器的功率。

[0015] 成型叶片壳体时,叶根处的超声波发生器的频率可为50~80KHz,功率可为200~300W;后缘辅梁处的超声波发生器的频率可为40~60KHz,功率可为100~250W。

[0016] 成型叶片主梁时,超声波发生器的频率可为40~60KHz,功率可为100~300W。

[0017] 在所述灌注完成后关闭超声波发生器的步骤中:在灌注完成后,可使超声波发生器继续振动5~20min后再关闭超声波发生器。

[0018] 本发明的风力发电机组叶片成型模具及成型方法采用超声波辅助方法来成型叶片,为树脂流动提供外加的能量,促进树脂的渗透,同时可使铺设的纤维束变松散,有利于树脂进入纤维束内,增强微观浸润,提高纤维与树脂之间的界面结合强度。此外,还可利用超声波促进气泡排出,从而降低制品缺陷,提高成型质量。

## 附图说明

[0019] 通过下面结合附图进行的详细描述,本发明的目的和特点将会变得更加清楚,其中:

[0020] 图1是现有技术中采用真空灌注工艺制备叶片的基本工艺流程。

[0021] 图2是使用根据本发明的第一实施例的使用超声辅助真空灌注成型模具来成型叶片壳体的成型系统在叶根处的截面示意图。

[0022] 图3是在用于成型叶片壳体的成型模具中布置超声波发生器的分布位置示意图。

[0023] 图4是根据本发明的第一实施例的超声波发生器作用原理的示意图。

[0024] 图5是根据本发明的第一实施例的使用超声辅助真空灌注成型叶片壳体的方法的工艺流程。

[0025] 图6是使用根据本发明的第二实施例的使用超声辅助真空灌注成型模具来成型主梁的成型系统的截面示意图。

## 具体实施方式

[0026] 以下,参照附图来详细说明本发明的优选实施例。应予说明,在下面实施例的说明

和附图中,对相同构件标注相同的符号,并省略重复的说明。

[0027] 根据本发明的第一实施例提供了一种采用超声波辅助装置成型大尺寸风力发电机组叶片壳体的成型模具和成型方法。下面将参照附图进行详细描述。

[0028] 如图2所示,根据本发明的第一实施例的风力发电机组叶片壳体成型模具主要包括模具壳体部(包括模具内壳体1、加热系统2和模具外壳体3等)和支撑部4。

[0029] 加热系统2可在树脂预固化或固化时提供热量。模具内壳体1和模具外壳体3可由玻璃钢形成以具有足够的刚度,以便形成较大的型腔,并保护位于模具内壳体1和模具外壳体3之间的加热系统2。模具内壳体1中形成有与将要成型的叶片壳体外表面随形的型腔内表面,并可利用密封胶条12依次封一真空10和二真空11。这里,将模具阴模设计为包括内壳体1和外壳体3,是为了方便放置和维修加热系统2以及后面提到的超声波发生器101,也可以将内壳体和外壳体设置为一体。

[0030] 支撑部4可为呈“凹”状的支座,但不限于此。支撑部4的底部可为平面,以便平稳地放置到地面并支撑模具的成型部件;支撑部4的上部可形成有凹入部,模具内壳体1、加热系统2和模具外壳体3的组合体可嵌入在所述凹入部中。

[0031] 此外,在真空灌注成型模具中还可设置有检验抽气口8和注胶口9。检验抽气口8可按照一定的间隔设置在模具型腔的边缘,用于在通过真空泵7吸真空并检验气压。注胶口9可连接到模具型腔,作为示例,可沿模具型腔的轴向或弦向布置有多个导流管,以将树脂桶6中树脂灌注到模具型腔从而形成叶片壳体。

[0032] 此外,根据本发明的第一实施例的用于风力发电机组叶片壳体成型的超声辅助真空灌注系统成型模具还可包括设置于模具内壳体1的内表面层中的多个超声波发生器101。作为示例,超声波发生器101可以以例如预埋或可拆卸嵌入的形式设置在模具壳体部(例如,模具内壳体1)中,以便利用超声波的振动来辅助真空灌注成型叶片壳体。

[0033] 多个超声波发生器101的布置间距可随铺层厚度的增大而减小。也就是说,在铺层较厚的区域可采用小间距布置,铺层厚度相对薄的区域则可适当扩大布置间距。同时,由于常用的超声波发生器的作用范围在100mm~5000mm,因此布置间距也不可过大,以免在超过一定距离之后能量衰减太大,超声辅助作用太弱。此外,对于铺层厚度均匀的区域可采用均匀等间距布置,对于铺层厚度逐渐变化的区域,则可根据铺层厚度的变化而采用变化间距。

[0034] 在用于成型叶片壳体的模具中,考虑到叶根成型部20附近和后缘辅梁部30附近截面较厚,较容易出现树脂浸润不良导致的发白和包死的现象,因此,如图3所示,多个超声波发生器101可主要设置在叶片壳体中截面较厚的叶根成型部20附近和后缘辅梁部30。

[0035] 例如,在用于成型大约50m长的叶片壳体的成型模具中,对于铺层厚达到或超过80mm的叶根成型区域可采用大约500mm或更小的间距布置多个超声波发生器101,对于铺层厚度等于或小于30mm的后缘成型区域可采用大约4000mm或更大的布置间距。

[0036] 多个超声波发生器101的布置方向可以是沿与叶片随形的型腔的弦向或展向,具体地,在叶根成型部20可沿弦向(或环向)均匀布置多个超声波发生器101,在后缘辅梁部30的中部铺层等厚的区域可沿展向(或长度方向)以等间距均匀布置多个超声波发生器101,或者还可以变化的间距布置多个超声波发生器101。

[0037] 具体地,在叶根成型部20,由于叶根厚度较厚且厚度较均匀,可在叶片铺层站位(中轴线投影与叶根端之间距离) $L=0\text{mm}$ 至 $L=2000\text{mm}$ 之间从模具中心线向前后缘沿弦向均

匀布置多个超声波发生器101,但不限于此。在后缘辅梁部30,铺层厚度逐渐变化,起点和终点附近由于铺层较少不布置超声波发生器101,在中间铺层等厚的区域,可沿叶片壳体的展向从起点到终点以等间距布置超声波发生器101,而在铺层厚度较大且厚度变化的区域中,可根据铺层厚度的递减而逐渐增大布置间距。

[0038] 图3中仅示出了在模具壳体部的叶根成型部20均匀布置一圈超声波发生器101并在后缘辅梁部30以变化间距布置一排超声波发生器101的情况,但实施例不限于此。此外,根据实际情况还可仅在叶根成型部20布置或者仅在后缘辅梁部30布置超声波发生器101,还可在模具的叶根成型部20均匀布置多圈或在模具的后缘辅梁部30均匀布置超声波发生器101,还可在其他成型位置布置超声波发生器101,以尽可能地避免树脂浸润不良问题。也就是说,超声波发生器101的位置、数量和稀疏程度并不仅限于图中所示,可根据成型产品尺寸或工艺要求进行改变。

[0039] 如图4所示,超声波发生器101可包括能够产生超声波的超声波换能器101a和连接到超声波换能器101a的一端并能够传递超声波的振动面板101b。振动面板101b可与模具的型腔内表面(例如,形成在所述内壳体1上的型腔内表面)随形并呈薄片状,以便以片材的形式嵌入在模具的型腔内表面中,从而构成用于成型叶片壳体的模具的型腔内表面的一部分。因此,振动面板101b可直接接触树脂和/或纤维、碳纤维或碳/玻混杂纤维铺层,从而使超声波通过振动面板101b作用于成型树脂以及纤维、碳纤维或碳/玻混杂纤维铺层。具体地,超声波换能器101a可将输入的电功率转换成高频机械振荡信号并将该高频机械振荡信号传递给与之相连的振动面板101b,从而形成超声波并使超声波作用于灌注树脂和铺层。通常可将超声波频率和功率控制在能够充分促进树脂浸润的范围,同时需要控制噪声频率在人耳可接受范围,以便适合于生产应用。

[0040] 此外,超声波发生器101还可包括用于容纳超声波换能器101a和振动面板101b的箱体,使超声波发生器101可通过所述箱体可拆卸地嵌入在模具壳体部中。

[0041] 考虑到加热系统2的加热温度可能对超声波发生器101的影响,所述成型模具中的超声波发生器101可采用耐温等级超过80℃的超声波发生器。

[0042] 下面将参照图5详细描述利用根据本发明的第一实施例的超声波辅助真空灌注成型模具来成型叶片壳体的成型方法。

[0043] 采用根据本发明的第一实施例的适于风力发电机组叶片壳体成型的超声辅助真空灌注成型模具来成型风力发电机组叶片的叶片壳体的方法主要包括以下步骤:

[0044] 步骤1:铺层,将用于成型叶片材料铺设在成型模具中。具体地,将玻纤套材、预成型主梁、芯材等材料以及导流介质5铺放至叶片成型模具中。

[0045] 作为示例,在叶片壳体生产时,铺层中的玻纤套材还可是碳纤维或碳纤/玻纤混杂织物。作为示例,铺层时的导流介质5可以是导流网或连续毡等的任何能够促进灌注过程中树脂渗流速度的导流材料。

[0046] 步骤2:布置导流系统和抽气系统,利用密封胶条12依次封一真空10和二真空11。这里,为了保险起见,通常封两道真空,以防止灌注树脂过程中漏气。

[0047] 步骤3:密封抽真空和灌注树脂,开启真空泵7,当检验抽气口8真空负压达到-0.098MPa时,保压15min,如果检测到压降小于等于0.003MPa,则将树脂和固化剂按照一定比例混合均匀后注入树脂桶6,并打开注胶口9,进行灌注树脂。

[0048] 步骤4:开启超声波发生器101,实时观察模具上表面树脂波前流动,树脂可从铺设的导流介质5的中央最低点向两侧流动,当树脂波前流过成型模具中的超声波发生器101(例如,振动面板101b)所处位置预定距离(例如,100mm)后或者树脂波前流过成型模具中的超声波发生器101(例如,振动面板101b)所处位置预定时间后,开启该位置的超声波发生器101。为了达到最佳的灌注效果,可根据成型位置所铺设的铺层厚度调节超声波发生器的频率和超声波发生器的功率,叶根处的超声波发生器的频率可为50~80KHz,功率可为200~300W,后缘辅梁处的超声波发生器的频率可为40~60KHz,功率可为100~250W。也就是说,由于叶片壳体中叶根处的厚度相对较厚,通常可将叶根处的超声波发生器的频率和功率控制为高于后缘辅梁处的超声波发生器的频率和功率。

[0049] 步骤5:灌注完成后关闭超声波发生器101,灌注完成后,使超声波发生器101继续振动5min后再关闭超声波发生器101,但不限于此。灌注完成后,可根据实际灌注环境温度和树脂渗透程度来调节超声持续振动时间,例如,可根据需要在5~20min之间调节。

[0050] 步骤6:预固化,打开模具加热系统2,将模具升温至75℃,其后使模具保温(例如,4小时左右)至树脂固化到预定状态。

[0051] 在预固化过程,可根据使用的树脂体系确定固化参数。作为示例,可以在60~85℃之间加热固化。作为另一示例,也可以选择常温固化。

[0052] 步骤7:关闭加热器和脱模,关闭加热器2的同时关闭真空泵7,使模具和产品降温,完成叶片壳体的成型。

[0053] 在降温之后,粘贴预制腹板,并将两个叶片壳体合模,合模后再次开启加热器,使粘接胶固化,最后关闭加热器使产品降温。在降温之后,利用楔块、吊绳和行车等辅助脱模装置使产品脱模。

[0054] 最终完成叶片的成型。

[0055] 根据本发明的实施例的成型模具还可用于叶片预成型体(例如,预制主梁、预制叶根、预制后缘辅梁和预制腹板)的成型。下面将参照图6描述根据本发明的第二实施例的通过超声辅助真空灌注成型主梁的成型模具和成型工艺。

[0056] 根据本发明的第二实施例的成型模具主要包括模具壳体部(例如,包括模具内壳体1、加热系统2和模具外壳体3)和支撑部4。

[0057] 加热系统2可在树脂预固化或固化时提供热量。模具内壳体1和模具外壳体3可由玻璃钢形成以具有较大刚度,以便形成较大的型腔,并保护位于模具内壳体1和模具外壳体3之间的加热系统2。模具内壳体1中形成有与将要成型的主梁外表面随形的型腔内表面,并可利用密封胶条12依次封一真空10和二真空11。这里,将模具阴模设计为包括内壳体1和外壳体3,是为了方便放置和维修加热系统2以及后面提到的超声波发生器101,也可以将内壳体1和外壳体3设置为一体。支撑部4可呈框架式并在其上端设置有连接支座,以支撑模具壳体部(例如,模具内壳体1、加热系统2和模具外壳体3的组合体),但不限于此。

[0058] 此外,在根据本发明的第二实施例的成型模具中,检验抽气口8和注胶口9的作用和布置与第一实施例的成型模具中的布置类似,在此不再重复描述。

[0059] 根据本发明的第二实施例的超声波发生器101的布置方法与第一实施例中的布置相似,即,可沿叶片主梁的环向或长度方向布置超声波发生器101,在主梁截面较厚部分均匀布置或根据截面厚度调整布置间距。以成型50m长叶片的主梁为例,在主梁成型模具中,



在铺层厚度为50~60mm的中部,可采用大约2000mm的布置间距均匀布置超声波发生器101,而根部和尖部区域中铺层厚度逐渐减小,则可根据铺层厚度适当增大布置间距,使布置间距在2500mm~3500mm范围变化。

[0060] 下面将描述使用根据本发明的第二实施例的超声辅助真空灌注成型模具来成型叶片主梁的方法的工艺流程。

[0061] 采用根据本发明的第二实施例的适于风力发电机组叶片主梁成型的超声辅助真空灌注成型模具来成型主梁的方法包括以下步骤:

[0062] 步骤1:铺层,将单向玻纤布和导流介质5铺放至主梁成型模具中。

[0063] 作为示例,在主梁成型时,一般采用单向纤维织物,但不限于上述的单向玻纤布,还可为任何合适的碳纤维或碳纤/玻纤混杂织物。作为示例,铺层时的导流介质5可为导流网或连续毡,也可为任何促进灌注过程中树脂渗流速度的导流材料。

[0064] 步骤2:布置导流系统和抽气系统,利用密封胶条12依次封一真空10和二真空11。这里,为了保险起见,封两道真空,以防止灌注过程中漏气。

[0065] 步骤3:密封抽真空和灌注树脂,开启真空泵7,当检验抽气口8真空负压达到-0.098MPa,如果满足保压15min后的压强下降 $\leq 0.003$ MPa,则将树脂和固化剂按照一定比例混合均匀后注入树脂桶6,打开注胶口9,进行灌注树脂。

[0066] 步骤4:开启超声波发生器101,实时观察模具上表面树脂波前流动,当树脂流过成型模具中的超声波发生器101(例如,振动面板101b)所处位置预定距离(例如,100mm)后或者预定时间后,开启该位置的超声波发生器101。为了达到最佳的灌注效果,可根据不同叶型的主梁厚度调节超声波发生器的频率和功率,作为示例,主梁成型时的超声波发生器的频率可为40~60KHz,功率可为100~300W。

[0067] 步骤5:灌注完成后关闭超声波发生器101,灌注完成后,使超声波发生器101继续振动5min后再关闭超声波发生器101,但不限于此。灌注完成后,可根据实际灌注环境温度和树脂渗透程度进行调节超声持续振动时间,例如,可根据需要在5~20min之间调节。

[0068] 步骤6:预固化,打开模具加热系统2,将模具升温至75℃,其后使模具保温至树脂固化完全。

[0069] 在预固化过程,可根据使用的树脂体系确定固化参数。作为示例,可以在60~85℃之间加热固化。作为另一示例,也可以选择常温固化。

[0070] 步骤7:关闭加热器和脱模,关闭加热器2的同时关闭真空泵7,使模具和产品降温,并在降温之后利用楔块、吊绳和行车等辅助脱模装置使产品脱模。

[0071] 最终完成叶片主梁的成型。

[0072] 根据本发明的实施例中的模具内设置有超声波发生器,因此可在成型过程中为树脂浸润纤维束提供额外的超声波驱动力,促进树脂的渗透,提高抽气效率。同时可使纤维束变松散,有利于树脂进入纤维束内,增强微观浸润,提高纤维与树脂之间的界面结合强度。因此,通过使用根据本发明的实施例的成型模具和成型方法可改善叶根、后缘辅梁和主梁等部位的发白和干斑等缺陷,从而提高成型质量。

[0073] 此外,本发明的实施例中仅以真空灌注成型模具为例描述了通过设置超声波发生器改善风力发电机组叶片的成型质量的示例,但实施例不限于此。还可将该方法用于其他用于成型风力发电机组叶片的封闭或不封闭成型模具中。

[0074] 此外,本发明的实施例仅示出了将该成型模具和成型方法应用于成型叶片壳体和主梁的示例,但实施例不限于此。还可将该超声辅助灌注成型模具和成型方法类似地应用于其他产品的成型,例如,预制叶根、预制后缘辅梁或者飞机壳体等其他通过纤维增强体和树脂成型的产品。

[0075] 此外,本发明的实施例仅示出了采用阴模模具进行成型的示例,但实施例不限于此。还可将该超声辅助成型装置和方法应用于阳模成型方式。

[0076] 根据本发明,提供了一种风力发电机组叶片成型模具及成型方法,在不脱离权利要求限定的范围的情况下,本领域技术人员可对上述的技术特征进行组合、修改和变型。

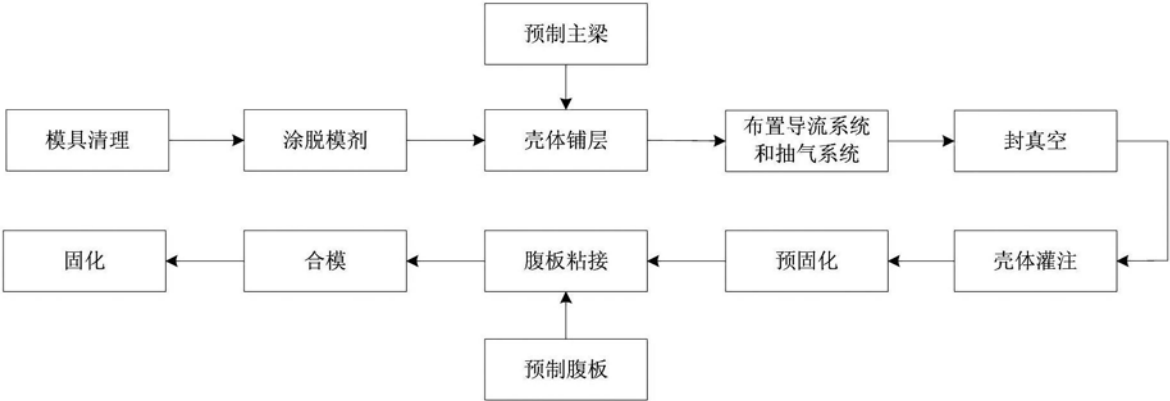


图1

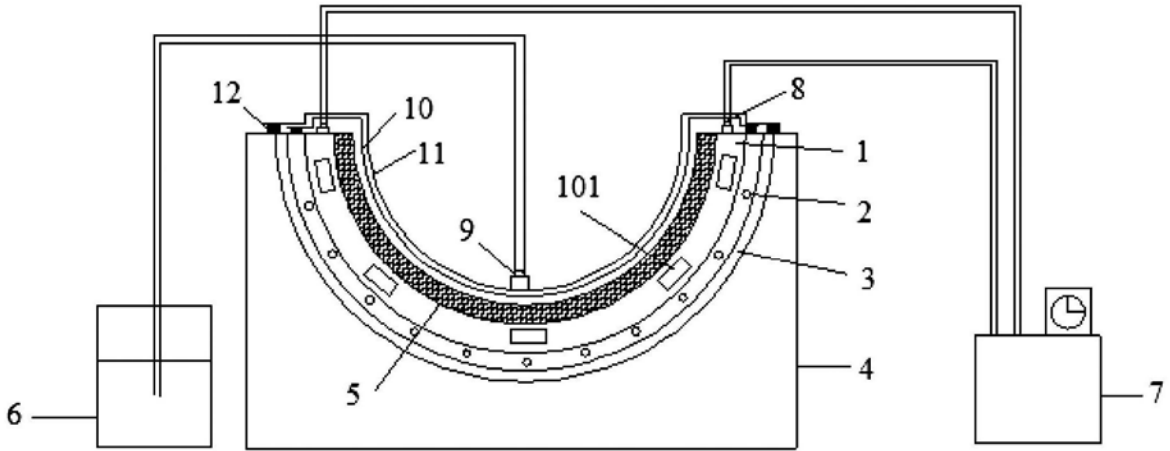


图2

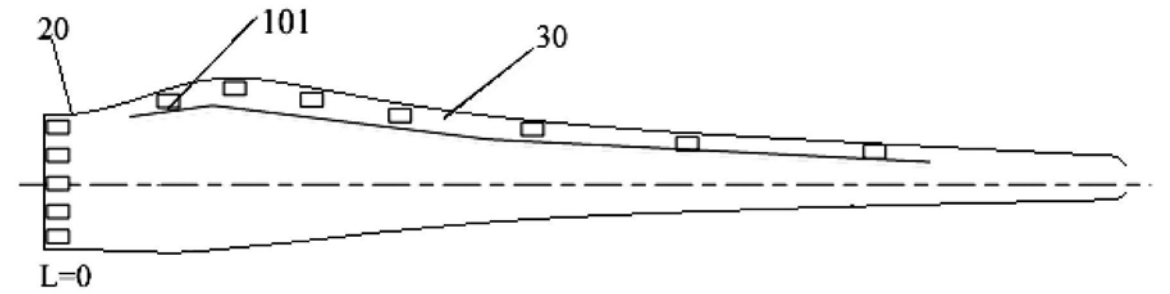


图3

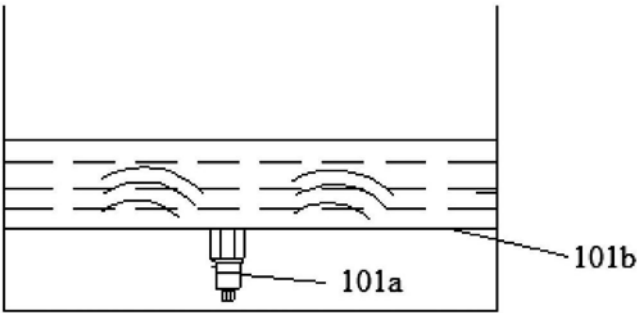


图4

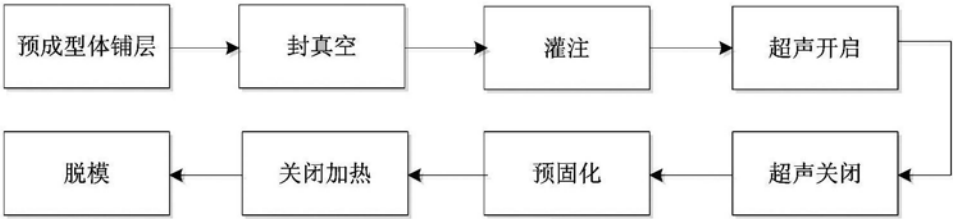


图5

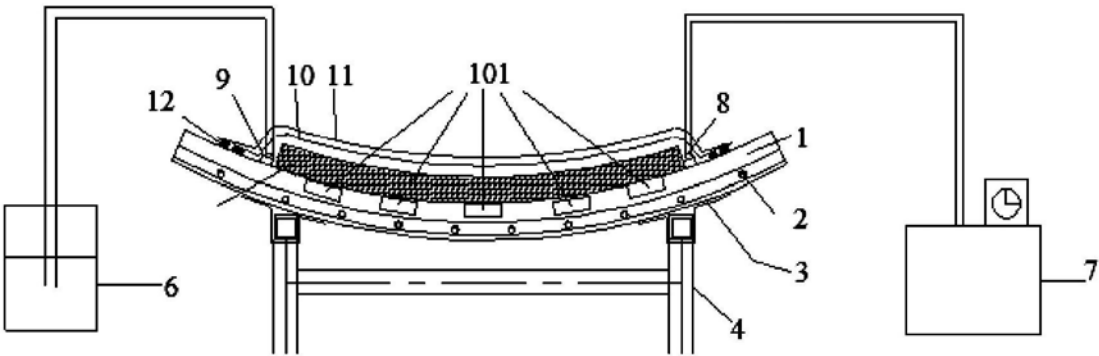


图6