

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018 年 6 月 21 日 (21.06.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/107571 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**B29B 15/14** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/072925

(22) 国际申请日: 2017 年 2 月 6 日 (06.02.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201611150520.6 2016 年 12 月 14 日 (14.12.2016) CN

(71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(72) 发明人: 郭玉琴 (GUO, Yuqin); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 陈龙 (CHEN, Long); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 王匀 (WANG, Yun); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013

(CN)。 李富柱 (LI, Fuzhu); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR PREPARING CONTINUOUS CARBON FIBRE REINFORCED THERMOPLASTIC RESIN MATRIX PREPREG

(54) 发明名称: 一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置及方法

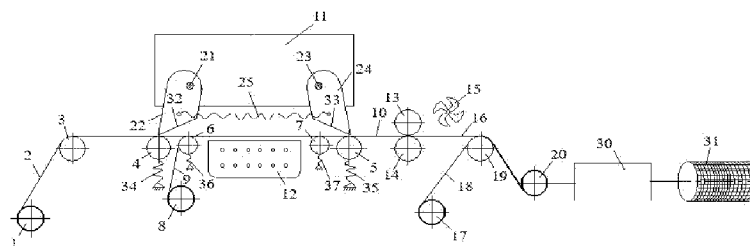


图 1

(57) Abstract: An apparatus and a method for preparing continuous carbon fibre reinforced thermoplastic resin matrix prepreg; by means of the coordination of a left wedge-shaped pendulum block (22) and a right wedge-shaped pendulum block (24) with a first left elastic tension roller (4) and a first right elastic tension roller (5) respectively, implementing carbon fibre loose bundling, fibre opening, and tensioning; by means of the contact and rapid downward pressure of the left wedge-shaped pendulum block (22) and the right wedge-shaped pendulum block (24) with a second left elastic tension roller (6) and a second right elastic tension roller (7) respectively, causing a tensioned carbon fibre bundle (2) to perform rapid vertical downward cutting of a molten matrix resin film (9) in order to be encapsulated in same, and thereby implementing embedding and encapsulation of the carbon fibre bundle in a thermoplastic matrix resin; by means of secondary compaction by subsequent pressure rollers, preparing unidirectional continuous carbon fibre thermoplastic prepreg tape; and, by means of secondary weaving or braiding, preparing unidirectional, bidirectional, oblique, or 3D continuous carbon fibre reinforced prepreg cloth or fabric. The present invention effectively solves the problem of the high viscosity of thermoplastic resin matrix, the poor permeability and difficult infiltration of carbon fibre bundles, and the difficulty of accurately controlling resin content, and is suitable for use in the preparation of thermoset carbon fibre prepreg tape.



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,  
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

**(57) 摘要:** 一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置及方法, 通过左楔形摆块(22)、右楔形摆块(24)分别与第一左弹性张力辊(4)、第一右弹性张力辊(5)配合实现碳纤维松束、开纤、张紧, 通过左楔形摆块(22)、右楔形摆块(24)分别与第二左弹性张力辊(6)、第二右弹性张力辊(7)的接触和快速下压作用, 使张紧的碳纤维束(2)对熔融态基体树脂膜(9)进行快速垂直向下切割, 并包埋入其中, 实现碳纤维丝束在热塑性基体树脂中的嵌入及包埋, 再通过随后压力辊的二次压实制备单向连续碳纤维热塑性预浸带料, 通过二次纺织或编织, 制成各种单向、双向、斜向及三维连续碳纤维增强预浸布或织物, 很好地解决了热塑性树脂基体粘性大、对碳纤维束浸透性差和浸润难、树脂含量难以精确控制的问题, 也适用于热固性碳纤维预浸料带制备。

## 一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置及方法

### 技术领域

本发明属于复合材料领域，涉及一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料的制备技术，特别适用于熔融粘度高、对连续碳纤维布或织物渗透性差的热塑性树脂基复合材料预浸料的制备。

### 背景技术

作为汽车轻量化的重要手段之一，热固性碳纤维复合材料构件由于存在原材料成本高、保质期短、运输贮存条件苛刻、生产周期长、工艺成本高、易发生脆性破坏、维护修复难、材料重复利用率低、回收报废能耗高等问题，因而难以满足批量化生产的要求。为此，汽车行业对采用连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料热成形工艺来制造高性能热塑性碳纤维复合材料构件（CFRTP）提出了迫切需求，而连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备已成为其关键技术瓶颈之一。

目前广使用的热固性树脂基碳纤维增强预浸料生产技术主要包括：熔融法、粉末法、溶剂浸渍法等。如中国专利公开号为 CN101474868A 的文献中公布了一种熔融浸渍法制备连续碳纤维增强热塑性预浸带的设备，采用交错双挤出模头，从纤维两侧添加熔融热塑性树脂，但由于热塑性树脂熔融温度高、粘度大而难以保证碳纤维的均匀浸润，制得的预浸带孔隙率较大。中国专利公开号为 CN102328443A 的文献中提供了一种溶液浸渍法制备连续碳纤维增强热塑性预浸带的设备，设计了二次浸渍槽使纤维能在熔融树脂箱体中进一步浸渍，但未能很好地解决热塑性树脂对碳纤维丝束浸润性差的问题。中国专利公开号为 CN103978695 的文献中提供了一种采用粉末浸渍法制备连续功能化碳纤维增强热塑性树脂基预浸带的设备，该设备设计了可喷洒含热塑性树脂粉体悬浊液的喷洒装置，并在喷洒装置前设置了开纤装置，但该设备本质上仍是基于热压成形工艺原理，无法从根本上改变热塑性树脂基体粘性大、流动性差、难以均匀、充分浸渍碳纤维布或织物的特性，因此很难制备出纤维含量可精确控制、浸润均匀的高性能连续碳纤维增强热塑性预浸带料。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置和方法，以解决现有连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备技术中所存在的高粘度热塑性树脂难以浸渍连续碳纤维束内部形成均匀有效粘结，从而导致所制得碳纤维复合材料构件力

学性能欠佳和承载能力较低的问题。

本发明一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置采用的技术方案是：包含卷有碳纤维束的碳纤维束卷辊和卷有树脂膜的树脂膜卷辊，碳纤维束经碳纤维束卷辊引出，从左到右依次经中心轴都前后水平布置的碳纤维束牵引辊、第一左弹性张力辊、第二左弹性张力辊、第二右弹性张力辊和第一右弹性张力辊向右输送，在第一左弹性张力辊至第一右弹性张力辊之间的碳纤维束的正上方布置有开纤器；树脂膜从树脂膜卷辊引出，从左到右依次经第二左弹性张力辊、第二右弹性张力辊和第一右弹性张力辊向右输送，树脂膜位于碳纤维束的正下方，均水平布置且相互平行，其间留有上下间隙；在第二左弹性张力辊和第二右弹性张力辊之间的树脂膜的正下方设有红外加热器，红外加热器最上部设有水平的砧板；第一左弹性张力辊、第二左弹性张力辊、第二右弹性张力辊和第一右弹性张力辊的正下端各固定连接一个垂直布置的压簧；开纤器上设置有能旋转的左楔形摆块和右楔形摆块，左楔形摆块位于第一左弹性张力辊和第二左弹性张力辊的正上方，右楔形摆块位于第二右弹性张力辊和第一右弹性张力辊的正上方；左楔形摆块的下表面是左楔形面，右楔形摆块的下表面是右楔形面，左楔面和右楔面相互面对面地布置，左楔形摆块和右楔形摆块的中间之间连接一根左右水平布置的拉簧。

本发明所述一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法采用的技术方案是：具有以下步骤：

A、开纤器在初始位置，左楔形面最下端位于第一左弹性张力辊上方，右楔形面最下端位于第一右弹性张力辊上方，不接触第一左弹性张力辊和第一右弹性张力辊上的碳纤维束；

B、开纤器向下运动，左楔形面和右楔形面朝彼此方向摆动，最下端分别对应地接触上第一左弹性张力辊、第一右弹性张力辊上的碳纤维束，在拉簧拉力作用下对碳纤维束进行松束；

C、开纤器继续向下运动，左楔形面作用于第一左弹性张力辊，右楔形面作用于第一右弹性张力辊，左楔形摆块和右楔形摆块彼此背向摆动，拉簧拉伸，将碳纤维束张紧；同时红外加热器工作，树脂膜加热至融化；

D、开纤器再继续向下运动，左楔形面、右楔形面分别接触并下压对应位置的第二左弹性张力辊、第二右弹性张力辊，张紧的碳纤维束及树脂膜一起向下压向砧板，碳纤维束包埋入树脂膜中，制成软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片。

本发明采用上述技术方案后，具有的有益效果是：

1、本发明根据张紧的风筝线切割运动物体的原理，通过左、右楔形摆块分别与第一左、右弹性张力辊配合实现碳纤维松束、开纤、张紧，通过左、右楔形摆块分别与第二左、右弹性张力辊的接触和快速下压作用，使张紧的碳纤维束对熔融态基体树脂膜进行快速垂直向下切割，并包埋入其中，实现碳纤维丝束在热塑性基体树脂中的嵌入及包埋，再通过随后压力辊的二次压实制备单向连续碳纤维热塑性预浸带料，通过二次纺织或编织，制成各种单向、双向、斜向及三维连续碳纤维增强预浸布或织物，很好地解决了热塑性树脂基体粘性大、对碳纤维束浸透性差和浸润难、树脂含量难以精确控制的问题，也适用于热固性碳纤维预浸料带制备。

2、本发明能通过对热塑性树脂膜和碳纤维束的规格设置，精确控制连续碳纤维增强热塑性预浸料中的树脂含量，获得高纤维含量的单向连续碳纤维增强热塑性预浸料，可为双向、斜向、三维预浸料的制备提供必须的中间产品，以便进一步提高碳纤维复合材料构件力学性能的可设计性。

3、本发明通过开纤器的特殊结构设计及其沿垂直方向的间歇式上下运动，顺次实现对碳纤维丝束的松束、开纤、张紧和垂直切割包埋，且碳纤维束开纤与热塑性树脂膜的非接触式、局部、红外加热方式同时进行，便于降低能源消耗，不仅节约能源，而且易于实现与其他生产单元的同步作业，实现了连续碳纤维增强热塑性预浸带料的连续、高效、自动化生产。

## 附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

图1 为本发明一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的结构示意图；

图2 为图1中碳纤维束松束、开纤时开纤器及相关部件的工作状态放大示意图；

图3 为图1中碳纤维束张紧、切割时开纤器及相关部件的工作状态放大示意图；

图4 为图1中红外加热器的结构及工作状态放大示意图。

图中：1.碳纤维束卷辊；2.碳纤维束；3.碳纤维束牵引辊；4.第一左弹性张力辊；5.第一右弹性张力辊；6.第二左弹性张力辊；7.第二右弹性张力辊；8.树脂膜卷辊；9.树脂膜；10.软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片；11.开纤器；12.红外加热器；13.上压力辊；14.下压力辊；15.冷却风扇；16.单向连续碳纤维增强预浸带；17.离型纸卷辊；18.离型纸；19.离型纸牵引辊；20.预浸料收卷辊；21.左旋转销轴；22.左楔形摆块；23.右旋转销轴；24.右楔形摆块；25.拉簧；26.红外加热灯管；27.砧板；28.温度传感器；29.温控仪；30.编织机单元；31.连续碳纤维预浸布/织物；32.左楔形面；33.右楔形面；34.第一左压簧；

35.第一右压簧；36.第二左压簧；37.第二右压簧。

### 具体实施方式

如图 1 所示的本发明一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，为左右横向布置的结构，从左到右依序是中心轴都前后水平布置的碳纤维束卷辊 1、碳纤维束牵引辊 3、第一左弹性张力辊 4、第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 和第一右弹性张力辊 5。第一左弹性张力辊 4 与第二左弹性张力辊 6 的两个中心轴之间的左右水平距离等于第一右弹性张力辊 5 与第二右弹性张力辊 7 的两个中心轴之间的左右水平距离。

碳纤维束卷辊 1 上卷有碳纤维束 2，碳纤维束 2 经碳纤维束卷辊 1 引出后，依次经碳纤维束牵引辊 3、第一左弹性张力辊 4、第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 和第一右弹性张力辊 5，从碳纤维束牵引辊 3 至第一右弹性张力辊 5 的碳纤维束 2 左右水平布置。在第一左弹性张力辊 4 至第一右弹性张力辊 5 之间的碳纤维束 2 的正上方布置开纤器 11。开纤器 11 采用高压气流开纤，并能沿垂直方向作间歇式上下运动。

在第二左弹性张力辊 6 的左侧设置树脂膜卷辊 8，树脂膜卷辊 8 上卷有树脂膜 8，树脂膜 8 从树脂膜卷辊 8 引出，依次经第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 和第一右弹性张力辊 5。第二左弹性张力辊 6 至第一右弹性张力辊 5 之间的树脂膜 8 左右水平布置，并且位于碳纤维束 2 的正下方，碳纤维束 2 与树脂膜 8 上下相互平行，其间留有上下间隙。

第二左弹性张力辊 6 和第二右弹性张力辊 7 之间的树脂膜 8 的正下方设置红外加热器 12，红外加热器 12 能对树脂膜 8 进行加热，使树脂膜 8 呈熔融态基体。

第一左弹性张力辊 4、第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 和第一右弹性张力辊 5 的每个弹性张力辊正下端各固定连接一个垂直布置的压簧，压簧上端与弹性张力辊的侧表面固定连接，压簧的下端固定在地面，在压簧的作用下，每个弹性张力辊都能沿垂直方向在径向上下运动。具体是：第一左弹性张力辊 4 的正下端固定连接第一左压簧 34，第二左弹性张力辊 6 的正下端固定连接第二左压簧 36，第二右弹性张力辊 7 的正下端固定连接第二右压簧 37，第一右弹性张力辊 5 的正下端固定连接第一右压簧 35。

开纤器 11 上设置有能绕左旋转销轴 21 旋转的左楔形摆块 22 和能绕右旋转销轴 23 旋转的右楔形摆块 24，左楔形摆块 22 位于第一左弹性张力辊 4 和第二左弹性张力辊 6 的正上方，右楔形摆块 24 位于第二右弹性张力辊 7 和第一右弹性张力辊 5 的正上方。

左楔形摆块 22 的下表面是左楔形面 32，右楔形摆块 24 的下表面是右楔形面 33，左楔面 32 和右楔面 33 相互面对面地布置。左楔形面 32 和右楔形面 33 的楔角大小由开纤

器 11 向下运动的最大位移决定。左旋转销轴 21 和右旋转销轴 23 分别连接于左楔形摆块 22 和右楔形摆块 24 的上端，左楔形摆块 22 和右楔形摆块 24 的中间之间连接一根左右水平布置的拉簧 25。

当开纤器 11 在初始原位置时，左楔形面 32 最下端位于第一左弹性张力辊 4 上方，右楔形面 33 最下端位于第一右弹性张力辊 5 上方，不接触第一左弹性张力辊 4 和第一右弹性张力辊 5 上的碳纤维束 2，开纤器 11 向下运动后，左楔形面 32 和右楔形面 33 最下端分别对应地接触上第一左弹性张力辊 4、第一右弹性张力辊 5 上的碳纤维束 2，此时在拉簧 25 拉力作用下，对碳纤维束 2 进行松束。随着开纤器 11 的继续向下运动，左楔形摆块 22 绕左旋转销轴 21 顺时针旋转，右楔形摆块 24 绕右旋转销轴 23 逆时针旋转，拉簧 25 水平拉伸，左楔面 32 和右楔面 33 分别对应地对第一左弹性张力辊 4 和第一右弹性张力辊 5 施加向下的压力，第一左压簧 34 和第一右压簧 35 压缩，第一左弹性张力辊 4 和第一右弹性张力辊 5 向下移动，辅助左楔形摆块 22、右楔形摆块 24 对碳纤维束 2 进行张紧。随着开纤器 11 的继续向下运动，左楔形面 32 同时压在第一左弹性张力辊 4 和第二左弹性张力辊 6 上的碳纤维束 2 上，右楔形面 33 同时压在第一右弹性张力辊 5 和第二右弹性张力辊 7 上的碳纤维束 2 上。开纤器 11 再继续向下运动后，第二左压簧 36 和第二右压簧 37 压缩，左楔形面 32 同时向下作用于第一左弹性张力辊 4 和第二左弹性张力辊 6，右楔形面 33 同时向下作用于第一右弹性张力辊 5 和第二右弹性张力辊 7，带动水平的碳纤维束 2 向下垂直运动，下压树脂膜 8。本发明通过合理设计拉簧 25 以及第一左压簧 34、第一右压簧 35、第二左压簧 36、第二右压簧 37 的簧力，当开纤器 11 快速向下运动时，在左楔形面 32、右楔形面 33、拉簧 25 以及四个压簧的共同作用下，能使张紧的碳纤维束 2 快速下压经红外加热器 12 加热后的树脂膜 8，使碳纤维束 2 对熔融态基体树脂膜 8 进行垂直切割，并包埋入其中。在开纤器 11 向上运动时，第一左弹性张力辊 4、第一右弹性张力辊 5 因弹簧的弹性恢复而向上运动回复原位，辅助开纤器 11 对碳纤维束 2 进行松束和开纤。

在第一右弹性张力辊 5 的右侧设置上压力辊 13 和下压力辊 14，上压力辊 13 和下压力辊 14 分别上下布置。在上压力辊 13 和下压力辊 14 的右侧依次设置冷却风扇 15、离型纸牵引辊 19 和预浸料收卷辊 20。在离型纸牵引辊 19 的左下方设置离型纸卷辊 17，离型纸卷辊 17 上卷有离型纸 18，离型纸 18 依次经离型纸牵引辊 19 至预浸料收卷辊 20。

碳纤维束 2 包埋入树脂膜 8 中后，形成软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10。由碳纤维束 2 和树脂膜 8 共同形成的该软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 经第一

右弹性张力辊 5 引出。从第一右弹性张力辊 5 引出的软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 经过上压力辊 13 和下压力辊 14 之间，上压力辊 13 和下压力辊 14 同时进一步压实软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 后形成单向连续碳纤维增强预浸带 16，软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 和单向连续碳纤维增强预浸带 16 均水平布置，且处于同一水平高度。单向连续碳纤维增强预浸带 16 的正上方是冷却风扇 15，对单向连续碳纤维增强预浸带 16 进行快速冷却。单向连续碳纤维增强预浸带 16 从上压力辊 13 和下压力辊 14 之间引出并冷却后再依次经离型纸牵引辊 19 至预浸料收卷辊 20，并且单向连续碳纤维增强预浸带 16 紧贴在离型纸 18 的上表面，两者在离型纸牵引辊 19 处汇聚，共同经离型纸牵引辊 19 牵引和预浸料收卷辊 20 收卷。收卷后的单向连续碳纤维增强预浸带 16 通过编织机单元 30 进行二次编织，制成各种单向、双向、斜向及三维连续碳纤维预浸布或织物 31。

如图 2 所示，在碳纤维束 2 松束、开纤状态时，左楔形摆块 22 和右楔形摆块 24 之间的拉簧 25 能调节碳纤维束 2 的松束力及张紧力。当开纤器 11 处于停止状态时，左楔形摆块 22 和右楔形摆块 24 在拉簧 25 的拉力作用下分别绕左旋转销轴 21 和右旋转销轴 23 反向摆动，左楔面 32 和右楔面 33 的最下端对碳纤维束 2 进行松束和开纤。

如图 3 所示，在碳纤维束 2 张紧、向下切割状态时，开纤器 11 上的左楔形摆块 22 和右楔形摆块 24 通过左楔形面 32 和右楔形面 33 分别对应地先下压第一左弹性张力辊 4 和第一右弹性张力辊 5，并且左楔面 32 向左摆动，右楔面 33 向右摆动实现碳纤维束 2 的张紧，然后再通过下压第二左弹性张力辊 6 和第二右弹性张力辊 7，带动碳纤维束 2 垂直向下运动，使碳纤维束 2 对正下方的熔融态基体树脂膜 8 实现垂直切割和包埋。

如图 4 所示，红外加热器 12 通过控制线连接温控仪 29，温控仪 29 用于控制红外加热器 12 的启停。红外加热器 12 内部具有温度传感器 28 和多根红外加热灯管 26，温度传感器 28 与温控仪 29 相连，多根红外加热灯管 26 用于对树脂膜 9 进行局部、快速、辐射式加热。红外加热器 12 的最上部设有水平的砧板 27，砧板 27 的左右宽度与所制备的单向连续碳纤维增强预浸带 16 的左右宽度一致，砧板 27 用相应的耐高透光率、高温热传导率的材料制成，砧板 27 上表面和第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 下压前时树脂膜 9 下表面之间留有一定的上下垂直距离，该上下垂直距离  $h$  为 1-2mm，便于树脂膜 9 的顺利供给。

如图 1-4 所示，制备连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料时，先备好 12K 碳纤维束卷、PA66 热塑性树脂膜卷及 yc-lxz001 离型纸卷，分别置于对应的碳纤维束卷辊 1、树脂

膜卷辊 8 及离型纸卷辊 17 上。将碳纤维束 2 从纤维束卷辊 1 引出,预先从左至右依次绕在碳纤维束牵引辊 3、第一左弹性张力辊 4、第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7、第一右弹性张力辊 5、上压力辊 13 和下压力辊 14 之间、离型纸牵引辊 19、预浸料收卷辊 20 上,使碳纤维束 2 从左向右输送。将树脂膜 9 从树脂膜卷辊 8 引出,预先从左至右依次绕在第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7、第一右弹性张力辊 5、上压力辊 13 和下压力辊 14 之间、离型纸牵引辊 19、预浸料收卷辊 20 上,使树脂膜 9 从左向右输送,并且树脂膜 9 有间隙地位于碳纤维束 2 的正下方,两者之间不接触。将离型纸 18 从离型纸卷辊 17 引出,预先依次绕在离型纸牵引辊 19、预浸料收卷辊 20 上,使离型纸 18 向右输送。

当碳纤维束 2 输送至开纤器 11 下方时,左楔形摆块 22、右楔形摆块 24 在拉簧 25 作用下分别绕左旋转销轴 21、右旋转销轴 23 朝彼此方向摆动,即左楔形摆块 22 朝逆时针方向摆动,右楔形摆块 24 朝顺时针方向摆动,同时左楔形面 32 和右楔形面 33 的最下端分别对应地接触于第一左弹性张力辊 4、第一右弹性张力辊 5 上的碳纤维束 2,实现碳纤维束 2 的松束,同时采用高压气流对碳纤维束 2 进行开纤,参见图 1 和图 2。

当树脂膜 9 输送至红外加热器 12 上方时,红外加热器 12 工作,通过非接触加热方式对树脂膜 9 进行局部快速加热至融化。

开纤器 11 向下运动,左楔形摆块 22 的左楔形面 32 作用于对应位置的第一左弹性张力辊 4,右楔形摆块 24 的右楔形面 33 作用于对应位置的第一右弹性张力辊 5,带动拉簧 25 拉伸,使左楔形摆块 22、右楔形摆块 24 绕对应的左旋转销轴 21、右旋转销轴 23 彼此背向摆动,将碳纤维束 2 张紧,参见图 1 和图 3。

开纤器 11 再继续向下运动,左楔形摆块 22、右楔形摆块 24 分别接触并下压对应位置的第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7,使张紧的碳纤维束 2 及第二左弹性张力辊 6 和第二右弹性张力辊 7 之间的已经加热融化的热塑性树脂膜 9 一起快速向下,压向红外加热器 12 上的砧板 27,在此过程中,碳纤维束 2 对位于其下方的树脂膜 9 进行垂直切割,并且碳纤维束 2 包埋入树脂膜 9 中,如此预制成了软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10。

开纤器 11 向上运动回程,其上的左楔形摆块 22、右楔形摆块 24 先与第二左弹性张力辊 6、第二右弹性张力辊 7 脱离接触,再与第一左弹性张力辊 4、第一右弹性张力辊 5 脱离接触,开纤器 11 回程至初始位置,停止运动,完成一个工作循环。最后将碳纤维束 2 和树脂膜 8 分别向前运送一个步距,即运送第二左弹性张力辊 6 和第二右弹性张力辊 7

中心轴之间的水平距离后，开纤器 11 再次先对碳纤维束 2 进行松束、开纤，然后开纤器 11 再次向下运动，将碳纤维束 2 张紧以及使张紧的碳纤维束 2 对树脂膜 9 进行垂直切割，如此循环往复连续工作循环，实现软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 的制备。

参见图 1，制备好的软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片 10 继续向前行进并在上压力辊 13 和下压力辊 14 之间经进一步压实，然后在冷却风扇 15 的快速冷却下制成单向连续碳纤维增强预浸带 16，单向连续碳纤维增强预浸带 16 在离型纸牵引辊 19 处与离型纸 18 汇聚后，经预浸料收卷辊 20 收卷。编织单元 30 对预浸料收卷辊 20 收卷的单向连续碳纤维增强预浸带 16 进行二次编织，制成各种单向、双向、斜向及三维连续碳纤维预浸布或织物 31。

以上所述仅为本发明的一个实施例，以便有助于本领域技术人员进一步理解本发明，不以任何形式限制本发明。在不脱离本发明构思前提下，对本发明所做的各种非实质性改进和替换，如所使用增强纤维、树脂膜种类的拓展或装备结构的改造等，均属于本发明的保护范围。

## 权 利 要 求 书

1. 一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，包含卷有碳纤维束（2）的碳纤维束卷辊（1）和卷有树脂膜（8）的树脂膜卷辊（8），其特征是：碳纤维束（2）经碳纤维束卷辊（1）引出，从左到右依次经中心轴都前后水平布置的碳纤维束牵引辊（3）、第一左弹性张力辊（4）、第二左弹性张力辊（6）、第二右弹性张力辊（7）和第一右弹性张力辊（5）向右输送，在第一左弹性张力辊（4）至第一右弹性张力辊（5）之间的碳纤维束（2）的正上方布置有开纤器（11）；树脂膜（8）从树脂膜卷辊（1）引出，从左到右依次经第二左弹性张力辊（6）、第二右弹性张力辊（7）和第一右弹性张力辊（5）向右输送；树脂膜（8）位于碳纤维束（2）的正下方，两者水平布置且相互平行，其间留有上下间隙；在第二左弹性张力辊（6）和第二右弹性张力辊（7）之间的树脂膜（8）的正下方设有红外加热器（12），红外加热器（12）最上部设有水平的砧板（27）；第一左弹性张力辊（4）、第二左弹性张力辊（6）、第二右弹性张力辊（7）和第一右弹性张力辊（5）的正下端各固定连接一个垂直布置的压簧；开纤器（11）上设置有能旋转的左楔形摆块（22）和右楔形摆块（24），左楔形摆块（22）位于第一左弹性张力辊（4）和第二左弹性张力辊（6）的正上方，右楔形摆块（24）位于第二右弹性张力辊（7）和第一右弹性张力辊（5）的正上方；左楔形摆块（22）的下表面是左楔形面（32），右楔形摆块（24）的下表面是右楔形面（33），左楔面（32）和右楔面（33）相互面对面地布置，左楔形摆块（22）和右楔形摆块（24）的中间之间连接一根左右水平布置的拉簧（25）。

2. 根据权利要求1所述一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，其特征是：第一右弹性张力辊（5）的右侧设有上压力辊（13）和下压力辊（14），上压力辊（13）和下压力辊（14）的右侧依次设有冷却风扇（15）、离型纸牵引辊（19）和预浸料收卷辊（20），离型纸牵引辊（19）的左下方设有离型纸卷辊（17），离型纸卷辊（17）上卷有离型纸（18），离型纸（18）依次经离型纸牵引辊（19）至预浸料收卷辊（20）向右输送。

3. 根据权利要求1所述一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，其特征是：红外加热器（12）内部具有温度传感器（28）和多根红外加热灯管（26），温度传感器（28）与温控仪（29）相连。

4. 根据权利要求1所述一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，其特征是：砧板（27）上表面和第二左弹性张力辊（6）、第二右弹性张力辊（7）下压前树脂膜（9）下表面之间留有1-2mm的上下垂直距离。

5. 根据权利要求 1 所述一种连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置，其特征是：第一左弹性张力辊（4）与第二左弹性张力辊（6）的两个中心轴之间的左右水平距离等于第一右弹性张力辊（5）与第二右弹性张力辊（7）的两个中心轴之间的左右水平距离。

6. 一种如权利要求 1 所述连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法，其特征是具有以下步骤：

A、开纤器（11）在初始位置，左楔形面（32）最下端位于第一左弹性张力辊（4）上方，右楔形面（33）最下端位于第一右弹性张力辊（5）上方，不接触第一左弹性张力辊（4）和第一右弹性张力辊（5）上的碳纤维束（2）；

B、开纤器（11）向下运动，左楔形面（32）和右楔形面（33）朝彼此方向摆动，最下端分别对应地接触上第一左弹性张力辊（4）、第一右弹性张力辊（5）上的碳纤维束（2），在拉簧（25）拉力作用下，对碳纤维束（2）进行松束；

C、开纤器（11）继续向下运动，左楔形面（32）作用于第一左弹性张力辊（4），右楔形面（33）作用于第一右弹性张力辊（5），左楔形摆块（22）和右楔形摆块（24）彼此背向摆动，拉簧（25）拉伸，将碳纤维束（2）张紧；同时红外加热器（12）工作，树脂膜（9）加热至融化；

D、开纤器（11）再继续向下运动，左楔形面（32）、右楔形面（33）分别接触并下压对应位置的第二左弹性张力辊（6）、第二右弹性张力辊（7），张紧的碳纤维束（2）及树脂膜（9）一起向下压向砧板（27），碳纤维束（2）包埋入树脂膜（9）中，制成软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片（10）。

7. 根据权利要求 6 所述连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法，其特征是：所述软态碳纤维增强热塑性树脂基预浸料片（10）经第一右弹性张力辊（5）引出后经过上压力辊（13）和下压力辊（14）之间压实，形成单向连续碳纤维增强预浸带（16），单向连续碳纤维增强预浸带（16）的正上方用冷却风扇（15）对其冷却。

8. 根据权利要求 7 所述连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法，其特征是：冷却后的单向连续碳纤维增强预浸带（16）紧贴于离型纸（18）的上表面，经离型纸牵引辊（19）牵引和预浸料收卷辊（20）收卷。

9. 根据权利要求 6 所述连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法，其特征是：在步骤 D 完成后，开纤器（11）向上运动回程至初始位置停止，将碳纤维束（2）和树脂膜（8）分别向前运送第二左弹性张力辊（6）和第二右弹性张力辊（7）中心轴之间的水平距离后，重复步骤 B 至步骤 D，如此循环往复。

10. 根据权利要求 6 所述连续碳纤维增强热塑性树脂基预浸料制备装置的制备方法，其特征是：步骤 B 中，对碳纤维束（2）松束的同时采用气流对碳纤维束（2）开纤。

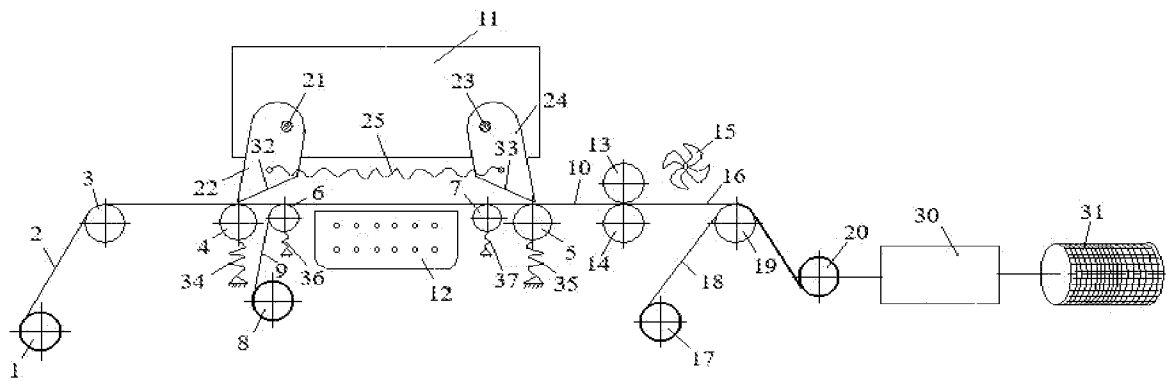


图 1

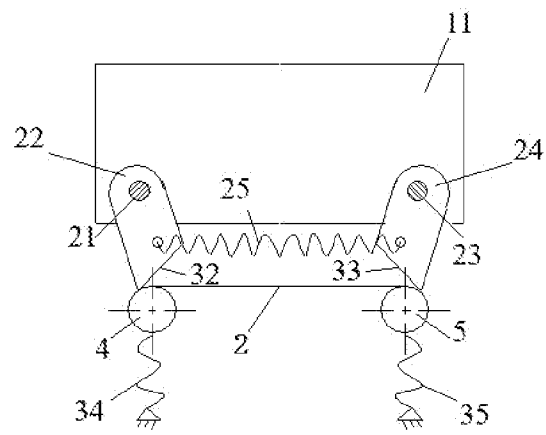


图 2

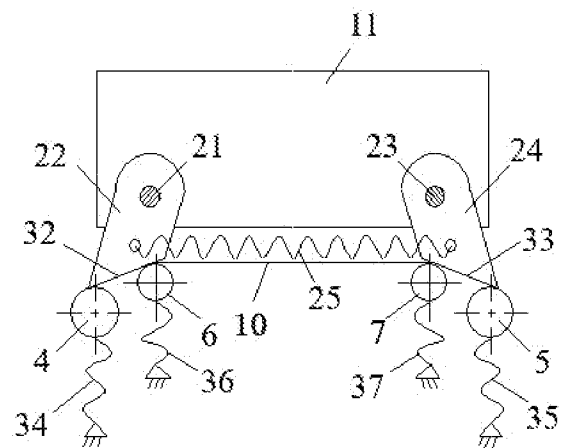


图 3

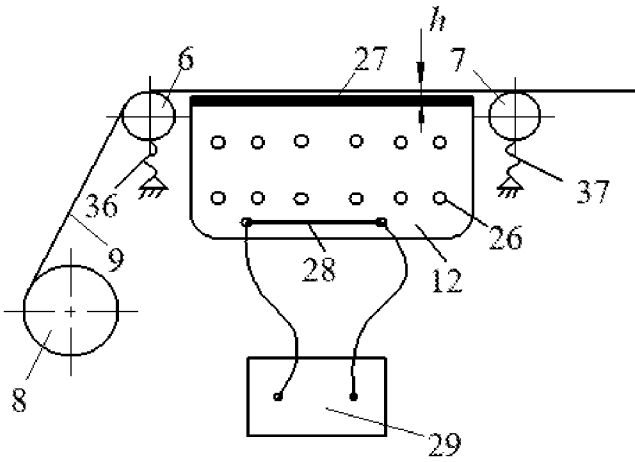


图 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/072925

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29B 15/14 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNABS, VEN: 碳纤维, 浸渍, 树脂, 膜, 弹力, 弹簧, carbon w fiber, fibre, resin, prepreg, elastic, spring

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 104924487 A (SHANDONG UNIVERSITY), 23 September 2015 (23.09.2015), claims 1-10, and figure 1 | 1-10                  |
| A         | CN 102958657 A (TORAY INDUSTRIES, INC.), 06 March 2013 (06.03.2013), entire document            | 1-10                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>06 September 2017                                                                                                                                | Date of mailing of the international search report<br>20 September 2017 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>WANG, Yang<br>Telephone No. (86-10) 62084977      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2017/072925

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date  | Patent Family    | Publication Date |
|--------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| CN 104924487 A                             | 23 September 2015 | None             |                  |
| CN 102958657 A                             | 06 March 2013     | WO 2012002417 A1 | 05 January 2012  |
|                                            |                   | KR 20130091255 A | 16 August 2013   |
|                                            |                   | US 9238336 B2    | 19 January 2016  |
|                                            |                   | EP 2589475 A1    | 08 May 2013      |
|                                            |                   | CN 102958657 B   | 12 August 2015   |
|                                            |                   | US 2013106014 A1 | 02 May 2013      |
|                                            |                   | JP 5626660 B2    | 19 November 2014 |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/072925

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>A. 主题的分类</b><br>B29B 15/14 (2006.01) i<br><br>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |                                    |
| <b>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)<br>B29B<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))<br>CNKI, CNABS, VEN: 碳纤维, 浸渍, 树脂, 膜, 弹力, 弹簧, carbon w fiber, fibre, resin, prepreg, elastic, spring                                                                                                                                                                 |                                                                     |                                    |
| <b>C. 相关文件</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                                    |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                   | 相关的权利要求                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 104924487 A (山东大学) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23)<br>权利要求1-10, 图1 | 1-10                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 102958657 A (东丽株式会社) 2013年 3月 6日 (2013 - 03 - 06)<br>全文          | 1-10                               |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |                                    |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件<br>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件<br>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性<br>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性<br>“&” 同族专利的文件 |                                                                     |                                    |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2017年 9月 6日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2017年 9月 20日     |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                     | 授权官员<br>王扬<br>电话号码 (86-10)62084977 |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/072925

| 检索报告引用的专利文件 |           |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |             |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|---|----------------|------|-------------|----|----------------|
| CN          | 104924487 | A | 2015年 9月 23日   | 无    |             |    |                |
| CN          | 102958657 | A | 2013年 3月 6日    | WO   | 2012002417  | A1 | 2012年 1月 5日    |
|             |           |   |                | KR   | 20130091255 | A  | 2013年 8月 16日   |
|             |           |   |                | US   | 9238336     | B2 | 2016年 1月 19日   |
|             |           |   |                | EP   | 2589475     | A1 | 2013年 5月 8日    |
|             |           |   |                | CN   | 102958657   | B  | 2015年 8月 12日   |
|             |           |   |                | US   | 2013106014  | A1 | 2013年 5月 2日    |
|             |           |   |                | JP   | 5626660     | B2 | 2014年 11月 19日  |