

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 11 月 21 日 (21.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/218446 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 17/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/095533

(22) 国际申请日: 2018 年 7 月 13 日 (13.07.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810463968.6 2018年5月15日 (15.05.2018) CN

(71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国江苏省镇江市学府路 301 号,
Jiangsu 212013 (CN)。

(72) 发明人: 李晋阳 (LI, Jinyang); 中国江苏省镇江市
学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 徐晶 (XU,
Jing); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu
212013 (CN)。 魏新华 (WEI, Xinhua); 中国江苏
省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
孙宏伟 (SUN, Hongwei); 中国江苏省镇江市学
府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司
(JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路
14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR REAL-TIME MEASUREMENT OF HEIGHT OF SPRAY BOOM RELATIVE TO CROP CANOPY

(54) 发明名称: 一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法

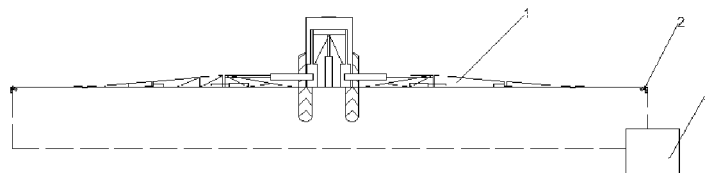


图 1

(57) Abstract: A method and system for real-time measurement of the height of a spray boom (1) relative to a crop canopy, wherein the method comprises the following steps: step 1: calibrating ultrasonic distance measurement sensors (14, 16, 19, 20); step 2: determining the angle between two ultrasonic distance measurement sensors (14, 16); step 3: acquiring the relative height of a spray boom (1) and a crop canopy; step 4: performing anti-interference processing of height acquisition data; and step 5: calculating the relative height of the spray boom (1) and the crop canopy. The system is characterized in that two ultrasonic distance measurement sensors that form a certain angle are mounted on two tail ends of the spray boom (1) respectively, to effectively acquire the height of a crop canopy under the action of a control unit (3), and obtain the relative height of the spray boom (1) and the crop canopy after anti-interference analysis and conversion of data, thereby implementing accurate monitoring of the relative height of the spray boom (1) and the crop canopy when the spray boom (1) is inclined, and breaking through the technical bottleneck of being unable to accurately obtain the relative height of the spray boom (1) and the crop canopy when the spray boom (1) is inclined due to jolt during field operation of a boom (1) sprayer, thus laying the technical foundation for the dynamic adjustment of the balance and height of the spray boom (1).

(57) 摘要: 一种喷杆 (1) 相对作物冠层高度实时测量系统及方法, 其中方法包括步骤: 步骤一: 超声波测距传感器 (14, 16, 19, 20) 的标定; 步骤二: 两超声测距传感器 (14, 16) 夹角的确定; 步骤三: 喷杆 (1) 与作物冠层相对高度的采集; 步骤四: 高度采集数据的抗干扰处理; 步骤五: 喷杆 (1) 与作物冠层相对高度的计算。其特征在于: 在喷杆 (1) 两末端各安装两个呈一定夹角的超声测距传感器, 在控制单元 (3) 作用下有效采集作物冠层高度, 经过数据抗干扰分析、转换后获得喷杆 (1) 与作物冠层的相对高度, 实现了喷杆 (1) 倾斜时喷杆 (1) 与作物冠层的相对高度准确监测, 突破了喷杆 (1) 喷雾机田间作业时由于颠簸导致喷杆 (1) 倾斜时无法准确获取喷杆 (1) 与作物冠层相对高度的技术瓶颈, 为喷杆 (1) 平衡和高度的动态调节奠定了技术基础。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法

技术领域

本发明一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法，属于智能化农业装备领域。

背景技术

我国市面上现有喷杆喷雾机以 6-12 米为主，有限的喷幅一方面导致喷雾效率低，另一方面喷雾机在一定作业面积作业时，在田间来回行走趟数多，对作物压损面积大。随着我国土地快速轮转和规模化种植的发展需求，目前市面上出现了幅宽为 24 m 以上的喷杆喷雾机。大幅宽喷杆喷雾机带来的新问题：喷雾机在田间作业时，由于地面起伏不平引起喷杆抖动和倾斜。对于大喷幅的喷雾机，喷杆倾斜一个小的角度很可能导致喷杆末端触地造成喷杆折断或弯曲，也会刮伤作物。在实际作业中，为提高雾滴沉积均匀性和防止漂移，喷杆必须与作物冠层保持平行且具有一定高度。因此，为提高喷雾质量和避免喷杆损坏，需要对喷杆与作物的相对高度进行稳定、精确、动态的控制，而对喷杆与作物的相对高度的动态监测是实现其稳定、精确控制的前提和关键。

现有技术中，专利 1（申请号 20150079697.0）公开了一种喷杆平衡和高度自动调节装置及方法，该装置中采用超声波传感器测距模块进行了喷杆对地高度的测量，由于地面相对比较平坦，喷杆对地高度易于测量，但由于田间作物长势不均匀，导致作物冠层起伏不平，测量精度受作物种类、种植密度、风速、行走速度等因素的客观影响，需要对采集的数据进行恰当的抗干扰处理才可以获得有效高度数据；另外，由于超声波传感器垂直安装在喷杆横梁上，喷杆倾斜时传感器也随着倾斜，无法获得喷杆的垂直对地高度。因此，专利 1 公开的喷杆平衡和高度自动调节装置及方法无法用于喷杆对作物冠层高度的实时测量。专利 2（申请号 201010603644.1）公开了一种自平衡喷杆喷雾机，在喷雾作业时，控制器根据倾角传感器检测喷杆的水平角度，从而判断喷杆的平衡情况，无法实现喷杆对作物冠层高度的实时测量。论文《喷杆高度调节系统设计与试验》（王松林等，农机化研究，2014 年第 8 期，第 161-164 页）设计了三段式的告诉自动调节喷杆，采用三个安装在三段喷杆（左段喷杆、中段喷杆和右段喷杆）上的接触式传感器实时监测喷杆与地面的高度，通过控制器控制液压油缸调节各段喷杆的高度，该系统可以有效调节喷杆的姿态并保持喷杆的高度，但此装置使用的接触式传感器通过与作物接触进行高度检测，会对作物造成损伤；另一方面，若传感器下方正好是地面或者作物株高较小时，会引起误判，导致系统可靠性降低。论文《Performance evaluation of multiple ground

based sensors mounted on a commercial wild blueberry harvester to sense plant height, fruit yield and topographic features in real-time》(Farooque A A, Chang Y K, Zaman Q U, et al, Computers & Electronics in Agriculture, 2013,91:135-144) 将一个超声波传感器安装在野生蓝莓收获机上对蓝莓株高进行实时检测,在田间路面平坦时,可以有效的检测蓝莓株高,但地面倾斜一定角度时,获得的株高数据误差较大,无法用于株高的有效检测。论文《喷杆高度在线调控设计与试验研究》(潘佛雏等,农机化研究,2017年第11期,第107-111页)应用了超声波测距传感器采集作物冠层与喷杆距离,采用加倾角传感器获取喷杆倾斜角度,测量结果比单纯应用超声波测量效果好,但无法准确获取喷杆倾斜时的喷杆对冠层的相对高度,其滤波方法连续测量到5个有效值偶然性较大,不稳定。论文《Direct derivation of maize plant and crop height from low-cost time-of-flight camera measurements》(Plant Methods, 2016)使用了3D摄像机测量植株高度,但图像数据处理时间较长,实时性差。论文《A LIDAR-based crop height measurement system for Miscanthus giganteus》(Computers & Electronics in Agriculture, 2012)使用激光雷达测量喷杆相对作物冠层高度,该方法使用的激光雷达价格昂贵,性价比低。

发明内容

针对现有技术中存在的不足,本发明目的在于提供一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法,实现喷杆式喷雾机在作业过程中能够动态获取喷杆与作物冠层间的相对高度,为喷杆平衡和喷杆与作物冠层相对高度动态调节奠定基础。

为了解决以上技术问题,本发明采用的具体技术方案如下:

所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统由喷杆、传感单元和控制单元组成。

所述的传感单元由传感器固定架、传感器安装高度调节与锁紧螺母A、传感器安装角度调节机构、锁紧螺母B和传感器组组成。

在喷杆两端各设置有一个传感单元,一个传感单元包括两个中心线呈一定角度的超声测距传感器,具体为喷杆的一端为传感单元中的超声测距传感器A与超声测距传感器B,喷杆的另一端为超声测距传感器C与超声测距传感器D,传感单元和控制单元相连接,用于采集传感单元的信号,并计算出喷杆相对作物冠层高度的实时距离。

所述的传感单元由传感单元支撑架固定在喷杆上,传感单元支撑架包括传感器固定架、传感器安装高度调节与锁紧螺母A、传感器安装角度调节机构、锁紧螺母B;

所述传感器固定架为T字形,T字形的两端均通过锁紧螺母B与传感器安装角度调节机构相连,传感器安装角度调节机构能够围绕锁紧螺母B相对传感器固定架T字形的

一端转动，传感器安装角度调节机构上设置有传感器安装孔，通过锁紧螺母 A 将超声测距传感器固定在传感器安装孔内，且超声测距传感器能够在传感器安装孔内上下调节。

所述的传感器固定架共有两个，均成 T 字形，由厚度为 4 mm 的 304 不锈钢板制成，一端加工有中心距为 40 mm、直径为 10mm 的安装孔，用于将传感单元通过螺栓固定到喷杆上；另一方面，传感器固定架另一端加工有中心距为 70 mm、直径为 10mm 的两个安装孔，通过该安装孔将传感器安装角度调节机构与传感器固定架螺栓连接。

所述的传感器安装角度调节机构 6 共有 4 个，均呈“L”型折弯，折弯一端开有直径为 30 mm 的传感器安装孔，用于安装超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C 和超声测距传感器 D；折弯另一端开有直径为 10mm 的孔，用于与传感器固定架上直径为 10mm 的安装孔进行螺栓连接，调节两超声测距传感器的角度时，将锁紧螺母 B 松开，然后旋转传感器安装角度调节机构，调整到目标角度后，再用锁紧螺母 B 锁紧。

所述的传感器组包括超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C 和超声测距传感器 D，这四个超声测距传感器安装到传感器安装角度调节机构后，通过传感器安装高度调节与锁紧螺母 B 调节好传感器的安装高度后锁紧。

所述的超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C 和超声测距传感器 D 均为 PEPPERL+FUCHS 公司的 UC2000-30GM-IUR2-V15 传感器，传感器上加工有外螺纹，垂直穿过传感器安装角度调节机构上直径为 30 mm 的传感器安装孔后，上、下端用传感器安装高度调节与锁紧螺母锁紧。

所述的控制单元包括控制器、模拟量采集模块、超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C、超声测距传感器 D、U 盘、触摸屏、DC 升压模块和 12V DC 电源。

所述的控制器为西门子的 6ES7 216-2BD23-0XB8，其内部集成有 RS485 接口，与模拟量采集模块通过拓展连接线 PPI 连接；

所述的模拟量采集模块为西门子的 6ES7 235-0KD22-0XB8，其内部集成有 A/D 转换接口 A、A/D 转换接口 B、A/D 转换接口 C 和 A/D 转换接口 D 四个转换接口；

所述的触摸屏为西门子 Smart IE 700 V3 触摸屏，触摸屏上集成有 RS485 通信口和 USB 接口，触摸屏通过 RS485 总线与控制器的 RS485 接口连接，用于显示实时采集的高度数据和喷杆与作物冠层相对高度目标值的设定；

所述的 U 盘通过触摸屏上的 USB 接口与触摸屏连接，用于存储采集的高度数据。

所述的超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C 和超声测距传

器 D 分别与模拟量采集模块的 A/D 转换接口 A、A/D 转换接口 B、A/D 转换接口 C 和 A/D 转换接口 D 连接；

所述的 12V DC 电源为插秧机上蓄电池，通过 DC 升压模块将 12V DC 电压转变为 24V DC 电压，为超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C、超声测距传感器 D、控制器和触摸屏供电；

所述的 DC 升压模块为 MDF150-12S24 升压转换器。

一种喷杆相对作物冠层高度实时测量方法，包括以下步骤：

步骤一：超声波测距传感器的标定。

所用的超声测距传感器可以精确测量 80—2000mm 范围内的距离，对应 4-20mA 的输出电流，4-20 mA 的电路经 PLC 的模拟量采集模块转换为 6400-32000 的数字量，根据实际所测喷杆相对作物冠层高度在 200-800mm 范围内，为此本发明仅对 200-800mm 范围内的数据进行了精确标定。

1.1) 将待标定超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19、超声测距传感器 D 20 分别固定在三角支架上，将三角支架放置在水平地面上，使得传感器垂直正对竖直墙面。

1.2)、从 200mm 开始，以 10mm 为间隔，调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，待距离调整好后，启动控制单元 3 对数据进行采集，并记录该距离所对应的数字量，直到 800mm 为止；

1.3)、从 800mm 开始，以 10mm 为间隔，调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，待距离调整好后，启动控制单元 3 对数据进行采集，并记录该距离所对应的数字量，直到 200mm 为止；

1.4)、将步骤 1.2) 和 1.3) 每测量点所得的两个数字量求平均，得到拟合数据；

1.5)、将步骤 1.4) 所获得的拟合数据，结合步骤 1.2) 和 1.3) 获得的手动记录数据进行数据拟合，使其方差最小，获得拟合方程；

1.6)、随机选取 200-800mm 中的点对步骤 1.5) 获得的拟合方程进行校验，最小误差为 0，最大误差为 6 mm；

步骤二：两超声测距传感器夹角的确定。

将超声测距传感器 A、超声测距传感器 B 安装到喷杆上，并使传感器的对准平坦的水泥路面，用卷尺测量传感器下端面到水泥地面的距离，然后启动控制单元进行高度采集，将采集的数据实时显示在触摸屏上和存储到 U 盘，通过观察触摸屏上采集的高度数

据，并与用卷尺人工测量的距离相比较，如果二者差距较大，则认为两超声测距传感器间的夹角太小，测量误差较大的原因可能是一个两超声测距传感器发出的超声波未经地面反射直接被另一个超声测距传感器接收。通过对其中一个传感器进行遮挡的方式，在触摸屏上观察另一个超声测距传感器采集的数据是否接近人工测量的真实值，如果接近，则认为传感器间的夹角太小，将锁紧螺母 B 松开，然后旋转传感器安装角度调节机构调节两超声测距传感器间的夹角，调整时确保量传感器中心线与铅垂线间的夹角保持一致，直到两超声测距传感器采集的数据均接近于各自真实测量值后，记录此时的传感器夹角，再用锁紧螺母 B 锁紧将传感器安装角度调节机构锁紧。

步骤三：喷杆与作物冠层相对高度的采集。

将喷杆喷雾机开到田间，使超声测距传感器对准作物行，启动控制单元，在不同风速、不同行走速度下对不同种植密度和两种不同类作物如小麦、水稻等细长叶作物与玉米、大豆等宽叶作物进行喷杆与作物冠层高度采集并存储在 U 盘供后续对数据的抗干扰处理，同时对所测量作物冠层高度进行人工测量并记录测量值。

步骤四：高度采集数据的抗干扰处理。

对步骤三采集的数据，采用限幅滤波、中值滤波、滑动平均滤波方法对数据进行滤波分析，去除喷雾机作业过程中由于传感器对准空地以及其他干扰的影响而采集的数据奇异值，获取可靠、真实的有效数据。

步骤五：喷杆与作物冠层相对高度的计算。

喷雾机载田间作业时，田间地面颠簸导致喷杆左右倾斜，这时超声测距传感器获得的距离并不是喷杆与作物冠层的相对高度，为此需要将超声测距传感器采集的数据通过一定运算转换为喷杆与作物冠层的相对高度，具体转化算法如下：

$$h1 = S1 \cos \alpha = S2 \cos(\alpha - \theta)$$

$$h2 = S3 \cos \alpha = S4 \cos(\alpha + \theta)$$

其中 θ 为两传感器间的夹角， α 为喷杆倾斜的角度； $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 和 $S4$ 分别为超声测距传感器 A、超声测距传感器 B、超声测距传感器 C 和超声测距传感器 D 采集到的有效数据； $h1$ 和 $h1$ 分别为喷杆左右两端距离冠层的相对高度。

由上式可得，

$$\alpha = \arctan \frac{S2 \cos \theta - S1}{S2 \sin \theta}$$

或

$$\alpha = \arctan \frac{S_3 - S_4 \cos \theta}{S_4 \sin \theta}$$

将获得的 α 值代入式 $h_1 = S_1 \cos \alpha = S_2 \cos(\alpha - \theta)$ 、 $h_2 = S_3 \cos \alpha = S_4 \cos(\alpha + \theta)$ ，即可得出

喷杆末端距作物冠层高度 h_1 、 h_2 ，即

$$h_1 = S_1 \cos \alpha$$

$$h_2 = S_3 \cos \alpha$$

本发明具有有益效果

(1) 本发明通过在喷杆两末端各安装两个呈一定夹角的超声测距传感器，扩大了传感器的感知范围，在控制单元作用下有效采集作物冠层高度，经过数据抗干扰分析、转换后获得喷杆与作物冠层的相对高度，实现了喷杆倾斜时喷杆与作物冠层的相对高度准确监测，突破了喷杆喷雾机田间作业时由于颠簸导致喷杆倾斜时无法准确获取喷杆与作物冠层相对高度的技术瓶颈，为喷杆平衡和高度的动态调节奠定了技术基础。

(2) 一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法，适用范围广，只需要通过螺栓即可安装到现有喷杆喷雾机使用。

附图说明

图 1 为喷杆喷雾机整体结构图；

图 2 为传感单元安装示意图；

图 3 为控制单元示意图；

图 4 为喷杆倾斜时传感器测量示意图；

其中：1-喷杆；2-传感单元；3-控制单元；4-传感器固定架；5-传感器安装高度调节与锁紧螺母 A；6-传感器安装角度调节机构；7-锁紧螺母 B；8-控制器；9-模拟量采集模块；10-RS485 接口；11-触摸屏；12-U 盘；13-A/D 转换接口 A；14-超声测距传感器 A；15- A/D 转换接口 B；16-超声测距传感器 B；17- A/D 转换接口 C；18- A/D 转换接口 D；19-超声测距传感器 C；20-超声测距传感器 D；21-DC 升压模块；22-12V DC 电源；23-传感器组；24-安装孔。

具体实施方式

下面结合附图对本发明实施方案进行详细描述。

如图 1 所示，本发明采用的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统由喷杆 1、传感单元 2 和控制单元 3 组成。

所述的传感单元 2 由传感器固定架 4、传感器安装高度调节与锁紧螺母 A 5、传感器

安装角度调节机构 6、锁紧螺母 B 7 和传感器组 23 组成。

在喷杆两端各设置有一个传感单元 2，一个传感单元包括两个中心线呈一定角度的超声测距传感器，具体为喷杆的一端为传感单元中的超声测距传感器 A 14 与超声测距传感器 B 16，喷杆的另一端为超声测距传感器 C 19 与超声测距传感器 D 20，传感单元 2 和控制单元 3 相连接，用于采集传感单元的信号，并计算出喷杆相对作物冠层高度的实时距离。

所述的传感单元 2 由传感单元支撑架固定在喷杆上，传感单元支撑架包括传感器固定架 4、传感器安装高度调节与锁紧螺母 A 5、传感器安装角度调节机构 6、锁紧螺母 B 7；

所述传感器固定架 4 为 T 字形，T 字形的两端均通过锁紧螺母 B 7 与传感器安装角度调节机构 6 相连，传感器安装角度调节机构 6 能够围绕锁紧螺母 B 7 相对传感器固定架 4 T 字形的一端转动，传感器安装角度调节机构 6 上设置有传感器安装孔，通过锁紧螺母 A 5 将超声测距传感器固定在传感器安装孔内，且超声测距传感器能够在传感器安装孔内上下调节。

所述的传感器固定架 4 共有两个，均成 T 字形，由厚度为 4 mm 的 304 不锈钢板制成，一端加工有中心距为 40 mm、直径为 10mm 的两个安装孔 24，用于将传感单元 2 通过螺栓固定到喷杆 1 上；另一方面，传感器固定架 4 另一端加工有中心距为 70 mm、直径为 10mm 的两个安装孔，通过该安装孔将传感器安装角度调节机构 6 与传感器固定架 4 螺栓连接。

所述的传感器安装角度调节机构 6 共有 4 个，均呈“L”型折弯，折弯一端开有直径为 30 mm 的传感器安装孔，用于安装超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20；折弯另一端开有直径为 10mm 的孔，用于与传感器固定架上直径为 10mm 的安装孔进行螺栓连接，调节两超声测距传感器的角度时，将锁紧螺母 B 7 松开，然后旋转传感器安装角度调节机构 6，调整到目标角度后，再用锁紧螺母 B 7 锁紧。

所述的传感器组 23 包括超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20，这四个超声测距传感器安装到传感器安装角度调节机构 6 后，通过传感器安装高度调节与锁紧螺母 A 5 调节好传感器的安装高度后锁紧。

所述的超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20 均为 PEPPERL+FUCHS 公司的 UC2000-30GM-IUR2-V15 传感器，传感器上加工有外螺纹，垂直穿过传感器安装角度调节机构 6 上直径为 30 mm 的传感器安装孔后，上、下两端用传感器安装高度调节与锁紧螺母 A 5 锁紧。

如图 3, 所述的控制单元包括控制器 8、模拟量采集模块 9、超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19、超声测距传感器 D 20、U 盘 12、触摸屏 11、DC 升压模块 21 和 12V DC 电源 22。

所述的控制器 8 为西门子的 6ES7 216-2BD23-0XB8, 其内部集成有 RS485 接口 10, 与模拟量采集模块 9 通过拓展连接线 PPI 连接;

所述的模拟量采集模块 9 为西门子的 6ES7 235-0KD22-0XB8, 其内部集成有 A/D 转换接口 A 13、A/D 转换接口 B 15、A/D 转换接口 C 17 和 A/D 转换接口 D 18 四个转换接口;

所述的触摸屏 11 为西门子 Smart IE 700 V3 触摸屏, 触摸屏 11 上集成有 RS485 通信口和 USB 接口, 触摸屏通过 RS485 总线与控制器的 RS485 接口 10 连接, 用于显示实时采集的高度数据和喷杆与作物冠层相对高度目标值的设定;

所述的 U 盘 12 通过触摸屏 11 上的 USB 接口与触摸屏连接, 用于存储采集的高度数据。

所述的超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20 分别与模拟量采集模块 9 的 A/D 转换接口 A 13、A/D 转换接口 B 15、A/D 转换接口 C 17 和 A/D 转换接口 D 18 连接;

所述的 12V DC 电源 22 为喷杆喷雾机上的蓄电池, 通过 DC 升压模块 21 将 12V DC 电压转变为 24V DC 电压, 为超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19、超声测距传感器 D 20、控制器 8 和触摸屏 11 供电;

所述的 DC 升压模块 21 为 MDF150-12S24 升压转换器。

一种喷杆相对作物冠层高度实时测量方法, 包括以下步骤:

步骤一: 超声波测距传感器的标定。

所用的超声测距传感器可以精确测量 80—2000mm 范围内的距离, 对应 4-20mA 的输出电流, 4-20 mA 的电路经 PLC 的模拟量采集模块转换为 6400-32000 的数字量, 根据实际所测喷杆相对作物冠层高度在 200-800mm 范围内, 为此本发明仅对 200-800mm 范围内的数据进行了精确标定。

1.1) 将待标定超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19、超声测距传感器 D 20 分别固定在三角支架上, 将三角支架放置在水平地面上, 使得传感器垂直正对竖直墙面。

1.2)、从 200mm 开始, 以 10mm 为间隔, 调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的

距离，用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，待距离调整好后，启动控制单元 3 对数据进行采集，并记录该距离所对应的数字量，直到 800mm 为止；

1.3)、从 800mm 开始，以 10mm 为间隔，调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离，待距离调整好后，启动控制单元 3 对数据进行采集，并记录该距离所对应的数字量，直到 200mm 为止；

1.4)、将步骤 1.2) 和 1.3) 每测量点所得的两个数字量求平均，得到拟合数据；

1.5)、将步骤 1.4) 所获得的拟合数据，结合步骤 1.2) 和 1.3) 获得的手动记录数据进行数据拟合，使其方差最小，获得拟合方程；

1.6)、随机选取 200-800mm 中的点对步骤 1.5) 获得的拟合方程进行校验，最小误差为 0，最大误差为 6 mm；

步骤二：两超声测距传感器夹角的确定。

将超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16 安装到喷杆上，并使传感器的对准平坦的水泥路面，用卷尺测量传感器下端面到水泥地面的距离，然后启动控制单元 3 进行高度采集，将采集的数据实时显示在触摸屏上和存储到 U 盘 12，通过观察触摸屏 11 上采集的高度数据，并与用卷尺人工测量的距离相比较，如果二者差距较大，则认为两超声测距传感器间的夹角太小，测量误差较大的原因可能是一个两超声测距传感器发出的超声波未经地面反射直接被另一个超声测距传感器接收。通过对其中一个传感器进行遮挡的方式，在触摸屏上观察另一个超声测距传感器采集的数据是否接近人工测量的真实值，如果接近，则认为传感器间的夹角太小，将锁紧螺母 B 7 松开，然后旋转传感器安装角度调节机构 6 调节两超声测距传感器间的夹角，调整时确保量传感器中心线与铅垂线间的夹角保持一致，直到两超声测距传感器采集的数据均接近于各自真实测量值后，记录此时的传感器夹角，再用锁紧螺母 B 7 锁紧将传感器安装角度调节机构锁紧。

步骤三：喷杆与作物冠层相对高度的采集。

将喷杆喷雾机开到田间，使超声测距传感器对准作物行，启动控制单元，在不同风速、不同行走速度下对不同种植密度和两种不同类作物如小麦、水稻等细长叶作物与玉米、大豆等宽叶作物进行喷杆与作物冠层高度采集并存储在 U 盘 12 供后续对数据的抗干扰处理，同时对所测量作物冠层高度进行人工测量并记录测量值。

步骤四：高度采集数据的抗干扰处理。

对步骤三采集的数据，采用限幅滤波、中值滤波、滑动平均滤波方法对数据进行滤波分析，去除喷雾机作业过程中由于传感器对准空地以及其他干扰的影响而采集的数据

奇异值，获取可靠、真实的有效数据。

步骤五：喷杆与作物冠层相对高度的计算。

喷雾机载田间作业时，田间地面颠簸导致喷杆左右倾斜，这时超声测距传感器获得的距离并不是喷杆与作物冠层的相对高度，为此需要将超声测距传感器采集的数据通过一定运算转换为喷杆与作物冠层的相对高度，根据图 4，具体转化算法如下：

$$h1 = S1 \cos \alpha = S2 \cos(\alpha - \theta)$$

$$h2 = S3 \cos \alpha = S4 \cos(\alpha + \theta)$$

其中 θ 为两传感器间的夹角， α 为喷杆倾斜的角度； $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 和 $S4$ 分别为超声测距传感器 A 14、超声测距传感器 B 16、超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20 采集到的有效数据； $h1$ 和 $h2$ 分别为喷杆左右两端距离冠层的相对高度。

由上式可得，

$$\alpha = \arctan \frac{S2 \cos \theta - S1}{S2 \sin \theta}$$

或

$$\alpha = \arctan \frac{S3 - S4 \cos \theta}{S4 \sin \theta}$$

将获得的 α 值代入式 $h1 = S1 \cos \alpha = S2 \cos(\alpha - \theta)$ 、 $h2 = S3 \cos \alpha = S4 \cos(\alpha + \theta)$ ，即可得出

喷杆末端距作物冠层高度 $h1$ 、 $h2$ ，即

$$h1 = S1 \cos \alpha$$

$$h2 = S3 \cos \alpha$$

本发明一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统及方法的工作过程：

喷雾机开始喷雾作业前，启动喷杆相对作物冠层高度实时测量系统，进行开机自检，自检通过后，利用触摸屏 11 设置喷杆相对作物冠层的目标高度、高度阈值等，然后在控制器 8 的作用下，通过超声测距传感器 A 14 和超声测距传感器 B 16 动态采集喷杆一末端相对作物冠层的高度，通过超声测距传感器 C 19 和超声测距传感器 D 20 动态采集喷杆另一末端相对作物冠层的高度，通过对采集数据的抗干扰处理、数据转换，得出喷杆两端相对作物冠层的实际高度，存储在 U 盘 12 并在触摸屏 11 实时显示。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特

征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本发明的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

权 利 要 求 书

1、一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统，包括喷杆（1）、传感单元（2）和控制单元（3），其特征在于：在喷杆两端各设置有一个传感单元（2），一个传感单元包括传感单元支撑架和传感器组（23），所述传感器组由两个中心线呈一定角度的超声测距传感器组成，具体为喷杆的一端为传感单元中的超声测距传感器 A（14）与超声测距传感器 B（16），喷杆的另一端为超声测距传感器 C（19）与超声测距传感器 D（20），传感单元（2）和控制单元（3）相连接，用于采集传感单元的信号，并计算出喷杆相对作物冠层高度的实时距离。

2、根据权利要求 1 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统，其特征在于：所述的传感单元（2）由传感单元支撑架固定在喷杆上，传感单元支撑架包括传感器固定架（4）、传感器安装高度调节与锁紧螺母 A（5）、传感器安装角度调节机构（6）、锁紧螺母 B（7）；

所述传感器固定架（4）为 T 字形，T 字形的两端均通过锁紧螺母 B（7）与传感器安装角度调节机构（6）相连，传感器安装角度调节机构（6）能够围绕锁紧螺母 B（7）相对传感器固定架（4）T 字形的一端转动，传感器安装角度调节机构（6）上设置有传感器安装孔，通过锁紧螺母 A（5）将超声测距传感器固定在传感器安装孔内，且超声测距传感器能够在传感器安装孔内上下调节。

3. 根据权利要求 2 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统，其特征在于：所述的传感器固定架（4）共有两个，由厚度为 4 mm 的 304 不锈钢板制成，一端加工有中心距为 40 mm、直径为 10mm 的两个安装孔（24），用于将传感单元（2）通过螺栓固定到喷杆（1）上；另一方面，传感器固定架（4）另一端加工有中心距为 70 mm、直径为 10mm 的两个安装孔，通过该安装孔将传感器安装角度调节机构（6）与传感器固定架（4）螺栓连接。

4. 根据权利要求 2 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统，其特征在于：所述的传感器安装角度调节机构（6）共有 4 个，均呈“L”型折弯，折弯一端开有直径为 30 mm 的传感器安装孔，用于安装超声测距传感器 A（14）、超声测距传感器 B（16）、超声测距传感器 C（19）和超声测距传感器 D（20）；折弯另一端开有直径为 10mm 的孔，用于与传感器固定架上直径为 10mm 的安装孔进行螺栓连接，调节两超声测距传感器的角度时，将锁紧螺母 B（7）松开，然后旋转传感器安装角度调节机构（6），调整到目标角度后，再用锁紧螺母 B（7）锁紧。

5. 根据权利要求 1 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量系统, 其特征在于: 所述的控制单元 (3) 包括控制器 (8)、模拟量采集模块 (9)、超声测距传感器 A (14)、超声测距传感器 B (16)、超声测距传感器 C (19)、超声测距传感器 D (20)、U 盘 (12)、触摸屏 (11)、DC 升压模块 (21) 和 12V DC 电源 (22);

控制器 (8) 和模拟量采集模块 (9) 为并行通讯, 控制器 (8) 的 RS485 接口 (10) 和触摸屏 (11) 相连, 触摸屏 (11) 和 U 盘 (12) 相连, 12V DC 电源 (22) 通过 DC 升压模块 (21) 给控制器 (8) 和模拟量采集模块 (9) 供电, 模拟量采集模块 (9) 的 4 个 A/D 转换接口分别和超声测距传感器相连。

6. 一种喷杆相对作物冠层高度实时测量方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤一: 超声波测距传感器的标定: 所用的超声测距传感器根据实际所测喷杆相对作物冠层高度在一定的范围内的数据进行了精确标定;

步骤二: 两超声测距传感器夹角的确定;

步骤三: 喷杆与作物冠层相对高度的采集:

将喷杆喷雾机开到田间, 使超声测距传感器 A (14)、超声测距传感器 B (16)、超声测距传感器 C (19) 和超声测距传感器 D (20) 对准作物行, 启动控制单元 (3), 在不同风速、不同行走速度下对不同种植密度和两种不同类作物如小麦、水稻等细长叶作物与玉米、大豆等宽叶作物进行喷杆与作物冠层高度采集并存储在 U 盘 (12) 供后续对数据的抗干扰处理, 同时对所测量作物冠层高度进行人工测量并记录测量值;

步骤四: 高度采集数据的抗干扰处理: 对步骤三采集的数据, 采用限幅滤波、中值滤波、滑动平均滤波方法对数据进行滤波分析, 去除喷雾机作业过程中由于传感器对准空地以及其他干扰的影响而采集的数据奇异值, 获取可靠、真实的有效数据;

步骤五: 喷杆与作物冠层相对高度的计算:

喷雾机载田间作业时, 田间地面颠簸导致喷杆 (1) 左右倾斜, 这时超声测距传感器获得的距离并不是喷杆与作物冠层的相对高度, 为此需要将超声测距传感器采集的数据通过一定运算转换为喷杆 (1) 与作物冠层的相对高度, 具体转化算法如下:

$$h1 = S1 \cos \alpha = S2 \cos(\alpha - \theta)$$

$$h2 = S3 \cos \alpha = S4 \cos(\alpha + \theta)$$

其中 θ 为两传感器间的夹角, α 为喷杆 (1) 倾斜的角度; $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 和 $S4$ 分别为超声测距传感器 A (14)、超声测距传感器 B (16)、超声测距传感器 C (19) 和超声测距传感器 D (20) 采集到的有效数据; $h1$ 和 $h2$ 分别为喷杆 (1) 左右两端距离冠层的相对高度;

由上式可得,

$$\alpha = \arctan \frac{S_2 \cos \theta - S_1}{S_2 \sin \theta}$$

或

$$\alpha = \arctan \frac{S_3 - S_4 \cos \theta}{S_4 \sin \theta}$$

将获得的 α 值代入 $h_1 = S_1 \cos \alpha = S_2 \cos(\alpha - \theta)$, $h_2 = S_3 \cos \alpha = S_4 \cos(\alpha + \theta)$, 即可得出喷杆末端距作物冠层高度 h_1 、 h_2 , 即

$$\begin{aligned} h_1 &= S_1 \cos \alpha \\ h_2 &= S_3 \cos \alpha \end{aligned}$$

。

7. 根据权利要求 6 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量方法, 其特征在于, 所述步骤一具体包括以下步骤:

1.1) 将待标定超声测距传感器 A (14)、超声测距传感器 B (16)、超声测距传感器 C (19)、超声测距传感器 D (20) 分别固定在三角支架上, 将三角支架放置在水平地面上, 使得传感器垂直正对竖直墙面;

1.2) 从 200mm 开始, 以 10mm 为间隔, 调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离, 用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离, 待距离调整好后, 启动控制单元 (3) 对数据进行采集, 并记录该距离所对应的数字量, 直到 800mm 为止;

1.3) 从 800mm 开始, 以 10mm 为间隔, 调节传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离, 用卷尺手动记录传感器超声波发射端面与竖直墙面的距离, 待距离调整好后, 启动控制单元 (3) 对数据进行采集, 并记录该距离所对应的数字量, 直到 200mm 为止;

1.4) 将步骤 1.2) 和 1.3) 每测量点所得的两个数字量求平均, 得到拟合数据;

1.5) 将步骤 1.4) 所获得的拟合数据, 结合步骤 1.2) 和 1.3) 获得的手动记录数据进行数据拟合, 使其方差最小, 获得拟合方程;

1.6) 随机选取 200-800mm 中的点对步骤 1.5) 获得的拟合方程进行校验, 最小误差为 0, 最大误差为 6 mm。

8. 根据权利要求 6 所述的一种喷杆相对作物冠层高度实时测量方法, 其特征在于, 所述步骤二具体包括以下步骤:

将超声测距传感器 A (14)、超声测距传感器 B (16)、超声测距传感器 C (19) 和超声测距传感器 D (20) 安装到喷杆 (1) 上, 并使传感器的对准平坦的水泥路面, 用卷尺测量传感器下端到水泥地面的距离, 然后启动控制单元 (3) 进行高度采集, 将采集的数据实时显示在触摸屏上 (11) 和存储到 U 盘 (12), 通过观察触摸屏 (11) 上采集的高度数据, 并与用卷尺人工测量的距离相比较, 如果二者差距较大, 则认为两超声测距传感器间的夹角太小, 测量误差较大的原因可能是一个两超声测距传感器发出的超声波未经地

面反射直接被另一个超声测距传感器接收。通过对其中一个传感器进行遮挡的方式，在触摸屏（11）上观察另一个超声测距传感器采集的数据是否接近人工测量的真实值，如果接近，则认为传感器间的夹角太小，将锁紧螺母（7）松开，然后旋转传感器安装角度调节机构（6）调节两超声测距传感器间的夹角，调整时确保量传感器中心线与铅垂线间的夹角保持一致，直到两超声测距传感器采集的数据均接近于各自真实测量值后，记录此时的传感器夹角，再用锁紧螺母（7）将传感器安装角度调节机构（6）锁紧。

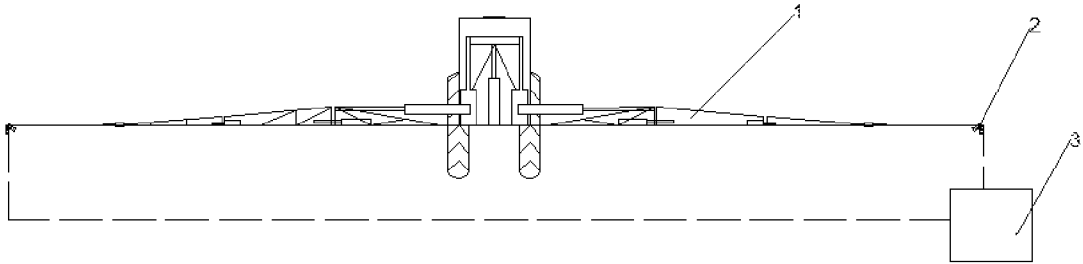


图 1

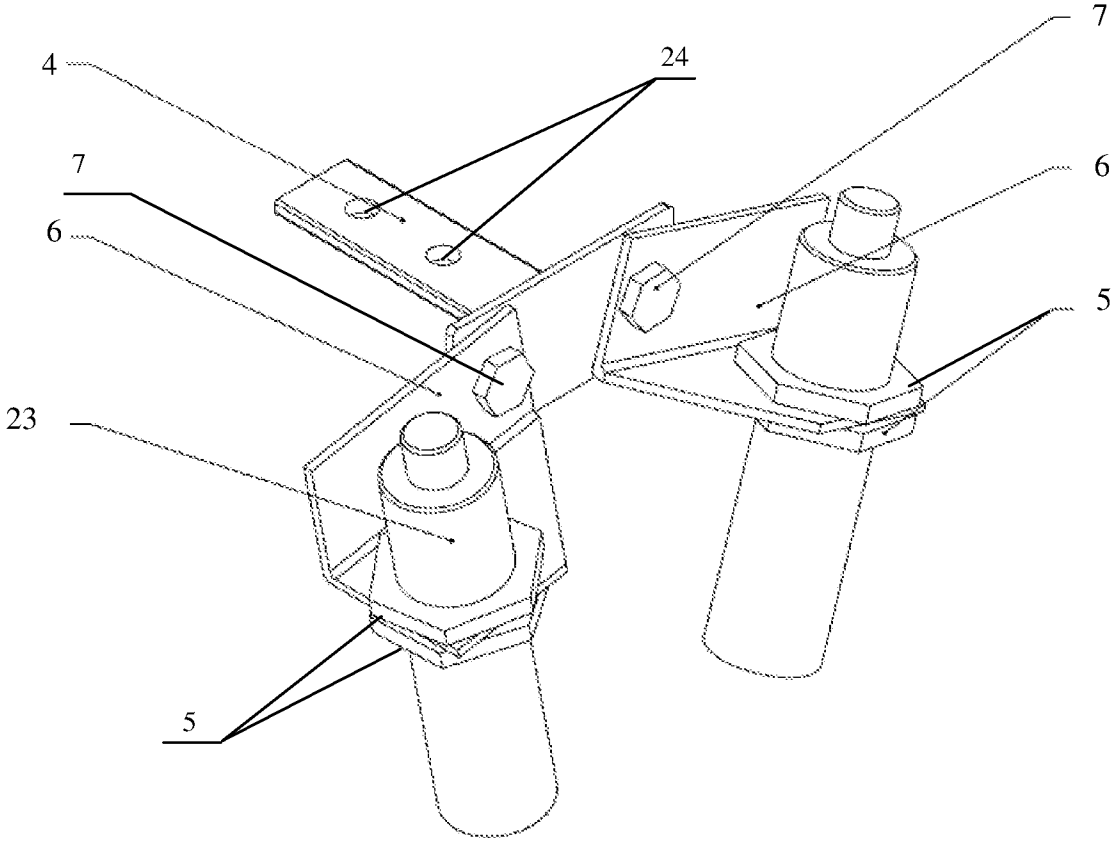


图 2

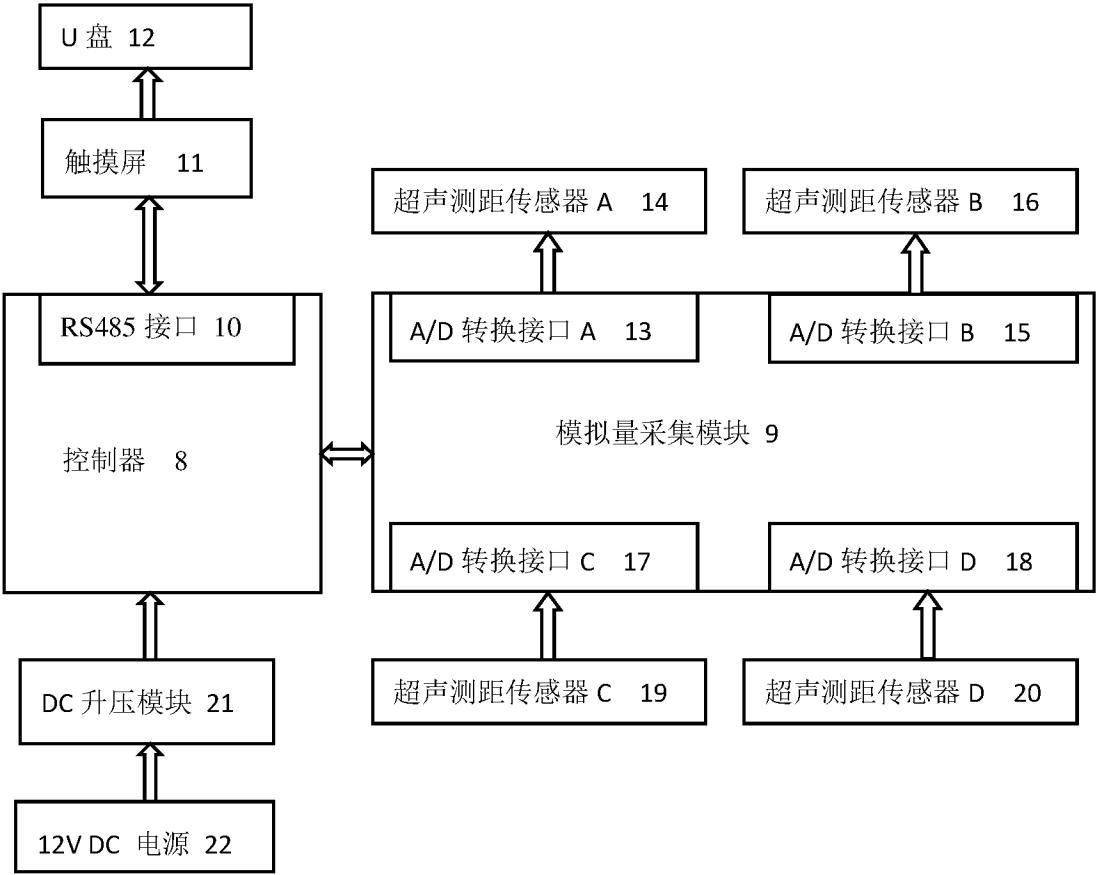


图 3

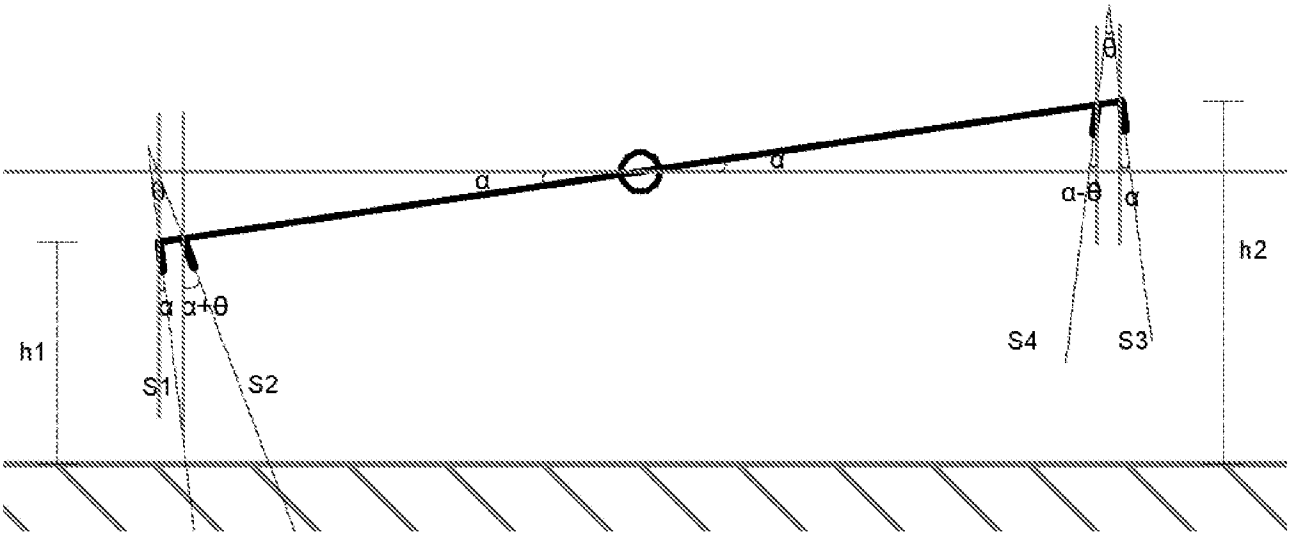


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/095533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B17/-,G01B11/-,A01M7/-,G01N21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, WPI, EPODOC, CNKI: 传感, 喷杆, 时, 测距, 超声, 距离, 角度, 高度, sens+, crop, canopy, real, time, distance, height, ultrasonic, ultrasound

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108489432 A (JIANGSU UNIVERSITY) 04 September 2018 (2018-09-04) claims 1-8	1-8
A	CN 104663637 A (JIANGSU UNIVERSITY) 03 June 2015 (2015-06-03) description, paragraphs [0036]-[0050]	1-8
A	CN 103293156 A (BEIJING RESEARCH CENTER OF INTELLIGENT EQUIPMENT FOR AGRICULTURE) 11 September 2013 (2013-09-11) entire document	1-8
A	CN 103798217 A (SHANDONG AGRICULTURAL UNIVERSITY) 21 May 2014 (2014-05-21) entire document	1-8
A	US 2016084635 A1 (SAMUEL ROBERTS NOBLE FOUND INC.) 24 March 2016 (2016-03-24) entire document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2019

Date of mailing of the international search report

19 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/095533

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108489432	A	04 September 2018	None			
CN	104663637	A	03 June 2015	CN	104663637	B	03 May 2017
CN	103293156	A	11 September 2013	CN	103293156	B	15 April 2015
CN	103798217	A	21 May 2014	CN	103798217	B	09 December 2015
US	2016084635	A1	24 March 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/095533

A. 主题的分类

G01B 17/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01B17/-, G01B11/-, A01M7/-, G01N21/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, WPI, EPDOC, CNKI: 传感, 喷杆, 实时, 测距, 超声, 距离, 角度, 高度, sens+, crop, canopy, real, time, distance, height, ultrasonic, ultrasound

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 108489432 A (江苏大学) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 权利要求1-8	1-8
A	CN 104663637 A (江苏大学) 2015年 6月 3日 (2015 - 06 - 03) 说明书第[0036]-[0050]段	1-8
A	CN 103293156 A (北京农业智能装备技术研究中心) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文	1-8
A	CN 103798217 A (山东农业大学) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 全文	1-8
A	US 2016084635 A1 (SAMUEL ROBERTS NOBLE FOUND INC.) 2016年 3月 24日 (2016 - 03 - 24) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 1月 21日

国际检索报告邮寄日期

2019年 2月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

刘婉姬

电话号码 86-(10)-53962646

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/095533

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108489432	A	2018年 9月 4日	无			
CN	104663637	A	2015年 6月 3日	CN	104663637	B	2017年 5月 3日
CN	103293156	A	2013年 9月 11日	CN	103293156	B	2015年 4月 15日
CN	103798217	A	2014年 5月 21日	CN	103798217	B	2015年 12月 9日
US	2016084635	A1	2016年 3月 24日	无			