



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112964452 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202110171069.0

(22) 申请日 2021.02.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112964452 A

(43) 申请公布日 2021.06.15

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 黄仁芳 王一伟 支玉昌 丘润荻  
黄晨光

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
专利代理师 胡剑辉

(51) Int. Cl.

G01M 10/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 205719472 U, 2016.11.23

CN 109443801 A, 2019.03.08

CN 106885685 A, 2017.06.23

CN 112763179 A, 2021.05.07

CN 103063402 A, 2013.04.24

KR 20150069727 A, 2015.06.24

王一伟等. 高速航行体水下发射水动力学研究进展.《力学进展》.2018,

Ruhollah KARIMI KELAYEH等. Aerodynamic investigation of twist angle variation based on wing smarting for a flying wing.《Chinese Journal of Aeronautics》.2020,

审查员 冯玮

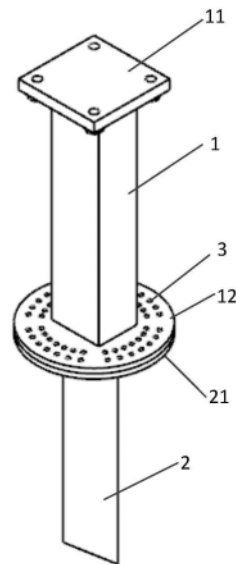
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种变攻角的切割自由面水翼实验模型

(57) 摘要

本发明提供一种变攻角的切割自由面水翼实验模型,包括:支撑杆,顶端固定有连接板,底端固定有支撑圆盘;水翼,顶端固定有水翼圆盘;调节孔,在支撑圆盘和水翼圆盘上以圆心为原点,分别绘制两个直径不同的大圆和小圆,在平面坐标系与大圆和小圆相交的位置处分别开一个定位孔,在支撑圆盘上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在顺时针和逆时针方向上分别开预定数量的攻角孔;在水翼圆盘上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在逆时针方向上分别开预定数量的攻角孔。本发明可实现对切割自由面水翼非定常通气流动特性的研究,通过改变上下圆盘螺孔相对位置进行连接固定,从而可以定量精确地控制水翼的攻角。



1. 一种变攻角的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,包括:

支撑杆,顶端固定有用于和其它部件连接的连接板,底端固定有直径大于杆身宽度的支撑圆盘;

水翼,为中心对称的立体三角形,顶端固定有直径与支撑圆盘直径一致的水翼圆盘,水翼圆盘与支撑圆盘连接,连接后的水翼与支撑杆共轴心线;

调节孔,在支撑圆盘和水翼圆盘上以圆心为原点,确定平面坐标系,分别绘制两个直径不同的大圆和小圆,且小圆的直径大于支撑杆和水翼的宽度,在平面坐标系与大圆和小圆相交的位置处分别开一个定位孔,在支撑圆盘上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在顺时针和逆时针方向上以预定调节角度为标准分别开预定数量的攻角孔;在水翼圆盘上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在逆时针方向上以预定调节角度为标准分别开预定数量的攻角孔;大圆上各攻角孔之间的间隔距离小于小圆上各攻角孔之间的距离。

2. 根据权利要求1所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述连接板连接在滑动组件上,所述滑动组件包括供所述连接板固定的滑板,和在滑板相对滑动方向的两侧边上安装的滑块;滑块为工字形,其通过一侧的凹槽与滑板固定,另一侧的凹槽与供滑动组件滑动的滑轨卡接。

3. 根据权利要求2所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,在所述滑板上设置有用于减重的减重孔。

4. 根据权利要求1所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述支撑圆盘上定位孔两侧的攻角孔数量分别为三个;所述水翼圆盘上定位孔一侧的攻角孔数量分别为三个。

5. 根据权利要求1所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述水翼在水下的长度需要满足水下浸深实验要求,同时在水上的长度需要满足所述水翼圆盘不会与水翼兴波碰撞的要求。

6. 根据权利要求1所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述支撑圆盘和所述水翼圆盘通过同时穿过定位孔和攻角孔的螺栓固定,所述水翼的攻角调整通过改变二者螺孔的相对固定位置实现。

7. 根据权利要求6所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述水翼的攻角调整角度为 $0, \alpha_1, 2 \times \alpha_1, 3 \times \alpha_1, \alpha_2, 2 \times \alpha_2, 3 \times \alpha_2$ ,其中 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 分别为所述小圆和所述大圆上各攻角孔圆心之间的间隔角度。

8. 根据权利要求7所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述 $\alpha_1$ 表示的角度为 $8 \sim 12$ 度,所述 $\alpha_2$ 表示的角度为 $4 \sim 6$ 度。

9. 根据权利要求1所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述水翼的展长与弦长比为 $6:1$ ,且所述水翼的曲线轮廓根据实验要求调整。

10. 根据权利要求9所述的切割自由面水翼实验模型,其特征在于,

所述支撑杆为截面矩形的钢管,所述支撑杆与支撑圆盘和连接板,以及所述水翼与水翼圆盘之间分别采用焊接固定。

## 一种变攻角的切割自由面水翼实验模型

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海洋船舶领域,特别是涉及一种用于在约束发射实验中可变攻角的切割自由面水翼实验模型。

### 背景技术

[0002] 维护海洋权益是最重要的问题之一,在小型化、无人化的大趋势下,新概念超高速水面航行器能够更有效执行快速部署、长时警戒、攻击与自卫等作战任务,实现持续性海域控制,这也成为共识和竞争焦点之一。其中,快速性是此类水面航行器的关键性指标之一,逐渐成为各国研究的重点。

[0003] 提高速度主要面临阻力大、推力不足的困难,是航行器设计的关键瓶颈。阻力大的原因一方面液态水的密度和粘性都远高于空气,会形成较大的水下压差阻力与摩擦阻力;另一方面高速航行会引起水面的波动,产生的兴波阻力在超高速航行条件下急剧增长,是提高航速的巨大障碍。对此,突破的方向是应用流体力学原理对结构与运行模式进行优化,达到高速、高可靠性的目的。例如,采用高升阻比主动控制的水翼,并且水面上层结构采用升力体设计,从而保证超高速航行时最大限度地抬升主体结构。

[0004] 国外新概念水面高速航行器主要采用组合式的升力布局,以水翼作为主要的水下潜体部件,产生升力或浮力抬升艇体,从而达到减小兴波阻力和粘性阻力的效果。然而,水翼切割自由液面时会出现自然通气现象。由于自由面的强非线性,切割自由面水翼会产生自然通气空泡,并伴随着液滴飞溅、破碎。这是一种非常复杂的流动现象,是目前制约水面航行器速度提升的关键瓶颈。

[0005] 在实验室环境下,一般采用约束发射实验装置对切割自由面水翼通气空泡流动进行机理研究。但由于实验过程中水翼速度过大,水翼减速过程和发射过程冲击力较大,传统的攻角可变的水翼结构具有可靠性很差、易损坏、造价昂贵等缺点。

### 发明内容

[0006] 本文发明的目的是提供一种用于在约束发射实验中可变攻角的切割自由面水翼实验模型。

[0007] 具体地,本发明提供一种变攻角的切割自由面水翼实验模型,包括:

[0008] 支撑杆,顶端固定有用于和其它部件连接的连接板,底端固定有直径大于杆身宽度的支撑圆盘;

[0009] 水翼,为中心对称的立体三角形,顶端固定有直径与支撑圆盘直径一致的水翼圆盘,水翼圆盘与支撑圆盘连接,连接后的水翼与支撑杆共轴线;

[0010] 调节孔,在支撑圆盘和水翼圆盘上以圆心为原点,确定平面坐标系,分别绘制两个直径不同的大圆和小圆,且小圆的直径大于支撑杆和水翼的宽度,在平面坐标系与大圆和小圆相交的位置处分别开一个定位孔,在支撑圆盘上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在顺时针和逆时针方向上以预定调节角度为标准分别开预定数量的攻角孔;在水翼圆盘

上以各定位孔为中心,分别沿大圆和小圆在逆时针方向上以预定调节角度为标准分别开预定数量的攻角孔;大圆上各攻角孔之间的间隔距离小于小圆上各攻角孔之间的距离。

[0011] 本发明可实现对切割自由面水翼非定常通气流动特性的研究,通过改变上下圆盘螺孔相对位置进行连接固定,从而可以定量精确地控制水翼的攻角。实验装置结构简单、紧凑,易于拆卸和移动,造价低廉,适用于切割自由面水翼约束发射实验。此外还可通过改变下水翼外形可以灵活地更换不同实验研究模型,为切割自由面水翼非定常通气流动特性研究提供可靠的实验数据。

### 附图说明

[0012] 图1是本发明一个实施方式的切割自由面水翼实验模型示意图;

[0013] 图2是本发明一个实施方式的支撑圆盘上调节孔的结构示意图;

[0014] 图3是本发明一个实施方式的水翼圆盘上调节孔的结构示意图;

[0015] 图4是本发明一个实施方式的滑动组件结构示意图。

### 具体实施方式

[0016] 以下通过具体实施例和附图对本方案的具体结构和实施过程进行详细说明。

[0017] 如图1所示,在本发明的一个实施方式中,公开一种变攻角的切割自由面水翼实验模型,包括:支撑杆1,水翼2和调节孔3。

[0018] 该支撑杆1顶端固定有用于和其它部件连接的连接板11,底端固定有直径大于杆身宽度的支撑圆盘12;这里的支撑杆1通过顶部的连接板11与约束发射实验装置的发射小车连接。

[0019] 这里说明一下约束发射实验装置的结构和工作方式,约束发射实验装置大致包括一个水槽,和位于水槽一侧的驱动装置,在水槽内通过导轨安装有发射小车;在工作时,将待测的水翼2安装在发射小车上,然后由驱动装置驱动发射小车在水槽内的水中进行移动,从而完成各种实验;由于本实施方式并不涉及对约束发射实验装置的改进,因此这里只对约束发现实验装置做简单说明。

[0020] 该水翼2为中心对称的立体三角形,顶端固定有直径与支撑圆盘12直径一致的水翼圆盘21,水翼圆盘21与支撑圆盘12通过螺栓连接,连接后的水翼2与支撑杆1共轴心线,即两者的轴心线重合。

[0021] 如图2、3所示,该调节孔3用于实现水翼2相对支撑杆1的安装角度调整,即实现水翼2的攻角角度调整;在设置时,以支撑圆盘12和水翼圆盘21上的圆心为原点,确定平面坐标系,然后分别绘制两个直径不同的大圆34和小圆33,且小圆33的直径需要大于支撑杆1和水翼2的宽度,即小圆33至少不被支撑杆1或水翼2挡住;在平面坐标系与大圆34和小圆33相交的位置处分别开一个定位孔31,小圆33上四个,大圆34上四个,且同一圆上的定位孔31相互间隔90度。

[0022] 在支撑圆盘12上以各定位孔31为中心,分别沿大圆34和小圆33在顺时针和逆时针方向上以预定调节角度为标准,分别开预定数量的攻角孔32;在水翼圆盘21上以各定位孔31为中心,分别沿大圆34和小圆33在逆时针方向上以预定调节角度为标准,分别开预定数量的攻角孔32;其中支撑圆盘12上同一圆上的定位孔31和攻角孔32的直径及间隔角度,与

水翼圆盘21上同一圆上的定位孔31和攻角孔32的直径和间隔角度相同,且两者的大圆34上各攻角孔32之间的间隔距离小于小圆33上各攻角孔32之间的距离。

[0023] 在实验时,将支撑杆1利用连接板11与约束发射实验装置连接,水翼2利用水翼圆盘21通过螺栓与支撑杆1的支撑圆盘12连接,两者位于一条直线上,启动约束发射实验装置即可驱动支撑杆1带着水翼2在水上进行实验。

[0024] 本实施方式中的水翼2为两斜边对称的立体三角形形状,其底边相对的角为迎水角,以支撑圆盘12和水翼圆盘21通过定位孔31对准相互连接时,水翼2的迎水角为正对航行的方向进行说明,通过调整水翼圆盘21与支撑圆盘12上不同的攻角孔32对准连接,可调整水翼2迎水角相对前进方向的左右偏移角度,即攻角大小。水翼2在水下的长度需要满足水下浸深实验要求,同时在水上的长度需要满足水翼圆盘21不会与水翼2兴波碰撞的要求。

[0025] 在本实施方式中,支撑杆1为截面矩形的钢管,钢管的壁厚要保证其结构强度能够承受实验过程的冲击,具体可由实验过程发射和减速冲击的受力条件决定,支撑杆1的长度由水翼2长度及实验水面距发射小车高度决定,支撑杆1长度加水翼2长度正好使水翼2浸水深度达到测试要求即可。

[0026] 连接板11为矩形且面积大于支撑杆1截面面积的钢板,连接板11与支撑杆1通过焊接固定;连接板11上开有四个与发射小车上螺孔位置对应的螺孔,螺孔还具备减小重力并提升速度的效果。

[0027] 支撑圆盘12和水翼圆盘21分别为一定厚度的钢板制成。

[0028] 具体的支撑圆盘12上定位孔31两侧的攻角孔32数量分别为三个,水翼圆盘21上定位孔31一侧的攻角孔32数量分别为三个。因此,相对的水翼2攻角调整角度为 $0, \alpha_1, 2 \times \alpha_1, 3 \times \alpha_1, \alpha_2, 2 \times \alpha_2, 3 \times \alpha_2$ ,其中 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ 分别为小圆33和大圆34上各攻角孔32圆心之间的间隔角度。优选 $\alpha_1$ 选择的角为 $8 \sim 12$ 度, $\alpha_2$ 选择的角为 $4 \sim 6$ 度。

[0029] 本实施方式可实现对切割自由面水翼非定常通气流动特性的研究,通过改变上下圆盘螺孔相对位置进行连接固定,从而可以定量精确地控制水翼的攻角。实验装置结构简单、紧凑,易于拆卸和移动,造价低廉,适用于切割自由面水翼约束发射实验。此外还可通过改变水下水翼外形可以灵活地更换不同实验研究模型,为切割自由面水翼非定常通气流动特性研究提供可靠的实验数据。

[0030] 如图4所示,在本发明的一个实施方式中,连接板11通过螺栓固定连接在滑动组件3上,该滑动组件3包括供连接板11固定的滑板31,和在滑板31相对滑动方向的两侧边安装的滑块32;滑块32为工字形,其通过一侧的凹槽与滑板31利用螺栓固定,另一侧的凹槽与供滑动组件3滑动的滑轨卡接。

[0031] 在约束发射实验装置的水槽内部安装有两道相对设置的滑轨,滑轨与水槽内的水面平行,滑动组件3用于通过滑轨在驱动装置的驱动下在水槽内移动;这里是利用滑板31两侧的滑块32分别与两边的滑轨滑动插接,安装后的滑板31相对水面平行。具体的滑块32数量设置四个,分别对称固定在滑板31的两侧边上。滑板31采用钢板制作,为减轻重量,在滑板31上设置有多个减重孔311,减重孔311对称分布在滑板31上。

[0032] 实施例1

[0033] 支撑杆1上连接板11为厚度5mm面积80mm\*80mm的矩形钢板,螺孔为直径8.2mm,位于距离各边15mm的钢板板角处,支撑杆1主体为壁厚为2mm面积50mm\*40mm的矩形钢管,钢管

长400mm;支撑圆盘12为厚度为5mm的圆形钢板,圆形钢板半径60mm,调节孔3位置说明如下:  
(1)小圆半径为40mm,在中心对称轴(X轴与Y轴)与小圆相交处(距圆心四个垂直方向上40mm处)处开定位孔31,定位孔31大小为直径4mm,然后逆时针和顺时针各每间隔10度开攻角孔(10度代表攻角每次调节角度),逆时针和顺时针各开攻角孔3个;(2)大圆为半径50mm,在中心对称轴(X轴与Y轴)与大圆34相交处(距圆心四个垂直方向上50mm处)处开定位孔31,定位孔31大小与所用螺栓大小一致,然后逆时针和顺时针各每间隔5度开攻角孔(5度代表攻角每次调节角度),逆时针和顺时针各开攻角孔3个,效果如2所示。

[0034] 水翼圆盘21为厚度5mm的圆形钢板,圆形钢板半径60mm,调节孔3位置说明如下:  
(1)小圆半径为40mm,中心对称轴(X轴与Y轴)与半径40mm处开定位孔31,定位孔31大小为直径4mm,然后逆时针每间隔10度开攻角孔32(10度代表攻角每次调节角度),逆时针开攻角孔3个;(2)大圆半径为50mm,中心对称轴(X轴与Y轴)与大圆相交处(距圆心四个垂直方向上50mm处)处开定位孔31,定位孔31大小与所用螺栓大小一致,然后逆时针每间隔5度开攻角孔(5度代表攻角每次调节角度),逆时针开攻角孔3个,效果如图3所示。水翼2的展长为300毫米、弦长为50毫米,具体的水翼曲线轮廓可根据研究对象要求进行修改;

[0035] 连接关系:水翼2和支撑杆1通过支撑圆盘12和水翼圆盘21上螺孔(螺孔直径4mm)连接,螺孔通过螺栓4mm连接,水翼2攻角通过二者不同螺孔位置连接改变,攻角可设置为 $0^{\circ}$ , $5^{\circ}$ , $10^{\circ}$ , $15^{\circ}$ , $20^{\circ}$ , $30^{\circ}$ 。

[0036] 至此,本领域技术人员应认识到,虽然本文已详尽示出和描述了本发明的多个示例性实施例,但是,在不脱离本发明精神和范围的情况下,仍可根据本发明公开的内容直接确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此,本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

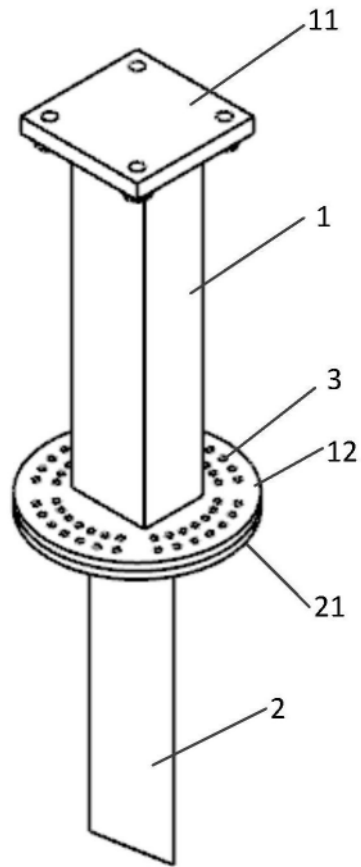


图1

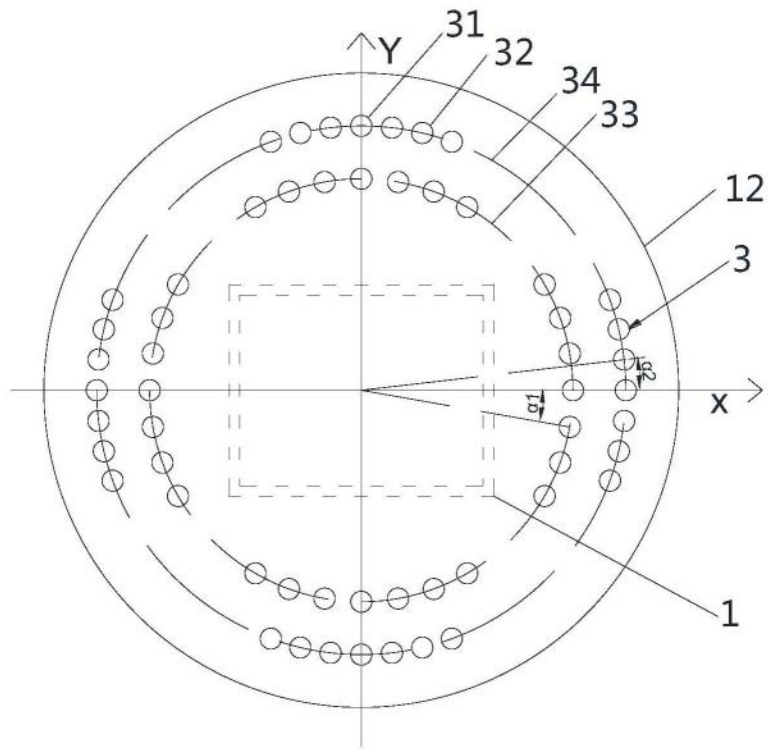


图2

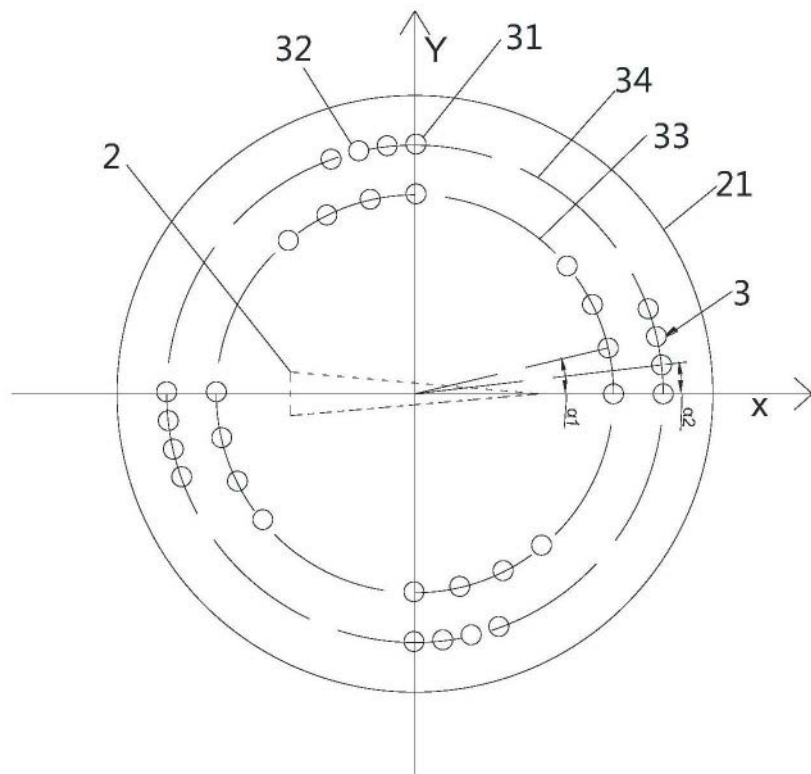


图3



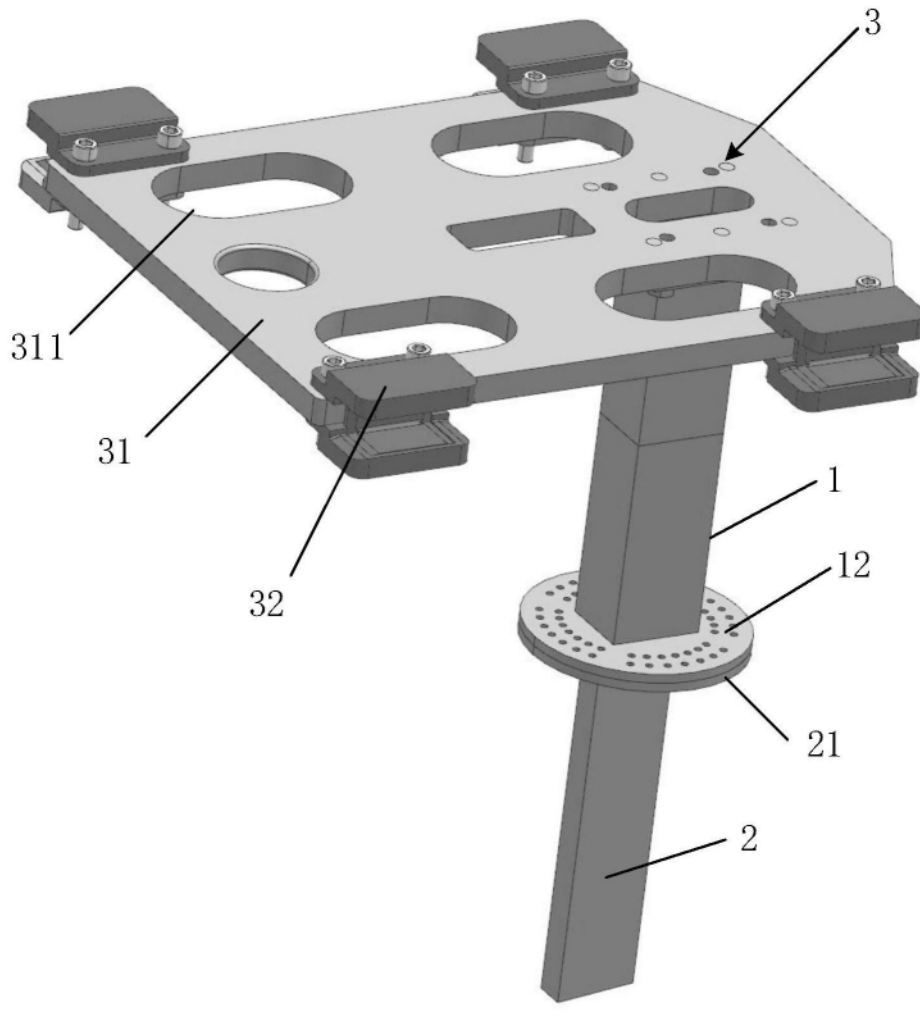


图4