

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.08.005

## 便携式地面测控系统

罗珊, 陈睿璟, 路引, 张哲聪

(南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016)

**摘要:** 为适应无人机地面测控技术的发展要求, 设计一种便携式无人机地面控制系统。分析便携式无人机控制系统的基本技术和原理, 着重探究便携式地面测控系统的工作原理, 通过采用操纵杆和键盘指令由测控计算机完成向无人机靶机发送遥控指令。试验和测试结果表明, 所设计的无人机靶机地面测控系统具有一定的可行性。

**关键词:** 便携式; 无人机; 靶机; 地面测控站; 遥控遥测

**中图分类号:** TJ86 **文献标志码:** A

## Portable Ground Measurement & Control System

Luo Shan, Chen Ruijing, Lu Yin, Zhang Zhecong

(College of Automation &amp; Engineering, Nanjing University of Aeronautics &amp; Astronautics, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** In order to meet the development requirement of UAV ground measurement & control technology, design a portable UVA ground control system. Analyze the basic technology and principle of portable UAV control system. Pay much attention to working principle of the UAV ground measurement and control system. Realize measurement and control computer sending remote command to UAV target drone by using joy stick and keyboard command. The test results show that the design of the UAV target drone ground measurement & control system is feasible.

**Key words:** portable; UAV; target drone; ground measurement & control station; remote control and telemetry

### 0 引言

无人机作为高新武器装备被多次应用到现代战争中, 发挥着极其重要的作用。无人机测控技术主要是指无人机测控与信息传输技术, 包括对无人机进行遥控、遥测、跟踪定位和信息传输。无人机地面测控系统通常就是无人机的无线电测控系统, 是构成整个无人机系统的 3 大基本部分之一, 在无人机系统中有着重要的地位和作用。无人机测控系统通过上行线(无线电)操纵无人机飞行, 通过下行线(无线电)把无人机的各种姿态信息以及其他信息传到地面站上<sup>[1]</sup>。因此, 笔者设计了一种便携式无人机地面测控系统。

### 1 测控系统的基本技术

#### 1.1 遥控

遥控主要是指地面测控系统对无人机的飞行状态和设备状态的控制, 包括无人机的指令、指令编码和信息接收指令编码等方面。

无人机的指令按内容可分成 3 类: 连续操纵指令、离散操纵指令和遥调指令<sup>[2]</sup>。在地面站通过摇杆接入计算机即连续指令, 通过键盘敲入指令即离散指令, 又称作开关指令, 定高、定向(航向)、定

速、发动机、油门以及航点即为遥调指令。

#### 1.2 遥测

需要采集的遥测数据分为 3 类: 一是无人机自身的运动和变化参数, 包括飞机飞行高度、速度和航向等; 二是任务设备的状态参数; 三是指令回送信号和测控设备相关数据。这些需要采集的数据有些是非电量, 需要通过传感器, 所以遥测系统的输入设备由传感器与变换器组成<sup>[3]</sup>。地面站接收到下行遥测信号, 经过解调后输出遥测数字信号, 该信号可直接记录, 也可经过串行/并行转换和数/模转换。

### 2 便携式无人机测控系统基本原理

#### 2.1 便携式测控系统的组成

便携式测控系统主要由测控计算机和显示计算机 2 大部分组成, 其中传统式的工控机被测控计算机取代, 采用指令盘和测控计算机相结合的方式, 体现出了便携式测控系统的特点。

#### 2.2 便携式测控系统的基本工作原理

测控计算机的主板为 PC104-1462, 测控计算机是在 DOS 环境下运行的计算机, 显示计算机使用的是 PC 机, RS232 为标准通讯接口, 将键盘介入

收稿日期: 2012-03-13; 修回日期: 2012-04-06

作者简介: 罗珊(1989—), 女, 江苏人, 硕士在读, 从事先进无人机飞行控制研究。

PC104 板卡上, 输出接至显示器, 这部分实现了离散指令的输入和输出; 将操纵杆接到 PC 机上, 完成连续指令的输入和输出, 通过图 1 中左右 2 个 LCD 显示, 为地面操纵者和监控者实现了遥控遥测的工程实现。图 1 为便携式无人机靶机测控系统的框图。

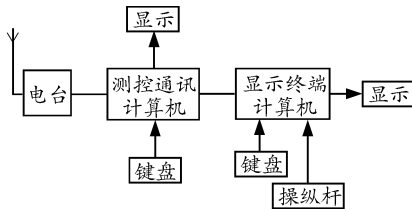


图 1 便携式测控系统框图

指令盘包括键盘和各总线接口 2 部分, 操纵人员可以通过操纵杆和指令键发送出相应的指令, 实现对发动机的起动、停止和状态切换控制以及对无人机靶机的升降控制、高度控制和航向控制, 这些控制指令通过测控计算机传向无人机自动驾驶仪, 完成对无人机的实时操纵与控制<sup>[4]</sup>。在飞行仪表显示计算机和实时图形显示计算机中, 可对来自测控计算机的遥测数据进行实时处理, 以虚拟的飞行仪表界面形式显示无人机飞行姿态方位角、飞行高度、航向以及飞行坐标数据和发动机的温度、转速和飞机的机载电压等参数, 绘制过程曲线图形, 便于操纵控制人员及时准确了解无人机的飞行状态。

由图 1 可知, 地面测控系统的指令分为离散指令、连续指令和遥调指令, 而传统的离散指令发送方式是在地面测控软件的图形化用户界面上放置按钮控件, 操作时由鼠标点击相应的指令按钮。这种方式可靠性较差。笔者采用了一种硬件解决方法, 即系统设计采用指令盘和地面测控计算机相结合使用的方案。如图 2 所示。

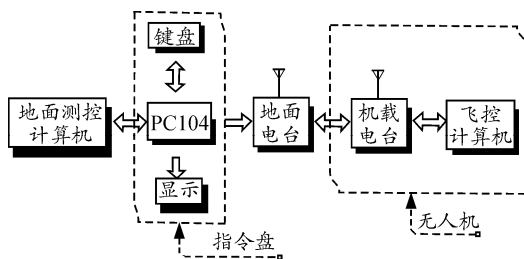


图 2 离散指令系统组成框图

### 3 便携式无人机靶机测控系统设计

#### 3.1 便携式地面测控系统的总体结构

便携式无人机靶机地面测控系统中采用了

RS232 串口, 该串口连接提供了一种稳定、高效的通讯方式。从抗干扰的角度分析, RS232 标准串口可以加强抗干扰能力, 保证数据传输的稳定性和可靠性。8255 芯片为可编程并行 I/O 接口, 有 3 个 8 位并行 I/O 口, 具有 3 个通道 3 种工作方式, 由于在测控计算机机箱上有 3 个按钮, 这里选用 3 位接入该芯片中。

#### 3.2 便携式地面测控系统硬件设计

##### 3.2.1 无线电台

为实现机载系统和地面车载系统之间的信号输入和输出, 选用 MDS9710 无线通讯电台, 该无线电台通过 RS232 通讯接口与测控计算机连接, 实现机载系统与地面遥控遥测系统之间的数据传递。

##### 3.2.2 测控计算机主板

在便携式地面测控系统中, PC104-1462 主板是测控计算机的核心部分。PC104 的 104 条总线插脚以及串、并口及键盘插针可以看作芯片的管脚, PC104 的单一 +5 V 供电可以通过 PC104 的总线中的 +5 V 引脚供电, PC104 在嵌入式应用设计中, 除了有显示要求的情况外, 通常作为“黑匣子”的工作模式, 没有显示。

##### 3.2.3 操纵杆

笔者主要采用单杆操纵杆, 通过 USB 通讯接口与遥控遥测计算机相连接。

##### 3.2.4 指令盘

指令盘采集开关指令, 译码成十六进制数, 以帧格式发送到地面测控计算机; 地面测控机接收并解码, 保存指令记录, 实时显示指令及其参数, 通过 RS232 串口把指令经由数据电台发送出去。机载飞控计算机分析接收到的地面遥控指令, 使无人机处于相应的飞行模式, 并实时下传飞机状态数据到地面测控机上显示。

为实现与机载飞行控制系统的通讯, 遥测处理与显示计划采用软件完成, 设计成为以飞控参数、飞行轨迹的彩色屏幕显示方式。在图 3 所示的硬件系统中, 选用 MDS9710 无线电台和 PC104-1462 的测控计算机主板, 飞控参数通过无线通讯电台下传至无人机测控系统, 并在屏幕上实时显示, 并使之与地面遥控遥测计算机中的 RS232 串行通讯接口相对应, 进而真正实现空地之间的信息传递。整个便携式地面测控系统实物图如图 3。



图 3 便携式地面测控系统实物图

### 3.3 便携式地面测控系统软件设计

众所周知，直观反映当前无人机在空中的飞行状态是地面测控系统的主要任务之一，让地面操作和监控人员迅速判断无人机的各项状态是否出现异常，从而紧急转入人工处理，需要地面测控系统提供良好的人机界面。由于无人机的地面遥控遥测系统是一个功能集成化的复杂系统，因此在软件设计时，要着重考虑总体的软件功能设计。

#### 3.3.1 实时遥控遥测软件

采用 1 台遥控计算机与飞控计算机的电台进行通讯。如图 4 所示，遥控计算机将上下行的数据保存到上下行的数据文件中，同时将数据传送给实时显示计算机，以直观反映无人机的飞行状态信息。

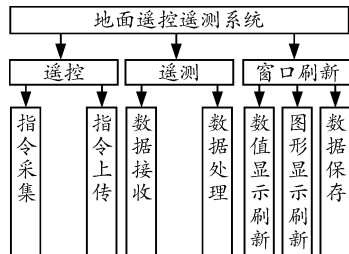


图 4 地面遥控遥测软件系统结构图

在 VC 环境下开发地面遥控遥测系统软件。其中，遥控模块的主要功能是让地面的操纵人员实现对无人机的飞行控制。

#### 3.3.2 实时显示软件

实时显示软件，即飞行监控模块，是地面监控系统的核心，能实时准确地记录全程飞行导航控制

数据<sup>[5]</sup>。在飞行过程中，以数据动态显示为主，并能够提供包括文本标签、图形、地图等多种形式的显示信息，实时显示软件主要分为实时飞行显示和飞行任务监控 2 个主要功能。图 5 为地面测控系统的实时显示界面。

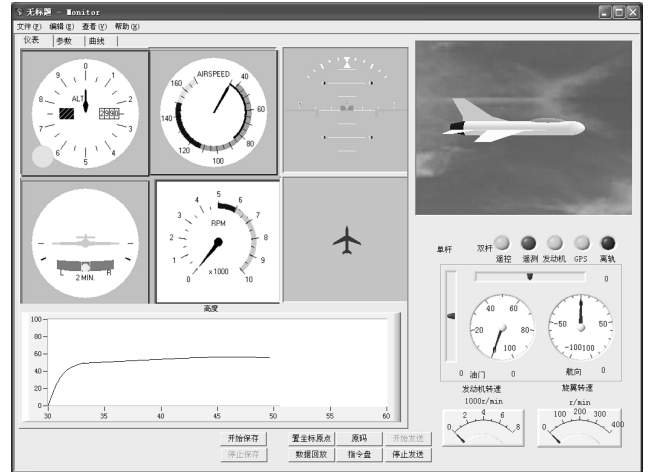


图 5 无人机地面测控系统显示计算机界面

在整个飞行过程中，所有下传的导航信息都被保存，在回显航迹模式中，通过对帧结构的解码、拆分和转换，能够完全地再现飞行过程中的实际情况，回放软件不再接收通信端口的数据，而是直接从数据库中读出相关信息。

## 4 结束语

笔者着重探究了便携式地面测控的基本工作原理，并设计实现了便携式无人机靶机地面测控系统。试验和测试结果表明该系统是可行的。

### 参考文献:

- [1] 石书济, 孙鉴, 刘嘉兴. 飞行器测控系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999: 210-214.
- [2] 张劲锐, 卢京潮. 基于 GIS 的无人机地面测控系统设计与实现[J]. 弹箭与指导学报, 2008, 28(5): 2-4.
- [3] 吴潜. 无人机测控系统的现状与发展趋势[J]. 电传技术, 2009, 49(9): 2-3.
- [4] 耿艳. 粗糙集理论在无线电测控系统效能评判中的应用[J]. 陕西理工学院学报, 2008, 24(2): 22-26.
- [5] 吴森堂, 费玉华. 飞行控制系统[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005: 4-10.