



华中科技大学

# 电子台签技术手册

华中科技大学 Dian 团队

2008 级种子班

李海涛 陈曦骏 龚小聪

2010 年 11 月 11 日

## 目录

1	概述 .....	4
2	整体设计 .....	4
2.1	设计思路 .....	4
2.2	系统框图 .....	5
2.3	单片机 I/O 引脚分配 .....	6
3	功能模块设计 .....	7
3.1	MCU 及其附属结构 .....	7
3.1.1	MCU 部分 .....	7
3.1.2	下载切换和复位开关 .....	9
3.2	电源模块 .....	10
3.3	LED 点阵屏 .....	11
3.3.1	LED 点阵屏介绍 .....	11
3.3.2	电路连接 .....	12
3.4	蜂鸣器与 LED 模块 .....	16
3.5	键盘模块 .....	16
3.6	EEPROM .....	17
3.6.1	芯片介绍 .....	17
3.6.2	电路连接 .....	18
3.7	串口通信 .....	19
3.7.1	芯片介绍 .....	19
3.7.2	串口复用 .....	20
3.7.3	电路连接 .....	21
3.8	ISP 下载 .....	22
4	附录 .....	22

---

4.1	I <sup>2</sup> C 总线的原理 .....	22
4.2	串口引脚定义.....	23

## 图目录

图 2-1 电子台签系统框图 .....	5
图 3-1 MCU 部分电路原理图.....	7
图 3-2 下载切换和复位开关电路原理图 .....	9
图 3-3 电源模块电路原理图.....	10
图 3-4LED 点阵屏的接线方式.....	12
图 3-5LED 点阵控制系统逻辑结构 .....	12
图 3-6LED 点阵的引脚接线.....	13
图 3-7 单汉字显示单元 .....	14
图 3-8LED 点阵行选 .....	15
图 3-9LED 点阵行驱动器.....	15
图 3-10 蜂鸣器与 LED 部分电路连接图.....	16
图 3-11 键盘电路连接 .....	17
图 3-12 AT24C04 封装图 .....	18
图 3-13 EEPROM 部分电路连接.....	18
图 3-14 MAX232 引脚功能图 .....	19
图 3-15 MAX232 引脚连接原理图.....	20
图 3-16 串口模块原理图 .....	21
图 3-17ISP 下载电路 .....	22
图 4-1 IIC 总线时序图.....	23
图 4-2 IIC 总线数据检验时序图 .....	23

## 表目录

表 2-1 I/O 引脚分配.....	6
表 4-1 串口针脚定义 .....	23

# 1 概述

当前，信息化建设在各地蓬勃发展，作为信息发布的终端显示设备，LED 显示屏已经广泛应用于工作和生活的各个方面。电子台签就是 LED 电子显示屏的简单应用。

本电子台签的设计是针对种子班的《微机原理》的课程设计。该课程设计重在理解单片机内部的工作原理，即通过软件控制单片机内部的工作。课程设计环节除了检测、巩固、综合课程中学习的知识外，还为提供一个熟悉嵌入式系统设计开发流程的平台，使设计者熟悉简单的嵌入式开发流程，积累相关经验。

本电子台签由华中科技大学 2008 级种子班自主研发完成。实验板采用 Atmel 公司的 AT89S52 芯片作为主控芯片，显示部分采用了 16 块 8\*8 的 LED 点阵屏，外加 7 个普通操作按键和 1 个模式切换按键，实现了以下功能：

- 具备 4 汉字显示功能。
- 可通过上位机软件更新显示内容。
- 可采用 220V 交流电直接供电。

## 2 整体设计

### 2.1 设计思路

本电子台签通过上位机软件，在 PC 机上将要显示的汉字字模提取出来，并通过 USB 转串口发送给单片机，下载的字模存储在 EEPROM 中，然后显示在 LED 点阵屏上，整机通过 220 交流电直接供电。主要应用场景是桌面台签的显示，如会议嘉宾的姓名显示等。

我们采用的是 Atmel 公司的 AT89S52 单片机作为实验板的主控芯片。它有 32 个可编程 I/O 接口（4 个 8 位并行 I/O 接口），3 个 16 位定时器/计数器，6 个

中断源、2 个优先级嵌套中断结构，1 个全双工 UART 串口以及 8KB 的程序存储器、256B 数据存储器，可以满足本产品的汉字显示需要，及其他按键扩展功能的需要。

## 2.2 系统框图

我们的实验板以功能划分模块，相互独立地进行设计整合，共计有 7 个模块，我们的系统框图如下：

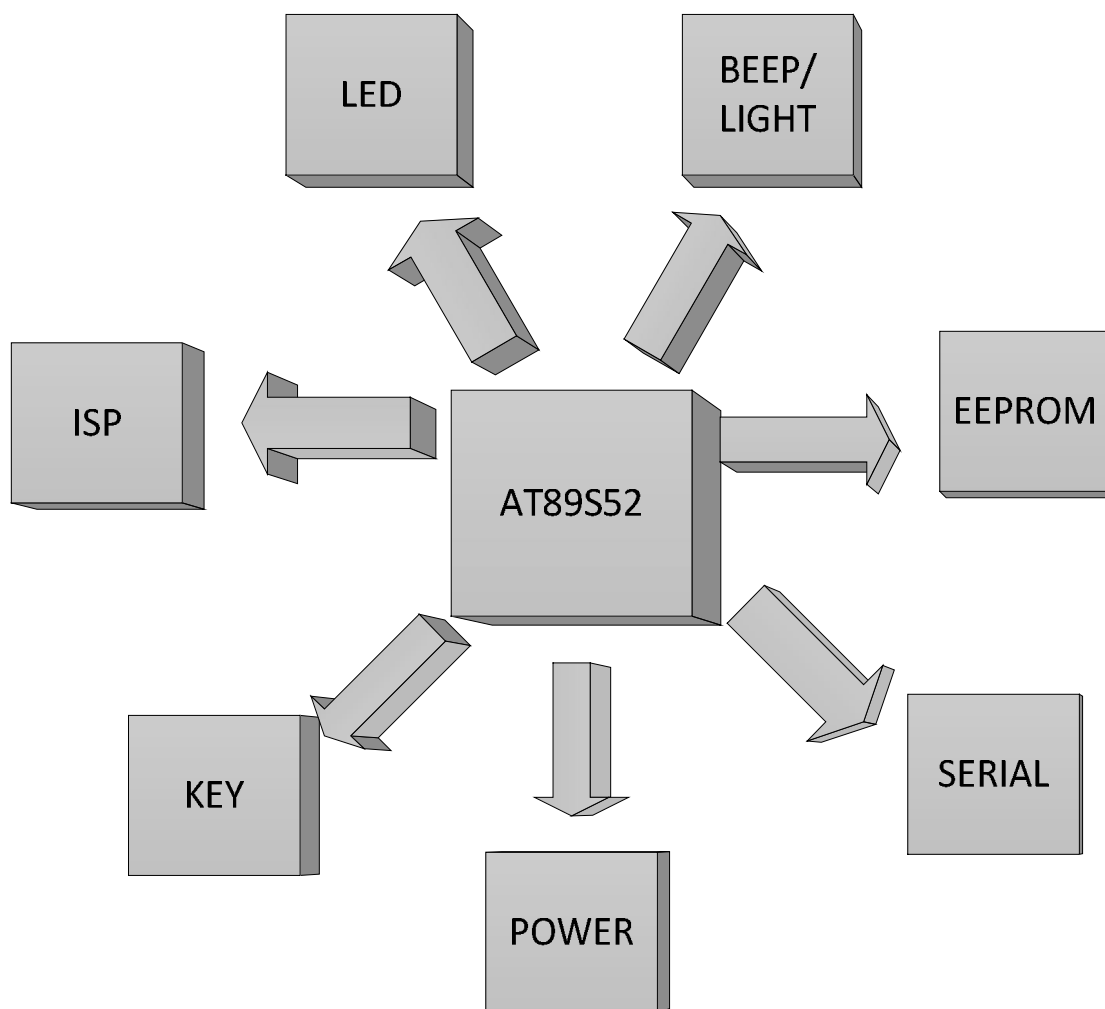


图 2-1 电子台签系统框图

输入部分：具有 7 个按键的键盘、用于模式切换的独立按键；

输出部分：16 个 8\*8 的点阵屏、1 个电源指示灯、3 个模式指示灯和 1 个蜂鸣器

下载部分：串口下载；

存储部分：EEPROM；

电源部分：带有防反插功能的直流供电电路；

## 2.3 单片机 I/O 引脚分配

经过详细的分析和设计，综合考虑功能需求、芯片及附加电路的具体情况、布局的便利性和合理性、以及管脚的复用情况，我们确定了 52 芯片的 I/O 管脚的分配。

以下是 I/O 引脚的分配情况：

表 2-1 I/O 引脚分配

模 块	单片机管脚
LED 点阵屏	P2.0 显示行选使能
	P2.1 行选 D
	P2.2 行选 C
	P2.3 行选 B
	P2.4 行选 A
7 键 键盘	P0.0-P0.6
EEPROM	P1.6 SCL
	P1.7 SDA
蜂鸣器	P1.0
LED 指示灯	P1.1 汉字显示
	P1.2 日期显示
	P1.3 倒计时显示
ISP 下载	P1.5 MOSI
	P1.6 MISO
	P1.7 SCK
串口通信	P3.0 RXD，复用串口数据
	P3.1 TXD，复用串口时钟
模式切换	P3.2 外中断

## 3 功能模块设计

### 3.1 MCU 及其附属结构

AT89S52 要工作起来的最小系统需要有芯片，晶振，P0 口的上拉电阻，以及复位电路。

#### 3.1.1 MCU 部分

主芯片 MCU:

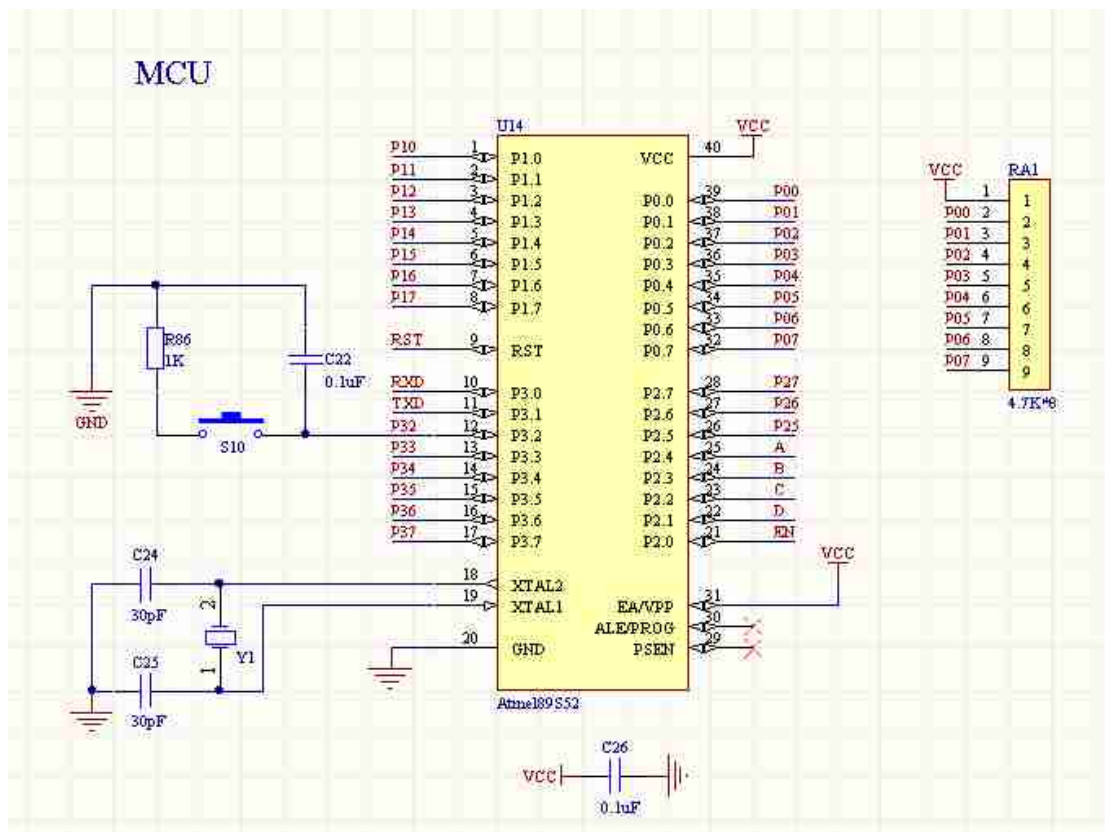


图 3-1 MCU 部分电路原理图

在 AT89S52 的四组 I/O 口中，P0 口比较特殊，是开漏极的双向 I/O 口，如果不外接上拉电阻，这个芯片是无法正常工作的。为统一电平驱动，Port 0 的 8 个引脚外接一个 4.7K\*8 的排阻上拉到高电平。此时 P0 端口输出为低电平时的灌入电流约为 1mA（比较安全）。

单片机引脚 EA/VPP，PSEN 是外部存储器调用相关接口，EA 是调用存储器



的使能端，当它接高电平时单片机可以调用内部存储器，相反接低电平则调用外部存储器。PSEN 是外部存储器数据的输入端口。只有在需要外扩内存时才要用到。但外扩内存要损失大量的 I/O 口，故本实验板不考虑外扩存储，所以 EA 接高，PSEN 不做处理。引脚 ALE 是作为时钟外部输出，由于实验板不使用，所以也不做处理。

上图中左下角 18、19 号引脚 XTAL1、XTAL2 作为芯片内部时钟频率的驱动输入。本设计选用频率为 12MHz 的晶振作为频率输入源。晶振两边的滤波电容一般选择范围为 20~40pF，此处我们选择 30pF 可以完全满足需要得到稳定的输入。

上图中左上角 12 号引脚 P32 是单片机外中断 0 的输入，当开关 S0 被按下时，产生一个低电平，从而触发外部中断 0，在本系统中外部中断用于显示模式切换。

### 3.1.2 下载切换和复位开关

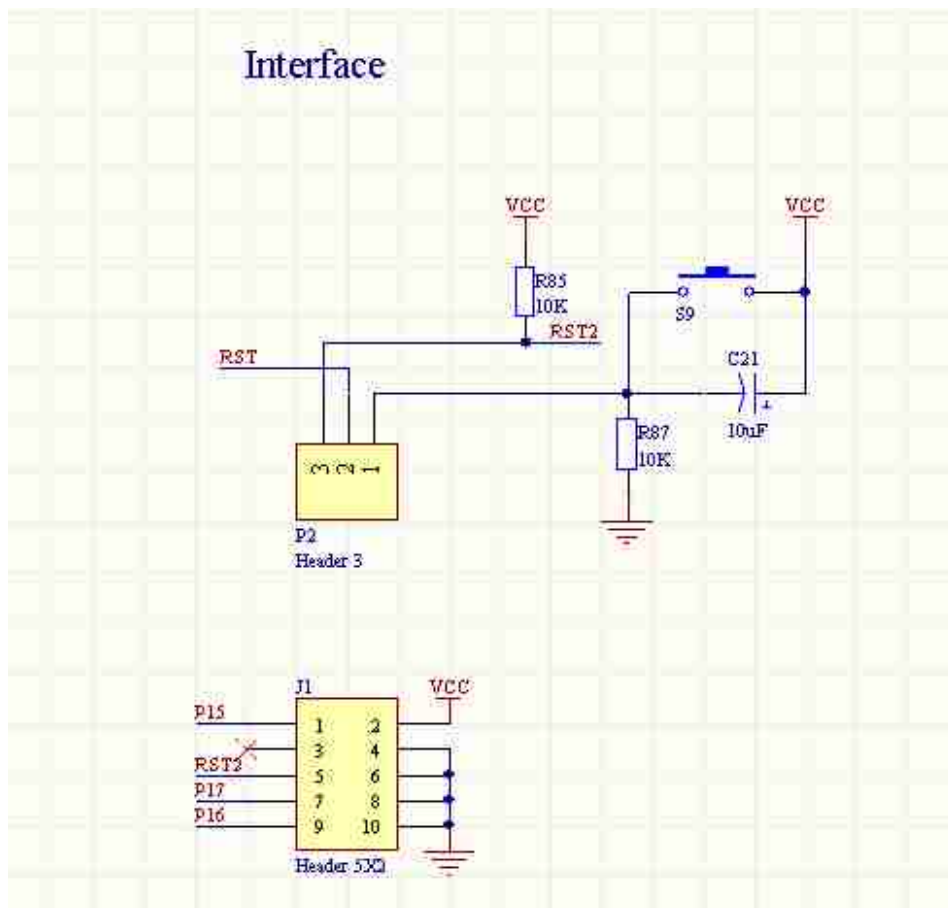


图 3-2 下载切换和复位开关电路原理图

最小系统的另一个部分是复位电路。之所以将复位电路和下载切换放在一起，是因为在下载的过程中要求复位管脚 RST 保持高电平，这时复位按键不能再用了。所以用一个双向带锁跳线开关 P2 控制下载和运行的切换。当开关 P2 接 23 时，连通外部下载模块的插针，可以进行串并口下载。开关 P2 接 12 时开发板正常工作。按键 S9 是复位开关，供电路复位使用。在处于下载状态时，将 RST 通过 R85 接到高电平，接 10K 的上拉电阻 R85 是防止灌入 RST 管脚的电流过大。

只要 RST 的引脚维持 2 个机器周期的高电平，MCU 就复位。R87 和按键 S9 组成上电延时电路和复位电路。上电时，晶振需要一定的起振时间，通过电容的充放电，使得单片机在一段延时后才开始工作，跳过晶振的起振时间。复位时，复位按键按下，电容开始充电和放电，能够维持一段时间的高电平，使单片机复

位。经过计算，此处选用  $R87=10K$ ， $C21=10\mu F$ 。

## 3.2 电源模块

电源模块采用外界 5V 供电，主要注重电压的稳定性，同时考虑了防反插等功能。原理图如下：

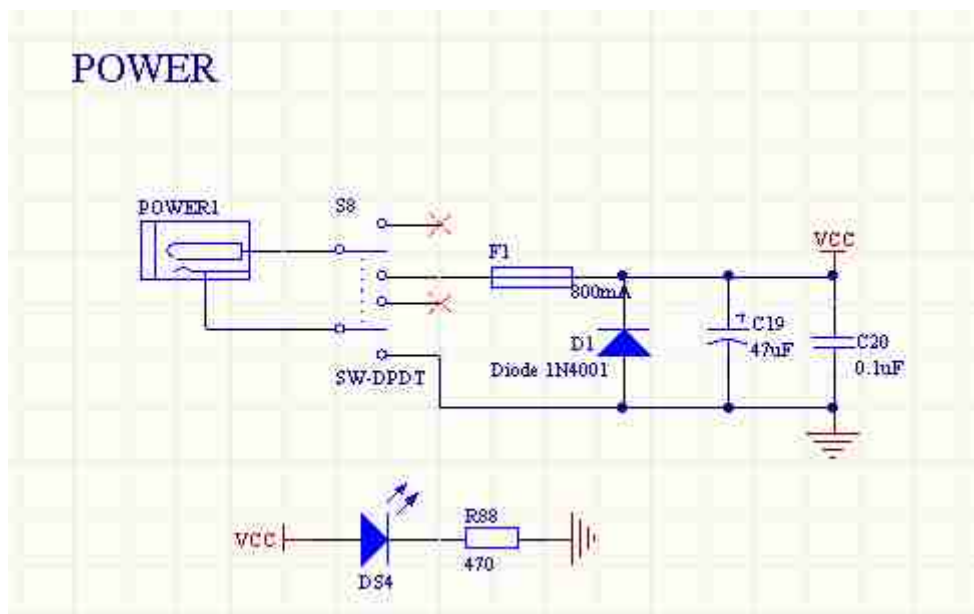


图 3-3 电源模块电路原理图

本电源模块使用发光二极管 DS4 作为电源指示灯。当电源接通时 DS4 发亮。由于发光二极管的承受电流一般在  $3mA-10mA$  之间，此处选择  $470\Omega$  的电阻限流。

电源从图中 POWER1 处接入，通过双向带锁功能的开关（S8）作为电源的控制开关。这样可以在电源保持插入的情况下也可以很方便的控制好开发板的电源使用。F1 和二极管 D1 合起来组成一个防反接设备。F1 是一个带自恢复功能的保险丝，当电源正接时一切正常 D1 断路，反接时会因为瞬时电流过大而造成保险丝断开。当一定时间冷却后，保险丝又会自动连上从而电路恢复正常。保险丝的最大承受电流从电路的整体功耗考虑选用  $0.8A$ 。

电容 C19 和 C20 是作为滤波使用。因为本电路板所需供电电压（5V）和功率都比较小，所以采用电容滤波可以完全满足要求。通过纹波过滤的基本关系  $RC=3\sim 5T/2$ （其中 T 是纹波周期，R 为开发板输入电阻，约为  $50\Omega$ ）。本开发

板选用 0.1 $\mu$ F 和 47 $\mu$ F 电容分别对 10KHz 以下和 10M~20MHz 的毛刺波纹有比较好的滤波效果。实际测得采用以上电路输入电压的波动平均小于 10Hz。

## 3.3LED 点阵屏

### 3.3.1 LED 点阵屏介绍

8\*8 的 LED 点阵为单色行共阴模块,单点的工作电压为正向( $V_f$ )=1.8 v,正向电流( $I_F$ )= 8-10mA。静态点亮器件时(64 点全亮)总电流为 640mA,总电压为 1.8 v,总功率为 1.15 W。动态时取决于扫描频率(1/8 或 1/16 秒),单点 瞬间电流可达 80-160 mA。

16\*16 点阵静态时 16\*16\*10mA,动态时单点电流 80-160mA。

接线方式:

- 当某一行线打高时:
  - 某一系列线为低时,其行列交叉的点就被点亮;
  - 某一系列线为高时,其行列交叉的点为暗。
- 当某一行线打低时,无论列线如何,对应这一行的点全部暗。



图 3-4LED 点阵屏的接线方式

### 3.3.2 电路连接

#### 3.3.2.1 控制系统的逻辑结构

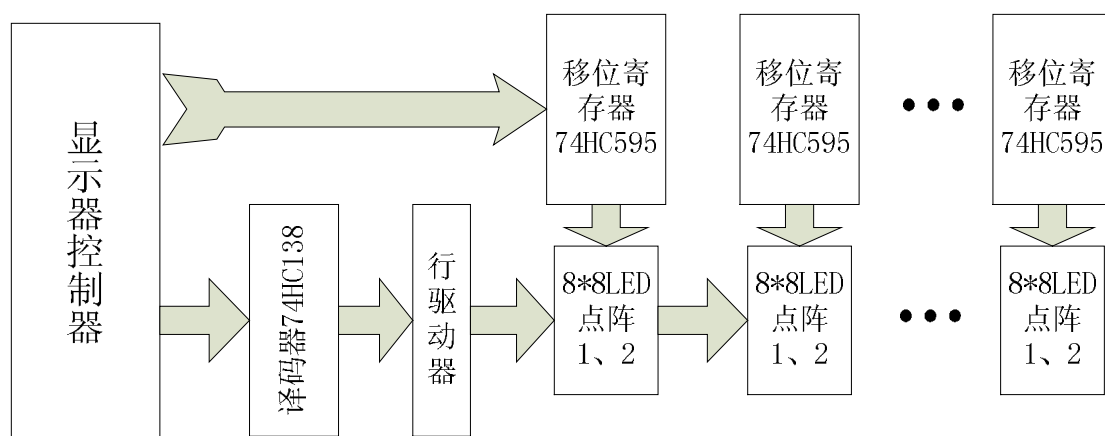


图 3-5LED 点阵控制系统逻辑结构

如上图所示，点阵显示屏每个单元由 16 个  $8 \times 8$  点阵 LED 显示模块、行信号选择译码器 74HC138、数据移位寄存器 74HC595、行驱动器组成。16 片 8

×8 点阵 LED 显示模块组成一个 64×16 的 LED 点阵屏，用于同时显示 4 个 16×16 点阵汉字或 8 个 16×8 点阵的汉字、字符或数字。单元显示屏可以接收来自控制器(主控制电路板)或上一级显示单元模块传输下来的数据信息和命令信息，并可将这些数据信息和命令信息不经任何变化地再传送到下一级显示模块单元中，因此显示板可扩展至更多的显示单元,用于显示更多的显示内容。

### 3.3.2.2 LED 点阵的引脚接线

本系统使用的 LED 的引脚接线如下所示，显示了其引脚对应关系：

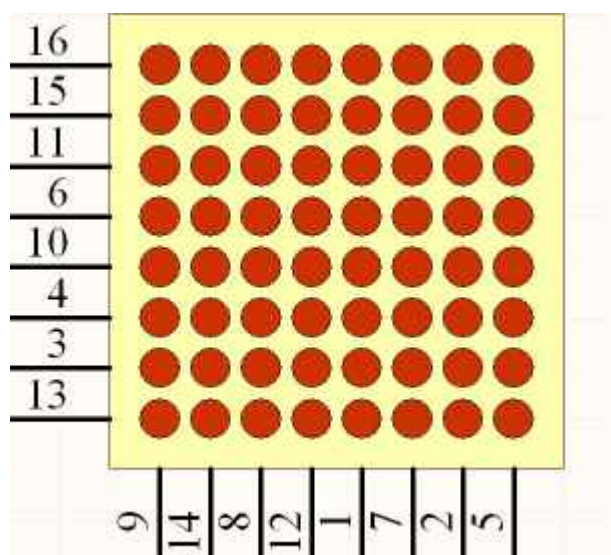


图 3-6 LED 点阵的引脚接线

### 3.3.2.3 单汉字显示单元

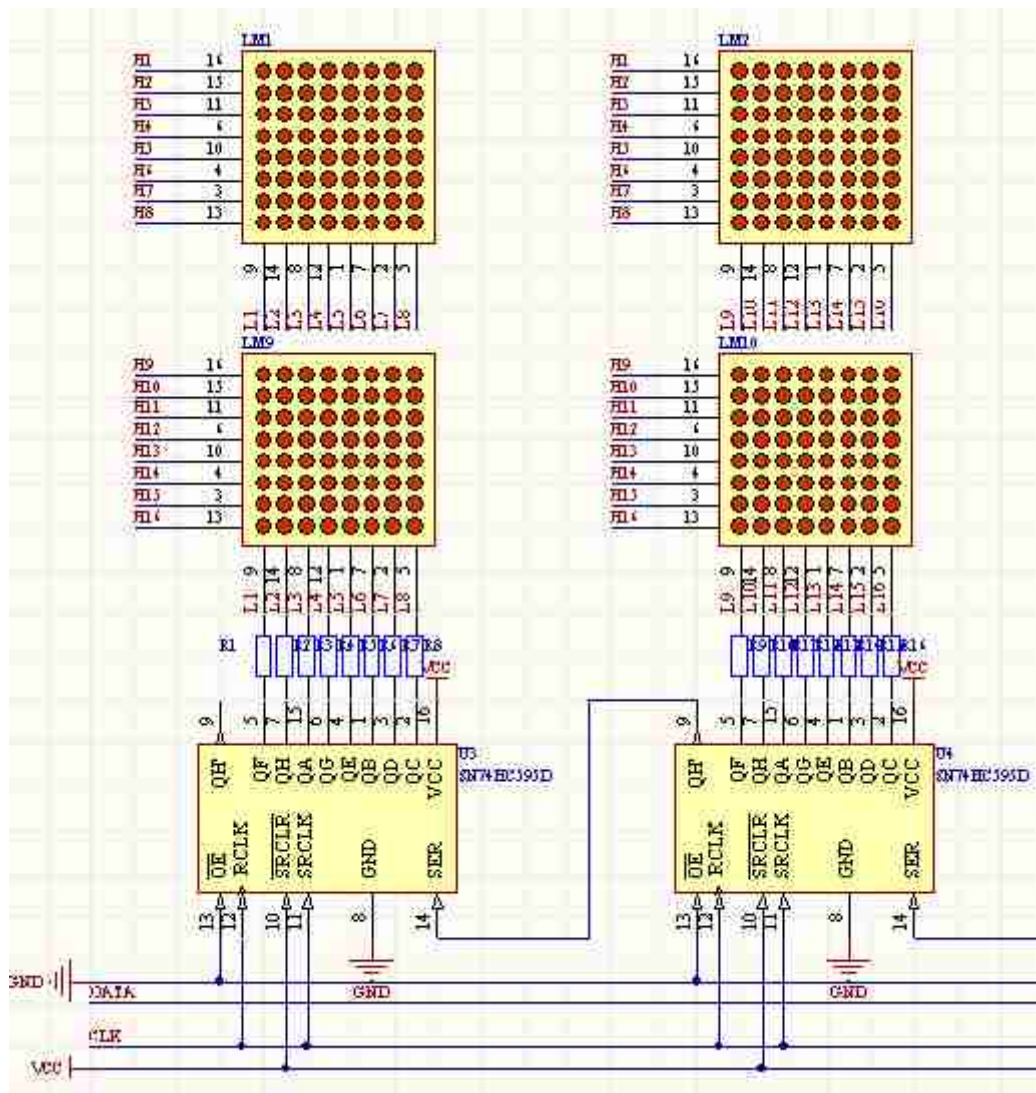


图 3-7 单汉字显示单元

如上图所示，用 4 个 8\*8 的点阵屏显示一个汉字，通过 74HC595 的移位寄存来控制每一列的 LED 的亮灭。行选是通过 74HC138 来控制的，将在下一节中说明。通过行选和列选的同时作用，来控制某一个点的点亮与熄灭。



### 3.3.2.4 LED 点阵行选

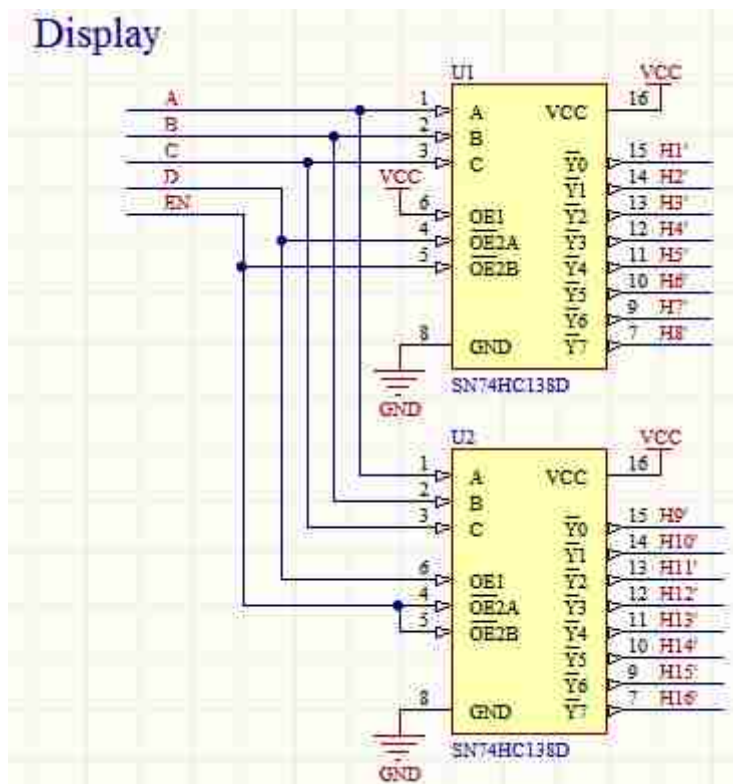


图 3-8 LED 点阵行选

如上图所示，通过两个 74HC138 芯片扩展为 4-16 线译码器，通过使能端 EN 控制显示屏的显示与否，通过 A/B/C/D 四个行选信号决定点亮哪一行。

### 3.3.2.5 LED 点阵行驱动器

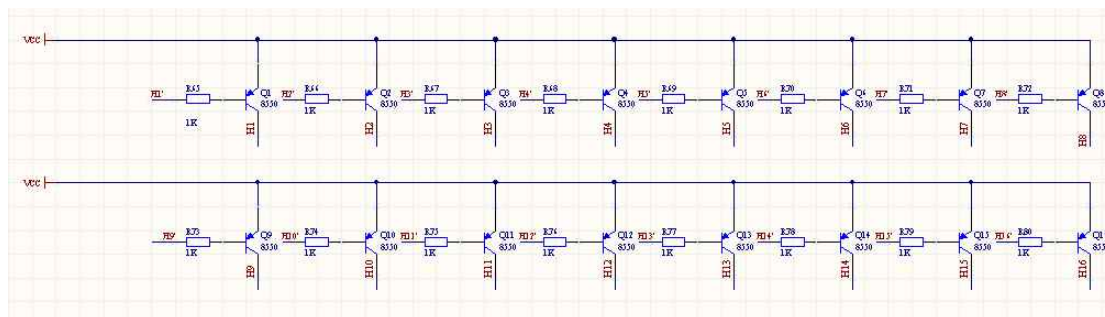


图 3-9 LED 点阵行驱动器

如上图所示，本系统应用 PNP 三极管 8550 来作为 LED 点阵的行驱动器，8550 工作在开关状态，LED 发光二极管的压降约为 1.5V，经计算基极电阻取 1k。



### 3.3.2.6 LED 点阵列选

如图 3-7 单汉字显示单元所示，通过 74HC595 的移位寄存实现列选功能。其中移位寄存器的数据和时钟通过复用串口模式 0 来实现，这点讲在串口通信这一节介绍。

## 3.4 蜂鸣器与 LED 模块

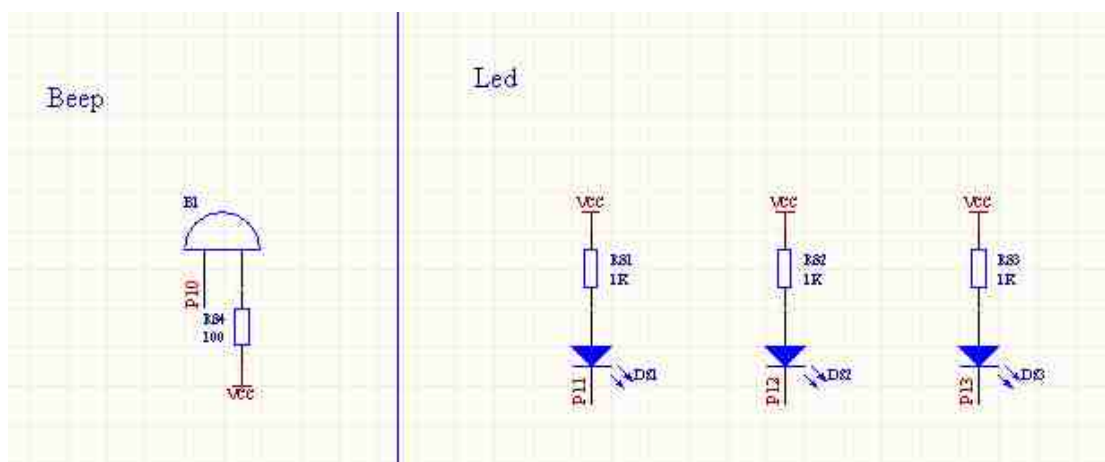


图 3-10 蜂鸣器与 LED 部分电路连接图

有源蜂鸣器：工作电压 0~5V，电流 5mA。电阻防止蜂鸣器短路时电流过大损坏 I/O 口，取 100 欧姆。

蜂鸣器的负极接在 P1.0 口上，正极经过一个电阻接在电源上，所以只有 P1.0 输出低电平时才会发出声音。上电时，P1.0 输出高电平，不会发出声音。当 P1.0 口输出一定频率的脉冲矩形波时，根据频率的不同，可以产生不同的音调，进而可以产生乐曲。人的听觉范围是（15~20KHz）。

LED：工作电压 0~5V，压降 0.7V，工作电流 3~5mA，电阻取 1K。

LED 通过外中断控制，每按一次外中断按键，P32 口发出一个低电平，此时通过软件控制一个 LED 点亮，从而指示当前的工作模式。

## 3.5 键盘模块

本系统使用了 7 键键盘，由于有足够空闲 I/O 口，故采用简单按键的接线方

式，通过 7 个 IO 口来对 7 个按键进行扫描。具体电路连接如下图：

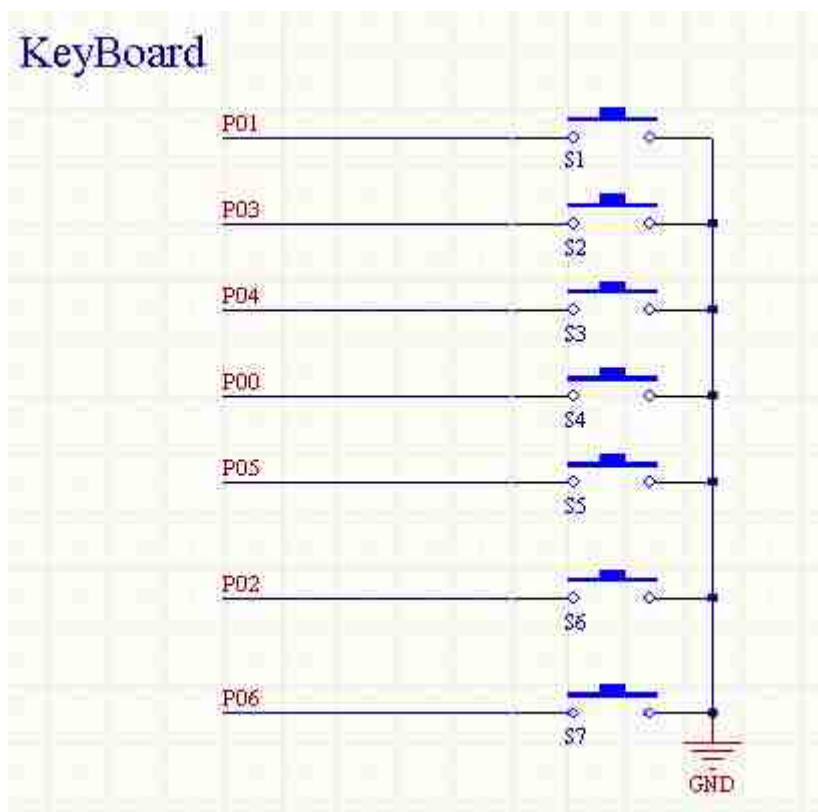


图 3-11 键盘电路连接

采用简单按键，一方面简化了硬件连线，另一方面也使软件的键盘扫描部分变的容易了许多。通过编程可以实现单键的短按和长按，单击和双击，以及组合键。

## 3.6 EEPROM

### 3.6.1 芯片介绍

本系统采用的器件为 AT24C04，存储空间为 4KB，可擦写次数为 1 百万次。管脚分布如下：

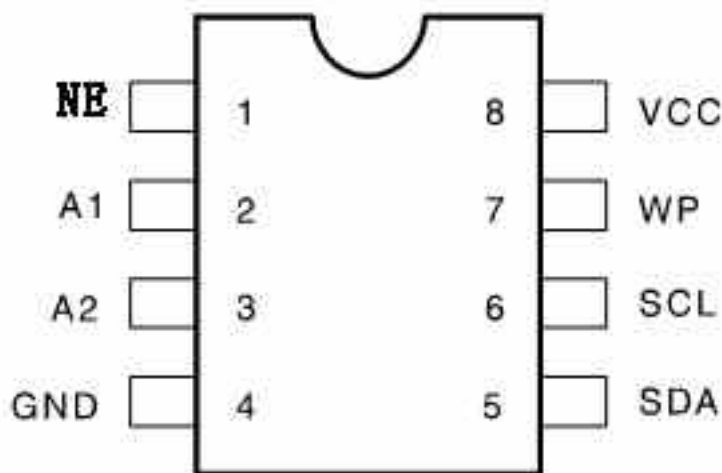


图 3-12 AT24C04 封装图

管脚 NE 表示无连接，A1、A2 为片选，作为 IIC 总线上该器件的标示。管脚 7 为写保护。SCL、SDA 分别为时钟线和控制线。

EEPROM 为 IIC 器件，读写时序服从 IIC 协议（请参照附录 *I2C 总线的原理*）。

### 3.6.2 电路连接

部分电路连接如下图所示：

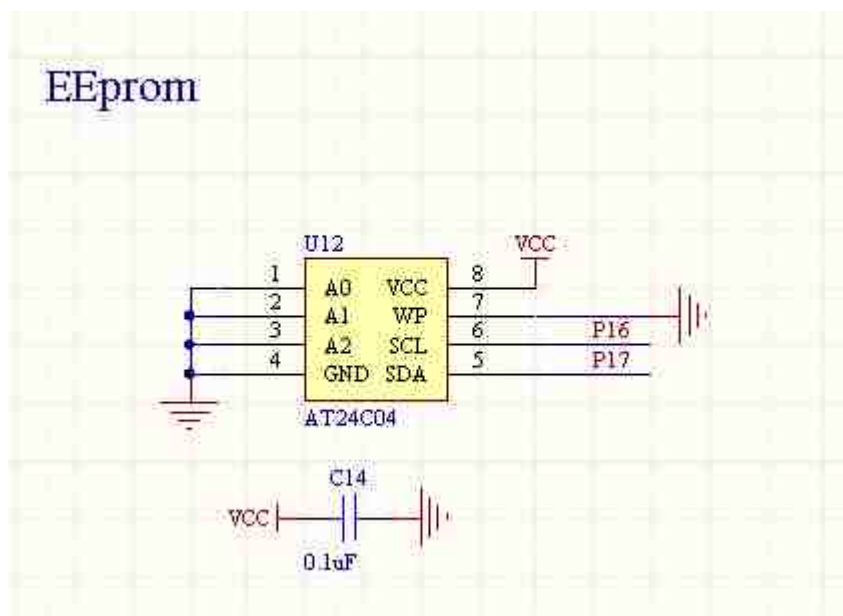


图 3-13 EEPROM 部分电路连接

将引脚 1 接地而不是悬空有利于实验板的兼容性，当 EEPROM 更换为 AT24C02 或其它器件时同样可以控制。A1、A2 接地表明了 EEPROM 的地址为

00。WP 接地表示芯片可写。

时钟线(SCL)、数据线(SDA)分别连接在 P1.6 和 P1.7 上,电容 C14 为 AT24C04 的滤波电容。

## 3.7 串口通信

### 3.7.1 芯片介绍

本模块采用 MAX232 芯片,将单片机 RXD\TXD 两个端口输出的 TTL 电平与 RS232 通信线路的电平进行转换。芯片的引脚图如下:

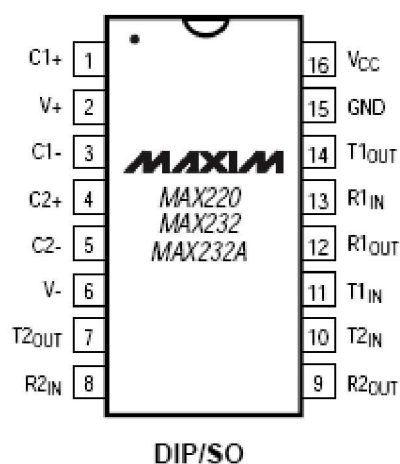


图 3-14 MAX232 引脚功能图

MAX232 总共含有两组(4个)电平转换通道,可以独立实现四条线路的电平转换。参考 Datasheet 上的说明,MAX232 的连接原理图如下:

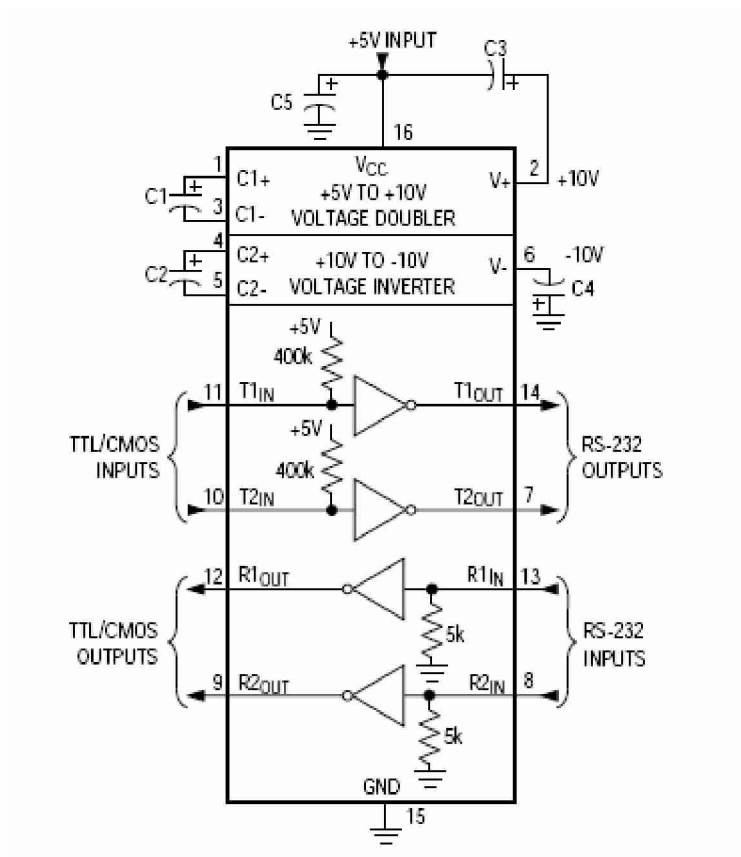


图 3-15 MAX232 引脚连接原理图

MAX232 的外围电路总共包含 5 个电解电容，需要注意的是，2(V+)、6(V-) 的电容连接方向与其他电容的连接方向不同，其电压参考方向是实际电压的相对大小（+10V 与 VCC、-10V 与 GND）。

### 3.7.2 串口复用

为了严格控制 LED 的列选信号，并且保证列选信号的及时显示，我们需要快速的寄存数据，并获得 74HC595 的精确时钟，于是设计了通过复用串口模式 0，通过模式 0 的 TXD 口来发送数据，RXD 口则输出严格的时钟控制（1/12 晶振频率）。

而在串口模式 1 下，则通过上位机下载点阵数据到单片机中。

串口的模式选择通过软件控制使能端实现，默认开机选择模式 0，即显示点阵。

### 3.7.3 电路连接

MCS-52 内部有一个可编程的串行端口，可以实现全双工（Full Duplex）通信。通过串行端口，可以使用较少的传输线完成数据的传输，实现与其它单片机或 PC 的通信。

本系统中串口模块由 MAX232、9 针串口（请参照附录 [串口引脚定义](#)）、外围电容组成，原理图如下：

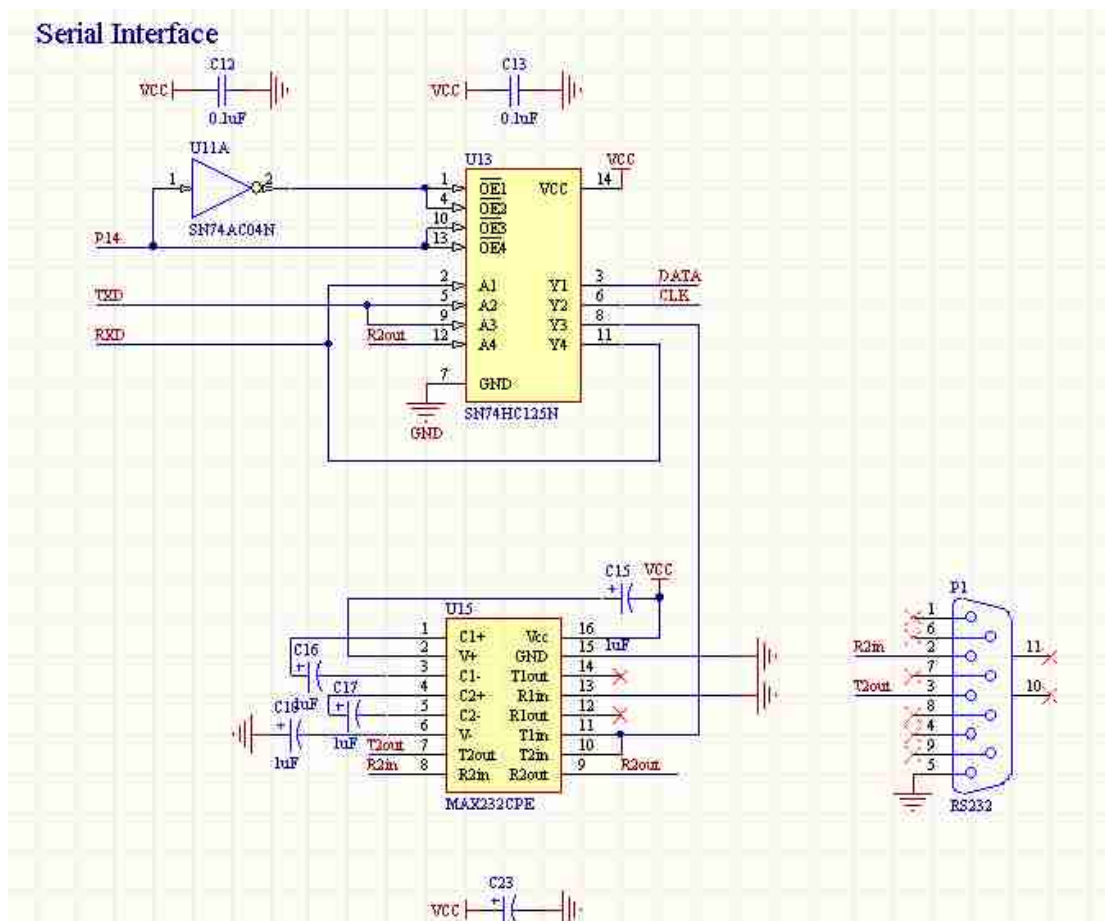


图 3-16 串口模块原理图

其中，串口的 2、3 端口分别与 MAX232 的 R2IN 和 T2OUT 相连，串口 5 脚接地。另外，VCC 和 GND 之间经接了电解电容 C23，作为滤波电容。

在传输数据模式下，MCU 的 RXD 与 TXD 通过 74HC125 三态门分别接至 74HC595 的数据端和时钟端。

在下载模式下，MCU 的 RXD 与 TXD 通过 74HC125 三态门分别与 MAX232

的 R1OUT 和 T1IN 相连。

两种模式的选择通过控制 I/O 口 P14 实现，由软件控制。

## 3.8 ISP 下载

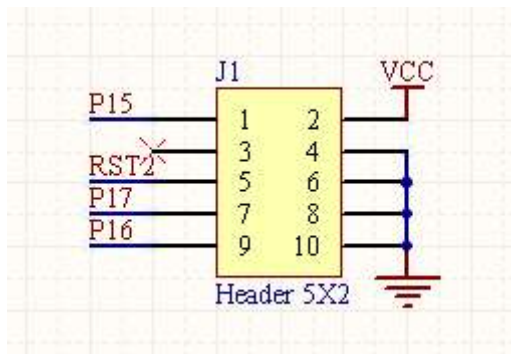


图 3-17ISP 下载电路

ISP (In-System Programming) 是 AT89S52 单片机提供的程序下载方式，主要通过 MCU 的 P1.5(MOSI)、P1.6(MISO)、P1.7(SCK)和 RST 引脚的电平控制来实现。其中，MOSI 为 PC 的数据输入端，由 MCU 接收来自 PC 的编程数据；MISO 为 PC 的数据输出端，有 MCU 向 PC 发送反馈数据，用于数据确认和校验；SCK 为时钟线，通过 PC 端送入周期变化的电平来控制编程时序；RST 为重置端，用于在编程时对 MCU 的状态进行重置。

由于在进行每一个实验前都需要烧写程序，所以下载部分是不可或缺的一个重要部分，将下载部分放在主板上会更方便使用。在系统上仅提供串口下载一种方式。

## 4 附录

### 4.1 I<sup>2</sup>C 总线的原理

I<sup>2</sup>C 总线是二线制总线，I<sup>2</sup>C 总线由一条串行数据线 SDA 和一条串行时钟线 SCL 组成。SDA 和 SCL 分别是 24LCxx 的数据输入输出端和时钟输入端。24LCxx 的位数据通过 SDA 引线输入输出。在 SCL 为低电平期间待传输的数据要出现在

SDA 引线上，SCL 为高电平期间 SDA 引线上的数据位要稳定有效。一个 SCL 脉冲传送一位数据。SDA 和 SCL 为漏极开路端，使用时需要接上拉电阻。

下面分别是 IIC 总线时序图和 IIC 总线数据检验时序图。

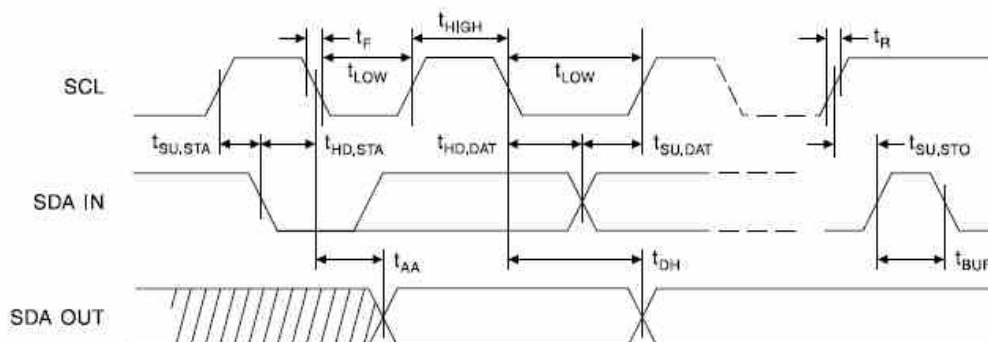


图 4-1 IIC 总线时序图

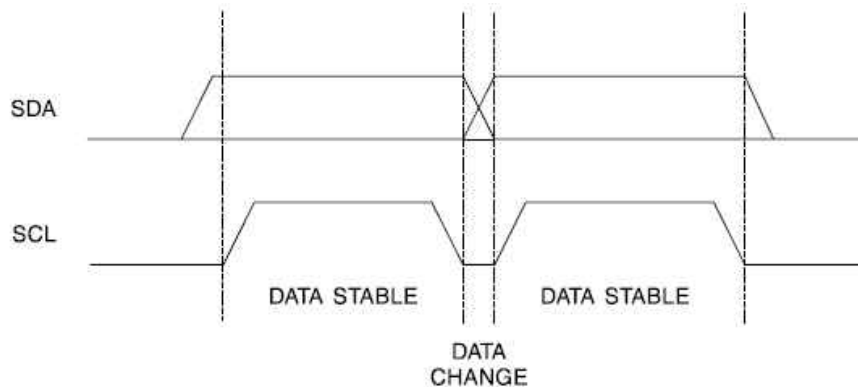


图 4-2 IIC 总线数据检验时序图

## 4.2 串口针脚定义

以下是 9 针串口的针脚功能定义：

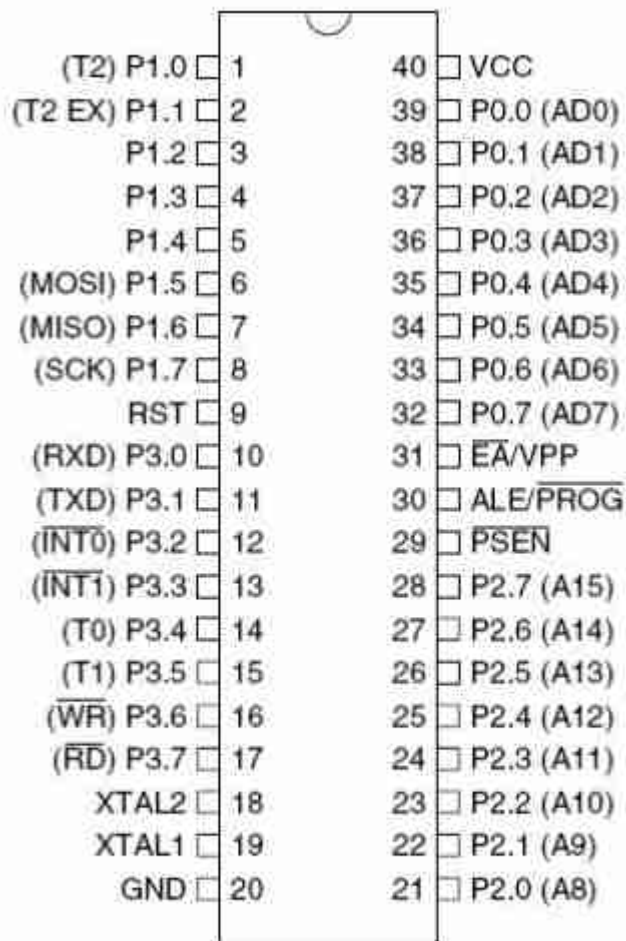
表 4-1 串口针脚定义

9针串口功能一览表

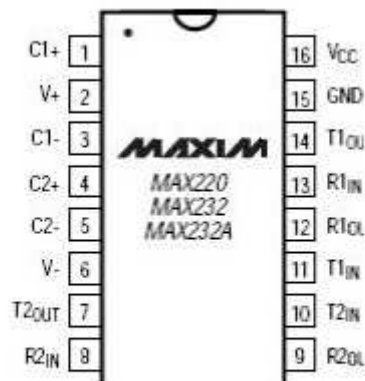
针脚	功能	针脚	功能
1	载波检测	6	数据准备完成
2	接收数据	7	发送请求
3	发送数据	8	发送清除
4	数据终端准备完成	9	振铃指示
5	信号地线		



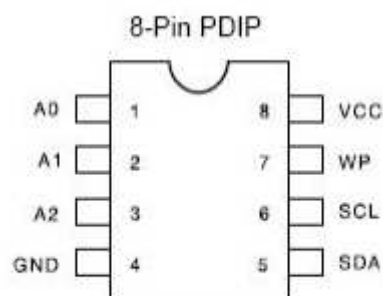
## 4.3 芯片资料参考



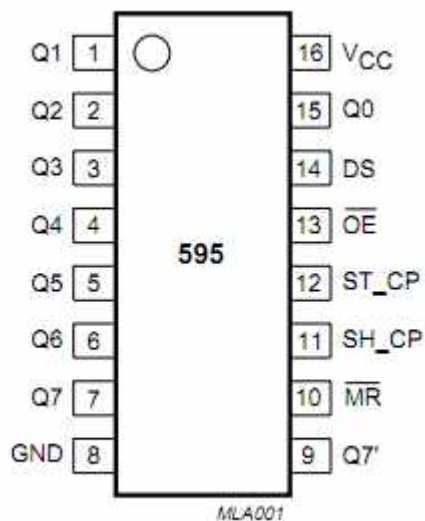
AT98S52



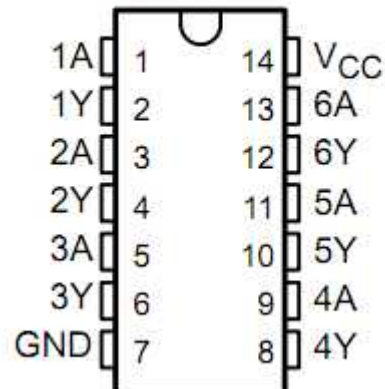
Max232



AT24C04



SN74S04 . . . D OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



SN54HC125 . . . J OR W PACKAGE  
SN74HC125 . . . D, DB, OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)

