

doi: 10.7690/bgzdh.2013.10.019

某超低空型无人机飞控系统设计与实现

姜杨, 王雷, 米阳

(中国人民解放军 92419 部队, 辽宁 兴城 125106)

摘要: 以四片微处理器为核心, 研制出某超低空型无人机飞控系统。给出飞控系统总体示意图, 其软件设计采用 5 种控制模态。探讨超低空掠海飞行的关键技术, 运用半实物仿真原理, 通过仿真电缆对其进行实验室仿真。仿真结果表明: 该飞控系统设计是可行、正确的, 能实现超低空掠海 20 m 飞行, 系统工作正常, 已被其他型号无人机飞控系统推广使用。

关键词: 无人机; 飞控系统; 仿真

中图分类号: TJ85 **文献标志码:** A

Design and Realization of Flight Control System of Certain Type Super-Low-Altitude UAV

Jiang Yang, Wang Lei, Mi Yang

(No. 92419 Unit of PLA, Xingcheng 125106, China)

Abstract: Takes 4 microcomputers as the core, certain type super-low-altitude UAV flight control system was proposed. Put forward scheme of flight control system. Its software design adopts 5 control modes. Discuss the key technology for super-low-altitude sea skimming, use semi-object simulation principle. Use simulation cable to carry out lab simulation. The simulation results show that the flight control system design is feasible and correct. It can realize sea skimming 20 meters above the sea. The system runs smoothly. It has used for other types UAV flight control system.

Key words: UAV; flight control system; simulation

0 引言

飞行控制系统(以下简称飞控系统)是无人机系统的重要组成部分, 其功能的正确性和可靠性直接关系到无人机的飞行品质, 成为无人机系统工程研制中的重点攻关课题。超低空掠海飞行技术是小型无人机的主要发展方向, 解决海平面杂波对无线电高度表测高的影响至关重要。基于以上考虑, 笔者设计了一种某超低空型无人机飞控系统, 并对其进行了仿真验证。

1 系统设计与实现

1.1 总体设计

如图 1, 飞控系统是以高性能计算机系统为核心构成数字式飞行控制系统。它以三轴垂直陀螺仪惯性姿态敏感部件为基础, 构成飞行姿态稳定与控制内回路。角速率信号反馈用于飞行姿态增稳, 姿态角信号反馈用于飞行姿态稳定。内回路是飞行控制的核心控制回路, 是飞行高度、航向、航迹等外回路控制的基础。飞机的转弯、爬升、俯冲飞行模态由内回路给定相应的俯仰/倾侧参考姿态角来实

现。以磁航向信号为基准, 通过将磁航向信号反馈到飞机的倾侧控制通道构成飞行航向控制外回路。

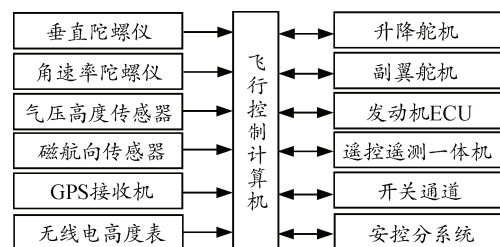


图 1 飞控系统总体示意图

本飞控系统关键技术是实现无人机超低空掠海飞行。为实现稳定控制, 用气压高度信号为基准, 构成飞行高度稳定外回路, 以无线电高度表为高度标定信号和气压高度信号控制信号实现超低空掠海飞行; 以功率电路和信号电路的隔离、电路的规范接地方式、信号传输的阻抗匹配和屏蔽、模拟信号的滤波为要点, 保障全系统的电磁兼容特性; 电路上进行容错设计, 部分传感器或电路板故障时, 应用信息融合技术构造估计滤波器, 获取故障传感器或电路板的信息, 并在地面站上显示; 在执行机构故障或无线电系统失控、发动机空中停车、飞出安

收稿日期: 2013-04-04; 修回日期: 2013-05-27

作者简介: 姜杨(1982—), 男, 辽宁人, 学士, 工程师, 从事无人机应用研究。

控区域等异常情况下,控制系统转入故障保护处理,必要时回收无人机,该系统中还特别设计考虑了由微处理器控制的电源管理,以保证系统在飞行过程出现复位时,飞控系统进行故障处理的飞行安全性。

1.2 硬件设计

飞行控制计算机以 4 片微处理器为核心,各处理器并行工作,完成飞行控制与管理、导航计算、遥控指令的执行、遥测数据采集与下传、任务设备管理等功能,由主控板、采集板、通信板和输出板组成。

主控板包括一个 89C52 单片机、中断控制器、三路定时/计数器、两路 RS-232C 串行数据通讯接口、定时监控器、带电池的实时时钟、16 路单端输入、用于数据存储的 28K SRAM (NOVRAM), NOVRAM 可在断电后保存装定的航迹与任务数据、用于存储程序代码的 128K EPROM。

采集板包括一个 89C51 单片机和一个 2051 单片机、负责采集陀螺仪、角速率陀螺模拟信号、无线电高度表、高度传感器、航向传感器数字信号、GPS 接收机信号、安控系统信号和发动机信号。

通信板通过机载数传电台完成遥控遥测信息与地面站的通信。

输出板输出开关控制信号、发动机启动控制信号、发动机停车控制信号、回收控制信号、开伞、抛伞控制信号、气囊控制信号和任务设备控制信号。

1.3 软件设计

飞控系统采用了 5 种控制模式,即姿态控制模式、高度保持模式、航向保持模式、自主导航模式和自主归航模式。模式间的切换时机主要是由地面遥控人员通过指令来实现的,而在飞行控制系统中则是通过调整控制参数、切换给定参考变量来实现。

姿态控制模式:无人机通过垂直陀螺输出信号,控制无人机横向和纵向通道姿态稳定。

高度保持模式:将气压高度传感器或无线电高度表的输出信号作为基准,控制无人机“平飞”姿态保持,当无人机收到“爬升”或“俯冲”指令时,退出高度保持模式。

航向保持模式:当无人机收到“远航”或“返航”指令后,将磁航向输出信号最为基准,控制无人机保持当前航向飞行,当收到“转弯”指令时,推出航向保持模式。

自主导航模式:无人机起飞前,根据需要规划飞行航线,上传至飞控计算机,在收到“程控”指

令后,根据 GPS 经纬度信息、传感器高度和速度信息,计算侧偏距和高度差;根据磁航向输出的方位角与装订航线方位角比较计算航偏角;根据飞行高度和飞行距离计算降高的时机,实现自主飞行。当收到“平飞”指令后,退出自主导航模式。

自主归航模式:地面站每 2 s 向无人机自动发送判断指令,当飞控系统连续 20 s 未收到判断指令后,飞控系统则认为无人机处于“失控”状态,无人机自动飞回起飞点开伞回收。

2 超低空掠海飞行关键技术

无线电高度表在测量无人机低空飞行误差在 0.6 m 范围内。为了使无人机能够满足掠海超低空飞行的需求,采用无线电高度表和气压高度传感器综合控制,实现对高度的精确控制。利用无线电高度表测量的高度值标定无人机的实际飞行高度,用气压高度传感器测量的高度值作为无人机的高度控制信号,这样既能满足了测量真实高度的要求,又可以达到定高控制精度的要求。超低空飞行时高度控制框图如图 2。

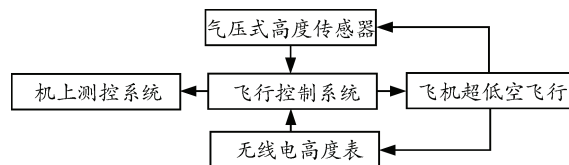


图 2 高度控制框图

当无人机进入超低空飞行阶段,首先调整发动机油门至低速状态,根据下一目标点的要求,控制飞机分阶段、梯度式升高,逐渐降至目标点高度要求。控制飞机进入航线,开始进行超低空飞行。在超低空飞行段加大油门,提高飞行速度,高度的控制采用无线电高度表基准校正方式,保证飞机飞行高度的准确性,采用气压高度表相对高度变化数据控制飞机定高飞行,保证飞机高度的稳定性。超低空飞行段后,首先减小油门,将速度降至巡航状态。根据下一目标点坐标及高度要求,飞向下一目标点。高度提升至 300 m 后,仅采用气压高度传感器控制。

3 实验室仿真

根据半实物仿真原理,通过仿真电缆,将飞行控制计算机和执行机构与仿真设备相联接,可进行全航迹飞行仿真试验,实时观察飞行姿态和飞控策略是否正确等。飞行控制软件的任何修改,都可以通过仿真试验进行快速验证,并验证执行机构的特性对系统的影响。实验室仿真连接如图 3。