

农业环境因子低功耗干电池检测系统设计*

鲁绍坤, 段美英, 郎云雯, 张悦
(云南农业大学 基础与信息工程学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 在农业领域上的检测设备由于测试环境的影响, 无法通过市电供电。本文的目的是设计一套可通过干电池进行长时间供电的农业环境因子检测系统。文章中讨论了在低功耗状态下电路及软件的设计, 并对系统的耗电进行了理论分析, 最后一个温度和湿度的测试系统的测试结果表明系统耗电与理论分析一致, 并满足实际工作的需求。

关键词: 环境因子; 检测; 低功耗; 农业; 干电池

中图分类号: TP 33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X (2009) 01-0104-04

Detection System Design of Agricultural Environmental Factors of Low Power Dry Battery

LU Shao-kun, DUAN Mei-ying, LANG Yun-wen, ZHANG Yue

(College of Science and Information, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The detection devices in the field of agriculture, limited by the surrounding condition, cannot work through the city normal electricity supply, hence the aim of this paper was to design a set of devices supported by dry batteries to detect agricultural surrounding factors. In this paper, the design of circuit and software under the low-power status of electricity was discussed, and the theory of the electricity consumption in this system was analyzed. Finally, the test result of a temperature-moisture detecting system showed that the actual electricity consumption was conformed to the analysis of theory, and could meet the need of the working.

Key words: environmental factors; detection; low power; agriculture; dry battery

在农业领域, 需要对一些环境因子进行测试, 如对温度、湿度的检测; 对含水量的检测; 对土壤养分含量的检测等等。这些检测有一些共同的特点:

(1) 定时采集数据。如对于空气温度和湿度, 需要采集不同时间的数据, 或者需要每隔一段固定的时间就对数据进行采集;

(2) 可响应上位机通信。检测数据被记录在嵌入系统的存储芯片中, 但通常需要将检测数据传送到 PC 机中进行分析。传到 PC 机中的数据包

含两种, 实时采集到的数据和仪器采集到的所有历史数据, 两类数据都需要检测设备具有与 PC 机通信的能力;

(3) 不能通过市电供电。在农业领域采集环境因子信息的采集系统在很多情况下都不可能通过市电供电, 且属于无人值守系统, 因此需要通过电池对系统进行供电, 由于电池电量不是太大, 且电池有自耗电的情况, 因此所设计的系统需要有较低功耗才能满足长时间采集数据的需求。

为适应上述特点, 所设计的系统需要满足 3

收稿日期: 2008-01-04 修回日期: 2008-02-22

* 基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAD10A14); 云南省自然科学基金 (2007E062M)

作者简介: 鲁绍坤 (1974-), 男, 云南镇雄人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事农业信息技术, 嵌入式系统, 网络安全研究。

个要求: 系统定时工作; 系统可由通信激活; 系统功耗极低。在文章中讨论如何对硬件电路及软件进行设计, 以满足上述 3 个要求。

当前的研究中, 有通过优化程序编译工具来达到降低功耗案例^[1], 也有采用改进系统硬件电路达到降低系统功耗的方法^[2~7]。要使所设计的检测系统具有更普遍的适用性, 需要对系统硬件和软件都进行改进。本文试图通过改进的电路, 并辅以相应改进的控制程序, 达到降低整个系统功耗的目的。

1 硬件电路设计

在硬件设计时, 考虑到两个因素, 即为保证系统的低功耗, 应在系统启动后关闭所有不使用的设备, 并将 CPU 设置为休眠状态, CPU 可通过外部中断激活。将 CPU 的外部中断源设为外部时钟所产生的中断和接收通信所产生的中断。图 1 为系统原理图。CPU 的 INT0 中断口通过一个上拉电阻与外部时钟中断口相连, 这样将外部时钟中断时间设置为采样数据所需要的时间间隔, 当系统需要采集数据时, 外部时钟激发 INT0 中断, 系统进行数据采集处理, 数据采集成功后, 系统重新进入休眠状态; CPU 的 INT1 中断口通过一个上拉电阻与 RS232 的数据输入口相连, 当上位机发送数据时, CPU 的 INT1 中断被激活, 系统响应上位机发送的数据, 通信处理结束, 系统重新进入休眠状态。

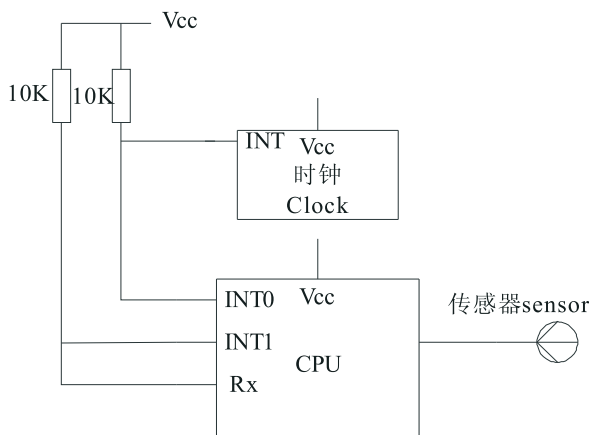


图 1 系统原理图
Fig. 1 Principle chart of system

2 软件设计

2.1 主程序

主程序只需要进行初始化处理, 并打开 INT0 和 INT1 中断即可。下面是程序的伪代码和程序框图 (图 2)。

```
//初始化系统
InitSystem ();
//允许中断 0
EnableInt0 ();
//允许中断 1
EnableInt1 ();
//系统睡眠
Sleep ();
//循环操作
while (1)
{ }
```

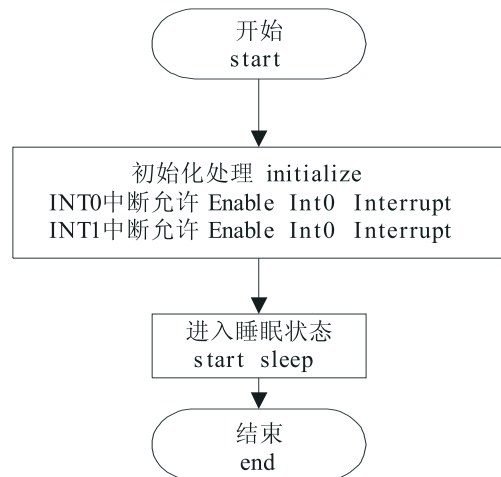


图 2 主程序框图
Fig. 2 Block diagram of main program

2.2 中断处理程序

在中断处理程序中, 只需进行相应的通信操作和数据处理操作, 中断处理结束后, 系统重新进入休眠状态。可能有两种类型的中断, 一种情况是定时数据采集所引发的中断, 当系统所设定的定时器中断触发时, 系统转入运行状态, 进行数据采集操作, 操作结束后, 重新回到休眠状态; 另一种情况是上位机通信引发的中断, 上位机向嵌入系统发送命令后, 引发中断, 系统转入运行状态, 进行数据通信处理, 数据通信处理结束后, 系统重新进入休眠状态。这样, 系统只在数据通信和信息采集时处理运行状态, 其它时间都处于

休眠状态。下面是数据采集中断处理程序的伪代码和程序框图（图 3）。

```
//关闭中断 0
DisableInt0 ();
//关闭中断 1
DisableInt1 ();
//打开输入设备
EnableInputDevice ();
//读取数据
ReadDeviceData ();
//关闭输入设备
DisableInputDevice ();
//允许中断 0
EnableInt0 ();
//允许中断 1
EnableInt1 ();
//系统睡眠
Sleep ();
```

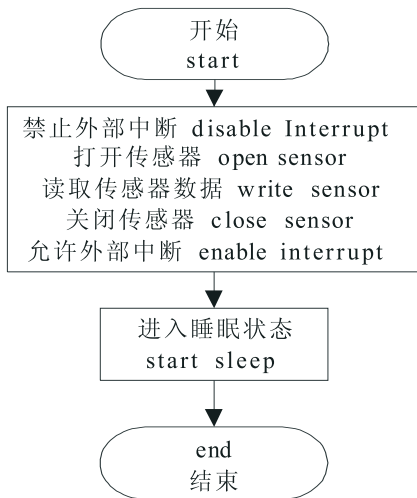


图 3 主程序框图

Fig. 3 Block diagram of interrupt program

3 系统耗电讨论

3.1 系统理论耗电讨论

系统理论总耗电为两部份，系统读取数据时的耗电和系统处于休眠状态时的耗电。由于数据通信一般情况只在数据采集结束后，上位机与系统进行通信时才会发生，因此在分析时不考虑。系统功耗可以用下面表达式进行计算：

$$P_{\text{total}} = (P_{\text{read}} \times T_{\text{read}} + P_{\text{sleep}} \times T_{\text{sleep}}) / (T_{\text{read}} + T_{\text{sleep}}) \quad (1)$$

其中， P_{total} 为总的系统功耗， P_{read} 为数据采集时的系统功耗， T_{read} 为一个数据采集周期系统采集数据所需要的工作时间； P_{sleep} 为系统休眠时的系统功耗， T_{sleep} 为一个数据采集周期系统休眠的时间。在实际的农业环境数据采集系统中，如果采集间隔时间为 5 min，而采集时间一般为毫秒级时间，数据采集时间只占整个工作时间的 1% 以内，因此（1）式可转换为：

$$P_{\text{total}} = (P_{\text{read}} \times 0.001 \times T_{\text{sleep}} + P_{\text{sleep}} \times T_{\text{sleep}}) / (0.001 \times T_{\text{sleep}} + T_{\text{sleep}}) \quad (2)$$

实际系统的耗电功率可以用下面的表达式进行计算：

$$P_{\text{total}} \approx P_{\text{sleep}} \quad (3)$$

即系统的总功耗约等于系统休眠时的功耗。

3.2 实际系统耗电测试

实际的系统是一个用于采集烤烟房的温度和湿度采集器，图 4 是系统 CPU 与 RS232 控制器连接、与存储芯片连接及与定时器连接的电路图。电路 CPU 芯片采用 ATMEGA8L - 8PI，PCF8563 为外部定时器，使用 AT45DB161B - R1 为数据存储芯片。

ATMEGA8L - 8PI 休眠模式时，工作电流为 0.5 μA ；在工作模式时，电流为 3.6 mA。因此，理论上图 2 所示的测试系统平均工作电流约为 0.5 μA 。

系统采用 4.5 V 供电，实际工作时，系统的休眠电流为 3.25 μA ，进行数据采集时的电流为 3.8 mA。每一个数据采样周期所需时间为 70 ms，休眠时间为 5 min。系统达到了以 Ni - H 电池长时间供电的目的，在 2 个月的工作周期内保持正常工作。实际系统的耗电与理论讨论基本一致。

4 小结

在农业领域内的数据采集仪器，很多场合都不能提供市电，而数据采集的周期较长，且系统处于无人值守状态，因此数据采集器的耗电就是一个需要严格考虑的问题，本文所描述的嵌入式系统模型通过改进嵌入系统的硬件电路，并辅以相应的控制程序，解决了系统长时间供电的问题。现有的系统中，一般情况只考虑单方面改进系统的硬件结构，或者软件系统，本文提供了一个软、硬件兼顾的方案。图 4 提供的测试系统满足农业领域内长时间以 Ni - H 电池供电的要求，系统可正常用于农业领域的数据采集。

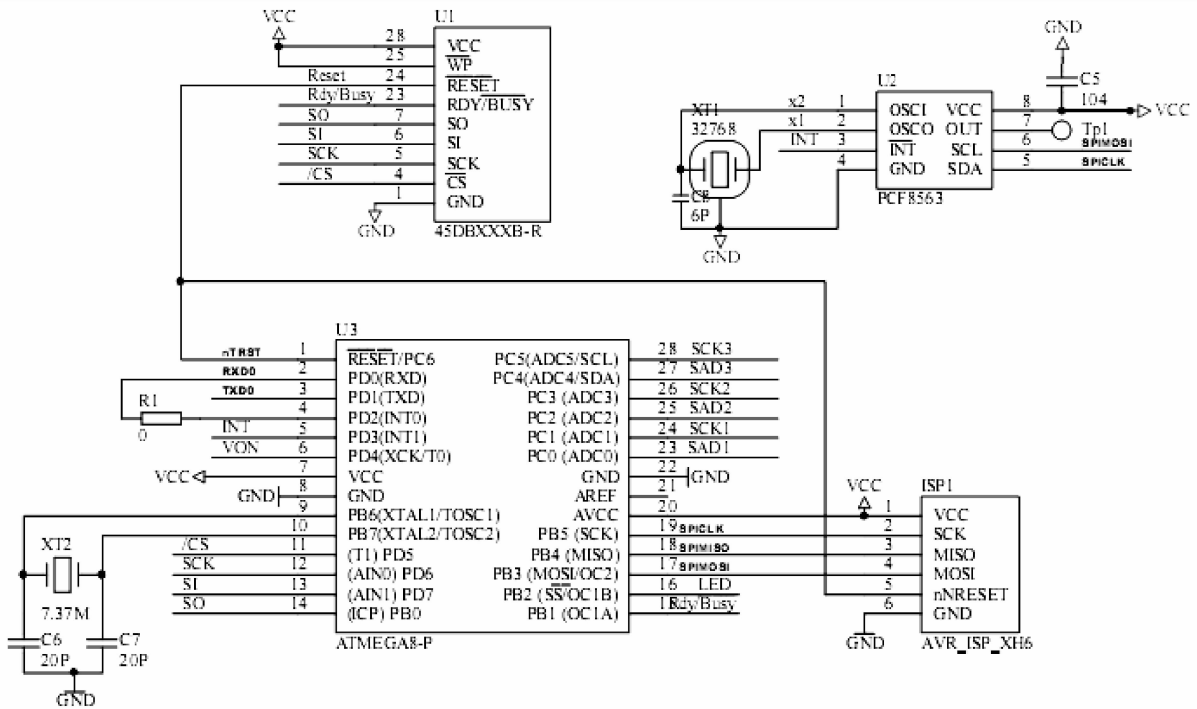


图 4 实际系统电路图

Fig. 4 Circuit diagram of actual system

[参考文献]

[1] 王力生, 夏志江. 嵌入式系统中软件优化的低功耗研究 [J]. 单片机与嵌入式应用, 2006, (1): 12 - 14.
 [2] 初媛媛, 葛元庆, 徐磊, 等. 80C51 嵌入式微处理器内核的低功耗设计 [J]. 微电子学与计算机, 2004, 21 (8): 124 - 127.
 [3] 杜娟, 凌玉华. 基于 MSP430F149 低功耗模式的设计与应用 [J]. 低压电器, 2006, (10): 21 - 24.

[4] 张立群, 李铁才, 连全斌. 基于单片机 P89LPC 932A1 的微功耗设计 [J]. 自动化技术与应用, 2006, 25 (11): 30 - 33.
 [5] 陆希玉, 唐昆, 崔慧娟. 基于嵌入式系统的低功耗设计 [J]. 微计算机信息, 2005, 21 (7Z): 4 - 5.
 [6] 张健, 刘永民. 嵌入式系统低功耗电路设计 [J]. 光电技术应用, 2005, 11 (6): 56 - 59.
 [7] 何立民. 嵌入式应用中的零功耗系统设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2002, (4): 6 - 9.