

十年经验
打造经典

全新改版

new version

新编

51单片机 C语言教程

从入门到精通实例详解全攻略

蔡杏山 蔡玉山 编著

专家解读：畅销书作者耗时2年精心打造，10年应用经验毫无保留

浅显易懂：零门槛学习，把专家请回家，10天跨越基础应用大门

实例辅助：全程实例式讲解，技术要点逐一突破，即学即用

资源分享：实例代码拿来就用，效率成倍提高



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

http://www.phei.com.cn

新编 51 单片机 C 语言教程

从入门到精通实例详解全攻略

蔡杏山 蔡玉山 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是一本以实例详解方式介绍 51 单片机与 C 语言编程的图书，主要内容有单片机入门、51 单片机的硬件系统、Keil C51 编程软件的使用、单片机驱动 LED 与 LED 数码管的电路及编程、中断的使用及编程、定时器/计数器的使用及编程、独立按键与矩阵键盘输入电路及编程、点阵和液晶显示屏的使用及编程、步进电动机的使用及编程、串行通信的使用及编程、I²C 总线通信的使用及编程、AD（模数）与 DA（数模）转换电路及编程。

本书起点低、由浅入深、语言通俗易懂，并且内容结构安排符合学习认知规律。本书适合作为初学者学习 51 单片机及编程的自学图书，也适合作为职业院校电类专业的单片机教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

新编 51 单片机 C 语言教程：从入门到精通实例详解全攻略/蔡杏山，蔡玉山编著。

—北京：电子工业出版社，2017.3

ISBN 978-7-121-30695-2

I. ①新… II. ①蔡… ②蔡… III. ①单片微型计算机—基本知识
②语言—程序设计 IV. ①TP368.1 ②TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 312931 号

策划编辑：张 楠

责任编辑：王凌燕

印 刷：北京京科印刷有限公司

装 订：北京京科印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：17 字数：435.2 千字

版 次：2017 年 3 月第 1 版

印 次：2017 年 3 月第 1 次印刷

定 价：49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254579。

◇ 前 言 ◇

单片机是什么？单片机全称为单片微型计算机，由于单片机主要用在控制方面，故又称为微型控制器（MCU）。微型计算机（又称个人电脑、PC）是将 CPU、存储器和输入/输出接口电路等安装在主电路板（简称主板）上，外部的输入/输出设备（如键盘、显示器等）通过导线与主板上的输入/输出接口电路连接起来。单片机则是将 CPU、存储器和输入/输出接口电路等制作在一块半导体硅片上，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引脚与内部的输入/输出接口电路连接起来。也就是说，单片机是一块内部包含 CPU、存储器和输入/输出接口等电路的 IC 芯片。

哪些地方要用到单片机？单片机的应用非常广泛，已深入到工业、农业、商业、教育、国防及日常生活等各个领域。

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、加湿器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。

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和智能电缆故障检测仪等。

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。

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

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、导弹制导系统和电子对抗系统等。

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、汽车自动诊断系统和交通信息接收系统等。

本书讲授单片机技术有什么特色？由于单片机应用广泛，学习电工电子技术的人几乎都希望能掌握单片机技术，但真正掌握单片机技术并能进行单片机软、硬件开发的人却不多。为什么会这样呢？一句话概括就是“学单片机编程太难了！”。本书就是为解决学习单片机编程难而推出的，全书是以“单片机实际电路+大量典型的实例程序+详细易懂的程序逐条说明”方式编写的，读者阅读程序时，除了可查看与程序对应的单片机电路外，遇到某条程序语句不明白时还可查看该程序语句的详细说明，从而理解程序运行的来龙去脉。读懂并理解程序后，读者可模仿尝试采用类似方法自己编写一些程序，慢慢就可以自己编写一些复杂的程序，

从而成为单片机软件编程高手。另外，读者可登录 www.eTV100.com（易天电学网）免费下载或查看与本书有关的技术资源和其他图书。

本书在编写过程中得到了很多老师的支持，其中江西工程学院的蔡玉山教授编写了第 2、5、6 章内容，另外感谢刘元能、刘凌云、黄勇、蔡春霞、邓艳姣、何慧、詹春华、黄晓玲、万四香、邵永亮、蔡华山、王娟、李清荣、刘海峰、蔡理刚、何彬、王玉兰、何宗昌、蔡理忠、邵永明、蔡任英、余要先、石韧和王丽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，书中的错误和疏漏之处在所难免，望广大读者和同人予以批评指正。

需要配套代码的读者，可发送电子邮件至 etv100@163.com 索取！

编 者

◇ 目 录 ◇

第 1 章 单片机入门	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	7
1.2.5 计算机、下载（烧录）器和单片机的连接	10
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	15
1.3 与单片机有关的基础知识	17
1.3.1 单片机基础电路	17
1.3.2 数制与数制的转换	24
1.3.3 单片机的数的表示及运算	27
1.4 C51 语言基础	29
1.4.1 常量	29
1.4.2 变量	30
1.4.3 运算符	31
1.4.4 关键字	34
1.4.5 数组	34
1.4.6 循环语句	36
1.4.7 选择语句	37

第 2 章 51 单片机的硬件系统	40
2.1 8051 单片机的引脚功能与内部结构	40
2.1.1 引脚功能说明	40
2.1.2 单片机与片外存储器的连接与控制	43
2.1.3 内部结构说明	44
2.2 8051 单片机 I/O 端口的结构与工作原理	47
2.2.1 P0 端口	47
2.2.2 P1 端口	48
2.2.3 P2 端口	49
2.2.4 P3 端口	50
2.3 8051 单片机的存储器	51
2.3.1 存储器的存储单位与编址	51
2.3.2 片内、外程序存储器的使用与编址	52
2.3.3 片内、外数据存储器的使用与编址	53
2.3.4 数据存储器的分区	53
2.3.5 特殊功能寄存器 (SFR)	56
2.4 STC89C5x 系列单片机介绍	59
2.4.1 STC89C5x 单片机的版本、封装形式和引脚功能说明	60
2.4.2 STC89C5x 系列单片机的型号命名规则	63
2.4.3 STC89C5x 系列单片机的常用型号的主要参数	64
2.4.4 STC89C5x 系列单片机的 I/O 端口	64
2.4.5 STC89C5x 系列单片机的程序存储器与数据存储器	68
2.4.6 STC89C5x 系列单片机的特殊功能寄存器	69
第 3 章 Keil C51 编程软件的使用	72
3.1 Keil C51 软件的安装	72
3.1.1 Keil C51 软件的版本及获取	72
3.1.2 Keil C51 软件的安装	72
3.2 程序的编写与编译	75
3.2.1 启动 Keil C51 软件并新建工程文件	75
3.2.2 新建源程序文件并与工程关联起来	77
3.2.3 编写程序	79
3.2.4 编译程序	81

3.3	程序的仿真与调试	84
3.3.1	软件仿真调试	85
3.3.2	硬件仿真调试	91
第4章	单片机驱动LED与LED数码管的电路及编程	95
4.1	单片机驱动LED的电路及编程	95
4.1.1	发光二极管(LED)外形、性质与检测	95
4.1.2	单片机连接8个LED的电路	97
4.1.3	位操作与字节操作方式点亮单个LED的程序及详解	98
4.1.4	单个LED闪烁发光的程序及详解	100
4.1.5	单个LED以不同频率闪烁发光的程序及详解	101
4.1.6	位操作和字节操作方式点亮多个LED的程序及详解	102
4.1.7	多个LED以不同频率闪烁发光的程序及详解	102
4.1.8	多个LED左移和右移的程序及详解	103
4.1.9	LED循环左移和右移的程序及详解	105
4.1.10	LED左右移动并闪烁发光的程序及详解	106
4.1.11	用查表方式控制LED发光的程序及详解	107
4.1.12	LED花样发光的程序及详解	108
4.1.13	用PWM(脉宽调制)方式调节LED亮度的原理与程序	108
4.2	单片机驱动一位LED数码管显示的电路及编程	110
4.2.1	一位LED数码管外形、结构与检测	110
4.2.2	单片机连接一位LED数码管的电路	112
4.2.3	单个数码管静态显示一个字符的程序及详解	113
4.2.4	单个数码管动态显示多个字符的程序及详解	113
4.2.5	单个数码管环形转圈显示的程序及详解	114
4.2.6	单个数码管显示逻辑电平的程序及详解	115
4.3	单片机驱动8位LED数码管显示的电路及编程	115
4.3.1	多位LED数码管外形、结构与检测	115
4.3.2	单片机连接8位共阴极数码管的电路	117
4.3.3	8位数码管显示一个字符的程序及详解	118
4.3.4	8位数码管逐位显示8个字符的程序及详解	119
4.3.5	8位数码管同时显示8个字符的程序及详解	120
4.3.6	8位数码管动态显示8个以上字符的程序及详解	120

第 5 章 中断的使用及编程	122
5.1 中断的基本概念与处理过程	122
5.1.1 什么是中断	122
5.1.2 中断的基本概念	122
5.1.3 中断的处理过程	123
5.2 8051 单片机的中断系统结构与控制寄存器	123
5.2.1 中断系统的结构	123
5.2.2 中断源寄存器	124
5.2.3 中断允许寄存器 IE	125
5.2.4 中断优先级控制寄存器 IP	126
5.3 中断的应用编程举例	127
5.3.1 中断使用的电路例图	127
5.3.2 外部中断 0 以低电平方式触发中断的程序	128
5.3.3 外部中断 1 以下降沿方式触发中断的程序	128
第 6 章 定时器/计数器的使用及编程	131
6.1 定时器/计数器的定时与计数功能	131
6.1.1 定时功能	131
6.1.2 计数功能	132
6.2 定时器/计数器的结构原理	132
6.2.1 定时器/计数器的结构	132
6.2.2 定时器/计数器的工作原理	133
6.3 定时器/计数器的控制寄存器与 4 种工作方式	134
6.3.1 定时器/计数器控制寄存器 TCON	134
6.3.2 工作方式控制寄存器 TMOD	135
6.3.3 定时器/计数器的工作方式	136
6.4 定时器/计数器的应用及编程	140
6.4.1 产生 1kHz 方波信号的程序及详解	140
6.4.2 产生 50kHz 方波信号的程序及详解	141
6.4.3 产生周期为 1s 方波信号的程序及长延时的方法	142
第 7 章 独立按键与矩阵键盘输入电路及编程	144
7.1 独立按键输入电路及编程	144
7.1.1 开关输入产生的抖动及软、硬件解决方法	144

7.1.2	8 个独立按键与 8 个 LED 的单片机电路	145
7.1.3	一个按键点动控制一个 LED 亮灭的程序及详解	146
7.1.4	一个按键锁定控制一个 LED 亮灭的程序及详解	146
7.1.5	4 路抢答器的程序及详解	147
7.1.6	独立按键控制 LED 和 LED 数码管的单片机电路	148
7.1.7	两个按键控制一位数字增、减并用 8 位数码管显示的程序及详解	149
7.1.8	两个按键控制多位数字增、减并用 8 位数码管显示的程序及详解	150
7.1.9	按键长按与短按产生不同控制效果的程序及详解	152
7.1.10	8 个独立按键控制 LED 和 LED 数码管显示的程序及详解	154
7.2	矩阵键盘输入电路及编程	156
7.2.1	16 键矩阵键盘输入与 8 位数码管显示的单片机电路	156
7.2.2	矩阵键盘行列扫描方式输入及显示的程序及详解	158
7.2.3	中断触发键盘行列扫描的矩阵键盘输入显示电路及程序	161
7.2.4	矩阵键盘密码锁程序及详解	166
第 8 章	点阵和液晶显示屏的使用及编程	170
8.1	双色 LED 点阵的使用及编程	170
8.1.1	双色 LED 点阵的外形、结构原理与检测	170
8.1.2	单片机配合 74HC595 芯片驱动双色 LED 点阵的电路	177
8.1.3	双色点阵显示一种颜色字符的程序及详解	178
8.1.4	双色点阵交替显示两种颜色字符的程序及详解	180
8.1.5	字符移入和移出点阵的程序及详解	182
8.2	1602 字符型液晶显示屏的使用及编程	185
8.2.1	1602 字符型液晶显示屏的硬、软件资源	185
8.2.2	单片机驱动 1602 液晶显示屏的电路	192
8.2.3	1602 液晶显示屏静态显示字符的程序及详解	192
8.2.4	1602 液晶显示屏逐个显现字符的程序及详解	194
8.2.5	1602 液晶显示屏字符滚动显示的程序及详解	195
8.2.6	矩阵键盘输入与 1602 液晶显示屏显示的电路及程序	196
第 9 章	步进电动机的使用及编程	202
9.1	步进电动机与驱动芯片介绍	202
9.1.1	步进电动机的结构与工作原理	202
9.1.2	驱动芯片 ULN2003	205

9.1.3	五线四相步进电动机	207
9.2	单片机驱动步进电动机的电路及编程	208
9.2.1	由按键、单片机、驱动芯片和数码管构成的步进电动机驱动电路	208
9.2.2	用单 4 拍方式驱动步进电动机正转的程序及详解	209
9.2.3	用双 4 拍方式驱动步进电动机自动正反转的程序及详解	209
9.2.4	外部中断控制步进电动机正反转的程序及详解	211
9.2.5	用按键控制步进电动机启动、加速、减速、停止的程序及详解	212
第 10 章	串行通信的使用及编程	216
10.1	概述	216
10.1.1	并行通信和串行通信	216
10.1.2	串行通信的两种方式	216
10.1.3	串行通信的数据传送方向	218
10.2	串行通信口的结构与原理	219
10.2.1	串行通信口的结构	219
10.2.2	串行通信口的工作原理	220
10.3	串行通信口的控制寄存器	220
10.3.1	串行控制寄存器 (SCON)	220
10.3.2	电源控制寄存器 (PCON)	221
10.4	4 种工作方式与波特率的设置	221
10.4.1	方式 0	221
10.4.2	方式 1	223
10.4.3	方式 2	223
10.4.4	方式 3	224
10.4.5	波特率的设置	224
10.5	串行通信的应用编程	226
10.5.1	利用串行通信的方式 0 实现产品计数显示的电路及编程	226
10.5.2	利用串行通信的方式 1 实现双机通信的电路及编程	227
第 11 章	I ² C 总线通信的使用及编程	231
11.1	I ² C 总线介绍	231
11.1.1	概述	231
11.1.2	I ² C 总线通信协议	232
11.1.3	I ² C 总线的数据传送格式	232

单片机入门

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, 所以又称为微型控制器 (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) 的基本结构如图 1-1 所示。

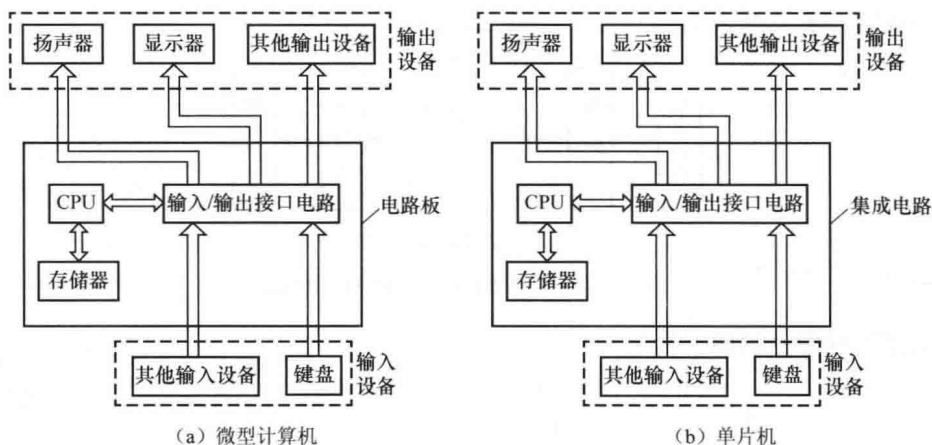


图 1-1 微型计算机与单片机的结构

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的输入/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, 有的引脚较少, 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。

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方面, 如电动玩具、缤纷闪烁的霓虹灯和家用电器等设备中, 完全可以采用价格低廉的单片机进行控制。

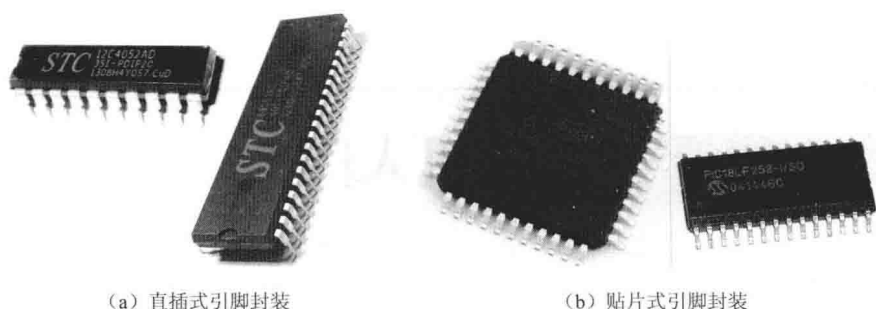


图 1-2 几种常见的单片机外形

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 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。

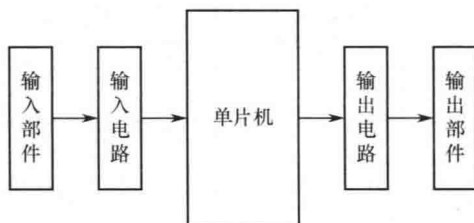


图 1-3 典型的单片机应用系统的组成

2. 工作过程举例说明

如图 1-4 所示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。

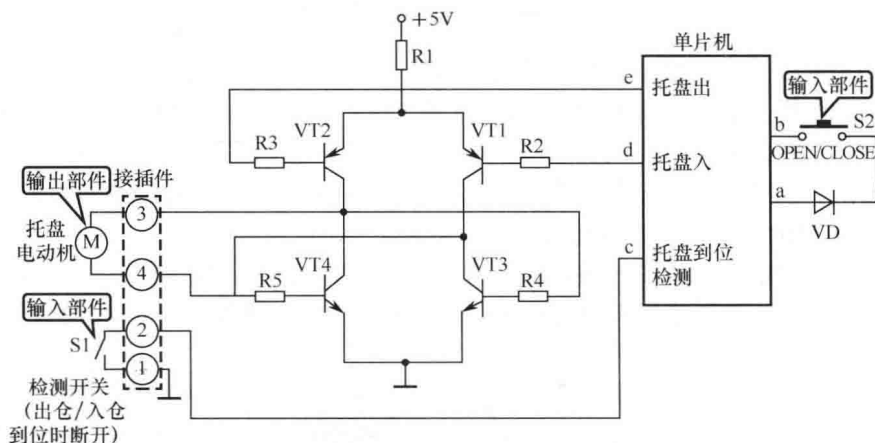


图 1-4 一种采用单片机控制的 DVD 影碟机托盘检测及驱动电路

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动机（电流途径是：+5V→R1→VT2 的发射极→VT2 的集电极→接插件的 3 脚→托盘电动机→接插件的 4 脚→VT3 的集电极→VT3 的发射极→地），托盘电动机运转，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，无电流流过托盘电动机，电动机停转，托盘出仓完成。

在托盘上放好碟片后，再按压一次“OPEN/CLOSE”键，单片机的 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动机（电流途径是：+5V→R1→VT1 的发射极→VT1 的集电极→接插件的 4 脚→托盘电动机→接插件的 3 脚→VT4 的集电极→VT4 的发射极→地），由于流过托盘电动机的电流反向，故电动机反向运转，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，无电流流过托盘电动机，电动机停转，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，托盘电动机为输出部件，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 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许多世界著名的 IC 制造厂商，如 Philips、NEC、Atmel、AMD、Dallas、siemens、Fujitsu、OKI、华邦和 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 单片机为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，由于生产 51 单片机的公司很多，故其型号众多，但不同公司各型号的 51 单片机之间也有一定的对应关系。如表 1-1 所示是部分公司的

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	P87C51,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、国防及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中的应用。

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、加湿器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和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、无人操作、机械手操作、工业过程控制、生产自动化、远程监控、设备管理、智能控制和智能仪表等。

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、导弹制导系统和电子对抗系统等。

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、汽车自动诊断系统和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），这样在进行单片机软、硬件开发时才会目标明确。

本节以开发一个用按键控制一只发光二极管（LED）亮灭的项目为例来介绍单片机应用系统的软、硬件的开发过程，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，考虑性价比。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）的 51 系列单片机最为常见，编写的程序可以在线写入单片机，无须专门的编程器，并且可反复擦写单片机内部的程序；另外，其价格低（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。如图 1-5 所示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其内部电路开始工作，而要让单片机的内部电路正常工作，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在单片机工作时必须提供，而提供这三者的电路称为单片机的工作条件电路。

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脚（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的内部电路，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 上充的电压达到 5V 时充电结束，R1 两端电压为 0V（低电平），单片机的 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，如果单片机的 RST 脚始终为高电平，内部电路则被钳在初始状态，无法工作。

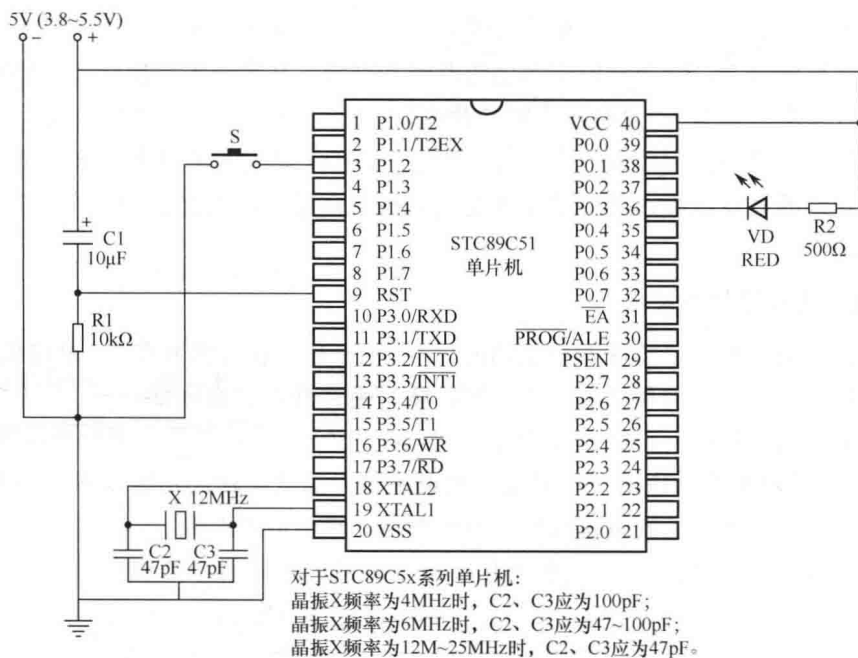


图 1-5 用一个按键控制一只发光二极管亮灭的单片机电路原理图

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 Protel99SE 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，后一种方法适合少量制作实验，这里使用万能电路板来制作单片机电路。