



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117102919 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202311272646.0

(22) 申请日 2023.09.28

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72) 发明人 单晨伟 薛德艺 贾方超 张孟华
夏子文 王硕欣

(74) 专利代理机构 西安维赛恩专利代理事务所
(普通合伙) 61257

专利代理师 张瑾

(51) Int.Cl.

B23Q 3/06 (2006.01)

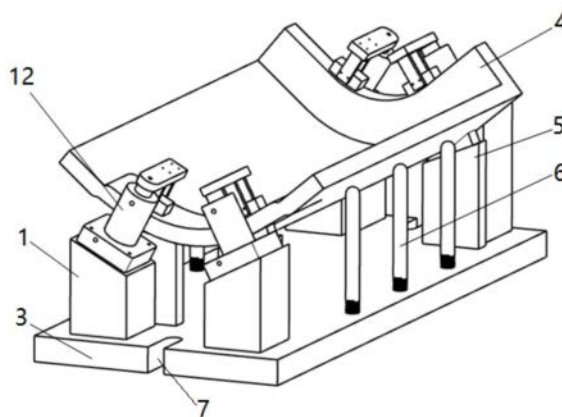
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

C/C复合材料塞锥凹面加工夹具及加工方法

(57) 摘要

本发明涉及一种C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,包括底板和设置在底板上的支撑装置,支撑装置支撑在所述塞锥件的外凸曲面上,在塞锥件的轴向两端对应设有至少一对压紧气缸组件,压紧气缸组件的气缸压紧部压紧在塞锥件的内凹曲面上,所述的气缸压紧部与支撑装置相对应设置;与塞锥件外凸曲面对应的底板上设有用于防止加工过程中塞锥件变形的支撑杆件,以及使用所述夹具的C/C复合材料塞锥凹面的加工方法。本发明通过对塞锥件毛坯轴向两侧进行装夹,一次装夹即完成塞锥件内凹曲面的底部弧形凹面、内侧平面及其顶面的粗铣与精铣,减小了重复装夹带来的定位误差,提高了零件的加工精度,也减少了工人的工作量与多次装夹对零件加工造成的误差。



1. 一种C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,包括底板(3)和设置在底板(3)上用于初步固定支撑塞锥件(4)的支撑装置(5),支撑装置(5)支撑在所述塞锥件(4)的外凸曲面上,此时,塞锥件(4)的外凸曲面即为塞锥件(4)的支撑底面;

在塞锥件(4)的轴向两端对应设有至少一对压紧气缸组件(1),压紧气缸组件(1)用于与所述支撑装置(5)相配合夹紧所述的塞锥件(4),所述压紧气缸组件(1)的气缸压紧部压紧在塞锥件(4)的内凹曲面上,所述的气缸压紧部与支撑装置(5)相对应设置,气缸压紧部的压紧轴线与支撑装置(5)的支撑轴线在同一条直线上;

还包括与所述塞锥件(4)外凸曲面,即支撑底面对应的底板(3)上设有用于防止加工过程中塞锥件(4)变形的支撑杆件(6),支撑杆件(6)成对且等距离的排列在塞锥件(4)的轴线两侧,支撑杆件(6)的端部与塞锥件(4)的外凸曲面相接触设置。

2. 如权利要求1所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的支撑装置(5)包括斜面支撑座(51)和曲面支撑块(52),斜面支撑座(51)的一端安装在底板(3)上,在斜面支撑座(51)靠近塞锥件(4)的另一端端部设有支撑倾斜面,在支撑倾斜面上安装有与塞锥件(4)外凸曲面形状相适配的曲面支撑块(52),所述斜面支撑座(51)的倾斜面支撑角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于使曲面支撑块(52)的角度能与所述的塞锥件(4)外凸曲面弧度相适配。

3. 如权利要求2所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,在所述曲面支撑块(52)上设有圆柱销,在斜面支撑座(51)与曲面支撑块(52)连接的面上加工有销孔,适配设置的圆柱销与销孔用于曲面支撑块(52)与斜面支撑座(51)之间的连接定位与拆装,从而当零件尺寸及弧度改变时,通过更换曲面支撑块(52)实现对不同尺寸及弧度零件的匹配支撑。

4. 如权利要求2所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的斜面支撑座(51)包括至少两对,两对斜面支撑座(51)分别对应设置在所述塞锥件(4)轴向两个端部,同时的,在塞锥件(4)轴向同侧设置的至少两个斜面支撑座(51)对称设置在塞锥件(4)中轴线两侧的外凸曲面上。

5. 如权利要求1所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的压紧气缸组件(1)包括在底板(3)上设有的气缸支撑座(11),在气缸支撑座(11)上安装有转角气缸(12),转角气缸(12)的压紧横臂(13)端部伸出设置在所述塞锥件(4)的内凹曲面侧,转角气缸(12)的压紧部包括安装在所述压紧横臂(13)端部的压杆(14),在压杆(14)上连接有弧形压块(15),弧形压块(15)的弧形凸面与所述塞锥件(4)内凹曲面弧度相适配设置。

6. 如权利要求5所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的气缸支撑座(11)在靠近塞锥件(4)的端部设有倾斜面,所述的转角气缸(12)底端固连在倾斜面上,所述倾斜面的倾斜角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于提高转角气缸(12)的弧形压块(15)弧形凸面与所述的塞锥件(4)内凹曲面弧度的适配精度。

7. 如权利要求5所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的压紧气缸组件(1)包括至少两对,且与所述支撑装置(5)的设置数量对应设置;两对压紧气缸组件(1)分别对应设置在所述塞锥件(4)轴向两个端部,同时的,在塞锥件(4)轴向同侧设置的至少两个压紧气缸组件(1)分别对称设置在塞锥件(4)中轴线两侧的内凹曲面上。

8. 如权利要求1所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,所述的支撑杆件(6)为带有球头顶部结构的圆柱支撑杆,一对支撑杆件(6)的球头对称接触设置在塞锥件

(4) 中轴线两侧的外凸曲面;所述球头在外凸曲面上接触点的径向夹角为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于支撑塞锥件(4)并防止加工过程中塞锥件(4)的变形。

9.如权利要求1-8任一所述的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,其特征在于,在所述的底板(3)上设有用于方便将底板(3)安装在机床上的U形槽(7),所述的U形槽(7)包括至少一对,且分别设置在底板(3)轴向上的两端,方便通过螺栓将底板(3)固连在工作台上。

10.一种使用权利要求1-9所述夹具的C/C复合材料塞锥凹面的加工方法,其特征在于,包括以下步骤:

首先,将底板(3)通过螺栓和U形槽(7)固定安装在机床上;

其次,将支撑杆件(6)安装在底板(3)上;

然后,将塞锥件(4)的轴向两端放置在支撑装置(5)的曲面支撑块(52)上,同时,让支撑杆件(6)的球头与所述塞锥件(4)的外凸曲面相接触;并通过百分表或者千分表对塞锥件(4)位置进行微调找正,使塞锥件(4)装夹方向上的编程坐标系与机床坐标系平行,进而也确定了夹具与塞锥件(4)在机床中的位置;

接着,启动压紧气缸组件(1),压紧气缸组件(1)的转角气缸(12)驱动弧形压块(15)压紧在内凹曲面侧,实现了弧形压块(15)和曲面支撑块(52)对塞锥件(4)的配合夹紧;

最后,依次对塞锥件(4)内凹曲面的底部弧形凹面、内侧平面及顶面进行粗铣;接着,按照粗铣顺序对塞锥件(4)进行精铣,实现了塞锥件(4)的粗铣到精铣的一次性装夹,避免了重复装夹误差。

C/C复合材料塞锥凹面加工夹具及加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复合材料结构件加工领域,具体涉及复合材料塞锥件的加工用夹具及加工方法。

背景技术

[0002] 在航空航天等领域,经常使用一些壁板类零件,其主要特点是外形扁平、薄壁且多为整体结构,表面质量和尺寸精度高,同时也构成了一般民航飞机约20%-50%的结构质量。大型壁板类零件是保持飞机、火箭等空天装备整体骨架和气动外形的关键零部件,如整流罩、进气道、内喷管等,尤其是现今为了寻求高性能的发动机,使用的塞锥为凹面的“瓦”状塞式喷管。随着空天装备向着低成本和高性能方面不断发展,对大型化、轻量化、高精度壁板类零件提出了更高要求。

[0003] 传统壁板类零件主要采用铝、钢、钛等金属材料,质量大且存在金属疲劳等问题。近年来,复合材料以其更高的比强度、比模量以及材料可设计性优势,逐渐替代金属材料的主导地位。

[0004] C/C复合材料因其具有较高的强度、硬度及耐高温、耐腐蚀、重量轻等独特的性能,成为新材料领域中重点研发的一种战略新型材料。随着热结构件对耐热温度要求越来越高的设计和应用需求,C/C复合材料正在成为航空航天领域热结构件的首选材料,特别是高超声速飞行器和新一代航空发动机。

[0005] 目前正在研究C/C复合材料塞锥件在航空领域的应用研究。但C/C复合材料塞锥件毛坯是个异形薄壁结构件,装夹定位难度大,在其内凹曲面加工中仍存在许多问题:由于塞锥是圆弧形类折弯结构件,属于薄壁结构且C/C复合材料属于难加工材料,零件加工时定位困难,在加工过程中受到切削力时也可能发生加工变形甚至断裂,加工耗时长且加工精度难以保证。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于避免现有技术的不足提供一种可实现减少装夹次数、可自动装夹并控制加工变形和断裂风险,在满足零件装夹定位要求的同时,提高定位精度,减少工人操作步骤,提升塞锥凹面加工效率的C/C复合材料塞锥凹面加工夹具及加工方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:一种C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,包括底板和设置在底板上用于初步固定支撑塞锥件的支撑装置,支撑装置支撑在所述塞锥件的外凸曲面上,此时,塞锥件的外凸曲面即为塞锥件的支撑底面;

[0008] 在塞锥件的轴向两端对应设有至少一对压紧气缸组件,压紧气缸组件用于与所述支撑装置相配合夹紧所述的塞锥件,所述压紧气缸组件的气缸压紧部压紧在塞锥件的内凹曲面上,所述的气缸压紧部与支撑装置相对应设置,气缸压紧部的压紧轴线与支撑装置的支撑轴线在同一条直线上;

[0009] 还包括与所述塞锥件外凸曲面,即支撑底面对应的底板上设有用于防止加工过程

中塞锥件变形的支撑杆件,支撑杆件成对且等距离的排列在塞锥件的轴线两侧,支撑杆件的端部与塞锥件的外凸曲面相接触设置。

[0010] 进一步的,所述的支撑装置包括斜面支撑座和曲面支撑块,斜面支撑座的一端安装在底板上,在斜面支撑座靠近塞锥件的另一端端部设有支撑倾斜面,在支撑倾斜面上安装有与塞锥件外凸曲面形状相适配的曲面支撑块,所述斜面支撑座的倾斜面支撑角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于使曲面支撑块的角度能与所述的塞锥件外凸曲面弧度相适配。

[0011] 进一步的,在所述曲面支撑块上设有圆柱销,在斜面支撑座与曲面支撑块连接的面上加工有销孔,适配设置的圆柱销与销孔用于曲面支撑块与斜面支撑座之间的连接定位与拆装,从而当零件尺寸及弧度改变时,通过更换曲面支撑块实现对不同尺寸及弧度零件的匹配支撑。

[0012] 进一步的,所述的斜面支撑座包括至少两对,两对斜面支撑座分别对应设置在所述塞锥件轴向两个端部,同时的,在塞锥件轴向同侧设置的至少两个斜面支撑座是对称设置在塞锥件中轴线两侧的外凸曲面上。

[0013] 进一步的,所述的压紧气缸组件包括在底板上设有的气缸支撑座,在气缸支撑座上安装有转角气缸,转角气缸的压紧横臂端部伸出设置在所述塞锥件的内凹曲面侧,转角气缸的压紧部包括安装在所述压紧横臂端部的压杆,在压杆上连接有弧形压块,弧形压块的弧形凸面与所述塞锥件内凹曲面弧度相适配设置。

[0014] 进一步的,所述的气缸支撑座在靠近塞锥件的端部设有倾斜面,所述的转角气缸底端固连在倾斜面上,所述倾斜面的倾斜角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于提高转角气缸的弧形压块弧形凸面与所述的塞锥件内凹曲面弧度的适配精度。

[0015] 进一步的,所述的压紧气缸组件包括至少两对,且与所述支撑装置的设置数量对应设置;两对压紧气缸组件分别对应设置在所述塞锥件轴向两个端部,同时的,在塞锥件轴向同侧设置的至少两个压紧气缸组件分别对称设置在塞锥件中轴线两侧的内凹曲面上。

[0016] 进一步的,所述的支撑杆件为带有球头顶部结构的圆柱支撑杆,一对支撑杆件的球头对称接触设置在塞锥件中轴线两侧的外凸曲面;所述球头在外凸曲面上接触点的径向夹角为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于防止加工过程中塞锥件的变形。

[0017] 进一步的,在所述的底板上设有用于方便将底板安装在机床上的U形槽,所述的U形槽包括至少一对,且分别设置在底板轴向上的两端。

[0018] 本发明还提供一种使用所述夹具的C/C复合材料塞锥凹面的加工方法,包括以下步骤:

[0019] 首先,将底板通过螺栓和U形槽固定安装在机床上;

[0020] 其次,将支撑杆件安装在底板上;

[0021] 然后,塞锥件的轴向两端放置在支撑装置的曲面支撑块上,同时,让支撑杆件的球头与所述塞锥件的外凸曲面相接触;并通过百分表或者千分表对塞锥件位置进行微调找正,使塞锥件装夹方向上的编程坐标系与机床坐标系平行,进而也确定了夹具与塞锥件在机床中的位置;

[0022] 接着,启动压紧气缸组件,压紧气缸组件的转角气缸驱动弧形压块压紧在内凹曲面侧,实现了弧形压块和曲面支撑块对塞锥件的配合夹紧;

[0023] 最后,依次对塞锥件内凹曲面的底部弧形凹面、内侧平面及顶面进行粗铣;接着,

按照粗铣顺序对塞锥件进行精铣,实现了塞锥件的粗铣到精铣的一次性装夹,避免了重复装夹误差。

[0024] 本发明的有益效果是:本发明采用四个转角气缸夹紧C/C复合材料塞锥件,大大提升了塞锥件的装夹效率,而且通过对弧形压块与弧形支撑块的调整能够适应不同弧度结构件,同时也实现对不同厚度和弧度的零件进行装夹;

[0025] 通过对塞锥件毛坯的两侧边缘进行装夹,并放置在两对支撑机构上,可以在一次装夹过程中完成塞锥件内凹曲面的底部弧形凹面、内侧平面及其顶面的粗铣与精铣,精加工后的零件面可以作为后续凸面精加工的基准,减小了重复装夹带来的定位误差,提高了零件的加工精度,也减少了工人的工作量与多次装夹对零件加工造成的误差;

[0026] 同时,通过在底板上安装支撑杆件的方法对零件进行更好的支撑提高了加工过程中零件的刚性,支撑杆件为带有球头顶部结构的圆柱杆结构,与零件凸面接触;支撑杆件在加工过程中对零件起到支撑作用的同时提高了工件的刚性,避免加工过程中零件产生较大变形和加工振动,致使塞锥件超差甚至报废,有效的改善了C/C复合材料夹具加工质量问题。

附图说明

[0027] 图1为所述夹具装夹C/C复合材料塞锥件整体结构视图;

[0028] 图2为所述夹具整体结构视图;

[0029] 图3为曲面支撑块与斜面支撑座的安装结构示意图。

[0030] 图中:1-压紧气缸组件;11-气缸支撑座;12-转角气缸;13-压紧横臂;14-压杆;15-弧形压块;3-底板;4-塞锥件;5-支撑装置;51-斜面支撑座;52-曲面支撑块;6-支撑杆件;7-U形槽。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0032] 实施例1:如图1至图3所示,一种C/C复合材料塞锥凹面加工夹具,包括底板3和设置在底板3上用于初步固定支撑塞锥件4的支撑装置5,支撑装置5支撑在所述塞锥件4的外凸曲面上,此时,塞锥件4的外凸曲面即为塞锥件4的支撑底面;

[0033] 所述的支撑装置5包括斜面支撑座51和曲面支撑块52,斜面支撑座51的一端安装在底板3上,在斜面支撑座51靠近塞锥件4的另一端端部设有支撑倾斜面,在支撑倾斜面上安装有与塞锥件4外凸曲面形状相适配的曲面支撑块52,所述斜面支撑座51的倾斜面支撑角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于使曲面支撑块52的角度能与所述的塞锥件4外凸曲面弧度相适配。

[0034] 所述的斜面支撑座51包括至少两对,两对斜面支撑座51分别对应设置在所述塞锥件4轴向两个端部,同时的,在塞锥件4轴向同侧设置的至少两个斜面支撑座51是对称设置在塞锥件4中轴线两侧的外凸曲面上。在所述曲面支撑块52上设有圆柱销,在斜面支撑座51与曲面支撑块52连接的面上加工有销孔,适配设置的圆柱销与销孔用于曲面支撑块52与斜面支撑座51之间的连接定位与拆装,从而当零件尺寸及弧度改变时,通过更换曲面支撑块52实现对不同尺寸及弧度零件的匹配支撑。

[0035] 在塞锥件4的轴向两端对应设有至少一对压紧气缸组件1,压紧气缸组件1用于与所述支撑装置5相配合夹紧所述的塞锥件4,所述压紧气缸组件1的气缸压紧部压紧在塞锥件4的内凹曲面上,所述的气缸压紧部与支撑装置5相对应设置,气缸压紧部的压紧轴线与支撑装置5的支撑轴线在同一条直线上;

[0036] 所述的压紧气缸组件1包括在底板3上设有的气缸支撑座11,在气缸支撑座11上安装有转角气缸12,转角气缸12的压紧横臂13端部伸出设置在所述塞锥件4的内凹曲面侧,转角气缸12的压紧部包括安装在所述压紧横臂13端部的压杆14,在压杆14上连接有弧形压块15,弧形压块15的弧形凸面与所述塞锥件4内凹曲面弧度相适配设置。

[0037] 所述的气缸支撑座11在靠近塞锥件4的端部设有倾斜面,所述的转角气缸12底端固连在倾斜面上,所述倾斜面的倾斜角度为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于提高转角气缸12的弧形压块15弧形凸面与所述的塞锥件4内凹曲面弧度的适配精度。

[0038] 所述的压紧气缸组件1包括至少两对,且与所述支撑装置5的设置数量对应设置;两对压紧气缸组件1分别对应设置在所述塞锥件4轴向两个端部,同时的,在塞锥件4轴向同侧设置的至少两个压紧气缸组件1分别对称设置在塞锥件4中轴线两侧的内凹曲面上。

[0039] 还包括与所述塞锥件4外凸曲面,即支撑底面对应的底板3上设有用于防止加工过程中塞锥件4变形的支撑杆件6,支撑杆件6成对且等距离的排列在塞锥件4的轴线两侧,支撑杆件6的端部与塞锥件4的外凸曲面相接触设置。

[0040] 所述的支撑杆件6为带有球头顶部结构的圆柱支撑杆,一对支撑杆件6的球头对称接触设置在塞锥件4中轴线两侧的外凸曲面;所述球头在外凸曲面上接触点的径向夹角为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$,用于支撑塞锥件4并防止加工过程中塞锥件4的变形。即本发明通过采用安装支撑杆的方法对零件进行更好的支撑提高了加工过程中零件的刚性,避免塞锥件4在加工过程中发生较大的变形,从而提高零件的加工质量。

[0041] 在所述的底板3上设有用于方便将底板3安装在机床上的U形槽7,所述的U形槽7包括至少一对,且分别设置在底板3轴向上的两端。

[0042] 夹具使用前,首先将底板3通过螺栓和U形槽7与机床固定安装在一起,为保持夹具加工过程的稳定性可以在底板左右两侧对称安装压板,将支撑装置5的斜面支撑座51通过定位销与螺栓安装在底板3上,将支撑杆件6通过底部螺纹与底板3连接。将曲面支撑块52安装在斜面支撑座51上,将转角气缸12安装在气缸支撑座11上,安装塞锥件4,将塞锥件4放置在转角气缸12压紧部上的弧形压块15与曲面支撑块52之间,启动转角气缸12对塞锥件4实现装夹。

[0043] 实施例2:本发明还提供一种使用所述夹具的C/C复合材料塞锥凹面的加工方法,包括以下步骤:

[0044] 首先,将底板3通过螺栓和U形槽7固定安装在机床上;

[0045] 其次,将支撑杆件6安装在底板3上;

[0046] 然后,将塞锥件4的轴向两端放置在支撑装置5的曲面支撑块52上,同时,让支撑杆件6的球头与所述塞锥件4的外凸曲面相接触;并通过百分表或者千分表对塞锥件4位置进行微调找正,使塞锥件4装夹方向上的编程坐标系与机床坐标系平行,进而也确定了夹具与塞锥件4在机床中的位置;

[0047] 接着,启动压紧气缸组件1,压紧气缸组件1的转角气缸12驱动弧形压块15压紧在

内凹曲面侧,实现了弧形压块15和曲面支撑块52对塞锥件4的配合夹紧;

[0048] 最后,依次对塞锥件4内凹曲面的底部弧形凹面、内侧平面及顶面进行粗铣;接着,按照粗铣顺序对塞锥件4进行精铣,实现了塞锥件4的粗铣到精铣的一次性装夹,避免了重复装夹误差。

[0049] 本发明通过对塞锥件4毛坯的轴向两侧边缘进行自动装夹,可以在一次装夹过程中同时完成粗铣与精铣,减小了重复装夹带来的定位误差,减少加工人员人工操作步骤,降低人工操作带来的误差,提高了零件的加工精度,该加工面在后续加工步骤中可以作为凸面精加工的基准面。

[0050] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

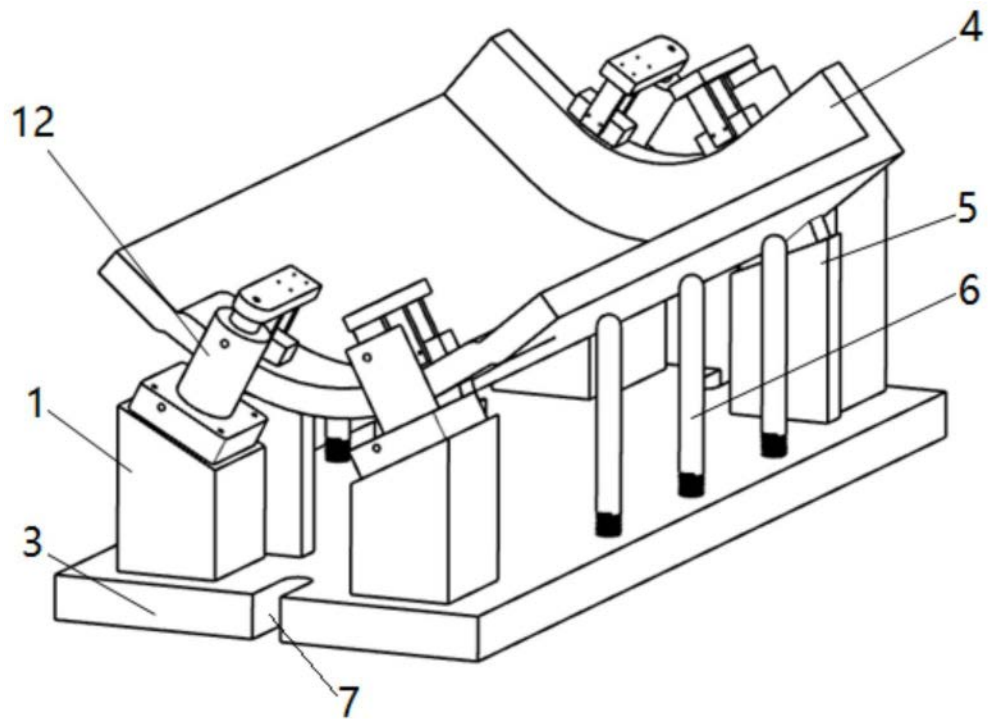


图1

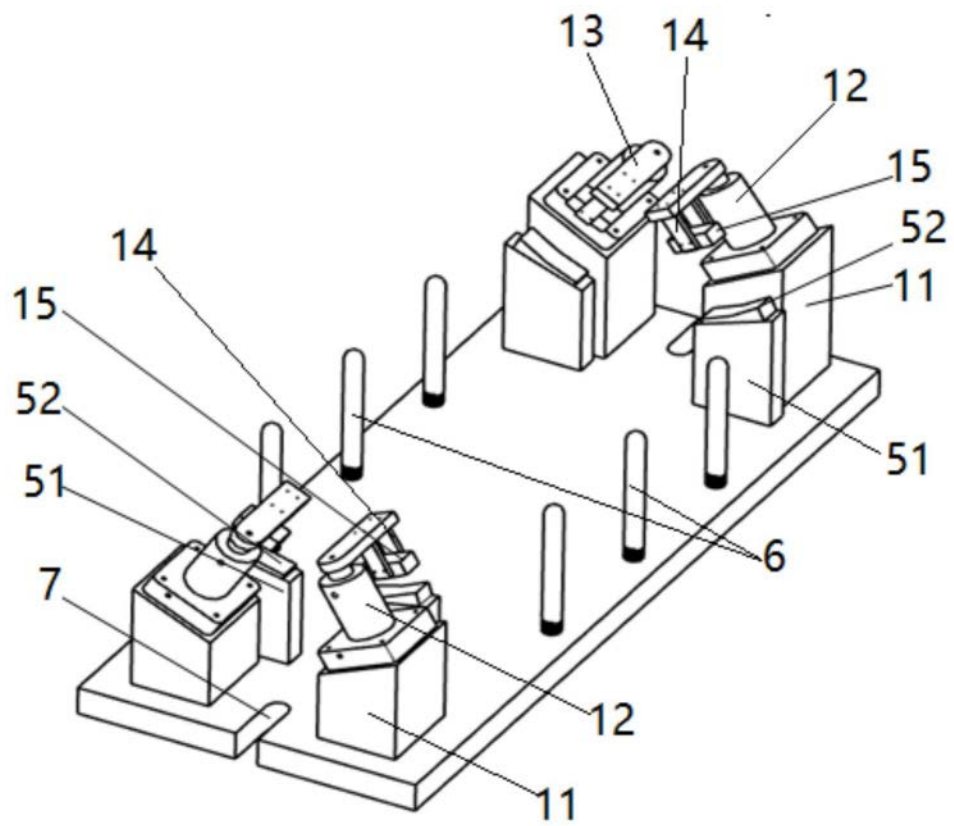


图2

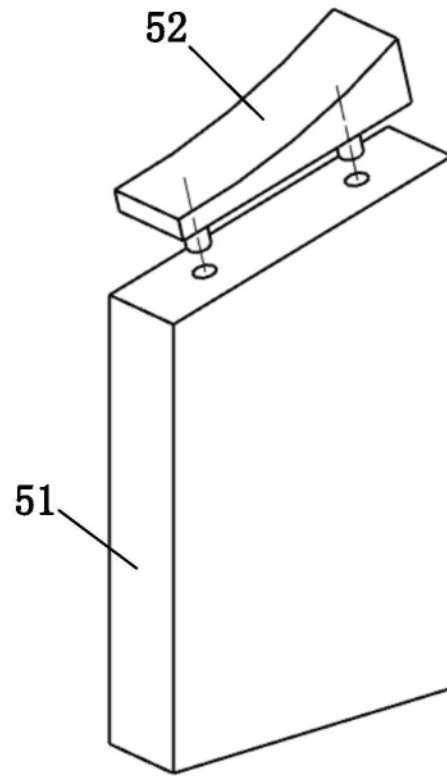


图3