

基于六轴机械臂的高压电缆维护装置

孙璐瑶 于海龙 王鑫鑫 王卫证 张佳丽

(山东科技大学, 山东 泰安 271001)

摘要 在当前的发展阶段下,我国高度重视电力基础设施的建设,从而为社会经济的发展创造良好的条件。目前我国已经建立起了较为完善的电力系统,在用电保障能力方面取得了长足的进步。电力系统的稳定运行不仅需要完善的基础设施建设,提升电力系统的维护水平同样重要。在进行电力系统维护工作的过程中,电缆维护是维护工作的重点以及难点,在维护的过程中,需要克服高空作业以及复杂的作业环境,具有一定的危险性。为了进一步提升维护作业的水平,并保证维护过程的安全性,就需要开发一款能够以无人机为载体的六轴机械臂的高压电缆维护装置,从而促进电缆维护工作的安全实施。

关键词 高压电缆维护 六轴机械臂 主控系统设计

中图分类号: TM8

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)11-0025-02

高压电缆维护往往存在较大的难度以及较高的安全性,在我国电力系统不断发展完善的过程中,高压电缆的数量也在不断增加,在这个过程中对于维护效率提出了更高的要求。需要相关的作业人员在保证安全的前提下不断提升维护工作的质量以及效率,在传统的技术体系下,往往需要人员上塔操作,不仅维护的效率不高,同时也存在较大的安全风险。针对这一问题,通过开发设计能够以无人机作为载体的电缆维护装置十分关键,该装置需要能够灵活操作,满足电缆维护的需求,因此采取了六轴机械臂的设计方案,为了促进该装置能够尽早投入使用,本文对该装置的性能特点以及设计思路进行了进一步说明,希望能够促进该装置在电力维护工作中真正的发挥作用。

1 六轴机械臂高压电缆维护装置性能特点

六轴机械臂高压电缆维护装置的主体是一个六轴机械臂,因为机械臂的轴比较多,有较大的控制难度,所以该产品用陀螺仪来控制^[1]。用陀螺仪采集来的角度信息来控制陀螺仪,使用的时候把陀螺仪固定在头上或是其他的地方,这样就可以做一个随动系统,用于高空高压电缆的检修维修。产品配备摄像头,可以将采集到的图像实时传回,也可以通过摄像头观察机械臂工作的最新动态。为了抵抗电缆周围的电磁场的干扰,机械臂和无人机的受影响部分进行了绝缘包装。

六轴机械臂与无人机结合,能方便快速的到达预定地点,相比于传统的人力攀爬在效率和安全性上有显著的提升。从电力维护工作实践来看,高空作业环境往往风力比较大,这对无人机的稳定性会造成很大的影响^[2]。为了尽量减小这种风力对该装置稳定性的影响,在设计的过程中,设计团队创造性地提出了悬挂式的工作模式——该装置在借助无人机运输到电缆附近后通过光电传感器或者是电磁传感器来确定电缆位置,自动控制无人机通过设计的对接装置与电缆对接,挂接在电缆上,这样既能保证运输的效率,

又能保证在挂接后装置的工作的稳定性,同时挂接在电缆上消耗的能量要远远小于无人机的飞行时的耗能,大大增加了产品的续航能力;挂接之后借助对接装置上的电动滑轮即可实现装置在电缆上的移动,快捷稳定。可以在电路发生故障时,第一时间到达现场,为后续的抢修工作提供及时且直观的材料。

目前市场也存在大量的电力高空作业设备,与传统设备相比,六轴机械臂高压电缆维护装置配备了更为灵活的机械臂能够实现多项功能,同时由于设备能耗较少,因此具有较长的续航时间,装置本身配备有摄像头,能够将机械作业情况进行及时回传,并且可以根据客户需要来定制软件,能够有效填补国内市场的空白。

2 六轴机械臂高压电缆维护装置设计思路

在六轴机械臂高压电缆维护装置中,主要包括机械部分、无人载具部分、系统主控部分传感器部分等。在各系统模块的有机配合下,从而实现各项功能。

2.1 主控系统设计

主控系统需要能够协调装置各组成模块的运行,依据控制的要求以及装置的状态,来进行控制指令的输出,并提升装置运行的稳定性。在六轴机械臂高压电缆维护装置中主控系统主要包括主控板、PWM舵机驱动板、ps2无线遥控手柄、蓝牙模块(XY-MBD07A模块)等。Arduino Mega 2560为系统主控板,具有USB接口以及54路数字输入输出,适合需要大量IO接口的设计。该类型主控板可满足装置运行对于信号处理的各项要求。

PWM舵机驱动板使用PCA9685芯片,是16通道12bit PWM舵机驱动,用2个引脚通过I2C就可以驱动16个舵机。

六轴机械臂高压电缆维护装置需要根据电力维护作业的要求进行遥控,在遥控模块的设计上,主要选择了ps2无线遥控手柄。该遥控手柄的控制选项较为全面,同时具有较为成熟的通信协议破解方案,能够用于对六轴机械臂高

压电缆维护装置的控制,因此选择此款手柄作为遥控装置。

蓝牙模块主要选择 XY-MBD07A 芯片,在应用的过程中可以根据客户的实际需求来进行软件的设计。

2.2 机械臂设计

机械手臂是装置的核心部件,电力维护功能的实现需要依靠能够灵活控制的机械手臂,因此开发的过程具有相当的复杂性,需要通过建立 DH 模型进行机械手臂的开发。

装置的机械手臂手臂关节是可以滑动(线性)的或旋转(转动)的,它可以按任意的顺序放置并处于任意的平面。连杆也可以是任意的长度(包括零),它可能被弯曲或扭曲,也可能位于任意平面上。任何一组关节和连杆都可以构成一个我们想要的东西。首先给每个关节指定一个参考坐标系,然后确定从一个关节到下一个关节(一个坐标到下一个坐标)来进行变换的步骤。如果从基座到第一个关节,再从第一个关节到第二个关节直至到最后一个关节和末端执行器的所有变换结合起来,就得到了总变换矩阵。

DH 模型通过限制原点位置和 X 轴的方向,人为减少了两个自由度,因此它只需要用四个参数(linklength、linktwist、linkoffset、jointangle)表达关节之间原本是六自由度的坐标变换。

此外,机械手臂也安装了摄像头,其主要的目的是收集环境影像资料,为环境的 3D 建模提供数据^[3]。确保在应用的过程中能够准确的感知手臂位置。所选择的摄像头需要具有较高的清晰度,保证能够较好的完成实施同步。在设计的过程中结合机械手臂的关节角度来定制摄像头的形状,从而确保摄像头的拍摄范围符合要求,提升 3D 建模的精度。

2.3 无人机选型

目前,消费级的无人机在航拍娱乐方面得到了广泛的应用,同时随着无人机市场的发展,也出现了性能更为强大的消费级无人机^[4]。如果把无人机和机械臂结合起来,就好像无人机有了手臂一样,可以完成更高级的工作。在本设计方案中所采用的无人机是实现基于 STM32 的无人机组群的超视距控制的四旋翼无人机,主要以 STM32 为控制核心,用 ST 的 LET 模块来实现网络连接,实现可以通过网络来远程控制去往目的地。无人机体积小,重量轻,成本低,性价比高。

2.4 对接设计

要想将装置自动挂接在电缆上,首先需要知道装置与电缆的相对位置,根据现有的相对位置才能确定下一步无人机应该往哪里飞,因此装置使用红外激光测距雷达、电磁以及光电等传感器来实现位置的确定。

考虑到控制精度、成本、飞行器的重量等方面因素,在设计的过程中决定采用红外激光测距的方式,由于传感器为单点测距,需要配合云台一起使用,以此来测量无人机上空的环境,测量方法与单点测距类似,云台旋转带动激光测距一起转动,以此来测量无人机上空与前进方向垂

直平面上的距离信息,这种测距的方式不仅要记录距离信息,还要记录相应的角度信息,通过数据处理可以解算出无人机采集到的电缆的位置。

不过,想要让无人机与电缆自动对接,只有距离还不够,还要确定电缆的方向,简单来说就是当无人机与电缆不朝同一方向时,激光测距也能测得距离信息,但是无法确定无人机的方向,这样是无法对接的,此时就需要电磁或者是光电传感器来帮忙。众所周知,交变电流会在空间中产生交变磁场,磁场的变化频率与交流电的频率有关,电磁传感器就是借助 ReI 振荡电路来实现对电缆周围特定频率交变磁场的检测,此方法不受天气光照的影响,可靠性较高,同时经过数据的处理后可以解算出位置,但是此方法会受到旁边电路的影响。

当然确定无人机的朝向也可以使用光电传感器,也就是摄像头采集图像信息,处理后即可得到朝向,此方法简单直观,控制精度也较高,但是容易受到光线的影响,可以将电磁与光电采集到的的信息进行融合处理后得到更加准确的数据。

3 总结

与无人机结合的六轴机械臂装置功能强大,在高压电缆的维护工作中能够发挥重要的作用,同时该装置在设计的过程中,应用了目前市场中较为成熟的无人机产品以及其他构建模块,因此能够较好的控制成本,实现了成本与功能之间的平衡。与传统的电力维护装置相比,该装置具有性能优势以及经济优势,因此具有广阔的市场前景。

参考文献:

- [1] 房欣欣.国内外高空作业机器人的研究综述[J].科技视界,2021(12):180-181.
- [2] 冯玉,吴少雷,吴凯,李君,何水兵,韩波.一种用于电力维修的爬杆机器人设计[J].电力设备管理,2021(02):146-147.
- [3] 唐诗洋,门永生,于振.高空作业防坠装置安装辅助机器人研究[J].供用电,2019,36(02):73-77,83.
- [4] 李实,刘波,韩刚,邱育东,张文生.一种基于增强现实(AR)的电力系统配电网带电作业机器人[J].自动化博览,2018,35(04):62-64.