



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110963036 A  
(43)申请公布日 2020.04.07

(21)申请号 201911328253.0

(22)申请日 2019.12.20

(71)申请人 上海瓴云土木工程咨询有限公司  
地址 200093 上海市普陀区真光路1473弄3号2层2045室

(72)发明人 白云 鲁洪昊 高程展 张雪辉 徐迪璐

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
代理人 韩雪梅

(51) Int. Cl.  
B64C 39/02(2006.01)  
B64D 47/08(2006.01)  
B64D 47/00(2006.01)  
E04G 23/02(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法。该方法包括：利用无人机完成对工程结构物的建模，确定无人机自动巡航检测的轨迹范围；获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据，所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据；根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据，确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标；根据所述待修复的结构部位坐标操作所述无人机，前往所述待修复的结构部位坐标处；启动所述无人机的修复系统，对所述待修复的结构部位进行修复；对已经修复的结构部位进行二次修复。本发明能够快速实现建筑的检测和修复，从而缩短维修保养建筑的工期。



1. 一种基于无人机进行建筑检测修复的装置,所述装置包括无人机主体、无人机机臂、无人机螺旋桨和定位系统,所述无人机螺旋桨通过所述无人机机臂与所述无人机主体连接,所述定位系统位于所述无人机主体内,其特征在于,包括:安装于无人机主体上的非接触式成像系统、安装于无人机主体上的接触式成像系统、修复系统、飞行控制系统和地面控制系统,所述非接触式成像系统用于采集建筑渗漏水区域的图像和建筑裂缝区域的图像,所述接触式成像系统用于采集建筑结构外层剥落区域的图像,所述飞行控制系统用于根据所述定位系统的定位信息控制所述非接触式成像系统和接触式成像系统采集图像,所述地面控制系统与所述飞行控制系统连接,所述地面控制系统分别与所述非接触式成像系统和所述接触式成像系统连接,所述地面控制系统用于获取建筑结构图像信息,所述修复系统分别与所述飞行控制系统和所述地面控制系统连接,所述修复系统用于在所述地面控制系统和所述飞行控制系统的带动下到达建筑结构待修复区域并进行修复。

2. 根据权利要求1所述的基于无人机进行建筑检测修复的装置,其特征在于,所述非接触式成像系统采用机载红外检测摄像头和机载光学检测摄像头,所述机载红外检测摄像头用于采集建筑渗漏水区域的图像,所述机载光学检测摄像头用于采集建筑裂缝区域的图像。

3. 根据权利要求1所述的基于无人机进行建筑检测修复的装置,其特征在于,所述接触式成像系统采用机载电动冲击锤,所述机载电动冲击锤用于采集建筑结构外层剥落区域的图像。

4. 根据权利要求1所述的基于无人机进行建筑检测修复的装置,其特征在于,所述修复系统包括:安装于无人机主体上的修复材料容器、与所述修复材料容器连接的修复材料喷嘴、连接无人机与地面的材料供应软管和地面材料供应设备,所述修复材料容器用于通过所述材料供应软管与所述地面材料供应设备连接,所述修复材料喷嘴用于对建筑渗漏水区域、建筑裂缝区域和建筑结构外层剥落区域进行修复。

5. 一种基于无人机进行建筑检测修复的方法,其特征在于,包括:

利用无人机完成对工程结构物的建模,确定无人机自动巡航检测的轨迹范围;

获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据,所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据;

根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据,确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标;

根据所述待修复的结构部位坐标操作所述无人机,前往所述待修复的结构部位坐标处;

启动所述无人机的修复系统,对所述待修复的结构部位进行修复;

对已经修复的结构部位进行二次修复。

6. 根据权利要求5所述的基于无人机进行建筑检测修复的方法,其特征在于,所述获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据,所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据,具体包括:

采用机载红外检测摄像头采集建筑渗漏水区域的图像;

采用机载光学检测摄像头采集建筑裂缝区域的图像;

采用机载电动冲击锤确定建筑结构外层剥落区域的图像。

7. 根据权利要求5所述的基于无人机进行建筑检测修复的方法,其特征在于,所述根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据,确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标,具体包括:

根据所述非接触式成像数据与预设非接触式成像数据,得到第一待修复结果;

根据所述接触式成像数据与预设接触式成像数据,得到第二待修复结果;

根据所述第一待修复结果和所述第二待修复结果,确定待修复的结构部位;

根据所述待修复的结构部位,确定待修复的结构部位坐标。

8. 根据权利要求5所述的基于无人机进行建筑检测修复的方法,其特征在于,所述启动所述无人机的修复系统,对所述待修复的结构部位进行修复,具体包括:

通过安装于无人机主体上的修复材料容器和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复;

当无人机携带的修复材料无法满足修复所要求时,则通过连接无人机与地面的材料供应软管和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复。

## 一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机土木工程结构检测修复领域,特别是涉及一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,我国基础设施建设迅速发展。现今我国已拥有两万多条隧道,一百多万座桥梁。但是随着使用年限地增加,大量建筑也逐渐步入“老龄化”,这就要求建设单位要对建筑进行维护和检测,若发现病害现象及时处理,这是保证建筑安全性及使用寿命的重要手段。

[0003] 以桥梁为例,其病害可能在墩身,梁,支座,伸缩缝等结构部位出现裂缝,下挠,预应力损失,截面尺寸超差,钢筋锈胀,渗漏水等现象。引起桥梁病害的主要原因可能是(1)原建造年代标准低,后期运营超负荷;(2)施工技术不完善;(3)结构老化、耐久性不足。

[0004] 我国建筑体量庞大的特点给建筑结构的检测与维护带来了巨大挑战。传统的人工检测修复方式往往需要工作人员攀爬到建筑的各个待检测区域后人工操作仪器进行观测,具有工作周期长、作业难度高的特点。这使得检测修复的时间及资金花费很大,并且现场人员还会面临安全风险。

[0005] 而使用无人机能够很大程度改善这一问题。无人机是通过操作员远程操控或者机载计算机自主操控的无人驾驶的飞机。与传统的有人驾驶的飞机相比,无人机具有灵活性高,成本低,多功能性等特点。因此无人机正迅速扩展到商业,科学,军事等众多领域,为人类的生活提供了极大的便利。当无人机应用于建筑领域时,通过无人机可以灵活的移动到建筑结构的各个部位使用成像技术或接触检测技术来进行结构检测。同时,无人机还可以携带修复材料,通过喷涂的方式进行建筑结构修复。使用无人机进行建筑结构检测修复相比传统的人工方案将具有耗时短、费用低以及安全性高的优势。

[0006] 无人机技术可以有效地克服人工检测低效率,不准确,高难度的弊端,但市场上已有的基于移动机器人的方案只能够进行检测不能进行修复,且检测方式往往只有基于摄像头图像的检测方式。由于检测方式的单一以及修复手段的缺失,不能完全解决人工检测修复面临的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法,采用多种综合的检测方式能够快速实现建筑的检测和修复,从而缩短维修保养建筑的工期。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0009] 一种基于无人机进行建筑检测修复的装置,所述装置包括无人机主体、无人机机臂、无人机螺旋桨和定位系统,所述无人机螺旋桨通过所述无人机机臂与所述无人机主体连接,所述定位系统位于所述无人机主体内,还包括:安装于无人机主体上的非接触式成像系统、安装于无人机主体上的接触式成像系统、修复系统、飞行控制系统和地面控制系统,

所述非接触式成像系统用于采集建筑渗漏水区域的图像和建筑裂缝区域的图像,所述接触式成像系统用于采集建筑结构外层剥落区域的图像,所述飞行控制系统用于根据所述定位系统的定位信息控制所述非接触式成像系统和接触式成像系统采集图像,所述地面控制系统与所述飞行控制系统连接,所述地面控制系统分别与所述非接触式成像系统和所述接触式成像系统连接,所述地面控制系统用于获取建筑结构图像信息,所述修复系统分别与所述飞行控制系统和所述地面控制系统连接,所述修复系统用于在所述地面控制系统和所述飞行控制系统的带动下到达建筑结构待修复区域并进行修复。

[0010] 可选的,所述非接触式成像系统采用机载红外检测摄像头和机载光学检测摄像头,所述机载红外检测摄像头用于采集建筑渗漏水区域的图像,所述机载光学检测摄像头用于采集建筑裂缝区域的图像。

[0011] 可选的,所述接触式成像系统采用机载电动冲击锤,所述机载电动冲击锤用于采集建筑结构外层剥落区域的图像。

[0012] 可选的,所述修复系统包括:安装于无人机主体上的修复材料容器、与所述修复材料容器连接的修复材料喷嘴、连接无人机与地面的材料供应软管和地面材料供应设备,所述修复材料容器用于通过所述材料供应软管与所述地面材料供应设备连接,所述修复材料喷嘴用于对建筑渗漏水区域、建筑裂缝区域和建筑结构外层剥落区域进行修复。

[0013] 一种基于无人机进行建筑检测修复的方法,包括:

[0014] 利用无人机完成对工程结构物的建模,确定无人机自动巡航检测的轨迹范围;

[0015] 获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据,所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据;

[0016] 根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据,确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标;

[0017] 根据所述待修复的结构部位坐标操作所述无人机,前往所述待修复的结构部位坐标处;

[0018] 启动所述无人机的修复系统,对所述待修复的结构部位进行修复;

[0019] 对已经修复的结构部位进行二次修复。

[0020] 可选的,所述获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据,所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据,具体包括:

[0021] 采用机载红外检测摄像头采集建筑渗漏水区域的图像;

[0022] 采用机载光学检测摄像头采集建筑裂缝区域的图像;

[0023] 采用机载电动冲击锤确定建筑结构外层剥落区域的图像。

[0024] 可选的,所述根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据,确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标,具体包括:

[0025] 根据所述非接触式成像数据与预设非接触式成像数据,得到第一待修复结果;

[0026] 根据所述接触式成像数据与预设接触式成像数据,得到第二待修复结果;

[0027] 根据所述第一待修复结果和所述第二待修复结果,确定待修复的结构部位;

[0028] 根据所述待修复的结构部位,确定待修复的结构部位坐标。

[0029] 可选的,所述启动所述无人机的修复系统,对所述待修复的结构部位进行修复,具体包括:

[0030] 通过安装于无人机主体上的修复材料容器和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复；

[0031] 当无人机携带的修复材料无法满足修复所要求时，则通过连接无人机与地面的材料供应软管和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复。

[0032] 根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：

[0033] (1) 本发明提出一种基于无人机进行建筑检测修复的方法，用于解决传统人工检测修复花费高、危险性高的缺陷。该方法可以缩短建筑结构维护的周期、降低花费及工作人员风险。

[0034] (2) 本发明克服了已有的基于移动机器人的建筑结构病害检测方案的检测方法单一的缺陷，已有的检测方案仅通过拍摄图像作为检测依据且仅针对裂缝检测。本发明涵盖了非接触式检测和接触式检测，具体的，涵盖了摄像头检测、红外检测和接触检测三种方案，能够检测材料的分层、脱粘、表面缺陷和恶化、内部缺陷、裂缝分布与宽度等指标，能够更为全面的检测建筑物。

[0035] (3) 本发明克服了已有的基于移动机器人的建筑结构病害检测方案仅有检测而无相应修复措施的缺陷。本发明能够针对检测结果对症下药，携带修复材料对工作人员难以到达的地方进行修复，降低了维修成本，减小了工作人员的风险，减轻了工作人员的负担。

## 附图说明

[0036] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 图1为本发明无人机结构俯视示意图；

[0038] 图2为本发明无人机结构正视示意图；

[0039] 图3为本发明冲击锤被触发时的结构侧视示意图；

[0040] 图4为本发明无人机与地面控制系统连接示意图；

[0041] 图5基于无人机进行建筑检测修复的方法流程图。

## 具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0043] 本发明的目的是提供一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法，采用多种综合的检测方式能够快速实现建筑的检测和修复，从而缩短维修保养建筑的工期。

[0044] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0045] 图1为本发明无人机结构俯视示意图；图2为本发明无人机结构正视示意图；图3为本发明冲击锤被触发时的结构侧视示意图；图4为本发明无人机与地面控制系统连接示意

图。如图1-图4所示,一种基于无人机进行建筑检测修复的装置,所述装置包括无人机主体1、无人机机臂2、无人机螺旋桨3和定位系统(图中未标注),所述无人机螺旋桨3通过所述无人机机臂2与所述无人机主体1连接,所述定位系统位于所述无人机主体1内,所述装置还包括:安装于无人机主体1上的非接触式成像系统、安装于无人机主体上的接触式成像系统、修复系统、飞行控制系统和地面控制系统,所述非接触式成像系统用于采集建筑渗漏水区域的图像和建筑裂缝区域的图像,所述接触式成像系统用于采集建筑结构外层剥落区域的图像,所述飞行控制系统用于根据所述定位系统的定位信息控制所述非接触式成像系统和接触式成像系统采集图像,所述地面控制系统与所述飞行控制系统连接,所述地面控制系统分别与所述非接触式成像系统和所述接触式成像系统连接,所述地面控制系统用于获取建筑结构图像信息,所述修复系统分别与所述飞行控制系统和所述地面控制系统连接,所述修复系统用于在所述地面控制系统和所述飞行控制系统的带动下到达建筑结构待修复区域并进行修复。

[0046] 无人机所有的检测和修复路线、点位的坐标均由地面控制系统中的路线规划系统实现。借助无人机搭载的飞行控制和定位系统,无人机即可准确地到达制定目标位置。

[0047] 无人机的检测功能由非接触式成像系统和接触式检测系统共同实现。前者包含但不限于机载红外检测摄像头5和机载光学检测摄像头6,所述机载红外检测摄像头5用于采集建筑渗漏水区域的图像,所述机载光学检测摄像头6用于采集建筑裂缝区域的图像;后者包含但不限于机载电动微型冲击锤8,所述机载电动微型冲击锤8用于采集建筑结构外层剥落区域的图像。无人机检测完成后的信息存储与传递由无人机的资料存储与传输系统完成。信息传输至地面控制系统后,由其中的病害识别系统(包括但不限于裂缝识别系统,剥落识别系统和渗漏识别系统)完成对病害的鉴定。鉴定结果传输至路线规划系统,进而决定无人机的修复路线。

[0048] 所述修复系统承担了无人机的修复功能。修复系统主要包括了材料存储系统、材料运输系统和材料喷射系统。材料存储系统包含但不限于无人机内部的材料存储容器和地面材料存储箱。材料运输系统包含但不限于无人机内部的导管和连接地面材料存储箱与无人机之间的可拆卸式软管。材料喷射系统包含但不限于无人机装配的喷嘴。优选的,修复系统包括安装于无人机主体上的修复材料容器、与所述修复材料容器连接的修复材料喷嘴7、连接无人机与地面的材料供应软管9和地面材料供应设备11,所述修复材料容器用于通过材料供应软管9与所述地面材料供应设备11连接,所述修复材料喷嘴7用于对建筑渗漏水区域、建筑裂缝区域和建筑结构外层剥落区域进行修复,所述地面材料供应设备11上设置地面材料供应进料口10,所述地面材料供应设备11底部安装有滚轮12。

[0049] 图5基于无人机进行建筑检测修复的方法流程图。如图5所示,一种基于无人机进行建筑检测修复的方法,包括:

[0050] 步骤101:利用无人机完成对工程结构物的建模,确定无人机自动巡航检测的轨迹范围;在无人机控制软件中预先设定结构待检测部位的坐标,作为无人机自动巡航检测的轨迹范围。

[0051] 优选的,所述步骤101包括以下步骤:

[0052] 在无人机上根据实际工程结构物场地情况设置好无人机的拍摄区域,相机朝向,拍照模式及其他无人机飞行拍摄参数。针对不同的结构物需采取不同的飞行航线。

[0053] 利用倾斜摄影技术,借助无人机采集待检测结构的影像;其中,倾斜摄影技术是指搭载一个或多个高清摄像头的无人机同时从垂直以及不同倾斜角度采集地面物体的影像,相比传统摄影技术获取地面物体更为完整准确的信息。

[0054] 结合无人机拍摄图片的经纬度信息,利用计算机软件完成对无人机拍摄工程结构物的三维建模。

[0055] 设置无人机所需检查工程结构物的部位,利用工程结构物的三维模型得到检查点的坐标。利用所得到的坐标规划无人机的航行路线轨迹。

[0056] 步骤102:获取无人机在所述轨迹范围内飞行到所述待检测建筑工程结构部位的数据,所述数据包括非接触式成像数据和接触式成像数据,具体包括:

[0057] 采用机载红外检测摄像头采集建筑渗漏水区域的图像。

[0058] 采用机载光学检测摄像头采集建筑裂缝区域的图像。

[0059] 采用机载电动冲击锤确定建筑结构外层剥落区域的图像。

[0060] 非接触式成像检测方法包括如下两种:

[0061] 1、光学检测,即通过无人机的机载光学检测摄像头拍摄的图片作为检测裂缝的手段。无人机到达指定位置后拍摄现场照片。

[0062] 2、红外检测,即通过机载红外检测摄像头作为检测渗漏水区域的手段。无人机到达指定位置后,利用机载红外检测摄像头采集结构检测部位的红外辐射特征,校准后转化为温度并输出图像。

[0063] 接触式成像检测方法包括但不限于通过机载电动冲击锤作为检测结构外层是否剥落的手段。无人机到达指定位置后,摄像头首先拍摄并记录预定撞击点的影像。而后调节飞行器的位置,使得飞行器紧贴建筑的预定撞击点所在面。驱动电动撞击锤锤击预定撞击点。调节飞行器的位置回到原指定位置,再次用摄像机拍摄并记录撞击点的影像。

[0064] 无人机在每个检测点进行检测时,每次检测的数据与无人机当时的位置坐标对应,一并存储。

[0065] 步骤103:根据所述非接触式成像数据和所述接触式成像数据,确定待修复的结构部位和待修复的结构部位坐标,具体包括:

[0066] 根据所述非接触式成像数据与预设非接触式成像数据,得到第一待修复结果。

[0067] 根据所述接触式成像数据与预设接触式成像数据,得到第二待修复结果。

[0068] 根据所述第一待修复结果和所述第二待修复结果,确定待修复的结构部位。

[0069] 根据所述待修复的结构部位,确定待修复的结构部位坐标。

[0070] 对于图片影像,借助计算机程序判定指定区域是否有裂缝。

[0071] 以下列举一种优选的检测方法,包括以下八个步骤。

[0072] (1) 转化过程:首先将所拍摄的图像从真彩图转化为灰度图。

[0073] (2) 去噪处理:用中值滤波对图片进行去噪处理,去除高频噪声。

[0074] (3) 对比度增强:增强图片的对比度。

[0075] (4) 边缘提取:使用Canny算法进行裂缝边缘提取。

[0076] (5) 连接裂缝:采用DBSCAN聚类算法连接临近的裂缝。

[0077] (6) 找出过程:找出所有连通域并删除非裂缝的噪点区域。

[0078] (7) 提取过程:对每个连通域提取骨架,测量每个连通域的平均长度和宽度。

[0079] (8) 对比过程:将测量结果与事先设定的阈值进行比较。如果超出范围则认为需要对裂缝进行修补,根据对应的坐标位置得到需要进行修复的位置坐标并记录;否则无需修补,不做记录。

[0080] 作为备选方案,也可以采用基于机器视觉的裂缝检测方法,或者是基于深度学习的裂缝检测方法。

[0081] 对于红外图像,用人工肉眼识别的方式对指定区域是否有渗水、漏水现象进行判断。

[0082] 对于撞击试验前后对比影像,借助计算机程序判定该撞击区域是否有剥落现象,具体包括:

[0083] (1) 框选一定的图像范围。

[0084] (2) 将撞击前后两幅图从真彩图转化为灰度图。

[0085] (3) 按如下公式计算每一个点的相似系数并累加。

[0086] 
$$\Sigma f_{abs} (GA[j][i]-GB[j][i]) / ((GA[j][i]+GB[j][i]) / 2.0)$$

[0087] 其中  $\Sigma$  是对  $j, i$  取遍每个像素点,  $GA[j][i]$  是第一张图某一像素点的灰度值,  $GB[j][i]$  是第二张图某一像素点的灰度值。

[0088] (4) 将所得结果与事先设定的阈值进行比较。如果超出范围则认为有剥落现象出现,需要进行修补,然后根据对应的坐标位置得到需要进行修复的位置坐标并记录;否则认为无剥落现象,不做记录。

[0089] 步骤104:根据所述待修复的结构部位坐标操作所述无人机,前往所述待修复的结构部位坐标处。

[0090] 步骤105:启动所述无人机的修复系统,对所述待修复的结构部位进行修复,具体包括:

[0091] 通过安装于无人机主体上的修复材料容器和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复。

[0092] 当无人机携带的修复材料无法满足修复所要求时,则通过连接无人机与地面的材料供应软管和修复材料喷嘴对待修复的结构部位进行修复。

[0093] 步骤105的修复方案具体包括如下两种:

[0094] 机载材料容器中装有修复所需的材料,到达指定位置后通过喷射口进行喷洒。

[0095] 当以上第一种修复方案无法满足实际工况要求时采用以下第二种方案:

[0096] 借助与地面材料供应设备相连接的软管,软管连接地面的可移动材料供应设备,采用地面泵送的方式向无人机输送修复材料。在无人机端由喷射装置进行喷洒。

[0097] 步骤106:对已经修复的结构部位进行二次修复,确保修复效果,若修复效果不好,则继续修复,否则认为本次结构检测修复工作完成。

[0098] 本发明提出一种基于无人机进行建筑检测修复的装置及方法,该装置以无人机为基础,依托接触式以及非接触式检测方法以及材料喷涂修复方案。使用该方法可以大量降低建筑结构维护中的人力,从而大幅减少投资以及工作人员作业的危险性,以及缩短维修保养工程的工期。

[0099] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0100] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

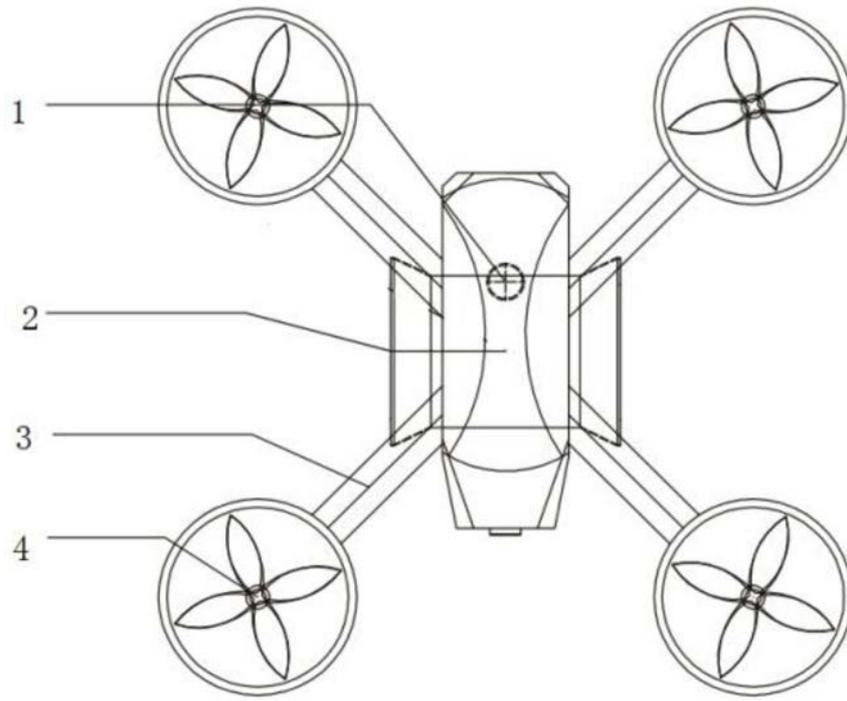


图1

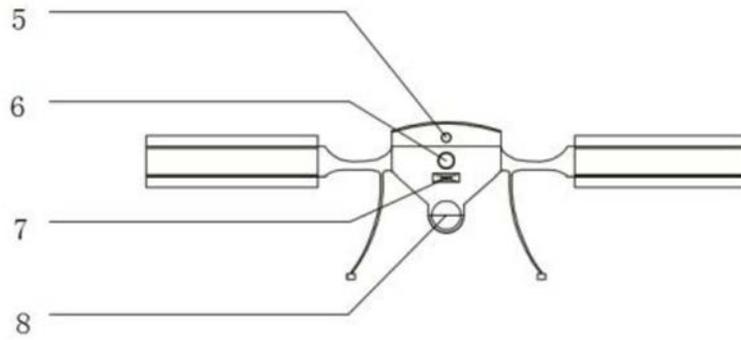


图2

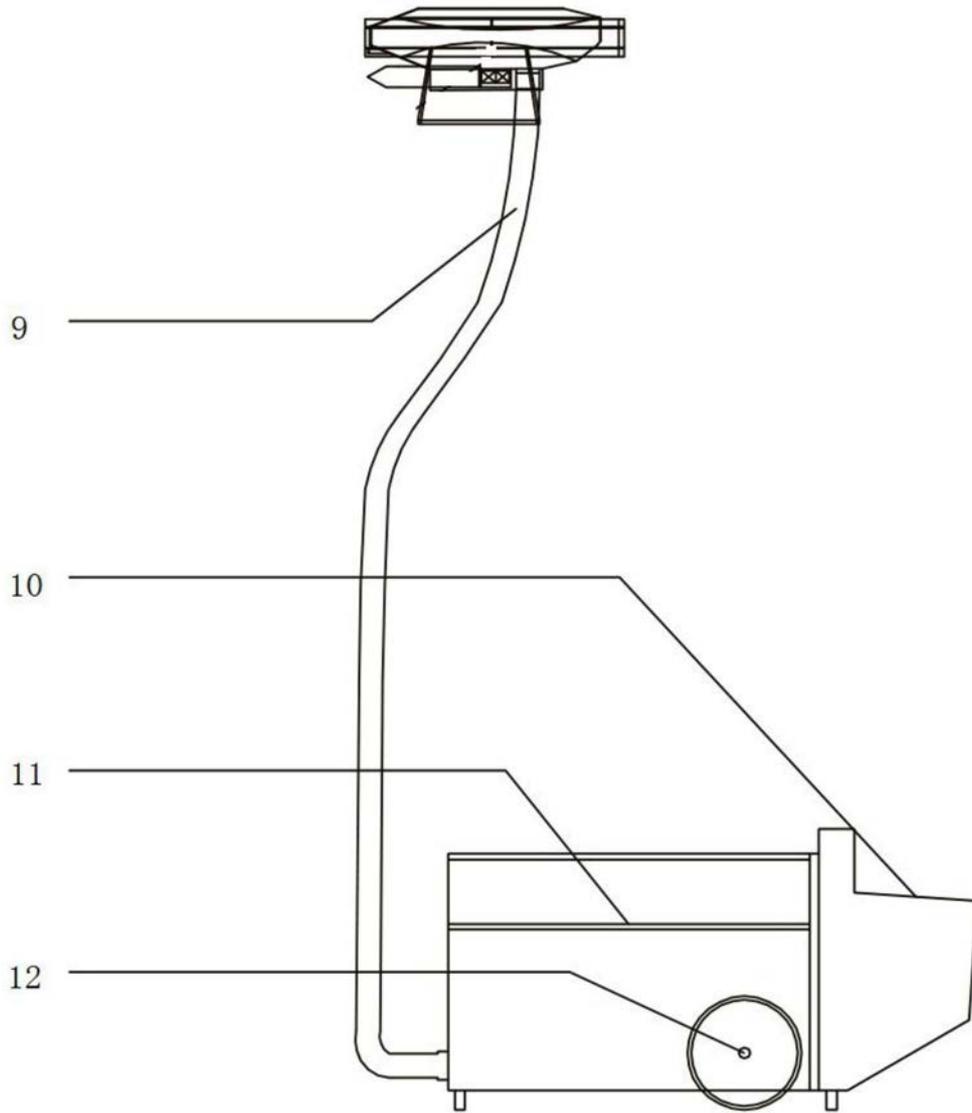


图3

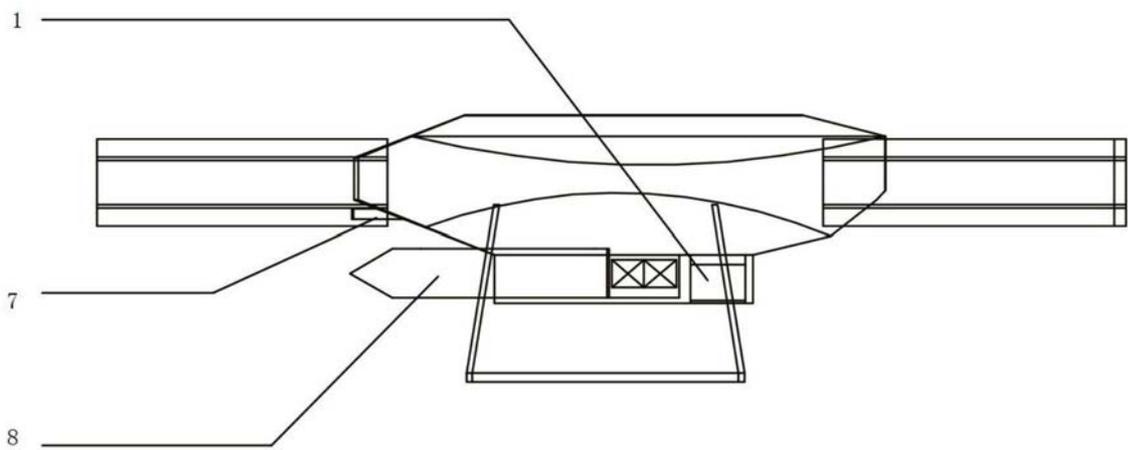


图4

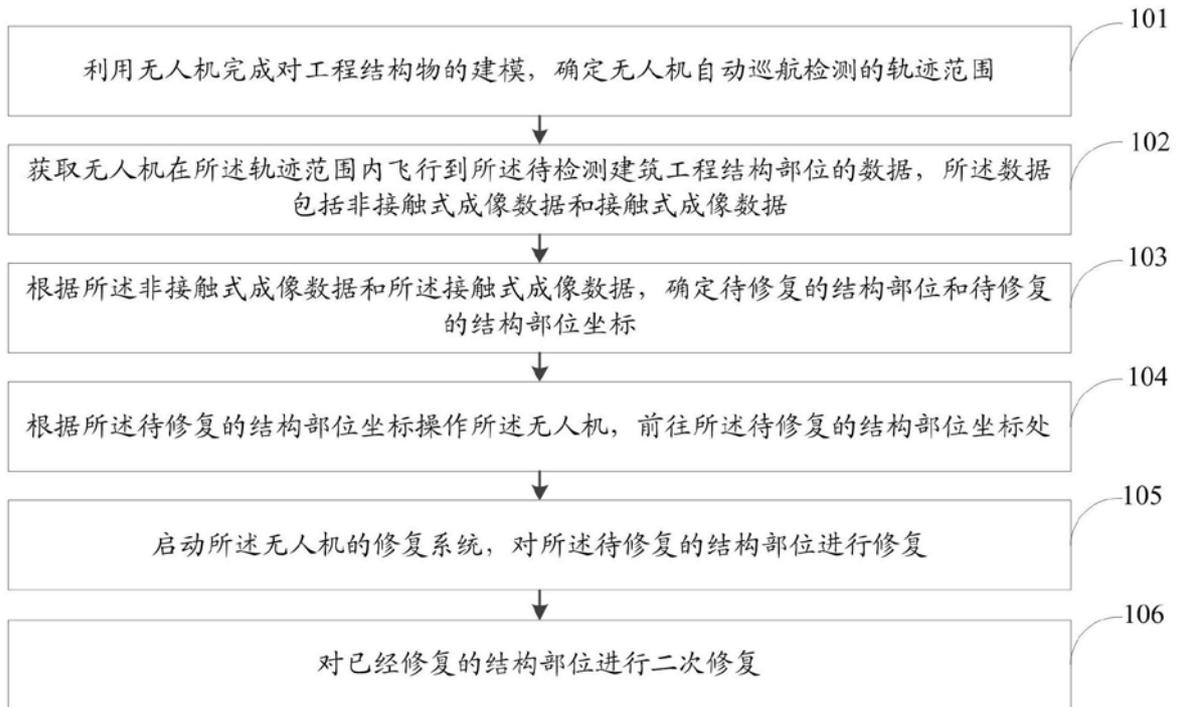


图5