

doi: 10.7690/bgzdh.2015.06.003

基于 LRU 接口的航空通信系统动态模拟仿真实验台设计

蒋国峰¹, 徐东升², 时 瑞²

(1. 空军第一航空学院航空电子工程系, 河南 信阳 464000; 2. 中国人民解放军 95965 部队, 河北 故城 253800)

摘要: 为了解决需从飞机上拆下机件才能实施故障隔离存在的不足, 设计了基于 LRU 接口的航空通信系统动态模拟仿真实验台。该实验台根据某型航空通信系统组成机件的接口信号特性, 利用工控机为系统的显示、控制和数据处理核心, 通过扩展机件仿真接口、数字 I/O、A/D 等嵌入式接口卡, 将调理适配器、程控数字表和无线电综合测试仪等设备集成为一个具有模拟操作、接口仿真、性能测试等功能的动态模拟仿真平台。通过仿真设置典型接口信号, 可进行故障再现, 较好地解决了需拆除机件才能隔离故障的难题。应用结果表明: 该试验台具有功能强、性能稳定、操作简便和应用范围广等特点, 已成功应用于部队、院校和航修厂等多个单位。

关键词: 外场可更换单元; 航空通信; 动态模拟; 虚拟仪器

中图分类号: TJ02 **文献标志码:** A

Design of Dynamic Simulation Tester for Aviation Communication System Based on LRU Interface

Jiang Guofeng¹, Xu Dongsheng², Shi Rui²

(1. Department of Avionics Engineering, The First Aeronautic College of Air Force, Xinyang 464000, China;
2. No. 95965 Unit of PLA, Gucheng 253800, China)

Abstract: Dynamic simulation tester for aviation communication system based on LRU interface is designed to solve the shortcoming of removing parts from the airplane for fault isolation. According to the interface signal of LRU for some aviation communication, industrial computer is used to be display, control and signal processor through expanding embedded interface board such as simulation interface of LRU, I/O, A/D and so on. The dynamic simulation tester for aviation communication system is to be composed of adapter and multi-meter and integrated tester for radio by using technology of computer simulation, auto-control and VI. The tester has some function such as simulation operation, interface emulation, performance test and so on. The representative fault is reappearance through setting some signal, so the problem that must remove LRU from the airplane for fault isolation is solved. The result indicates that the tester has the characteristic of power function, stabilization, convenience and expansibility, so it has been successfully used for army, university and aero repairing factory.

Keywords: LRU; aviation-communication; dynamic-simulation; VI

0 引言

航空通信系统担负着机内外人员之间的通信任务, 是飞机上重要的保障系统, 包括天线、收发机、控制盒和通信控制器等机件, 各机件相互交联, 协同工作, 才能实现相应的通信功能。随着航空电子技术的发展, 航空通信系统的组成机件和交联关系越来越复杂, 使航空通信系统的使用维护和故障排除越来越困难。隔离机件故障需要将机件从飞机上拆下, 单个机件(line replaceable units, LRU)从飞机上拆下后, 便失去了正常工作的信号环境, 若拆下系统中的所有相关机件, 工作量大而且不能有效地隔离故障机件。笔者在分析各机件外部接口信号特性和逻辑关系的基础上, 利用计算机仿真、自动控制和虚拟仪器等技术设计航空通信系统动态模拟

仿真实验台, 模拟和再现航空通信系统各机件外部接口信号特性和时序关系, 实现对航空通信系统单个机件的通电和系统的联调。通过设置相应接口信号的特性可使相应故障再现, 软件系统可在完全模拟实装的情况下脱离硬件运行。

1 航空通信系统机件组成及接口特性^[1]

航空通信系统根据其承担的任务需求, 实际上就是将机上人员的语音或数据信号通过相应的设备转换成适合远距离通信的射频信号, 完成机上信息的发送; 另一方面, 接收机外人员发来的射频信号, 通过相关设备转换处理成适合机上人员能够听到或看到的信号, 完成机外信息的接收。考虑到设备的功能备份和与机上其他设备之间的交联, 航空通信系统一般包括多个设备, 各设备之间的信号在传输

收稿日期: 2015-01-24; 修回日期: 2015-03-04

作者简介: 蒋国峰(1975—), 男, 河南人, 硕士, 副教授, 从事航空电子装备的教学和检测设备的研发研究。

过程中，要经过相应设备的控制和转换。某型飞机航空通信系统组成及信号接口如图 1 所示，包括超短波电台收发机及控制盒、超短波天线及射频转换盒、短波电台收发机及控制盒、短波天调及天线、通信控制器等部分组成。

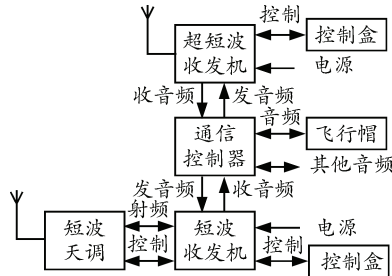


图 1 航空通信系统组成及信号流程

天线是进行射频信号接收和发射的重要机件，主要完成射频信号和空间波的相互转换，其阻抗特性直接影响信号的转换效率；收发机是通信系统的主要机件，主要完成基带信号到射频信号的处理和变换；控制盒安装在座舱内，是通信系统的人机接口，主要完成系统的功能控制和状态指示；通信控制器和飞行帽联接，是进行音频信号通路选择和处理的机件；短波天调是进行收发机和天线之间阻抗匹配的机件。

2 硬件设计^[2-3]

航空通信系统的接口信号包括电源、音频、射频、离散和串行数据等多种信号类型，航空通信系统动态模拟仿真实验台需要在软件程序的控制下按照一定的控制和逻辑关系模拟输出这些信号，对航空通信设备进行性能测试时，还需要变换输出相关的激励信号，并接收测试被测通信设备输出的响应信号，其硬件组成如图 2 所示。以工控机为显示和控制核心，通过扩展仿真接口、控制接口、检测接口连接调理适配器、信号源和测试仪器等，形成一个具有模拟操作、接口仿真和性能测试等功能的动态模拟仿真平台。

工控机系统中仿真接口板主要用于模拟各种控制盒与收发机之间的接口关系，数字 I/O 接口板主要用于产生离散信号、控制信号流的动态转换、接收离散信号等，A/D、D/A 接口板用于产生模拟信号、模拟量控制和模拟信号的接收等， GPIB 接口主要用于控制无线电综合测试仪、程控数字表和电源系统的工作状态和信号输出。无线电综合测试仪是整个系统激励信号产生和响应信号测试的主要仪

器，调理适配器用于调理适配工控机系统、无线电综合测试仪与设备模拟接口之间的信号，并在控制信号的作用下路由转换信号流向，设备模拟接口可分为激励接口和响应接口，完全模拟实际设备的接口特性，以便于测试系统在各种工作状态下的信号特性。

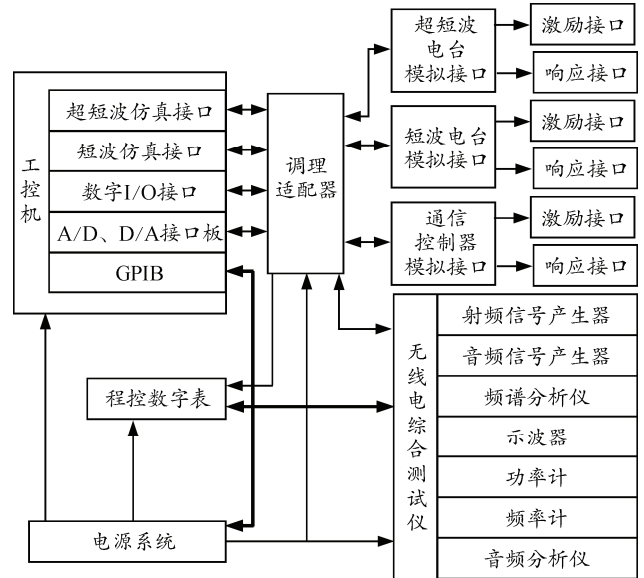


图 2 硬件电路组成框图

3 软件系统设计^[4]

软件系统选用 Windows 作为开发平台，采用 LabWindowsCVI 虚拟仪器编程软件，包括人机接口设计、软件流程设计和程序的编制。人机接口要能够完全实现系统的功能需求，操作和显示面板完全模拟实际设备，人机接口主界面如图 3 所示。为便于操作与控制，人机界面采用了分区域设计，左上角是系统的主控界面，主要包括系统的电源监视和系统各机件模拟/实装的确定、功能选择和机件选择等，模拟/实装主要用于系统在仿真过程中是接入实装还是选择模拟仿真相应机件的接口；机件选择主要用于选择操作的机件，选中相应机件，则系统主要对该机件进行模拟操作、接口仿真或性能测试。最右侧是操作的选择和操作结果的显示界面，根据不同的机件和不同的功能选择，显示相应的操作结果界面，如界面中显示的是超短波收发机的性能测试操作界面。其他部分则是操作控制面板模拟区，包括通信控制器面板、超短波电台控制盒面板和短波电台控制盒面板等，主要用于模拟相应机件的实际操作面板以及系统的操作和显示。如果相应机件接入实装，则该机件背景变暗，显示无效状态，否

则显示激活状态，如界面中超短波控制盒选择的实装，其他选择的是模拟。

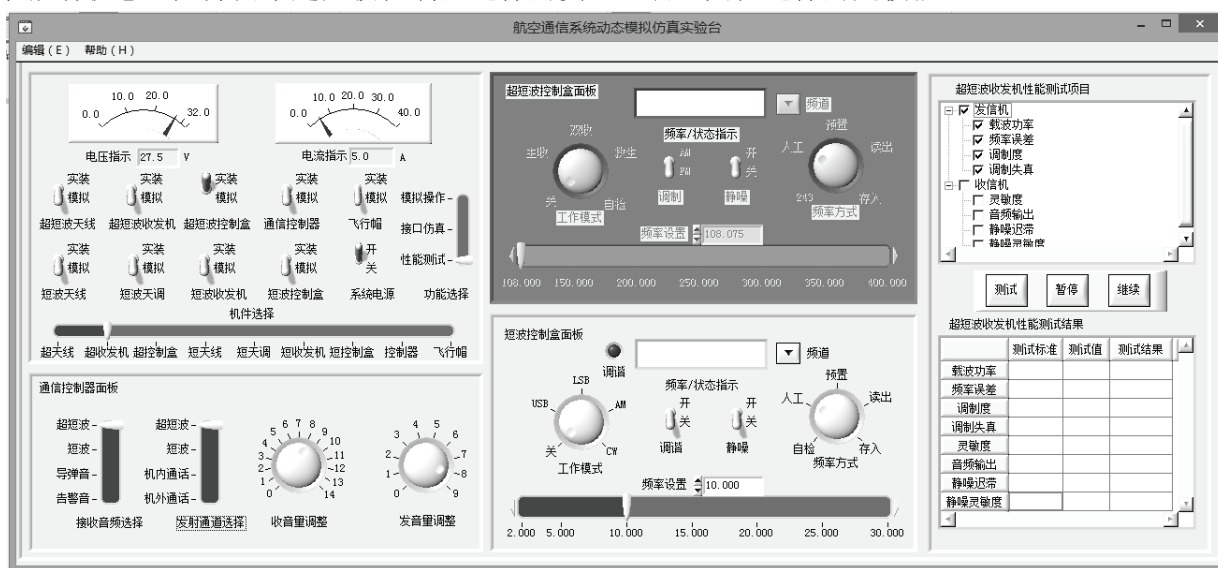


图 3 人机接口主界面

主程序流程如图 4 所示。

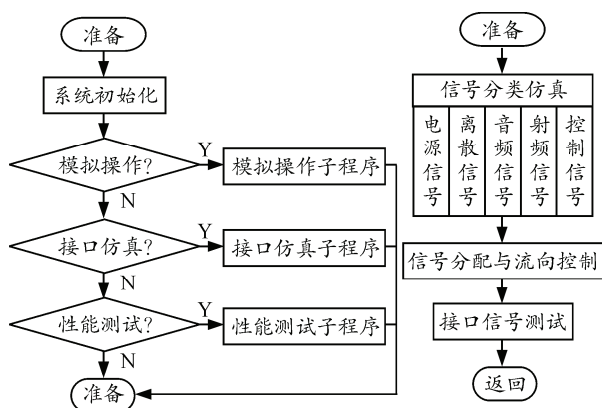


图 4 主程序和信号仿真子程序流程

首先进行系统初始化，然后根据不同的选择进行模拟操作、接口仿真或性能测试。模拟操作是模拟航空通信系统的各种操作过程，并显示相应的状态指示信息，不控制相关的仪器设备去调用相关的信号，本质上是一个与硬件无关的模拟训练软件。接口仿真子程序则是在模拟操作过程的控制下，控制相应的仪器资源输出相关的电源、离散、音频和射频信号等，并按照设备的接口信号定义对各种信号的流向进行控制；同时，在接口信号测试的要求下，控制被测信号输入到相应的测试仪器，将测试

结果输入到工控机并显示。性能测试子程序则主要用于对航空通信系统各设备进行性能测试，与接口仿真子程序相比，不需要模拟各设备的响应信号，只需模拟激励信号输入到被测设备，并同时接收被测设备的响应信号进行测试即可。

4 结论

依据航空通信系统 LRU 接口信号特性设计的动态模拟仿真实验台，再现了系统内各设备之间信号的交联关系及动态信号流程，较好地满足了对航空通信系统的实践操作培训、故障再现和性能检测需求，具有构建灵活、系统性强、可扩展性好和性价比高等特点，已推广应用到部队、院校和航修厂等多个单位，取得了较好的军事经济效益。

参考文献：

- [1] 陈德煌. 某航空通信系统原理与维护[M]. 北京: 空军装备部, 2002: 30-32.
- [2] 宋国合, 陈同军. 某远程火箭炮火控系统仿真训练平台[J]. 兵工自动化, 2013, 32(3): 21-23.
- [3] 蒋国峰, 丁浩. 航空电台测试系统构建方法[J]. 兵工自动化, 2009, 28(2): 19-21.
- [4] 蒋国峰, 扈胜超. 航电系统外场保障实习台的设计与研究[J]. 航空计算技术, 2010, 44(5): 109-111.