



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111323077 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 13

(21) 申请号 202010119517.8

F16M 11/04 (2006.01)

(22) 申请日 2020.02.26

F16M 11/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F16M 11/36 (2006.01)

申请公布号 CN 111323077 A

G08C 17/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.06.23

H04W 4/02 (2018.01)

H04W 4/38 (2018.01)

(73) 专利权人 南京林业大学

审查员 金星池

地址 210037 江苏省南京市龙蟠路159号

(72) 发明人 张慧春 杨琨琪 边黎明 郑加强
周宏平

(74) 专利代理机构 深圳市洪荒之力专利代理有
限公司 44541

专利代理师 李向丹

(51) Int. Cl.

G01D 21/02 (2006.01)

G01D 11/30 (2006.01)

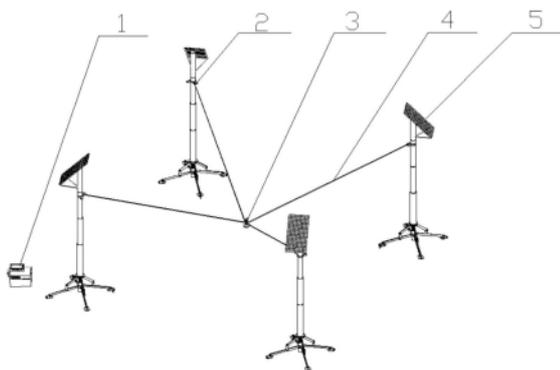
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种户外高通量植物表型信息采集方法

(57) 摘要

一种户外高通量植物表型信息采集方法中的采集平台能够满足不同地点的野外(田块、林间)、植物不同生长时期、不同高度的植物的表型信息采集,位于四周的四根便携式可调节支撑杆上设置收拉悬索的悬索收放装置,通过悬索拉动植物表型信息采集装置,控制该装置采集获取植物的表型信息。集成控制中心的控制指令通过无线通讯方式发送给植物表型采集装置,植物表型采集装置按照选定的模式(定点悬停采集、逐块扫描采集、逐行扫描采集)采集目标植物表型数据,采集到的植物表型数据通过无线通讯方式发送给集成控制中心进行存储,实现了实时采集大规模植物的群体数据并实现高通量的表型参数采集。



1. 一种户外高通量植物表型信息采集方法,其特征在于:包括,

植物表型信息采集装置,所述植物表型信息采集装置包括采集平台、Wi-Fi无线通讯模块、微处理器、高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪、GPS定位模块、风速传感装置,所述的高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪都与微处理器电连接,且都设置在采集平台的下方,朝向地面方向,用于采集植物表型信息;GPS定位模块、风速传感装置位于采集平台上;

集成控制中心,包括意法半导体32位系列微控制器芯片、交互触摸屏、能够与Wi-Fi无线通讯模块进行通讯的无线路由器、电池,所述的集成控制中心对户外高通量植物表型信息采集平台进行控制以及对采集到的表型数据进行存储;

可调节支撑杆,至少三个,支撑在地面上,每个可调节支撑杆上部设置一个悬索收放装置;悬索收放装置具有与无线路由器进行通讯的第二无线通讯模块,采集平台上部与各悬索收放装置之间以悬索相连,悬索收放装置在第二无线通讯模块收到的集成控制中心发出的指令的控制下动作,以调节悬索长度;

所述的一种户外高通量植物表型信息采集方法中还包括太阳能电池板,太阳能电池板位于所述可调节支撑杆的顶端,可调节支撑杆内部具有蓄电池,太阳能电池板的电能输出端与蓄电池相连;

所述的一种户外高通量植物表型信息采集方法还包括与可调节支撑杆数量相同的可折叠辐射式支架;所述可折叠辐射式支架由支撑盘、固定套、立杆、至少三个支架腿组成,每个支架腿是由一号连杆、二号连杆、三号连杆构成四连杆结构,一号连杆上端铰接在支撑盘上,一号连杆通过二号连杆与三号连杆中部铰接,三号连杆一端与固定套铰接,三号连杆一端支撑在地面上;立杆上下两端分别与支撑盘和固定套连接;每个可调节支撑杆下端与一个支撑盘上端相连;

立杆周向可转动但轴向不可移动地设置在固定套内,立杆上端与支撑盘以螺纹配合,转动立杆时,支撑盘沿立杆轴向上下移动;

采集平台上部周向设置有多多个滚轮,悬索收放装置为固定在可调节支撑杆上的步进电机,每根绕过滚轮的悬索一端卷绕在步进电机输出轴上,另一端固定在可调节支撑杆或步进电机壳体上;

可调节支撑杆包括两根在电动推杆的驱动下可以相对轴向移动的伸缩杆,控制电动推杆的控制器和与无线路由器进行通讯的第三无线通讯模块相连;

包括以下步骤:

步骤一、把调节支撑杆支撑在地面上,将悬索收放装置固定在可调节支撑杆上,把悬索分别与悬索收放装置和植物表型信息采集装置相连;

步骤二、通过集成控制中心上的交互触摸屏输入指令给意法半导体32位系列微控制器芯片,意法半导体32位系列微控制器芯片将指令处理以后通过无线路由器、第三无线通讯模块发送给电动推杆,通过电动推杆动作对可调节支撑杆的高度进行调节;

步骤三、通过GPS定位模块与WI-FI无线通讯模块定位位置,即户外XYZ的坐标位置;微处理器将位置信息通过WI-FI无线通讯模块发送到集成控制中心,集成控制中心接受到户外高通量植物表型信息采集平台的位置信息后,再根据目标区域的位置坐标通过无线路由器、第二无线通讯模块发送指令给悬索收放装置;

步骤四、悬索收放装置动作,调节悬索的收放长度,从而控制植物表型信息采集装置到达指定位置;通过可调节支撑杆上的作为悬索收放装置的步进电机来控制悬索的收放长度的具体过程为,通过集成控制中心将指令发送给步进电机,步进电机根据植物表型信息采集装置需要到达的坐标位置控制悬索的伸缩长度,步进电机的速度通过PID控制算法控制,以确保运行的稳定性;

步骤五、根据采集方式,然后使用植物表型信息采集装置上的高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪同时对户外植物进行表型信息采集;

采集方式包括定点悬停采集、逐块扫描采集和逐行扫描采集,具体过程为,

定点悬停采集:适用于单株植物的表型信息采集,植物表型信息采集装置按照集成控制中心的位置控制指令到达指定位置并悬停在该指定位置,当植物表型信息采集装置稳定以后对目标地区的植物进行表型信息采集;可见光相机采集图像用于获取尺寸、株型、几何结构、绿度信息,高光谱相机采集图像用于获取植物水分状况及健康指数信息,热成像仪采集图像用于获取冠层或叶片温度信息,激光雷达采集植物的三维点云从而获取植物的郁闭度、叶面积指数、生物量信息;

逐块扫描采集、逐行扫描采集:适用于大范围植物的快速表型数据采集,植物表型信息采集装置按一定的移动速度在给定区域按逐行扫描模式匀速移动,可见光相机连续采集植物表型图像,通过尺度不变特征变换算法识别植物并提取表型信息;

步骤六、采集到的植物表型信息数据通过WI-FI无线通讯模块发送给集成控制中心,集成控制中心对接受到的植物表型信息进行分析并储存。

一种户外高通量植物表型信息采集方法

技术领域

[0001] 本发明涉及植物表型信息采集技术领域,更具体地说,涉及对于户外高通量植物表型信息采集方法。

背景技术

[0002] 植物表型是指受基因和环境决定或影响的、能够反映植物细胞、组织、器官、植株和群体结构及功能特征的物理、生理和生化性状,包括生长、发育、耐性、抗性、生理、结构、产量等。植物表型具有复杂性、受环境影响多变及全程动态变化等特性,所包含的信息量和复杂程度已远远超出人们的预估。传统的表型信息依靠手工测量方式进行,具有样本量小,效率低,误差大,适应性差、连续性弱、破坏性强等缺点,已成为制约植物生物学研究包括遗传、生理的重要因素。高通量、自动化、高分辨率的植物表型信息采集平台对于加快植物改良和育种、提高产量和抗病虫害能力至关重要。

[0003] 针对复杂的植物表型特征,要求我们集成自动化平台装备和信息化技术手段,系统、高效地获取植物表型信息,通过环境传感、无损成像、光谱分析、机器视觉和激光雷达等手段协同采集植物的表型数据。植物表型平台信息采集装备集成多个传感器,用于解析基因组信息,定量研究与生长、产量和适应生物或非生物胁迫相关的复杂性状,是采集植物高维、丰富表型数据集的重要途径,满足了填补基因组信息与植物表型可塑性之间空白的需要。

[0004] 植物生长的真实环境是户外自然条件,户外种植的植物包括了农作物和林木,目前针对户外的高通量植物表型信息采集方法包括使用无人机和轨道搭载激光雷达或者高光谱相机来采集户外植物表型。使用无人机采集植物表型比较简单便捷,但是无人机的续航时间、载荷重量都大大限制了它的使用。而且,在多风、大风的条件下操作会导致很多问题发生,同时,无人机在运行过程中由于风扇转速高,在无人机下面的空气湍流会强烈影响冠层结构,对植物形态产生破坏。户外轨道式采集平台虽然运行平稳、获取信息快,但是占地面积大、灵活性低,而且轨道的安装会破坏土壤,影响植物正常生长,易受雨水等气象条件影响,维护成本高。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中的户外植物表型信息采集设备结构复杂、针对户外不同地点植物表型信息采集设备的缺失以及可能在采集过程中对植物形态产生影响的问题,提供了一种户外高通量植物表型信息采集平台。

[0006] 它通过使用悬索结构搭载植物表型信息采集装置来实现对户外高通量植物的表型信息获取,通过悬索结构将可调节支撑杆上的悬索收放装置(如步进电机)与植物表型采集装置连接,可调节支撑杆高度通过伺服电动推杆的推动等方式进行调节,并通过法兰盘与可拆卸辐射式支架连接,实现在不同地点野外(田块、林间)的快速安装与拆卸,满足不同农林业场景下的植物表型采集需求。在户外建立虚拟的XYZ三维空间坐标,通过GPS与WI-FI

无线通讯模块确定采集平台所在位置的坐标。采集平台上搭载高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪,能够快速准确稳定的采集到植物的表型信息。本专利使用悬索结构减少占地面积,可调的拆卸结构方便了安装使用,降低了户外高通量植物表型信息采集平台对于植物生长的影响,融合多个采集设备实现植物生长全周期自动化、高通量地获取的植物表型信息。本专利采用了定点悬停采集、逐块扫描采集、逐行扫描采集,实现了对单株植物表型信息的定点采集和对大批量植株的表型信息采集。

[0007] 为达到上述目的,本发明提供的技术方案为:

[0008] 一种户外高通量植物表型信息采集平台,包括,

[0009] 植物表型信息采集装置,所述植物表型信息采集装置包括采集平台、Wi-Fi无线通讯模块、微处理器、高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪,所述的高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪都与微处理器电连接,且都设置在采集平台的下方,朝向地面方向,用于采集植物表型信息;微处理器与Wi-Fi无线通讯模块电连接;

[0010] 集成控制中心,包括意法半导体32位系列微控制器芯片、交互触摸屏、能够与Wi-Fi无线通讯模块进行通讯的无线路由器、电池,所述的集成控制中心对户外高通量植物表型信息采集平台进行控制以及对采集到的表型数据进行存储;

[0011] 可调节支撑杆,至少三个,支撑在地面上,每个可调节支撑杆上部设置一个悬索收放装置;悬索收放装置具有与无线路由器进行通讯的第二无线通讯模块,采集平台上部与各悬索收放装置之间以悬索相连,悬索收放装置在第二无线通讯模块收到的集成控制中心发出的指令的控制下动作,以调节悬索长度。

[0012] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,还包括太阳能电池板,太阳能电池板位于所述可调节支撑杆的顶端,可调节支撑杆内部具有蓄电池,太阳能电池板的电能输出端与蓄电池相连。

[0013] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,它还包括与可调节支撑杆数量相同的可折叠辐射式支架;所述可折叠辐射式支架由支撑盘、固定套、立杆、至少三个支架腿组成,每个支架腿是由一号连杆、二号连杆、三号连杆构成四连杆结构,一号连杆上端铰接在支撑盘上,一号连杆通过二号连杆与三号连杆中部铰接,三号连杆一端与固定套铰接,三号连杆一端支撑在地面上;立杆上下两端分别与支撑盘和固定套连接;每个可调节支撑杆下端与一个支撑盘上端相连。

[0014] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,立杆周向可转动但轴向不可移动地设置在固定套内,立杆上端与支撑盘以螺纹配合,转动立杆时,支撑盘沿立杆轴向上下移动。

[0015] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,与地面接触的脚盘与三号连杆铰接,固定在脚盘上的脚钉伸入土壤中。

[0016] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,采集平台上部周向设置有多个滚轮,悬索收放装置为固定在可调节支撑杆上的步进电机,每根绕过滚轮的悬索一端卷绕在步进电机输出轴上,另一端固定在可调节支撑杆或步进电机壳体上。

[0017] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,可调节支撑杆包括两根在电动推杆的驱动下可以相对轴向移动的伸缩杆,控制电动推杆的控制器和与无线路由器进行通讯的第三无线通讯模块相连。

[0018] 上述的户外高通量植物表型信息采集平台,所述的植物表型信息采集装置上还设

置有GPS定位模块、风速传感装置、微处理器。

[0019] 本发明同时提供了一种能够降低对于植物生长的影响,可快速准确稳定的采集到植物的表型信息的植物表型信息采集方法。

[0020] 该植物表型信息采集方法,使用户外高通量植物表型信息采集平台,包括以下步骤:

[0021] 步骤一、把调节支撑杆支撑在地面上,将悬索收放装置固定在可调节支撑杆时,把悬索分别与悬索收放装置和植物表型信息采集装置相连;

[0022] 步骤二、通过集成控制中心上的交互触摸屏输入指令给意法半导体32位系列微控制器芯片,意法半导体32位系列微控制器芯片将指令处理以后通过无线路由器、第三无线通讯模块发送给电动推杆,通过电动推杆动作对可调节支撑杆的高度进行调节;

[0023] 步骤三、通过GPS定位模块与WI-FI无线通讯模块定位位置,即户外XYZ的坐标位置;微处理器将位置信息通过WI-FI无线通讯模块发送到集成控制中心,集成控制中心接受到户外高通量植物表型信息采集平台的位置信息后,再根据目标区域的位置坐标通过无线路由器、第二无线通讯模块发送指令给悬索收放装置;

[0024] 步骤四、悬索收放装置动作,调节悬索的收放长度,从而控制植物表型信息采集装置到达指定位置;

[0025] 步骤五、根据采集方式,然后使用植物表型信息采集装置上的高光谱相机、激光雷达、可见光相机、热成像仪同时对户外植物进行表型信息采集;

[0026] 步骤六、采集到的植物表型信息数据通过WI-FI无线通讯模块发送给集成控制中心,集成控制中心对接受到的植物表型信息进行分析并储存。

[0027] 上述的植物表型信息采集方法,所述步骤四中,通过可调节支撑杆上的作为悬索收放装置的步进电机来控制悬索的收放长度的具体过程为,

[0028] 通过集成控制中心将指令发送给步进电机,步进电机根据植物表型信息采集装置需要到达的坐标位置控制悬索的伸缩长度,步进电机的速度通过PID控制算法控制,以确保运行的稳定性。

[0029] 上述的植物表型信息采集方法,所述步骤五中,采集方式为定点悬停采集或者逐块扫描采集、逐行扫描采集,具体过程为,

[0030] 定点悬停采集:适用于单株植物的表型信息采集,植物表型信息采集装置按照集成控制中心的位置控制指令到达指定位置并悬停在该指定位置,当植物表型信息采集装置稳定以后对目标地区的植物进行表型信息采集;可见光相机采集图像用于获取尺寸、株型、几何结构、绿度信息,高光谱相机采集图像用于获取植物水分状况及健康指数信息,热成像仪采集图像用于获取冠层或叶片温度信息,激光雷达采集植物的三维点云从而获取植物的郁闭度、叶面积指数、生物量信息;

[0031] 逐块扫描采集、逐行扫描采集:适用于大范围植物的快速表型数据采集,植物表型信息采集装置按一定的移动速度在给定区域按逐块扫描模式、逐行扫描模式匀速移动,可见光相机连续采集植物表型图像,通过尺度不变特征变换算法识别植物并提取表型信息。

[0032] 本发明的有益效果:

[0033] 采用本发明提供的技术方案,与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0034] (1)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,植物表型信息采集装置包括了

可见光相机、高光谱相机、热成像仪以及激光雷达,将目前用于采集植物表型信息的传感器设备集成在一个平台,进行多源数据获取,实现高效率、高精度、低误差的自动表型信息采集。

[0035] (2)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,使用了悬索结构,占用空间小、成本低、维护方便。通过步进电机的控制,悬索结构可以使得植物表型信息采集装置快速、稳定的到达指定位置。采用悬索结构使得采集效率更高,同时也避免了因为相机抖动而使得图像模糊的情况发生。

[0036] (3)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,步进电机采用PID控制算法对速度进行控制,其算法简单、鲁棒性好和可靠性高,使得所述户外高通量植物表型信息采集平台运行更加稳定。

[0037] (4)本发明的可调节支撑杆装置,在4个可调节支撑杆上分别安装了4个太阳能电池板,每块太阳能电池板的朝向随着太阳角度变化而调节,以确保吸收最大的能量来供给所述装置使用,从而取消了单独给可调节支撑杆上的伺服电机、伺服电动推杆供电的装置。

[0038] (5)本发明的可调节支撑杆与可折叠辐射式支架装置,实现在不同地点野外(田块、林间)的快速安装与拆卸,满足不同农林业场景下的植物表型采集需求。

[0039] (6)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,采用了可折叠辐射式支架,既保证了可调节支撑杆的稳定性,又方便了平台的搭建与拆卸。

[0040] (7)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,设计定点采集、逐块扫描采集、逐行扫描采集方式,满足了对单株植物的定向表型信息采集,同时也适用于对大范围的快速表型数据采集。

[0041] (8)本发明的户外高通量植物表型信息采集平台,通过使用悬索结构与植物表型信息采集装置相结合,可以实现对农林业植物的各生长时期进行自动化、精确、高通量的多源数据获取,满足了快速和高通量的科研需求。

附图说明

[0042] 图1为户外高通量植物表型信息采集平台示意图;

[0043] 图2为可调节支撑杆等的示意图;

[0044] 图3为步进电机与钢丝悬索连接示意图;

[0045] 图4为集成控制中心结构示意图;

[0046] 图5为可折叠辐射式支架结构示意图;

[0047] 图6为植物表型信息采集装置结构示意图;

[0048] 图7为可调节支撑杆局部示意图。

[0049] 图中:1、集成控制中心;2、可调节支撑杆;3、植物表型信息采集装置;4、钢丝悬索;5、太阳能电池板;6、三号伸缩杆;7、支撑杆卡套;8、伺服电动推杆;9、二号伸缩杆;10、一号伸缩杆;11、锂电池;12、法兰盘;13、可折叠辐射式支架;14、步进电机;15、钢丝悬索一端;16、2.4G信号天线;17、5G信号天线;18、交互触摸屏;19、意法半导体32位系列微控制器芯片;20、无线路由器;21、锂电池;22、支架腿;221、一号连杆;222、二号连杆;223、三号连杆;224、固定套;225、立杆;226支撑盘;23、螺纹杆;24、脚盘;25、脚钉;26、风速传感器;27、GPS定位模块;28、WI-FI无线通讯模块;29、滚轮;30、激光雷达;31、热成像仪;32、可见光相机;33、高

光谱相机;34微处理器。

具体实施方式

[0050] 为进一步了解本发明的内容,结合附图和实施例对本发明作详细描述。

[0051] 本说明书附图所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”等用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0052] 本说明书的具体实施方式中提供的各实施例之间必要时可以相互组合,单个实施例中出现多种实施方式时,各实施方式必要时也可以相互组合。若无其它说明,经过组合后的实施例或实施方式在不产生意想不到的效果时,仍在本发明的保护范围内,因而本说明书的具体实施方式中不再赘述。

[0053] 目前针对户外植物的高通量植物的表型方法包括使用无人机和轨道搭载激光雷达30或者高光谱相机来采集植物表型。使用无人机采集植物表型比较简单便捷,但是无人机的续航时间、载荷重量都大大限制了它的使用。而且,在多风、大风的条件下操作会导致很多问题发生,同时,无人机在运行过程中由于风扇转速高,在无人机下面的空气湍流会强烈影响冠层结构,对植物形态产生破坏。田间轨道采集平台虽然运行平稳、获取信息快,但是占地面积大、灵活性低,而且轨道的安装破坏土壤,影响植物正常生长,易受雨水等气象条件影响,维护成本高,不适合植株高大的林业表型信息采集。

[0054] 为克服上述问题,结合图1,本实施方式的户外高通量植物表型信息采集平台,包括集成控制中心1、可调节支撑杆2、植物表型信息采集装置3、钢丝悬索4、太阳能电池板5。

[0055] 植物表型信息采集装置3包括采集平台、风速传感器26、GPS定位模块27、WI-FI无线通讯模块28、四个钢丝滚轮29、激光雷达30、热成像仪31、可见光相机32、高光谱相机33、微处理器4,所述的植物表型信息采集设备激光雷达30、热成像仪31、可见光相机32、高光谱相机33都设置在采集平台的下方,朝向地面方向,用于采集植物表型信息采集。风速传感器26在采集平台的上端中心,采集平台的上端侧部有GPS定位模块27和WI-FI无线通讯模块28。四个钢丝滚轮29在周向均布在采集平台的中部。

[0056] 可折叠辐射式支架13,所述可折叠辐射式支架13由四个支架腿22等组成,每个支架腿22分别构成四个四连杆结构,支撑盘226距离地面的高度可通过转动立杆225 调节,脚盘24与地面接触,脚钉25埋入土壤中,以保证可折叠辐射式支架13的稳定性。

[0057] 集成控制中心1,包括意法半导体32位系列微控制器芯片19、交互触摸屏18、无线路由器20、锂电池21,交互触摸屏18、无线路由器20均与意法半导体32位系列微控制器芯片19电连接,锂电池21为意法半导体32位系列微控制器芯片19、交互触摸屏18、无线路由器20等供电。所述的集成控制中心1对户外高通量植物表型信息采集平台进行控制以及对采集到的表型数据进行存储。

[0058] 可调节支撑杆,三号伸缩杆6、二号伸缩杆9、一号伸缩杆10、两个伺服电动推杆8。

三号伸缩杆6位于二号伸缩杆9上部,两者可以沿轴向相对移动;二号伸缩杆9位于一号伸缩杆10上部,两者可以沿轴向相对移动。通过意法半导体32位系列微控制器芯片19控制伺服电动推杆8推动二号伸缩杆9、三号伸缩杆6对可调节支撑杆2的高度进行调节。具体地说,推动二号伸缩杆9的伺服电动推杆8顶端与二号伸缩杆9内部连接,尾部固定在一号伸缩杆10内,推动三号伸缩杆6的伺服电动推杆8顶端与三号伸缩杆6内部连接,尾部固定在二号伸缩杆9内。电动推杆的控制器和与无线路由器进行通讯的第三无线通讯模块相连。所述伺服电动推杆速度可调,推动的高度在集成控制中心上的交互触摸屏显示。

[0059] 支撑杆卡套7上安装步进电机14,步进电机14输出轴上固定带轮,绕过滚轮29的钢丝悬索一端15固定在支撑杆卡套7上,另一端卷绕在带轮上。步进电机14的控制器和与无线路由器进行通讯的第二无线通讯模块相连。集成控制中心1以无形方式发送指令控制步进电机14动作,通过带轮收放钢丝悬索4以控制钢丝悬索拉伸的长度,从而带动植物表型信息采集装置3移动。

[0060] 三号伸缩杆6的外周固定有支撑杆卡套7。太阳能电池板5设置在三号伸缩杆6的顶端。一号伸缩杆杆内底部装有锂电池11,用于储存太阳能电池板5吸收的能量,并给两个伺服电动推杆8及四个步进电机14供电。一号伸缩杆10下端固定法兰盘12,每个法兰盘12与一个可折叠辐射式支架13中的支撑盘226通过螺旋形成可拆卸连接。

[0061] 所述可折叠辐射式支架13由支撑盘226、固定套224、立杆225、螺纹杆23、四个支架腿等组成,每个支架腿是由一号连杆221、二号连杆222、三号连杆223等构成的四连杆结构,一号连杆221上端铰接在支撑盘226周边上,一号连杆221下端与二号连杆222铰接,二号连杆222另一端与三号连杆223中部铰接,三号连杆223一端铰接在固定套224周边,三号连杆223另一端与支撑在地面上的脚盘24铰接;固定在脚盘下部的脚钉25伸入土壤中,以保证可折叠辐射式支架的稳定性。立杆225周向可转动但轴向不可移动地设置在固定套224内,立杆225上端与支撑盘226以螺纹配合(可以是立杆225上端固定连接有螺纹杆23,螺纹杆23与支撑盘226上的内螺纹配合,也可以是支撑盘226下端固定连接有螺纹杆23,螺纹杆23与立杆225上端设置的内螺纹配合),转动立杆时,支撑盘沿立杆轴向上下移动。可折叠辐射式支架不但方便折叠,也可以快速调节高度。

[0062] 户外高通量植物表型信息采集平台对植物的表型信息进行采集的方法,包括以下步骤:

[0063] 步骤一、将可折叠辐射式支架13固定在地面上,脚盘24与地面接触,并将可折叠辐射式支架13的脚钉25埋入土壤中,可调节支撑杆2通过法兰盘12与可折叠辐射式支架13进行连接。

[0064] 步骤二、通过集成控制中心1上的交互触摸屏18输入指令给意法半导体32位系列微控制器芯片19,意法半导体32位系列微控制器芯片19将指令处理以后通过无线路由器、第三无线通讯模块发送给伺服电动推杆8的控制器,通过两个伺服电动推杆8的推动对可调节支撑杆2的高度进行调节。

[0065] 步骤三、通过GPS定位模块27与WI-FI无线通讯模块28定位位置,即户外XYZ的坐标位置。微处理器34将位置信息通过WI-FI无线通讯模块28发送到集成控制中心1,集成控制中心1接受到户外高通量植物表型信息采集平台的位置信息后,再根据目标区域的位置坐标通过无线路由器、第三无线通讯模块发送指令给步进电机14。

[0066] 步骤四、通过步进电机14动作,来控制悬索的拉伸长度,从而控制植物表型信息采集装置3到达指定位置。

[0067] 步骤五、选择采集方式,包括定点悬停采集、逐块扫描采集、逐行扫描采集。然后使用植物表型信息采集装置3上的高光谱相机33、激光雷达30、可见光相机32、热成像仪31同时对户外植物进行表型信息采集。

[0068] 步骤六、户外高通量采集平台上的植物表型信息采集装置3(包括高光谱相机33、激光雷达30、可见光相机32、热成像仪31)将采集到的植物表型信息数据通过WI-FI无线通讯模块28发送给集成控制中心1,集成控制中心1对接受到的植物表型信息进行分析并储存,显示在集成控制中心1上的交互触摸屏18。

[0069] 进一步地,所述步骤一中,调节可折叠辐射式支架13高度的具体过程为,

[0070] 将可折叠辐射式支架13上的立杆225以顺时针或者逆时针方向旋转,此时支撑盘226的高度随着立杆225的转动而升高或者降低。

[0071] 进一步地,所述步骤二中,通过可调节支撑杆2上的伺服电动推杆8来控制可调节支撑杆2高度的具体过程为,

[0072] 通过意法半导体32位系列微控制器芯片19控制伺服电动推杆8推动二号伸缩杆9、三号伸缩杆6,所述发明中推动二号伸缩杆9的伺服电动推杆8顶端与二号伸缩杆9内部连接,尾部固定在一号伸缩杆10内,推动三号伸缩杆6的伺服电动推杆8顶端与三号伸缩杆6内部连接,尾部固定在二号伸缩杆9内。所述伺服电动推杆速度可调,推动的高度在集成控制中心上的交互触摸屏显示。

[0073] 进一步地,所述步骤四中,通过可调节支撑杆2上的步进电机14来控制悬索的拉伸长度的具体步骤为,

[0074] 通过集成控制中心1将指令发送给四台步进电机14,钢丝悬索4的两端,其一端固定在支撑杆卡套7上,另一端缠绕在步进电机14的带轮上,步进电机14根据植物表型信息采集装置3需要到达的坐标位置控制钢丝悬索4的伸缩长度,步进电机14的速度通过PID控制算法控制,以确保运行的稳定性。

[0075] 进一步地,所述步骤五中,两种采集方式的具体步骤为,

[0076] 定点悬停采集:所述定点采集方式适用于单株植物的表型信息采集,植物表型信息采集装置3按照集成控制中心1的位置控制指令到达指定位置并悬停在该指定位置,当植物表型信息采集装置3稳定以后对目标地区的植物进行表型信息采集。可见光相机32采集图像用于获取尺寸、株型、几何结构、绿度等信息,高光谱相机33采集图像用于获取植物水分状况及健康指数信息,热成像仪31采集图像用于获取冠层或叶片温度信息,激光雷达30采集植物的三维点云从而获取植物的郁闭度、叶面积指数、生物量等信息。

[0077] 逐块扫描采集、逐行扫描采集:所述逐块扫描采集、逐行扫描采集方式适用于大范围植物的快速表型数据采集,植物表型信息采集装置3按一定的移动速度在给定区域按逐块扫描模式、逐行扫描模式匀速移动(在某一块区域上方植物表型信息采集装置3匀速移动,对该块区域逐行扫描结束后,再对另一块区域进行逐行扫描,直到完成整个区域的扫描),可见光相机32连续采集植物表型图像,通过尺度不变特征变换(Scale-invariant feature transform,SIFT)算法识别植物并提取表型信息。

[0078] 可见光相机32、高光谱相机33、激光雷达30、热成像仪31均按设定的采样时间自动

采集植物表型信息。

[0079] 该户外高通量植物表型信息采集平台方便移动,高度易调,能够满足不同地点的野外(田块、林间)、植物不同生长时期、不同高度的植物的表型信息采集,位于四周的四根便携式可调节支撑杆上设置收拉悬索的悬索收放装置,通过悬索拉动植物表型信息采集装置控制该装置采集获取植物的表型信息。集成控制中心的控制指令通过无线通讯方式发送给植物表型采集装置,植物表型采集装置按照选定的模式(定点悬停采集、逐块扫描采集、逐行扫描采集)采集目标植物表型数据,采集到的植物表型数据通过无线通讯方式发送给集成控制中心进行存储,实现了实时采集大规模植物的群体数据并实现高通量的表型参数采集。本发明的户外高通量植物表型信息采集平台采用了悬索结构取代了传统植物表型信息采集平台不易移动、占地面积大、破坏植物生长的结构形式,安装与拆卸更加方便。本发明的户外高通量植物表型信息采集平台采用了可折叠辐射式支架,支撑起可调节支撑杆,加大了占地面积,降低了可调节支撑杆的重心,使得整个平台更加稳定。

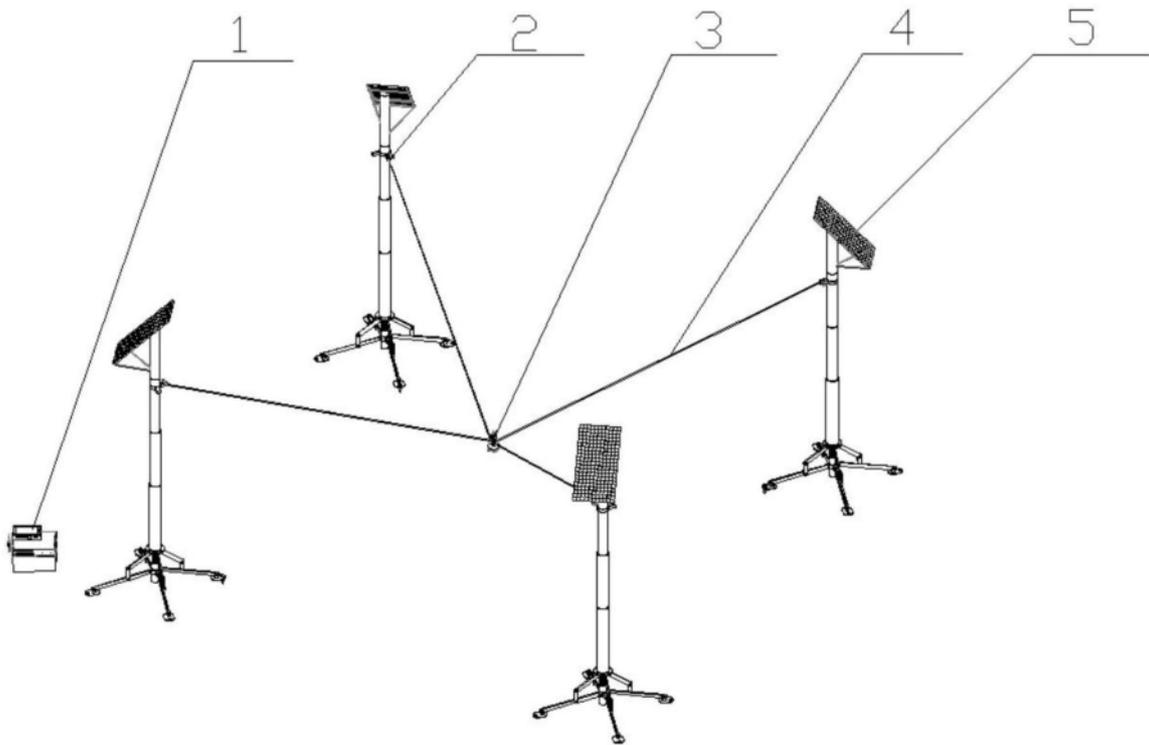


图1

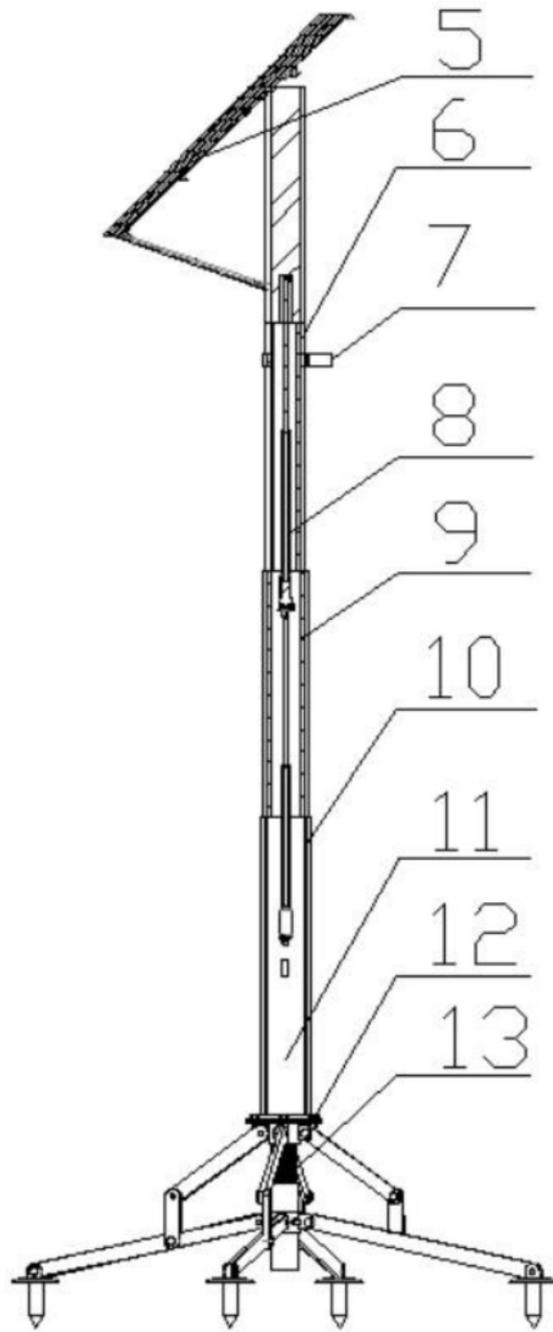


图2

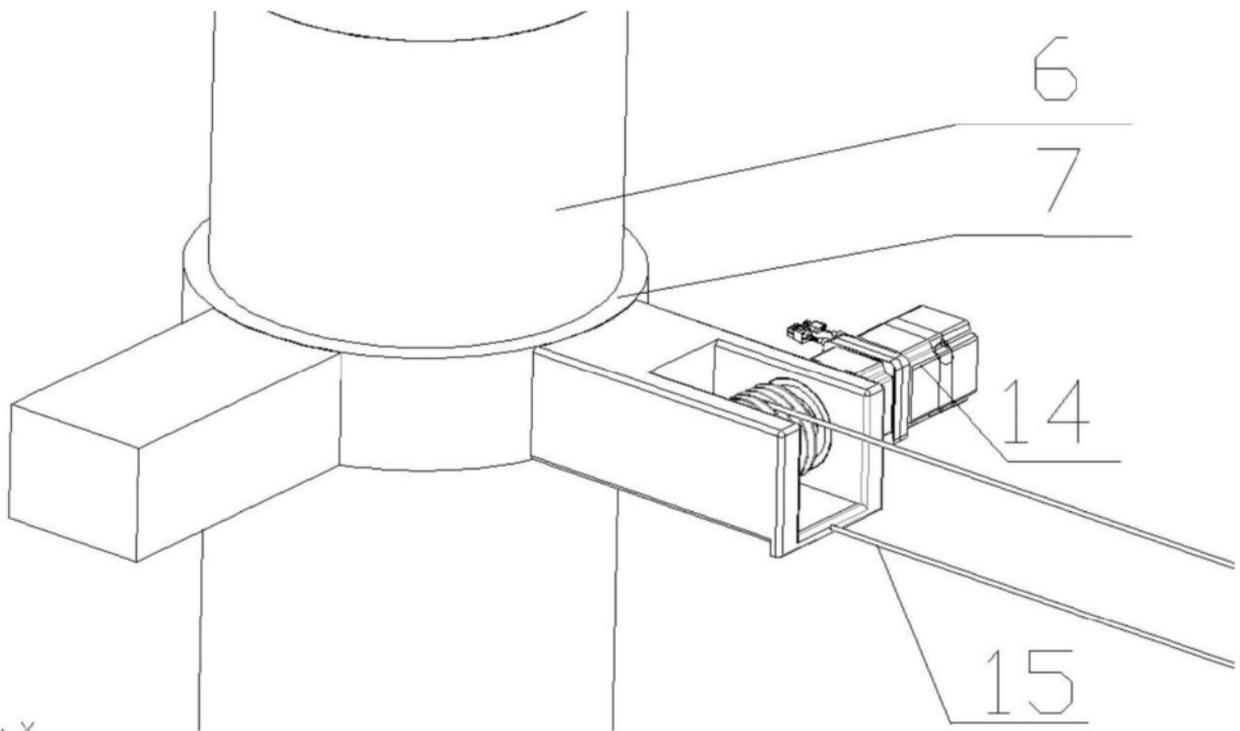


图3

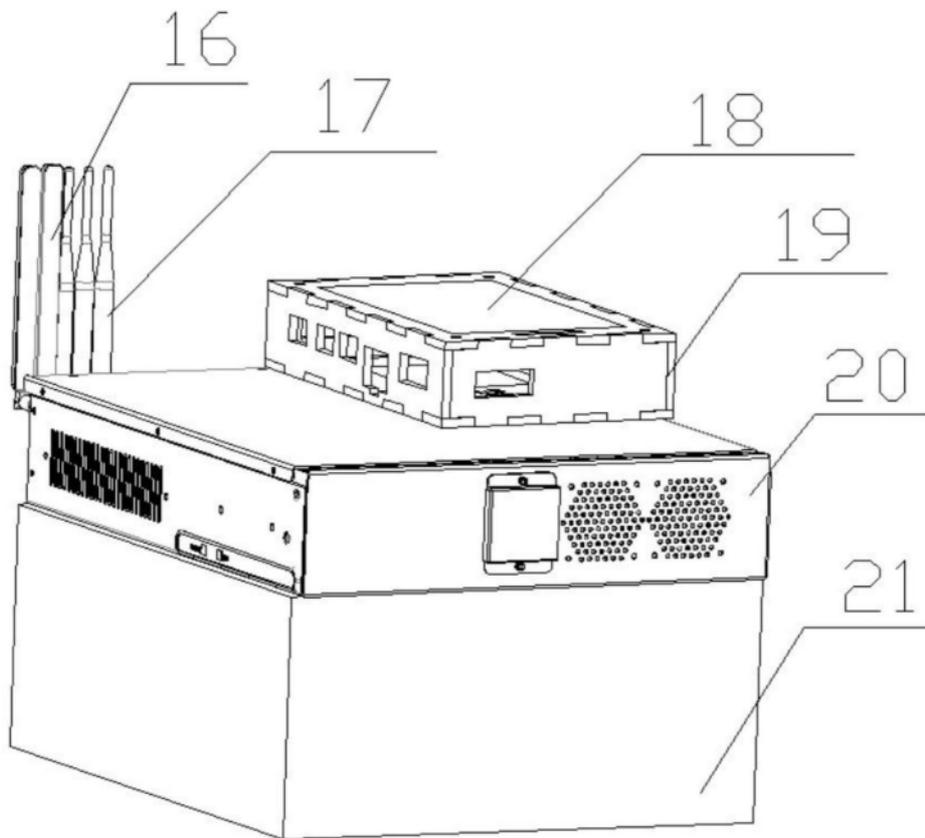


图4

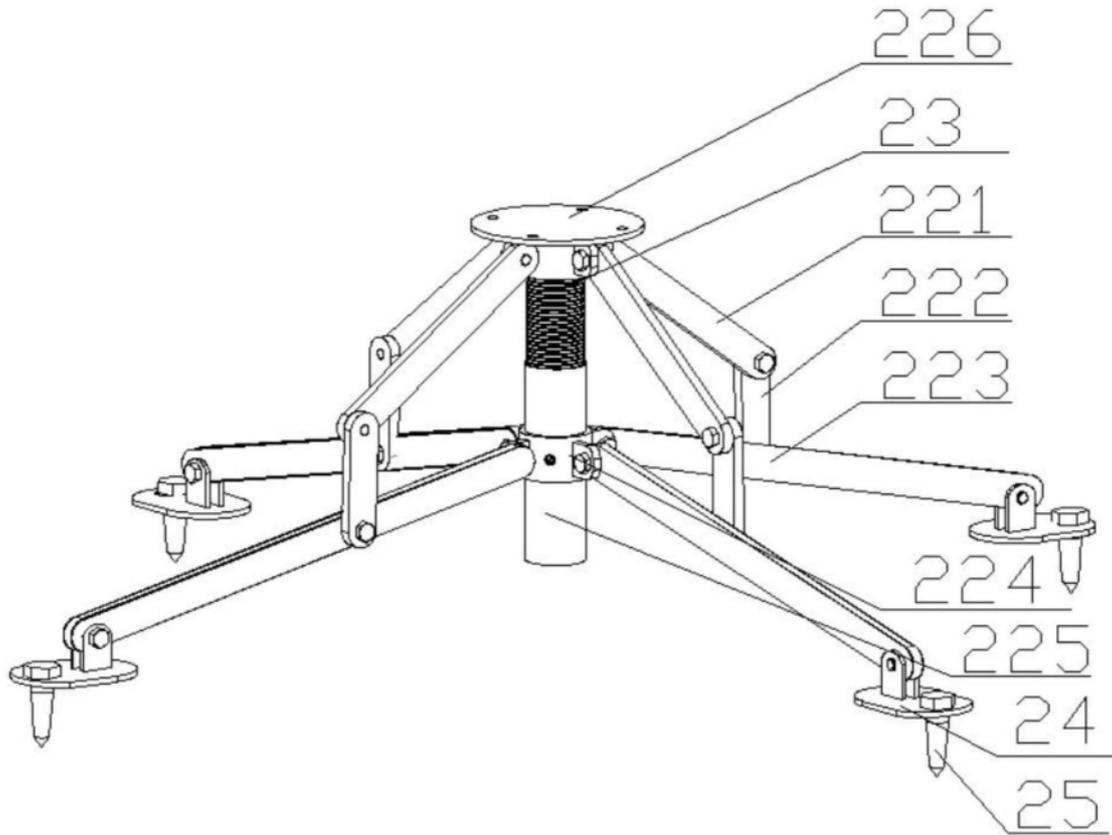


图5

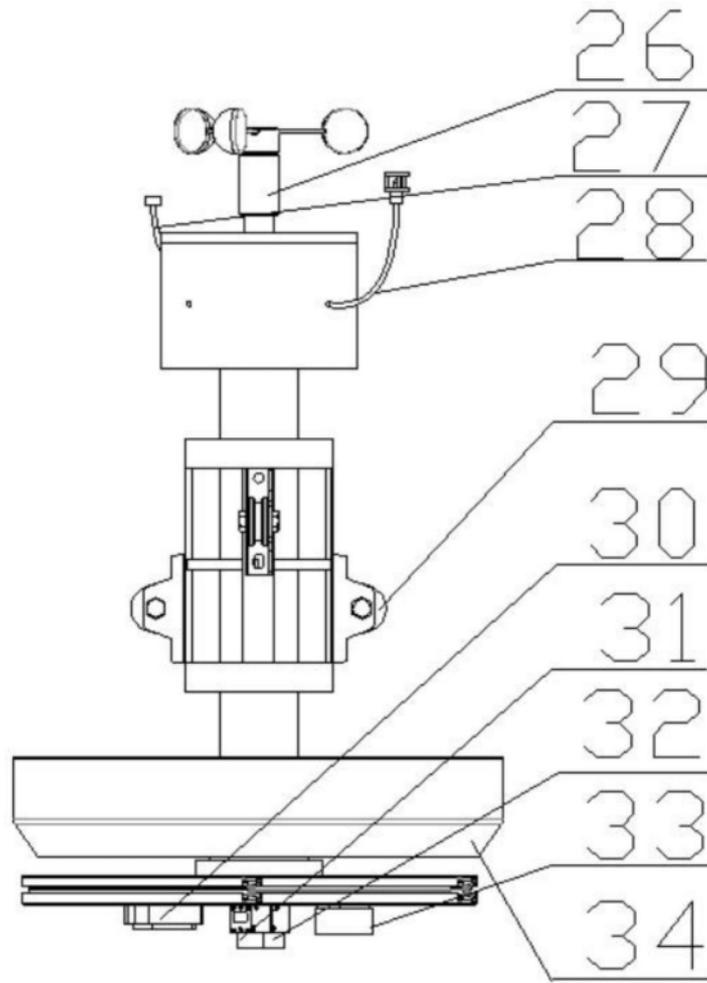


图6

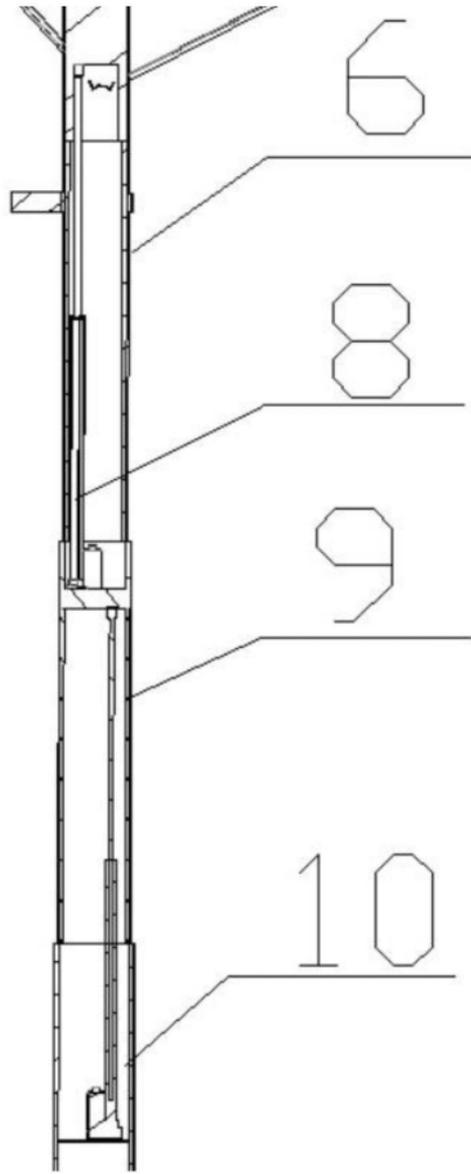


图7