



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106501623 A

(43)申请公布日 2017.03.15

(21)申请号 201610953656.4

(22)申请日 2016.11.03

(71)申请人 山东农业大学

地址 271018 山东省泰安市岱宗大街61号

(72)发明人 王震 荆林龙 刘双喜 张菡

王金星

(74)专利代理机构 北京辰权知识产权代理有限公司

公司 11619

代理人 郎志涛

(51) Int. Cl.

G01R 29/08(2006.01)

G01R 29/24(2006.01)

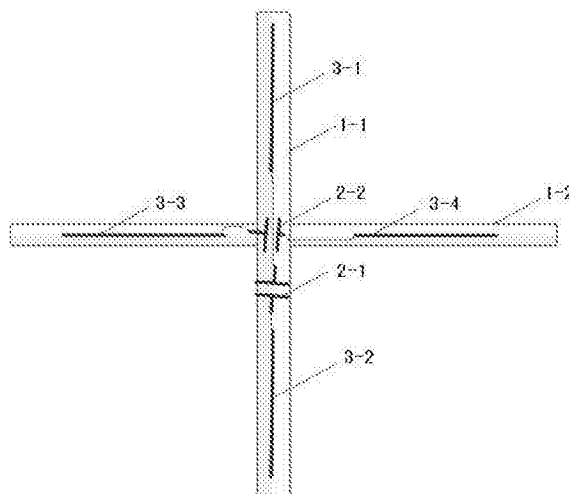
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

多旋翼无人机雷击危害性测量装置及多旋翼无人机

## (57)摘要

本发明提供一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置,具有雷击预警系统,所述雷电预警系统包括感应电压传感装置、感应电压放大模块和信号处理模块,所述感应电压传感装置安装在多旋翼无人机上,用于采集多旋翼无人机上的感应电压,所述感应电压放大后与设定阈值进行比较,当所述放大后的感应电压大于所述设定阈值时,所述信号处理模块发出雷击危险性预警信号。该装置可对无人机作业时的雷击危害性进行测量和评估,并将评估结果实时传输给无人机操作者,从而使得多旋翼无人机可以在阴雨天正常作业,可极大提高多旋翼无人机作业时间窗口长度,降低无人机被雷击的危害,保障无人机的作业安全。本发明还提供一种多旋翼无人机。



1. 一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置,具有雷击预警系统,其特征在于,所述雷击预警系统包括感应电压传感装置、感应电压放大模块和信号处理模块,所述感应电压传感装置安装在多旋翼无人机上,用于采集多旋翼无人机上的感应电压,所述感应电压经所述感应电压放大模块进行放大,所述信号处理模块接收放大后的感应电压,并与设定阈值进行比较,当所述放大后的感应电压大于所述设定阈值时,所述信号处理模块发出雷击危险性预警信号。

2. 根据权利要求1所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,还包括数据传输系统,用于接收所述信号处理模块发出的雷击危险性预警信号,并将所述雷击危险性预警信号传输到地面控制者的飞行控制器上,使得地面控制者能够根据所述雷击危险性预警信号进行判断,决定是否停止作业。

3. 根据权利要求2所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述信号处理模块中包含电场标定装置,用于将所述放大后的感应电压值转换为所对应的电场强度。

4. 根据权利要求3所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述设定阈值为 $3 \times 10^4 \text{V/m}$ 的电场强度。

5. 根据权利要求4所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述感应电压放大模块的放大增益大于10的7次方。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述感应电压传感装置由金属线和电容组成,所述电容两端分别与金属线相连,所述感应电压传感装置放置在无人机主机架上。

7. 根据权利要求6所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述无人机主机架包括正交分布的第一主梁和第二主梁。

8. 根据权利要求7所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置,其特征在于,所述感应电压传感装置包括第一电容、第二电容、第一金属线、第二金属线、第三金属线和第四金属线,所述第一金属线和所述第二金属线通过所述第一电容相连并沿直线布置在所述第一主梁上,所述第三金属线和所述第四金属线通过所述第二电容相连并沿直线布置在所述第二主梁上。

9. 一种多旋翼无人机,其特征在于,所述多旋翼无人机至少包括根据权利要求1-8中任一项所述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置。

## 多旋翼无人机雷击危害性测量装置及多旋翼无人机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及雷击危害性测量技术,特别涉及一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置及多旋翼无人机,属于无人机防雷领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,多旋翼无人机以其飞行稳定,可悬停,操作技术要求低等特点,被广泛应用于灾情评估,农情诊断,危险地带资源勘探等高危、不宜人为操作领域。多旋翼无人机充分挖掘现代微电子技术,结合稳定精准的飞控方式,可在1km范围内定点超低空飞行,可作为超低空图像采集、低空遥感影像拍摄等作业的装载平台。多旋翼无人机下游需求非常广泛,包括农业、电力石油、检灾、林业、气象、国土资源、警用、海洋水利、测绘、城市规划等多个行业,其中灾情检测和电力巡线等领域需求较为迫切,且具备较大的市场规模。由于使用范围越发广泛,多旋翼无人机将会应用在各种作业环境中,全天候作业也已是必然趋势,有时因执行紧急任务会在恶劣自然条件下进行作业,这必然增加了无人机遭受自然灾害侵袭的几率,雷击便是其中最常见的现象之一。据统计,全球每天将会发生800万次雷电,其中有16万次雷电电压高达亿伏,电流峰值达200kA,这种雷电可形成覆盖几公里的等离子通道,雷电信息多为高频段,电流变化率达105A/ $\mu$ s级,电磁脉冲放电能量达几百兆焦耳。据史料记载,航空史上已经有2500多架飞机遭雷击毁;根据美国有关部门统计,B-707型飞机被雷击中的概率为1/4400,而B-747型飞机被雷电击中的概率为1/2600,一架航线固定的飞机平均一年要遭受一次雷击。相对于载人客机,多旋翼无人机没有紧密飞行任务,但其应用范围广泛,飞行航线不固定,紧急条件下不能保证避开雷雨作业,且多旋翼无人机飞行空域在1km以内,更易遭受雷击。云地间雷电主要发生在3km以下,而多旋翼无人机作业高度一般在1km以下,属于雷击事件多发区域,所以多旋翼无人机遭受雷击的概率相对较大。研究多旋翼无人机防雷关键技术,确保无人机应对复杂飞行气象条件,对扩大无人机应用范围,促进无人机低空作业应用发展有着极为关键的意义。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有技术中的问题,本发明提出多旋翼无人机雷击危害性测量装置,可对多旋翼无人机雷击危害性进行评估的装置,以保障阴雨天气下无人机作业的雷电安全性。

[0004] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0005] 一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置,具有雷击预警系统,其特征在于,所述雷击预警系统包括感应电压传感装置、感应电压放大模块和信号处理模块,所述感应电压传感装置安装在多旋翼无人机上,用于采集多旋翼无人机上的感应电压,所述感应电压经所述感应电压放大模块进行放大,所述信号处理模块接收放大后的感应电压,并与设定阈值进行比较,当所述放大后的感应电压大于所述设定阈值时,所述信号处理模块发出雷击危险性预警信号。

[0006] 进一步,还包括数据传输系统,用于接收所述信号处理模块发出的雷击危险性预警信号,并将所述雷击危险性预警信号传输到地面控制者的飞行控制器上,使得地面控制者能够根据雷击危险性预警信号进行判断,决定是否停止作业。

[0007] 进一步,所述信号处理模块中包含电场标定装置,用于将所述放大后的感应电压值转换为所对应的电场强度。

[0008] 进一步,所述设定阈值是电场强度为 $3 \times 10^4 \text{V/m}$ 。

[0009] 进一步,所述感应电压放大模块的放大增益大于10的7次方。

[0010] 进一步,所述感应电压传感装置由金属线和电容组成,所述电容两端分别与金属线相连,所述感应电压传感装置放置在无人机主机架上。

[0011] 进一步,所述无人机主机架包括正交分布的第一主梁和第二主梁。

[0012] 进一步,所述感应电压传感装置包括第一电容、第二电容、第一金属线、第二金属线、第三金属线和第四金属线,所述第一金属线和所述第二金属线通过所述第一电容相连,并沿直线布置在所述第一主梁上,所述第三金属线和所述第四金属线3-4通过所述第二电容相连,并沿直线布置在所述第二主梁上。

[0013] 本发明的另一目的是提出一种多旋翼无人机,所述多旋翼无人机至少包括上述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置。

[0014] 本发明的原理是:由于雷击事件是空间放电现象,因此,在一次空间放电之前,会有较强的空间电场( $3 \times 10^6 \text{V/m}$ )才能满足空气击穿条件发生雷击,而如此强的空间电场会使得无人机上的电荷分布发生变化,只要监测无人机上的电荷分布变化,即可对雷击进行预警。因此,只要在多旋翼无人机主机架上的正交分布的主梁上放置两路感应电压传感装置,通过监测两路感应电压的变化,并且在两路感应电压达到一定阈值(该阈值可由感应电压及感应电压所对应的空间电场强度来决定,当空间电场强度 $> 3 \times 10^4 \text{V/m}$ 时可视为雷击危险性较高)即可对雷击危害性进行预警。

[0015] 本发明的优点在于:

[0016] 本发明的一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置,通过监测雷击前空间电场导致的无人机上的电荷分布变化情况,对雷击进行预警。本发明可对无人机作业时的雷击危害性进行测量和评估,并将评估结果实时传输给无人机操作者,从而使得多旋翼无人机可以在阴雨天正常作业,只有当雷击危害性大到一定强度,给出预警,才取消作业,可极大提高多旋翼无人机作业时间窗口长度,降低无人机被雷击的危害,保障无人机的作业安全。

## 附图说明

[0017] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0018] 附图1示出了根据本发明实施方式的雷击预警系统框图;

[0019] 附图2示出了根据本发明实施方式的安装在无人机上的感应电压传感装置结构图。

[0020] 图示中,1-1.第一主梁、1-2.第二主梁、2-1.第一电容、2-2.第二电容、3-1.第一金属线、3-2.第二金属线、3-3.第三金属线、3-4.第四金属线。

## 具体实施方式

[0021] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施方式。虽然附图中显示了本公开的示例性实施方式，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反，提供这些实施方式是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0022] 根据本发明的实施方式，提出一种多旋翼无人机雷击危害性测量装置，如图1所示，具有雷击预警系统，所述雷击预警系统包括感应电压传感装置、感应电压放大模块和信号处理模块，所述感应电压传感装置安装在多旋翼无人机上，用于采集多旋翼无人机上的感应电压，所述感应电压经所述感应电压放大模块进行放大，所述信号处理模块接收放大后的感应电压，经低通数字滤波后与设定阈值进行比较，当所述放大后的感应电压大于所述设定阈值时，所述信号处理模块发出雷击危险性预警信号。

[0023] 所述信号处理模块中包含电场标定装置，用于将所述放大后的感应电压值转换为所对应的电场强度。

[0024] 所述设定阈值为 $3 \times 10^4 \text{V/m}$ 的电场强度。

[0025] 所述感应电压放大模块的放大增益大于10的7次方。

[0026] 所述感应电压传感装置由金属线和电容组成，所述电容两端分别与金属线相连，所述感应电压传感装置放置在无人机主机架上。

[0027] 所述雷击危害性测量装置还包括数据传输系统，用于接收所述信号处理模块发出的雷击危险性预警信号，并将所述雷击危险性预警信号传输到地面控制者的飞行控制器上，使得地面控制者能够根据雷击危险性预警信号进行判断，决定是否停止作业。

[0028] 本实施例中，采用4条金属线和两个电容，如附图2所示，无人机主机架包括正交分布的第一主梁1-1和第二主梁1-2，第一金属线3-1和第二金属线3-2通过第一电容2-1相连，并沿直线布置在第一主梁1-1上，第三金属线3-3和第四金属线3-4通过第二电容2-2相连，并沿直线布置在第二主梁1-2上。

[0029] 所述感应电压放大模块分为两路，其中一路对第一电容2-1上的感应电压进行放大，放大增益在10的7次方以上，另一路对第二电容2-2上的感应电压进行放大，放大增益在10的7次方以上。

[0030] 所述的信号处理模块对感应电压放大模块的两路感应电压进行采集、低通数字滤波与判断，当任何一路感应电压所代表的电场强度 $> 3 \times 10^4 \text{V/m}$ 时即给出雷击危险性预警，将预警信号传递给数据传输系统。所述的感应电压放大模块输出电压与所代表的电场强度之间的关系，可在电场标定装置中进行标定确定。

[0031] 本发明还提出一种多旋翼无人机，所述多旋翼无人机至少包括上述的多旋翼无人机雷击危害性测量装置。

[0032] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。



图1

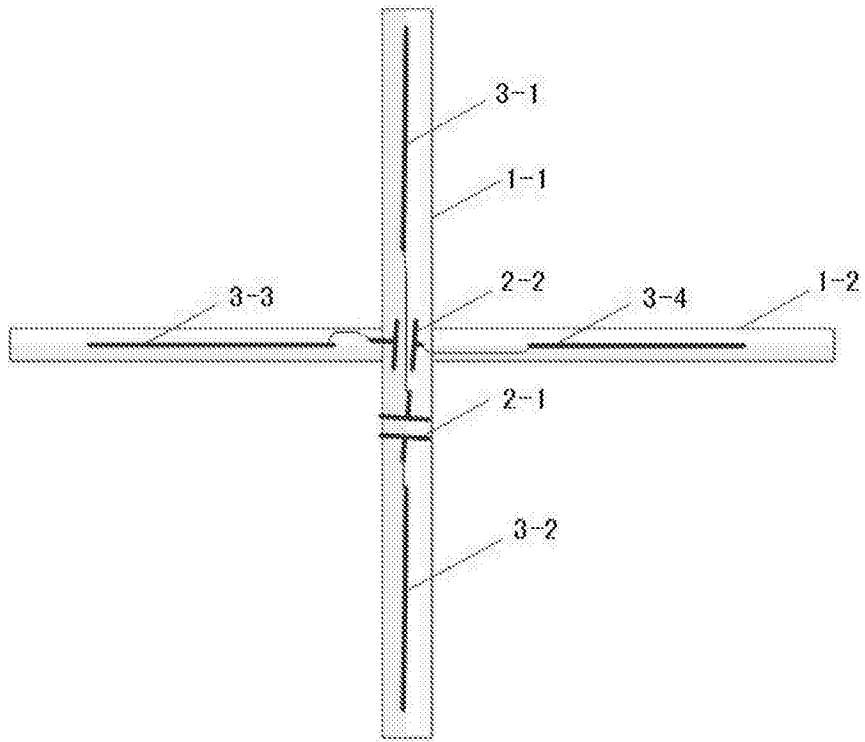


图2