



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102768186 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201210214137. 8

(22) 申请日 2012. 06. 27

(71) 申请人 南京农业大学

地址 210095 江苏省南京市玄武区卫岗 1 号

(72) 发明人 曹卫星 倪军 朱艳 田永超

姚霞 徐志刚

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 许方

(51) Int. Cl.

G01N 21/27(2006. 01)

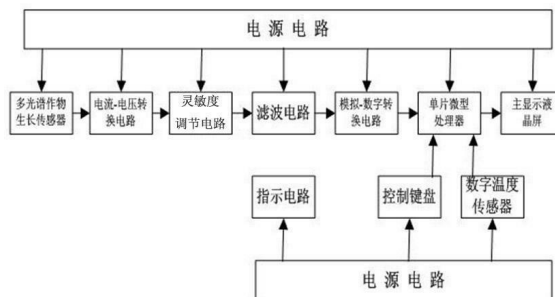
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种田间作物生长信息无损快速检测装置及检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种田间作物生长信息无损快速检测装置,该检测装置包括多光谱作物生长传感器、电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器、控制键盘、数字温度传感器、液晶屏、电源电路、指示电路;其中:所述多光谱作物生长传感器依次串接电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器;所述控制键盘、数字温度传感器分别连接单片微型处理器;所述单片微型处理器与液晶屏连接;所述电源电路与指示电路相连且向整个装置供电。本发明还公开了一种基于该检测装置的检测方法;本发明结构紧凑,不仅能够实现小型化,而且提高系统的稳定性和可靠性。



1. 一种田间作物生长信息无损快速检测装置,其特征在于:包括多光谱作物生长传感器、电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器、控制键盘、数字温度传感器、液晶屏、电源电路、指示电路;其中:

所述多光谱作物生长传感器依次串接电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器;

所述控制键盘、数字温度传感器分别连接单片微型处理器;

所述单片微型处理器与液晶屏连接;

所述电源电路与指示电路相连且向整个装置供电。

2. 如权利要求1所述的田间作物生长信息无损快速检测装置,其特征在于:多光谱作物生长传感器包括上行光作物生长传感器、下行光作物生长传感器、固定支架、活动支撑杆、五芯屏蔽传输导线;其中:

上行光作物生长传感器和下行光作物生长传感器均包括多孔传感器固件、光电探测器阵列、光谱滤光片、清洁玻璃、滤波圈;其中,上行光作物生长传感器中的滤波圈表面设有余弦校正器,下行光作物生长传感器中的滤波圈表面设有保护玻璃;

所述光电探测器阵列、光谱滤光片、清洁玻璃依次间隔排列于多孔传感器固件中且被密封;滤波圈通过紧固螺丝连接在多孔传感器固件上;

所述五芯屏蔽传输导线的一端分别连接上行光作物生长传感器、下行光作物生长传感器的光电探测器阵列,所述五芯屏蔽传输导线的另一端连接所述电流-电压转换电路。

3. 如权利要求2所述的田间作物生长信息无损快速检测装置,其特征在于:所述多孔传感器固件结构由作物冠层叶面积密度分布特征以及反射式光电检测系统灵敏度确定,其视场角为 25° - 30° ,孔深为26mm,孔径为12.8mm。

4. 如权利要求2所述的田间作物生长信息无损快速检测装置,其特征在于:所述光电探测器阵列是由四个光电二极管间隔排列而成。

5. 如权利要求2所述的田间作物生长信息无损快速检测装置,其特征在于:所述光谱滤光片的中心波段为560nm,710nm,720nm,810nm,中心波长透过率为65%-70%,带宽为9nm-10nm,截止率小于0.00001%。

6. 一种基于权利要求1-5任一所述的田间作物生长信息无损快速检测装置的田间作物生长信息无损快速检测方法,其特征在于采用如下步骤:

步骤1),将上行光作物生长传感器与水平位置成 90° 连接于固定支架上表面;下行光作物生长传感器与水平位置成 90° 固定连接于固定支架下表面;固定支架通过紧固螺丝固定在活动支撑杆的顶部;调节活动支撑杆,设置下行光作物生长传感器与水平位置成 90° ,且距离作物冠层高度0.7m~1.1m,以获取适当的分辨视场;

步骤2),将多光谱作物生长传感器输出的信号送入电流-电压转换电路,灵敏度调节电路根据太阳光光强大小,自动适配转换电阻,将光电流信号转换成具有一定幅值的电压信号;运用滤波电路从频域中分离出特征光谱信息;将分离出的特征光谱信息通过模拟-数字转换电路转换为单片微型处理器可以执行的标准数字信号;

步骤3),单片微型处理器实时采集作物冠层光谱信息且对采集到的信息进行处理,并将结果实时显示在显示液晶屏上。

7. 如权利要求6所述一种田间作物生长信息无损快速检测方法,其特征在于:步骤3)

所述单片微型处理器利用多次插值查找表算法处理采集数据。

一种田间作物生长信息无损快速检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种田间作物生长信息的检测装置及检测方法,涉及精准农业中的作物精确诊断,重点针对田间作物信息快速获取,属于作物生长指标信息智能检测领域。

背景技术

[0002] 作物生长信息监测是作物精确诊断与管理调控的依据,对作物的生长发育、产量品质起着决定性的作用。长期以来,作物生长信息(如氮含量、氮积累量、叶面积指数、叶干重)的检测都是以实验室常规测试为主,主要有形态诊断法、叶色卡片法、化学诊断法、肥料窗口诊断法和酶学诊断法等,其缺陷是:对作物产生破坏、影响作物生长,而且在取样、测定、数据分析等方面需要耗费大量的人力、物力,时效性差,不能实时指导作物精确管理。

[0003] 作物体内大多数生理生化变化会引起某些特定波段反射光谱的变化。基于这一原理,可以利用作物生长信息的光谱特征波长和植被指数来反演作物的生长状态。传统的方法是利用作物单个叶片在某些特定波长处的光谱反射率及其组合信息对作物的生长指标进行检测,这种方法获得的作物叶片信息无法充分表征整个植株的生理状态,带有较大的不确定性,以此推知作物群体生长水平不完整且不精确。此外田间作物光谱信息采集一般采用点源采样方式,其采样点信息的多元性、层次性和微弱性,使得作物生长信息的识别与提取变得极其困难。

[0004] 目前,基于冠层反射光谱的作物氮素监测系统在实际使用时,整机功能、量化指标和可靠性均不高。多光谱作物生长传感器仅为理论研究,未有详细的实施方案,且无法解决装置的简便性和操作的可靠性问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对背景技术中存在的不足,提供一种实时性好、准确率高且可靠性强的田间作物生长信息检测仪,能够实现在田间条件下低成本、便携式测量作物的氮含量、氮累积量、叶面积指数和叶干重等生长信息。

[0006] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

一种田间作物生长信息无损快速检测装置,包括多光谱作物生长传感器、电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器、控制键盘、数字温度传感器、液晶屏、电源电路、指示电路;其中:

所述多光谱作物生长传感器依次串接电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器;

所述控制键盘、数字温度传感器分别连接单片微型处理器;

所述单片微型处理器与液晶屏连接;

所述电源电路与指示电路相连且向整个装置供电。

[0007] 进一步的,本发明的田间作物生长信息无损快速检测装置,多光谱作物生长传感器包括上行光作物生长传感器、下行光作物生长传感器、固定支架、活动支撑杆、五芯屏蔽

传输导线；其中：

上行光作物生长传感器和下行光作物生长传感器均包括多孔传感器固件、光电探测器阵列、光谱滤光片、清洁玻璃、滤波圈；其中，上行光作物生长传感器中的滤波圈表面设有余弦校正器，下行光作物生长传感器中的滤波圈表面设有保护玻璃；

所述光电探测器阵列、光谱滤光片、清洁玻璃依次间隔排列于多孔传感器固件中且被密封；滤波圈通过紧固螺丝连接在多孔传感器固件上；

所述五芯屏蔽传输导线的一端分别连接上行光作物生长传感器、下行光作物生长传感器的光电探测器阵列，所述五芯屏蔽传输导线的另一端连接所述电流-电压转换电路。

[0008] 进一步的，本发明的田间作物生长信息无损快速检测装置，所述多孔传感器固件结构由作物冠层叶面积密度分布特征以及反射式光电检测系统灵敏度确定，其视场角为 25° - 30° ，孔深为26mm，孔径为12.8mm。

[0009] 进一步的，本发明的田间作物生长信息无损快速检测装置，所述光电探测器阵列是由四个光电二极管间隔排列而成。

[0010] 进一步的，本发明的田间作物生长信息无损快速检测装置，所述光谱滤光片的中心波段为560nm, 710nm, 720nm, 810nm，中心波长透过率为65%-70%，带宽为9nm-10nm，截止率小于0.00001%。

[0011] 一种基于田间作物生长信息无损快速检测装置的田间作物生长信息无损快速检测方法，采用如下步骤：

步骤1)，将上行光作物生长传感器与水平位置成 90° 连接于固定支架上表面；下行光作物生长传感器与水平位置成 90° 固定连接于固定支架下表面；固定支架通过紧固螺丝固定在活动支撑杆的顶部；调节活动支撑杆，设置下行光作物生长传感器与水平位置成 90° ，且距离作物冠层高度0.7m~1.1m，以获取适当的分辨视场；

步骤2)，将多光谱作物生长传感器输出的信号送入电流-电压转换电路，灵敏度调节电路根据太阳光光强大小，自动适配转换电阻，将光电流信号转换成具有一定幅值的电压信号；运用滤波电路从频域中分离出特征光谱信息；将分离出的特征光谱信息通过模拟-数字转换电路转换为单片微型处理器可以执行的标准数字信号；

步骤3)，单片微型处理器实时采集作物冠层光谱信息且对采集到的信息进行处理，并将结果实时显示在显示液晶屏上。

[0012] 进一步的，一种田间作物生长信息无损快速检测方法，步骤3)所述单片微型处理器利用多次插值查找表算法处理采集数据。

[0013] 本发明采用以上技术方案，与现有技术相比具有以下技术效果：

本发明的田间作物生长信息无损快速检测装置中的多光谱作物生长传感器采用集成化密封式多孔固件结构，结构紧凑，不仅能够实现小型化，而且提高系统的稳定性和可靠性。采用滤波圈实现空间滤波，提高了系统的信噪比。本发明动态性能好，抗干扰能力强，测量精度高，能够实现田间作物生长信息在线测量。

附图说明

[0014] 图1为本发明电路模块连接示意图。

[0015] 图2为多光谱作物生长传感器结构图。

[0016] 图 3 为上行光、下行光作物生长传感器的剖面结构图。

[0017] 图 4 为上行光作物生长传感器的结构图。

[0018] 图 5 为下行光作物生长传感器的结构图。

[0019] 图中标号:1—上行光作物生长传感器,2—下行光作物生长传感器,3—固定支架,4—活动支撑杆,5—多孔传感器固件,6—光电探测器阵列,7—光谱滤光片,8—清洁玻璃,9—滤波圈,10—余弦校正器,11—保护玻璃。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步详细说明:

如图 1 所示的检测装置,多光谱作物生长传感器的输出连接电流-电压转换电路,电流-电压转换电路的输出依次串接灵敏度调节电路、滤波电路、模拟-数字转换电路、单片微型处理器;数字温度传感器连接单片微型处理器;单片微型处理器连接控制键盘、显示液晶屏;电源电路分别连接指示电路、电流-电压转换电路、单片微型处理器、控制键盘、显示液晶屏和各所述的各个电路并为各个电路提供电源。电源电路采用锂电池供电,采用稳压电路得到系统稳定的电源电压等级 DC5V。

[0021] 参照图 2,多光谱作物生长传感器的结构包括上行光作物生长传感器 1、下行光作物生长传感器 2、固定支架 3、活动支撑杆 4。上行光作物生长传感器 1 与水平位置成 90° 连接于固定支架 3 上表面;下行光作物生长传感器 2 与水平位置成 90° 固定连接于固定支架 3 下表面;固定支架 3 通过紧固螺丝固定在活动支撑杆 4 的顶部。调节活动支撑杆 4,设置下行光作物生长传感器与水平位置成 90°,且距离作物冠层高度 1m ~ 1.3m,以获取适当的分辨视场。

[0022] 参照图 3、图 4 和图 5,上行光作物生长传感器 1 包括多孔传感器固件 5、光电探测器阵列 6、光谱滤光片 7、清洁玻璃 8、滤波圈 9 和余弦校正器 10;光电探测器阵列 6 是由四个光电二极管间隔排列而成;光谱滤光片 7 选用中心波段 560nm,710nm,720nm 810nm 四种;光电探测器阵列 6、光谱滤光片 7、清洁玻璃 8 依次间隔排列于多孔传感器固件 5 中且被密封;滤波圈 9 通过紧固螺丝连接在多孔传感器固件 5 表面;余弦校正器 10 敷贴于滤波圈表面;

下行光光传感器 2 包括多孔传感器固件 5、光电探测器阵列 6、光谱滤光片 7、清洁玻璃 8、滤波圈 9 和保护玻璃 11;光电探测器阵列 6 是由四个光电二极管间隔排列而成;光谱滤光片 7 选用中心波段 560nm,710nm,720nm,810nm 四种;光电探测器阵列 6、光谱滤光片 7、清洁玻璃 8 依次间隔排列于三孔传感器固件 5 中且被密封;滤波圈 9 通过紧固螺丝连接在多孔传感器固件 5 表面;保护玻璃 11 敷贴于滤波圈表面;五芯屏蔽传输导线的一端连接光电探测器,另一端连接所述电流-电压转换电路。

[0023] 单片微型处理器选用的是 STC89C516 单片机,通过数据口采集多光谱信息和测试环境温度信息。控制键盘由“复位”、“测量”、“监测”、“诊断”四个键组成,其中“测量”按键用来实时采集作物冠层光谱信息且对采集到的信息进行处理,并将结果实时显示在显示液晶屏上;“监测”按键用来中断当前实时测量,捕捉当前值;“诊断”按键用来耦合作物生长模型,反演作物氮含量、氮积累量、叶面积指数和叶干重等生长信息,并将结果显示在显示液晶屏上,用于评价作物生长状况;“复位”按键用来恢复至初始化状态,并在液晶屏上显示

初始化信息及当前测试环境温度。

[0024] 在监测田间作物生长信息过程中,将多光谱作物生长传感器 1 安装于活动支撑杆 4 顶部的固定支架 3 上,调节活动支撑杆 4 使下行光光谱传感器与水平位置成 90° ,且距离作物冠层高度 $0.7\text{m} \sim 1.1\text{m}$,以获取一定分辨视场中的光谱信息,经电流-电压转换电路、灵敏度调节电路、滤波电路处理,提取出作物冠层反射特征光谱信息。单片微型处理器提供了三种工作模式:“复位”、“测量”、“监测”与“诊断”,由控制键盘选择切换。在“测量”模式下,单片微型处理器实时采集作物冠层光谱信息且对采集到的信息进行处理,并将结果实时显示在显示液晶屏上;在“监测”模式下,单片微型处理器中断当前实时测量,捕捉当前值;在“诊断”模式下,系统耦合作物生长模型,反演作物氮含量、氮积累量、叶面积指数和叶干重等生长信息,并将结果显示在显示液晶屏上,用于评价作物生长状况;在“复位”模式下,系统恢复至初始化状态,并在液晶屏上显示初始化信息及当前测试环境温度。

[0025] 作物生长信息无损检测方法具体包括以下步骤:

1、设置上行光作物生长传感器 1 与水平位置成 90° 连接于固定支架 3 上表面;设置下行光作物生长传感器与水平位置成 90° 固定连接于固定支架 3 下表面;固定支架 3 通过紧固螺丝固定在活动支撑杆 4 的顶部。调节活动支撑杆 4 使下行光作物生长传感器距离作物冠层高度 $0.7\text{m} \sim 1.1\text{m}$,以获取适当的分辨视场。由于多光谱作物生长传感器结构的特殊性,不仅确保了检测系统较高的分辨率,而且增强了传感器的信号强度。

[0026] 2、下行光光谱传感器 2 结构的具体设计方法如下:

1) 反射式光电检测系统传输光路可知光电探测器 6 口径、视场角与视场面积之间的关系如下:

$$\Delta W = \frac{A_p}{H^2} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\Delta A}{H^2} \quad (2)$$

其中 ΔW 为光电探测器 6 所接受到的总能量, A_p 为探测器 6 的有效几何面积, β 为视场角, ΔA 为下行光作物生长传感器 2 视场面积, H 为探测器 6 到冠层的垂直距离。

[0027] 光电探测器 6 接收到的总能量 E 正比于 $\Delta W \cdot \Delta A$, 即 $E \propto \Delta W \cdot \Delta A = A_p \cdot \beta$ 。对于选定的光电探测器 6, 其有效几何面积一定, 设计较大的视场角 β 会获得较强的光谱信息, 有利于信号的获取与处理; 但是田间作物生长姿态具有很强的随机性, 冠层叶面积密度分布并非均匀, 较大的检测视场面积必然会忽略对象的差异性, 获取的信息不完整且不精确, 带有较大的不确定性。为了确保探测的灵敏度与分辨效果, 综合两者性能, 设计下行光作物生长传感器 2 视场角为 $25^\circ \sim 30^\circ$, 当距作物冠层高 $0.7 \sim 1.1\text{m}$, 视场范围是直径为高度一半左右的圆形区域; 由此可得多孔固件 5 孔深 26mm , 孔径 12.8mm 。

[0028] 2) 将光电探测器阵列 6、光谱滤光片 7、清洁玻璃 8 依次间隔排列于多孔传感器固件 5 中且被密封; 结构紧凑, 系统可靠性高, 实现了下行光作物生长传感器的小型化。

[0029] 3) 采用空间滤波的方法减小田间大气散射光对光电探测阵列 6 的干扰, 提高检测系统信噪比; 设计滤波圈 9 尺寸为: 直径 48mm , 厚度 10mm ; 通过紧固螺丝将其连接在多孔传感器固件 5 表面。

[0030] 3、上行光作物生长传感器 1 结构的具体设计方法如下:

为了消除传感器结构、材质对光信号传输的影响,上行光作物生长传感器 1 的结构参数设计、元器件匹配与下行光作物生长传感器 2 大致相同。不同之处在于:上行光作物生长传感器 1 采集的是太阳光入射特征光谱,为了减小太阳角度变化对检测系统的影响,利用余弦校正器 10 进行光谱纠正,并将其敷贴于滤波圈 9 表面。

[0031] 4、将多光谱作物生长传感器输出的信号送入电流-电压转换电路,灵敏度调节电路根据太阳光光强大小,自动适配转换电阻,将光电流信号转换成具有一定幅值的电压信号;运用低通滤波电路从频域中分离出特征光谱信息;将分离出的特征光谱信息通过模拟-数字转换电路转换为单片微型处理器可以执行的标准数字信号。

[0032] 5、在“测量”模式下,单片微型处理器实时采集作物冠层光谱信息,利用多次插值查找表算法处理数据,并将结果实时显示在显示液晶屏上;在“监测”模式时,单片微型处理器中断当前实时测量,捕捉当前值;在“诊断”模式时,系统耦合作物生长模型,反演作物氮含量、氮积累量、叶面积指数和叶干重等生长信息,并将结果显示在显示液晶屏上,用于评价作物生长状况。

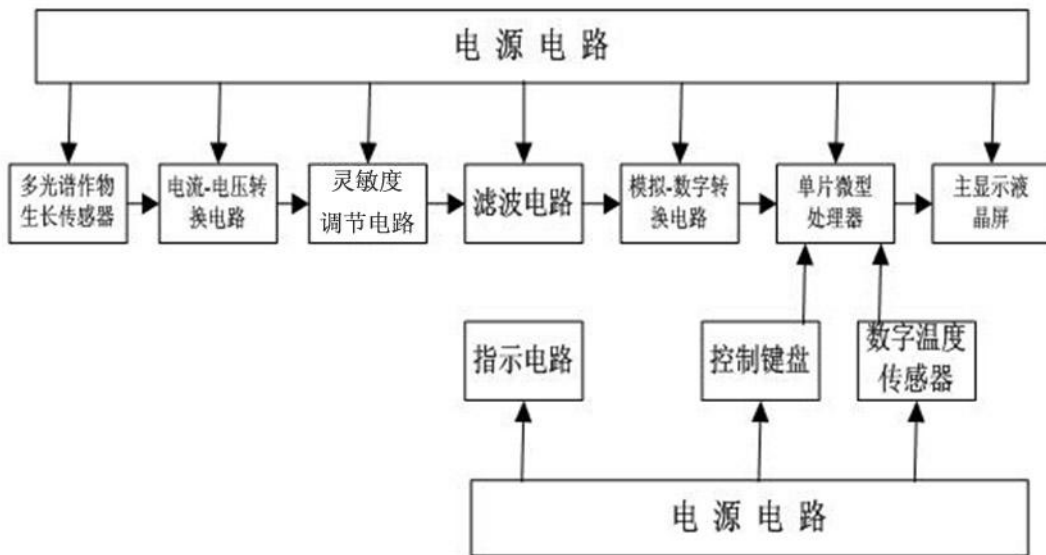


图 1

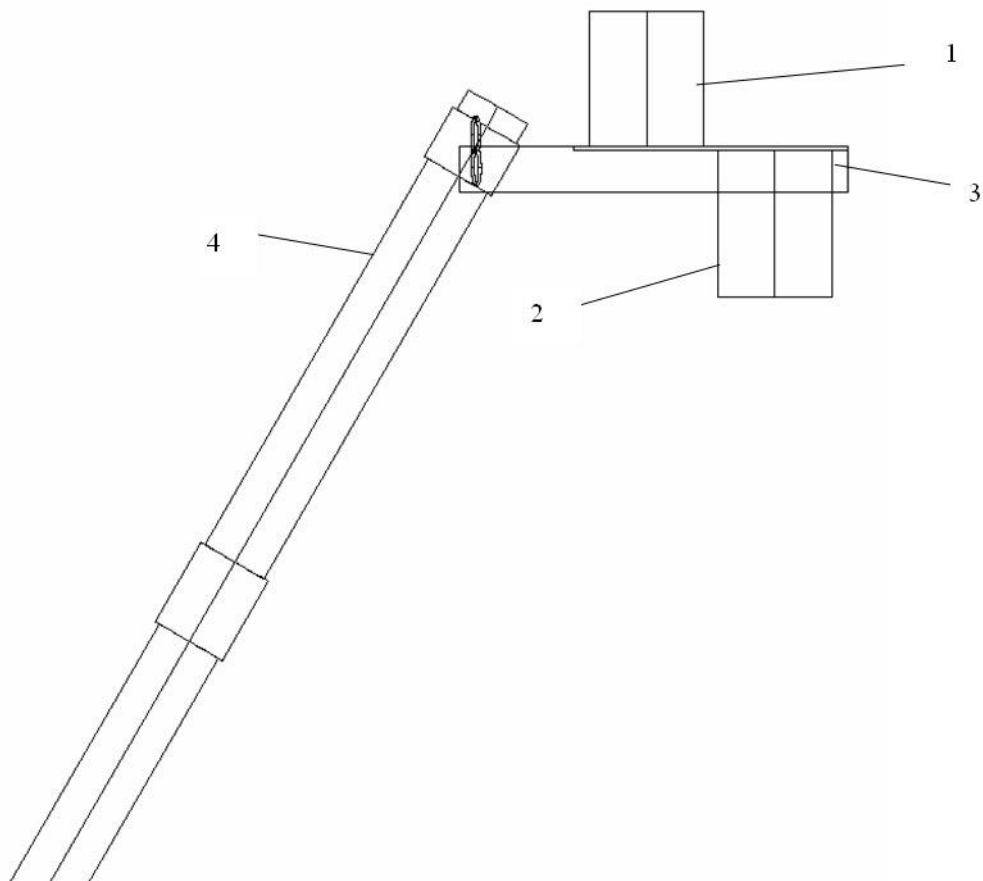


图 2

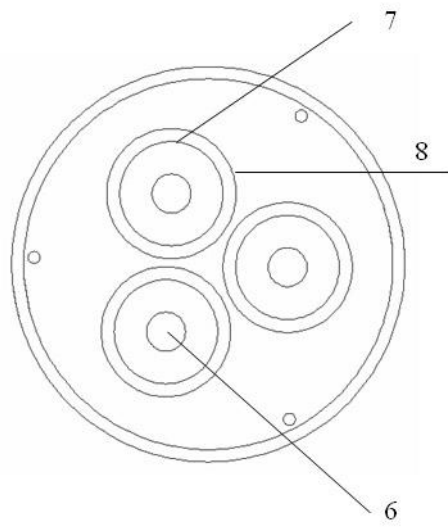


图 3

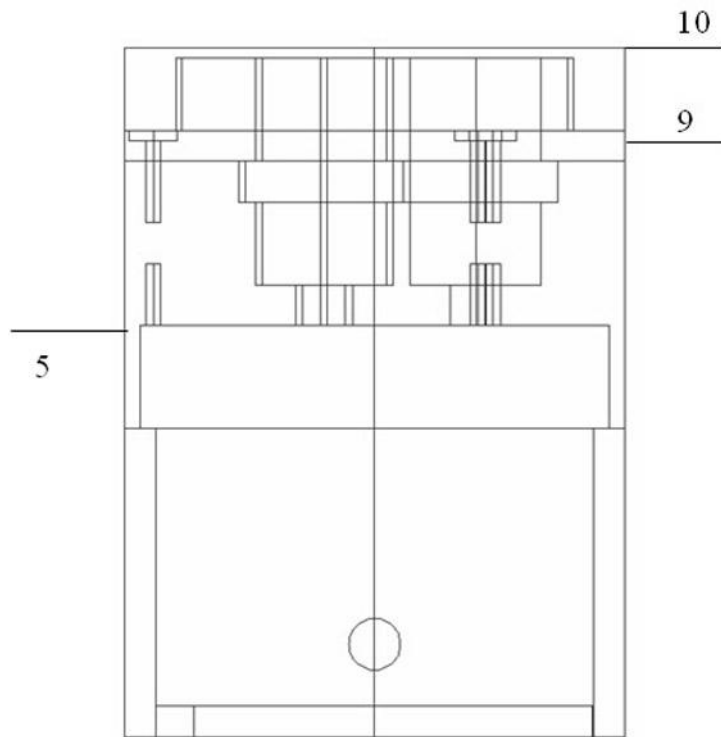


图 4

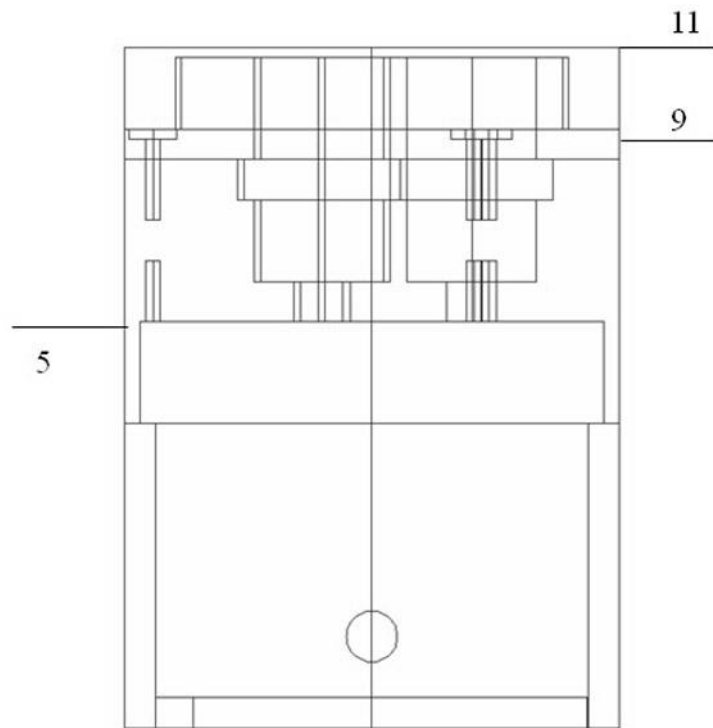


图 5