

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.05.028

# 基于 OP7200 的应答机自动测试系统

姚文臣<sup>1</sup>, 黄国庆<sup>2</sup>, 苏光良<sup>3</sup>

(1. 郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450052; 2. 空军第一航空学院 航空电子工程系, 河南 信阳 464000; 3. 中国人民解放军 93363 部队 装备部, 吉林 四平 136100)

**摘要:** 为了提高某型应答机自动测试效率, 降低开发成本, 提出一种基于显示控制模块 OP7200 的应答机自动测试系统。介绍了应答机自动测试系统的总体设计思路, 详细分析了电源模块、电压电流检测模块、OP7200 接口模块、通信模块等多个模块的设计, 同时分析了 OP7200 在开发环境 Dynamic C 中的软件设计流程。结果表明, 与由工控机和分离模块组成的传统测试系统相比, 新方案简化了系统整体软硬件设计, 节约 40% 的开发成本, 同时提高大约 35% 的开发效率。该系统已交付用户使用, 性能可靠, 使用方便, 有效地提高了应答机的维修保障能力。

**关键词:** 自动测试系统; 应答机; OP7200; Dynamic C; 维修保障

**中图分类号:** TP334.4; TP274 **文献标识码:** A

## Transponder Automated Testing System Based on OP7200

YAO Wen-chen<sup>1</sup>, HUANG Guo-qing<sup>2</sup>, SU Guang-liang<sup>3</sup>

(1. College of Information & Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China; 2. Dept. of Aeronautic Electronic Engineering, The First Aeronautic Institute of Air Force, Xinyang 464000, China; 3. Equipment Department, No. 93363 Unit of PLA, Siping 136100, China)

**Abstract:** In order to improve the testing efficiency and reduce the design cost of the certain type transponder automated testing system, a new utomatic testing system based ondisplay control module OP7200 was present. The overall design method was introduced, and the hardware design was analyzed for power supply module, vottage-current detection module, OP7200 interface module, communication module, and so on. And analysis software design flow of OP7200 in environmental development Dynamic C. The results show that compare the new system with tradition testing system of manual control and abruption module, the new system saved the development cost about 40%, and improved the design efficiency about 35%. The application of the system indicates that it had good reliable performance and could be easily used so that the capability of transponder maintenance support was improved.

**Keywords:** Utomatic testing system; Transponder; OP7200; Dynamic C; Maintenance support

### 0 引言

空中交通管制机载应答机(简称应答机)是一种重要的机载导航设备。它配合地面二次雷达工作, 为空中交通管制系统提供应答机载机平台的方位、距离、高度、属性等信息, 从而实现对飞机的管理和监督, 维护空中交通秩序, 保障飞行安全和提高飞行效率<sup>[1]</sup>。目前, 应答机测试系统需要配备多种测试仪器, 操作复杂, 自动化程度较低。

OP7200 是一款新型多功能控制器, 具有可靠性高、体积小、经济实用等优点, 可以满足便携式测试系统的要求。故针对应答机测试自动化程度低的情况, 设计研制了基于 OP7200 的某型应答机便携式自动测试系统。

### 1 OP7200 简介

OP7200 是一款新型嵌入式多功能控制器, 可以作为数据采集、控制和显示设备, 适用于需要人机交互的工业现场。

OP7200 具有 9 个薄膜按键: 1 个 4 096×4 096

的触摸屏; 1 个(320×240 像素)带程控开关的白色背光 LCD<sup>[2]</sup>。这主要是其控制和显示部分。

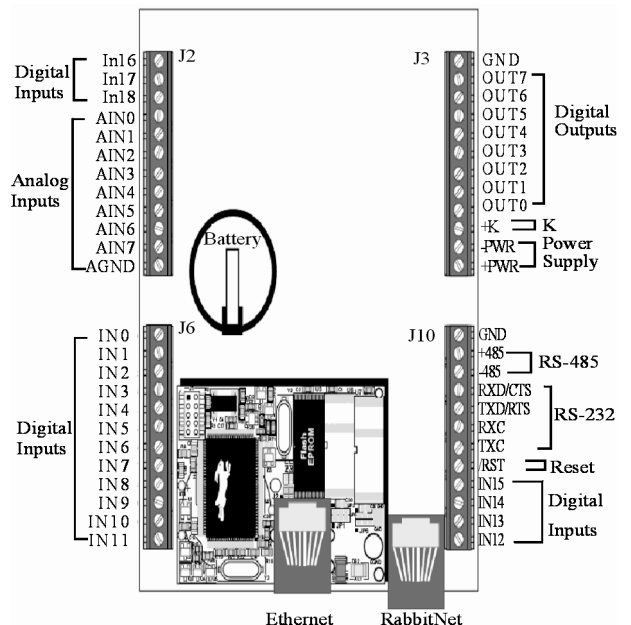


图 1 OP7200 的外部接口图

收稿日期: 2009-12-17; 修回日期: 2010-02-01

作者简介: 姚文臣(1984-), 男, 河南人, 在读硕士, 从事数字信号处理及机载导航设备测控研究。

OP7200 还具有多种接口: 19 路开关量输入通道; 8 路开关量输出通道; 模拟量采集通道, 在单端输入时提供 8 路 11 位分辨率的模拟通道, 在差分输入时提供 4 路 12 位分辨率的模拟通道; 1 个 10Base T 的以太网接口; 3 个串口, 包括 1 个 RS485 接口, 2 个 3 线的 RS232 接口(或 1 个 5 线的 RS232 接口)。其外接接口如图 1。

## 2 系统总体设计

### 2.1 需求分析

应答机主要包括控制盒 (CP)、收发机 (RT)、天线放大器 (AA) 等部分<sup>[3]</sup>。在系统设计时, 设计目标是提供控制盒和收发机的仿真工作环境, 并根据具体情况对进行控制盒或接收机进行测试。在控制盒测试时, 仿真控制口虚拟相应接收机的功能, 按约定的通信协议与被测控制盒通信, 从而读取控制盒的信息并进行判断; 在收发机测试时, 仿真控制口代替控制盒的控制功能, 产生与约定的通信协议一致的控制信号, 并加载到接收机, 同时需要产生收发机需要的激励信号, 同样要加载到收发机。

因此, 需要提供的信号主要有各种电源, 模拟收发机通信信号、模拟应答机控制信号、收发机工作的激励信号等。同时, 在控制盒测试时, 需要检测状态选择、按钮、指示灯、LED 显示屏的好坏; 在收发机测试时, 需要检测收发机应答功率, 应答概率, 状态性能等参数。

### 2.2 硬件设计

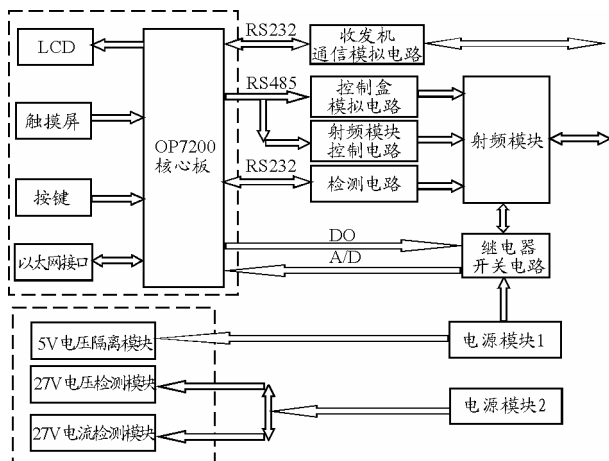


图 2 系统硬件原理图

应答机自动测试系统的硬件组成如图 2, 主要由电源模块、显示控制模块 OP7200、收发机通信模拟电路、控制盒模拟电路、射频模块控制电路、检测电路、射频模块、继电器开关电路、电压电流检

测模块等组成。其对外接口有 220 V 交流电源接口、以太网接口、控制盒测试接口、收发机测试接口和 RF 射频口。

### 2.2.1 电源模块

电源由电源模块 1 和电源模块 2 部分, 其中, 电源模块 1 产生 27 V 直流电压, 主要为 OP7200 和应答机收发机供电; 电源模块 2 提供  $\pm 5$  V、 $\pm 12$  V 的直流电源, 主要为各电路板、电压电流检测模块、射频模块、控制盒和收发机等供电。

### 2.2.2 电压电流检测模块

电压电流模块主要检测 27 V 供电情况。在收发机工作时, 27 V 供电电压会发生变化, 如果电流超出了 OP7200 的承受能力, 则不能用 OP7200 的 A/D 采样功能, 就无法指示所用的电压、电流值。系统采用了 XL5135V-4 型电压面板表和 XL5135A-6 型电流面板表。另外, 电压检测模块需要与 27 V 电源并联, 电流检测模块需要与 27 V 电源串联, 同时, 为了降低电源干扰, 它们都需要通过电压隔离模块间接提供 5 V 电源。

### 2.2.3 OP7200 接口应用

作为应答机自动测试系统的控制和显示单元, OP7200 负责整个系统测试任务的调度和测试结果的显示。它使用的功能包括: 1) LCD 显示屏, 主要用于测试界面显示; 2) 触摸屏, 主要通过软件编程进行选择、控制、参数输入等操作; 3) 9 个按键, 主要用于测试界面的切换(其功能可被触摸屏代替); 4) 8 路数字输出, 主要用于继电器开关电路中的通道选择; 5) 1 路 A/D 转换, 测量检波器输出的电压, 判断收发机的输出功率; 6) 2 个 3 线 RS232 接口, 分别用于收发机模拟电路的通信和控制盒模拟电路与射频模块控制电路的通信; 7) 485 接口用于检测电路的信息传输; 8) 以太网接口用于网络信息交互。

### 2.2.4 电路板模块

在测试控制盒时, 收发机通信模拟电路根据收发机的通信格式, 与控制盒进行通信。

在测试收发机时, 控制盒模拟电路根据控制盒的功能, 模拟产生控制盒信号的控制种类和信号格式, 替代控制盒与收发机进行通信; 射频模块控制电路负责控制射频模块, 从而产生收发机所需要的激励信号; 检测电路针对收发机发送的信号进行检

测，对其中包含的信息进行解析。

### 2.2.5 射频模块和继电器开关电路

射频模块包括脉冲频率源、固定衰减器、对数检波器以及环形器等，主要用于产生收发机的激励信号，并对收发机发出的信号进行检波。其中，脉冲调制频率源提供 L 波段频率的载波，同时内部有程控衰减器，范围为 0~127 dB，频率间隔 1 dB，主要产生激励信号；固定衰减器为 30 dB、50 W，主要对收发机发出的射频信号进行衰减；对数检波器检波范围较宽，而且是有源器件，主要对收发机发出的信号进行检波；环形器是无源器件，主要满足激励信号和接收信号对射频通道的使用。

继电器开关电路主要用于电源的通断，因为收发机是分时工作的，即在收与发的不同时间段内，关闭相关射频器件的电源，避免对收发机造成影响。

## 3 系统软件设计

OP7200 的编程使用 Z-World 工业级的 Dynamic C 软件开发平台<sup>[4]</sup>。它是一套用于编写嵌入式应用软件的集成开发系统，集成了编辑、编译、链接、装载和调试等开发功能，还带有许多函数库，支持实时编程、芯片级 I/O，支持国际字符、位图图像以及圆、线、矩形等图形结构的显示。Dynamic C 还支持协作多任务及抢先多任务处理。在协作多任务处理时，通过互联语句 const 和公有函数，各变量可以在无严密防范的情况下在不同的任务之间实现共享。

化；进行字体大小初始化；创建触摸屏键盘；进行串口初始化，设置 RS232 和 RS485 的波特率、数据位、校验位、停止位等；进行输出接口和以太网设置。然后对全局变量初始化，完成全局变量的定义；接着进入测试任务选择界面，判断是否进行测试，若对控制盒或收发机进行测试，则在测试任务完成后返回初始界面，否则一直在初始界面程序中循环。软件流程图如图 3。

## 4 结束语

在应答机自动测试系统设计时，OP7200 体积小，重量轻，满足该系统便携式的要求；其接口功能丰富，不必像 PC104 或工控机需要另外添购板卡和输入输出设备，节省了开发时间和成本；Dynamic C 软件开发平台是基于标准 C 语言<sup>[5]</sup>的改进，编程规则基本通用，而且还具有专门的库函数，例如触摸屏数字输入库函数，可以方便地输入整数、小数等，不但使设计富于人性化，而且方便了编程，提高了软件开发效率。在实际使用中的界面如图 4。



图 4 OP7200 测试界面

该自动测试系统较好地完成了测试任务，性能可靠，有效地提高了应答机的维修保障能力。同时，该系统利用 OP7200 丰富的接口简化了系统设计，通过使用触摸屏简化了测试操作，提高了测试效率。目前，该系统已交付用户使用。

## 参考文献：

- [1] 黎廷璋, 张德馨. 空中交通管制机载应答机[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [2] OP7200 User's Manual[M]. Z-world 技术培训教材, <http://www.zworld.com/documentation/schemat/090-0138.pdf>.
- [3] 符建民. 浅谈空中交通观之系统的工作模式[J]. 航空工程与维修, 2000(3): 30-31.
- [4] Dynamic C 中文手册[Z]. 北京博控自动化技术有限公司技术文档.
- [5] 谭浩强. C 语言程序设计(第 2 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

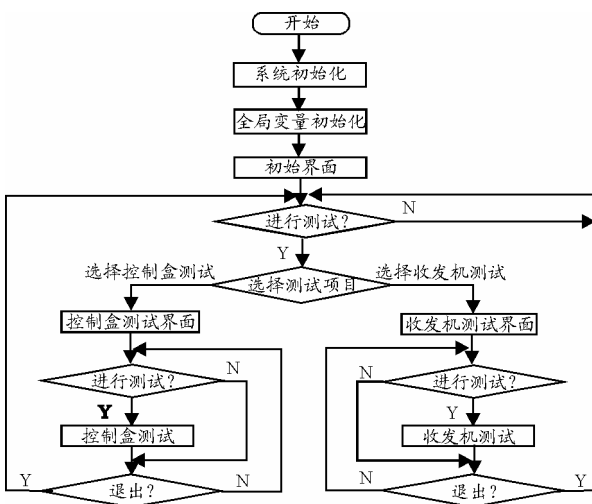


图 3 OP7200 系统软件流程图

当系统启动时，首先进行系统初始化操作；设置背光灯开，增加 LCD 显示屏亮度；进行 LCD 的对比度设置，使显示界面更为清晰；进行键盘初始