

周立新,薛新宇,孙 竹,等. 无人直升机农药喷洒系统的设计及应用[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):396-398.

无人直升机农药喷洒系统的设计及应用

周立新,薛新宇,孙 竹,秦维彩,张宋超,孔 伟

(农业部南京农业机械化研究所,江苏南京 210014)

摘要:介绍了无人直升机农药喷洒系统的组成、工作原理、关键部件设计,整个喷洒系统由电动离心喷头、折叠式喷杆、药液箱、施药控制系统、液泵、机架等部分组成。药液箱采用双加液口、对称式流线型结构,减少了空气阻力,增加了飞机稳定性;施药控制系统采用 GPS 自动化导航、智能化控制等技术,可实现定点精准施药,并实时监控整个施药过程,避免漏喷、重喷。对无人直升机施药装备进行水稻病虫害防治试验,结果表明,水稻分蘖期采用无人直升机农药喷洒装备防治病虫害,其防治效果优于常规担架喷雾机,特别是施药 10 d 后防治效果尤为显著。

关键词:无人直升机;农药喷洒系统;水稻;病虫害

中图分类号: S252⁺.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0396-02

无人直升机施药技术装备将无人直升机技术、施药技术相结合,具有尺寸小、重量轻、操控灵活、农药喷洒效果好、作业效率高等优点,适用于中、小田块的病虫害防治或大田块局部精准施药^[1],是当前航空施药作业装备的发展重点,但该技术受技术、安全、环境等因素的制约^[2]。在无人直升机上装载农药喷洒系统,会影响无人直升机的飞行稳定性,也会增加无人直升机的操控复杂性。本研究针对无人直升机施药技术特点,设计无人直升机农药喷洒系统,并进行田间病虫害防治效果试验,旨在为航空施药提供指导。

1 无人直升机农药喷洒系统的结构与工作原理

无人直升机农药喷洒系统由电动离心喷头、折叠式喷杆、药液箱、施药控制系统、液泵、机架等组成,结构见图 1。农药喷洒系统整体以四点方式与无人直升机下方的连接点用螺栓固定连接。将药箱设计成马鞍形,药箱通过外壁设置的 2 道安装槽与机架固连,液泵通过 4 只螺钉固定安装在马鞍形药箱的凹面,液泵的吸液管经药箱凹面的吸液口通至药箱底部,向液泵输送药液。折叠式喷杆组件通过 2 只带“T”形螺钉的卡箍安装在机架上,折叠式喷杆两端安装 2 个电动离心喷头。施药控制系统与机架固连,位于药箱侧面,其信号输入端与控制主机的辅控制输出端相接。无人直升机农药喷洒系统工作原理为:工作时,根据预定施药地点、GPS 传来的实时位置信息向施药控制系统发出信号,施药控制系统接到信号后,首先打开 2 个离心喷头电机开关,待电动离心喷头的雾化盘旋转后再接通液泵电机开关,液泵电机带动凸轮旋转,在泵腔内形成负压,将药液箱内的溶液吸入液泵,并经输液管、过滤器、喷嘴输入电动离心喷头雾化盘,溶液在雾化盘离心力作用下,沿着雾化盘外缘的齿尖呈螺旋线状飞出,通过与空气撞击形成

细小雾滴^[3],无人直升机按照设定的路线飞行,进行施药作业。当药箱无药时,液位传感器报警,施药控制系统自动关闭液泵电机与电动离心喷头电机,无人直升机返航。

2 关键部件的设计

2.1 药液箱

无人直升机农药喷洒系统药液箱与机体的悬挂形式分为机体两侧、机体底部 2 种方式,本机设计采用机体底部悬挂方式,其结构见图 2。设计药液箱时主要有以下 3 个注意点:(1)药液箱悬挂于无人直升机机体上,不改变无人直升机的重心位置,以免影响其飞行的稳定性;(2)药液箱在满足强度的基础上,减轻重量,增加载药容量,提高效率;(3)药液箱的载药容量不得超过无人直升机负荷能力。药液箱采用耐腐蚀、高强度聚甲醛材料制造,采用双加液口、对称式流线型设计,与无人机融为一体,增加飞机稳定性。药液箱内部安装防颠装置与液位传感器。防颠装置由压波浮板、滑杆、滑套组成,压波浮板、滑套固定在药箱底部的滑杆上,压波浮板随液体浮力沿滑杆上下移动,其主要功能是防止药液箱中因药液减少、飞机颠簸而产生药液晃动,其工作原理为:在药液箱中注入药液,比重小于水的压波浮板浮在药液液面上,当飞机产生颠簸晃动或药液减少时,迫使压波浮板下的药液无法晃动,确保无人直升机飞行平稳安全。液位传感器用螺钉固定在药液箱的最低处,药箱无药时,控制器自动关闭液泵电机与喷头电机,无人直升机返航。

2.2 电动离心喷头

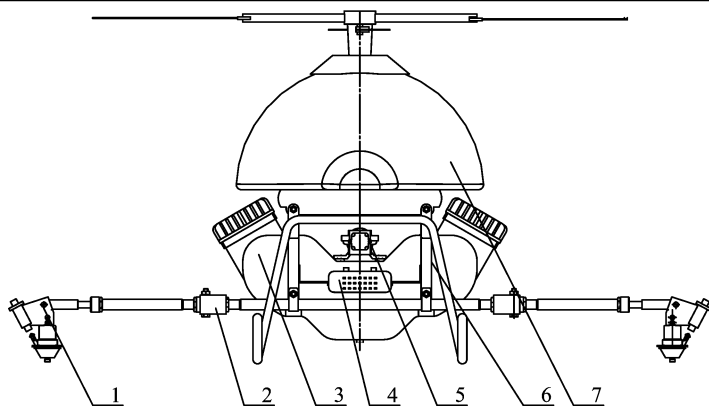
针对无人直升机体积小、重量轻的特点,喷射部件设计采用喷雾均匀、喷幅宽的电动离心喷头,结构见图 3。电动离心喷头由罩壳、电机、安装座、进液管、喷嘴、雾化盘、紧锁螺丝等组成。电机密封安装在罩壳内,罩壳通过 4 个螺栓与安装座连接,电机轴从安装座的中心孔穿过,通过锁紧螺丝与雾化盘锁紧连接于一体,电机带动雾化盘旋转。电机转速直接影响雾化盘喷雾质量,转速越高,雾滴体积越小,雾滴越容易飘移;转速越低,雾滴体积越大,雾化性能越差^[4],通常电机转速为 2 500~3 500 r/min 时喷雾效果最佳。雾化盘设计成伞形,伞形底部镶嵌一薄圆盘,伞面为带有许多小齿形的锥面,薄圆

收稿日期:2013-04-25

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201203025)。

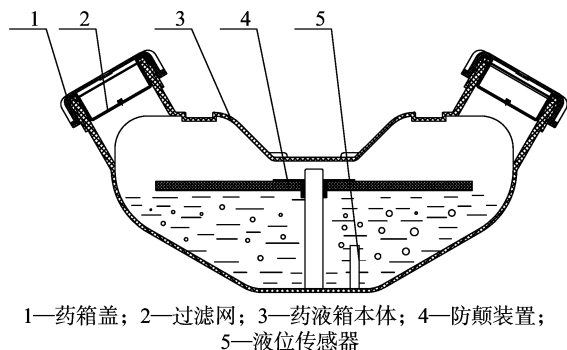
作者简介:周立新(1966—),女,四川仁寿人,硕士,副研究员,主要从事植保机械与雾化工程技术研究。E-mail:525751791@qq.com。

通信作者:薛新宇,博士,研究员,主要从事植保机械及畜禽养殖环境控制技术研究。Tel:(025)84346244。



1—电动离心喷头；2—折叠式喷杆；3—药液箱；4—施药控制系统；5—液泵；
6—机架；7—无人机

图1 无人机农药喷洒系统

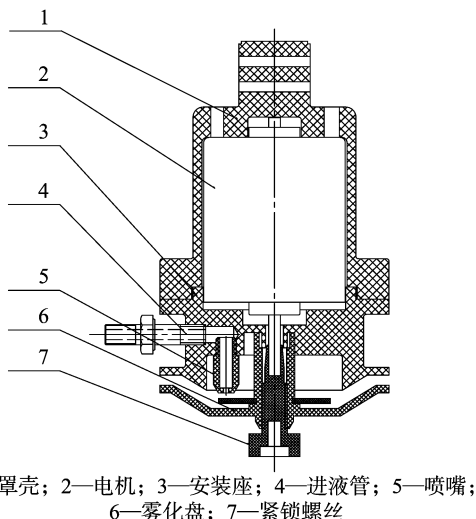


1—药箱盖；2—过滤网；3—药液箱本体；4—防颠装置；
5—液位传感器

图2 无人机农药喷洒药液箱结构

盘与圆锥面之间有缝隙,药液通过进液管由喷嘴送到雾化盘薄圆盘上,在离心力作用下,沿着雾化转盘外缘齿尖呈螺旋线状飞出,与空气撞击形成细小雾滴。这种雾化方式可通过改变电机输入电压即改变雾化盘转速来调节喷头的雾滴粒径、幅宽,也可通过更换喷嘴、改变喷嘴压力来调节喷头供液量^[4]。

路规划、实时监控软件,并设计了基于 DSP 的机载嵌入式施药控制系统,可实现自动规划农田边界、自动规划飞行航路、测算农田面积、实时显示飞行轨迹、定点精准施药功能,其工作原理如图 4 所示。稳压电源模块由机载发电机供电,经 DC-DC 转换模块后给芯片组及附属元器件供电,并通过 0~24 V 可调电压输出端口给液泵、喷头供电,调节液泵、喷头供电电压可改变雾滴大小、喷雾流量。精准施药控制模块接收 GPS 航路信息,发送施药控制指令,同时通过机载无线电台向地面发送喷洒作业工作状态信号。工作时,地面站通过机载无线电台把 GPS 航路规划信息发送给飞行控制主机,飞行控制主机将信号中转,通过精准施药控制模块的通讯端口将指令信号发送至施药控制系统,使无人施药直升机按设定的航路进行喷洒作业,并向地面发送喷洒作业工作状态信号。当药箱药量不足时,液位传感器触发报警信号,控制系统立即关闭喷洒作业模块的执行元件电源,同时向地面站发出返回信号。该系统兼容串口通讯,与地面 GPS 航路规划系统融合,具有智能控制、低液位报警、通讯功能,可实时监控施药过程,避免漏喷、重喷、少喷等情况的发生,实现精准施药。



1—罩壳；2—电机；3—安装座；4—进液管；5—喷嘴；
6—雾化盘；7—紧固螺丝

图3 无人机农药喷洒系统电动离心喷头结构

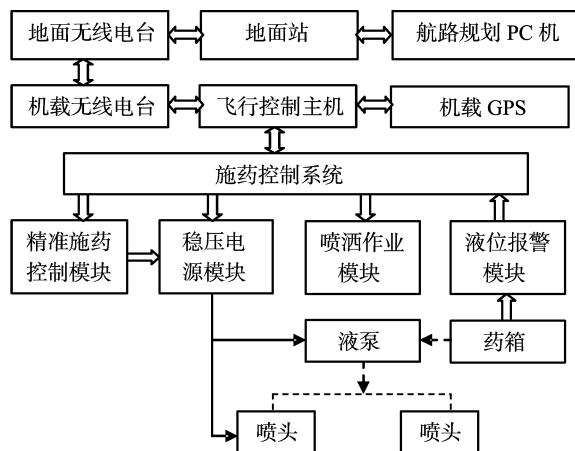


图4 无人机农药喷洒系统施药控制系统原理

2.3 施药控制系统

无人机施药控制系统是整个喷洒系统的核心,该系统集 GPS、GIS 于一体,利用 C 语言、MATLAB 软件开发了航

3 田间防治效果试验

为了检验该系统的病虫害防治效果,笔者于 2009 年 7 月

明 哲. 立辊型玉米收获机对籽粒损失的影响因素[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):398-399.

立辊型玉米收获机对籽粒损失的影响因素

明 哲

(吉林农业科技学院,吉林九站 132101)

摘要:以吉林地区常种玉米品种为原料,通过对立式摘穗机构的单因素试验和正交试验,对立辊型玉米收获机收过程中籽粒损失的影响因素进行研究,确定籽粒损失最低的最佳条件:摘穗辊型为圆顶花纹辊、摘穗辊转速 1 000 r/min、籽粒含水率 31.1%、机器前进速度 0.56 m/s,此时,籽粒损失率为 0.215%。为提高生产率,综合考虑效率与玉米籽粒损失利弊,确定立辊型玉米收获机选用摘穗辊转速为 1 000 r/min、机械前进速度 1.38 m/s 对玉米进行机收。

关键词:自走式玉米收割机;立式摘穗辊;玉米籽粒;损失率

中图分类号:S225.5⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)12-0398-02

我国玉米耕、种、收综合机械化水平达到 42.8%,其中,机耕水平达 60%,机播水平达 59%,机收水平仅为 7.2%,玉米机收成为玉米生产机械化的瓶颈,但也给玉米收获机械拓展带来广阔空间。现有开发机型绝大部分为秸秆粉碎型,整机结构尺寸大,实践证明,这种机型并不适合东北地区小田块玉米收获。因此,开发一种适应东北地区使用、配套动力 20 马力柴油机自走式立式摘穗辊玉米收割机,对提升东北地区玉米机收水平,实现吉林省玉米产业可持续健康发展具有十

分重要的意义。在玉米收获机中,摘穗辊是玉米收获机的关键部件,摘穗辊型、摘穗辊转速对作业质量起着重要的作用^[1-2]。另外,影响玉米摘穗过程中籽粒损失的主要因素还有籽粒含水率、机器前进速度等。

对玉米收获机主要工作参数进行正交试验,研究立辊型玉米收获机工作过程中对籽粒损失的影响,得到最佳生产条件,确定各工作参数最佳组合,以提升东北地区玉米的机收水平。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取具有代表性的玉米品种“四单八号”成熟植株为试材,该品种是吉林地区广泛种植的玉米品种,生长期 120 d,穗大茎粗,籽粒成熟时秸秆和茎叶含水率低。

收稿日期:2013-04-15

基金项目:吉林省教育厅“十二五”科学技术研究(编号:吉教科合字[2012]第 296 号);吉林省科技发展计划(编号:20120205)。

作者简介:明 哲(1972—),男,吉林吉林人,硕士,副教授,从事农业机械及装置方面研究。E-mail:jlnkxgc@126.com。

在江苏省吴江市同里镇北联村开展了航空施药田间防治试验。试验对象为水稻品种武云粳 23,水稻处于分蘖期,株高 30~40 cm,试验田块规格为 100 m×15 m,病虫害防治对象为三代纵卷叶螟、稻飞虱,药剂为 48% 氟腈·毒死蜱乳油。采用无人直升机农药喷洒装备、常规担架式喷雾机 2 种方式进行对比试验,分别在水稻分蘖期 3、5、10 d 施药。无人直升机农药喷洒装备作业参数为:飞机高度 5 m,飞行速度 3 m/s,喷幅 7.2 m,施药量为 900 mL/hm² 药+15 L/hm² 水。担架式喷雾机作业参数:行走速度 0.7 m/s,喷幅 15 m,施药量为 900 mL/hm² 药+450 L/hm² 水。由表 1 可知,水稻分蘖期无人机施药对纵卷叶螟、稻飞虱的防治效果均优于常规担架喷雾机,特别是施药 10 d 后防治效果尤为显著。

表 1 不同机具水稻病虫害防治效果

| 机具 | 纵卷叶螟防治效果(%) | | | 稻飞虱防治效果(%) | | |
|-----------|-------------|------|------|------------|------|------|
| | 3 d | 5 d | 10 d | 3 d | 5 d | 10 d |
| 担架式喷雾机 | 59.1 | 52.9 | 30.0 | 82.6 | 67.8 | 28.2 |
| 无人直升机喷洒装备 | 86.4 | 88.2 | 80.0 | 97.4 | 92.8 | 90.0 |

4 结论

无人直升机农药喷洒装备适合中、小田块的病虫害防治

或是大田块局部精准施药,操作者无需下田,减轻了劳动强度,降低了施药人员的农药中毒风险,提高了施药作业效率。本研究的无人直升机农药喷洒系统由电动离心喷头、折叠式喷杆、药液箱、施药控制系统、液泵、机架等部分组成。药液箱采用双加液口、对称式流线型结构,减少了空气阻力,增加了飞机稳定性。施药控制系统采用 GPS 自动化导航、智能化控制等技术,实时监控整个施药过程,可以避免漏喷、重喷。水稻分蘖期采用无人直升机农药喷洒装备喷药防治病虫害,其防治效果优于常规担架喷雾机,施药 10 d 后防治效果尤为显著。

参考文献:

- [1] Huang Y, Hoffmann W C, Lan Y, et al. Development of a spray system for an unmanned aerial vehicle platform[J]. Applied Engineering in Agriculture, 2009, 6: 809-809.
- [2] 龚 艳,傅锡敏. 现代农业中的航空施药技术[J]. 农业装备技术, 2008, 34(6): 26-29.
- [3] 周海燕,杨学军,严荷荣,等. 风轮转盘式离心喷头试验[J]. 农业机械学报, 2008, 39(10): 76-79.
- [4] 周立新,薛新宇,孙 竹,等. 航空喷雾用电动离心喷头试验研究[J]. 中国农机化, 2011(1): 107-111.