

# 24LC 系列 EEPROM 原理及应用

冯秀丽 韩建国

(北京化工大学自动化系, 北京 100029)

**摘 要:** 介绍了 24LC 系列 EEPROM 的结构、性能和应用技术及其在 AT89C51 单片机系统中的应用实例。该技术已经在环境监测系统的应用中取得显著效果。

**关键词:** 24LC65; 单片机; 监测管理

**中图分类号:** TP 216.1

目前, 24LC 系列串行的电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)。除了具有一般串行 EEPROM 的体积小、功耗低和工作电压允许范围宽等特点外, 还具有型号多、容量大、遵循 I<sup>2</sup>C 总线协议、占用引脚少、容量扩展配置灵活以及读写操作相对简单等特点。90 年代末进入中国市场的 24LC256 体积很小, 而存储容量却可达 64 k 字节。在带电时, 可擦写 10 万次, 且只需占用单片机的 2 个引脚作为 I<sup>2</sup>C 总线用。因此, 它们在智能化装置中得到日益广泛的应用<sup>[1]</sup>。

## 1 24LC65 引脚功能

24LC65 是 8 k 字节串行的电可擦除 PROM, 其引脚排列如图 1 所示。

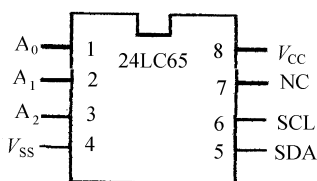


图 1 24LC65 引脚

Fig. 1 The pins of 24LC65

图 1 中 A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 为器件地址选择引脚。它们通过电位 V<sub>CC</sub>、V<sub>SS</sub> 的组合连接构成 8 种代码, 代表 8 个芯片。这些代码被送往该芯片的读、写命令中, 用来使指针指向读或写的目标芯片。NC 为空脚。

SCL 为串行移位时钟输入引脚。写入时, 上升沿作用; 读出时, 下降沿作用。

SDA 为串行数据输入-输出引脚, 这是一个双向

的漏极开路结构引脚。在扩展容量时, 可以将多个 24 系列的 SDA 引脚直接相连。实际使用时应在该引脚上接一个 5.1 k 左右的上拉电阻。

## 2 24LC65 接口及读写控制

图 2 描述了一个 8 片 24LC65 与 AT89C51 单片机相连的通信系统, 其存储总容量为 8 k × 8 字节, 8 片 24LC65 并联地接到单片机的 I/O 口引脚 P<sub>1.6</sub>、P<sub>1.7</sub> 上, 其地址编码见表 1。AT89C51 对 24LC65 有读写两种操作, 读写时数据输入输出都是高位在前, 低位在后。

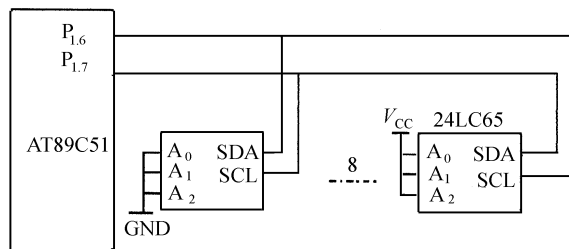


图 2 24LC65 与 AT89C51 的硬件连接

Fig. 2 The hardware connection between 24LC65 and AT89C51

表 1 8 片 24LC65 地址编码

Table 1 Address code of 24LC65

芯片编号	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	0	1
7	1	1	0
8	1	1	1

写操作分为字节写操作和页面写操作两种方式:

(1) 字节写操作 主器件向总线发出起始信号后,接着发送 4 位控制码、3 位器件选择码以及逻辑低电平信号,随后是控制地址指针的字地址的高顺序字节,最后是最低有效地址字节。格式为

| 起始| 控制字节| ACK| 高位地址| ACK| 低位地址| ACK| 数据| ACK| 停止位|。

(2) 页面写操作 写操作控制字节、字地址和第一个数据以与字节写操作相同的方式发送到 24LC65。不同的是,在指令结构的最后不发停止位,而是发送 8 页的数据字节,这些字节暂存在 24LC65 片内的页面高速缓存器中。主器件发送停止信号后,这些数据字节将从高速缓存器中写入 EEPROM 阵列。一旦接收到停止条件,内部写周期开始。格式为

| 起始| 控制字节| ACK| 高位地址| ACK| 低位地址| ACK| 数据| ..| 数据| 停止|。

读操作分为当前字节读、指定地址字节读和连续读三种方式:

(1) 当前字节读操作 24LC65 片内包含一个地址计数器,此计数器保持被存取的最后—个字的地址,并在片内增加 1,如果以前存取地址为  $n$ ,下一次读操作从  $n+1$  地址中读出数据。在接收到的地址中读-写位为 1 (“1”为读,“0”为写,下同)时,24LC65 发送一个确认位,并且送出 8 位数据。主器件将不确认发送,但产生一个停止信号,24LC65 便停止发送。格式为

| 起始| 控制字节| ACK| 数据| 停止|。

(2) 指定地址字节读操作 这种方式允许主器件以随意方式读存储器任意地址的内容。主器件首先发送字地址,一般将字地址作为写操作的一部分发送给 24LC65 来完成。发送了字地址后,主器件产生一个起始条件,终止写操作。主器件再次发送控制字节,使读-写位为 1,24LC65 将发出确认位并发送 8 位数据。主器件不确认发送,但产生一个停止信号。格式为

| 起始| 控制字节| ACK| 高位地址| ACK| 低位地址| ACK| 起始| 控制字节| ACK| 数据| 停止|。

(3) 连续读操作 此方式和指定地址字节读方式基本相同。不同之处:24LC65 发送第一个字节后,主器件不是发送停止信号,而是发送确认信号。当 24LC65 接收到确认信号后,便继续发送下一字

节的数据,直到主器件发送停止信号为止。格式略。

24LC65 起始、停止时序如图 3 所示。起始方法就是在引脚 SCL 的电位为高时,引脚 SDA 的电位由高变低;停止方法是引脚 SCL 电位为高时,引脚 SDA 的电位由低变高。正常操作时,应在 SCL 为高期间令 SDA 保持稳定。

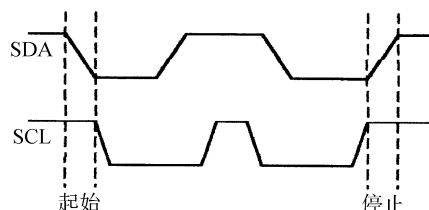


图 3 24LC65 起始、停止时序

Fig. 3 Start and stop time series of 24LC65

### 3 24LC65 在环保监测管理系统子站服务器中的应用

在所开发的环保监测管理系统中安装了数十个监测子站服务器,并在其中使用了 24LC65 芯片。

该系统要求各监测子站能够存储在长时间内接收的大量以并行数字方式或模拟方式传来的数据,以便接受上位机的查询,从而为监测中心提供大量的环境信息,确保优质的环境管理<sup>[1]</sup>。

监测子站服务器的主要任务是昼夜不停地定时接收多种现场测试仪表发送过来的数据,并将其按时间顺序存储在 EEPROM 中;接受上位机的定期自动查询或手动查询。手动查询时,既可以查询当天数据(24 组),也可以查询历史数据(起始点由上位机决定)。上位机和子站通过 MODEM-电话线通讯<sup>[2]</sup>,并采用 16 位 CRC 校验。

在监测子站服务器中,使用 8 片 24LC65 通过 I<sup>2</sup>C 总线连接在一起,总的存储容量为 64 k 字节,占用了前 FFF0H 个单元。对数据的接收采用循环覆盖方式。即地址指针到达 24LC65 结尾后,自动转向 24LC65 的起始地址,覆盖以前的数据。这样,既可以保持最新数据,又可以更有效地利用存储空间,还可以留下几个单元给当前地址和满标志(当“FULL”为“0”时,表示未满;“FULL”为“1”时表示满)使用。具体实现方法如下:

(1) 并行接收 在监测子站周期性接收并行数据并存入 EEPROM 的过程中,为记忆当前地址和满标志,在 EEPROM 结尾处开辟了三个单元。当有并行数据送到监测子站服务器时,首先将数据放

入缓冲区,然后从 EEPROM 的指定单元中以指定地址字节读的方式读出当前地址,将缓冲区中的数据以字节写的方式写入从当前地址开始的单元,然后更新当前地址和满标志,以字节写的方式写入 EEPROM,以便下次使用。

(2) 串行发送 当监测子站服务器接收到上位机传过来的需要数据的信号时,首先判断需要历史数据,还是当前数据,然后跳入各自的子程序,两个子程序基本类似。下面以当前数据为例,在子程序中,首先从 EEPROM 的指定单元中以指定地址字节读的方式读出当前地址,再计算发送数据的起始地址,然后从 EEPROM 的起始地址开始以指定地址字节读的方式读出数据,暂存缓冲区,然后向主机发送数据,一直到 EEPROM 的当前地址为止。这里主要是计算初始地址比较复杂,24LC65 地址分布如图 4 所示。图中,当“FULL”标志为 0 时,当前地址以下单元为空;当“FULL”标志为 1 时,当前地址以下单元为数据。计算起始地址的流程如图 5 所示。

4 监测子站服务器总体运行程序

采用了 8 个 24LC65 EEPROM 作为扩展外存的 AT89C51 单片机系统的总体运行程序,流程图如图 6 所示。图中 NAK 为主机发过来的否认信号,

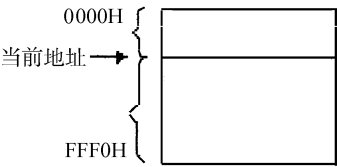


图 4 24LC65 地址分布图

Fig. 4 Address assignment of 24LC65

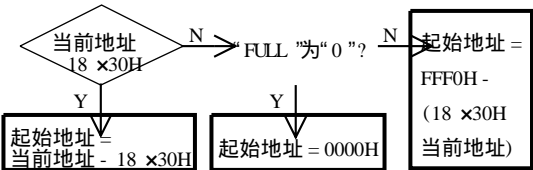


图 5 计算起始地址流程图

Fig. 5 Flowchart of calculating start address

ACK 为确认信号。

5 结束语

本系统已经过 90 d 的实际运行试验,效果良好。按照用户的记录规则,经计算可知,这些芯片至少可持续 10 年以上的寿命。最近市场上出现的 24LC256,使用方法与本文所述极为相似,因而上述应用技术具有十分广泛的前景。

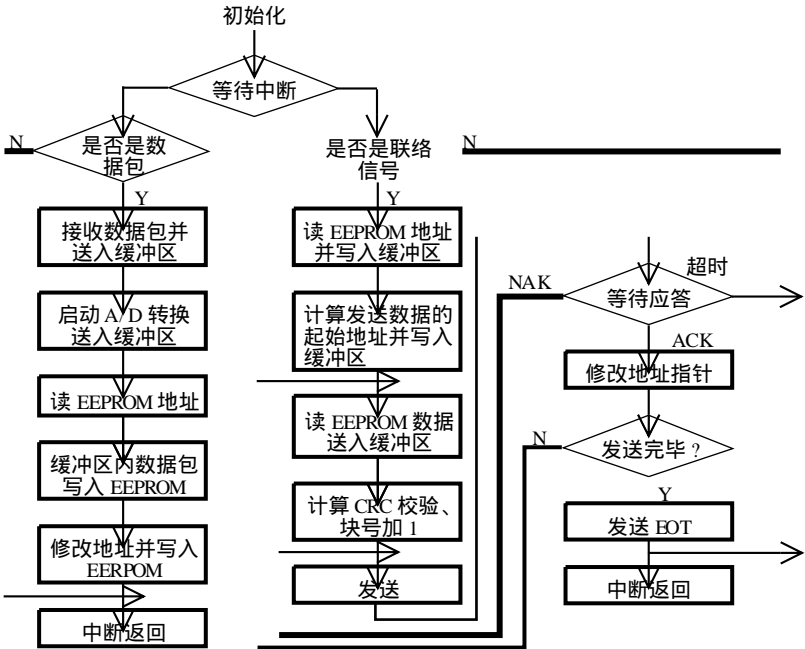


图 6 监测子站总体程序流程图

Fig. 6 Flowchart of the whole program of monitor and measurement substation

## 参 考 文 献

- [1] Khalil A H, Chesmore E D. Transmission of environmental data via an integrated telemetry system. Measurement & Control, 1998, 31(8): 234 ~ 239
- [2] Riedijk F R, Huijsing J H. Sensor interface environment based on serial bus interface. Measurement & Control, 1997, 30(11): 297 ~ 299

## Theory and application of 24LC series EEPROM

FENG Xi-ri    HAN Jian-guo

(Department of Automation, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** In this paper the structure, features and application technology of 24LC series EEPROM are introduced and an example in AT89C51 based system is illustrated. A dramatic effect has been obtained in an environmental monitoring and measurement system by application of this technology.

**Key words:** 24LC65; microchip; monitor and measurement manage

---

(上接第 58 页)

## Kinetic study of NBR hydrogenation catalyzed by bimetallic complex

ZHANG Yun-yun    GUO Xin    YUE Dong-mei    XU Rui-qing

(College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The kinetic study of the homogenous solution hydrogenation of NBR using Rh-Ru bimetallic complex catalyst has been carried out. In presence of this catalyst, the hydrogenating activity, the rate of hydrogenation and the selectivity were examined. Optimum reaction conditions were found:  $C \equiv C$  concentration 6.20 mol/L, catalyst concentration  $1.86 \times 10^{-4}$  mol/L, hydrogen pressure 1.4 MPa, temperature 145 °C, 98 % degree of hydrogenation was achieved within 5 hours. The reaction order of each component was calculated, a rate equation was obtained as follows,  $-d[C \equiv C]/dt = k[C \equiv C]^{1.70} p^{1.17} [Rh-Ru]^{1.30}$ , the apparent activation energy is 13.17 kJ/mol within the temperature interval from 115 °C to 145 °C.

**Key words:** kinetics; Rh-Ru bimetallic complex catalyst; homogenous hydrogenation; NBR