



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105510242 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201511008339. 7

(22) 申请日 2015. 12. 28

(71) 申请人 南京农业大学

地址 211225 江苏省南京市溧水区白马镇国家农业科技园南京农业大学基地

(72) 发明人 倪军 姚立立 朱艳 曹卫星  
刘芳 庞方荣

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任公司 32218

代理人 蒋真

(51) Int. Cl.

G01N 21/25(2006. 01)

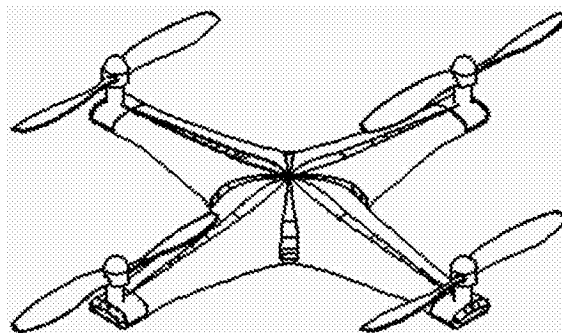
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法及装置

(57) 摘要

一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,包括多旋翼无人机、载荷和地面接收器;所述载荷部件,包括依次相连接的多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块、控制器模块、无线数据发送模块,以及用于供电的电源模块A和电源控制模块A;还包括云台。本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,克服了无人机下洗流场对测量的影响。本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,能够将测量数据实时传输至地面接收器在线分析处理,实现了作物生长信息连续、实时、便捷、大范围地获取。



1. 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,其特征是包括如下步骤:

步骤1、将多光谱作物生长传感器固定于云台支架上;

步骤2、操作飞控,使无人机悬停作物冠层 $h$ 高度处,多光谱作物生长传感器实时采集作物冠层反射光谱;

步骤3、操作地面接收器“开启”按键,地面接收器初始化,通信LED模块启动与载荷的无线连接,红光LED以1KHz频率闪烁,连接成功后,红光LED点亮;

步骤4、操作地面接收器“测量”按键,蓝光LED闪烁以1KHz频率闪烁,数据通过无线接收模块进入数据处理模块中,液晶屏实时显示冠层NDVI值、RVI值,再次操作“测量”按键,液晶屏锁定NDVI值和RVI值;

步骤5、操作地面接收器“监测”按键,调用作物生长监测模型,液晶屏显示叶层氮含量、叶层氮积累量、叶面积指数和叶干重指标;

步骤6、操作地面接收器“诊断”按键,调用作物生长诊断模型,液晶屏显示氮肥匮乏程度及调控量。

2. 根据权利要求1所述的基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,其特征是所述步骤1的将多光谱作物生长传感器固定于云台支架上,其位置按照如下方法确定:

1) 无人机旋翼及机身曲面三维造型:

对于不同类型多旋翼无人机,借助三维扫描对旋翼及机身实体进行数字化,得出旋翼及机身曲面空间坐标数据。然后分别对旋翼及机身进行逆向造型,最后按照实体图组装旋翼和机身;

2) 无人机实体网格划分及数据求解:

根据无人机工作状态及下洗气流流动状态,建立流体运动控制方程组,并确定初始条件与边界条件;划分静止与转动区域,确定结点,进行区域离散化;对离散区域进行网格的划分;

3) 流场数值计算及分析:

对无人机悬停时产生的流场进行数值计算,获取旋翼诱导速度场的基本形态和不同高度面的速度场和压力场分布;

4) 多光谱作物生长传感器固定位置确定:

测量无人机距离作物冠层悬停高度 $h$ ,依据气流速度场在冠层表面的分布范围,云台支架长度确定为大于冠层表面气流速度场直径长度,将多光谱作物生长传感器安装于支架一端,支架另一端安装与传感器同重量配重,多光谱传感器测量冠层目标物在气流速度场以外。

3. 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,其特征是包括多旋翼无人机、载荷和地面接收器;

所述载荷部件,包括依次相连接的多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块、控制器模块、无线数据发送模块,以及用于供电的电源模块A和电源控制模块A;还包括云台;其中:所述电源模块A供电给电源控制模块A;所述电源控制模块A分别连接传感器模块、信号放大模块,控制器模块、无线数据发送模块;所述云台包括支架、固定卡扣以及传感器配重;所述多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块A、控制器模块、无线数据发送模块、电源模块A和电源控制模块A集成固定于云台支架一端;所述传感器配重固定于云台支架另一端;所述

云台通过固定卡扣紧固于飞行器上；

所述地面接收器部件,包括依次相连接的无线数据接收模块、信号放大模块B、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块以及用于供电的电源模块B和电源控制模块B;还包括接收器外壳;其中:所述电源模块B供电给电源控制模块B;所述电源控制模块B分别连接无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块;所述电源模块B、电源控制模块B、无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块封装与接收器外壳中。

4.如权利要求3所述的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,其特征是所述多光谱作物生长传感器安装于云台支架的位置是通过多旋翼无人机工作时下洗流场的水平分布与多光谱生长传感器视场角范围确定。

5.如权利要求3所述的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,其特征是所述通信LED模块包括蓝光LED和红光LED两种。

## 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法及装置,涉及精准农业领域,具体涉及作物生长监测、诊断,尤其是基于无人机平台的作物生长信息大范围、连续、快速、实时监测与诊断。

### 背景技术

[0002] 作物生长信息实时获取是作物生产精确管理的首要条件。在传统作物生产管理过程中,对作物生长状况往往缺乏准确量化认识;或虽对作物生长指标进行定量分析,但需破坏性取样与化学分析,时效性差,常导致生产中普遍过量施肥(特别是氮肥)或肥料施用不足(如部分微量元素),易造成生产成本上升、环境污染和土地可持续生产能力下降。近年来,基于地物光谱特性的多光谱及高光谱遥感技术获得了迅猛发展,使得实时、快速、精确、无损获取植物生长状况及植株生化组分成为可能,从而为作物生长的无损监测与诊断提供了新的途径和方法。专利ZL201210214137.8依据作物生长光谱监测理论,发明了一种多光谱作物生长传感器,公开了一种可以实时无损获取作物生长信息的便携式生长监测诊断仪。该设备需要在天气晴朗、无风无云、作物冠层相对静止稳定的环境下使用,测试高度距离冠层1-1.2米,使用方便灵活,精度高;但是单点的测量技术监测范围小,劳动强度大,人工成本高,而且田间作业时人为对作物的破坏性大。多旋翼无人机具有作业高效、悬停灵活以及地形适用性强,在作物苗情监测、人工授粉、病害植保中的作用越来越突出,应用越来越广泛。

[0003] 现有的技术中,基于多旋翼无人机平台的作物生长监测都是在无人机云台上悬挂多光谱仪或者高光谱仪进行空中测量,离线对测试数据进行处理。由于旋翼悬停时产生高强度、高密度空气流场,直接作用于作物冠层,导致冠层处于一种“非静止”的随机动态变化中,传感器无法有效地捕捉冠层反射光谱;另一方面,冠层在无人机下洗流场的作用下,叶片的镜面反射更为显著,而作物生长光谱监测理论的前提是假设作物冠层呈朗伯体特性,因此,将作物生长光谱传感器及生长监测模型简单地套用到无人机平台上还存在着很大的问题。

### 发明内容

[0004] 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,提供了一种应用于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法及装置。该装置克服了无人机下洗流场对测量的影响,能够将测量数据实时传输至地面接收器在线分析处理,实现了作物生长信息连续、实时、大范围地获取。

[0005] 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤1、将多光谱作物生长传感器固定于云台支架上;

[0007] 步骤2、操作飞控,使无人机悬停作物冠层h高度处,多光谱作物生长传感器实时采集作物冠层反射光谱;

[0008] 步骤3、操作地面接收器“开启”按键,地面接收器初始化,通信LED模块启动与载荷的无线连接,红光LED以1KHz频率闪烁,连接成功后,红光LED点亮;

[0009] 步骤4、操作地面接收器“测量”按键,蓝光LED闪烁以1KHz频率闪烁,数据通过无线接收模块进入数据处理模块中,液晶屏实时显示冠层NDVI值、RVI值,再次操作“测量”按键,液晶屏锁定NDVI值和RVI值;

[0010] 步骤5、操作地面接收器“监测”按键,调用作物生长监测模型,液晶屏显示叶层氮含量、叶层氮积累量、叶面积指数和叶干重指标;

[0011] 步骤6、操作地面接收器“诊断”按键,调用作物生长诊断模型,液晶屏显示氮肥匮乏程度及调控量。

[0012] 所述步骤1的将多光谱作物生长传感器固定于云台支架上,其位置按照如下方法确定:

[0013] 1)无人机旋翼及机身曲面三维造型:

[0014] 对于不同类型多旋翼无人机,借助三维扫描对旋翼及机身实体进行数字化,得出旋翼及机身曲面空间坐标数据。然后分别对旋翼及机身进行逆向造型,最后按照实体图组装旋翼和机身;

[0015] 2)无人机实体网格划分及数据求解:

[0016] 根据无人机工作状态及下洗气流流动状态,建立流体运动控制方程组,并确定初始条件与边界条件;划分静止与转动区域,确定结点,进行区域离散化;对离散区域进行网格的划分;

[0017] 3)流场数值计算及分析:

[0018] 对无人机悬停时产生的流场进行数值计算,获取旋翼诱导速度场的基本形态和不同高度面的速度场和压力场分布;

[0019] 4)多光谱作物生长传感器固定位置确定:

[0020] 测量无人机距离作物冠层悬停高度 $h$ ,依据气流速度场在冠层表面的分布范围,云台支架长度确定为大于冠层表面气流速度场直径长度,将多光谱作物生长传感器安装于支架一端,支架另一端安装与传感器同重量配重,多光谱传感器测量冠层目标物在气流速度场以外。

[0021] 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,包括多旋翼无人机、载荷和地面接收器;

[0022] 所述载荷部件,包括依次相连接的多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块、控制器模块、无线数据发送模块,以及用于供电的电源模块A和电源控制模块A;还包括云台。其中:所述电源模块A供电给电源控制模块A;所述电源控制模块A分别连接传感器模块、信号放大模块,控制器模块、无线数据发送模块;所述云台包括支架、固定卡扣以及传感器配重;所述多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块A、控制器模块、无线数据发送模块、电源模块A和电源控制模块A集成固定于云台支架一端;所述传感器配重固定于云台支架另一端;所述云台通过固定卡扣紧固于飞行器上;

[0023] 所述地面接收器部件,包括依次相连接的无线数据接收模块、信号放大模块B、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块以及用于供电的电源模块B和电源控制模块B;还包括接收器外壳。其中:所述电源模块B供电给电源控制模块B;所述电源控

制模块B分别连接无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块。所述电源模块B、电源控制模块B、无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块封装与接收器外壳中。

[0024] 一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置的进一步优化方案,多光谱作物生长传感器安装于云台支架的位置是通过多旋翼无人机工作时下洗流场的水平分布与多光谱生长传感器视场角范围确定。

[0025] 作为本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置的进一步优化方案,5、如权利要求3所述的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,其特征是所述通信LED模块包括蓝光LED和红光LED两种。

[0026] 作为本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置的进一步优化方案,所述按键模块包括“开启”、“关断”、“测量”、“监测”和“诊断”控制按键。按键模块采用双按键电路以及按键防抖电路,为了达到良好的去抖动效果,所述按键防抖电路利用RC积分电路来达成杂波的滤除与波形的修正。

[0027] 作为本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置的进一步优化方案,所述无线数据发送模块和无线数据接收模块的频段为780MHz。

[0028] 作为本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置的进一步优化方案,所述电源控制模块包括触发器、降压电路、稳压电路、去耦电路;其中所述触发器依次连接降压电路、稳压电路、去耦电路。

[0029] 本发明采用以上技术方案,与现有技术相比的有益效果是:

[0030] 1、本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,克服了无人机下洗流场对测量的影响。

[0031] 2、本发明的一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,能够将测量数据实时传输至地面接收器在线分析处理,实现了作物生长信息连续、实时、便捷、大范围地获取。

## 附图说明

[0032] 图1是载荷部件结构示意图

[0033] 图2是地面接收器部件结构示意图

[0034] 图3a是四旋翼无人机旋翼及机身平面结构示意图。

[0035] 图3b是四旋翼无人机旋翼及机身立体结构示意图。

[0036] 图4a是四旋翼无人机静止区域网格划分示意图。

[0037] 图4b是四旋翼无人机转动区域网格划分示意图。

[0038] 图5是四旋翼无人机旋翼下方1.3m轴截面速度云图

[0039] 图6是四旋翼无人机旋翼下方1.3m横截面x-y速度云图

[0040] 图7a是四旋翼无人机云台支架俯视结构示意图。

[0041] 图7b是四旋翼无人机云台支架侧视结构示意图。

## 具体实施方式

[0042] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0043] 以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0044] 参照图1,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,载荷部件包括依次相连接的多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块、控制器模块、无线数据发送模块,以及用于供电的电源模块A和电源控制模块A;还包括云台。其中:所述电源模块A供电给电源控制模块A;所述电源控制模块A分别连接传感器模块、信号放大模块、控制器模块、无线数据发送模块;所述云台包括支架、固定卡扣以及传感器配重;所述多光谱作物生长传感器模块、信号放大模块A、控制器模块、无线数据发送模块、电源模块A和电源控制模块A集成固定于云台支架一端;所述传感器配重固定于云台支架另一端;所述云台通过固定卡扣紧固于飞行器上。

[0045] 参照图2,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测装置,地面接收器部件包括依次相连接的无线数据接收模块、信号放大模块B、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块以及用于供电的电源模块B和电源控制模块B;还包括接收器外壳。其中:所述电源模块B供电给电源控制模块B;所述电源控制模块B分别连接无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块。所述电源模块B、电源控制模块B、无线数据接收模块、信号放大模块、数据处理模块、通信LED模块、按键控制模块、液晶屏显示模块封装与接收器外壳中。

[0046] 参照图3,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,选用大疆创新科技有限公司的phantom四旋翼无人机为例,借助三维扫描对旋翼及机身实体进行数字化,得出旋翼及机身曲面空间坐标数据,在逆向工程中找出定位线和面,做出截面和截面线,并与x轴、y轴、z轴对齐,分别完成旋翼和机身实体化造型,并组装。

[0047] 参照图4,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,根据phantom四旋翼无人机旋翼关键尺寸:旋翼半径103.5mm,轴长390mm,旋翼间距250mm;旋翼额定工作转速960r/min以及无人机作业距离冠层高度1300mm,建立下洗气流运动质量守恒方程、动量守恒方程和能量守恒方程。物面边界条件采用绝热壁和无穿透边界,远场边界条件采用压力远场边界,将计算区域划分为包含4旋翼的旋转区域和包括机身和气流场的静止区域,静止区域直径1200mm,高度1850mm;旋转区域直径275mm,高度18mm,其中旋翼距离底面1500mm。采用贴体网格对静止区域和转动区域进行非结构化网格划分,其中静止区域的网格数为875695,旋转区域的网格数603564,旋翼网格与机身网格通过interface衔接。

[0048] 参照图5,图6,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,按照上述设定好的参数,对phantom四旋翼无人机悬停时产生的流场进行了数值计算,并用CFX自带的后处理模块进行可视化。从轴截面速度云图中看,气流一方面被高速旋转的旋翼甩出,另一方面受到旋翼的挤压,因此在旋翼附近形成高速流动区,速度值较大,而且带有较强的轴向分量。从横截面速度云图中看那,流场中心流速快,四周流速依次递减;旋翼下方诱导的速度场是关于中心轴对称分布,距离中心轴较远,速度梯度和速度数值越小。由于旋转轴旋向的影响,下方气流趋于两侧,而且随着高度的不断下降,z方向的速度逐渐减小,气流作用面积也越来越大。

[0049] 参照图7,一种基于多旋翼无人机平台的作物生长监测方法,phantom四旋翼无人机作业距离冠层高度1300mm,依据气流速度场在冠层表面的分布范围,选择冠层测量点距离速度场中心800mm处,云台支架长度确定为1600mm,将多光谱作物生长传感器安装于支架一端,支架另一端安装与传感器同重量配重。

[0050] 上面所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述,并非对本发明的构思和范围进行限定,在不脱离本发明设计构思前提下,本领域中普通工程技术人员对本发明的技术方案做出的各种变型和改进,均应落入本发明的保护范围,本发明请求保护的技术内容已经全部记载在权利要求书中。



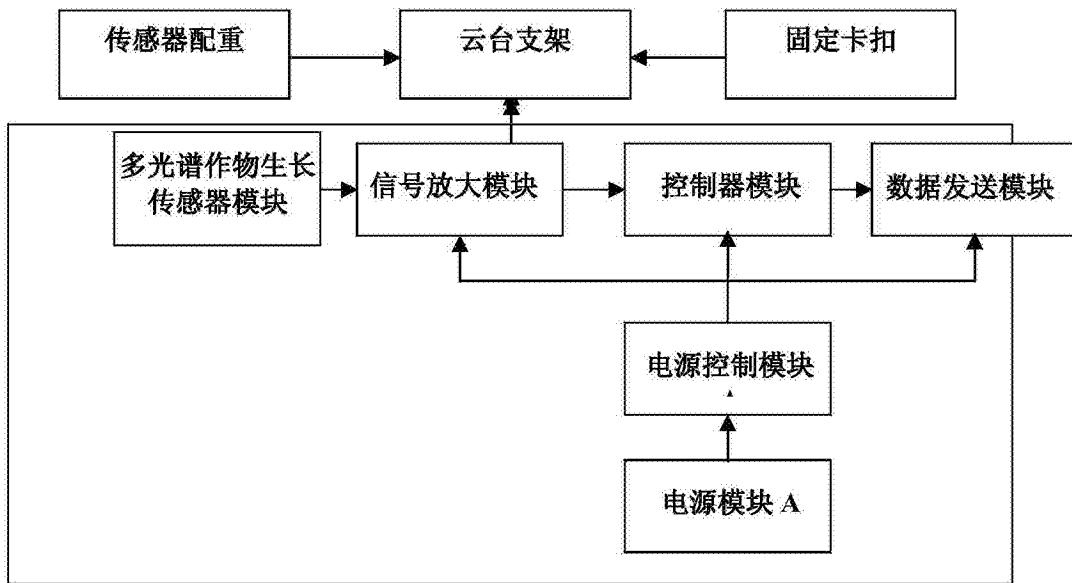


图1

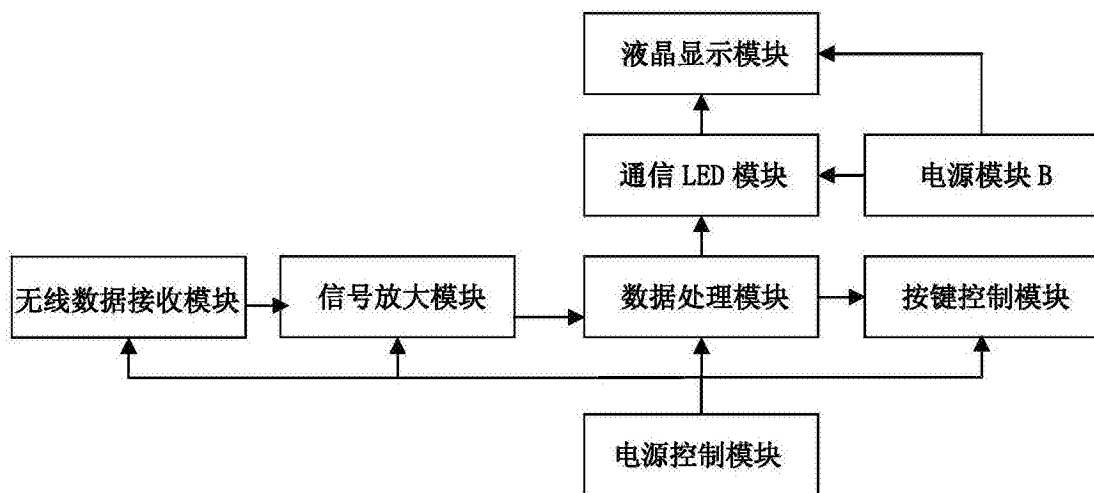


图2

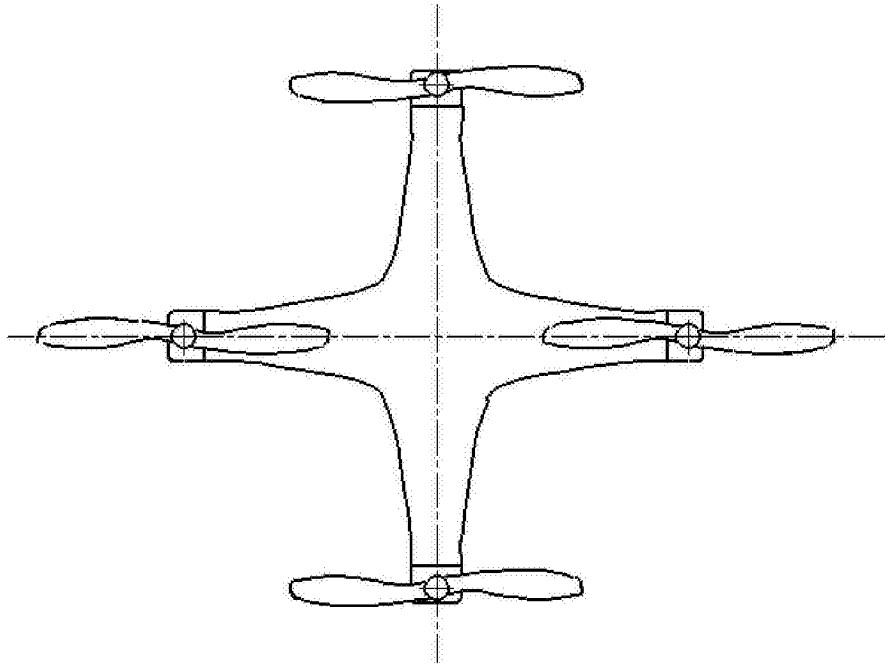


图3a

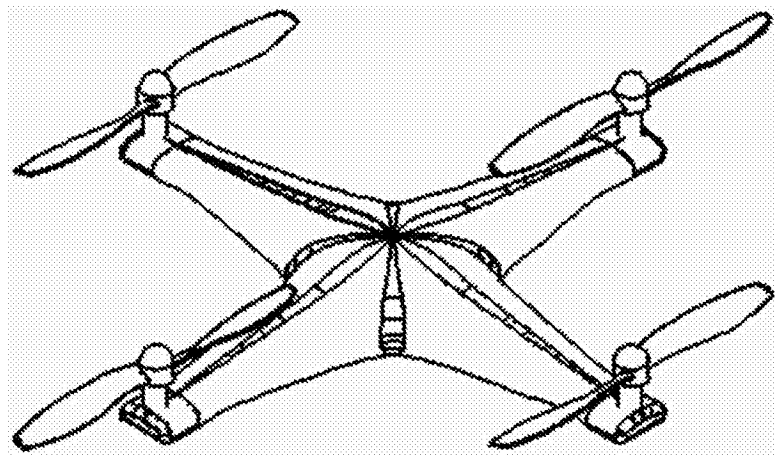


图3b

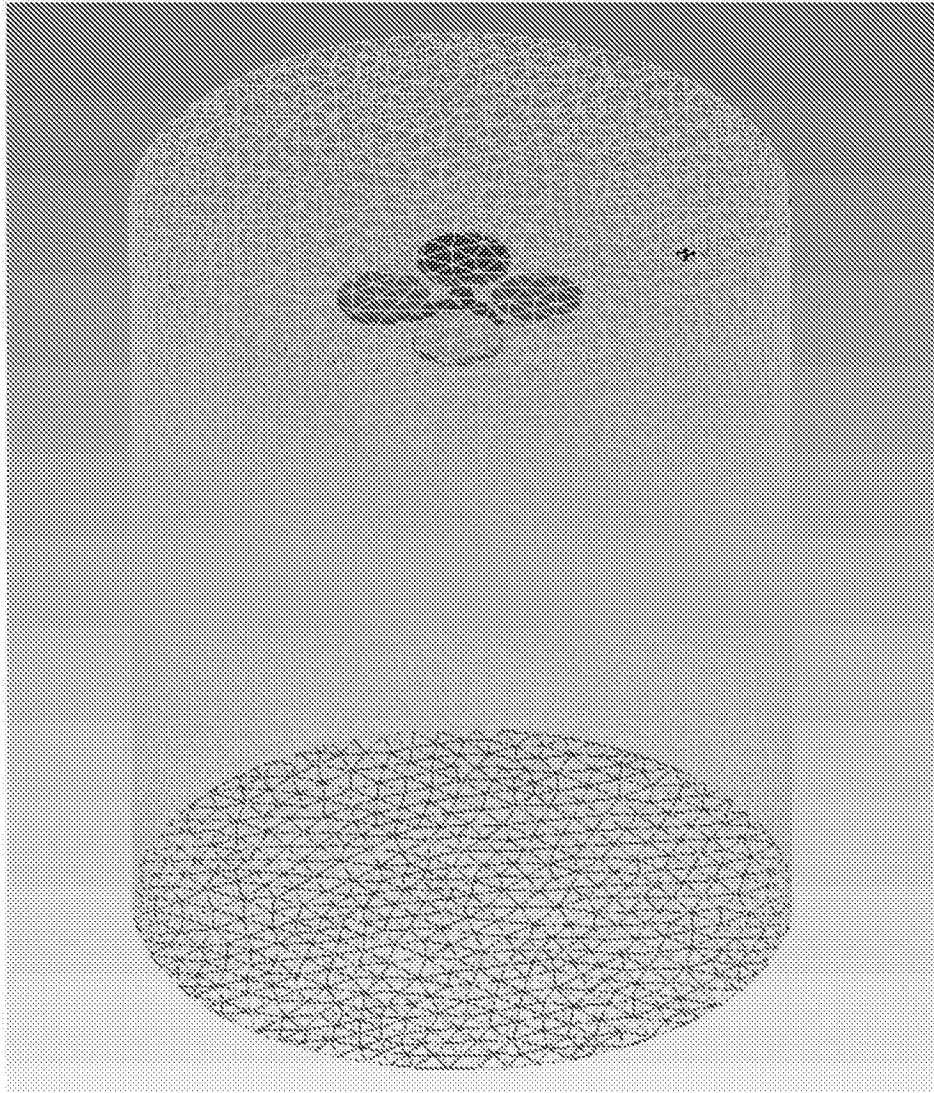


图4a

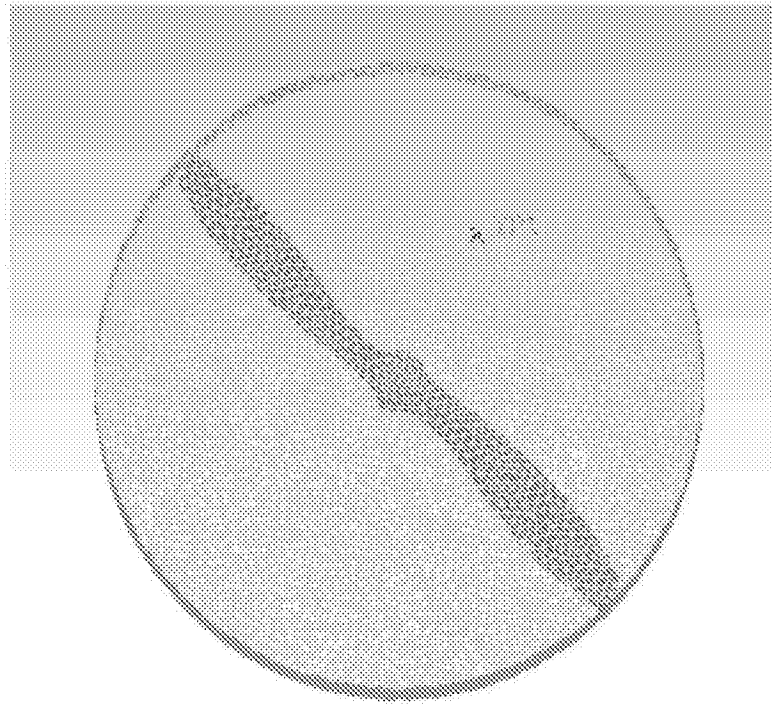


图4b

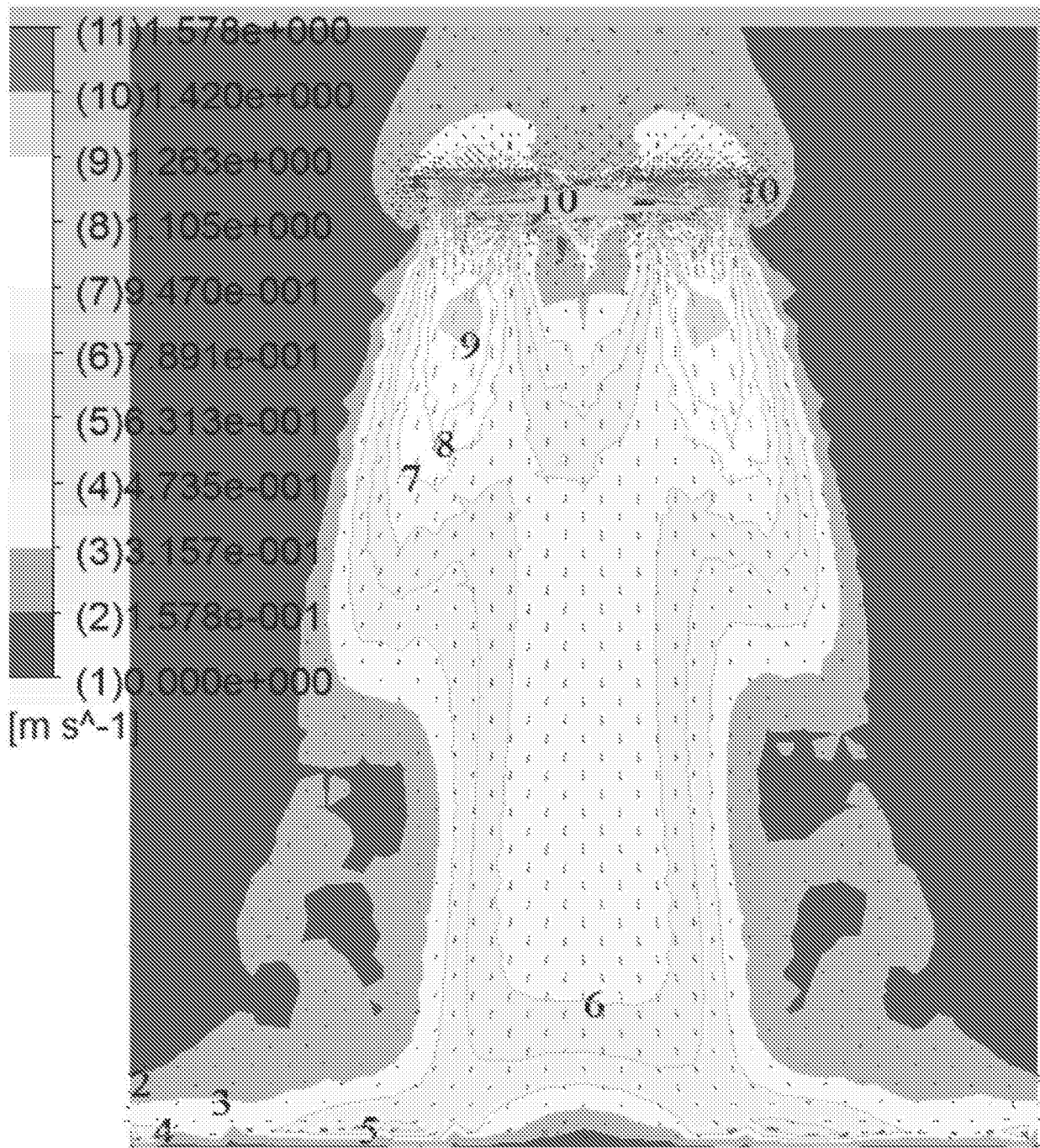


图5

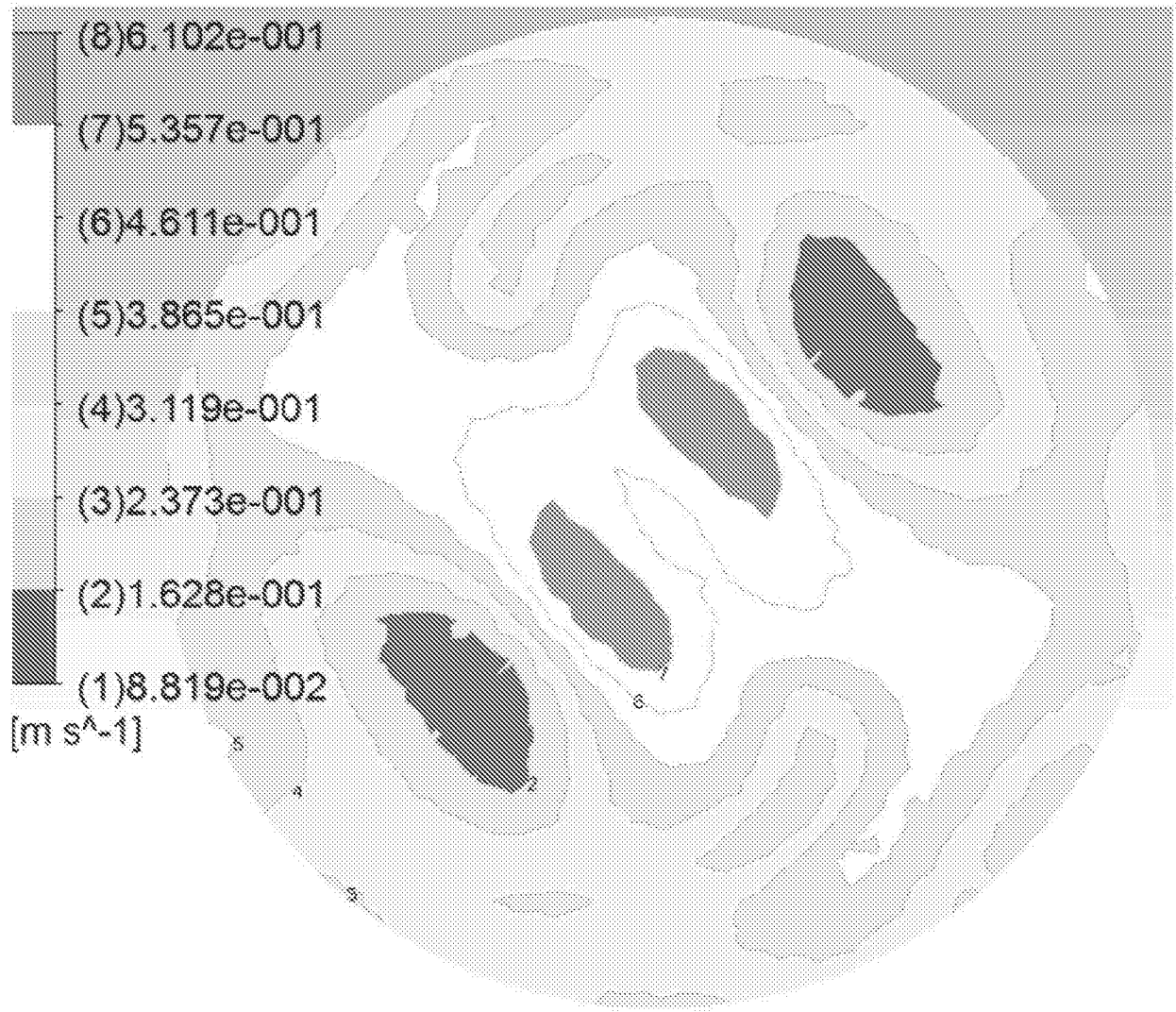


图6

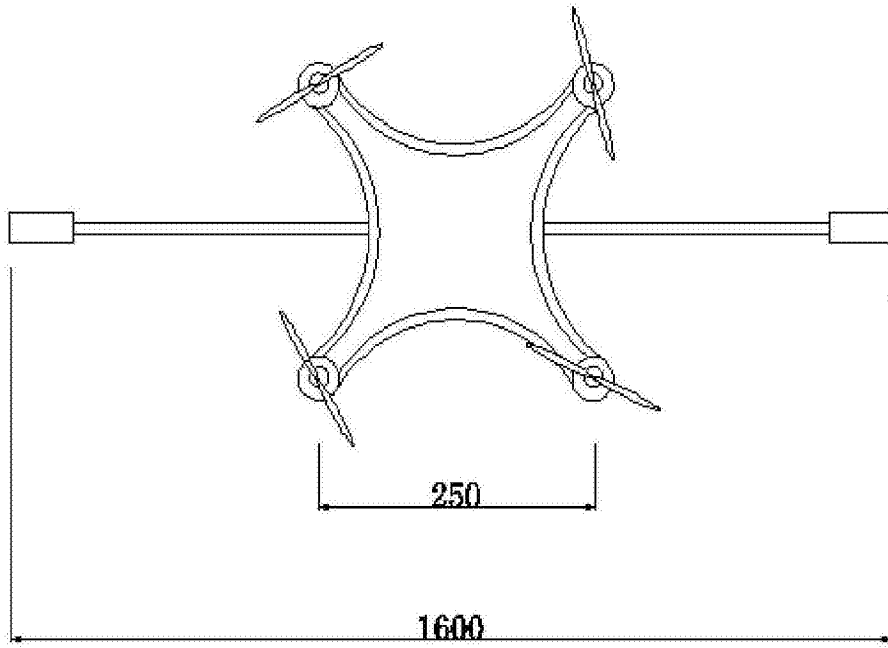


图7a

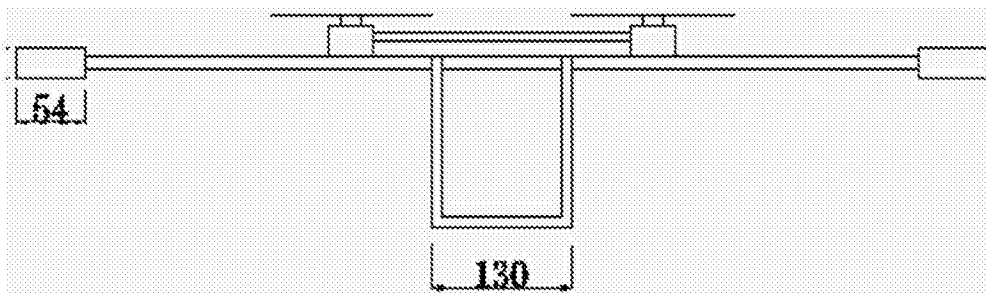


图7b