



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105372121 B

(45)授权公告日 2018.04.03

(21)申请号 201510654376.9

(22)申请日 2015.10.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105372121 A

(43)申请公布日 2016.03.02

(73)专利权人 中航飞机股份有限公司西安飞机分公司

地址 710089 陕西省西安市阎良区西飞大道1号

(72)发明人 王守川 乔顺成 寇永兴 赵安安  
邓长喜

(74)专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 杜永保

(51)Int.Cl.

G01N 3/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 103759622 A,2014.04.30,

CN 103753454 A,2014.04.30,

CN 205426649 U,2016.08.03,

CN 102430993 A,2012.05.02,

US 2006261533 A1,2006.11.23,

张楠等.“数字化飞机钣金件加工定位用柔性夹具的设计”.《中国制造业信息化》.2010,第39卷(第1期),

审查员 黄俞

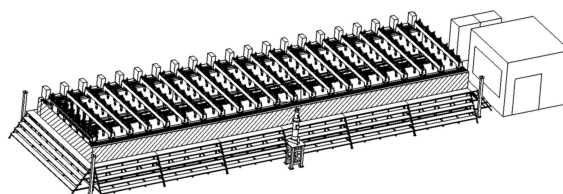
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具

(57)摘要

本申请公开了一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,包括基体、多组支撑检验单元、两组边界单元、控制系统和激光系统;基体包含主体骨架、X向导轨、X向齿条和X向多头光栅尺,主体骨架为平行地面的U型槽体结构,两组互相平行的X向导轨(2条)、X向齿条(2条)及X向多头光栅尺(1条)分别铺设在主体骨架U型槽底和槽口上表面;支撑检验单元包括支撑骨架、多组支撑检验组件、2组Y向边界支撑组件、X向伺服减速齿轮、Y向导轨、Y向齿条、转向机构、Y向多头光栅尺、分控箱;边界单元包括支撑骨架、多组X向边界支撑组件、2组Y向边界支撑组件、X向伺服减速齿轮、Y向导轨、Y向齿条、转向机构、Y向多头光栅尺、分控箱。



1. 一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,包括基体(1)、多组支撑检验单元(2)、两组边界单元(3)、控制系统(4)和激光测量系统(5);所述的基体(1)包含主体骨架(6)、X向导轨(7)、X向齿条(8)和X向多头光栅尺(9),主体骨架(6)为平行地面的U型槽体结构,互相平行的两组X向导轨(7)、X向齿条(8)及X向多头光栅尺(9),每组X向导轨(7)包括四条互相平行的直线导轨,每组X向齿条(8)包括与导轨平行的两条齿条,每组X向多头光栅尺(9)包括与导轨平行的两个光栅尺,每组X向导轨(7)、X向齿条(8)及X向多头光栅尺(9)分别铺设在主体骨架(6)U型槽底和槽口上表面;支撑检验单元(2)包括支撑骨架(10)、多组支撑检验组件(11)、2组Y向边界支撑组件(12)、X向伺服减速齿轮(13)、Y向导轨(14)、Y向齿条(15)、转向机构(16)、Y向多头光栅尺(17)、分控箱(18);边界单元(3)包括支撑骨架(10)、多组X向边界支撑组件(19)、2组Y向边界支撑组件(12)、X向伺服减速齿轮(13)、Y向导轨(14)、Y向齿条(15)、转向机构(16)、Y向多头光栅尺(17)、分控箱(18);所述的支撑骨架(10)包含骨架(20)、交叉滚柱轴环连接端头(21)、导轨安装面(22)、光栅尺安装槽(23)、通过槽(24)、齿条安装面(25);骨架(20)整体为“”或“”结构,两端头下表面即为交叉滚柱轴环连接端头(21),上表面为导轨安装面(22),侧面为光栅尺安装槽(23),中间设置支撑检验组件(11)、Y向边界支撑组件(12)和X向边界支撑组件(19)的通过槽(24),通过槽(24)一侧设置齿条安装面(25),导轨安装面(22)、光栅尺安装槽(23)、通过槽(24)、齿条安装面(25)相互平行;所述的转向机构(16)包括连接板(26)、底板(27)、转向导轨(28)、中间板(29)、交叉滚柱轴环(30);连接板(26)、底板(27)通过导轨副与X向导轨(7)滑动配合连接;底板(27)上设置平行于Y向的转向导轨(28),转向导轨(28)上的导轨副滑动配合连接中间板(29),连接板(26)、中间板(29)上侧与交叉滚柱轴环(30)外环螺接固定,交叉滚柱轴环(30)内环与支撑骨架(10)的交叉滚柱轴环连接端头(21)下侧螺接固定;所述的支撑检验组件(11)包括安装板(31)、Y向伺服减速齿轮(32)、主动伺服电动缸(33)、支撑球头(34)、被动安装板(35)、被动伺服电动缸(36)、真空吸盘(37)、转接件(38)、拉压力传感器(39)、长度计(40);安装板(31)通过导轨副与支撑检验单元(2)、边界单元(3)上的Y向导轨(13)沿滑动配合连接;Y向伺服减速齿轮(32)安装在安装板(31)的支臂上;主动伺服电动缸(33)安装在安装板(31)上;支撑球头(34)通过螺纹定位销结构安装在主动伺服电动缸(33)伸出杆的末端;被动安装板(35)上端通过支撑球头(34)压紧在主动伺服电动缸(33)伸出杆上端头,下部与其伸出杆轴孔配合连接;被动伺服电动缸(36)平行于主动伺服电动缸(33)螺接在被动安装板(35)上,伸出杆末端螺接拉压力传感器(39)下端;转接件(38)下端与拉压力传感器(39)上端通过螺柱连接,上端通过平板上的孔位与真空吸盘(37)螺接;长度计(40)与被动伺服电动缸(36)平行安装在转接件(38)上;每个支撑检验组件(11)均连接一个Y向多头光栅尺(17)的测量头,通过各个组件上Y向伺服减速齿轮(32)与支撑检验单元(2)、边界单元(3)上的Y向齿条(13)啮合形成齿轮齿条运动机构;所述的X向边界支撑组件(19)是在支撑检验组件(11)的被动安装板(35)上与支撑骨架(10)长度方向平行的侧面增加了边缘限位件(41);所述的Y向边界支撑组件(12)是在支撑检验组件(11)的被动安装板(35)上与支撑骨架(10)长度方向垂直的侧面增加了边缘限位件(41);边缘限位件(41)包括F体(42)、拉压传感器(43)、半圆弧面限位件(44);多组支撑检验单元(2)、边界单元(3)通过转向机构(16)上的连接板(26)、底板(27)同基体(1)上的X向导轨(7)连接后在基体(1)的U型槽口上表面沿X向运动,单组或多组支撑检验单元(2)通过转向机构(16)上的连接板(26)、底板(27)同基体(1)

上的X向导轨(7)连接后在基体(1)的U型槽底上表面沿X向运动;通过两组X向伺服减速齿轮(13)的速度差驱动支撑检验单元(2)、边界单元(3)绕转向机构(16)上的交叉滚柱轴环(30)中心偏转;支撑检验单元(2)里的Y向伺服减速齿轮(32)带动支撑检验组件(11)沿Y向运动,边界单元(3)里的Y向伺服减速齿轮(32)带动边界单元(3)沿Y向运动;支撑检验组件(11)、X向边界支撑组件(19)、Y向边界支撑组件(12)上的主动伺服电动缸(33)带动支撑球头(34)沿Z向运动到达指定位置对飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)形成支撑,并根据支撑点阵位置坐标模拟形成初定位曲面外形;支撑检验组件(11)、X向边界支撑组件(19)、Y向边界支撑组件(12)上的被动伺服电动缸(36)带动真空吸盘(37)沿Z向运动到达飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)表面以施加对壁板蒙皮外形可控制的压力;Y向伺服减速齿轮(32)带动X向边界支撑组件(19)、Y向边界支撑组件(12)到达飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)边界位置并通过边缘限位件(41)上的拉压传感器(43)感知壁板蒙皮边界压力,并通过边界压力大小自动修正X向边界支撑组件(19)、Y向边界支撑组件(12)在壁板蒙皮边界的实际位置模拟形成初定位蒙皮边缘;通过支撑检验组件(11)、X向边界支撑组件(19)、Y向边界支撑组件(12)上的长度计(40)测量飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)外形,将测量值与理论值比对,以达到飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)外形及边界状态是否合格的目的。

2.根据权利要求1所述的一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,其特征在于所述的控制系统(4)包括配电箱(46)、含集成管理及服务器的控制机房(47)、布线拖链及管网(48),控制系统(4)发出位置指令控制支撑检验单元(2)、边界单元(3)分别沿X、Y、Z运动使其达到预定的被检验飞机机翼喷丸壁板蒙皮(45)理论位置。

3.根据权利要求1所述的一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,其特征在于所述的激光测量系统(5)包含激光跟踪仪(49)、靶标点(50)、靶标点安装架(51)、激光跟踪仪安装架(52)。

## 一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具

### 技术领域

[0001] 本申请涉及飞机检验夹具设计制造领域,特别是一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮的柔性检验夹具。

### 背景技术

[0002] 由于喷丸成型对板状零件具有结构强化作用,目前,国内飞机机翼壁板蒙皮大量采用喷丸成型。但是喷丸技术对外形控制不是很好,有局部超过0.5mm的变形,需要对壁板进行再校形,所以需要专用夹具来检验其生产的喷丸壁板蒙皮是否合格,目前,对喷丸壁板蒙皮的检验主要靠构架样板检验夹具。

[0003] 国内航空工装制造厂设计制造的机翼机翼喷丸壁板板蒙皮构架样板检验夹具均为单机型单一产品对应单机型单一工装,工装设计、制造周期均较长。当面临多种机型多种产品时,最终结果往往厂房里面堆满了结构类似的大量构架样板检验夹具。特别是新机研制时设计周期要求紧,任务量大,传统检验工装的局限性在很大程度上制约了飞机工装的研制进程。

[0004] 按照传统工装设计制造理念,一种机型机翼机翼喷丸壁板蒙皮检验夹具需要共4~6台,尺寸占地面积从10m~20mX2m不等。这些检验夹具结构类似,占地面积大,数量较多,但是由于传统工装的特点,无法并用,需要耗费大量的设计制造时间和成本。而且还要占用大量的厂房空间资源。现有的传统长桁检验工装,设计复杂,数量较多,制造成本较高,使用率相对不高,使用繁琐易出错。

[0005] 传统方法在机翼壁板蒙皮检验时,允许施加一定矫形外力强制蒙皮变形以达到外形要求,施加的矫形外力一般为固定重量的沙袋,重量及变形度控制量准确度低,且对于较大的壁板,可能整个上表面都是沙袋,工作量大,操作麻烦。另外,壁板蒙皮的边缘控制也是难题,不同的壁板均需要相应的专用工装,装卸定位均较为复杂。

[0006] 在国际上,柔性制造技术一直都是较为先进的领域,外形的柔性定位研究较多,也有一些专用的检验平台,但是飞机壁板蒙皮的柔性检验研究较少,实际应用几乎没有。根据专利和非专利文献检索结果,在国内相关技术研究很少,目前没有具有实用性及生产价值意义的研究。为减少空间占用效率、降低成本、提高生产工作效率,必须研制一种满足所有机翼壁板蒙皮类产品检验的柔性检验夹具。



### 发明内容

[0007] 本申请的目的是为飞机机翼喷丸壁板蒙皮的检验提供一种柔性检验夹具,该夹具可以对各类飞机机翼蒙皮进行自动柔性检验,夹具具有自动检验、自动施加矫形外力、能自动定位边缘、无辅助工装、操作简便的优点。

[0008] 为达到以上目的,本申请采取如下技术方案予以实现:

[0009] 一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,包括基体、多组支撑检验单元、两组边界单元、控制系统和激光系统;基体包含主体骨架、X向导轨、X向齿条和X向多头光栅尺,主

体骨架为平行地面的U型槽体结构,互相平行的两组X向导轨、X向齿条及X向多头光栅尺,每组X向导轨包括四条互相平行的直线导轨,每组X向齿条包括与导轨平行的两条齿条,每组X向多头光栅尺包括与导轨平行的两个光栅尺,每组X向导轨、X向齿条及X向多头光栅尺分别铺设在主体骨架U型槽底和槽口上表面;支撑检验单元包括支撑骨架、多组支撑检验组件、2组Y向边界支撑组件、X向伺服减速齿轮、Y向导轨、Y向齿条、转向机构、Y向多头光栅尺、分控箱;边界单元包括支撑骨架、多组X向边界支撑组件、2组Y向边界支撑组件、X向伺服减速齿轮、Y向导轨、Y向齿条、转向机构、Y向多头光栅尺、分控箱。

[0010] 支撑骨架包含骨架、交叉滚柱轴环连接端头、导轨安装面、光栅尺安装槽、通过槽、齿条安装面。骨架整体为“ ”或“ ”结构,两端头下表面即为交叉滚柱轴环连接端头,上表面为导轨安装面,侧面为光栅尺安装槽,中间设置支撑检验组件、Y向边界支撑组件和X向边界支撑组件的通过槽,通过槽一侧设置齿条安装面,导轨安装面、光栅尺安装槽、通过槽、齿条安装面相互平行。

[0011] 转向机构包括连接板、底板、转向导轨、中间板、交叉滚柱轴环。连接板、底板通过导轨副与X向导轨滑动配合连接;底板上设置平行于Y向的转向导轨,转向导轨上的导轨副滑动配合连接中间板,连接板、中间板上侧与交叉滚柱轴环外环螺接固定,交叉滚柱轴环内环与支撑骨架的交叉滚柱轴环连接端头下侧螺接固定。

[0012] 支撑检验组件包括安装板、Y向伺服减速齿轮、主动伺服电动缸、支撑球头、被动安装板、被动伺服电动缸、真空吸盘、转接件、拉压力传感器、长度计。安装板通过导轨副与支撑检验单元、边界单元上的Y向导轨沿滑动配合连接;Y向伺服减速齿轮安装在安装板的支臂上;主动伺服电动缸安装在安装板上;支撑球头通过螺纹定位销结构安装在主动伺服电动缸伸出杆的末端;被动安装板上端通过支撑球头压紧在主动伺服电动缸伸出杆上端头,下部与其伸出杆轴孔配合连接;被动伺服电动缸平行于主动伺服电动缸螺接在被动安装板上,伸出杆末端螺接拉压力传感器下端;转接件下端与拉压力传感器上端通过螺柱连接,上端通过平板上的孔位与真空吸盘螺接;长度计与被动伺服电动缸平行安装在转接件上。每个支撑检验组件均连接一个Y向多头光栅尺的测量头,通过各个组件上Y向伺服减速齿轮与支撑检验单元、边界单元上的Y向齿条啮合形成齿轮齿条运动机构。

[0013] X向边界支撑组件是在支撑检验组件的被动安装板上与支撑骨架长度方向平行的侧面增加了边缘限位件;Y向边界支撑组件是在支撑检验组件的被动安装板上与支撑骨架长度方向垂直的侧面增加了边缘限位件;边缘限位件包括F体、拉压传感器、半圆弧面限位件。

[0014] 多组支撑检验单元、边界单元通过转向机构上的连接板、底板同基体1上的X向导轨连接后在基体的U型槽口上表面沿X向运动,单组或多组支撑检验单元通过转向机构上的连接板、底板同基体上的X向导轨连接后在基体的U型槽底上表面沿X向运动;通过两组X向伺服减速齿轮的速度差驱动支撑检验单元、边界单元绕转向机构上的交叉滚柱轴环中心偏转;支撑检验单元里的Y向伺服减速齿轮带动支撑检验组件沿Y向运动,边界单元里的Y向伺服减速齿轮带动边界单元沿Y向运动;支撑检验组件、X向边界支撑组件、Y向边界支撑组件上的主动伺服电动缸带动支撑球头沿Z向运动到达指定位置对飞机机翼喷丸壁板蒙皮形成支撑,并根据支撑点阵位置坐标模拟形成初定位曲面外形;支撑检验组件、X向边界支撑组件、Y向边界支撑组件上的被动伺服电动缸带动真空吸盘沿Z向运动到达飞机机翼喷丸壁板

蒙皮表面以施加对壁板蒙皮外形可控制的压力;Y向伺服减速齿轮32带动X向边界支撑组件、Y向边界支撑组件到达飞机机翼喷丸壁板蒙皮边界位置并通过边缘限位件上的拉压传感器感知壁板蒙皮边界压力,并通过边界压力大小自动修正X向边界支撑组件、Y向边界支撑组件在壁板蒙皮边界的实际位置模拟形成初定位蒙皮边缘;通过支撑检验组件、X向边界支撑组件、Y向边界支撑组件上的长度计测量飞机机翼喷丸壁板蒙皮外形,将测量值与理论值比对,以达到飞机机翼喷丸壁板蒙皮外形及边界状态是否合格的目的。

[0015] 控制系统由配电箱、含集成管理及服务器的控制机房、布线拖链及管网等构成,控制系统发出位置指令控制支撑检验单元、边界单元分别沿X、Y、Z运动使其达到预定的被检验飞机机翼喷丸壁板蒙皮理论位置。

[0016] 激光系统包含激光跟踪仪、靶标点、靶标点安装架、激光跟踪仪安装架等组成。本申请的优点在于实现了不同飞机机型的机翼长桁自动柔性检验,实现了对机翼蒙皮的自动施加矫形外力、能自动定位边缘,夹具具有自动检验、无辅助工装、操作简便的优点,对机翼类蒙皮或较小曲率光滑外形平板类结构产品的检验具有有普遍适用性。

[0017] 以下结合附图及实施例对本申请作进一步的详细描述。

## 附图说明

[0018] 图1一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具整体结构示意图;

[0019] 图2支撑单元、边界单元与检验单元的分层空间布局图;

[0020] 图3支撑单元、边界单元与检验单元X向排布示意图;

[0021] 图4支撑检验单元结构图;

[0022] 图5边界单元结构图;

[0023] 图6支撑检验单元、边界单元内部结构图;

[0024] 图7支撑检验组件结构图;

[0025] 图8 Y向边界支撑组件结构图;

[0026] 图9 X向边界支撑组件结构图;

[0027] 图10转向机构结构图;

[0028] 图11支撑检验骨架;



[0029] 图1~图11中:1、基体;2、支撑检验单元;3、边界单元;4、控制系统;5、激光系统;6、主体骨架;7、X向导轨;8、X向齿条;9、X向多头光栅尺;10、支撑骨架;11、支撑检验组件;12、Y向边界支撑组件;13、X向伺服减速齿轮;14、Y向导轨;15、Y向齿条;16、转向机构;17、Y向多头光栅尺;18、分控箱;19、X向边界支撑组件;20、骨架;21、交叉滚柱轴环连接端头;22、导轨安装面;23、光栅尺安装槽;24、通过槽;25、齿条安装面;26、连接板;27、底板;28、转向导轨;29、中间板;30、交叉滚柱轴环;31、安装板;32、Y向伺服减速齿轮;33、主动伺服电动缸;34、支撑球头;35、被动安装板;36、被动伺服电动缸;37、真空吸盘;38、转接件;39、拉压力传感器;40、长度计;41、边缘限位件;42、F体;43、拉压传感器;44、半圆弧面限位件;45、飞机机翼喷丸壁板蒙皮;46、配电箱;47、含集成管理及服务器的控制机房;48、布线拖链及管网;49、激光跟踪仪;50、靶标点;51、靶标点安装架;52、激光跟踪仪安装架。

## 具体实施方式

[0030] 参见图1~图11,在具体应用中,一种飞机机翼喷丸壁板蒙皮柔性检验夹具,包括基体1、多组支撑检验单元2、两组边界单元3、控制系统4和激光系统5;所述的基体1包含主体骨架6、X向导轨7、X向齿条8和X向多头光栅尺9,主体骨架6为平行地面的U型槽体结构,互相平行的两组X向导轨(7)、X向齿条(8)及X向多头光栅尺(9),每组X向导轨(7)包括四条互相平行的直线导轨,每组X向齿条(8)包括与导轨平行的两条齿条,每组X向多头光栅尺(9)包括与导轨平行的两个光栅尺,每组X向导轨(7)、X向齿条(8)及X向多头光栅尺(9)分别铺设在主体骨架6U型槽底和槽口上表面。

[0031] 支撑检验单元2包括支撑骨架10、多组支撑检验组件11、2组Y向边界支撑组件12、X向伺服减速齿轮13、Y向导轨14、Y向齿条15、转向机构16、Y向多头光栅尺17、分控箱18。

[0032] 边界单元3包括支撑骨架10、多组X向边界支撑组件19、2组Y向边界支撑组件12、X向伺服减速齿轮13、Y向导轨14、Y向齿条15、转向机构16、Y向多头光栅尺17、分控箱18。

[0033] 支撑骨架10包含骨架20、交叉滚柱轴环连接端头21、导轨安装面22、光栅尺安装槽23、通过槽24、齿条安装面25。骨架20整体为“”或“”结构,两端头下表面即为交叉滚柱轴环连接端头21,上表面为导轨安装面22,侧面为光栅尺安装槽23,中间设置支撑检验组件(11)、Y向边界支撑组件(12)和X向边界支撑组件(19)的通过槽(24),的通过槽24,通过槽24一侧设置齿条安装面25,导轨安装面22、光栅尺安装槽23、通过槽24、齿条安装面25相互平行。

[0034] 转向机构16由连接板26、底板27、转向导轨28、中间板29、交叉滚柱轴环30等组成。连接板26、底板27通过导轨副与X向导轨7滑动配合连接;底板27上设置平行于Y向的转向导轨28,转向导轨28上的导轨副滑动配合连接中间板29,连接板26、中间板29上侧与交叉滚柱轴环30外环螺接固定,交叉滚柱轴环30内环与支撑骨架10的交叉滚柱轴环连接端头21下侧螺接固定。

[0035] 支撑检验组件11由安装板31、Y向伺服减速齿轮32、主动伺服电动缸33、支撑球头34、被动安装板35、被动伺服电动缸36、真空吸盘37、转接件38、拉压力传感器39、长度计40等组成。安装板31通过导轨副与支撑检验单元2、边界单元3上的Y向导轨13沿滑动配合连接;Y向伺服减速齿轮32安装在安装板31的支臂上;主动伺服电动缸33安装在安装板31上;支撑球头34通过螺纹定位销结构安装在主动伺服电动缸33伸出杆的末端;被动安装板35上端通过支撑球头34压紧在主动伺服电动缸33伸出杆上端头,下部与其伸出杆轴孔配合连接;被动伺服电动缸36平行于主动伺服电动缸33螺接在被动安装板35上,伸出杆末端螺接拉压力传感器39下端;转接件38下端与拉压力传感器39上端通过螺柱连接,上端通过平板上的孔位与真空吸盘37螺接;长度计40与被动伺服电动缸36平行安装在转接件38上。每个支撑检验组件11均连接一个Y向多头光栅尺17的测量头,通过各个组件上Y向伺服减速齿轮32与支撑检验单元2、边界单元3上的Y向齿条13啮合形成齿轮齿条运动机构。

[0036] X向边界支撑组件19是在支撑检验组件11的被动安装板35上与支撑骨架10长度方向平行的侧面增加了边缘限位件41;所述的Y向边界支撑组件12是在支撑检验组件11的被动安装板35上与支撑骨架10长度方向垂直的侧面增加了边缘限位件41;边缘限位41件由F体42、拉压传感器43、半圆弧面限位件44。

[0037] 多组支撑检验单元2、边界单元3通过转向机构16上的连接板26、底板27同基体1上的X向导轨7连接后在基体1的U型槽口上表面沿X向运动,单组或多组支撑检验单元2通过转

向机构16上的连接板26、底板27同基体1上的X向导轨7连接后在基体1的U型槽底上表面沿X向运动;通过两组X向伺服减速齿轮13的速度差驱动支撑检验单元2、边界单元3绕转向机构16上的交叉滚柱轴环30中心偏转;支撑检验单元2里的Y向伺服减速齿轮32带动支撑检验组件2沿Y向运动,边界单元3里的Y向伺服减速齿轮32带动边界单元3沿Y向运动;支撑检验组件11、X向边界支撑组件19、Y向边界支撑组件12上的主动伺服电动缸33带动支撑球头34沿Z向运动到达指定位置对飞机机翼喷丸壁板蒙皮45形成支撑,并根据支撑点阵位置坐标模拟形成初定位曲面外形;支撑检验组件11、X向边界支撑组件19、Y向边界支撑组件12上的被动伺服电动缸36带动真空吸盘37沿Z向运动到达飞机机翼喷丸壁板蒙皮45表面以施加对壁板蒙皮外形可控制的压力;Y向伺服减速齿轮32带动X向边界支撑组件19、Y向边界支撑组件12到达飞机机翼喷丸壁板蒙皮45边界位置并通过边缘限位件41上的拉压传感器43感知壁板蒙皮边界压力,并通过边界压力大小自动修正X向边界支撑组件19、Y向边界支撑组件12在壁板蒙皮边界的实际位置模拟形成初定位蒙皮边缘;通过支撑检验组件11、X向边界支撑组件19、Y向边界支撑组件12上的长度计40测量飞机机翼喷丸壁板蒙皮45外形,将测量值与理论值比对,以达到飞机机翼喷丸壁板蒙皮45外形及边界状态是否合格的目的。

[0038] 控制系统4由配电箱46、含集成管理及服务器的控制机房47、布线拖链及管网48等构成,控制系统4发出位置指令控制支撑检验单元2、边界单元3分别沿X、Y、Z运动使其达到预定的被检验飞机机翼喷丸壁板蒙皮45理论位置。

[0039] 激光系统5包含激光跟踪仪49、靶标点50、靶标点安装架51、激光跟踪仪安装架52等组成。



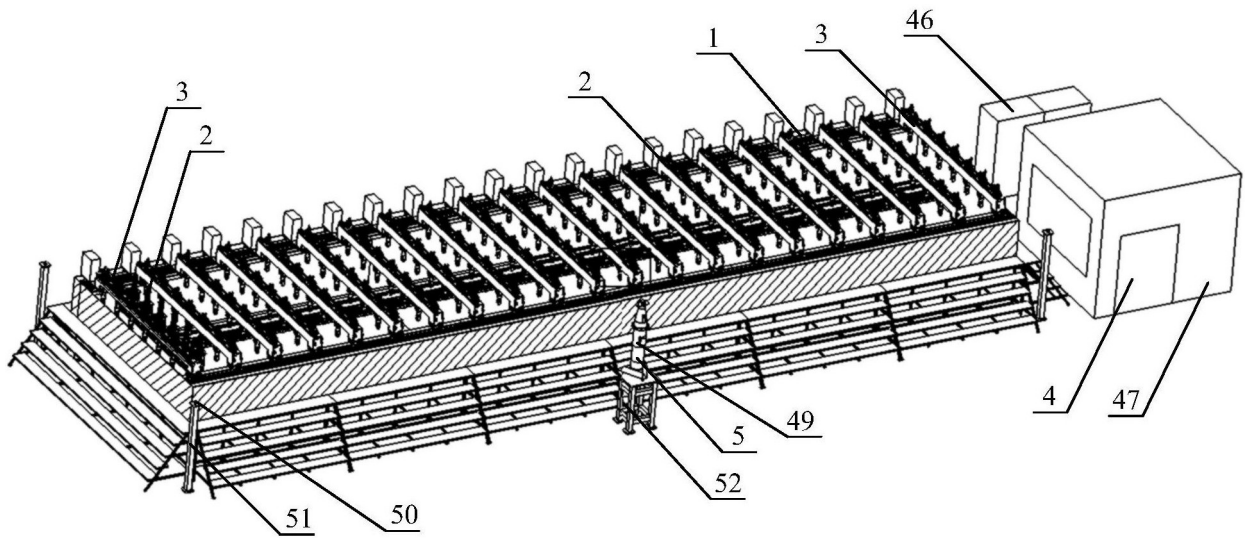


图1

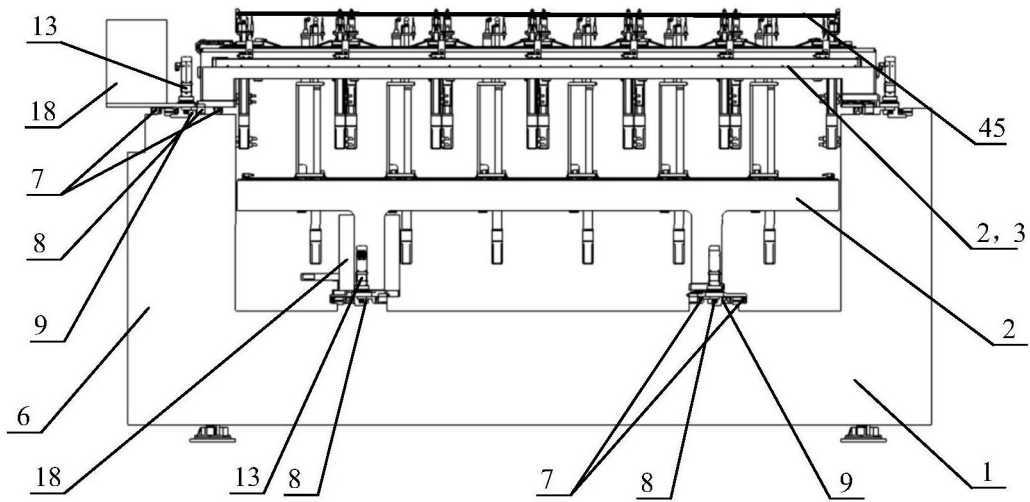


图2

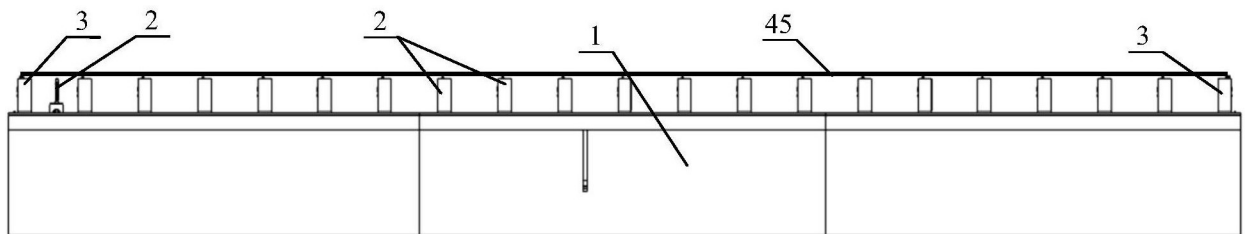


图3

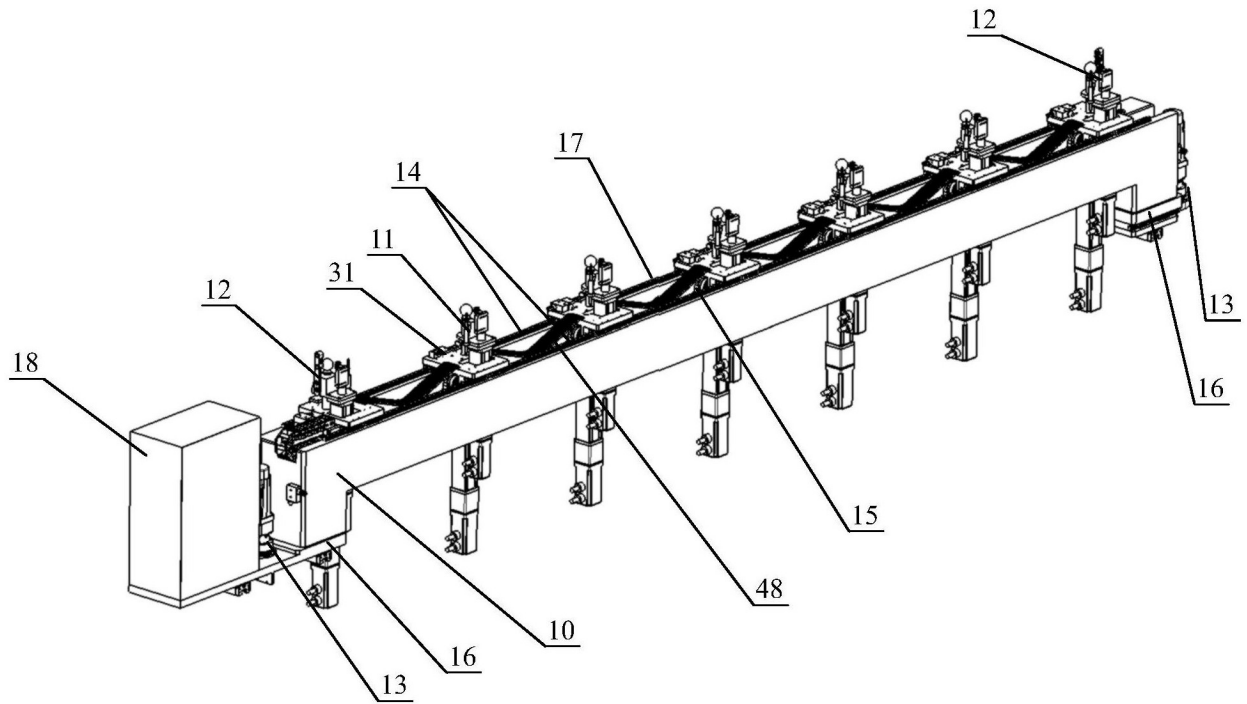


图4

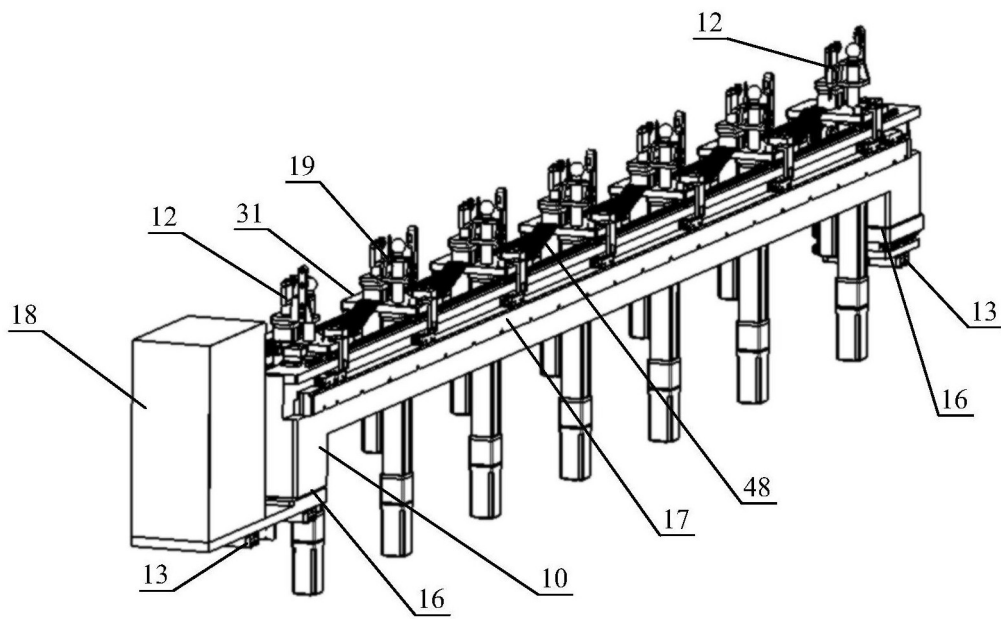


图5



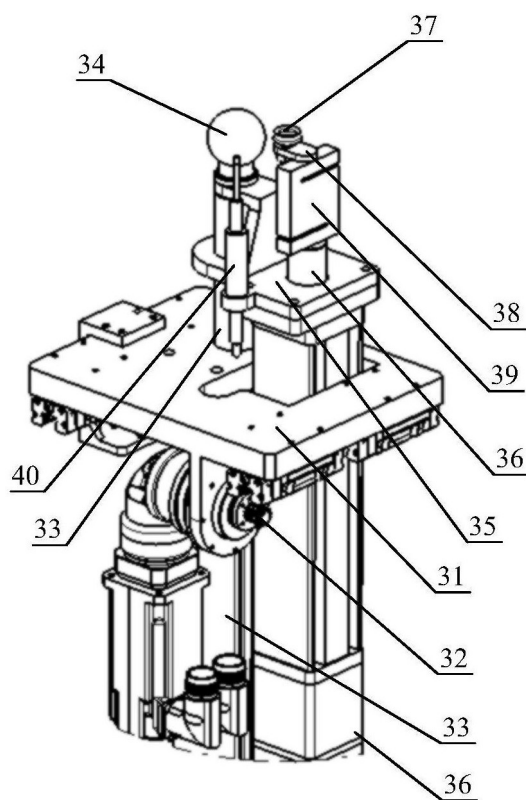


图7

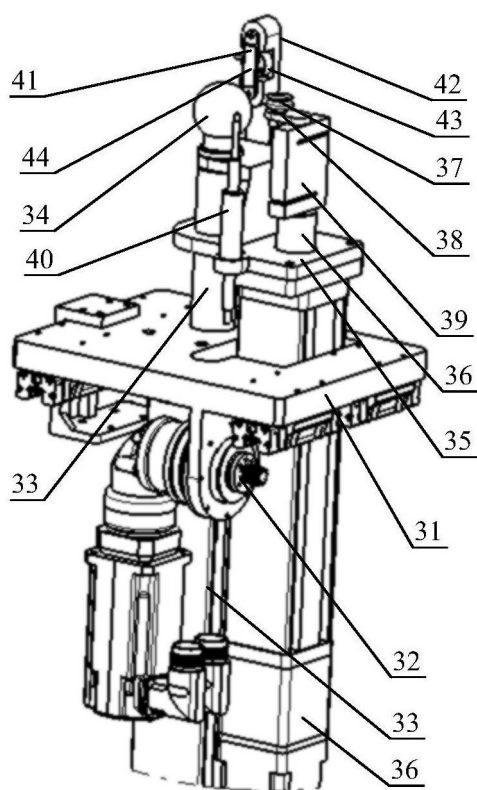


图8



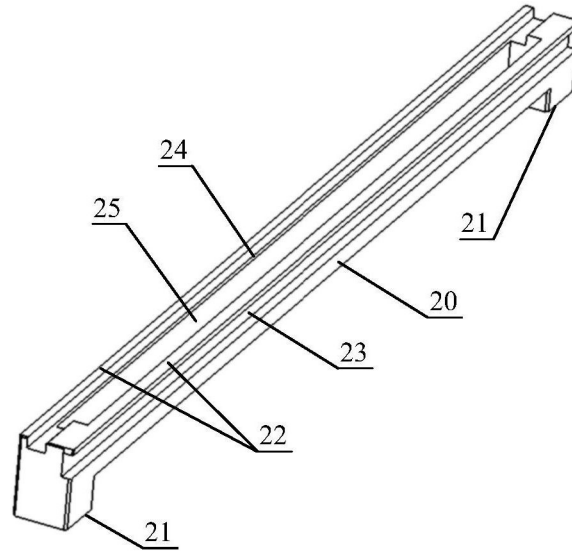


图11