



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 220386959 U

(45) 授权公告日 2024. 01. 26

(21) 申请号 202321744273.8

(22) 申请日 2023.07.04

(73) 专利权人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路17号
中国农业大学(东区)

(72) 发明人 殷成刚 徐微唯 陈丝雨 李琪

(51) Int. Cl.

B05C 1/02 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

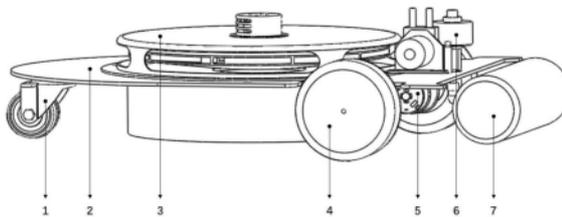
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人

(57) 摘要

本实用新型涉及一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,包括负压吸附装置、自由移动装置与防覆冰滚涂装置;负压吸附装置位于机器人的中心位置,包括叶轮、叶轮罩、负压腔、负压装置电机、电机安装架;自由移动装置设有一个万向脚轮和两个驱动轮,由两个驱动电机分别驱动两个驱动轮;防覆冰滚涂装置通过丝杠电机连接支撑杆、中心杆、滚筒实现防覆冰滚涂装置的自动抬升或下降以及滚筒自动压紧,通过软管连接三通和水泵,防覆冰涂料由水泵出发,经过软管和中心杆输送到滚筒,中心杆位于滚筒内部段均匀分布圆孔,实现自动供料且涂料分布均匀;本实用新型可稳定吸附于风力发电机叶片,并在叶片表面自由攀爬移动,完成在叶片表面的均匀涂刷作业。



1. 一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,包括负压吸附装置(3)、自由移动装置与防覆冰滚涂装置(7);

所述负压吸附装置(3)位于机器人的中心位置,采用径流式负压吸附叶轮作为负压系统的负压发生装置,包括叶轮(13)、叶轮罩(17)、负压腔(16)、负压装置电机(15)、电机安装架(14);

所述移动装置设有一个万向脚轮(1)和两个驱动轮(4),由两个驱动电机(5)分别驱动两个驱动轮(4);

所述防覆冰滚涂装置(7)通过丝杠电机(6)连接变径内丝(23)、支撑杆(10)、中心杆(12)和滚筒(8)实现防覆冰滚涂装置(7)的自动抬升或下降以及滚筒(8)自动压紧;通过软管连接三通(11)和水泵(9),防覆冰涂料从水泵(9)压出,经过软管和中心杆(12)输送到滚筒(8),中心杆(12)位于滚筒(8)内部段均匀分布圆孔,实现自动供料且涂料分布均匀;

所述叶轮(13)安装在叶轮罩(17)内,叶轮罩(17)固定在机器人底盘(2)上,叶轮罩(17)侧壁设置四个呈螺旋状分布的气流槽;电机安装架(14)固定在叶轮罩(17)中心,内部连接负压装置电机(15),由负压装置电机(15)驱动叶轮(13)转动;负压腔(16)固定在机器人底盘(2)下,底盘(2)通过螺栓连接叶轮罩(17)与负压腔(16),负压腔(16)、叶轮罩(17)与底盘(2)同轴固定;叶轮(13)高速旋转使气体沿负压腔(16)进入叶轮(13),再从叶轮(13)出口沿叶轮罩(17)侧面出口流出,在负压腔(16)内形成负压环境,实现机器人的稳定吸附;

所述万向脚轮(1)位于机器人底盘(2)前端,实现机器人的转向;机器人后端两侧对称设置两个驱动轮(4),实现机器人的移动;两个驱动轮(4)通过联轴器(18)分别与两个驱动电机(5)连接,两个电机由两个驱动电机安装架(19)固定,两个驱动电机安装架(19)对称固定在底盘(2)两端。

2. 根据权利要求1所述的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,所述丝杠电机(6)包括电机本体(21)、丝杠(20)和变径内丝(23),位于机器人底盘(2)后端中间部位,由两根双头螺柱(22)固定在底盘(2)上;丝杠电机(6)的电机本体(21)驱动丝杠(20)上下移动实现防覆冰滚涂装置(7)的自动抬升或下降以及滚筒(8)自动压紧。

3. 根据权利要求1所述的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,所述中心杆(12)整体由一根金属管弯曲成型,分为三段,包括前段、中段和末尾段;中心杆(12)前段与三通(11)连接,末尾段中心杆(12)大部分位于滚筒(8)内部,与圆柱形滚筒(8)同轴安装;防覆冰涂料通过三通(11)流入中心杆(12)内,位于滚筒(8)内部的中心杆(12)末尾段均匀分布多个圆孔,防覆冰涂料流至末尾段后,再通过圆孔流出,使滚筒(8)上涂料分布均匀。

4. 根据权利要求1所述的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,所述水泵(9)固定在机器人底盘(2)左后端,作为输送防覆冰涂料的动力源;水泵(9)连接软管,软管另一端连接三通(11);防覆冰涂料从水泵(9)压出,经过中心杆(12),最后被输送到滚筒(8)。

5. 根据权利要求1所述的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,所述底盘(2)高度与负压腔(16)高度相关。

6. 根据权利要求1所述的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,其特征在于,所述滚筒(8)位于机器人后端。

风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人

技术领域

[0001] 本实用新型属于攀爬机器人技术领域,特别涉及一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人。

背景技术

[0002] 风能作为一种清洁可再生的绿色资源,对于减少碳排放、缓解温室效应、促进环境和经济社会的健康可持续发展具有重要作用。伴随着风电产业的高速发展,对风力发电机的核心要求是更高的发电效率和更少的维护成本。目前,中国在役风力发电机数量巨大且服役多年,风机能否在运转时期发挥最佳性能是衡量发电效率的关键因素之一。因此,对在役风力发电机生命周期内的运营维护将是我们面临的巨大挑战。

[0003] 风力发电机的核心零部件包括叶片、塔筒、发电机、齿轮箱、轴承、轮毂等。而叶片是风力发电机的关键部件。叶片的性能直接影响运行效率、安全性以及稳定性。叶片是风力发电机组能量转换的重要组成部分,它主要用于吸收风能,并将风能转化为机械能。叶片也是风力发电机组中价值量最大的零部件,成本占比最高。

[0004] 由于我国风电项目主要分布在三北以及比较湿寒的沿海地区,因此极易出现风力发电机叶片覆冰现象。风力发电机叶片作为风力发电机的能量捕捉设备,对机组的正常运行至关重要。风力发电机叶片覆冰会产生以下危害:首先,风力发电机叶片覆冰会造成叶片的气动性能发生改变。在环境湿度一定的情况下,如果风机继续运行,覆冰会导致叶片表面换热系数增大,叶片表面的冰雪堆积速度增加,覆冰加剧。其次,叶片覆冰后会引起载荷增加、翼型失速攻角提前,这不仅会直接减低风力发电机的输出功率,甚至对叶片的寿命有直接的影响。同时,覆冰后如果风机继续运行则极易出现冰块脱落,抛出的冰层碎块或掉落的大冰块可能会对现场的维护人员和机组造成很大的安全隐患。

[0005] 目前,防覆冰有两种常用方法:热能防冰和涂层防冰。热能防冰除冰是利用各种热能加热叶片,使叶片表面温度超过 0°C ,以达到防冰和除冰的目的。涂层防冰的原理是荷叶效应,超疏水涂层具有很高的水接触角,使水不易在表面浸润和附着,而是形成水珠,只要表面轻微扰动或倾斜,水珠就从表面滚落下来,故表面不易覆冰。涂层防冰方法简单易行、成本低。目前涂层防冰的作业方式为人工涂刷。对于在役风力发电机来说,作业人员需要在风机停机后,借助大型起重机、吊筐和安全绳等设备爬升到叶片的表面进行人工涂刷。这种涂刷方式存在危险系数极高、作业效率不高的弊端。

实用新型内容

[0006] 针对上述技术问题,本实用新型的目的是提供一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,实现在风力发电机叶片上稳定吸附,并且实现在叶片表面自由攀爬移动,通过自身搭载防覆冰涂料,完成在叶片表面的均匀涂刷作业。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型提供了如下技术方案:

[0008] 一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,包括负压吸附装置3、自由移动装置

和防覆冰滚涂装置7。

[0009] 所述负压吸附装置3位于机器人的中心位置,采用径流式负压吸附叶轮作为负压系统的负压发生装置,包括叶轮13、叶轮罩17、负压腔16、负压装置电机15、电机安装架14;

[0010] 所述自由移动装置设有一个万向脚轮1和两个驱动轮4,由两个驱动电机5分别驱动两个驱动轮4;

[0011] 所述防覆冰滚涂装置7通过丝杠电机6连接变径内丝23、支撑杆10、中心杆12、滚筒8实现防覆冰滚涂装置7的自动抬升或下降以及滚筒8自动压紧,通过软管连接三通11和水泵9,防覆冰涂料从水泵9压出,经过软管和中心杆12输送到滚筒8,中心杆12位于滚筒8内部段均匀分布圆孔,实现自动供料且涂料分布均匀;

[0012] 所述叶轮13安装在叶轮罩17内,叶轮罩17固定在机器人底盘2上,叶轮罩17侧壁设置四个呈螺旋状分布的气流槽;电机安装架14固定在叶轮罩17中心,内部连接负压装置电机15,由负压装置电机15驱动叶轮13转动;负压腔16固定在机器人底盘2下,底盘2通过螺栓连接叶轮罩17与负压腔16,负压腔16、叶轮罩17与底盘2同轴固定;叶轮13高速旋转使气体沿负压腔16进入叶轮13,再从叶轮13出口沿叶轮罩17侧面出口流出,在负压腔16内形成负压环境,实现机器人的稳定吸附;

[0013] 所述万向脚轮1位于机器人底盘2前端,实现机器人的转向;机器人后端两侧对称设置两个驱动轮4,实现机器人的移动;两个驱动轮4通过联轴器18分别与两个驱动电机5连接,两个电机由两个驱动电机安装架19固定,两个驱动电机安装架19对称固定在底盘2两端。

[0014] 所述丝杠电机6包括电机本体21、丝杠20和变径内丝23,位于机器人底盘2后端中间部位,由两根双头螺柱22固定在底盘2上;丝杠电机6的电机本体21驱动丝杠20上下移动实现防覆冰滚涂装置7的自动抬升或下降以及滚筒8自动压紧。所述中心杆12整体由一根金属管弯曲成型,分为三段,包括前段、中段和末尾段;中心杆12前段与三通11连接,末尾段中心杆12大部分位于滚筒8内部,与圆柱形滚筒8同轴安装;防覆冰涂料通过三通11流入中心杆12内,位于滚筒8内部的中心杆12末尾段均匀分布多个圆孔,防覆冰涂料流至末尾段后,再通过圆孔流出,使滚筒8上涂料分布均匀。所述水泵9固定在机器人底盘2左后端,作为输送防覆冰涂料的动力源;水泵9连接软管,软管另一端连接三通11;防覆冰涂料从水泵9压出,经过中心杆12,最后被输送到滚筒8。

[0015] 所述底盘2高度与负压腔16高度相关。

[0016] 所述滚筒8位于机器人后端。

[0017] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果在于:

[0018] 本实用新型的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,利用径流式负压吸附装置稳定地吸附于停机状态的风力发电机叶片表面;机器人通过两个独立电机驱动位于机器人后端的两个驱动轮,实现机器人的移动和转弯,机器人前端设有一个万向轮,辅助机器人转弯,三个轮子共同实现机器人在风力发电机叶片表面沿不同方向自由攀爬;丝杠电机控制防覆冰滚涂装置自动抬升或下降,并且使滚筒自动压紧,防覆冰涂料装置水平高度可调并能够随叶片表面自适应调节水平高度地对风力发电机叶片表面开展涂刷防覆冰涂料的工作。

附图说明

[0019] 图1为本实用新型的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人的结构示意图；

[0020] 图2为本实用新型的防覆冰滚涂装置的结构示意图；

[0021] 图3为本实用新型的负压吸附装置的结构示意图；

[0022] 图4为本实用新型的自由移动装置的结构示意图；

[0023] 图5为本实用新型的丝杠电机的结构示意图。

[0024] 其中的附图标记为：

[0025] 1 万向脚轮

[0026] 2 底盘

[0027] 3 负压吸附装置

[0028] 4 驱动轮

[0029] 5 驱动电机

[0030] 6 丝杠电机

[0031] 7 防覆冰滚涂装置

[0032] 8 滚筒

[0033] 9 水泵

[0034] 10 支撑杆

[0035] 11 三通

[0036] 12 中心杆

[0037] 13 叶轮

[0038] 14 电机安装架

[0039] 15 负压装置电机

[0040] 16 负压腔

[0041] 17 叶轮罩

[0042] 18 联轴器

[0043] 19 驱动电机安装架

[0044] 20 丝杠

[0045] 21 电机本体

[0046] 22 双头螺柱

[0047] 23变径内丝

具体实施方式

[0048] 下面结合附图和实施例对本实用新型进行进一步说明。

[0049] 如图1所示,一种风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人,包括负压吸附装置3、自由移动装置与防覆冰滚涂装置7；

[0050] 所述叶轮13安装在叶轮罩17内,叶轮罩17固定在机器人底盘2上,叶轮罩17侧壁设置四个呈螺旋状分布的气流槽；电机安装架14固定在叶轮罩17中心,内部连接负压装置电机15,由负压装置电机15驱动叶轮13转动；负压腔16固定在机器人底盘2下,底盘2通过螺栓连接叶轮罩17与负压腔16,负压腔16、叶轮罩17与底盘2同轴固定；叶轮13高速旋转使气体

沿负压腔16进入叶轮13,再从叶轮13出口沿叶轮罩17侧面出口流出,在负压腔16内形成负压环境,实现机器人的稳定吸附;

[0051] 所述万向脚轮1位于机器人底盘2前端,实现机器人的转向;机器人后端两侧对称设置两个驱动轮4,实现机器人的移动;两个驱动轮4通过联轴器18分别与两个驱动电机5连接,两个电机由两个驱动电机安装架19固定,两个驱动电机安装架19对称固定在底盘2两端。

[0052] 如图2所示,所述负压吸附装置3位于机器人的中心位置,采用径流式负压吸附叶轮作为负压系统的负压发生装置,包括叶轮13、叶轮罩17、负压腔16、负压装置电机15、电机安装架14;

[0053] 如图3所示,所述防覆冰滚涂装置7通过丝杠电机6连接变径内丝23、支撑杆10、中心杆12、滚筒8实现防覆冰滚涂装置7的自动抬升或下降以及滚筒8自动压紧,通过软管连接三通11和水泵9,防覆冰涂料从水泵9压出,经过软管和中心杆12输送到滚筒8,中心杆12位于滚筒8内部段均匀分布圆孔,实现自动供料且涂料分布均匀;

[0054] 如图4所示,所述自由移动装置设有一个万向脚轮1和两个驱动轮4,由两个驱动电机5分别驱动两个驱动轮4;

[0055] 如图5所示,所述丝杠电机6包括电机本体21、丝杠20和变径内丝23,位于机器人底盘2后端中间部位,由两根双头螺柱22固定在底盘2上;丝杠电机6的电机本体21驱动丝杠20上下移动实现防覆冰滚涂装置7的自动抬升或下降以及滚筒8自动压紧。所述中心杆12整体由一根金属管弯曲成型,分为三段,包括前段、中段和末尾段;中心杆12前段与三通11连接,末尾段中心杆12大部分位于滚筒8内部,与圆柱形滚筒8同轴安装;防覆冰涂料通过三通11流入中心杆12内,位于滚筒8内部的中心杆12末尾段均匀分布多个圆孔,防覆冰涂料流至末尾段后,再通过圆孔流出,使滚筒8上涂料分布均匀。所述水泵9固定在机器人底盘2左后端,作为输送防覆冰涂料的动力源;水泵9连接软管,软管另一端连接三通11;防覆冰涂料从水泵9压出,经过中心杆12,最后被输送到滚筒8。

[0056] 所述底盘2高度与负压腔16高度相关。

[0057] 所述滚筒8位于机器人后端。

[0058] 本实用新型的工作过程如下:

[0059] 将本实用新型的风力发电机叶片防覆冰攀爬滚涂机器人布置于风力发电机叶片表面,开启工作模式。机器人通过负压装置电机15驱动叶轮13高速转动,使气体从负压腔16进入叶轮13入口,从叶轮13出口经叶轮罩17流出,从而在负压腔16内形成强大的负压环境,调整叶轮13的转速可以获得合适的负压吸附力,使机器人稳定吸附于风力发电机叶片表面,并能够自由移动。机器人设有三个轮子,其中有两个为驱动轮4,一个为万向脚轮1,两个独立驱动电机5分别驱动两个驱动轮4转动。机器人在风力发电机叶片表面可以沿任意方向自由攀爬,满足了机器人在风力发电机叶片上涂刷防覆冰涂料工作的转向与掉头等操作要求。

[0060] 涂刷防覆冰涂料时,电机本体21驱动丝杠20下降,丝杠20通过变径内丝23连接防覆冰滚涂装置7的支撑杆10,支撑杆10通过三通11连接中心杆12,中心杆12与滚筒8同轴固定,从而丝杠电机6控制防覆冰滚涂装置7自动下降,直至滚筒8紧压风力发电机叶片表面,使滚筒8随着机器人的行进而转动。同时,防覆冰涂料由水泵9出发,经过软管和中心杆12输

送到滚筒8,中心杆12位于滚筒8内部段均匀分布圆孔,防覆冰涂料从中心杆12的圆孔流出到达滚筒8内部,滚筒8的旋转使防覆冰涂料流动到滚筒8的边缘,由于滚筒8为柔性材料,能够自适应风力发电机叶片表面的形状,在进行涂刷防覆冰涂料工作时能够自动供料且涂料分布均匀。

[0061] 完成涂刷防覆冰涂料工作后,丝杠电机6控制防覆冰滚涂装置7自动上升,使防覆冰滚涂装置7的滚筒8与风力发电机叶片表面间隔一定距离,同时水泵9停止工作,避免防覆冰涂料的溢出。负压装置电机15控制叶轮13降低转速,减小负压吸附力,方便从风力发电机叶片表面卸下机器人。

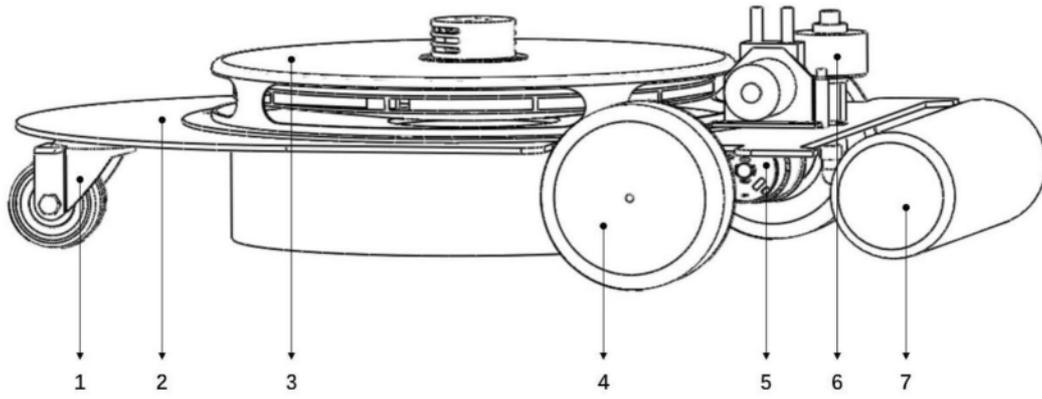


图1

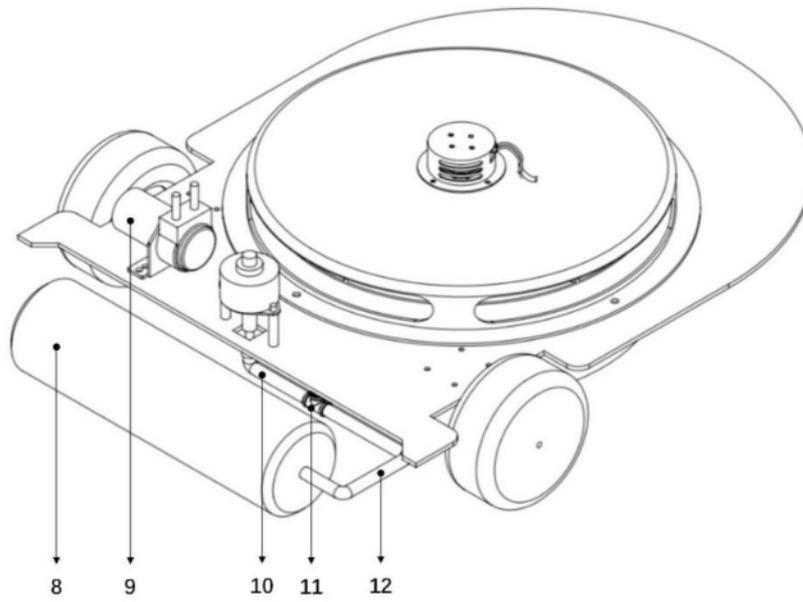


图2

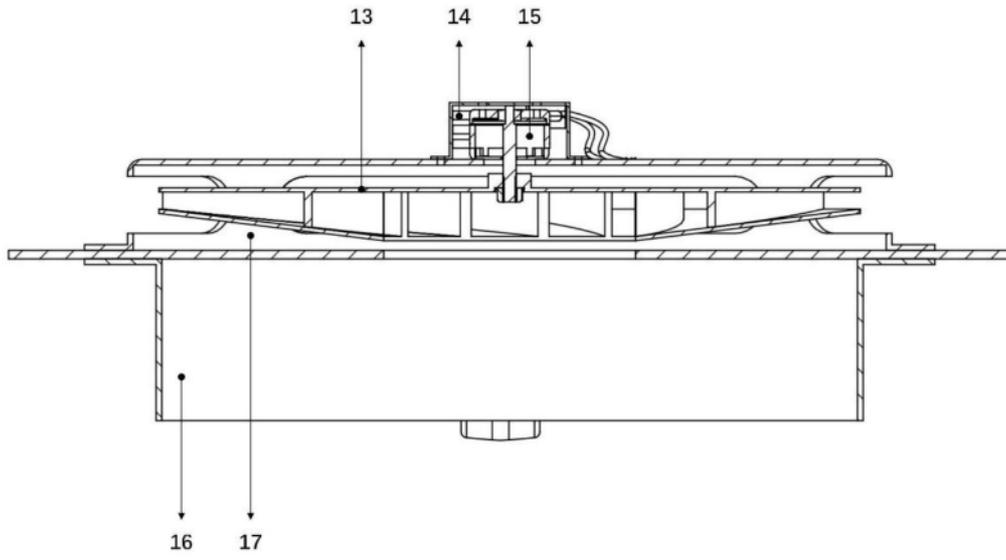


图3

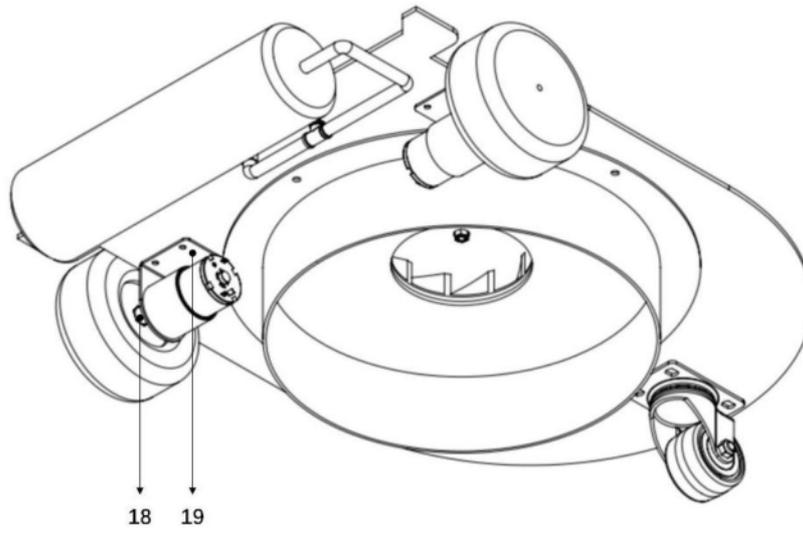


图4

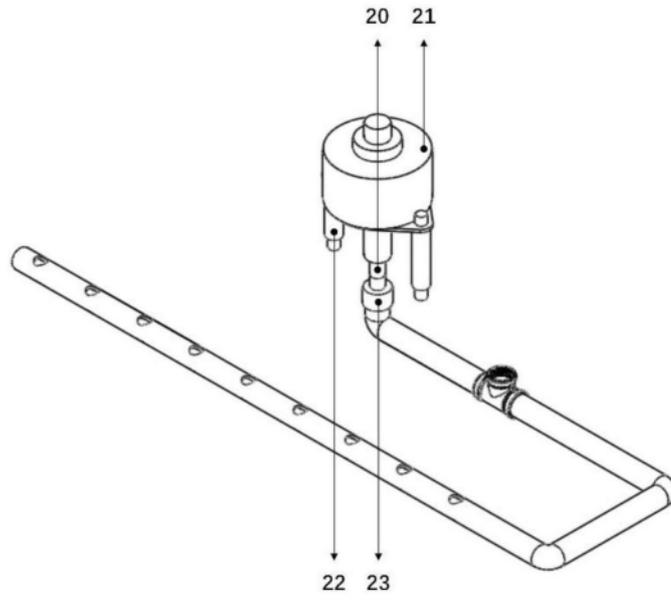


图5