

# 基于 Small RTOS51 的充气机控制部件

周伟

(无锡供电公司, 江苏 无锡 214061)

摘要: 该文介绍了嵌入式实时操作系统 Small RTOS51, 在充气机设备控制中的使用。对其它设备的应用, 也具有指导意义。

关键词: Small RTOS51; P89LPC932A1; 充气机; 任务; ADC

中图分类号: TP316.2 文献标识码: A 文章编号: 1009-3044(2011)18-4481-03

## Based on Small RTOS51 Control Part of Inflate

ZHOU Wei

(Wuxi Power Supply Company, Wuxin 214061, China)

**Abstract:** It introduced embedded real-time operating system SMALL RTOS51, the use in inflate device control. The application of other devices, also has significance.

**Key words:** Small RTOS51; P89LPC932A1; inflate; task; ADC

嵌入式系统产品竞争的加剧, 更新周期的缩短, 正确的选择一个开发工具, 是一个良好的开端。

应用系统基于裸机编写软件的做法已经不能很好的管理微处理器, 嵌入式实时操作系统(RTOS)给设计者提供了一个好的编程工具, 它将软件的运行, 从前、后台的运行模式转化为多任务占先式并发运行的模式。在嵌入式实时操作系统的支撑下, 软件的设计人员只要根据实际需要, 定制一些实际的任务, 就可以完成系统的设计, 尤其是在使用已经移植了操作系统的微处理器进行开发时, 设计人员就可以方便地应用 C 语言, 调用操作系统提供的服务函数进行编程, 而且实时性、稳定性、可靠性都可以得到有力的保障。

基于 51 单片机的嵌入式实时操作系统中比较常用的有 RTX51, uCOS-II 和 Small RTOS51 等三类。

Keil C51 所带的 RTX51 有两个不同的版本 RTX51 Full 及 RTX51 Tiny, 它们都可以在 51 系列单片机中使用。RTX51 Full 虽然可同时存在时间片轮转调度和抢先式的任务切换, 但它代码太大, 需要外部 RAM, 又无源代码, 很多时候不实用。RTX51 Tiny 虽然小, 容易在没有外部数据存储器的单片 8051 系统上运转, 但它没有任务优先级和中断管理, 也不太实用。

uCOS-II 是源码公开的实时内核, 是一个完整的、可移植、可固化和可剪裁的抢占式实时多任务内核, 可移植到不同架构的微处理器上, 但是对 51 单片机来讲, 它的规模太大, 不仅需要大量外部 RAM, 而且要求所有函数都必须是可重入函数, 很难移植到没有外扩 RAM 的 51 系列单片机。

Small RTOS51 则是为小 RAM 系统设计的占先式内核, 是一个基于 51 系列单片机的、免费的、源代码公开的多任务实时操作系统, 它占用资源少、实时性好, 非常适合在 51 单片机等系统上使用。

下面就一个基于 Small RTOS51 操作系统与单片机 P89LPC932A1 的组合, 在充气机设备控制部件中的设计与应用。

## 1 充气机设备控制部件的功能及硬件描述

### 1.1 充气机设备功能的简要描述

充气机是为一些工程中提供干净的、干燥的、有一定压力的空气, 它把一般的空气进行过滤、干燥、压缩等处理后达到工程中所需要的规范要求。充气机的控制系统是对这些过程中所使用的检测、电磁阀门、电机等按工艺过程的需要, 实施控制。其内容如图 1 所示。每秒钟对压缩气体的压力、湿度、温度等检测一次, 测试的结果经处理后, 按控制的要求, 发出相应的命令, 输出至输出电路, 驱动相应的电机、电磁阀等, 在用户设置的范围内, 按工艺的要求进行自动的工作, 并对电机等运行的单次时间, 连续工作的累计时间进行统计, 累加。有关处理的结果再经本板上的 LED 成数字输出, 供用户观察。并经 I2C 总线, 与上位机通信。

### 1.2 充气机设备控制部件的主要组成

如图 1 中连线的箭头所示, 大体上可分成输入、输出及双向通信三个部分。各部件的主要作用如下:

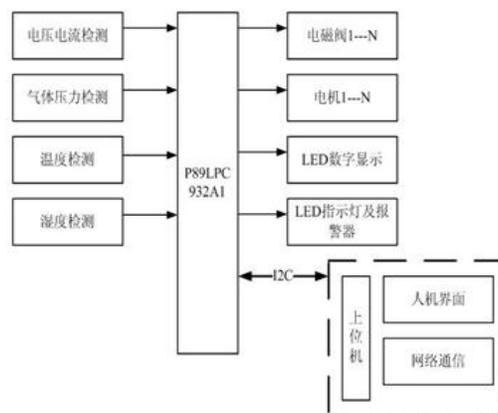


图 1 硬件结构框图

收稿日期: 2011-03-15

作者简介: 周伟(1972-), 男, 江苏无锡人, 助理工程师, 主要研究方向为嵌入式应用。

本栏目责任编辑: 梁书

计算机工程应用技术 4481

输入部分;主要是针对有关对象的检测。对压缩机电机供电电压,工作电流要进行监测。按照技术要求的范围内进行正常工作,超出正常范围就要及时停止并显示、报警,以保护充气机中这些重要的工作部件。对压缩气体的气体压力、气体湿度要及时进行检测,使压缩后输出的工作气体达到规定的干燥程度及额定的工作压力。

输出部分;主要的工件对象有电磁阀、电机、本电路板上的数码 LED 显示、LED 报警指示 LED 灯等。电磁阀及电机是实施对空气压缩机的单次工作时间,连续工作累计时间等数据进行统计,对压缩气体通道进行变换,满足干燥、加压、存储等需要。对于有关统计的数据要与用户的设置值,技术上,工艺上的要求等进行及时的比较,并在本电路板上的数码 LED 中显示或报警等。

双向通信部分;由 I2C 总线,与上位机进行双向的数据交换,供人机界面、网络通信等使用。

### 1.3 电路中采用 NXP 公司的 P89LPC932A1 的八位单片机

它的内核是 8051 系列的,8KB 可擦除 Flash 程序存储器。256 字节 RAM 数据存储器。512 字节附加片内 RAM。512 字节片内用户数据 EEPROM 存储区。2 个模拟比较器并且具有可选择的输入端和参考源。2 个 16 位定时/计数器(每一个定时器均可设置为溢出时触发相应端口输出或作为 PWM 输出)。23 位的系统定时器可用作实时时钟(RTC)。一个增强型的串行通信端口(UART),具有波特率发生器、间隔检测、帧错误检测和自动地址检测等功能。400kHz 字节方式 I2C 通信端口和 SPI 通信端口。同一时钟频率下,其速度为标准 80C51 器件的 6 倍。

## 2 Small RTOS51 简介

Small RTOS51 是一个专门为 51 系列单片机设计的嵌入式实时操作系统,使用 Keil 编译器可以直接使用其代码。它有如下特点:

- 1) 公开源代码,只要遵循许可协议,任何人可以免费获得源代码。便于用户的二次开发。
- 2) 可移植性。用户可以把与 CPU 有关的控制指令压缩到最小,把大部分精力放在 CPU 的控制程序上。可以使用 ANSIC 编写应用程序,不仅简化了编程手段,而且便于程序移植。
- 3) 可固化性。Small RTOS51 为嵌入式系统设计可以嵌入到产品中成为产品的一部分。
- 4) 抢占式运行。Small RTOS51 可以管理 16 个用户任务,每个任务可以设置不同的优先级,Small RTOS51 总是运行优先级最高的任务。
- 5) 中断管理。采用中断管理方式,当有更高级的中断申请时,将目前正在执行的任务挂起,如果优先级更高的任务被中断唤醒则高优先级的任务在中断嵌套结束后立刻执行。中断嵌套层数可达 255 层。如果需要还可以禁止中断的嵌套管理。
- 6) RAM 需求小。Small RTOS51 为小 RAM 的系统设计,因而对 RAM 的需求只有几百字节,相应的系统服务也少。

## 3 系统软件的实施

按照充气机设备控制功能的要求,把软件划分成几个并行的任务。Small RTOS51 对任务的调度是按照任务的规定的优先权,由高到低依次执行。各任务内容的划分可以依据功能的紧急程度,输入、输出模块的归类等原则。本软件把任务划分成五个,按优先级的次序依次为;LED 数码显示、I2C 数据通信数据处理、检测输入、结果输出并报警等处理,数据综合处理。

系统上电并进入主程序后,首先对系统进行自检、初始化,然后建立所需要的消息队列,建立五个任务并启动任务函数,此后系统的工作就由 Small RTOS51 来执行。

### 3.1 LED 数码显示任务

这是由八段 LED 数码管组成,用动态扫描的工作方式。它的内容不是供用户使用的,用户由图中虚线框中上位机组成的人机界面来完成。它主要是供调试、监测、观察运行、设备维护等情况时使用。每一位 LED 管显示 2ms,轮流循环,以达到人们观察的要求。对电压、电流的检测采用扫描的方式,不采用中断的方式。电压、电流检测程序段安排在每一个显示段循环周期之间。当电压、电流异常时,相应的标志位置位。使用全局变量的方法,供输出,关闭有关的电机等处理。这样处理的时间上比中断直接处理要慢些,但可以避免因中断时间过长,造成整个软件系统崩溃的可能。

### 3.2 I2C 通信接收数据处理任务

I2C 通信中,由上位机发送来的数据,由本机的 I2C 中断方式进行接收。当数据接收并校验正确后由消息队列进行发送至本任务。本任务由 I2C 接收数据消息队列触发,对由上位机发送来的数据进行分析、处理。从中取出用户的操作命令,要求机器当前的工作状态,用户设置的数据等信息,并为数据的综合处理,输出状态的处理等提供依据。

### 3.3 输出任务

本任务的优先级比检测任务、数据综合处理任务的优先级要高,以满足“输出”内容的“实时性”快速处理。输出任务的内容由三部分组成:

- 1) 当电压、电流异常时,关闭有关的电机、电磁阀等。
- 2) 当电压、电流异常时,由 I2C 总线,采用“主机”的方式,向上位机发送相应的报警内容,再由上位机中的人机界面等向用户发出报警信号,供用户进行干预。
- 3) 当电压、电流正常时,由输出控制字,决定各个电机、电磁阀的开关。输出控制字的内容由数据综合处理而决定。它也是一个单向的数据传递方式进行任务之间的数据传递。它在数据综合处理任务中进行“写入”,此任务中是对数据进行“读出”。

### 3.4 检测任务

充气机系统中,由机械设备对气体的压缩、处理,使输出气体的压力变化、气体湿度的变化等过程,相对于单片机处理速度来讲

是“低速”的、“缓慢”的。在检测的速度上以“秒”为单位。每秒对所检测的内容循环一次。程序中把对这些数据的检测,合并在一个任务内实施,达到功能聚合,尽可能减少任务之间的通信。

在气体压力的检测过程中,采用 Sigma Delta ( $\Sigma-\Delta$ )原理的 ADC(模拟/数字信号转换器)变换方式。气体的压力经压力变换传感器、运算放大器放大后输送到单片机 P89LPC932A1 的比较器一端,例图 2 中的通道 1。单片机的 P0.0 作一位 DAC 的输出,经由 RC 组成的积分电路后到图 2 通道 1 的“-”端。这比较器就是一位量化器,共同构成实现一阶  $\Sigma-\Delta$  ADC 的转换。利用单片机内的比较器组成的 Sigma Delta ( $\Sigma-\Delta$ ) ADC 电路,具有线性度好、抗干扰能力强、成本低等优点。该原理也适合于许多要求分辨率高,但变化速度不太高的场合。

图 2 所示为使用 P89LPC932A1 单片机内含有的二个比较器,可实现的 4 通道 ADC 转换,它的外部元件仅使用了一个电容 C 和一个电阻 R 组成的积分电路,结构简单。经积分电路后的信号统一加载到二个比较器的“负”端,使二个比较器的基准一致,同时也尽可能的充分利用单片机的硬件资源,减少外挂元件,并提高工作的可靠性。

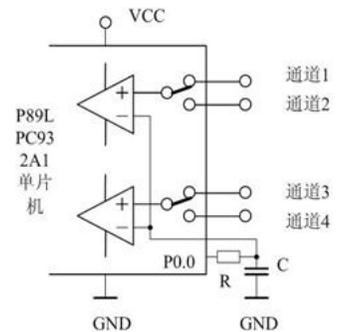


图 2 ADC 转换示意图

### 3.5 数据综合处理任务

由单片机 P89LPC932A1 内系统定时器时钟源(RTC)产生的“秒”,作为压气机系统的“时、分、秒”各单元计时的基准点。

数据综合处理的主要内容有;对电机单次连续工作时间的累加,电机总计工作时间的累加,与用户设置工作时间值的比较及处理,与工艺上的规定要求值相比较及处理。对电磁阀工作时间的累计,与工艺要求时间相比较及处理。对显示缓冲区中内容的刷新。

在由 I2C 总线接收数据分析的结果、检测任务中的结果、当前工作进展的结果及用户的设置等等综合处理后,得出输出的状态字内容、LED 显示的内容、I2C 总线通信中回上位机等内容,为其它任务处理中提供相应的数据内容。

在编程的数据分配中,把一些数组、数据等,尽可能的使用片内 xdata 的方式,安排在 P89LPC932A1 芯片的 512 字节附加片内 RAM 中,尽量减少 256 个数据存储器的 RAM 的开销,供 Small RTOS51 运行中有更多的空间,更加能流畅。利用单片机的片内用户数据 EEPROM 结合掉电保护等技术手段,用于保存电机运行工作时间的累计值等数据,使硬件在断电后,也能保存相应的数据,为下一次开机工作中保存连续统一的各种所需用的数据,同时也充分发挥 P89LPC932A1 单片机硬件综合性能的优势。

## 4 Small RTOS51 的移植与设置

Small RTOS51 的是为 80C51 系统设计的嵌入式操作系统,而 P89LPC932A1 单片机的内核就是 80C51,二者配合使用,移植就很方便、简单。Small RTOS51 的系统节拍信号源,常采用单片机中的定时器 T 作为产生系统时钟频率的基准。在与 P89LPC932A1 单片机组成的工作平台中,用户常选择定时器 T0 为产生的 Small RTOS51 系统时钟节拍中断的信号源。

当定时器 T0 设定并启动运行后,系统的时钟节拍中断也就循环的产生及运行。依据各任务所选取优先级的次序,依次运行各个任务。

Small RTOS51 的主要配置是由 Os\_cfg.h、Os\_cpu.h 和 Config.h 三个文件组成。

Os\_cfg.h 是 Small RTOS51 系统的配置文件,用户可以根据自己的需要,例如最大任务个数的设置、禁止或允许系统定时中断调用、禁止或允许中断嵌套的管理、禁止或允许消息队列的使用、禁止或允许信号量的使用等等对 Small RTOS51 系统进行剪裁、设置等配置工作。

CPU 配置文件 Os\_cpu.h 主要是定义了一些常量及配置一些与 cpu 相关的部分可以配置的内容。例如;定义可移植的有符号及无符号各类整数的关键字、进入临界区禁止中断的宏定义、退出临界区允许中断的宏定义、与 CPU 相关的打开所有允许中断的汇编宏等等内容。

用户配置文件 Config.h 主要是声明任务和将操作系统中所有的头文件集中起来,同时还定义一些 I/O 口线和全局变量。它主要有三方面的内容:

1) 用户对系统的配置。例如用预处理命令,选择用寄存器进行参数传递。使用“#include”,引入库函数等用户所需的外部文件,为用户的程序服务。

```

/*****
/* "以下为系统配置"
/*****
#pragma REGPARMS // 预处理,源程序向编译器送 CX51 命令,用寄存器进行参数传递
#include "\Drive\R932A1.h" // LPC932A1 接口 \ 地址的底层链接
#include <intrins.h> // 库函数,内部函数
#include <absacc.h> // 库函数,绝对地址访问
#define const code // 把任务定义在 code 区,见 OS_CPU_A.ASM
#ifndef TRUE
#define TRUE 1
#endif
#ifndef FALSE
#define FALSE 0
#endif

```

2) 使用“#include”,引入本操作系统所需的头文件。

```

/*****

```

(下转第 4485 页)

### 3.1 用户登录界面的实现

该教务管理系统对用户权限进行了划分,不同用户登录时将根据其不同的身份,进入不同的系统功能页面,进入系统前要求输入用户名和密码进行身份验证,用户身份验证通过后,系统会启动相应主窗体。如果验证失败则禁止用户登录,从而可以保证系统的安全性。在实现过程中用户登录模块分为三层实现,从底向上分别是数据访问层-->业务逻辑层-->控制层表示层。

### 3.2 用户管理界面

当应用程序与数据库建立连接后,系统管理员可以通过用户管理模块对用户进行管理。该模块的主要功能有添加新用户,其中新用户内容包括用户名、密码、用户权限等;查看用户信息,即查看已存在的用户序号、用户名、用户权限等;删除用户即删除不需要的用户;修改用户信息,即修改用户名、用户密码、用户权限等。

## 4 结束语

本系统的体系结构设计合理,平台设计先进、操作简单、维护方便、运行稳定、安全可靠、执行效率高。不足之处是受客观限制和影响,在本系统中还没实现对诸如毕业管理、实践教学管理、精品课程管理、网上题库等模块的设计与实现。这些都有待进一步研究和实现。

### 参考文献:

- [1] 闫秀靖.教务管理网络信息系统的建立及应用[J].科研与技术,2004(4).
- [2] 黎孟雄,陈小春.高校教务管理信息系统的总体设计与安全管理[J].教育信息化,2005(3).

(上接第 4483 页)

```

/* "操作系统定义"          */
/*****/
#include "OS_CFG.H"
#include "OS_CPU.H"
#include "..\os\OS.H"
#include "..\os\OS_Q.h"
#include "..\os\OS_SEM.h"
3) 为用户编写的程序进行配置。例如用户定义的各任务的名称,优先级的排序。
/*****/
/* "以下为程序配置"          */
/*****/
#ifdef IN_OS_CPU_C           //任务定义
extern void Show(void);
extern void I2C_Receive(void);
extern void Output(void);
extern void Input(void);
extern void Data_Take(void);
void (* const TaskFuction[OS_MAX_TASKS])(void)={Show,I2C_Receive,Output,Input,Data_Take};
//任务函数的数组。按任务的优先级依次是显示、I2C 接收处理、输出、检测及数据综合处理。
#endif

```

## 5 小结

使用了 Small RTOS51 编程,大大简化了程序设计的难度,增强了系统的可靠性和安全性。对某一个任务的响应时间也可以由操作系统控制,提高了程序的执行效率,满足系统实时性要求。程序代码的层次关系清晰,对程序的阅读、交流、检查等也提供方便,同时,对软件的升级、改版也带来极大的方便。

### 参考文献:

- [1] 陈明计,周立功.嵌入式实时操作系统 Small RTOS51 原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:314-340.
- [2] 周立功.LPC900 系列 Flash 单片机应用技术(上册)[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004:11-105.
- [3] 周航慈,吴光文.基于嵌入式实时操作系统的程序设计技术 [M].北京:北京航空航天大学出版社,2006:16-43.
- [4] Labrosse J J.嵌入式实时操作系统 uC/OS-II[M].2 版.邵贝贝,译.北京:北京航空航天大学出版社,2005:34-72.
- [5] 周航慈,周立功.PHILIPS 51 LPC 系列单片机原理及应用设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001:34-37.
- [6] 周立功,王祖麟,严寒亮,等.ARM 嵌入式系统基础教程[M].2 版.北京:北京航空航天大学出版社,2010:471-478.
- [7] 周岳山.操作系统[M].北京:机械工业出版社,2002:17-33.
- [8] 任哲,潘树林.嵌入式操作系统基础  $\mu$ C/OS-II 和 Linux[M].北京:北京航空航天大学出版社,2010:221-239.