

51单片机 C语言编程

一学就会

- 资源丰富
- 实例教学
- 轻松入门
- 迅速提高

何应俊 曾祥云◎主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

51单片机 C语言编程 一学就会

- ☀ 资源丰富
- ☀ 实例教学
- ☀ 轻松入门
- ☀ 迅速提高



何应俊 曾祥云◎主编

本书以 STC89C52 (AT89S52) 为例,介绍了 51 单片机的结构和特点、入门和提高所需的 C 语言知识,51 单片机的输入/输出、定时器、中断、串行通信、A-D 和 D-A 转换、交流和直流电动机及步进电动机的驱动。所有内容围绕着密切联系实际典型应用(开发)示例而进行和展开。本书充分考虑初学者的特点,对程序可能存在的疑难点进行了详细解释。

本书适合单片机的初学者作自学教材,也适合职业院校电类专业作培训教材,还适合作中职单片机技能大赛的辅导用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机 C 语言编程一学就会/何应俊,曾祥云主编. —北京:机械工业出版社,2014.7

ISBN 978-7-111-46996-4

I. ①5… II. ①何…②曾… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计 IV. ①P368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 123913 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘星宁 责任编辑:江婧婧

版式设计:霍永明 责任校对:丁丽丽

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18 印张·434 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46996-4

定价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

现在单片机的应用非常普遍，发展也很迅猛，学习和使用单片机的人员在不断增加。虽然新型微控制器在不断推出，但 51 单片机价格低廉、易学易用、性能成熟，在家电和工业控制中应用很广，而且学好了 51 单片机，也就容易学好其他的新型微控制器，所以现在大中专院校学生还是以学习 51 单片机为主。为了帮助单片机的初学者快速入门和提高，我们总结教学和辅导学生参加技能大赛的经验和教训，充分考虑初学者的认知特点，编写了本书。

本书具有以下特点：

① 按先易后难的顺序编排，符合初学者的特点。

② 知识和技能都围绕着具体的应用（开发）示例展开，初学者能感受到学习单片机的应用价值，能看到学习效果，体会到成功的喜悦，容易激发进一步学习、探索的积极性。

③ 为了初学者阅读轻松，本书针对可能对初学者造成阅读障碍的内容做了详细的解释。读者可以选择性地阅读（若能看懂，则不需要看解释）。

④ 每章后面附有典型训练题。多数训练题很典型，应用价值较高，如全自动洗衣机、微波炉、点焊机、生产线的控制等。有些训练题是省、市技能大赛的试题。读者可先行自己独立去做，若有障碍，可阅读本书所附学习资料上的训练题参考程序。读者可通过登录 <http://www.cmpbook.com/> 网站进入“服务中心”，从“资源下载”中的“视频下载”中下载学习资料。

⑤ 本书所附学习资料含一些常用的单片机开发工具软件、本书部分程序代码源文件（C 文件）、本书训练题参考程序代码、部分省级比赛和国家级比赛试题及参考程序代码、YL-236 单片机实训考核装置的模块图片及相应介绍，以及篇幅所限而不能在书上表达的内容（如多机通信、PID 算法、无线模块、模块化编程等）。

⑥ 本书各项的程序代码都已在 YL-236 单片机实训考核装置上验证。读者若没有 YL-236 单片机实训考核装置，也可以将任务书略作修改后在其他实验板上做实验，还可以用仿真软件模拟做实验（注：不同的单片机实验板，思想和方法实质是一样的。并不是一定要某种实验板才能学单片机或者才能参考某本书）。

⑦ 本书目录较为详细，有利于需要选择性阅读的读者查阅相关知识点。

本书由长阳职教中心何应俊、曾祥云主编。参编人员有长阳职教中心熊维、柯燕、董玉芳、杨昌盛。

由于编者水平有限，书中错、漏和不妥之处在所难免，请广大读者批评指正！

编 者

目 录

前言

第1篇 入门篇

第1章 学习单片机的必备基础	1
1.1 单片机的基本概念	1
1.1.1 初步了解单片机	1
1.1.2 熟悉51单片机的引脚功能	2
1.1.3 理解单片机的最小系统	4
1.2 不同数制及相互转换简介	6
1.2.1 十进制数	6
1.2.2 二进制数	6
1.2.3 十六进制数	7
1.2.4 八进制数	7
1.2.5 各种数制之间相互转换的方法	7
1.3 搭建51单片机开发环境	9
1.3.1 硬件开发系统	9
1.3.2 搭建软件开发环境(Keil μ Vision)	11
1.3.3 Keil μ Vision4的最基本应用——第一个C51工程	11
第2章 花样流水灯和电动机的控制	22
2.1 花样流水灯电路精讲	22
2.1.1 花样流水灯电路原理图	22
2.1.2 单片机控制花样流水灯工作原理简介	24
2.2 相关的C51语言知识精讲	24
2.2.1 数据类型概述	24
2.2.2 常量和变量	24
2.2.3 标识符和关键字	26
2.2.4 C51的函数简介	27
2.2.5 单片机C语言程序的基本结构	28
2.2.6 再论局部变量与全局变量	28
2.2.7 C语言的算术运算符和算术表达式	29

2.2.8	关系运算符和关系表达式	29
2.2.9	自增减运算符	30
2.2.10	单片机的几个周期介绍	30
2.2.11	while 循环语句和 for 循环语句	30
2.2.12	不带参数和带参数函数的写法和调用	32
2.3	“位操作”控制流水灯	34
2.3.1	编程思路	34
2.3.2	参考程序	34
2.3.3	部分程序代码详解	36
2.4	字节控制（即并行 I/O 口控制）流水灯	36
2.4.1	编程思路	36
2.4.2	参考程序	36
2.5	使用移位运算符控制流水灯	37
2.5.1	逻辑运算符和位运算符	37
2.5.2	使用移位运算符控制流水灯的编程示例	37
2.6	使用库函数实现流水灯	39
2.6.1	循环移位函数	39
2.6.2	使用循环移位函数实现流水灯	40
2.7	使用条件语句实现流水灯	41
2.7.1	条件语句	41
2.7.2	使用 if 语句实现流水灯	42
2.8	使用 switch 语句控制流水灯	43
2.8.1	switch 语句介绍	43
2.8.2	使用 switch 语句控制流水灯	44
2.9	使用数组控制流水灯	45
2.9.1	C51 的数组	45
2.9.2	使用数组控制流水灯	46
2.10	使用指针控制流水灯	47
2.10.1	指针的概念和用法	47
2.10.2	使用指针控制流水灯	47
2.11	开关与灯的灵活控制	48
2.11.1	钮子开关控制单片机	48
2.11.2	轻触按键控制单片机	49
2.12	按钮控制电动机的起动、停止、顺序起动、正反转、PWM 调速	52
2.12.1	按钮控制直流电动机和交流电动机的起动和停止	52
2.12.2	按键控制交流电动机的顺序起动和正反转	54
2.13	典型训练任务	61

第 3 章 数码管数字钟	62
3.1 数码管的显示原理	62
3.2 数码管的静态显示	63
3.3 数码管的动态显示	66
3.3.1 YL-236 单片机实训台数码管显示电路	66
3.3.2 数码管动态显示入门示例	68
3.4 数码管 24h 时钟	71
3.4.1 单片机的中断系统	71
3.4.2 定时器 T0 和 T1 工作方式 1 应用示例	76
3.4.3 独立按键调时的数字钟	77
3.5 典型训练任务	83
第 4 章 综合应用之物料传送机模拟装置	85
4.1 物料传送机模拟装置	85
4.1.1 物料传送机模拟装置简介	85
4.1.2 硬件连接	86
4.1.3 程序代码示例	90
4.2 典型训练任务	97

第 2 篇 提高篇

第 5 章 单片机的串行通信	99
5.1 串行通信的基础知识	99
5.1.1 串行通信标准和串行通信接口	99
5.1.2 波特率	101
5.1.3 同步通信与异步通信简介	101
5.1.4 硬件连接	102
5.1.5 读写串行口数据	102
5.1.6 串行控制与状态寄存器	103
5.1.7 串行口的工作方式	103
5.2 串口通信设置	104
5.2.1 计算机端串口通信设置	104
5.2.2 单片机端串口通信的设置	105
5.3 单片机串口通信的基础程序范例	106
5.4 串口通信应用示例（用串口校准时间的数字钟）	107
第 6 章 自动恒温箱	113
6.1 自动恒温箱介绍	113
6.2 LED 点阵显示屏的应用	113

6.2.1	LED 点阵显示屏基础	113
6.2.2	YL-236 单片机实训台 LED 点阵显示屏	116
6.2.3	LED 点阵显示屏的编程	117
6.3	DS18B20 温度传感器	124
6.3.1	DS18B20 简介	124
6.3.2	DS18B20 的控制方法	127
6.3.3	DS18B20 的编程方法示例	129
6.4	自动恒温箱的实现	129
6.5	典型训练任务	135
第 7 章	温度及市电电压监测仪	136
7.1	温度及市电电压监测仪介绍	136
7.2	A-D 转换	137
7.2.1	A-D 和 D-A 转换简介	137
7.2.2	典型 A-D 转换芯片 ADC0809 介绍	137
7.2.3	ADC0809 应用示例 (I/O 口方式编程)	140
7.3	LM35 温度传感器的认识和使用	141
7.3.1	LM35 的外形及特点	141
7.3.2	LM35 的典型应用电路分析	141
7.3.3	LM35 的应用电路连接及温度转换编程	142
7.4	LCD1602 液晶显示器的认识和使用	143
7.4.1	LCD1602 液晶显示器引脚功能	143
7.4.2	LCD1602 模块内部结构和工作原理	144
7.4.3	LCD1602 的时序	145
7.4.4	LCD1602 指令说明	146
7.4.5	LCD1602 的编程	147
7.5	电压源介绍	149
7.6	电子温度计及市电电压监测仪的程序代码示例及分析	149
7.7	知识链接——D-A 转换芯片 DAC0832 及应用	153
7.7.1	DAC0832 的内部结构和引脚功能	153
7.7.2	YL-236 实训台 D-A 转换模块介绍	154
7.7.3	DAC0832 采用 I/O 方式编程示例	154
7.7.4	DAC0832 采用扩展地址方式编程示例	154
7.8	典型训练任务	157
第 8 章	电子密码锁 (液晶显示器、矩阵键盘的综合应用)	164
8.1	电子密码锁简介	164
8.2	矩阵键盘的应用方法	165

8.2.1	矩阵键盘的结构	165
8.2.2	矩阵键盘的编程方法——扫描法和利用二维数组存储键值	167
8.3	LCD12864	171
8.3.1	LCD12864 的引脚说明	172
8.3.2	YL-236 单片机实训台 LCD12864 模块介绍	172
8.3.3	LCD12864 的读写时序和指令说明	173
8.3.4	LCD12864 的点阵结构	173
8.3.5	LCD12864 的指令说明	173
8.3.6	LCD12864 字模的获取	174
8.3.7	LCD12864 的应用示例	175
8.4	电子密码锁的实现	179
8.4.1	硬件连接及编程思路 and 技巧	179
8.4.2	程序代码示例及讲析	179
8.5	拓展	193
8.5.1	LCD12864 的跨屏显示	193
8.5.2	带字库的 LCD12864 的显示编程	196
8.6	典型训练任务	200
第 9 章 步进电动机的控制 204		
9.1	步进电动机简介	204
9.2	步进电动机的参数	205
9.3	YL-236 实训台的步进电动机模块介绍	206
9.3.1	步进电动机及驱动器	206
9.3.2	步进电动机位移装置与保护装置	207
9.4	步进电动机的控制示例	209
9.4.1	步进电动机模块游标的归零	209
9.4.2	步进电动机的定位	210
9.5	典型训练任务	213
第 10 章 单片机 I/O 口的扩展 217		
10.1	8255 芯片的认识及应用	217
10.1.1	8255 芯片的认识	217
10.1.2	8255 芯片的典型应用示例	219
10.2	74LS245 芯片及其应用	226
10.3	端口复用的一些经验	226
10.3.1	端口复用的一些具体策略	226
10.3.2	使用 8255 芯片时单片机及 8255 芯片的端口分配建议	228

第3篇 综合应用篇

第11章 方便面生产线控制系统模拟	229
11.1 方便面模拟生产线任务书	229
11.2 方便面模拟生产线的实现	231
11.2.1 方便面模拟生产线硬件模块接线和编程思路	231
11.2.2 程序代码示例	232
11.3 模块化编程	246
第12章 煤矿自动运输车模拟控制系统	247
12.1 煤矿自动运输车模拟装置系统说明	247
12.2 煤矿自动运输车模拟系统的实现	250
12.2.1 煤矿自动运输车模拟系统硬件接线	250
12.2.2 煤矿自动运输车模拟系统的程序代码示例及解释	251
附录 C51 中的关键字	275

第1篇 入门篇

第1章

学习单片机的必备基础



本章导读

本章简洁、明了地介绍了什么是单片机，单片机的应用、引脚功能、工作条件（最小系统）、数制和数制转换方法、单片机的开发环境等，是阅读本书的必备基础知识。本章本着实用、易懂的原则，省略了一些知识，以符合初学者的特点。

1.1 单片机的基本概念

1.1.1 初步了解单片机

单片机的全称是单片微型计算机，它是将中央处理器（CPU）、存储器（RAM 和 ROM）、中断系统、定时器/计数器和输入/输出端口（简称 I/O 口）等集成在一起的集成电路，是简化了的微型计算机。

单片机常用作智能系统的核心控制器件，因为单片机体积小，可以方便地移植（嵌入）到智能系统，所以它又被称为嵌入式控制器，也称微控制器（MCU）。人们希望单片机实现什么功能，就可以将单片机和一定的硬件结合成一个完整的系统，再编写相应的程序，输入（烧入）到单片机中，单片机就可以按人们的愿望去工作（实现控制功能）。单片机现已广泛应用于家电、通信、机电一体化、测控等领域，几乎是无处不在。

单片机的种类很多，它们具有各自的优缺点。下面简要介绍几种。

1. 8051 系列单片机

8051 系列单片机是以 Intel 公司生产的 8051 系列单片机为内部核心的一系列单片机的总称，属于集中指令集（CISC）的单片机。由于 8051 系列单片机是 Intel 公司最早推出的单片机，市面上硬件支持和软件应用都非常丰富、方便，所以有多家公司购买了 8051 的内核推出了与之兼容的新一代 51 单片机，如 AT89S51、AT89S52、STC89C52（见图 1-1）等。新一代 51 单片机在内部集成了更多的功能部件，功能更丰富。虽然不同厂家、不同型号的 51

系列单片机各有特点，但内核和指令系统相同，是历史最悠久并且应用较为广泛的一种单片机。51 系列单片机都是 8 位单片机（注：单片机的位数指内部能一次并行处理的二进制数的位数）。51 单片机易学易用，学会 51 单片机，可以为学会其他功能更为强大的新型微控制器打下坚实的基础。本书以 STC89C52（或 AT89S52）为例详细介绍了单片机控制系统硬件电路的搭建和程序的编写。



图 1-1 新一代 51 单片机实物示例

2. AVR 单片机

AVR 单片机是 Atmel 公司推出的，属于增强精简指令集（RISC），在吸取 8051 系列单片机优点的基础上做了大量改进，与 51 单片机相比具有运行速度更快、存储容量更大、片内资源更丰富、保密性强、电源电压范围宽（2.7~6.0V）、抗干扰能力强等优点，而且使用 ISP（在线编程）下载方式编程使其开发成本低廉，广泛应用于高灵活性的场合。

AVR 单片机有 8 位、16 位、32 位，常见型号有 ATMEGA48、ATMEGA8、ATMEGA16、ATMEGA169P、AVR32 等。实物外形示例如图 1-2 所示。



图 1-2 AVR 单片机实物示例

3. PIC 单片机

PIC 单片机也是采用精简指令集的单片机，到目前为止，有 8 位、16 位、32 位。具有指令运行速度快、效率高、体积小、功耗低、价格低、驱动能力强、保密性好等优点。

1. 1. 2 熟悉 51 单片机的引脚功能

初学单片机编程，首先要着重掌握单片机各引脚的功能，特别是要掌握 4 组输入、输出端口，因为这是单片机接收外界信号、输出控制指令的端口。至于单片机部分引脚的第二功能 [即图 1-3 中 () 内的内容]，暂不介绍，将在本书后续章节结合具体应用实例进行讲

解。下面以 Atmel 公司的 AT89S52 单片机为例进行介绍，其封装有 40 脚 PDIP，44 脚贴片式 (PLCC) 封装等。在学习、训练和实验中采用 PDIP 封装的单片机有利于拆装和烧写程序。PDIP 的 AT89S52 单片机的引脚名称和功能如图 1-3 所示。

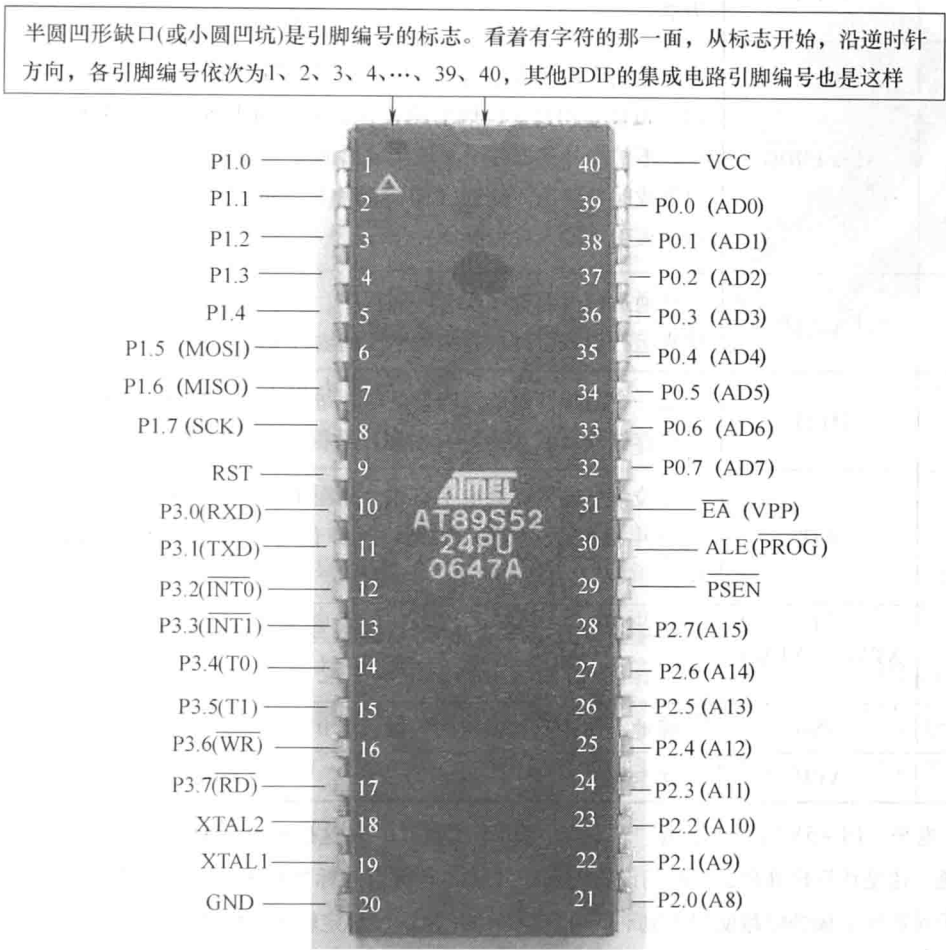


图 1-3 AT89S52 单片机的引脚基本功能

图 1-3 所示的 AT89S52 单片机各引脚的基本功能详见表 1-1。

表 1-1 AT89S52 单片机各引脚的基本功能 (29、30、31 脚暂时不需深入了解)

引脚编号	功 能	说 明
1 ~ 8	P1 口	是一个具有内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口，每位能驱动 4 个 TTL 电平，即可带四个 TTL 负载（注：TTL 负载就是由晶体管等双极型器件集成的器件。COMS 负载是由场效应晶体管这种单极型晶体管集成的）
10 ~ 17	P3 口	是一个具有内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口，每位能驱动 4 个 TTL 电平。 第二功能：P3.0 (RXD)、P3.1 (TXD) 用于串口通信的接收数据和发送数据；P3.2 ($\overline{INT0}$)、P3.3 ($\overline{INT1}$) 为外中断 0、外中断 1 的请求信号输入端；P3.4 (T0)、P3.5 (T1) 为定时器/计数器作为计数器使用时计数脉冲的输入端；P3.6 (\overline{WR}) 为写外部程序或数据时自动产生的写选通信号；P3.7 (\overline{RD}) 为读外部程序或数据时自动产生的读选通信号
21 ~ 28	P2 口	是一个具有内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口，每位能驱动 4 个 TTL 电平。 第二功能是在扩展外部存储器（扩展地址）时用作数据总线和地址总线的高 8 位

引脚编号	功 能	说 明
29	$\overline{\text{PSEN}}$	单片机读外部程序存储器时的选通信号引脚。不用外部程序存储器时，此引脚为空
30	$\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$	地址允许锁存信号端。单片机访问外部“地址”时，地址的低 8 位由 P0 口送出，30 脚送出低 8 位地址的锁存信号，用于将低 8 位的地址锁存到外部锁存器中。不扩展外部器件时，该脚输出的脉冲频率为时钟频率的 1/6，可用作外部定时器或时钟使用。编程（即向单片机中的存储器 Flash 或 EPROM 写入程序代码时，该引脚输入编程脉冲）
31	$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$	选通运行内部程序或者外部程序。通常接电源，以选择内部程序存储器中的程序来运行。该引脚也是编程电压的输入引脚
32 ~ 39	P0 口	是一个漏极开路的双向 I/O 口，每位能驱动 8 个 TTL 电平。第二功能是在扩展外部存储器（扩展地址）时用作数据总线和地址总线的低 8 位
9	RST	复位信号输入，高电平有效。晶振工作时，RST 持续 2 个机器周期的高电平会使单片机复位（注：复位、时钟信号、供电是单片机的工作条件）。详见 1.1.3 节
18、19	XTAL2、XTAL1	外接晶体振荡器（晶振）。晶振与单片机内部电路配合，给单片机提供时钟信号
20	GND	接地，即接直接供电的负极，为 0V
40	VCC	接电源，+5V

注：1. TTL 电平。用 +5V 等价于逻辑“1”，0V 等价于逻辑“0”，这被称为 TTL（晶体管-晶体管逻辑电平）信号系统，这是计算机处理器控制的设备内部各部分之间通信的标准技术。在数字电路中，TTL 电平就是由 TTL 电子元器件组成的电路使用的电平。电平是个电压范围，规定输出高电平 >2.4V，输出低电平 <0.4V。在室温下，一般输出的高电平是 3.5V，输出低电平是 0.2V。

2. COMS 电平。CMOS 集成电路使用场效应晶体管（MOS 管），其功耗小，工作电压范围很大，速度相对于 TTL 电路来说较低。但随着技术的发展，速度在不断提高。CMOS 电平的高电平（1 逻辑电平）电压接近于电源电压，低电平（0 逻辑电平）电压接近于 0V。而且具有很宽的噪声容限。

TTL 电路和 CMOS 电路相连接时，由于电平的数值不同，所以需要设置电平转换电路。

1.1.3 理解单片机的最小系统

单片机的最小系统包括直流供电、时钟电路、复位电路。这些电路处于正常状态是单片机正常工作的必需条件。最小系统的电路如图 1-4 所示。

1. 直流供电

直流供电不正常，单片机肯定不能正常工作。AT89S52 单片机的工作电压为 4 ~ 5.5V，推荐电压为 5V，额定电流为 0.5A 或 1A。5V 的直流电压可由专用的 5V 直流电源（见图 1-5）提供。也可以将 220V 交流电降压、整流，再用三端稳压器 7805 稳压后得到 5V 直流电压。

由于一般的应用中，单片机使用内部程序，所以 EA（即单片机的引脚）要接电源（高电平），若接地，则单片机访问外部程序（使用外部程序存储器）。

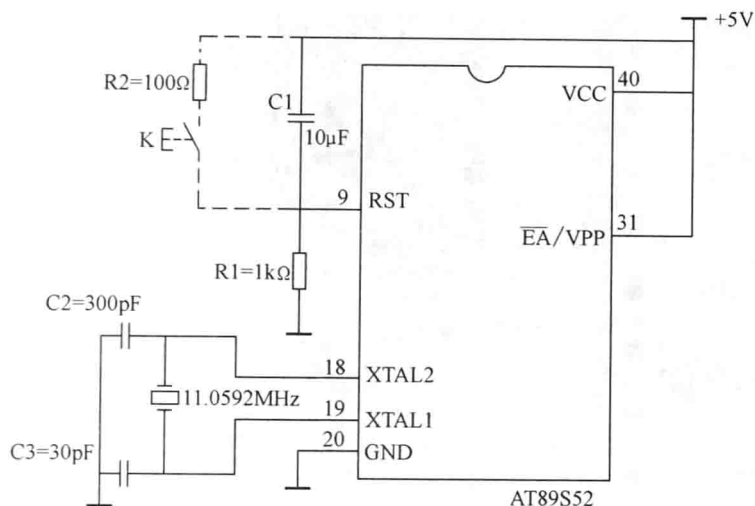


图 1-4 单片机的最小系统
注：I/O 口没有画出。



图 1-5 5V 直流电源

2. 时钟电路

时钟电路的作用是产生时钟信号（为脉冲信号）。时钟信号的作用是使单片机按一定的时间规律来工作（执行指令）。时钟电路由图 1-4 中单片机 18、19、20 引脚外接的两个瓷片或贴片电容（C2、C3）和一个晶振和单片机的部分内部电路组成。常用晶振的频率有 6MHz、11.0592MHz、12MHz、24MHz。晶振的频率越高，时钟信号的周期就越小，单片机运行也就越快。瓷片电容的值为 10 ~ 30pF，电容对时钟信号的频率有一定的影响，做高精度电子钟时需注意。

3. 复位

复位是单片机的初始化操作。单片机启动运行时，都需要先复位，其作用是使 CPU 和系统中其他部件处于一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作。因而，复位是一个很重要的操作方式。但单片机本身是不能自动进行复位的，必须配合相应的外部电路才能实现。

复位，实质上是在单片机上电后，使单片机的复位引脚（9 引脚）保持一定时间（很短，一般为几个机器周期）的高电平，然后再变为低电平。复位的方法有以下两种：

(1) 上电复位。由 9 引脚外接的电解电容器 C1（容量可取 1 ~ 20μF）和电阻 R1（阻值可取 1 ~ 10kΩ）组成。

(2) 手动复位。由按钮 SB、限流电阻 R2 和虚线组成。系统上电后，手动点按一下按键，可使单片机重新复位。若自动复位出现故障后，按下按键，也可以使单片机复位。

图 1-4 所示的这个最小系统是单片机正常工作所必需的，但是该电路不能实现任何控制功能，因为没有使用 I/O 口。单片机要实现自动控制，就需要接收、输出信息，必须通过 I/O 口来实现。在后续章节介绍的实例电路中，都使用了一些 I/O 口。至于电源、时钟、复位电路，就不再画出（读者自己要明白，该电路是必须掌握的内容）。

在某单片机实训开发板上，时钟电路和复位电路元件的实物外形如图 1-6 所示。

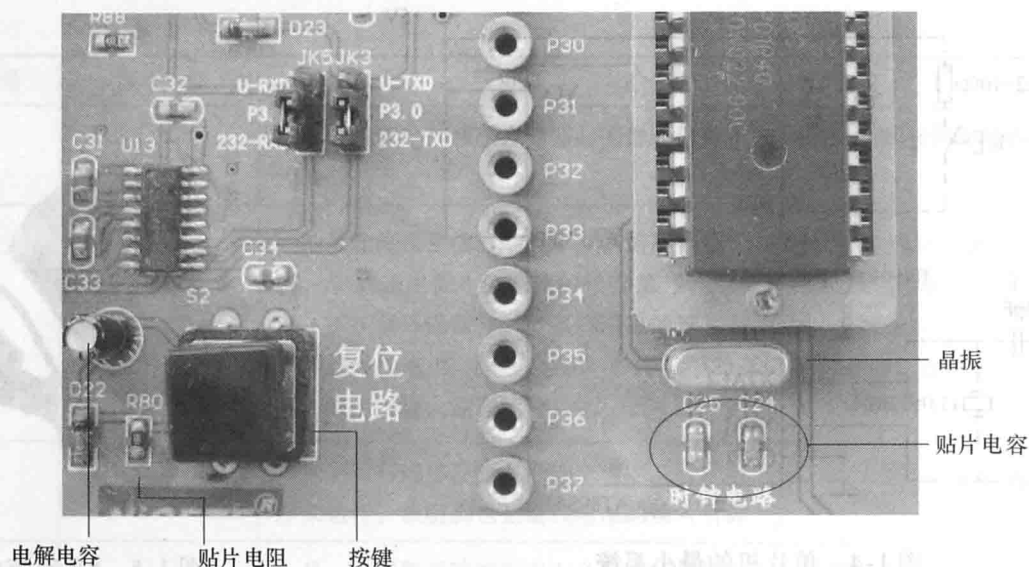


图 1-6 某单片机实训开发板上的时钟电路、复位电路元件的实物外形

1.2 不同数制及相互转换简介

日常生活中，人们习惯采用十进制数。在单片机 C 语言编程中一般采用二进制、十六进制和八进制。对于一个固定的数，用不同进位制的数制表示时，数码不一样，但大小是一样的。C 语言编程时，常需要对一个数进行数字的转换。

1.2.1 十进制数

十进制数用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个基本数字符号的不同组合来表示一个数，计数的基数是 10。当任何一个数比 9 大 1 时，则向相邻高位进 1，本位复为 0，其计数规律是“逢十进一”。十进制数可用下标“D”来表示，也可以不加下标“D”。一个十进制数有个位、十位、百位等，任何一个十进制数都可以用该数的各位数码乘以该位的加权系数来表示，例如对一个十进制 2138 的表示方法如下：

各位的数码：	2 (千位)	1 (百位)	3 (十位)	8 (个位)
数位的加权系数：	10^3	10^2	10^1	10^0

$$2138_D = (2 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 8 \times 10^0)_D$$

1.2.2 二进制数

二进制数只有 0、1 两个数码，二进制数可用下标“B”来表示，是按“逢二进一”的原则进行计数的，例如， $0_D = 0_B$ ， $1_D = 1_B$ ， $2_D = 10_B$ ， $3_D = 11_B$ ， $4_D = 100_B$ 。

同样，任何一个二进制数都可以用该数的各位的数码乘以该位的加权系数来表示，例如对一个二进制数 1011 的表示方法如下：

各位的数码：	1	0	1	1
数位的加权系数：	2^3 (值为 8)	2^2 (值为 4)	2^1 (值为 1)	2^0 (值为 1)

$$1011_B = (1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_D = 11_D$$

这也就是二进制数转化为十进制数的方法。

1.2.3 十六进制数

十六进制数共有 16 个数码：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。其中 A、B、C、D、E、F 分别对应着十进制的 10、11、12、13、14、15。十六进制数可用下标 H 来表示。计数规律是逢“十六进一”，例如， $9_D = 9_H$ ， $10_D = A_H$ ， \dots ， $14_D = E_H$ ， $15_D = F_H$ ， $16_D = 10_H$ （逢十六进了一位，原位归 0）。

同样，任何一个十六进制数都可以用该数的各位数码乘以该位的加权系数来表示，例如对一个十六进制数 $0A3F_H$ 的表示方法如下：

$$0A3F_H = (0 \times 16^3 + A \times 16^2 + 3 \times 16^1 + F \times 16^0)_D = (0 + 10 \times 256 + 3 \times 16 + 15 \times 1)_D = 2623_D。$$

这也就是十六进制数转化为十进制数的方法。

1.2.4 八进制数

八进制数共有 0、1、2、3、4、5、6、7 8 个数码，其计算规律是逢八进一。略。

1.2.5 各种数制之间相互转换的方法

1. 各种数制转换为十进制

已作介绍。

2. 十进制数转换为二进制数

十进制数转换为二进制数的方法是，用十进制数不断除以 2，所得到的余数即为相应的二进制数，注意：第一次得到的余数为二进制数的最低位，直到商为 0 时所得到的余数为二进制数的最高位，例如，将十进制数 14 转换为二进制的方法如下：

2 14	0 (14 ÷ 2 得到的余数，为二进制数的最低位)
2 7 (商)	1 (7 ÷ 2 得到的余数)
2 3 (商)	1 (3 ÷ 2 得到的余数)
2 1 (商)	1 (1 ÷ 2 得到的余数，为二进制数的最高位)
0 (商)	

所以 $14_D = 1110_B$ 。

3. 十进制数转换为十六进制数

与十进制转换为二进制数相似，十进制数转换为十六进制数的方法是，用十进制数不断除以 16，所得到的余数即相应的十六进制数，注意：第一次得到的余数为十六进制数的最低位，直到商为 0 时所得到的余数为十六进制数的最高位。

4. 十六进制数转换为二进制数

方法是将十六进制的每一位数码先转换为十进制，再转换成 4 位二进制数，若不足 4 位，则将高位补 0。

例如对十六进制“2E”中的“2”转换为十进制仍为“2”，转换为二进制的数为“0010”，“E”转换为十进制为“14”，再转换为二进制为“1110”，所以 $2E_H = 00101110_B$ 。