

单片机与电路绘图 自学手册

蔡杏山◎主编

◎ 51单片机必读开悟书，由浅入深，突显要点

◎ 多功能软件开发平台：Keil C51、Protel 99 SE

◎ LED、定时器、按键、步进电机等8种案例的程序及详解

◎ 网络免费辅导，登录易天电学网观看辅导材料，也可在线问答



单片机与电路绘图 自学手册

蔡杏山◎主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

单片机与电路绘图自学手册 / 蔡杏山主编. -- 北京:
人民邮电出版社, 2018. 11
ISBN 978-7-115-49340-8

I. ①单… II. ①蔡… III. ①单片微型计算机—电路
设计—手册 IV. ①TP368. 1-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第208479号

内 容 提 要

本书是一本介绍 51 单片机和电路绘图设计的图书, 主要内容有单片机入门与 C 语言基础、51 单片机的硬件系统、51 单片机编程软件的使用、LED 的驱动电路及编程、LED 数码管的驱动电路及编程、中断与中断编程、定时器/计数器的使用及编程、按键电路及编程、双色点阵的使用及编程、步进电机的使用及编程、串行通信的使用及编程、电路绘图设计软件入门、设计电路原理图、制作新元件、手工设计印刷电路板、自动设计印刷电路板、制作新元件封装。

本书具有起点低、由浅入深、语言通俗易懂等特点, 并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为 51 单片机和电路绘图设计的自学图书, 也适合作为职业学校电类专业的 51 单片机和电路绘图设计的教材。

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.25 2018 年 11 月第 1 版
字数: 580 千字 2018 年 11 月河北第 1 次印刷

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

“电子技术无处不在”，小到收音机，大到神舟飞船，无一不蕴含着电子技术的身影。电子技术应用到社会的众多领域，根据电子技术的应用领域不同，可分为家庭消费电子技术（如电视机）、通信电子技术（如移动电话）、工业电子技术（如变频器）、机械电子技术（如智能机器人控制系统）、医疗电子技术（如B超机）、汽车电子技术（如汽车电气控制系统）、消费数码电子技术（如数码相机）以及军事科技电子技术（如导弹制导系统）等。

为了让更多人能掌握电子技术，我们推出“从电子菜鸟到大侠”丛书，丛书分4册，分别为《电子技术和电子元器件自学手册》、《模拟、数字和电力电子电路自学手册》、《快易学电子测量仪器》和《单片机与电路绘图设计自学手册》。

“从电子菜鸟到大侠”丛书主要有以下特点。

◆**基础起点低**。读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。

◆**语言通俗易懂**。书中专业化的术语较少，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，图书阅读起来十分顺畅。

◆**内容解说详细**。考虑到自学时一般无人指导，因此在编写过程中对书中的知识技能进行详细解说，让读者能轻松理解所学内容。

◆**采用图文并茂的表现方式**。书中大量采用直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。

◆**内容安排符合认识规律**。图书按照循序渐进、由浅入深的原则来确定各章内容的排序，读者按顺序从前往后阅读即可。

◆**突出显示知识要点**。为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

◆**网络免费辅导**。读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天电学网观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

本书在编写过程中得到了很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、蔡理杰、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、蔡理忠、何彬、刘海峰、蔡理峰、李清荣、万四香、蔡任英、邵永明、蔡理刚、何丽、梁云、吴泽民、蔡华山、王娟等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中疏漏之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

2018年7月

第 1 章 单片机入门与 C 语言基础 1

- 1.1 单片机简介 1
 - 1.1.1 什么是单片机 1
 - 1.1.2 单片机应用系统的组成及举例说明 2
 - 1.1.3 单片机的分类 3
 - 1.1.4 单片机的应用领域 4
- 1.2 用实例了解单片机应用系统的开发过程 5
 - 1.2.1 明确控制要求并选择合适型号的单片机 5
 - 1.2.2 设计单片机电路原理图 5
 - 1.2.3 制作单片机电路 6
 - 1.2.4 用 Keil 软件编写单片机控制程序 8
 - 1.2.5 计算机、下载（烧录）器和单片机的连接 11
 - 1.2.6 用烧录软件将程序写入单片机 13
 - 1.2.7 单片机电路的供电与测试 16
- 1.3 C51 语言基础 17
 - 1.3.1 常量 17
 - 1.3.2 变量 19
 - 1.3.3 运算符 19
 - 1.3.4 关键字 22
 - 1.3.5 数组 23
 - 1.3.6 循环语句（while、do while、for 语句） 24
 - 1.3.7 选择语句（if、switch...case 语句） 26

第 2 章 51 单片机的硬件系统 28

- 2.1 8051 单片机的引脚功能与内部

- 结构 28
 - 2.1.1 引脚功能说明 28
 - 2.1.2 单片机与片外存储器的连接与控制 31
 - 2.1.3 内部结构说明 32
- 2.2 8051 单片机 I/O 端口的结构与工作原理 35
 - 2.2.1 P0 端口 35
 - 2.2.2 P1 端口 37
 - 2.2.3 P2 端口 37
 - 2.2.4 P3 端口 38
- 2.3 8051 单片机的存储器 39
 - 2.3.1 存储器的存储单位与编址 39
 - 2.3.2 片内外程序存储器的使用与编址 40
 - 2.3.3 片内外数据存储器的使用与编址 41
 - 2.3.4 数据存储器的分区 42
 - 2.3.5 特殊功能寄存器（SFR） 44

第 3 章 51 单片机编程软件的使用 ... 48

- 3.1 Keil C51 软件的安装 48
 - 3.1.1 Keil C51 软件的版本及获取 48
 - 3.1.2 Keil C51 软件的安装 48
- 3.2 程序的编写与编译 50
 - 3.2.1 启动 Keil C51 软件并新建工程文件 50
 - 3.2.2 新建源程序文件并与工程关联起来 53
 - 3.2.3 编写程序 56
 - 3.2.4 编译程序 58
- 3.3 程序的仿真与调试 61

3.3.1	编写或打开程序.....	62
3.3.2	仿真设置.....	62
3.3.3	编译程序.....	64
3.3.4	仿真调试程序.....	64

第4章 LED (发光二极管) 的驱动电路及编程.....69

4.1	LED (发光二极管) 介绍.....	69
4.1.1	外形与符号.....	69
4.1.2	性质.....	69
4.1.3	检测.....	70
4.1.4	限流电阻的阻值计算.....	70
4.2	单片机点亮单个 LED 的电路与程序详解.....	71
4.2.1	单片机点亮单个 LED 的电路.....	71
4.2.2	采用位操作方式编程点亮单个 LED 的程序及详解.....	72
4.2.3	采用字节操作方式编程点亮单个 LED 的程序及详解.....	73
4.2.4	单个 LED 以固定频率闪烁发光的程序及详解.....	74
4.2.5	单个 LED 以不同频率闪烁发光的程序及详解.....	75
4.3	单片机点亮多个 LED 的电路与程序详解.....	76
4.3.1	单片机点亮多个 LED 的电路.....	76
4.3.2	采用位操作方式编程点亮多个 LED 的程序及详解.....	77
4.3.3	采用字节操作方式编程点亮多个 LED 的程序及详解.....	78
4.3.4	多个 LED 以不同频率闪烁发光的程序及详解.....	78
4.3.5	多个 LED 左移和右移的程序及详解.....	80
4.3.6	LED 循环左移和右移的程序及详解.....	82
4.3.7	LED 移动并闪烁发光的程序	

及详解..... 83

4.3.8 用查表方式控制 LED 多样形式发光的程序及详解..... 85

4.3.9 LED 花样发光的程序及详解.... 85

4.4 采用 PWM (脉宽调制) 方式调节 LED 亮度的原理与程序详解..... 87

4.4.1 采用 PWM 方式调节 LED 亮度的原理..... 87

4.4.2 采用 PWM 方式调节 LED 亮度的程序及详解..... 88

第5章 LED 数码管的驱动电路及编程..... 90

5.1	单片机驱动 1 位 LED 数码管的电路与程序详解.....	90
5.1.1	1 位 LED 数码管的外形、结构与检测.....	90
5.1.2	单片机连接 1 位 LED 数码管的电路.....	92
5.1.3	单个数码管静态显示 1 个字符的程序及详解.....	93
5.1.4	单个数码管动态显示多个字符的程序及详解.....	94
5.1.5	单个数码管环形转圈显示的程序及详解.....	95
5.1.6	单个数码管显示逻辑电平的程序及详解.....	96
5.2	单片机驱动 8 位 LED 数码管的电路与程序详解.....	96
5.2.1	多位 LED 数码管外形、结构与检测.....	96
5.2.2	单片机连接 8 位共阴型数码管的电路.....	98
5.2.3	8 位数码管显示 1 个字符的程序及详解.....	99
5.2.4	8 位数码管逐位显示 8 个字符的程序及详解.....	100
5.2.5	8 位数码管同时显示 8 个字符的程序及详解.....	101

5.2.6	8 位数码管动态显示 8 个以上 字符的程序及详解	102			
第 6 章	中断与中断编程	105			
6.1	中断的基本概念与处理过程	105			
6.1.1	什么是中断	105			
6.1.2	中断的基本概念	105			
6.1.3	中断的处理过程	106			
6.2	8051 单片机的中断系统结构与 控制寄存器	106			
6.2.1	中断系统的结构	106			
6.2.2	中断源寄存器	108			
6.2.3	中断允许寄存器 IE	109			
6.2.4	中断优先级控制寄存器 IP	110			
6.3	中断编程举例	110			
6.3.1	中断编程使用的电路例图	110			
6.3.2	外部中断 0 以低电平方式触发 中断的程序及详解	111			
6.3.3	外部中断 1 以下降沿方式触发 中断的程序及详解	112			
第 7 章	定时器/计数器的使用及 编程	114			
7.1	定时器/计数器的定时与计数 功能	114			
7.1.1	定时功能	114			
7.1.2	计数功能	115			
7.2	定时器/计数器的结构原理	115			
7.2.1	定时器/计数器的结构	115			
7.2.2	定时器/计数器的工作原理	116			
7.3	定时器/计数器的控制寄存器与 4 种工作方式	117			
7.3.1	定时器/计数器控制寄存器 TCON	117			
7.3.2	工作方式控制寄存器 TMOD	118			
7.3.3	定时器/计数器的工作方式	119			
7.4	定时器/计数器的应用及编程	123			
7.4.1	产生 1kHz 方波信号的程序 及详解	123			
7.4.2	产生 50kHz 方波信号的程序及 详解	125			
7.4.3	产生周期为 1s 方波信号的 程序与长延时的方法	126			
第 8 章	按键电路及编程	127			
8.1	独立按键输入电路与程序详解 ...	127			
8.1.1	开关输入产生的抖动及软、 硬件解决方法	127			
8.1.2	单片机连接 8 个独立按键和 8 个 LED 的电路	128			
8.1.3	1 个按键点动控制 1 个 LED 亮灭的程序及详解	129			
8.1.4	1 个按键锁定控制 1 个 LED 亮灭的程序及详解	130			
8.1.5	4 路抢答器的程序及详解	131			
8.1.6	独立按键控制 LED 和 LED 数码管的单片电路	132			
8.1.7	两个按键控制 1 位数字增、 减并用 8 位数码管显示的 程序及详解	133			
8.2	矩阵键盘输入电路与程序详解 ...	135			
8.2.1	单片机连接 16 键矩阵键盘和 8 位数码管的电路	135			
8.2.2	矩阵键盘行列扫描方式输入及 显示的程序及详解	136			
第 9 章	双色点阵的使用及编程	142			
9.1	双色点阵的结构原理与检测 ...	142			
9.1.1	外形	142			
9.1.2	共阳型和共阴型点阵的电路 结构	142			
9.1.3	混色规律	143			
9.1.4	点阵的静态字符或图形显示 原理	143			
9.1.5	点阵的动态字符或图形显示 原理	146			
9.1.6	双色点阵的识别与检测	146			

- 9.2 双色点阵的驱动电路及编程 148
 - 9.2.1 单片机配合 74HC595 芯片驱动
双色 LED 点阵的电路 148
 - 9.2.2 双色点阵显示一种颜色字符的
程序及详解 150
 - 9.2.3 双色点阵交替显示两种颜色
字符的程序及详解 153
 - 9.2.4 字符移入和移出点阵的程序
及详解 157

第 10 章 步进电机的使用及编程 ... 162

- 10.1 步进电机与驱动芯片介绍 162
 - 10.1.1 步进电机的结构与工作
原理 162
 - 10.1.2 驱动芯片 ULN2003 165
 - 10.1.3 五线四相步进电机 167
- 10.2 单片机驱动步进电机的电路及
编程 168
 - 10.2.1 由按键、单片机、驱动芯片和
数码管构成的步进电机驱动
电路 168
 - 10.2.2 用单四拍方式驱动步进电机
正转的程序及详解 169
 - 10.2.3 用双四拍方式驱动步进电机
自动正反转的程序及详解 ... 170
 - 10.2.4 外部中断控制步进电机正反
转的程序及详解 172
 - 10.2.5 用按键控制步进电机启动、
加速、减速、停止的程序及
详解 175

第 11 章 串行通信的使用及编程 ... 180

- 11.1 概述 180
 - 11.1.1 并行通信和串行通信 180
 - 11.1.2 串行通信的两种方式 181
 - 11.1.3 串行通信的数据传送方向 182
- 11.2 串行通信口的结构与原理 183
 - 11.2.1 串行通信口的结构 183
 - 11.2.2 串行通信口的工作原理 184

- 11.3 串行通信口的控制寄存器 184
 - 11.3.1 串行控制寄存器 (SCON) 184
 - 11.3.2 电源控制寄存器 (PCON) 185
- 11.4 4 种工作方式与波特率的
设置 186
 - 11.4.1 方式 0 186
 - 11.4.2 方式 1 187
 - 11.4.3 方式 2 188
 - 11.4.4 方式 3 188
 - 11.4.5 波特率的设置 189
- 11.5 串行通信的应用编程 190
 - 11.5.1 利用串行通信的方式 0
实现产品计数显示的电路
及编程 190
 - 11.5.2 利用串行通信的方式 1 实现
双机通信的电路及编程 192

第 12 章 电路绘图设计软件入门 ... 196

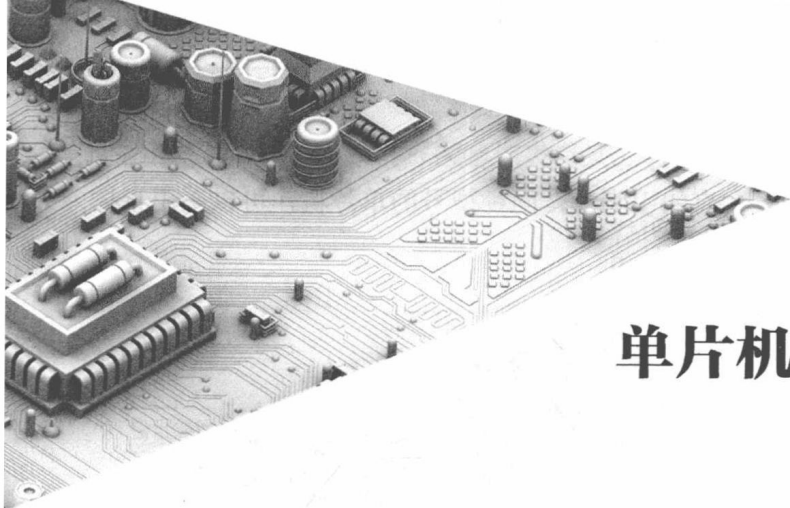
- 12.1 概述 196
- 12.2 Protel 99 SE 基础知识 197
 - 12.2.1 Protel 99 SE 的运行环境 197
 - 12.2.2 Protel 99 SE 的组成 197
 - 12.2.3 Protel 99 SE 设计电路的
流程 198
- 12.3 Protel 99 SE 使用入门 198
 - 12.3.1 设计数据库文件的建立、
关闭与打开 198
 - 12.3.2 Protel 99 SE 设计界面的
介绍 201
 - 12.3.3 文件管理 201
 - 12.3.4 系统参数的设置 207

第 13 章 设计电路原理图 209

- 13.1 电路原理图编辑器 209
 - 13.1.1 电路原理图编辑器界面
介绍 209
 - 13.1.2 图纸大小的设置 213
 - 13.1.3 图纸的方向、标题栏、边框
和颜色的设置 215

13.1.4	图纸网格的设置.....	216	14.3	元件报表的生成与元件库的 管理.....	276
13.1.5	图纸文件信息的设置.....	217	14.3.1	元件报表的生成.....	276
13.1.6	光标与网格形状的设置.....	217	14.3.2	非曲直元件库的管理.....	278
13.1.7	系统字体的设置.....	218	第 15 章	手工设计印制电路板	281
13.2	电路原理图的设计.....	219	15.1	印制电路板设计基础.....	281
13.2.1	装载元件库.....	220	15.1.1	印制电路板的基础知识.....	281
13.2.2	查找元件.....	221	15.1.2	PCB 板的设计过程.....	284
13.2.3	放置元件.....	221	15.1.3	PCB 设计编辑器.....	285
13.2.4	元件的编辑.....	224	15.1.4	PCB 板设计前的设置.....	287
13.2.5	绘制导线和结点.....	233	15.1.5	PCB 编辑器参数设置.....	292
13.2.6	电源符号的放置.....	240	15.2	手工设计印制电路板.....	299
13.2.7	输入输出端口的放置.....	241	15.2.1	放置对象.....	299
13.2.8	元件标号的查找、替换与 重排.....	243	15.2.2	手工布局.....	313
13.3	图形的绘制和文本、图片的 编辑.....	246	15.2.3	手工布线.....	320
13.3.1	直线的绘制.....	247	第 16 章	自动设计印制电路板	323
13.3.2	矩形的绘制.....	247	16.1	基础知识.....	323
13.3.3	多边形的绘制.....	248	16.1.1	印制电路板的自动设计 流程.....	323
13.3.4	椭圆弧线的绘制.....	249	16.1.2	利用原理图生成网络表.....	323
13.3.5	椭圆的绘制.....	250	16.2	自动设计印制电路板.....	324
13.3.6	扇形的绘制.....	251	16.2.1	自动规划印制板.....	324
13.3.7	曲线的绘制.....	252	16.2.2	装载元件封装和网络表.....	329
13.3.8	文本的插入与设置.....	254	16.2.3	自动布局元件.....	334
13.3.9	图片的插入与设置.....	256	16.2.4	手工调整布局.....	336
13.4	层次原理图的设计.....	257	16.2.5	自动布线.....	337
13.4.1	主电路与子电路.....	257	16.2.6	手工调整布线.....	343
13.4.2	由上向下设计层次原理图.....	260	16.3	PCB 板的显示.....	349
13.4.3	由下向上设计层次原理图.....	263	16.3.1	单层显示模式.....	350
第 14 章	制作新元件.....	265	16.3.2	三维显示模式.....	350
14.1	元件库编辑器.....	265	第 17 章	制作新元件封装.....	353
14.1.1	元件库编辑器的启动.....	265	17.1	元件封装库编辑器.....	353
14.1.2	元件库编辑器介绍.....	266	17.1.1	元件封装库编辑器的启动.....	353
14.2	新元件的制作与使用.....	268	17.1.2	元件封装库编辑器介绍.....	354
14.2.1	绘制新元件.....	268	17.2	制作新元件封装.....	354
14.2.2	修改已有的元件.....	270	17.2.1	手工制作新元件封装.....	354
14.2.3	绘制复合元件.....	273			
14.2.4	新元件的使用.....	275			

17.2.2	利用向导制作元件封装	357	17.3.3	放置元件封装	360
17.3	元件封装的管理	359	17.3.4	删除元件封装	360
17.3.1	查找元件封装	359	17.3.5	编辑元件封装引脚焊盘	360
17.3.2	更改元件封装名称	360			



第 1 章

单片机入门与 C 语言基础

| 1.1 单片机简介 |

1.1.1 什么是单片机

单片机是单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer) 的简称, 由于单片机主要用于控制领域, 所以又称作微型控制器 (Microcontroller Unit, MCU)。单片机与微型计算机都是由 CPU、存储器和输入/输出接口电路 (I/O 接口电路) 等组成的, 但两者又有所不同, 微型计算机 (PC) 和单片机 (MCU) 的基本结构分别如图 1-1 (a)、(b) 所示。

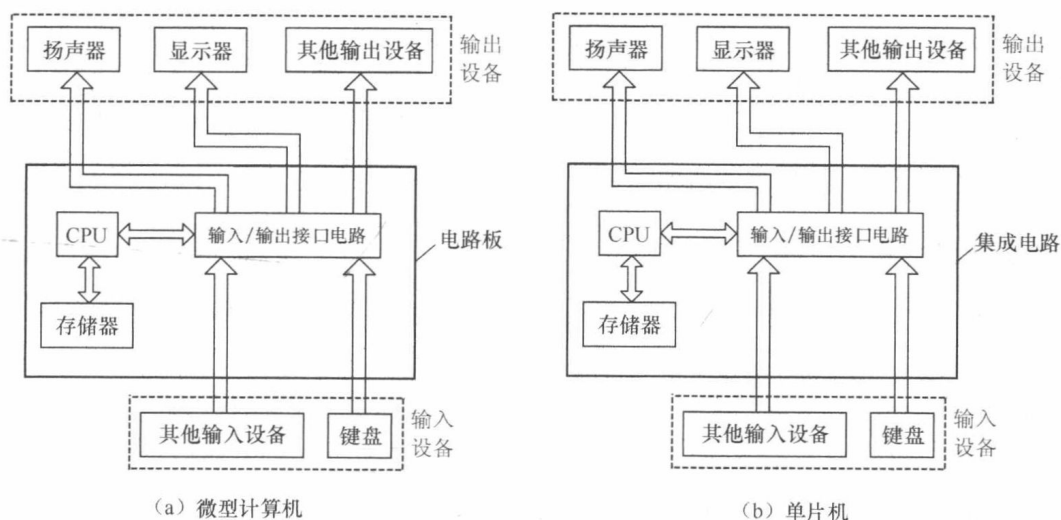


图1-1 微型计算机与单片机的结构

从图 1-1 可以看出, 微型计算机是将 CPU、存储器和输入/输出接口电路等安装在电路板 (又称电脑主板) 上, 外部的输入/输出设备 (I/O 设备) 通过接插件与电路板上的输入/输出接口电路连接起来。单片机则是将 CPU、存储器和输入/输出接口电路等做在半导体硅片上, 再接出引脚并封装起来构成集成电路, 外部的输入/输出设备通过单片机的外部引脚与内部输入/输出接口电路连接起来。

单片机是一种内部集成了很多电路的 IC 芯片（又称集成电路、集成块），图 1-2 列出了几种常见的单片机，有的单片机引脚较多，有的引脚少，同种型号的单片机，可以采用直插式引脚封装，也可以采用贴片式引脚封装。

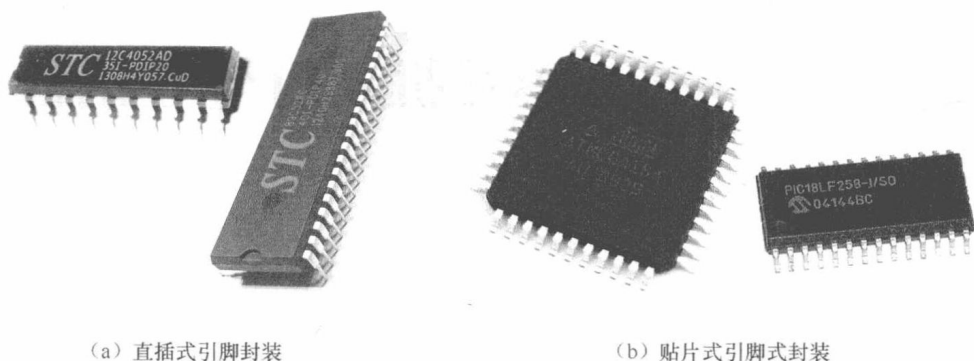


图1-2 几种常见单片机外形

与单片机相比，微型计算机具有性能高、功能强的特点，但其价格昂贵，并且体积大，所以在一些不是很复杂的控制场合，如电动玩具、缤纷闪烁的霓虹灯、家用电器等设备中，完全可以采用价格低廉的单片机进行控制。

1.1.2 单片机应用系统的组成及举例说明

1. 组成

单片机是一块内部包含有 CPU、存储器和输入/输出接口等电路的 IC 芯片，但单独一块单片机芯片是无法工作的，必须给它增加一些有关的外围电路来组成单片机应用系统，才能完成指定的任务。典型的单片机应用系统的组成如图 1-3 所示，即单片机应用系统主要由单片机芯片、输入部件、输入电路、输出部件和输出电路组成。

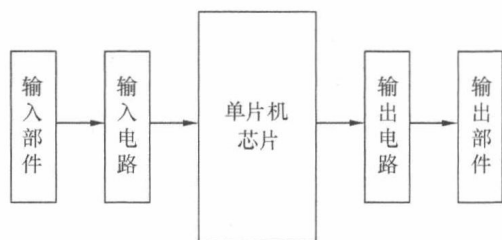


图1-3 典型的单片机应用系统的组成

2. 工作过程举例说明

图 1-4 是一种采用单片机控制的 DVD 影碟机托盘检测及驱动电路，下面以该电路来说明单片机应用系统的一般工作过程。

当按下“OPEN/CLOSE”键时，单片机 a 脚的高电平（一般为 3V 以上的电压，常用 1 或 H 表示）经二极管 VD 和闭合的按键 S2 送入 b 脚，触发单片机内部相应的程序运行，程序运行后从 e 脚输出低电平（一般为 0.3V 以下的电压，常用 0 或 L 表示），低电平经电阻 R3 送到 PNP 型三极管 VT2 的基极，VT2 导通，+5V 电压经 R1、导通的 VT2 和 R4 送到 NPN 型三极管 VT3 的基极，VT3 导通，于是有电流流过托盘电机（电流途径是：+5V→R1→VT2 的发射极→VT2 的集电极→接插件的 3 脚→托盘电机→接插件的 4 脚→VT3 的集电极→VT3 的发射极→地），托盘电机运转，通过传动机构将托盘推出机器，当托盘出仓到位后，托盘检测开关 S1 断开，单片机的 c 脚变为高电平（出仓过程中 S1 一直是闭合的，c 脚为低电平），内部程序运行，使单片机的 e 脚变为高电平，三极管 VT2、VT3 均由导通转为截止，无电流

流过托盘电机，电机停转，托盘出仓完成。

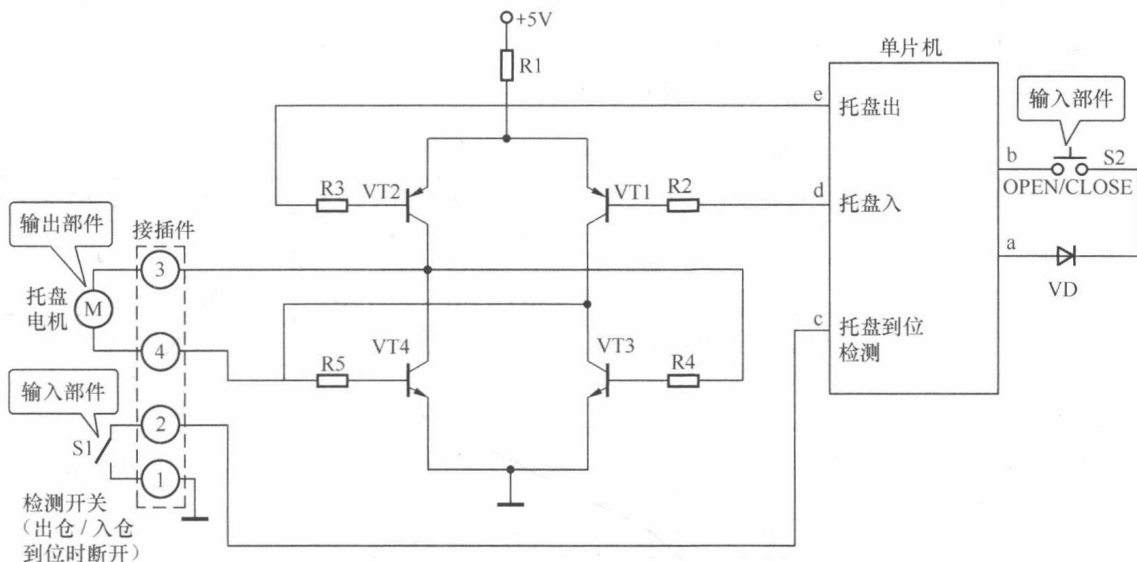


图1-4 一种采用单片机控制的DVD影碟机托盘检测及驱动电路

在托盘上放好碟片后，再按压一次“OPEN/CLOSE”键，单片机b脚再一次接收到a脚送来的高电平，又触发单片机内部相应的程序运行，程序运行后从d脚输出低电平，低电平经电阻R2送到PNP型三极管VT1的基极，VT1导通，+5V电压经R1、VT1和R5送到NPN型三极管VT4的基极，VT4导通，马上有电流流过托盘电机（电流途径是：+5V→R1→VT1的发射极→VT1的集电极→接插件的4脚→托盘电机→接插件的3脚→VT4的集电极→VT4的发射极→地），由于流过托盘电机的电流反向，故电机反向运转，通过传动机构将托盘收回机器，当托盘入仓到位后，托盘检测开关S1断开，单片机的c脚变为高电平（入仓过程中S1一直是闭合的，c脚为低电平），内部程序运行，使单片机的d脚变为高电平，三极管VT1、VT4均由导通转为截止，无电流流过托盘电机，电机停转，托盘入仓完成。

在图1-4中，检测开关S1和按键S2均为输入部件，与之连接的电路称为输入电路；托盘电机为输出部件，与之连接的电路称为输出电路。

1.1.3 单片机的分类

设计生产单片机的公司很多，较常见的有Intel公司生产的MCS-51系列单片机、Atmel公司生产的AVR系列单片机、MicroChip公司生产的PIC系列单片机和美国德州仪器（TI）公司生产的MSP430系列单片机等。

8051单片机是Intel公司推出的最成功的单片机产品，后来由于Intel公司将重点放在PC机芯片（如8086、80286、80486和奔腾CPU等）开发上，故将8051单片机内核使用权以专利出让或互换的形式转给世界许多著名IC制造厂商，如Philips、NEC、Atmel、AMD、Dallas、siemens、Fujitsu、OKI、华邦、LG等，这些公司在保持与8051单片机兼容的基础上改善和扩展了许多功能，设计生产出与8051单片机兼容的一系列单片机。这种具有8051硬件内核且兼容8051指令的单片机称为MCS-51系列单片机，简称51单片机。新型51单片机可以运行

8051 单片机的程序，而 8051 单片机可能无法正常运行新型 51 单片机新增功能编写的程序。

51 单片机是目前应用最为广泛的单片机，生产 51 单片机的公司很多，且型号众多，但不同公司各型号的 51 单片机之间也有一定的对应关系。表 1-1 是部分公司的 51 单片机常见型号及对应表，对应型号的单片机功能基本相似。

表 1-1 部分公司的 51 单片机常见型号及对应表

STC 公司的 51 单片机	Atmel 公司的 51 单片机	Philips 公司的 51 单片机	Winbond 公司的 51 单片机
STC89C516RD	AT89C51RD2/RD+/RD	P89C51RD2/RD+， 89C61/60X2	W78E516
STC89LV516RD	AT89LV51RD2/RD+/RD	P89LV51RD2/RD+/RD	W78LE516
STC89LV58RD	AT89LV51RC2/RC+/RC	P89LV51RC2/RC+/RC	W78LE58, W77LE58
STC89C54RC2	AT89C55, AT89S8252	P89C54	W78E54
STC89LV54RC2	AT89LV55	P87C54	W78LE54
STC89C52RC2	AT89C52, AT89S52	P89C52, P87C52	W78E52
STC89LV52RC2	AT89LV52, AT89LS52	P87C52	W78LE52
STC89C51RC2	AT89C51, AT89S51	P89C51, P87C51	W78E51

1.1.4 单片机的应用领域

单片机的应用非常广泛，已深入到工业、农业、商业、教育、国防、日常生活等各个领域。下面简单介绍一下单片机在一些领域的应用。

(1) 单片机在家电方面的应用

单片机在家电方面的应用主要有：彩色电视机、影碟机内部的控制系统；数码相机、数码摄像机中的控制系统；中高档电冰箱、空调器、电风扇、洗衣机、加湿机和消毒柜中的控制系统；中高档微波炉、电磁灶和电饭煲中的控制系统等。

(2) 单片机在通信方面的应用

单片机在通信方面的应用主要有：移动电话、传真机、调制解调器和程控交换机中的控制系统、智能电缆监控系统、智能线路运行控制系统、智能电缆故障检测仪等。

(3) 单片机在商业方面的应用

单片机在商业方面的应用主要有：自动售货机、无人值守系统、防盗报警系统、灯光音响设备、IC 卡等。

(4) 单片机在工业方面的应用

单片机在工业方面的应用主要有：数控机床、数控加工中心、自动操作、机械手操作、工业过程控制、生产自动化、远程监控、设备管理、智能控制、智能仪表等。

(5) 单片机在航空、航天和军事方面的应用

单片机在航空、航天和军事方面的应用主要有：航天测控系统、航天制导系统、卫星遥控遥测系统、载人航天系统、导弹制导系统、电子对抗系统等。

(6) 单片机在汽车方面的应用

单片机在汽车方面的应用主要有：汽车娱乐系统、汽车防盗报警系统、汽车信息系统、汽车智能驾驶系统、汽车全球卫星定位导航系统、汽车智能化检验系统、汽车自动诊断系统、

交通信息接收系统等。

| 1.2 用实例了解单片机应用系统的开发过程 |

1.2.1 明确控制要求并选择合适型号的单片机

1. 明确控制要求

在开发单片机应用系统时，先要明确需要实现的控制功能，单片机硬件和软件开发都需围绕着要实现的控制功能进行。如果要实现的控制功能比较多，可一条一条列出来，若要实现的控制功能比较复杂，则需分析控制功能及控制过程，并明确表述出来（如控制的先后顺序、同时进行几项控制等），这样在进行单片机硬、软件开发时才会目标明确。

本节以开发一个用按键控制一个发光二极管（LED）亮灭的项目为例来介绍单片机应用系统的硬、软件的开发过程，其控制要求是：当按下按键时，发光二极管亮；松开按键时，发光二极管熄灭。

2. 选择合适型号的单片机

明确单片机应用系统要实现的控制功能后，再选择单片机种类和型号。单片机种类很多，不同种类型号的单片机结构和功能有所不同，软、硬件开发也有区别。

在选择单片机型号时，一般应注意以下几点。

（1）选择自己熟悉的单片机。不同系列的单片机内部硬件结构和软件指令或多或少有些不同，而选择自己熟悉的单片机可以提高开发效率，缩短开发时间。

（2）在功能够用的情况下，考虑性能价格比。有些型号的单片机功能强大，但相应的价格也较高，而选择单片机型号时功能足够即可，不要盲目选用功能强大的单片机。

目前市面上使用广泛的为 51 单片机，其中宏晶公司（STC）51 系列单片机最为常见，编译的程序可以在线写入单片机，无需专门的编程器，并且可反复擦写单片机内部的程序，另外价格低（5 元左右）且容易买到。

1.2.2 设计单片机电路原理图

明确控制要求并选择合适型号的单片机后，接下来就是设计单片机电路，即给单片机添加工作条件电路、输入部件和输入电路、输出部件与输出电路等。图 1-5 是设计好的用一个按键控制一只发光二极管亮灭的单片机电路原理图，该电路采用了 STC 公司 8051 内核的 89C51 型单片机。

单片机是一种集成电路，普通的集成电路只需提供电源即可使内部电路开始工作，而要让单片机内部电路正常工作，除了需提供电源外，还需提供时钟信号和复位信号。电源、时钟信号和复位信号是单片机工作必须的，提供这三者的电路称为单片机的工作条件电路。

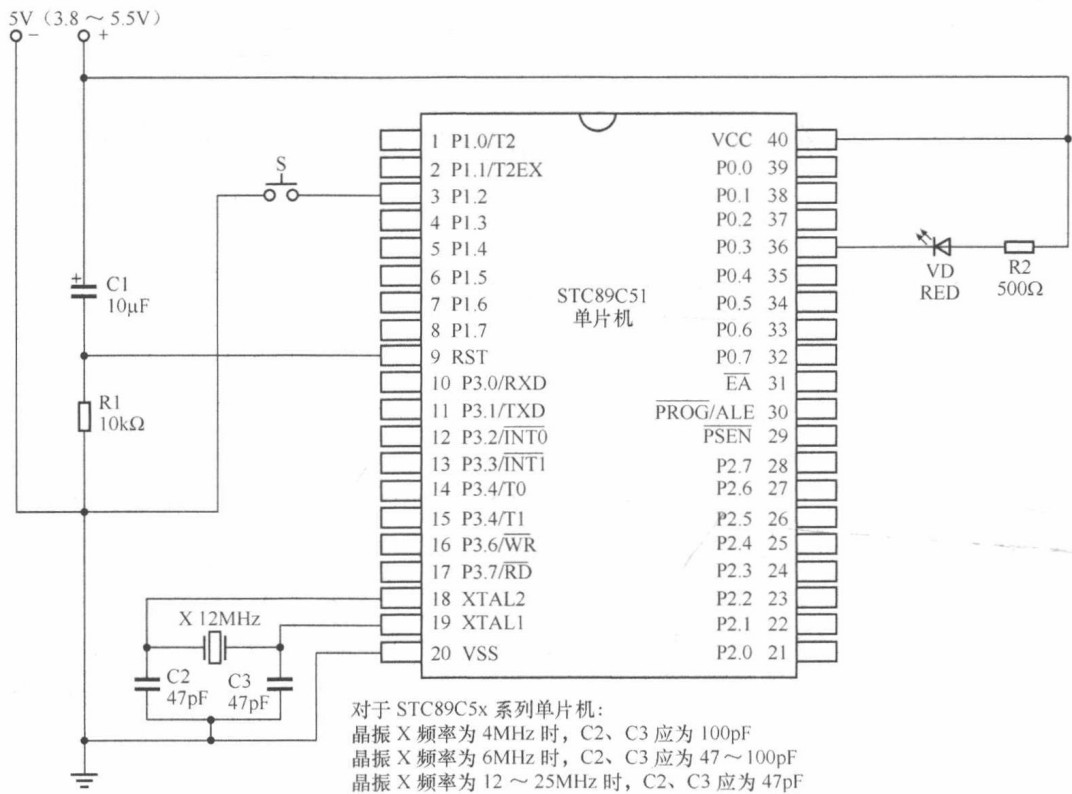


图1-5 用一个按键控制一只发光二极管亮灭的单片机电路原理图

STC89C51 单片机的工作电源为 5V，电压允许范围为 3.8~5.5V。5V 电源的正极接到单片机的正电源脚（VCC-40 脚），负极接到单片机的负电源（VSS-20 脚）。晶振 X、电容 C1、C2 与单片机时钟脚（XTAL2-18 脚、XTAL1-19 脚）内部的电路组成时钟振荡电路，产生 12MHz 时钟信号提供给单片机内部电路，让内部电路有条不紊地按节拍工作。C1、R1 构成单片机复位电路，在接通电源的瞬间，C1 还未充电，C1 两端电压为 0V，R1 两端电压为 5V，5V 电压为高电平，它作为复位信号经复位脚（RST、9 脚）送入单片机，对内部电路进行复位，使内部电路全部进入初始状态，随着电源对 C1 充电，C1 上的电压迅速上升，R1 两端电压则迅速下降，当 C1 上充得电压达到 5V 时充电结束，R1 两端电压为 0V（低电平），单片机 RST 脚变为低电平，结束对单片机内部电路的复位，内部电路开始工作，如果单片机 RST 脚始终为高电平，内部电路则被钳在初始状态，无法工作。

按键 S 闭合时，单片机的 P1.2 脚（3 脚）通过 S 接地（电源负极），P1.2 脚输入为低电平，内部电路检测到该脚电平再执行程序，让 P0.3 脚（36 脚）输出低电平（0V），发光二极管 VD 导通，有电流流过 VD（电流途径是：5V 电源正极→R2→VD→单片机的 P0.3 脚→内部电路→单片机的 VSS 脚→电源负极），VD 点亮；按键 S 松开时，单片机的 P1.2 脚（3 脚）变为高电平（5V），内部电路检测到该脚电平再执行程序，让 P0.3 脚（36 脚）输出高电平，发光二极管 VD 截止（即 VD 不导通），VD 熄灭。

1.2.3 制作单片机电路

按控制要求设计好单片机电路原理图后，还要依据电路原理图将实际的单片机电路制作

出来。制作单片机电路有两种方法：一种是用电路板设计软件（如 Protel 99 SE 软件）设计出与电路原理图相对应的 PCB 图（印制电路板图），再交给 PCB 板厂生产出相应的 PCB 电路板，然后将单片机及有关元件安装焊接在电路板上即可；另一种是使用万能电路板，将单片机及有关元件安装焊接在电路板上，再按电路原理图的连接关系用导线或焊锡将单片机及元件连接起来。前一种方法适合大批量生产，后一种方法适合小批量实验样板制作，这里使用万能电路板来制作单片机电路。

图 1-6 是一个按键控制一只发光二极管亮灭的单片机电路元件和万能电路板（又称洞洞板）。在安装单片机电路时，从正面将元件引脚插入电路板的圆孔，在背面将引脚焊接好，由于万能电路板各圆孔间是断开的，故还需要按电路原理图连接关系，用焊锡或导线将有关元件引脚连接起来，为了方便将单片机各引脚与其他电路连接，在单片机两列引脚旁安装了两排 20 脚的单排针，安装时将单片机各引脚与各自对应的排针脚焊接在一起，暂时不用的单片机引脚可不焊接。制作完成的单片机电路如图 1-7 所示。

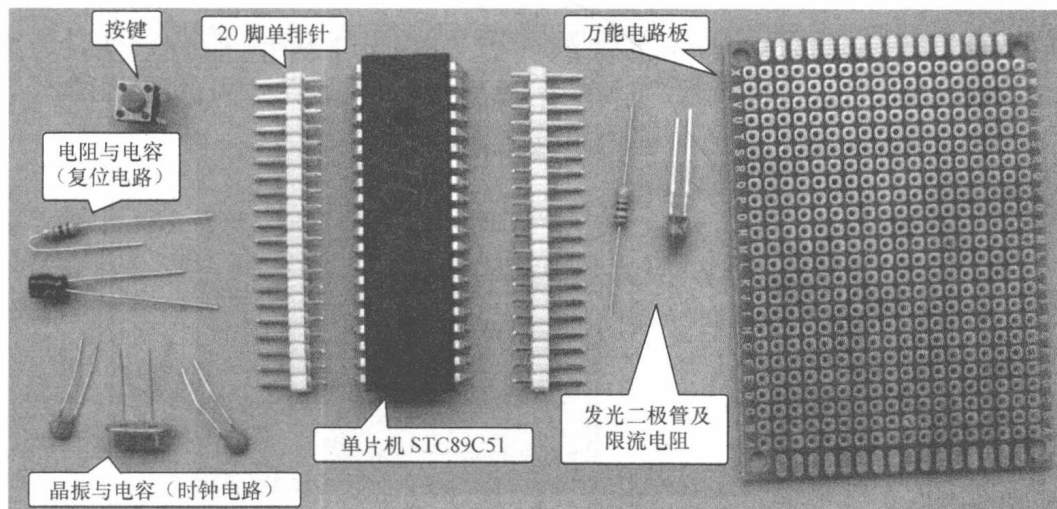


图1-6 一个按键控制一只发光二极管亮灭的单片机电路元件和万能电路板

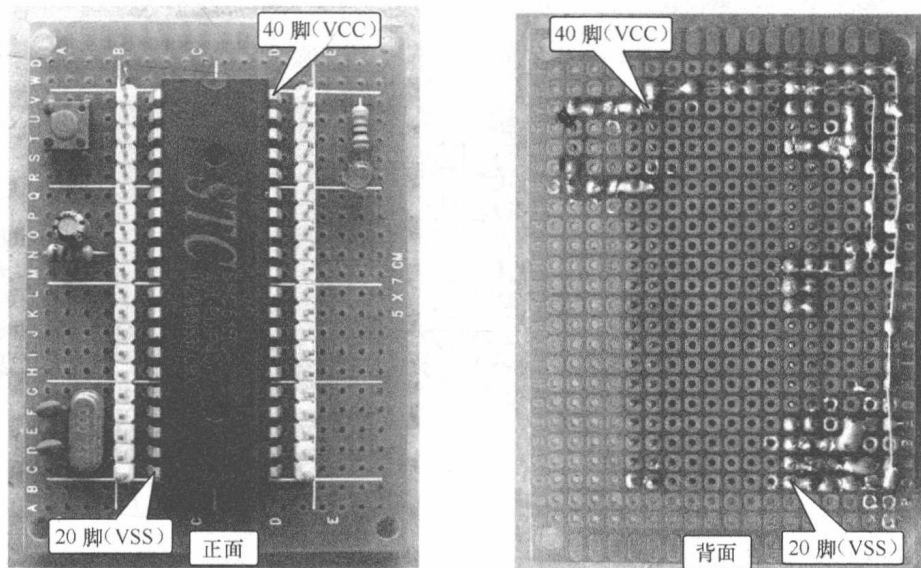


图1-7 制作完成的单片机电路