

文章编号:1008-0171(2010)03-0023-05

# 嵌入式无线远程光检测系统设计

肖赛军

(佛山供电局, 广东 佛山 528500)

**摘要:** 远程光检测系统实现了远程光信号的采集与处理,但是距离、成本以及抗干扰性能还存在很多问题,提出了一种远程光检测系统的设计方案。该系统采用抗干扰设计,利用现有的 GSM 网构建无线通道,实现了远程光检测,具有距离远、成本低、抗干扰能力强、可靠性高等特点。试验表明,该系统能够很好地实现远程光检测,数据一致性好。

**关键词:** 远程光检测;GSM;嵌入式系统;ICL7650

**中图分类号:** TN29

**文献标志码:** A

利用光作为信息的载体实现数据的采集与传递已经被广泛的应用。目前,国内、外利用光作为信息的载体实现相关参数检测的技术比较成熟,但是仍然存在的问题就是人不能达到的场所,如强电场、强磁场处,如何实现光信号的采集与传递。

目前国内尚无一套完善的方案实现恶劣环境下光信号的采集与传递。国外有相关的系统,但是实用性很小,且传输距离很短,基本上是利用红外和短距无线的方式实现数据的传递,这些方式易受外界环境的干扰,距离有限,不能够满足远距离信号传递的需求。如果独立开发出一套抗干扰能力很强的光信号无线检测网络,所需要的投资是非常巨大的,并且还要定义一套自己的协议,这样反而给整套系统的设计带来了相当大的复杂性,这正是目前所遇到的困难。所以开发出一套行之有效且成本低廉的无线远程光检测系统是一项非常有前途的研究课题。

本文设计了一套基于嵌入式的无线远程光检测系统,该系统利用现有的 GSM 网实现无线通道的建立,通过抗干扰设计实现了微弱光信号的检测。

## 1 系统原理

系统工作原理如图 1 所示。

该系统主要是利用 GSM 网络将采集到的温度、湿度、电压以及光信号等数据连同时间一起发送到中央控制局,实现数据的远程采集。

数据采用表 1 所示的数据格式进行传输,表 1 中单位均为字节。

表 1 数据传输格式

月	日	时	分	温度	湿度	电压	光信号
1	1	1	1	1	1	1	9

表 1 中,月、日、时、分均采用 BCD 码格式,可

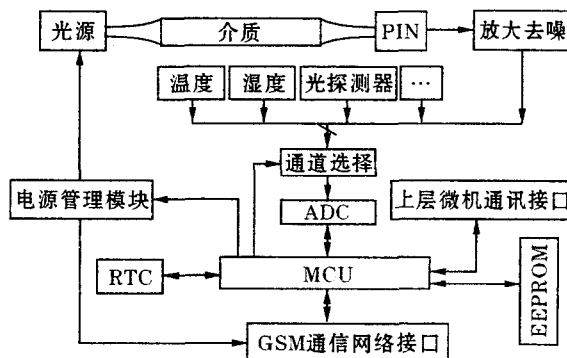


图 1 系统工作原理

收稿日期:2010-03-10

作者简介:肖赛军(1977-),男,湖北孝感人,佛山供电局工程师。

以直接读取其数值。温度、湿度采用 16 进制表示,在换算时将 16 进制数转换为十进制数,换算公式为(假设转换为 10 进制数后的值为  $X$ ):温度= $X/2-40$ ,单位为 $^{\circ}\text{C}$ ;湿度= $X/2$ ,单位为%。电压已经转换为 BCD 码,按照 BCD 码的形式直接读取,单位为 V,换算公式为:电压= $0.21X$ 。光信号已经转换为 BCD 码,按照 BCD 码的方式直接读取即可,单位为 mV。

## 2 硬件设计

### 2.1 光电转换

本系统采用如图 2 所示的方式对光信号进行采集与处理。

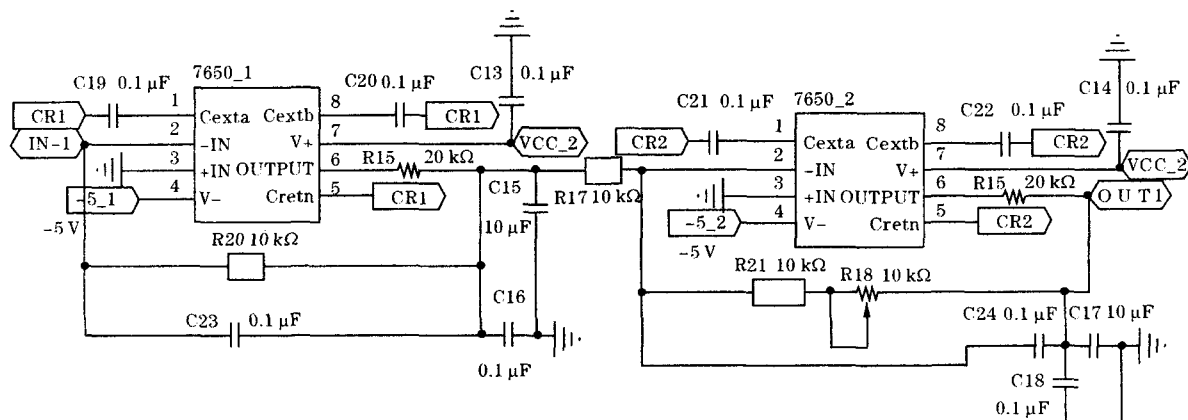


图 2 光电转换电路

由图 2 可知,PIN 管接收到光信号后,将光信号的强度转换为电流,并通过跨阻进行电流/电压的转换。对于跨阻放大而言,需要一个既有高输入阻抗又有极小偏置电流的放大器,所以放大器的选择在这里非常重要,为此选用 ICL7650 作为前置电路。ICL7650 是一款非常优秀的集成运算放大器,它是利用动态校零技术和 CMOS 工艺制作的斩波稳零式高精度运放,具有输入偏置电流小、失调小、增益高、共模抑制能力强、响应快、漂移低、性能稳定及价格低廉等优点。ICL7650 利用动态校零技术消除了 CMOS 器件固有的失调和漂移,从而摆脱了传统斩波稳零电路的束缚,克服了传统斩波稳零放大器的这些缺点。

由于 ICL7650 具有极高的输入阻抗,将 PIN 管的 N 极以及 ICL7650 的 +IN 端接地,P 极接 -IN 端,这样利用放大器的虚短特性使得当电流经过跨阻  $R_{20}$  后在 OUTPUT 端输出为负电压,即满足公式  $V = -I_{\text{PIN}} \times R_{20}$ 。跨阻放大电路实现了电流转电压的功能,这样就为后面的电压放大电路提供了一个负电压值。

如图 2 所示,经过跨阻放大电路后,负电压加载在第二级放大电路的 -IN 端,这样,电压被放大为  $-(R_{21} + R_{18})/R_{17}$  倍,所以最终电压为正值,输出电压为  $V_{\text{OUT}} = I_{\text{PIN}} \times R_{20} \times (R_{21} + R_{18})/R_{17}$ 。该电压可以接后面的 A/D 电路或者 V/F 电路进行模/数转换,以便被 MCU 处理。由于该系统的光电流范围为  $10 \text{ nA} \sim 60 \text{ } \mu\text{A}$ ,所以跨阻放大电阻采用  $10 \text{ k}\Omega$  的精密电阻,即  $R_{17} = R_{21} = R_{18} = 10 \text{ k}\Omega$  可调的精阻。这样前置放大电路最后输出的电压大约在  $0 \sim 800 \text{ mV}$  之间。 $R_{21}$ 、 $R_{18}$  两个电阻主要是用来调整放大倍数的电阻。其中  $R_{21}$  为基本电阻, $R_{18}$  为可调电阻,用来调整放大倍数,可以计算出放大倍数的范围在  $10\,000 \sim 20\,000$  倍之间。

### 2.2 模数转换

本系统采用 AD654 作为 V/F 转换芯片,AD654 外围电路如图 3 所示。外部电阻采用  $200 \text{ }\Omega$  的精密电阻,电容采用  $1\,000 \text{ pF}$  的聚苯电容。这样根据 AD654 电压转频率的变换公式  $F = V/(10 \times R \times C)$  可知,以上计算所得的电压范围值经过 AD654 后将产生  $200 \text{ Hz} \sim 400 \text{ kHz}$  的方波,精度达到  $2 \text{ } \mu\text{V/Hz}$ 。MCU 通过定时计数实现对电压值的采集。

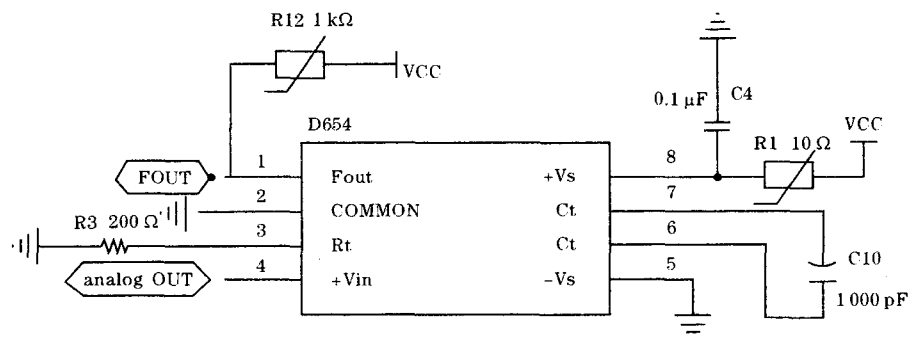


图3 AD654 外围电路

### 2.3 温、湿度采集

温、湿度是影响光信号的主要外部因素,因此,对温、湿度的精确采集是非常必要的。传统的模拟式湿度传感器一般都要设计信号调理电路并需要经过复杂的校准和标定过程,因此测量精度难以保证,且在线性度、重复性、互换性、一致性等方面往往不尽人意。SHT75 是瑞士 Sensirion 公司推出的基于 CMOSens™ 技术的新型温湿度传感器。该传感器将 CMOS 芯片技术与传感器技术结合起来,从而发挥出它们强大的优势互补作用。

SHT75 内部集成的温、湿度传感器将采样后的模拟量通过 A/D 转换模块转换为数字量,通过必要的修正后再通过 I<sup>2</sup>C 总线实现与外部的数据交换。由于模拟电路与数字电路是集成在一起的,所以可以有效地减少干扰和错误,从而能够得到精度非常高的温、湿度值。其中温度的误差精确到  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ,湿度的误差精确到  $\pm 1.8\%$ 。

### 2.4 实时时钟

本系统的实时时钟采用 DS1340。DS1340 是 I<sup>2</sup>C 总线的一款 RTC,与本系统的存储器以及温湿度传感器采用同一种总线形式进行数据的传递,这样就为程序的编写带来很多方便的地方。由于 DS1340 采用 8SO 封装形式,使得芯片体积小,不易受到外界电磁场的干扰,保证了性能的稳定。内部 OSF 位指定芯片的工作状态,避免 RTC 由于时钟丢失而产生错误的定时。

通过配置相关的寄存器,可以实现年、月、日、时、分、秒的定义以及相关的其他功能的定义。

### 2.5 控制系统

整个系统的控制采用嵌入式实时系统进行控制和数据的处理,主要利用 ATMEL 芯片 AT89S52 和 RTX51 操作系统。AT89S52 具有很优秀的性价比,具有 USART、定时器、WDT 等很多资源,能够胜任该系统的要求。RTX51 操作系统是一款精小的操作系统,具有多任务的实时环境<sup>[1-3]</sup>。

### 2.6 GSM 模块

随着无线通信技术的发展,GSM 产品在数据传输领域的应用日益广泛,尤其是 GSM 模块的出现促进了这种应用的迅速发展。基于提供一种简便实用的 GSM 通讯解决方案的需求<sup>[4-5]</sup>,ETProIII 简化了接口设计,屏蔽了 TC35 的复杂接口方式,取而代之的是通用的 RS232 接口和简单的 AT 命令交互界面。该模块提供了更方便的电源接口,以很少的接口引脚数实现了与 PC 机或者单片机的数据交换。该系统采用 ETProIII 作为 GSM 通讯模块。

## 3 软件设计

该系统采用 AT89S52 作为全局的控制芯片,根据目前比较通用的 EDA 环境,采用 Keil51 作为开发环境。Keil51 环境可以采用汇编或者 C 语言进行程序的开发<sup>[6-11]</sup>,具有断点调试、JTAG 仿真等功能,是目前嵌入式开发比较流行且性价比很高的 IDE。

在整套软件设计中,采用模块化的设计思想,使各个功能模块独立完成其工作,在主函数 main() 的集中调用下完成其功能。模块化设计思想便于修改、查错、定位以及补充,是目前软件开发的主流思想。

软件流程以及一次读取数据的流程分别如图 4、5 所示,系统实物如图 6 所示。

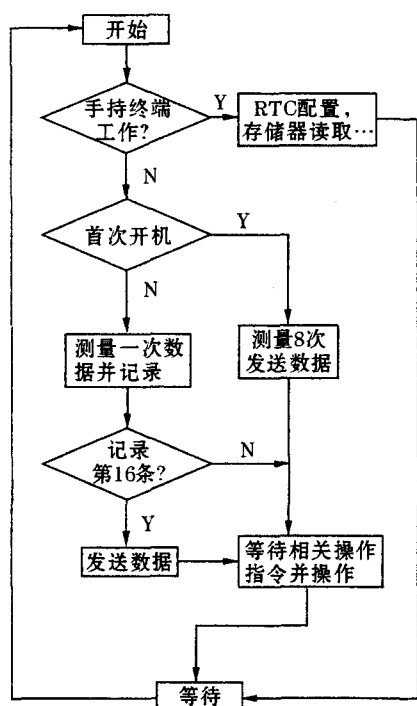


图 4 软件流程图

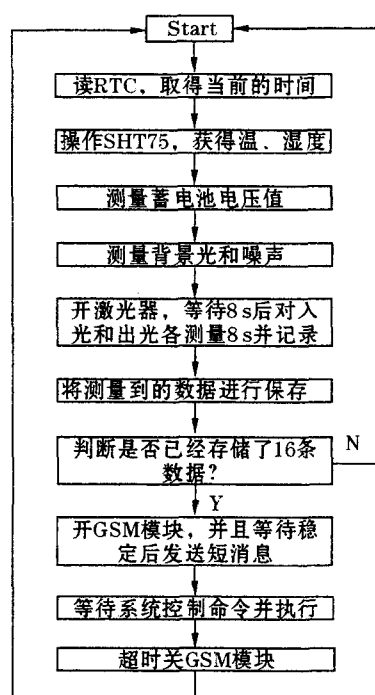


图 5 读取一次数据流程图

#### 4 试验数据

根据现场实际测量,采集了一组数据如下:

0891683108200705F0040BA13105172435F000044011120240752080

11211233 736E 59 780950 794133 021308

11211303 736F 59 780895 793948 019191

11211333 736F 59 790715 794198 019024

11211403 736F 59 793473 794571 017763

11211433 746E 59 792871 793637 018584

11211503 7370 59 792987 794511 014058

11211533 7370 59 794035 794986 011091

11211603 7371 59 782790 794292 008245

根据本文开头提到的数据格式进行换算后,数据显示出很好的稳定性。

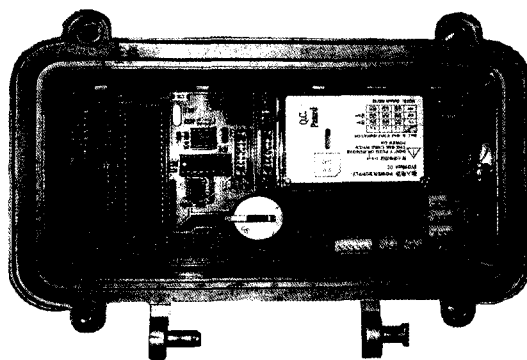


图 6 系统实物

#### 5 小结

该系统通过现有的 G 网进行数据传输,利用嵌入式系统进行数据处理,实现了远程光检测系统的控制以及数据的采集,目前该系统已经成功地运用在电厂环境检测等领域,运行正常,效果良好,具有良好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] BALL Stuart R. Embedded Microprocessor Systems; Real World Design[M]. Newton, Mass; Butterworth-Heinemann, 1996:98-99.
- [2] BROWN John Forrest. Embedded Systems Programming in C and Assembly[M]. New York; Van Nostrand Reinhold, 1994:100-102.
- [3] GANSSELE Jack G. The Art of Programming Embedded Systems[M]. San Diego; Academic Press, 1992:45-56.

- [4] HAR D, XIA H H, BERTONI H L. Path-Loss Prediction Model for Microcells[J]. IEEE Transaction on Vehicular Technology, 1999, 48(5):1453-1462.
- [5] HARTE L, LEVINE R, LIVINGSTON G. GSM Superphones[M]. New York: McGraw-Hill, 1999:130-135.
- [6] KERNIGHAN Brian W, DENNIS M Ritchie. The C Programming Language[M]. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall, 1988:20-22.
- [7] LABROSSE Jean J. C/OS: The Real-Time Kernel[M]. Lawrence, Kans. : R & D Publications, 1992:211-223.
- [8] ROSENBERG Jonathan B. How Debuggers Work: Algorithms, Data Structures, and Architecture[M]. New York: John P Wiley & Sons, 1996:45-126.
- [9] SATIR Gregory, DOUG Brown. C++: The Core Language[M]. Cambridge, Mass. : O'Reilly & Associates, 1995:112-114.
- [10] VAN Der Linden Peter. Expert C Programming: Deep C Secrets[M]. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall, 1994:200-564.
- [11] VAN Sickel Ted. Programming Microcontrollers in C[M]. Solana Beach, Calif. : HighText Publications, 1994: 78-97.

【责任编辑:任小平】

## The design of remote wireless optics detecting system based on the embedded system

XIAO Sai-jun

(Foshan Power Supply Bureau, Foshan 528500, China)

**Abstract:** Considering the remained problems such as transporting distance, cost and anti-jamming ability and so on, a design of remote wireless optics detecting system, through which the remote optical signal collecting and processing can be realized, is presented in this paper. Such a system is characterized by long-distance operation, low cost, good anti-jamming ability and high stability.

**Key words:** remote optics detecting; GSM; embed system; ICL7650