



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116698343 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202310974018.0

(22) 申请日 2023.08.04

(71) 申请人 中国航空工业集团公司沈阳空气动力学研究所

地址 110000 辽宁省沈阳市皇姑区阳山路1号

(72) 发明人 马卿元 张明龙 刘海涵 刘博宇
杜文天 张刃 王浩然

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务所(普通合伙) 23209

专利代理师 胡砚智

(51) Int. Cl.

G01M 9/00 (2006.01)

G01M 9/06 (2006.01)

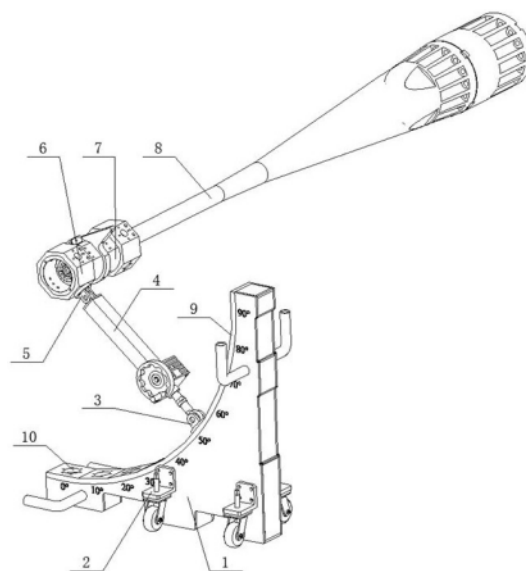
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种多角度弹性角加载系统与方法

(57) 摘要

一种多角度弹性角加载系统与方法,属于空气动力学领域。本发明包括支撑底座、脚轮组件、支撑底座端连接法兰、驱动组件、加载头端连接法兰和八棱柱套筒组件,支撑底座底部安装有脚轮组件,驱动组件一端通过支撑底座端连接法兰安装在支撑底座上,所述驱动组件一端与支撑底座端连接法兰铰接,驱动组件另一端通过加载头端连接法兰和八棱柱套筒组件建立连接,所述驱动组件另一端与加载头端连接法兰铰接。研发目的是为了解决现有条件下只能以对弯刀的纵向和纯横向加载结果进行弹性角修正,该种弹性角修正方式与实际工况存在较大的偏差,影响试验数据结果的问题,本发明更贴近实际工况,由此加载结果进行弹性角修正时可提高试验数据的精确性和有效性。



1. 一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:包括支撑底座(1)、脚轮组件(2)、支撑底座端连接法兰(3)、驱动组件(4)、加载头端连接法兰(5)和八棱柱套筒组件(6),支撑底座(1)底部安装有脚轮组件(2),驱动组件(4)一端通过支撑底座端连接法兰(3)安装在支撑底座(1)上,所述驱动组件(4)一端与支撑底座端连接法兰(3)铰接,驱动组件(4)另一端通过加载头端连接法兰(5)和八棱柱套筒组件(6)建立连接,所述驱动组件(4)另一端与加载头端连接法兰(5)铰接。

2. 根据权利要求1所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:还包括加载头(7)和支杆(8),加载头(7)一端与八棱柱套筒组件(6)固定连接,加载头(7)另一端通过支杆(8)与试验模型建立连接。

3. 根据权利要求2所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述支撑底座(1)的顶部具有弧形安装部(9)。

4. 根据权利要求3所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述弧形安装部(9)上开设有多个安装槽(10)。

5. 根据权利要求4所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述支撑底座端连接法兰(3)通过安装槽(10)固定安装于支撑底座(1)的弧形安装部(9)上。

6. 根据权利要求5所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述支撑底座端连接法兰(3)底部加工有安装凸起(11),安装凸起(11)卡装于安装槽(10)内。

7. 根据权利要求6所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述脚轮组件(2)的数量至少有4个,且每两个为一组,对称设置在支撑底座(1)底部,所述脚轮组件(2)包括万向脚轮(12)、法兰板(13)、螺柱(14)和L型连接板(15),L型连接板(15)固定安装于支撑底座(1)底部左右两侧,法兰板(13)底部固定安装有万向脚轮(12),法兰板(13)顶部固定安装有螺柱(14),螺柱(14)通过螺母与L型连接板(15)建立固定连接。

8. 根据权利要求7所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述加载头端连接法兰(5)固定安装于八棱柱套筒组件(6)的底面。

9. 根据权利要求7所述的一种多角度弹性角加载系统,其特征在于:所述加载头端连接法兰(5)固定安装于八棱柱套筒组件(6)的侧面。

10. 一种多角度弹性角加载方法,其依托权利要求8或9所述的一种多角度弹性角加载系统实现,其特征在于,包括:

步骤1,将八棱柱套筒组件(6)固定套装在加载头(7)端部,驱动组件(4)通过加载头端连接法兰(5)和八棱柱套筒组件(6)建立连接;

当加载头(7)滚转指定角度时,驱动组件(4)随之移动到支撑底座(1)对应安装槽(10)的位置;

步骤2,将驱动组件(4)通过支撑底座端连接法兰(3)固定安装于所述对应安装槽(10)内,完成驱动组件(4)的定位锁紧;

步骤3,通过调节驱动组件(4)的长度,使支撑底座(1)与加载头(7)之间的距离增大,使驱动组件(4)的推力通过加载头端连接法兰(5)作用于加载头(7);

步骤4,步骤3的过程中,实际推力施加载荷的大小通过天平读数实时获得,从而实现指定角度下指定大小载荷的弹性角加载。

一种多角度弹性角加载系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多角度弹性角加载系统及方法,属于空气动力学领域。

背景技术

[0002] 风洞试验段弯刀的横向和纵向刚度存在较大差异,风洞试验过程中,模型不同滚转角受载下整个支撑系统弯刀、支杆和天平会因弯刀横纵向刚度的差异产生不同的弹性变形,即存在弹性角差异,支撑系统中,支杆是连接弯刀中部支架和天平的支撑杆,支杆后端与弯刀中部支架之间通过止口定位、通过沿弯刀中部支架回转轴线方向的螺钉固定锁紧;支杆前端锥面与天平后段锥孔配合,通过斜楔锁紧;天平前端锥面与模型锥孔配合,沿天平轴线方向上安装的螺钉将模型与天平之间的连接锥面锁紧,风洞试验时,在气动载荷作用下,上述的弯刀、支杆和天平构成的支撑系统会因弹性变形产生角位移,即为弹性角。弹性角的存在导致风洞试验模型的名义姿态角发生改变。当将天平测得的气动力按照名义姿态角转换到气流坐标系上时,会使得模型气动力系数计算产生误差,而此误差在一些条件下可以占到总的气动力系数误差的25%,因此必须进行弹性角修正。而现有条件下只能以对弯刀纵向和纯横向加载结果进行弹性角修正,该种弹性角修正方式与实际工况存在较大的偏差,影响试验数据结果。

[0003] 因此,亟需提出可以在天平不同滚转角下对支撑系统施加始终沿天平法向方向载荷的一种多角度弹性角加载系统,以解决上述技术问题。

发明内容

[0004] 本发明研发目的是为了解决现有条件下只能以对弯刀的纵向和纯横向加载结果进行弹性角修正,该种弹性角修正方式与实际工况存在较大的偏差,影响试验数据结果的问题,在下文中给出了关于本发明的简要概述,以便提供关于本发明的某些方面的基本理解。应当理解,这个概述并不是关于本发明的穷举性概述。它并不是意图确定本发明的关键或重要部分,也不是意图限定本发明的范围。

[0005] 本发明的技术方案:

方案一、一种多角度弹性角加载系统,包括支撑底座、脚轮组件、支撑底座端连接法兰、驱动组件、加载头端连接法兰和八棱柱套筒组件,支撑底座底部安装有脚轮组件,驱动组件一端通过支撑底座端连接法兰安装在支撑底座上,所述驱动组件一端与支撑底座端连接法兰铰接,驱动组件另一端通过加载头端连接法兰和八棱柱套筒组件建立连接,所述驱动组件另一端与加载头端连接法兰铰接。

[0006] 优选的:还包括加载头和支杆,加载头一端与八棱柱套筒组件固定连接,加载头另一端通过支杆与试验模型建立连接。

[0007] 优选的:所述支撑底座的顶部具有弧形安装部。

[0008] 优选的:所述弧形安装部上开设有多个安装槽。

[0009] 优选的:所述支撑底座端连接法兰通过安装槽固定安装于支撑底座的弧形安装部

上。

[0010] 优选的：所述支撑底座端连接法兰底部加工有安装凸起，安装凸起卡装于安装槽内。

[0011] 优选的：所述脚轮组件的数量至少有4个，且每两个为一组，对称设置在支撑底座底部，所述脚轮组件包括万向脚轮、法兰板、螺柱和L型连接板，L型连接板固定安装于支撑底座底部左右两侧，法兰板底部固定安装有万向脚轮，法兰板顶部固定安装有螺柱，螺柱通过螺母与L型连接板建立固定连接。

[0012] 优选的：所述加载头端连接法兰固定安装于八棱柱套筒组件的底面。

[0013] 优选的：所述加载头端连接法兰固定安装于八棱柱套筒组件的侧面。

[0014] 方案二、一种方案一所述的多角度弹性角加载系统的加载方法，包括如下步骤：

步骤1，将八棱柱套筒组件固定套装在加载头端部，驱动组件通过加载头端连接法兰和八棱柱套筒组件建立连接；

当加载头滚转指定角度时，驱动组件随之移动到支撑底座对应安装槽的位置；

步骤2，将驱动组件通过支撑底座端连接法兰固定安装于所述对应安装槽内，完成驱动组件的定位锁紧；

步骤3，通过调节驱动组件的长度，使支撑底座与加载头之间的距离增大，使驱动组件的推力通过加载头端连接法兰作用于加载头；

步骤4，步骤3的过程中，实际推力施加载荷的大小通过天平读数实时获得，从而实现指定角度下指定大小载荷的弹性角加载。

[0015] 本发明具有以下有益效果：

1. 本发明对加载头沿径向方向进行指定间隔角度加载，可保证加载方向始终沿天平法向方向；

2. 本发明将沿加载头径向方向的多组加载结果进行拟合，并以此进行弹性角修正时，考虑到了整个支撑系统因弯刀横纵向刚度差异而产生的不同弹性变形，更贴近实际工况；

3. 本发明对加载结果进行弹性角修正，可提高试验数据的精确性和有效性。

附图说明

[0016] 图1是一种多角度弹性角加载系统的立体图；

图2是本发明的支撑底座的立体图；

图3是本发明的安装槽与安装凸起的配合安装图；

图4是本发明的法兰板与螺柱的配合安装图；

图5是本发明的脚轮组件的立体图；

图中1-支撑底座，2-脚轮组件，3-支撑底座端连接法兰，4-驱动组件，5-加载头端连接法兰，6-八棱柱套筒组件，7-加载头，8-支杆，9-弧形安装部，10-安装槽，11-安装凸起，12-万向脚轮，13-法兰板，14-螺柱，15-L型连接板。

具体实施方式

[0017] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了，下面通过附图中示出的具体

实施例来描述本发明。但是应该理解,这些描述只是示例性的,而并非要限制本发明的范围。此外,在以下说明中,省略了对公知结构和技术的描述,以避免不必要地混淆本发明的概念。

[0018] 本发明所提到的连接分为固定连接和可拆卸连接,所述固定连接即为不可拆卸连接包括但不限于折边连接、铆钉连接、粘结连接和焊接连接等常规固定连接方式,所述可拆卸连接包括但不限于螺纹连接、卡扣连接、销钉连接和铰链连接等常规拆卸方式,未明确限定具体连接方式时,默认为总能在现有连接方式中找到至少一种连接方式能够实现该功能,本领域技术人员可根据需要自行选择。例如:固定连接选择焊接连接,可拆卸连接选择铰链连接。

[0019] 具体实施方式一:结合图1-图5说明本实施方式,本实施方式的一种多角度弹性角加载系统,包括支撑底座1、脚轮组件2、支撑底座端连接法兰3、驱动组件4、加载头端连接法兰5和八棱柱套筒组件6,支撑底座1底部安装有脚轮组件2,驱动组件4一端通过支撑底座端连接法兰3安装在支撑底座1上,所述驱动组件4一端与支撑底座端连接法兰3铰接,驱动组件4另一端通过加载头端连接法兰5和八棱柱套筒组件6建立连接,所述驱动组件4另一端与加载头端连接法兰5铰接,支撑底座1为驱动组件4提供不同指定角度下对应的支反力。

[0020] 还包括加载头7,加载头7一端与八棱柱套筒组件6固定连接,加载头7另一端通过支杆8与试验模型建立连接,即加载头7与支杆8的后端建立连接。

[0021] 考虑到风洞试验段弯刀结构刚度的对称性,多角度弹性角加载系统设定为在1/4象限对加载头进行加载,其余四个象限的弹性角加载结果与之按对称处理。

[0022] 以对加载头7施加作用力所在的风洞试验段横截面为坐标平面,以风洞试验段弯刀中部支架回转轴线与坐标平面交点为坐标原点,以平行于风洞试验段上下壁面的水平方向为X方向,以垂直于风洞试验段左右壁面的竖直方向为Y方向,如此可将加载头7进行多角度弹性角加载的加载平面划分为四个象限。

[0023] 风洞试验段弯刀上下及左右均为对称结构,即在所述的四个象限内风洞试验段弯刀结构刚度相同,则整个支撑系统刚度相同,如此在一个象限内对加载头进行弹性角加载即可,其余三个象限的加载结果与之可按对称处理。

[0024] 所述支撑底座1的顶部具有弧形安装部9,弧形安装部9的设计使支撑底座端连接法兰3与支撑底座1之间具有多角度对应下的支撑面进行定位支撑。所述弧形安装部9上开设有多个安装槽10。所述支撑底座端连接法兰3底部加工有安装凸起11,安装凸起11卡装于安装槽10内,并通过螺栓将支撑底座端连接法兰3固定,从而使支撑底座端连接法兰3固定安装于支撑底座1的弧形安装部9上。多个安装槽10的设计,可使支撑底座端连接法兰3固定于不同的位置,便于对驱动组件4不同方向角度的支撑,从而实现多角度弹性角加载的目的。

[0025] 所述弧形安装部9上表面为多棱台面,即加工有多个连接的安装平面,每个棱台平面均加工有一个安装槽10,用于与支撑底座端连接法兰3底部安装配合。如图2所示,弧形安装部9为四分一的圆环,即夹角 α 为 90° 的弧形环,每隔 10° 加工有一个沿弧形切线方向的安装平面,每隔 10° 处还加工有安装槽10,并使用刻度记录,每隔 10° 的定位设计是为了记录跟踪具体的支撑底座端连接法兰3安装位置,便于后期的实验数据总结与设计跟踪,安装平面的设计是为了使支撑底座端连接法兰3底部更加的贴合弧形安装部9,便于支撑底座端连接

法兰3适配于每个安装平面,且支撑底座端连接法兰3安装时,可以实现其底部平面与弧形安装部9的安装平面完全贴合,更加符合受力要求,避免支撑底座端连接法兰3底部与弧形安装部9之间由于大的空隙,导致的支点受力不均,产生二者的形变甚至断裂,降低使用寿命的同时,影响整体的实验效果,所述支撑底座1与支撑底座端连接法兰3的定位方式包括但不限于止口定位,所述支撑底座1内设有多条交错布置加强筋,每一个安装槽10底部中心处均设有由两个加强筋连接所形成的支撑点,目的是为了进一步加强安装连接点位置的结构稳定性,避免支撑底座端连接法兰3连接的弧形安装部9发生凹陷变形的情况。

[0026] 所述驱动组件4为直线电动伸缩杆,亦可为螺旋升降机,以旋转运动为输入,以直线运动为输出,其长度可调节且可满足施加载荷要求的机械传动组。

[0027] 所述脚轮组件2的数量至少有4个,且每两个为一组,对称设置在支撑底座1底部,所述脚轮组件2包括万向脚轮12、法兰板13、螺柱14和L型连接板15,L型连接板15固定安装于支撑底座1底部左右两侧,法兰板13底部固定安装有万向脚轮12,法兰板13顶部固定安装有螺柱14,螺柱14通过螺母与L型连接板15建立固定连接,万向脚轮12与支撑底座1下部支撑面保持一定距离,以实现底座移动过程中的可操作性和便利性,同时在支撑底座1前后侧壁板焊接L型把手,从而实现支撑底座1在风洞试验段安装和移动的便利性和可操作性,当需要微调支撑底座1的位置时,通过六方扳手转动螺柱14上螺纹配合的螺母,使万向脚轮12与风洞试验段地面接触,从而通过万向脚轮12调节支撑底座1位置,以最终完成多角度加载系统的整体安装,当确定好支撑底座1的固定位置后,通过六方扳手转动螺柱14上螺纹配合的螺母,使万向脚轮12离开风洞试验段地面,支撑底座1底部与风洞试验段地面接触,使其达到定位的目的,避免在施力过程中,由于万向脚轮12与风洞试验段地面接触,支撑底座1整体滑动漂移。

[0028] 与驱动组件4连接的加载头端连接法兰5根据实际弹性角加载需要安装在八棱柱套筒组件6相对于天平的“水平”和“竖直”侧安装面位置,即当所述加载头端连接法兰5通过定位销限位,螺钉进行固定安装于八棱柱套筒组件6的底面或顶面时,可看做加载头端连接法兰5安装在八棱柱套筒组件6的水平安装面位置。当所述加载头端连接法兰5定位销限位,螺钉进行固定安装于八棱柱套筒组件6的左侧面或右侧面时,可看做加载头端连接法兰5安装在八棱柱套筒组件6的竖直安装面位置。如此设计便于加载头端法兰根据实际弹性角加载需要选择性安装,即优选八棱柱套筒组件6的目的也是为了其与加载头7适配的同时,安装面角度更加规范化。

[0029] 具体实施方式二:结合图1-图5说明本实施方式,基于具体实施方式一,本实施方式的一种多角度弹性角加载方法,包括:

步骤1,将八棱柱套筒组件6固定套装在加载头7端部,驱动组件4通过加载头端连接法兰5和八棱柱套筒组件6建立连接;

当加载头7滚转指定角度时,调节脚轮组件2,使万向脚轮12与风洞试验段地面接触,推动支撑底座1,使驱动组件4随之移动到支撑底座1对应安装槽10的位置;

步骤2,将驱动组件4通过支撑底座端连接法兰3固定安装于所述对应安装槽10内,调节脚轮组件2,使万向脚轮12离开风洞试验段地面,支撑底座1底部与风洞试验段地面稳定接触,完成驱动组件4的定位锁紧;

步骤3,通过调节驱动组件4的长度,使支撑底座1与加载头7之间的距离增大,使驱

动组件4的推力通过加载头端连接法兰5作用于加载头7；

步骤4,步骤3的过程中,实际推力施加载荷的大小通过天平读数实时获得,从而实现指定角度下指定大小载荷的弹性角加载。

[0030] 所述实际推力施加载荷的大小即弹性角加载载荷的大小,从而实现一种多角度弹性角加载系统中各支撑台面对应角度下的弹性角加载。

[0031] 通过多角度弹性角加载系统对加载头7沿径向方向进行指定间隔角度加载,将得到的多组加载结果进行拟合,并以此进行弹性角修正时,考虑到了整个支撑系统因弯刀横纵向刚度差异而产生的不同弹性变形,更贴近实际工况,由此加载结果进行弹性角修正时可提高试验数据的精确性和有效性。

[0032] 需要说明的是,在以上实施例中,只要不矛盾的技术方案都能够进行排列组合,本领域技术人员能够根据排列组合的数学知识穷尽所有可能,因此本发明不再对排列组合后的技术方案进行一一说明,但应该理解为排列组合后的技术方案已经被本发明所公开。

[0033] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

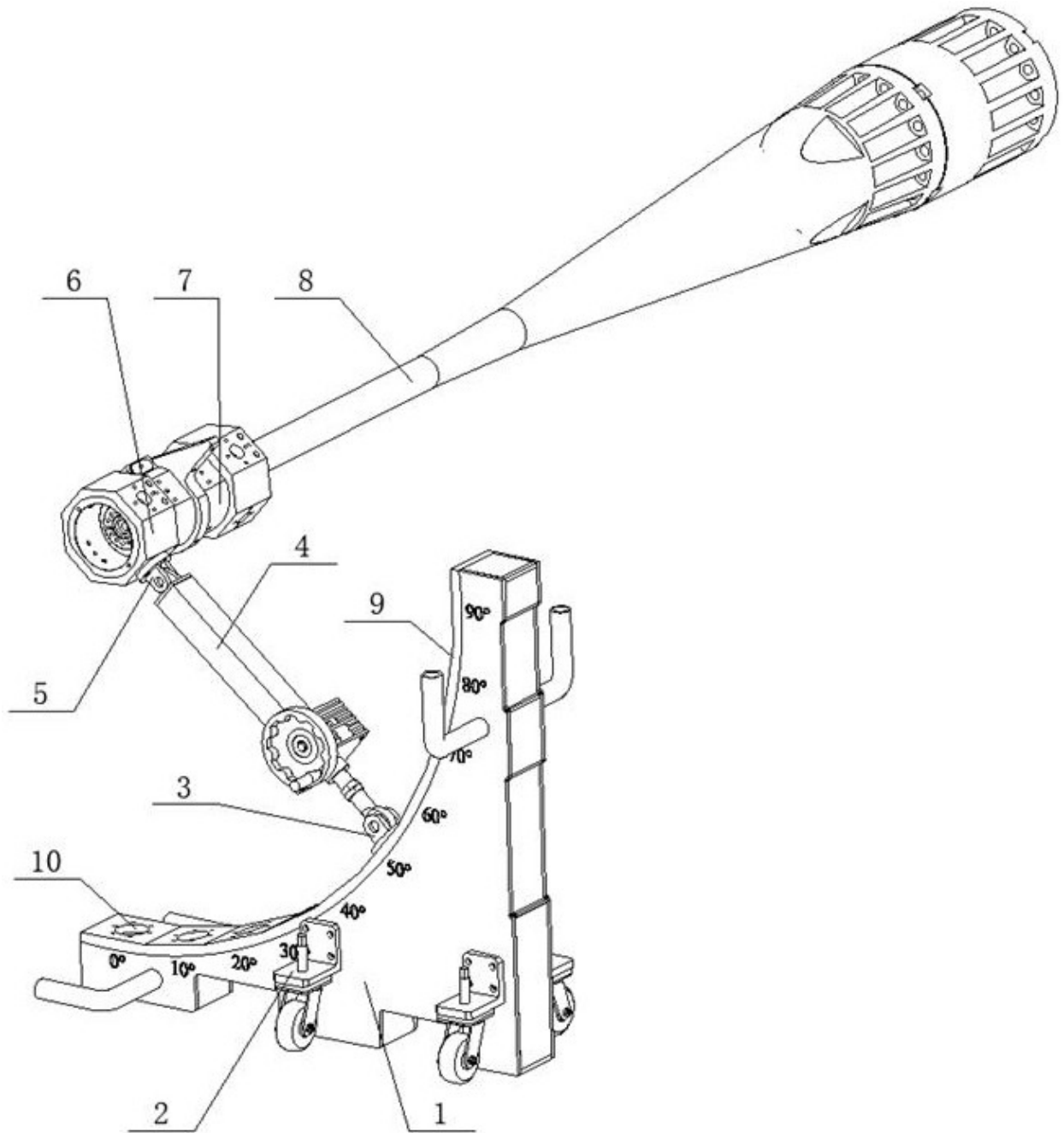


图 1

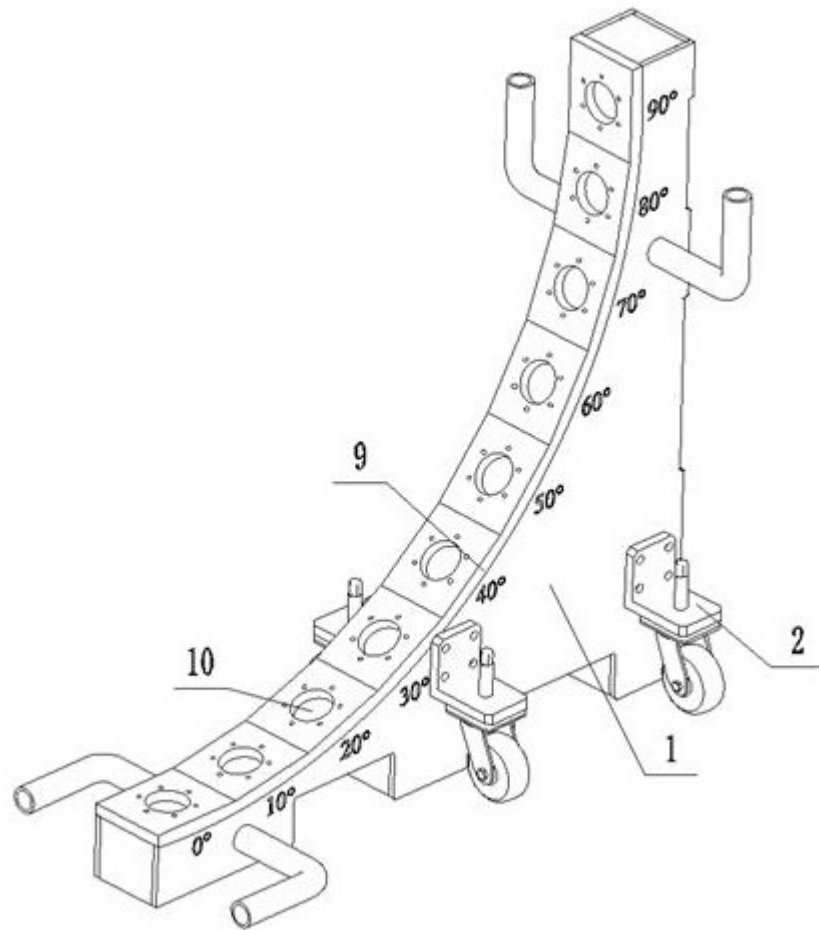


图 2

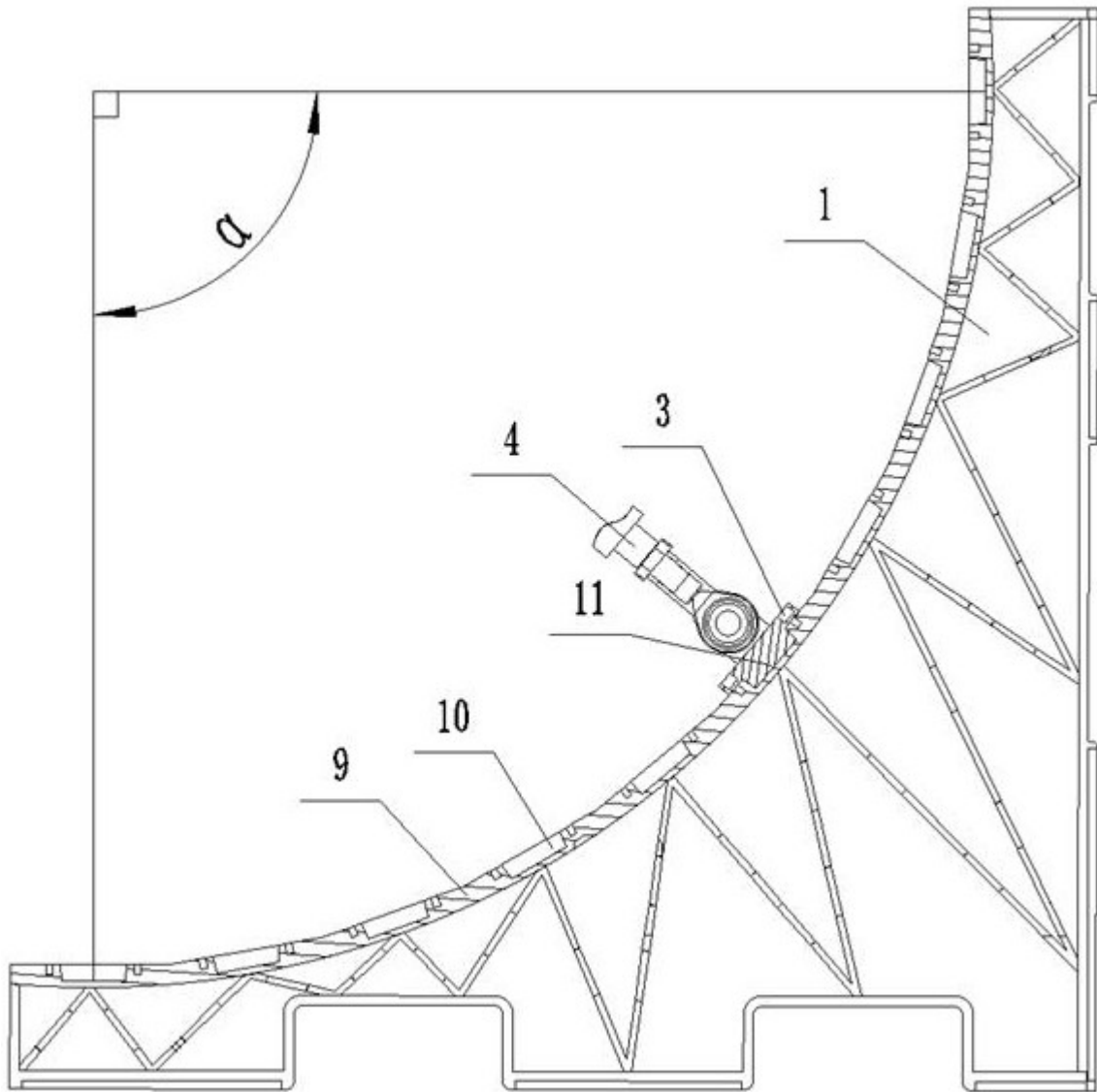


图 3

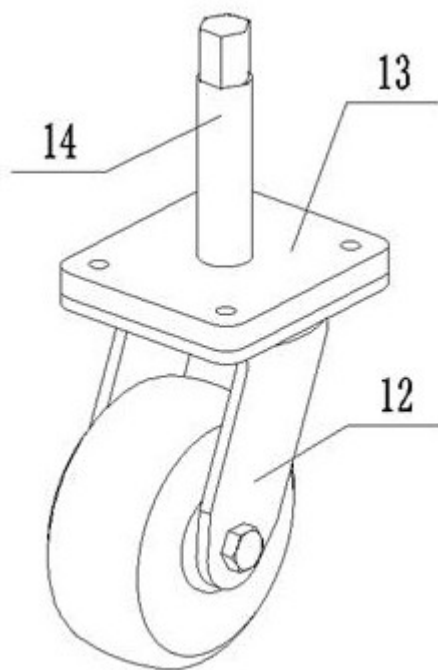


图 4

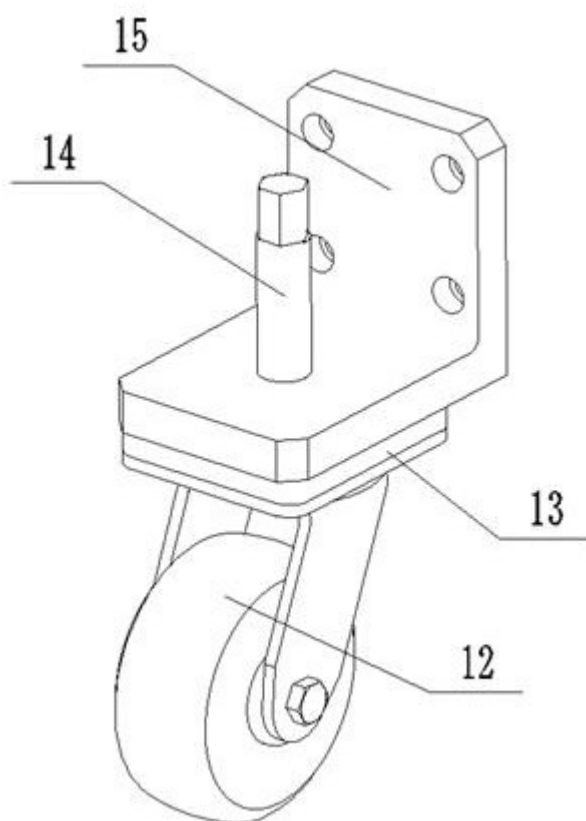


图 5