

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.05.007

# 基于 NXP-LPC2378 的飞行模拟训练器正前方控制板设计

马立新<sup>1</sup>, 肖昕<sup>2</sup>, 袁强<sup>1</sup>

(1. 中国兵器工业第五八研究所 军电部, 四川 绵阳 621000;  
2. 中国兵器工业第五八研究所 生产经营处, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 采用 NXP 公司的 LPC2378 微控制器对正前方控制板进行设计。介绍其硬、软件设计, 并给出系统框图, 通信采用全双工 RS-422 通信, 控制程序采用 C 语言编程完成; 显示采用 4 个 8 位 LED 字符显示器。结果表明, 该设计能实现信息采集处理功能, 降低系统功耗和研制成本, 能满足操作人员的需要, 具有亮度可调和可视角大的特点。

**关键词:** 模拟训练器; 控制板; LPC2378; RS-422 通信; LED 字符显示器; EEPROM  
**中图分类号:** TP202 **文献标识码:** A

## Design of Aviation Simulator Front Control Panel Based on NXP-LPC2378

MA Li-xin<sup>1</sup>, XIAO Xin<sup>2</sup>, YUAN Qiang<sup>1</sup>

(1. Dept. of Military Electronic, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;  
2. Management Office for Production Operation, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Adopt NXP-LPC2378 micro-controller to design the front control panel. Introduce its hardware and software design, and give system frame. The communication adopts full duplex RS-422, control program adopts C language program, display adopts four 8-bit LED character displayer. The result shows that the design can achieve information collection processing function, low system power consumption and development cost, satisfy the operator require, and it has the brightness can adjustment and big viewing angle two principal advantage.

**Keywords:** Simulator trainer; Control panel; LPC2378; RS-422 communication; LED character display; EEPROM

### 0 引言

飞行模拟训练器主要用于飞行员的在地面训练, 目的是熟悉飞机设备功能和操作的技巧, 具有重要的教学意义。模拟训练器上各设备尺寸外型及功能等都力求与机上设备保持一致。正前方控制板是飞行模拟训练器中的重要电子设备之一, 是操作人员与模拟器之间的主要人机界面, 主要用于通信及导航数据的显示、修改, 以及通信系统的音量调节等, 通过 RS-422 串行接口与主控制计算机进行通信, 是模拟训练器的主要人机接口, 其稳定性及性能直接关系到整体训练效果, 故对其进行研究。

系统要求平均故障间隔时间为 600 h, 工作寿命不低于 10 000 h。平均修复时间不大于 1.0 h, 最大修复时间不大于 2.0 h。实时性要求满足 RS-422 在 9 600 bps 波特率下对消息的处理要求, 操作人员不感觉到明显延迟。在设计正前方控制板的工作中, 为满足系统通信实时性和系统稳定性的要求, 在硬件和软件两方面进行了充分的考虑。硬件方面, 采用高性能和高可靠性的成熟微控制器产品, 在设计

中采用成熟的技术。软件设计方面, 使用高效率的 C 语言编程, 运用软件工程的管理方法, 并采用扩展消息缓冲区等方法, 提高系统的实时处理能力和可靠性。

### 1 硬件设计

#### 1.1 系统总体框图

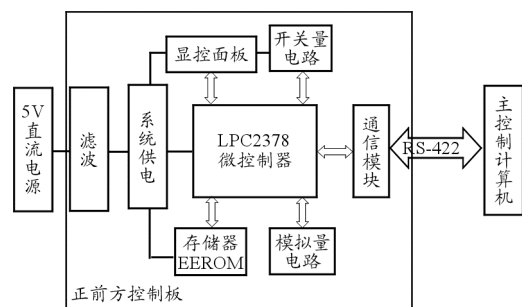


图 1 系统总体框图

系统总体框图如图 1。LPC2378 微控制器是整个系统的核心, 负责数据的接收处理、键盘按键信息的采集识别、LED 字符显示器及数据存储的控制。整个系统在 LPC2378 微控制器的控制下工作:

收稿日期: 2010-01-04; 修回日期: 2010-03-03

作者简介: 马立新 (1982-), 男, 辽宁人, 蒙古族, 在读硕士, 从事嵌入式系统研究。

由主控制计算机发来的 RS-422 消息，经通信模块传给 LPC2378 微控制器，微控制器软件根据消息内容进行相应的操作，若消息为显示信息，则将内容显示到显控面板的 LED 字符显示器上。LPC2378 微控制器采集显控面板上拨码开关、旋钮的状态信息和矩阵键盘的按键信息，把命令消息发送给主控制计算机。存储器主要用于存储系统状态信息等，使系统具有记忆功能。

### 1.2 LPC2378 微控制器

本设计工作中，最重要的一项工作就是微控制器的选择，微控制器的选择主要根据以下几个方面：

#### 1) 微控制器性能和外围接口满足系统要求

LPC2378 是一款基于 ARM7TDMI-S 的微控制器，可采用 +5 V 或 +3.3 V 直流供电，芯片内集成丰富的外设，具有体积小、功耗低和外围接口丰富的特点，非常适合串行通信的应用场合。具有以下特性：(1) 可在高达 72 MHz 的频率下运行；(2) 高达 512 KB 的片内 FLASH 程序存储器，具有在系统编程 (ISP) 和在应用编程 (IAP) 功能；(3) ARM 局部总线上有高达 32 KB 的静态 RAM，可进行高性能的 CPU 访问；(4) 以太网接口具有 16 KB 静态 RAM、USB 接口具有 8 KB 静态 RAM，都可用作通用 SRAM；(5) 具有外部存储器控制器，具备 8 位数据/16 位地址并行的总线，支持诸如 FLASH 和 SRAM 的静态设备；(6) 先进的向量中断控制器，支持多达 32 个向量中断；(7) 标准的 ARM 测试/调试接口，与现有工具相兼容；(8) 3 个低功耗模式：空闲、睡眠和掉电；(9) 丰富的串行接口：Ethernet MAC，USB2.0，4 个 UART，2 路 CAN 通道，2 个 I2C 接口，I2S 接口，安全数字 (SD)/多媒体存储卡 (MMC) 接口，多达 104 个通用 I/O 引脚 (GPIO)。可见，LPC2378 微控制器提供的主频和外围接口完全满足系统通信和接口扩展的要求。

#### 2) 微控制器采用成熟技术并能保证货源充足

LPC2378 微控制器为 NXP 公司基于 ARM7TDMI-S 的产品，近年来 ARM7 系列产品在各行各业中的应用十分广泛，满足主流设计风格要求。LPC2378 产品是宽温的工业级芯片，具有充足的货源，可满足长期使用的要求。

#### 3) 微控制器体系具有充足的资源和技术支持

LPC2378 是周立功公司代理的重要产品系列，提供完整的参考设计，集成的软件开发环境和参考例程，能够快速搭建系统平台，在较短的周期内完

成系统开发工作。

鉴于以上几点，本设计选用了 LPC2378 微控制器，而普通的单片机产品虽然能完成系统功能设计，但不能保证系统开发工作的高效率。

### 1.3 系统供电

系统中的元器件采用 +5 V 和 +3.3 V 直流供电，外部供给 +5 V 直流，经滤波处理，采用三端稳压器产生 +3.3 V 直流供给部分元器件使用。

### 1.4 通信模块

通信接口由一路全双工 RS-232 和一路全双工 RS-422 组成，RS-232 接口主要用于从开发宿主主机下载程序和调试用，RS-422 接口主要用于控制板安装到模拟训练器后与主控制计算机间的通信。由于 LPC2378 微控制器提供的是 TTL 电平信号，故需采用电平转换芯片 MAX232 和 MAX488 进行电平转换，从而实现串口通信。具体电路如图 2 和图 3。

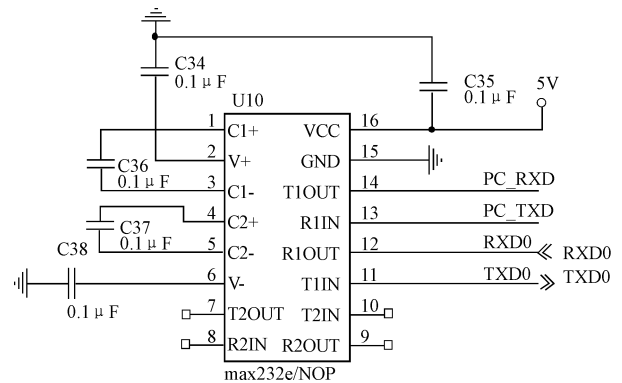


图 2 RS-232 电平转换

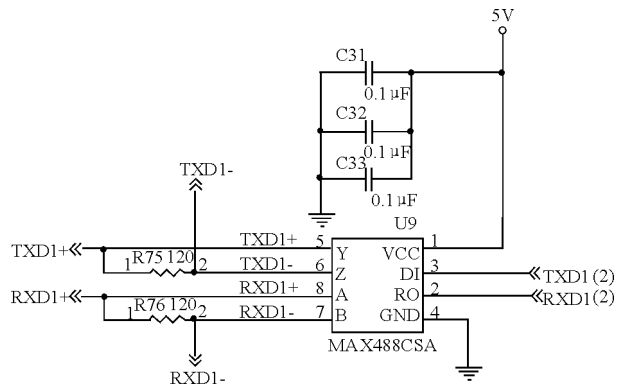


图 3 RS-422 电平转换

### 1.5 存储器

为使系统具有记忆功能及以后的功能扩展需要，在系统设计时增加了存储模块，主要用于存储系统状态信息和配置信息。系统中采用 MAX5045 串行 EEPROM。MAX5045 是一种集看门狗、电压监控和串行 EEPROM 三种功能于一身的可编程电

路。器件存储器部分是带块锁保护的 CMOS 串行 EEPROM 阵列, 阵列的内部组织是 x8 位。MAX5045 可提供最少为 1 000 000 次擦写和 100 年的数据保存期, 并具有串行外围接口 (SPI) 和软件协议的特点, 允许工作在简单的四总线上。具体电路如图 4。

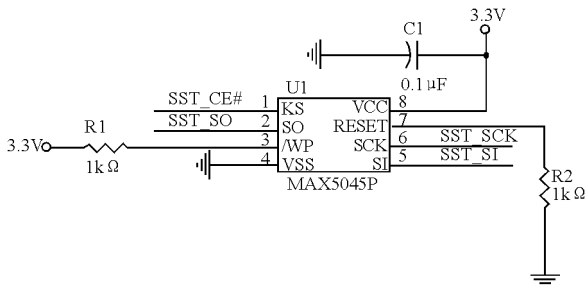


图 4 存储器电路

## 2 软件设计

### 2.1 软件功能框图

软件总体框图如图 5。系统上电后, 首先进行初始化硬件设备的工作, 主要是初始化 LPC2378 微控制器的各引脚状态、定时器及设定 A/D 工作方式及采集的精度等。设备自检主要是检测 LED 字符显示器和键盘指示灯是否处于正常工作状态, 以显示字符和指示灯点亮关闭的方式把检测信息反馈给用户。矩阵键盘数据线与 LPC2378 微控制器 GPIO 引脚连接, 键盘扫描程序通过读取 GPIO 引脚的不同电平组合来判断按键的状态和键值, 并根据键值进行相应的操作。串口消息发送和消息接收处理模块负责正前方控制板与主控制计算机之间的通信, 可向主控制计算机发送单个字节或多个字节数据, 同时根据协议对接收到的消息进行相应操作。音量采集处理采集由变阻器调节的电压信息, 并编码转换为控制信息发送给主控制计算机, 从而达到对通信系统音量控制的目的。开关数据采集处理模块读取与拨码开关相连接的 GPIO 引脚的状态信息, 并根据状态进行相应的操作。

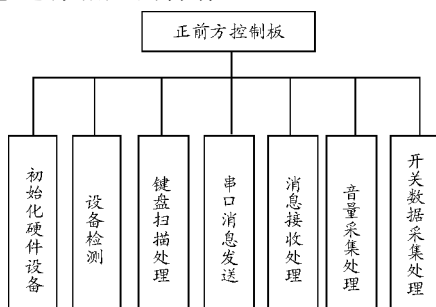


图 5 软件功能框图

### 2.2 软件控制流程图

软件控制流程图如图 6。由于系统软件功能相对简单, 不需要采用操作系统, 控制程序为单任务, 在系统上电后自动运行, 在进行初始化设备和自检测无异后, 进入主循环体。在主循环中, 分别调用各个功能模块的程序, 进行外加信号的采集处理、音量旋钮状态的采集处理以及键盘扫描等操作。由于主控制计算机发送来的消息数量较大, 所以采用环形缓冲区, 用读指针和写指针 2 个指针跟踪处理和接收信息的状态, 确保主控制计算机的命令能够完整及时的得到响应。

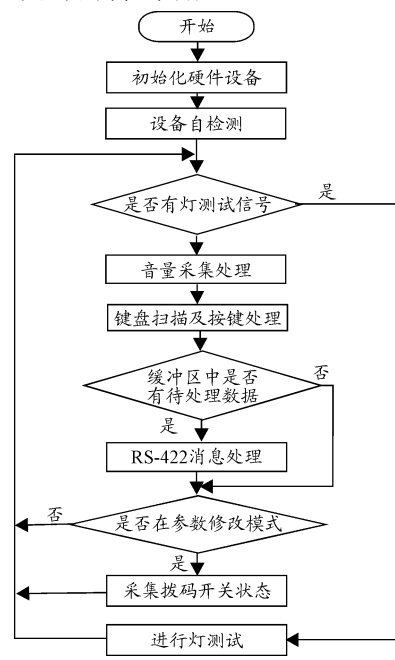


图 6 软件控制流程图

## 3 结语

该设计方案采用了成熟技术及元器件, 保证了系统运行稳定可靠, 并降低了研制成本。在软件设计方面, 充分考虑了系统的处理速度, 尽量简化软件复杂度, 确保软件的可靠性和效率, 经多次反复测试, 能很好地满足系统要求。目前, 根据该方案设计的控制板在某飞行模拟训练器上得到了试用, 运行效果良好, 可以满足用户的使用要求。

### 参考文献:

- [1] 周立功. 深入浅出 ARM7-LPC2300[M]. 广州: 广州致远电子有限公司, 2007.
- [2] David A. Patterson, John L. Hennessy. 计算机组成与设计 - 硬件/软件接口[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] Andrew Koenig. C 陷阱与缺陷[EB/OL]. www.csdn.net. 2008.