



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106226404 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201610832556.6

(22)申请日 2016.09.19

(71)申请人 杭州骖威机电科技有限公司

地址 310000 浙江省杭州市余杭区五常街  
道荆长路768号6幢4层405室

(72)发明人 方文平 刘日明

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公  
司 33200

代理人 林超

(51)Int.Cl.

G01N 29/22(2006.01)

G01N 29/04(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

用于风电叶片超声无损检测的多自由度平  
台

(57)摘要

本发明公开了一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台。包括安装在外部升降机构上的悬臂式托盘和安装在悬臂式托盘上的多自由度工作台,外部的扫查执行机构固定在多自由度工作台上,通过多自由度工作台控制扫查执行机构位置的调整和定位;悬臂式托盘包括托盘座、两个托臂、两根托臂直线导轨、两组定位支撑筋、两个缓冲限位块、工作台限位挡臂和第二Z轴拖链安装板。本发明具有多自由度的姿态调整能力,符合风电叶片的结构特点,易于实施和应用。

1. 一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:包括安装在外部升降机构上的悬臂式托盘(4)和安装在悬臂式托盘(4)上的多自由度工作台(1),外部的扫查执行机构(2)固定在多自由度工作台(1)上,通过多自由度工作台(1)控制扫查执行机构(2)位置的调整和定位。

2. 根据权利要求1所述的一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:所述悬臂式托盘(4)包括托盘座(448)、两个托臂(449)、两根托臂直线导轨(451)、两组定位支撑筋(452)、两个缓冲限位块(453)、工作台限位挡臂(450)和第二Z轴拖链安装板(447);

托盘座(448)安装在所述升降机构上,托盘座(448)背面中央固定有梯形螺母(454),两个托臂(449)水平平行地安装在托盘座(448)侧面,两个托臂(449)之间连接用于固定的定位支撑筋(452),每个托臂(449)顶面设有托臂直线导轨(451),托臂直线导轨(451)嵌装有滑块,滑块与所述多自由度工作台(1)固定连接,使得所述多自由度工作台(1)沿托臂直线导轨(451)水平移动;

托臂(449)的一端固定在托盘座(448)侧面并设有用于防止多自由度工作台(1)移动碰撞的缓冲限位块(453),另一端作为自由端并设有用于限位多自由度工作台(1)的工作台限位挡臂(450),托盘座(448)一侧上部固定有第二Z轴拖链安装板(447),第二Z轴拖链安装板(447)与所述升降机构连接。

3. 根据权利要求1所述的一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:所述的多自由度工作台(1)包括两个X轴卡座(154)、模组安装台板(155)、左右摆动支座(156)、两个左右摆动限位螺钉(157)、前后旋转主轴(164)、两个前后转动限位螺钉(162)、两个主轴轴承座(158)、两个主轴锁紧机构(163)、活动工作台(161)、工作台底座(160)和Z向旋转轴(159);

工作台底座(160)固定安装在所述悬臂式托盘(4)上,工作台底座(160)中心和活动工作台(161)中心通过Z向旋转轴(159)铰接连接,活动工作台(161)上设有水平的前后旋转主轴(164),前后旋转主轴(164)两端经主轴轴承座(158)铰接安装在活动工作台(161)上;

模组安装台板(155)底面中部固定有左右摆动支座(156),左右摆动支座(156)和前后旋转主轴(164)的中部之间通过销轴铰接,销轴垂直于前后旋转主轴(164),模组安装台板(155)顶面沿长度方向的两端各固定安装有用于安装所述扫查执行机构的X轴卡座(154)。

4. 根据权利要求3所述的一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:所述的前后旋转主轴(164)中部铣有两个凹槽,凹槽底面为平面,凹槽中间开有销轴孔,销轴两端伸出销轴孔铰接到左右摆动支座(156)的孔中。

5. 根据权利要求3所述的一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:所述的前后旋转主轴(164)两端部附近的周面上部对称地固定安装有用于限制模组安装台板(155)左右摆动的左右摆动限位螺钉(157)。

6. 根据权利要求3所述的一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,其特征在于:所述的活动工作台(61)的水平面沿长度方向左右对称铣有旋转弧形限位槽和前后旋转限位槽,前后旋转主轴(164)两端部附近的周面下部对称地固定安装有用于限位前后旋转主轴(164)旋转的前后转动限位螺钉(162),前后转动限位螺钉(162)下端伸到前后旋转限位槽中,使得前后旋转主轴(164)旋转受前后旋转限位槽范围的限制;工作台底座(160)顶

面两侧对称固定有水平转动限位螺钉(165),水平转动限位螺钉(165)伸入到活动工作台(161)的旋转弧形限位槽中,使得工作台底座(160)中心和活动工作台(161)之间的旋转受旋转弧形限位槽范围限制。

## 用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声检测的运动平台,具体是涉及了一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台。

### 背景技术

[0002] “风电”作为一种环保可再生的新能源形式,近年来发展速度非常迅速,受到国际普遍重视。我国风能资源丰富,可开发利用的风能储量约10亿千瓦,到2003年底全国风力装机约5.67亿千瓦;2014年末国家能源局规划海上总装机容量1053万千瓦,然而截止2015年7月底,累计完成的装机容量6.1万千瓦,与拟定完成的总装机容量还相差甚远。这意味着,国内风电的发展将进入快速发展模式。

[0003] “风电叶片”是直接将风能转为机械能的中间环节,也是整个能量转换历程的关键原点,在整个风力发电机组中举足轻重。因此,它的健康与否直接关系到风力发电的实施及转换效率。随着装机容量的增大,叶片的体积往往也会增大,考虑到能量转换效率,其自身重量受到了制约。为此,风电叶片制造选材上使用了大量非金属类有机材料和复合材料,在保证足够强度和刚度的基础上,“效率”和“重量”两大问题找到了解决“平衡点”。然而,选择有机材质和复合材料使用粘接工艺制造曲面状叶片的同时又引入了质量监测的难题,那就是:如何确保叶片生产效率稳步提高又不牺牲出厂质量,其中,位于叶片龙骨部位的碳纤维复合材料粘接质量又往往是监测的重中之重。如何确保在不破坏已有的粘接状态并获得内部粘接信息,是“叶片生产工艺”题中应有之意。

[0004] 超声无损检测作为一种安全的检测技术,由于其扫描的深度大,具有A、B、C三种基本扫描方式,结合相控阵技术的日益成熟,可以检测到叶片近外表面及以下的缺陷,近年来在风电叶片生产中得到应用拓展的契机。

### 发明内容

[0005] 针对背景技术领域中存在的迫切需求,本发明的目的在于提供一种用于风电叶片超声无损检测的多自由度平台,用于风电叶片生产线的质量监测。

[0006] 本发明采用的技术方案是:

[0007] 本发明包括安装在外部升降机构上的悬臂式托盘和安装在悬臂式托盘上的多自由度工作台,外部的扫描执行机构固定在多自由度工作台上,通过多自由度工作台控制扫描执行机构位置的调整和定位。

[0008] 所述悬臂式托盘包括托盘座、两个托臂、两根托臂直线导轨、两组定位支撑筋、两个缓冲限位块、工作台限位挡臂和第二Z轴拖链安装板;托盘座安装在所述升降机构上,托盘座后部侧面固定有梯形螺母,两个托臂水平平行地安装在托盘座侧面,两个托臂之间连接用于固定的定位支撑筋,每个托臂顶面设有托臂直线导轨,托臂直线导轨嵌装有滑块,滑块与所述多自由度工作台固定连接,使得所述多自由度工作台沿托臂直线导轨水平移动;托臂的一端固定在托盘座侧面并设有用于防止多自由度工作台移动碰撞的缓冲限位块,另

一端作为自由端并设有用于限位多自由度工作台的工作台限位挡臂,托盘座一侧上部固定有第二Z轴拖链安装板,第二Z轴拖链安装板与上述升降机构连接。

[0009] 所述的多自由度工作台包括两个X轴卡座、模组安装台板、左右摆动支座、两个左右摆动限位螺钉、前后旋转主轴、两个前后转动限位螺钉、两个主轴轴承座、两个主轴锁紧机构、活动工作台、工作台底座和Z向旋转轴;工作台底座固定安装在所述悬臂式托盘上,工作台底座中心和活动工作台中心通过Z向旋转轴铰接连接,活动工作台上设有水平的前后旋转主轴,前后旋转主轴两端经主轴轴承座铰接安装在活动工作台上;模组安装台板底面中部固定有左右摆动支座,左右摆动支座和前后旋转主轴的中部之间通过销轴铰接,销轴垂直于前后旋转主轴,模组安装台板顶面沿长度方向的两端各固定安装有用于安装所述扫查执行机构的X轴卡座。

[0010] 所述的前后旋转主轴中部铣有两个凹槽,凹槽底面为平面,凹槽中间开有销轴孔,销轴两端伸出销轴孔铰接到左右摆动支座的孔中。

[0011] 所述的前后旋转主轴两端部附近的周面上部对称地固定安装有用于限制模组安装台板左右摆动的左右摆动限位螺钉。

[0012] 所述的活动工作台的水平面沿长度方向左右对称铣有旋转弧形限位槽和前后旋转限位槽,前后旋转主轴两端部附近的周面下部对称地固定安装有用于限位前后旋转主轴旋转的前后转动限位螺钉,前后转动限位螺钉下端伸到前后旋转限位槽中,使得前后旋转主轴旋转受前后旋转限位槽范围的限制;工作台底座顶面两侧对称固定有水平转动限位螺钉,水平转动限位螺钉伸入到活动工作台的旋转弧形限位槽中,使得工作台底座中心和活动工作台之间的旋转受旋转弧形限位槽范围限制。

[0013] 本发明具有的有益效果是:

[0014] 本发明具有多自由度的姿态调整能力,使得扫查执行机构调整好的姿态被稳稳锁定,检测时吸附在被检对象表面,符合风电叶片的结构特点,易于实施。本发明可应用于风电、造船和军工等领域。

[0015] 本发明整个装置可用于有效监测风电叶片复合材料和龙骨的粘接质量,及时发现粘接面处可能存在的脱粘、鼓包、气孔等缺陷,确保叶片安装服役前的质量安全。

## 附图说明

[0016] 图1是悬臂式托盘侧视图。

[0017] 图2是悬臂式托盘俯视图。

[0018] 图3是多自由度工作台活动状态立体图一。

[0019] 图4是多自由度工作台活动状态立体图二。

[0020] 图5是活动工作台的俯视图。

[0021] 图中:4、悬臂式托盘;447、第二Z轴拖链安装板,448、托盘座,449、托臂,450、工作台限位挡臂,451、托臂直线导轨,452、定位支撑筋,453、缓冲限位块,454、梯形螺母;

[0022] 1、多自由度工作台:154、X轴卡座,155、模组安装台板,156、左右摆动支座,157、左右摆动限位螺钉,158、主轴轴承座,159、Z向旋转轴,160、工作台底座,161、活动工作台,162、前后转动限位螺钉,163、主轴锁紧机构,164、前后旋转主轴,165、水平转动限位螺钉;

## 具体实施方式

[0023] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0024] 具体实施的多自由度平台包括安装在外部升降机构上的悬臂式托盘4和安装在悬臂式托盘4上的多自由度工作台1,外部的扫查执行机构固定在多自由度工作台1上,通过多自由度工作台1控制扫查执行机构位置的调整和定位。

[0025] 如图1和图2所示,悬臂式托盘4包括托盘座448、两个托臂449、两根托臂直线导轨451、两组定位支撑筋452、两个缓冲限位块453、工作台限位挡臂450和第二Z轴拖链安装板447;托盘座448安装在所述升降机构上,托盘座448背面中央固定有梯形螺母454,梯形螺母454用于连接外部升降机构,两个托臂449水平平行地安装在托盘座448侧面,两个托臂449之间连接用于固定的定位支撑筋452,每个托臂449顶面设有托臂直线导轨451,托臂直线导轨451嵌装有滑块,滑块与所述多自由度工作台1的工作台底座160固定连接,使得所述多自由度工作台1沿托臂直线导轨451水平移动。

[0026] 托臂449的一端固定在托盘座448侧面并设有用于防止多自由度工作台1移动碰撞的缓冲限位块453,另一端作为自由端并设有用于限位多自由度工作台1的工作台限位挡臂450,托盘座448一侧上部固定有第二Z轴拖链安装板447,第二Z轴拖链安装板447与所述升降机构连接。

[0027] 如图3-5所示,多自由度工作台1包括两个X轴卡座154、模组安装台板155、左右摆动支座156、两个左右摆动限位螺钉157、前后旋转主轴164、两个前后转动限位螺钉162、两个主轴轴承座158、两个主轴锁紧机构163、活动工作台161、工作台底座160和Z向旋转轴159。

[0028] 工作台底座160固定安装在所述悬臂式托盘4的托臂直线导轨451的滑块上,工作台底座160中心和活动工作台161中心通过Z向旋转轴159铰接连接,活动工作台161上设有水平的前后旋转主轴164,前后旋转主轴164两端经主轴轴承座158铰接安装在活动工作台161上,前后旋转主轴164两端伸出主轴轴承座158的轴承后通过主轴锁紧机构163周向锁紧。

[0029] 模组安装台板155底面中部固定有左右摆动支座156,左右摆动支座156和前后旋转主轴164的中部之间通过销轴铰接,销轴垂直于前后旋转主轴164,模组安装台板155顶面沿长度方向的两端各固定安装有用于安装所述扫查执行机构的X轴卡座154。

[0030] 前后旋转主轴164中部铣有两个凹槽,凹槽底面为平面,凹槽中间开有销轴孔,销轴套装在销轴孔中,销轴两端伸出销轴孔铰接到左右摆动支座156的孔中。前后旋转主轴164两端部附近的周面上部对称地固定安装有用于限制模组安装台板155左右摆动角度的左右摆动限位螺钉157。

[0031] 活动工作台161的水平面沿长度方向左右对称铣有旋转弧形限位槽和前后旋转限位槽,前后旋转主轴164两端部附近的周面下部对称地固定安装有用于限位前后旋转主轴164旋转的前后转动限位螺钉162,前后转动限位螺钉162下端伸到前后旋转限位槽中,使得前后旋转主轴164旋转受前后旋转限位槽范围的限制。工作台底座160顶面两侧对称固定有水平转动限位螺钉165,水平转动限位螺钉165伸入到活动工作台161的旋转弧形限位槽中,使得工作台底座160中心和活动工作台161之间的旋转受旋转弧形限位槽范围限制。

[0032] 多自由度工作台1、悬臂式托盘4和升降机构3形成具有五个自由度的平台,五个自由度指的是水平面内转动 $\pm 18^\circ$ 、竖直面内左右摆动 $\pm 18^\circ$ 、前后翻转 $\pm 18^\circ$ 、前后水平移动和Z轴方向的升降。

[0033] 本发明平台的具体实施工作过程如下:

[0034] 一方面通过梯形螺母454套装在升降机构的杆上使得悬臂式托盘4上下升降移动,另一方面托臂直线导轨451底部的滑块在托臂直线导轨451上移动带动多自由度工作台1沿托臂直线导轨451水平移动,由此通过悬臂式托盘4实现升降和水平移动的两个自由度。

[0035] Z向旋转轴159使得工作台底座160和活动工作台161之间能够水平旋转,活动工作台161上前后旋转主轴164通过主轴轴承座158绕自身轴线旋转,模组安装台板155通过底部的左右摆动支座156绕垂直于前后旋转主轴164轴线方向的左右旋转,从而通过多自由度工作台1实现了水平旋转、沿两个相垂直的竖直面的左右翻转,具有三个自由度。

[0036] 由此本发明通过多自由度工作台1和悬臂式托盘4的配合实现了多自由度的姿态调整能力,使得端部固定的扫查执行机构能任意调整好姿态,易于实施和工业应用。

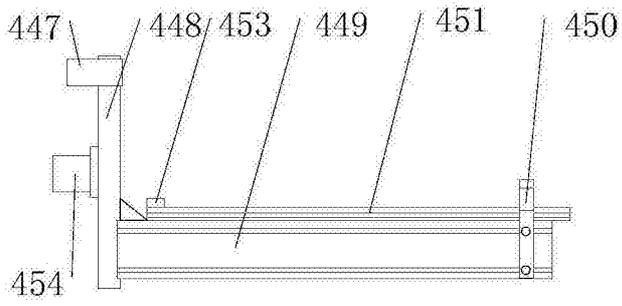


图1

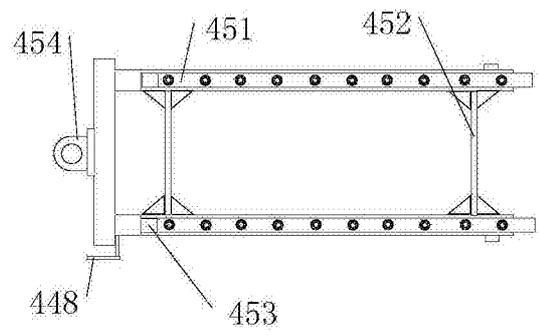


图2

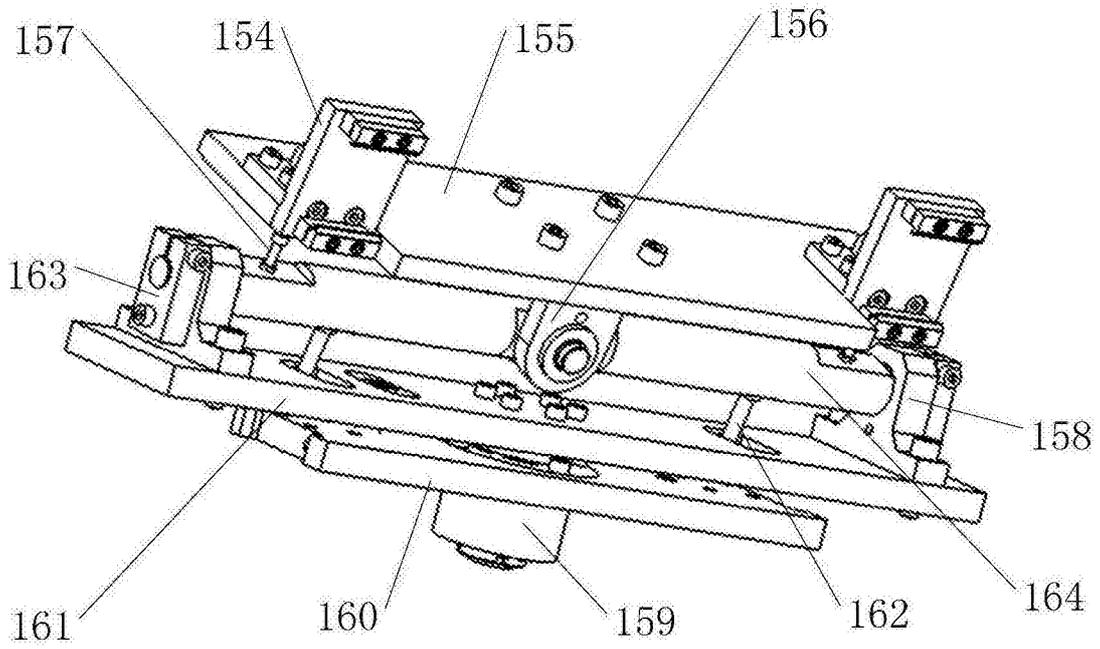


图3

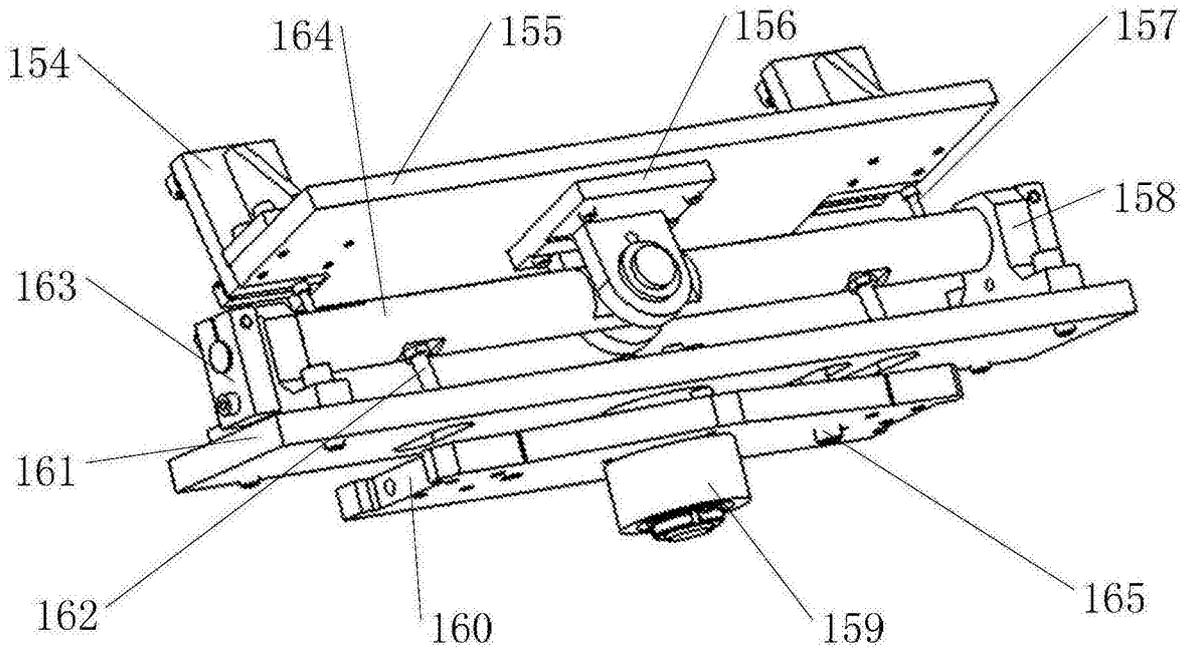


图4



图5