

# 基于 SD2000 系列芯片的多费率电能表的设计

毛明荣<sup>1</sup>, 王绮红<sup>2</sup>, 应 亮<sup>3</sup>

(1 南京师范大学 信息化建设管理处, 江苏 南京 210042;  
2 南京师范大学 数学与计算机科学学院, 江苏 南京 210042  
3. 南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 介绍了 SD2000 系列芯片的主要特点和性能, 分析了该芯片的结构原理、时序逻辑及工作方式, 并提供了最基本的与计算机的接口及软件编程方法, 着重阐述了用该系列芯片实现的多费率电能表的总体结构、工作原理, 分析了采用该系列芯片后仪表性能得以提高的原因, 最后指出了在对该仪表的软、硬件进行实际调试过程中应注意的事项。

[关键词] 多费率, 电能表, 芯片, 设计

[中图分类号] TP216 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292-(2005) 01-0089-03

## A Design of Multi-rate Watt-Hour Meter Based on a Series of SD2000 Chips

MAO Mingrong WANG Qihong YING Liang

(1 Administrative Department of Information Building Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210042, China  
2 School of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China  
3 School of Electrical and Automation Engineering Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210042, China)

**Abstract** This paper introduces the main characteristics and performance of SD2000 Chips, analyzes its structural principle, logic clock and working mode, and offers the basic interface with computer and the method of programming software. It stresses on illustrating the whole structure and working principle of Multi-rate Watt-hour meter realized by this chips, analyses the reasons why the performance of the meter is improved after this series of chips is used, and in the end, points out several problems to be noticed in the course of debugging software and hardware of the meter.

**Key words** multi-rate watt-hour meter chip design

多费率电能表是一种分时计费的电能消耗计量表计, 在我国电力缺乏的情况下, 能起到错峰补谷、提高效率的作用, 使用这类表计是一种趋势。在这类电能表的设计过程中, 采集数据的累积和存放、时钟系统的设置是设计者应充分考虑的问题, 在以往的设计中大多采用 EEPROM、时钟芯片、加外接电池的方式来解决, 这样设计的结果可能使得表计出现精度下降、时间不准、机械强度降低、操作不便等问题。使用 SD2000 系列芯片后, 使这些问题得到了较好的解决, 收到了预想的效果。

### 1 SD2000 系列芯片简介

#### 1.1 功能简介

SD2000 系列是一种具有内置晶振、电池、串行

NVSRAM、实时时钟电路等多种功能的芯片。该系列芯片支持 I<sup>2</sup>C 总线接口标准。时钟电路精度高, 年误差小于 2 min。内置一次性电池可保证在外部掉电情况下时钟使用寿命超过五年。若采用内置充电电池在一次充满情况下可保证内部时钟走时时间超过一年以上(自充电, 可满充 200 次), 使用寿命超过 10 年或更长时间。内置串行 NVSRAM 为非易失性 SRAM, 擦写次数可达 100 亿次, 且没有内部写延时, 并设有读写可控电路。该系列芯片还有功耗低、低工作电压、内部稳压及电源掉电检测、内置电源管理等特点, 其可满足对实时时钟芯片和非易失性 SRAM 的各种系统的需要。

#### 1.2 结构原理

SD2000 系列芯片原理框图如图 1 所示。

收稿日期: 2004-09-28  
基金项目: 江苏省教育厅自然科学基金资助项目(2002JC0T5JB124)。  
作者简介: 毛明荣(1958-), 讲师, 主要从事自动化仪器、仪表的开发及计算机的应用研究。E-mail: mmao@njnu.edu.cn

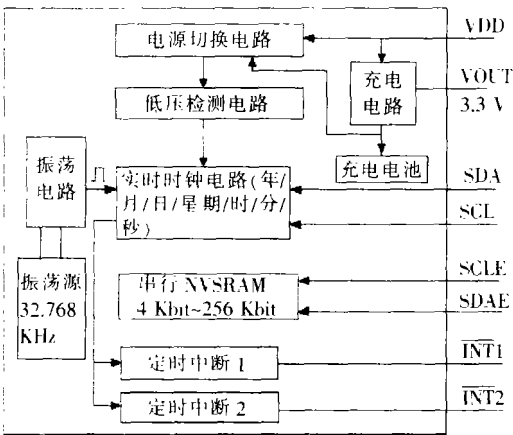


图 1 SD2000 系列芯片原理图

SD2000 系列芯片共有实时时钟电路、串行非易失性存储器电路、电源管理电路等 3 部分组成, 有 8 条有效的用于控制和读/写的引出脚. 其中实时时钟电路和非易失性存储单元均通过基于  $I^2C$

总线的串行接口方式去接收各种命令并读写数据.  $I^2C$  总线通过两根信号线 (实时时钟电路经引脚 SDA 和 SCL, 非易失性存储单元经 SDAE 和 SCLE) 使挂到总线上的器件相互进行信息传递. 其传输方式可描述如下:

总线上的每一次数据传送活动都由主控制器先发送起始信号, 然后主控制器再发送被控制器的地址及读写位 (共一个字节), 此后是主控制器等待被控制器的应答信号 (接着的第 9 位), 接着主控制器发送数据给被控制器 (写操作) 或接收被控制器发送来的数据 (读操作), 最后由主控制器发出停止信号通知被控制器结束整个数据传送过程. 在整个发送过程中 SCL (SCLE) 除开始与停止外均为时序信号产生器, 而 SDA (SDAE) 则为数据端.  $I^2C$  总线的数据传送过程的时序如图 2 所示.

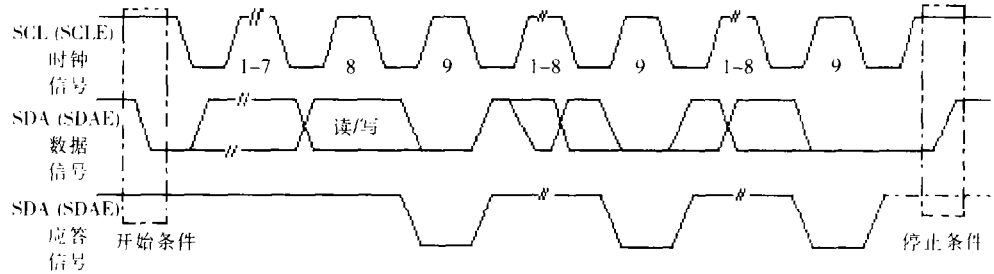


图 2 实时时钟 (或数据读写) 数据传输时序

实时时钟的工作是由 CPU 产生控制信号, 遵循上述  $I^2C$  传输控制方式通过 SDA 和 SCL 两根控制线将数据和控制命令传送到时钟电路中的各种寄存器中, 实现该电路的初始化、初始数据的赋值、工作方式的确定、中断系统的启动等, 时钟电路一旦启动, 由于有较好的补偿电路, 使得其即保持在较高精度的工作状态 (年误差在 2 min 之内), 用户可根据需要对相关寄存器进行读操作以得到即时时间. 同时电路根据设置要求在两个中断输出端输出时钟信号.

集成在同一芯片上的串行非易失性存储器通过 SDAE 和 SCLE 两根信号线与单片机相联, 遵循上述  $I^2C$  传输控制方式, 在主控制器完成工作方式的设置后, 即可进行读、写及控制等操作. 由于采取了较好的抗干扰措施, 保证了读写的可靠性.

电源管理电路主要有内部电源管理电路 (电源切换电路)、稳压电路、充电电路等 3 部分组成, 完成工作电源的切换、电池电压的监测、充电等工作, 确保了实时时钟电路的高可靠性.

1 3 与单片计算机接口

SD2000 系列芯片与单片计算机的接口非常简

单, SD2000 芯片的两组引出线与单片计算机的 4 个 I/O 口相接, 每个口上增加一个上拉电阻即可. 由于访问 SD2000 芯片的时钟和 SRAM 的地址不同, 因此在单片计算机的 I/O 口紧张时可将 SDA 与 SDAE 相联、SCL 与 SCLE 相联而用两个 I/O 口, 但仪器、仪表开发中一般不采用这种方法.

完成上述接线后, 对 SD2000 芯片的读写则非常简单, 简介如下 (以 51 系列单片机汇编为例, 实现对 SD2000 芯片时钟读写):

```
START   CIR P1.1 ; 启用 I2C 总线, 先使 SCL 为低电平
        SETB P1.0 ; 使 SDA 为高电平
        NOP
        SETB P1.1 ; 置 SCL 为高
        NOP
        CIR P1.0 ; 清 SDA, 形成下跳
        NOP
        CIR P1.1 ; 清 SCL, 完成启用 I2C 总线操作
        ..... ; 读写数据
        CIR P1.0 ; 关闭 I2C 总线
        CIR P1.1
        NOP
        SETB P1.1
```

SETB P1.0

NOP

CLR P1.1

RET

在具体使用时, 编程应注意时间配合。

## 2 用 SD2000 系列芯片实现的多费率电能表的设计

### 2.1 结构框图

用 SD2000 系列芯片作为多费率电能表的存储和时钟的结构框图如图 3 所示。用户用电情况经采样电路、转换电路、隔离电路等进入单片机系统, 经处理后存入 SD2000 芯片中。所有来自用户的控制信息、初始化信息、各种命令等经单片机系统处理后送入各芯片并存储。本仪表经 485 通信接口可与上一级管理系统进行信息交换, 以便于仪表的集中管理。仪表的所有功能信息均可以经 8 位显示电路显示, 以利用户及时了解用电情况及其他信息。

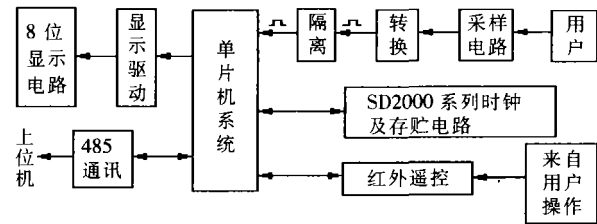


图 3 多费率电能表原理框图

### 2.2 用 SD2000 系列芯片实现的多费率电能表性能分析

#### 2.2.1 计量精度和抗干扰能力得到提高

采用 EEPROM 芯片和采用 SD2000 系列芯片作电表的存储器的最大区别在于存储速度不同。采用有 E<sup>2</sup>PROM 芯片, 当 MCU 把数据写入芯片时, 先是将数据写入了其缓冲区, 经大约 10ms 的延时后方能到达实际的存储器中。若在写入中出现干扰, 且其出现在将数据写入缓冲区时, 则 MCU 可通过协议知道其出错, 可用软件的方式消除干扰。但若干扰出现在缓冲区写入存储器时, 则错误信息将被记录下来。因此 E<sup>2</sup>PROM 的抗干扰能力较差。而 SD2000 系列芯片采用了 NVSRAM 存储器没有缓冲区, 数据可直接写入存储器中, 如果数据由于受干扰有错, 则 MCU 可通过协议对其进行纠正。因此使用 SD2000 芯片后计量精度和抗干扰能力得到了提高。

#### 2.2.2 节约了成本, 增强了机械强度

由于 NVSRAM 擦写次数多、速度快的特点, 因此当单片机检测到一个脉冲时即可随机写入。而用 E<sup>2</sup>PROM 则不可能, 其在检测到脉冲后必须暂时存

放, 等待多个脉冲一起写入以减少写入次数, 保证 E<sup>2</sup>PROM 的使用寿命, 而这些工作均是在增加硬件或软件开支来实现的。再加上多个器件集成在一个芯片上成本自然得到降低, 机械强度也得到提高。

#### 2.2.3 时间精度得到保证, 操作更加方便

由于芯片上采用了较好的补偿电路, 时钟精度较高, 省去了经常性的表计时间调校工作, 保证了分时计费的准确性。表计在设计时采用了安全、可靠、准确的红外遥控系统, 使得操作更加简便。

### 2.3 SD2000 系列应用中硬件、软件注意事项

电能表是一种长时间使用的仪表, 其应有高可靠、高稳定、强抗干扰的性能。而在表计的设计过程中各个细节的处理均影响到仪表的性能。我们经设计、调试有如下方面应引起设计者的注意:

应用中硬件应注意如下事项:

(1) 在 SD2000 芯片及单片机的电源与地之间分别加接容量为 0.01μF 的电容去高频;

(2) 在 SD2000 芯片及单片机所在的印制板的数字电源与地的输入端加容量在 220μF 以上的电解及容量为 0.01μF 的电容去除电源扰动;

(3) 单片机的复位端尽量采用可靠的复位方式, 而不用阻容复位或直接连到 VDD 的方式。最好使用专用芯片实现单片机的复位;

(4) SD2000 芯片上空脚 ON/OFF 要接地;

(5) 如果单片机的资源充足, 尽量让 SD2000 芯片上信号端 SDA 和 SDAE, SCL 和 SCLE 分开连接, 而不要并接。

应用中软件应注意如下事项:

(1) 一开始访问该芯片时, 软件应有一个几百 μs 的延时, 以后有访问就不需要了; (2) 时钟不要连续读取, 一般最少 0.5s 后再读一次; (3) 在 I<sup>2</sup>C 总线“START”开始脉冲里, 当置 SDA (或 SDAE) 为高后要再判断 SDA (或 SDAE) 是否为高, 即 SDA (或 SDAE) 是否被箝位为低, 是则退出; (4) 在写命令字时, 要判断应答信号是否正常, 否则退出。

采用 SD2000 系列芯片设计的多费率电能表, 确实比原先的表计无论在性能上、成本上及其他方面均有了较大的改善。我们将在此基础上作进一步的改进, 使之各方面更趋完善。

### [参考文献]

- [1] 俞盛荣. 电子式电能表应用中的技术导向 [J]. 电测与仪表, 2004, 41(8): 25-28
- [2] 郭娜, 张展, 刘群坡. 基于 PIC16C57 的电子式预付费电能表的硬件设计 [J]. 电测与仪表, 2004, 41(8): 58-61.

[责任编辑: 刘健]