

单片机应用技术

项目十二 **ATmega16 单片机 I2C 通信接口应用**

【知识目标】

- 掌握 SPI 串行通信协议
- 了解 ATmega16 单片机 SPI 串行通信接口结构
- 了解与 SPI 串行通信有关的寄存器的功能
- 了解 TLC5615D/A 芯片

【能力目标】

- 掌握 ATmega16 单片机的 I2C 串行通信接口相关寄存器的配置方法
- 掌握 PCF8563 无线通信模块方法
- 掌握简单的单片机 I2C 串行通信总线系统程序的编写、调试方法

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 一、 I2C 总线概述

I2C 总线，是 INTER-IC 串行总线的缩写。它是由 PHILIPS 公司开发的两线式串行总线，用于连接微控制器及其外围设备。I2C 总线产生于在 80 年代，最初为音频和视频设备开发，如今主要在服务器管理中使用，其中包括单个组件状态的通信。这种串行总线上的各单片机或集成电路模块通过一条串行数据线（SDA）和一条串行时钟线（SCL）进行信息传送。同其他形式的总线相比，I2C 总线具有可靠性好、传输速度快、结构简单等优点，因此也被广泛地应用在单片机应用系统中。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

按照 I2C 总线的通信规则，每个总线上的电路模块都有的地址，总线通过这个地址识别连在总线上的器件。每个设备既可以是主控器（能控制总线，又能完成一次传输过程的初始化，并产生时钟信号及传输终止信号的器件）或被控器（被主控器寻址的器件），也可以是发送器（在总线上发送信息的器件）或接收器（从总线上接收信息的器件）。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

按照 I2C 总线的通信规则，每个总线上的电路模块都有的地址，总线通过这个地址识别连在总线上的器件。每个设备既可以是主控器（能控制总线，又能完成一次传输过程的初始化，并产生时钟信号及传输终止信号的器件）或被控器（被主控器寻址的器件），也可以是发送器（在总线上发送信息的器件）或接收器（从总线上接收信息的器件）。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

I2C 总线中，数据传输协议为：

- · 起始信号的后面总有一个被控器的地址，被控器的地址一般规定为 7 位数据。
- · 数据的第 8 位是数据的传输方向位，即读 / 写位。在读 / 写位中，如果是 “0”，则表示主控器向被控机发送数据，也就是执行 “写” 的功能；如果是 “1”，则表示主控器接收被控器发来的数据，也就是执行 “读” 的功能。
- · 数据的传输总是随主控器产生的停止信号而结束。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

1、I2C 总线的基本结构

通常，采用 I2C 总线标准的单片机或 IC 器件，其内部不仅有 I2C 接口电路，而且还有将内部各单元电路按功能划分的独立模块，它们通过软件寻址实现片选功能，因此减少了器件片选线的连接。总线控制设备不仅能通过指令将某个功能单元电路挂接到总线或摘离总线，还可对该单元的工作状况进行监测，从而实现对硬件系统的简单灵活的扩展与控制。I2C 总线接口电路结构如图：

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

1、I2C 总线的基本结构

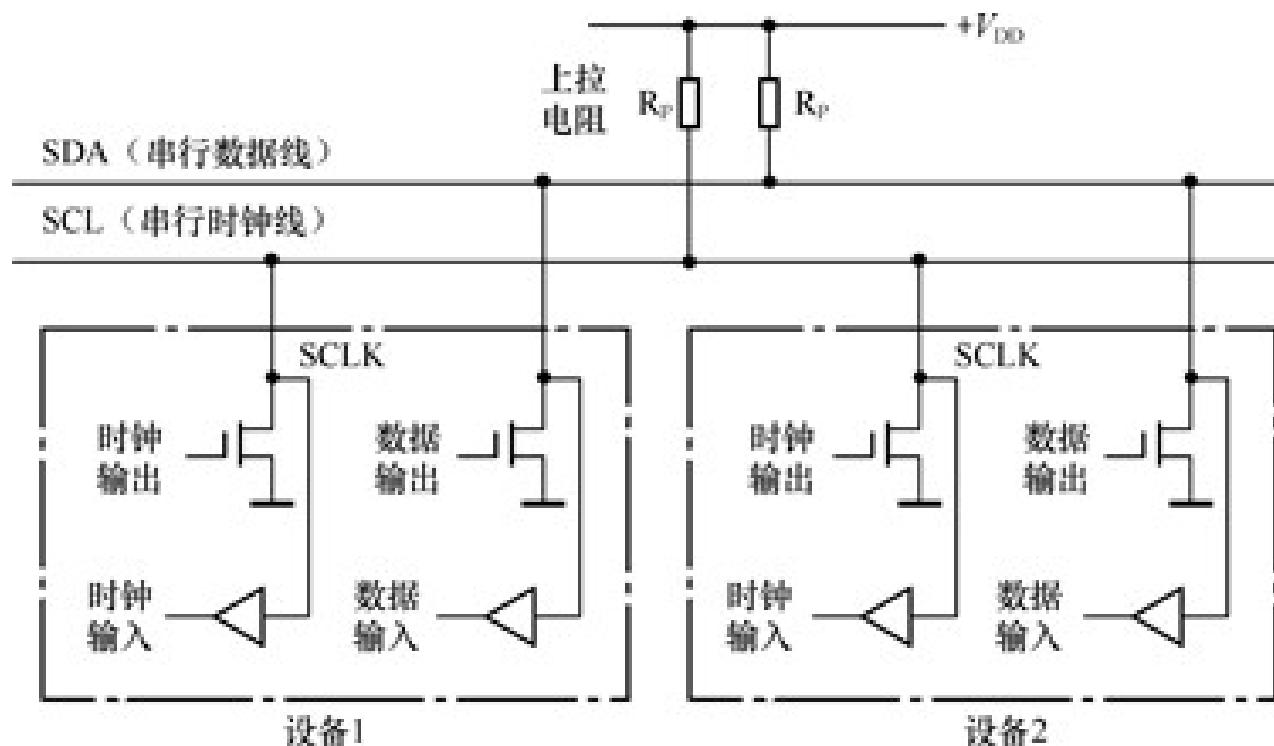


图 12-1 I2C 总线接口电路结构图

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

2、I2C 总线接口的特性

I2C 总线在进行信息传输时，若 SCL 为高电平，则 SDA 上的信息必须保持稳定不变；若 SCL 为低电平，则 SDA 上的信息允许变化。SDA 上的每一位数据都和 SCL 上的时钟脉冲相对应。由于 SCL 和 SDA 的线

“与”逻辑关系，当 SCL 没有时钟信号，SDA 上的数据也将停止传输。SCL 保持高电平期间，SDA 由高电平向低电平变化这种状态定义为起始信号；而 SDA 由低电平向高电平变化则定义为终止信号。下图为 I2C 总线起始信号和终止信号时序图。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

2、I2C 总线接口的特性

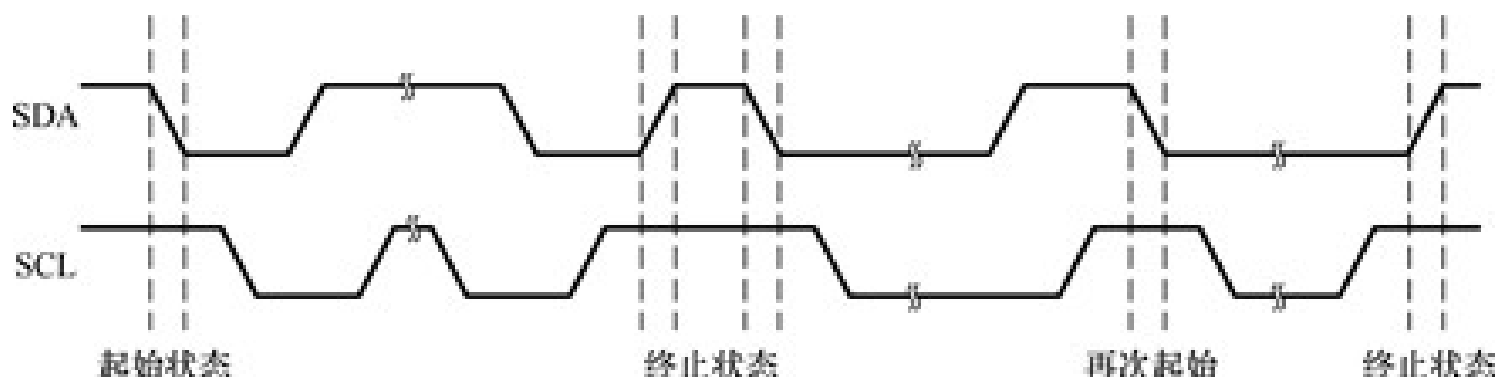


图 12-2 I2C 总线起始信号和终止信号时序图

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

2、I2C 总线接口的特性

传统单片机的串行发送和接收都各用一条线，而 I2C 总线则根据器件的功能，并通过软件程序使其同时工作于发送或接收方式。当某个器件向总线上发送信息时，它就是发送器，而当其从总线上接收信息时，又成为接收器。

I2C 总线上的 SDA 和 SCL 均为双向 I / O 线，它们通过上拉电阻接正电源。当总线空闲的，两根线全为高电平。I2C 总线上的连接器件的输出级都为集电极或漏极开路的形式，这样总线上的数据就能实现线“与”的功能。I2C 总线在传送数据时其速率可达 100Kb / s，最高时可达 400Kb / s。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

2、I2C 总线接口的特性

在 I2C 总线上，SDA 上的数据传输必须以字节为单位（**最高位最先传送**），每个传送字节后还必须跟随一应答位。这个应答信号由发送器发出。整个数据传送过程中，传输的字节数目是没有限制的。但是若数据传输一段时间后，接收器无法继续接收时，主控器也可以终止数据的传送。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

3、I2C 总线的仲裁

I2C 总线上可以挂接多个器件，这样当两个或多个主控器同时想占用总线时，就会产生总线竞争。I2C 总线具有多主控能力，可以对发生在 SDA 线上的总线竞争产生仲裁过程，仲裁是在 SCL 为高电平时，根据 SDA 状态进行的。在总线仲裁期间，如有其他以主控器已经在 SDA 上传送低电平，则发送高电平的主控器就会发现此时 SDA 上的电平与它发送的信号不一致，这样，该主控器就自动裁决失去总线控制权。I2C 总线协议的详细仲裁过程为：当主控器在发送某个字节时，若被仲裁失去主控权时，它的时钟信号继续输出，并直到整个字节发送结束为止。若主控器在寻址阶段被仲裁失去主控权，它就立刻进入被旁若被控接收状态，并判断取得主控权的主控器是否正在对它进行寻址。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

3、I2C 总线的仲裁

在仲裁过程中，一旦有个主控器低电平时钟信号，则 **SCL** 也变为低电平状态，它将影响所有有关的主控器，并使它们的计时器复位。如果有一个主控器首先由低电平向高电平转换，这时由于还有其他主控器处于低电平状态，因此它只能处于高电平状态等待状态，直至所有主控器都结束低电平状态，**SCL** 才转为高电平。仲裁过程中的具体时序同步如图所示。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

3、I2C 总线的仲裁

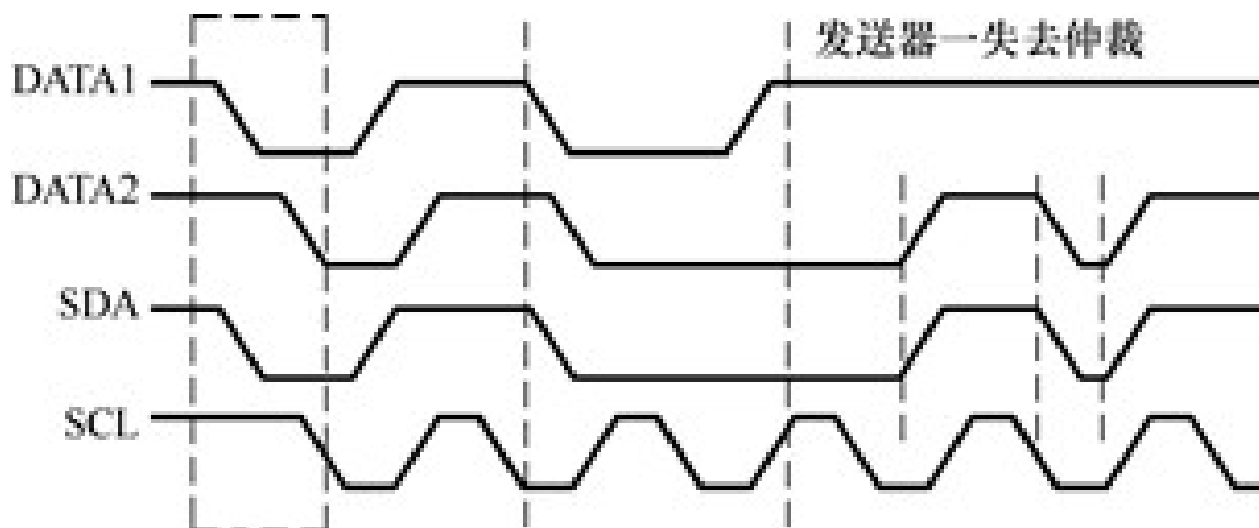


图 12-3 I²C 总线的仲裁过程

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

4、I2C 总线的数据传输

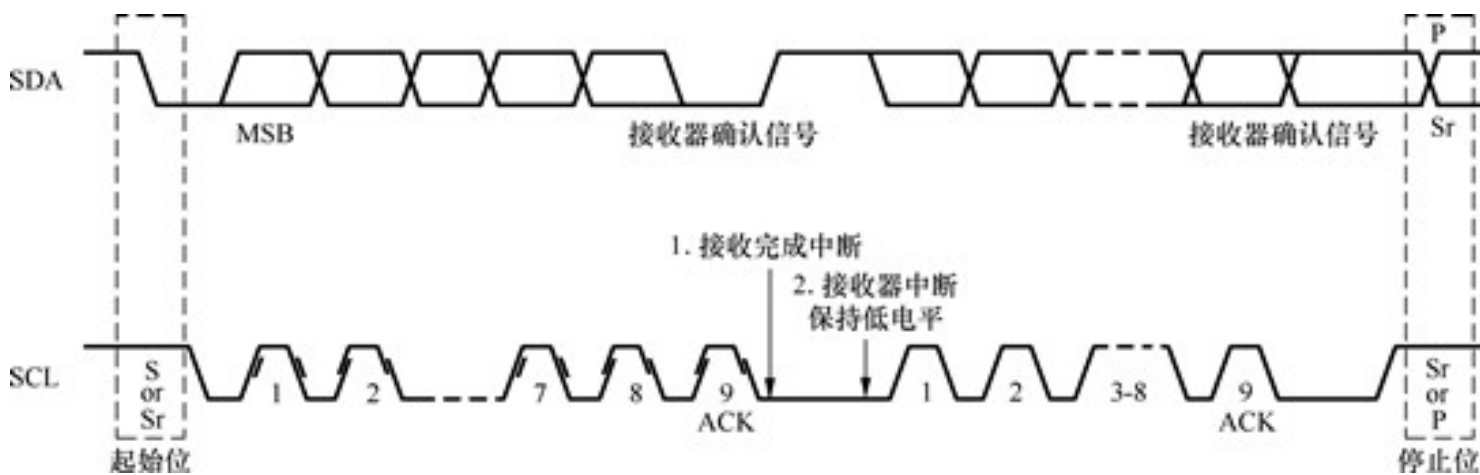


图 12-4 I²C 总线的数据传输过程

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 二、I2C 总线的协议

4、I2C 总线的数据传输

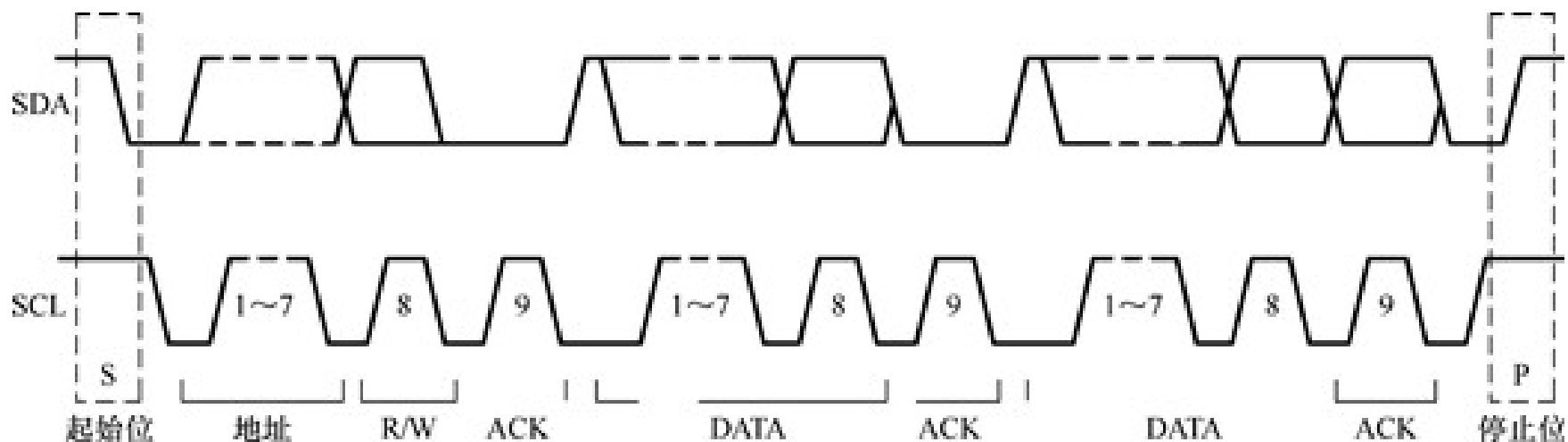


图 12-5 I2C 总线的数据传输格式图

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 三、时钟芯片 PCF8563 的相关知识

1、时钟芯片 PCF8563 概述

PCF8563 是 PHILIPS 公司推出的一款工业级内含 I2C 总线接口功能的具有极低功耗的多功能时钟 / 日历芯片。具有多种报警功能、定时器功能、时钟输出功能以及中断输出功能能完成各种复杂的定时服务，甚至可为单片机提供看门狗功能。内部时钟电路内部振荡电路、内部低电压检测电路 1.0V 以及两线制 I2C 总线通讯方式，不但使外围电路及其简洁，而且也增加了芯片的可靠性。同时每次读写数据后，内嵌的字地址寄存器会自动产生增量。当然作为时钟芯片，亦解决了 2000 年问题。已被广泛用于电表、水表、电话、便携式仪器及电池供电的仪器仪表等产

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 三、时钟芯片 PCF8563 的相关知识

2、 时钟芯片 PCF8563 的外部结构及引脚功能

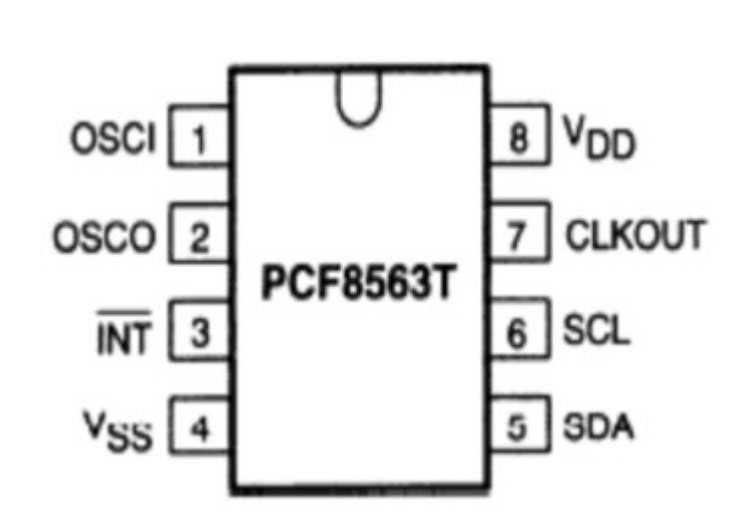


图 12-6 PCF8563 外部结构图

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 三、时钟芯片 PCF8563 的相关知识

3、 时钟芯片 PCF8563 的基本原理及内部寄存器概述

PCF8563 有 16 个 8 位寄存器：一个可自动增量的地址寄存器，一个内置 32.768KHz 的振荡器（带有一个内部集成的电容），一个分频器（用于给实时时钟 RTC 提供源时钟），一个可编程时钟输出，一个定时器一个报警器，一个掉电检测器和一个 400KHz I2C 总线接口。

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 三、时钟芯片 PCF8563 的相关知识

3、 时钟芯片 PCF8563 的基本原理及内部寄存器概述

所有 16 个寄存器设计成可寻址的 8 位并行寄存器，但不是所有位都有用。前两个寄存器（内存地址 00H，01H）用于控制寄存器和状态寄存器，内存地址 02H ~ 08H 用于时钟计数器（秒 ~ 年计数器），地址 09H ~ 0CH 用于报警寄存器（定义报警条件），地址 0DH 控制 CLKOUT 管脚的输出频率，地址 0EH 和 0FH 分别用于定时器控制寄存器和定时器寄存器。秒、分钟、小时、日、月、年、分钟报警、小时报警、日报警寄存器，编码格式为 BCD，星期和星期报警寄存器不以 BCD 格式编码。

【任务 1】 项目知识点学习

地址	寄存器名称	_BV7	_BV6	_BV5	_BV4	_BV3	_BV2	_BV1	_BV0
00H	控制 / 状态寄存器 1	TEST1	0	STOP	0	TESTC	0	0	0
01H	控制 / 状态寄存器	0	0	0	TI/TP	AF	TF	AIE	TIE
0DH	CLKOUT 输出寄存器	FE	—	—	—	—	—	FD1	FD0
0EH	定时器控制寄存器	TE	—	—	—	—	—	TD1	TD0
0FH	定时器倒数计数数据寄存器	定时器倒数计数数值（二进制）							
02H	秒	VL	00 ~ 59BCD 格式数						
03H	分钟	—	00 ~ 59BCD 格式数						
04H	小时	—	—	00 ~ 59BCD 格式数					
05H	日	—	—	00 ~ 31BCD 格式数					
06H	星期	—	—	—	—	—	0 ~ 6		
07H	月 / 世纪	C	—	—	01 ~ 12BCD 码格式数				
08H	年	00 ~ 99BCD 码格式数							
09H	分钟报警	AE	00 ~ 59BCD 码格式数						
0AH	小时报警	AE	—	00 ~ 23BCD 码格式数					
0BH	日报警	AE	—	00 ~ 31BCD 码格式数					
0CH	星期报警	AE	—	—	—	—	0 ~ 6		

【任务 1】 项目知识点学习

❖ 四、液晶模块介绍

LCD 是一种常用的显示器件，它是一种将液晶显示器件、连接件、集成电路、PCB 线路板、背光源、结构件装配在一起的组件。LCD 有显示容量大、耗能低、人机交流界面更加友好等优点，现在广泛应用于便携式仪器仪表、智能电器、消费类电子产品等领域。本项目将采用常用的 DM12864M 来说明 LCD 的使用。DM12864M 汉字图形点阵液晶显示模块可显示汉、字图形，内置中文字库，和单片机配合使用非常方便。

DM12864M 是 20 管脚的接口，具体管脚介绍见课本。

【任务 2】 应用 PCF8563 制作电子时钟

❖ 一、任务要求

- 利用 ATmega16 单片机的 I2C 接口，控制 PCF8563 时钟芯片，实现数字万年历的制作。通过按键控制可以在数码管实现“* 年 * 月 * 日”与“* 时 * 分 * 秒”的切换显示。或直接采用 LCD 液晶屏显示“* 年 * 月 * 日 * 时 * 分 * 秒”功能。。

二、硬件设计



图 12-10 电路原理图

【任务 2】应用 PCF8563 制作电子时钟

二、硬件设计

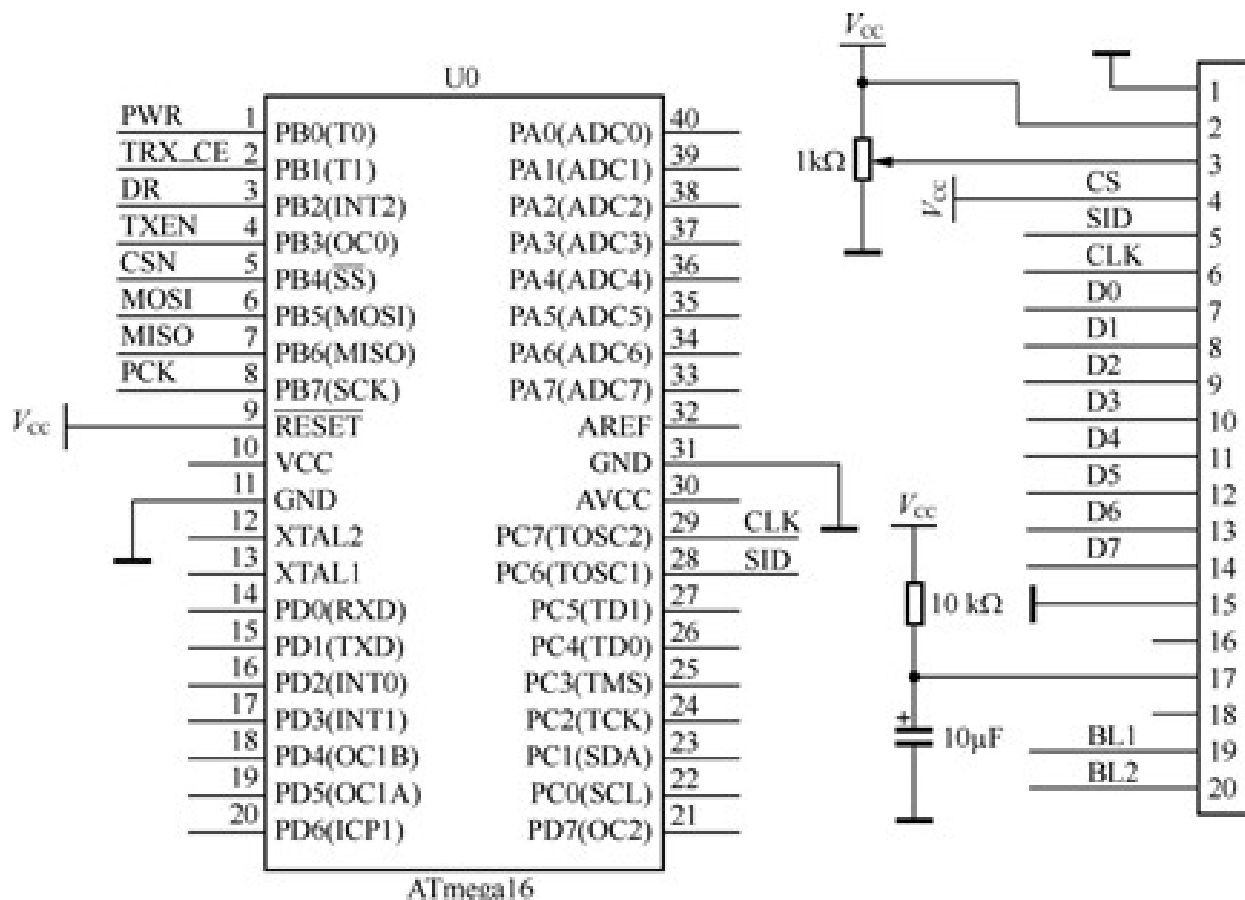


图 12-11 LCD 应用电路

【任务 2】应用 PCF8563 制作电子时钟

三、程序设计

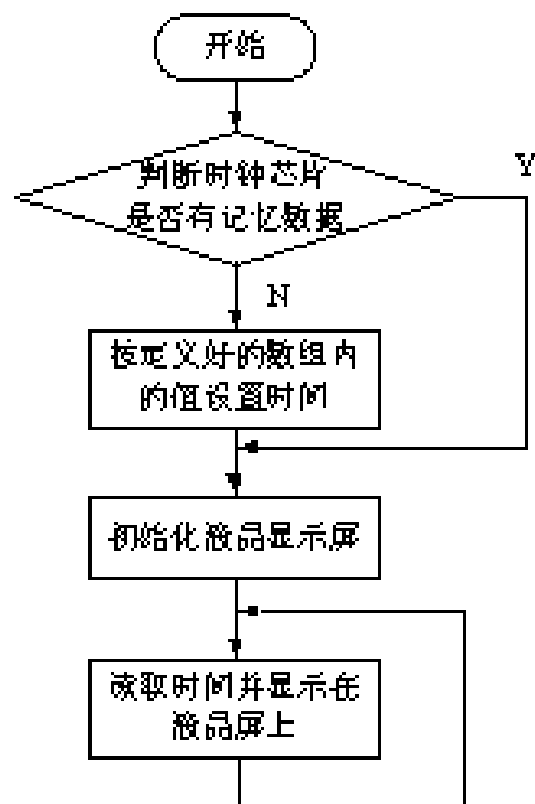


图 12-12 程序流程图

【任务 2】应用 PCF8563 制作电子时钟

四、项目实施

1. 根据元器件清单选择合适的元器件。
2. 根据硬件设计原理图，在万能电路板进行元器件布局，并进行焊接工作。
3. 焊接完成后，重复进行线路检查，防止短路、虚接现象。
4. 在 **AVR Studio** 软件中创建项目，输入源代码生成 *.hex 文件。
5. 在确认硬件电路正确的前提下，通过 **JTAG** 仿真器进行程序的下载与硬件在线调试。