

可拆爆四旋翼无人直升机的设计研究

Research on Design of Unmanned Quadcopter for Bomb Disposal

西安航空学院机械学院 张康智 杨武成 杨北辰 王振 吕雷波 李敏 胡申

[摘要] 研究了一种无人操作的四旋翼无人直升机,可以帮助拆除爆炸装置或者使用机械手臂抓取地面物体。对其结构和优点做了介绍,并对四旋翼无人直升设计以及装配、材料、安装的关键技术进行了分析。随着航空事业的不断发展,四旋翼无人直升机将能够更好地满足军事和民用的应用需求。

关键词: 四旋翼无人直升机 拆爆 机械手

[ABSTRACT] In this paper, unmanned quadcopter is studied, which can help people to remove the explosive device or use the robotic arms to grasp the ground objects. The structure and advantages are introduced, and key technologies of design and assembly, materials and installation of the unmanned quadcopters used for bomb disposal are analyzed. With the development of aviation industry, the unmanned quadcopter can better meet the needs of military and civilian applications.

Keywords: Unmanned quadcopter Bomb disposal Robotic arm

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.16.102

目前,废旧炮弹危险物品以及人难以触及的物品的拆除主要是在半自动化状态下完成的,自动化程度低。拆除这些物品时,如果操作不慎,容易造成人员伤亡和财产损失。因此,研制可拆爆四旋翼无人直升机,可以在无人操作的情况下成功抓取危险物品以及人工难以触及的物品,对于提高拆爆抓物的自动化程度和安全系数具有非常重要的意义。

1 可拆爆四旋翼无人直升机的结构设计

可拆爆四旋翼无人直升机包括四旋翼、无线传输视频、单独机械手臂、手爪等(见图 1^[1])。四旋翼直升机是一种具有 4 个螺旋桨的飞行器,4 个螺旋桨呈十字交叉结构,或者以其他形状分布;相对的四旋翼具有相同的旋转方向,并分为两组,且每组的旋转方向不同。与传统的直升机不同,四旋翼直升机只能通过改变螺旋桨的速度来实现各种动作。四旋翼飞行器还是一种六自由度的垂直起降机,因此非常适合静态和准静态条件下飞行;但是,从另一方面来说,四旋翼直升机有 4 个输入



图1 可拆爆四旋翼无人直升机结构

Fig.1 Structure of unmanned quadcopter for bomb disposal

力,同时却有 6 个输出,所以它又是一种欠驱动系统(指少输入多输出系统)。通常的旋翼式直升机具有倾角可以变化的螺旋桨,而四旋翼直升机与此不同,它的前后和左右两组螺旋桨的转动方向相反,并且通过改变螺旋桨速度来改变升力,进而改变直升机的姿态和位置。并且,此四旋翼机下方有一个活动的机械臂,下方的四爪活动结构可以进行拆爆,或者进行灵活的抓取。

图 2 为四旋翼无人直升机放置摄像头的云台。组装时,先焊接直升机内部主板电路板,并通过电路板中的电路调制与传输设备装配接收,继而检查可视屏幕遥控是否正确,然后组装传动结构连接四旋翼。图 3 为四旋翼直升机机架主体部分示意图。试调节摄像头与云台间的相对位置,最后确定成像合格之后开始装配四旋翼。先装配四旋翼下的双轴,之后连接四旋翼与电机传动轴,并装配其他部件。最后,从主板引出电路线到机械臂上,并接入舵机,调节至合适位置。之后要进行平衡测试,这非常重要,因平衡稍有误差就会前功尽弃,如

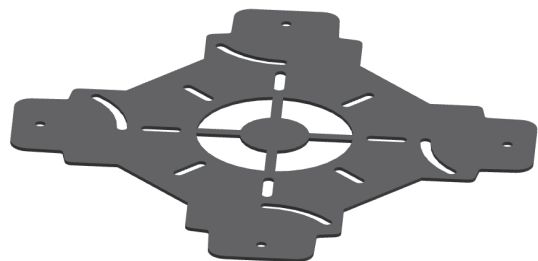


图2 摄像头云台

Fig.2 Camera stabilizer

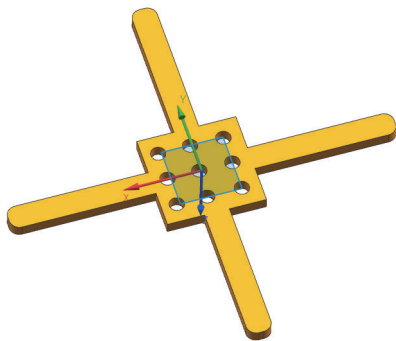


图3 四旋翼直升机机架主体部分
Fig.3 Main body of quadcopter frame

一次简单的试飞就可能会使前边组装的部件摔坏,或使电路板受到损伤,所以调试平衡时要非常小心,这样才能减少操作失误引起的损失。调试平衡时,飞机不能飞得太高,而且必须采取必要的保护措施使飞机发生意外坠落时得到有效的保护,如可以在地面放一些塑料泡沫或纸板。虽然调试平衡很重要,但也要注意自身安全。测试过程中由于螺旋桨高速旋转会构成安全隐患,建议开始前做好必要的稳定性检查和安全防护措施。

将旋翼装在机架上,调试电机的带动后,检查旋翼转动是否平稳,另外还需在调试之前装好旋翼保护夹^[2],避免旋翼脱离机架。图4为四旋翼直升机机架旋翼部分示意图。安装摄像头之前需要先装好云台,云台锁定在四旋翼直升机中心下方,先用螺丝上紧,并且用相应的捆绑设施束缚紧,保证云台不会掉下,继而安装摄像头。先固定好摄像头,调试其转动角度,保证摄像头活动范围内无障碍。然后插入主板接通电源,接着装配无线传输系统,检测无线遥控设备与摄像头是否同步传输,查看显示器上是否有同步拍摄传输。

组装好旋翼直升机的机械手臂(见图5),然后安装到直升机下方,并调试其活动范围,保证不会撞到机身或者其他部位,之后接上舵机,接通电路与主机即可。

2 可拆爆四旋翼无人直升机的特征与优点

(1)可以稳定悬浮的四旋翼。共轴双旋翼直升机具有绕同一理论轴线一正一反旋转的上下两副旋翼,由于转向相反,两副旋翼产生的扭矩在航向不变的飞行状态下相互平衡,通过所谓的上下旋翼总距差动产生不平衡扭矩可实现航向操纵。也就是说,共轴双旋翼在直升机的飞行中,既是升力面又是纵横向和航向的操纵面,可以有效地保持飞行时的平衡。

(2)操作灵活的摄像头。所拍摄画面可以通过无线传输到终端,便于及时改变航线,或者作出及时的应对。另外,摄像头可以调节到不同方向,拍摄到想要捕捉的任何视角。且摄像头在云台上控制,可以有效减小



图4 四旋翼直升机机架旋翼部分
Fig.4 Rotor of quadcopter frame

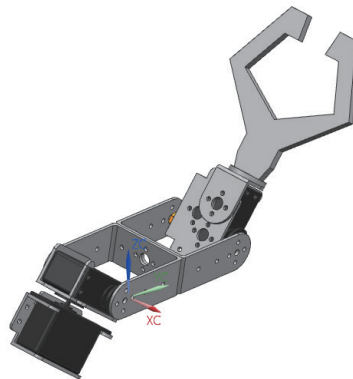


图5 机械臂
Fig.5 Robotic arm

因颠簸产生的视频晃动不清晰等问题。

(3)独立的机械手臂。机械手臂所用材料为铝合金,可有效地减轻机身所受重量,且不会改变强度,使在抓取物体或进行拆爆时有效避免折断手臂或者出现裂缝等伤害。同时,机械手臂上用舵机连接,有效地增加了其灵活度。在飞机悬浮抓取物体时,可通过视频控制机械手臂准确抓取或者拆除。此外,机械手臂还可以作为支架使用。

(4)使用新型机电结合装置,使用方便,操作简单、可靠,易于推广使用。

(5)可广泛应用于航拍、救援、军事等领域,不仅操作简单且使用方便。

3 结束语

目前,国际上对可拆爆四旋翼无人直升机的研究正处于发展阶段,而国内则还处于初级阶段。本文对四旋翼无人直升设计、装配、材料及安装的关键技术进行了分析。随着航空事业的不断发展,四旋翼无人直升机将能够更好地满足军事和民用的应用需求。

参考文献

- [1] 彭召勇. 无人机飞行控制技术[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2001.
- [2] 陈巍. 无人直升机飞行控制系统设计与研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2004.

(责编 谷雨)