

电子技术应用技能与技巧丛书

技能与技巧 单片机开发应用

柳淳 徐玮 编著

适用性
趣味性
启发性



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



电子技术应用技能与技巧丛书

单片机开发应用 技能与技巧

柳淳 徐玮 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书从实用角度出发,采用“授之渔”的人性化写作,重点突出“开发工具、传感器、接口电路、应用实例”方面的内容,较全面地介绍了单片机开发应用的技能与技巧,力求使读者看后能懂,照着能做,做了能用。全书共6章。第一章单片机开发应用基础;第二章单片机开发工具及其应用;第三章传感器及其应用;第四章单片机外围接口电路及其应用;第五章单片机应用系统的抗干扰技术;第六章单片机应用系统设计及实例。

本书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员与产品维修人员阅读,也可作为中等职业学校电子技术应用专业学生的参考书,以及供城镇工人和农民工上岗培训时作教材。

图书在版编目(CIP)数据

单片机开发应用技能与技巧/柳淳,徐玮编著. —北京:
中国电力出版社, 2008

(电子技术应用技能与技巧丛书)

ISBN 978-7-5083-6718-7

I. 单… II. ①柳…②徐… III. 单片微型计算机
IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第013717号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008年5月第一版 2008年5月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 10.5印张 278千字

印数0001—3000册 定价20.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



丛书前言

电子技术的广泛应用，不仅促进了工农业生产和国防科技事业的发展，同时也丰富了人们的物质文化生活。为了普及电子科学知识，适应社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切需要，帮助广大青少年及电子爱好者尽快掌握电子技术的技能与技巧，中国电力出版社在编完《图解电子技术要诀丛书》后，开始策划编辑一套新的电子技术应用丛书，作为电子爱好者学习电子技术入门后的学习参考书。经过一年多的调研，在广泛征求读者意见的基础上，决定编写这套《电子技术应用技能与技巧丛书》。

技能就是掌握和运用专门技术的能力。我国的职业教育（包括成人就业职业培训、在岗技工技能提高和工程技术人员再教育等）正在向技能培养方向发展，帮助读者提高专业技能，为我国电子职教事业尽微薄之力，是作者多年的心愿。

技巧就是一种经验的总结。每个从事电子技术工作人员，特别是一些长期在基层从事家用电器维修或电子制作的爱好者，随着时间增长，都会积累一些经验，所以说，技巧是实践的结晶，对于同一种技术，每个人都有自己的技巧。丛书中所介绍的技巧，只不过是抛砖引玉，为读者提供一些分析问题与排除故障的思考方法，供读者在实践中参考。

本套丛书定位是实用性中级电子技术系列丛书。在编写内容上突出适用性、趣味性和启发性，通过一些典型实例的介绍，来讲述实际操作技能的方法和过程，让读者通过学习书中的实

例，减少看书时间，提高学习兴趣。读者若能举一反三，融会贯通，必定会尽快掌握电子技术的基本技能和技巧。

本套丛书包括《电子电路故障查找技能与技巧》、《电子电器的快修技能与技巧》、《单片机开发应用技能与技巧》、《电子制作技能与技巧》、《有线电视技术与基本技能》和《无线电接收技能与技巧》。

本套丛书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员与产品维修人员阅读，也可作为中等职业学校电子技术应用专业学生的参考书，以及供城镇工人和农民工上岗培训时作教材。

我们衷心希望广大电子技术工作者和爱好者，对这套丛书提出宝贵的意见和建议，为我国高级技工的培训打下坚实的基础。

编著者

2008年2月



前言

为了普及电子科学知识,适应社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切需要,帮助广大青少年及电子爱好者尽快掌握电子技术的技能与技巧,中国电力出版社最新出版了一套电子技术应用技能与技巧丛书,《单片机开发应用技能与技巧》是该丛书之一。

单片机是器件级计算机系统,它可以嵌入到任何对象体系中去,实现智能化控制。单片机开发应用系统既有硬件制作又有软件设计,既动脑又动手。可开发面向消费电子产品、面向测控的智能系统及机器人等。单片机的开发应用是电子制作的更深一层,将会为电子爱好者提供广阔的天地。为了满足广大读者的需求,作者采用“授之渔”的人性化写作,拍摄大量操作及实物照片,使读者通过学习使用开发工具,熟悉传感器器件与输入、输出接口技术,来掌握单片机开发应用的技能与技巧。

本书在章节的编排上注重由浅入深,循序渐进,按照基础知识——开发工具——器件与接口——开发应用的脉络编写,在介绍单片机的硬件结构、工作原理、编程语言的基础上,重点介绍了单片机的选型、开发工具的应用、传感器、接口电路、抗干扰技术与应用系统设计。全书内容共6章:第一章单片机开发应用基础;第二章单片机开发工具及其应用;第三章传感器及其应用;第四章单片机外围接口电路及其应用;第五章单片机应用系统的抗干扰技术;第六章单片机应用系统设计与实

例。第二章由柳淳与徐玮共同编写，其余 5 章仅由柳淳编写。

本书在编写过程中，参考了大量的书刊杂志和有关资料，并引用其中的一些资料。在此谨向有关书刊和资料的作者及出版者表示诚挚的谢意！

本书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员与产品维修人员阅读，也可作为中等职业学校电子技术应用专业学生的参考书，以及供城镇工人和农民工上岗培训时作教材。

由于作者水平有限，内容涉及面广，难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

电子邮箱：xygd802@163.com

编著者

2008 年 2 月

目 录

丛书前言

前言

第 1 章 单片机开发应用基础	1
1.1 单片机的基础知识	1
1.1.1 单片机的组成	1
1.1.2 单片机的种类与选型	6
1.1.3 单片机的应用领域	25
1.2 汇编语言程序设计简介	26
1.2.1 程序设计语言	26
1.2.2 汇编语言程序设计步骤	29
1.2.3 MCS-51 单片机指令简介	31
1.2.4 顺序程序设计	34
1.2.5 查表程序设计	35
1.2.6 循环程序设计	38
1.2.7 分支程序设计	41
1.2.8 子程序设计	43
1.3 C 语言程序设计简介	46
1.3.1 C 语言程序设计基础	46
1.3.2 顺序结构程序设计	54
1.3.3 选择结构程序设计	60
1.3.4 循环结构程序设计	68

第2章 单片机开发工具及其应用	76
2.1 51 单片机开发实验板简介	76
2.1.1 51 单片机开发实验板的特点	76
2.1.2 51 单片机开发实验板的组成	81
2.1.3 51 单片机开发实验板的实验功能	87
2.1.4 51 单片机开发实验板的仿真功能	97
2.1.5 51 单片机开发实验板的编程与 ISP 下载 功能	108
2.1.6 51 单片机开发实验板的键盘扩展功能	114
2.2 51 单片机开发实验板的应用	116
2.2.1 无线电遥控步进电动机	117
2.2.2 智能温度显示及控制	132
第3章 传感器及其应用	145
3.1 传感器的基础知识	145
3.1.1 传感器的定义及特点	145
3.1.2 传感器的分类	146
3.1.3 传感器的一般特性	148
3.1.4 传感器的发展趋势	148
3.2 常用传感器及其应用	151
3.2.1 温度传感器及其应用	151
3.2.2 霍尔传感器及其应用	159
3.2.3 光电传感器及其应用	162
3.2.4 红外线传感器及其应用	167
第4章 单片机外围接口电路及其应用	173
4.1 模数转换器及其接口电路	173
4.1.1 A/D 转换器工作原理	173
4.1.2 ADC0809 转换器及其与 单片机接口电路	177
4.1.3 ADC0832 转换器及其与单片机接口 电路	181

4.1.4	ICL7135 转换器及其与单片机接口 电路	186
4.2	键盘接口电路及其应用	191
4.2.1	独立式按键及其应用	192
4.2.2	行列式按键及其应用	195
4.3	数模转换器及其接口电路	197
4.3.1	D/A 转换器工作原理	198
4.3.2	DAC0832 转换器及其与单片机接口 电路	200
4.3.3	DAC1208 转换器及其与单片机接口 电路	205
4.3.4	MAX507/508 转换器及其与单片机接口 电路	206
4.4	LED 数码显示管接口电路及其应用	210
4.4.1	LED 数码显示管的工作原理	210
4.4.2	静态显示接口电路及其应用	213
4.4.3	动态显示接口电路及其应用	216
4.5	液晶显示器接口电路及其应用	220
4.5.1	液晶显示器的工作原理	220
4.5.2	字符式 LCD 模块接口电路及其应用	222
4.5.3	点阵式 LCD 模块接口电路及其应用	224
4.6	其他接口电路及其应用	230
4.6.1	发光二极管接口电路及其应用	230
4.6.2	光耦合器件接口电路及其应用	234
4.6.3	单片机与继电器接口电路及其应用	238
4.6.4	单片机与打印机的连接及其应用	243
第 5 章	单片机应用系统的抗干扰技术	246
5.1	干扰的耦合及传播途径	246
5.1.1	干扰源	246
5.1.2	干扰的耦合方式	247

5.1.3	干扰的传播途径	248
5.2	抗干扰措施	248
5.2.1	硬件抗干扰措施	248
5.2.2	软件抗干扰措施	259
第6章	单片机应用系统设计 with 实例	264
6.1	单片机应用系统设计	264
6.1.1	单片机应用系统的组成	264
6.1.2	单片机应用系统设计流程	267
6.1.3	硬件电路设计	269
6.1.4	软件设计	271
6.2	综合应用实例	274
6.2.1	单片机控制电子钟	274
6.2.2	单片机控制温度报警系统	281
6.2.3	单片机8路实时数据采集系统	285
附录A	常用数字集成电路型号及功能	293
附录B	常用集成电路引脚图	302
附录C	C语言中运算符的优先级及其结合性	314
附录D	MCS-51单片机指令表	316
参考文献		326

第1章

单片机开发应用基础

单片机是一切智能电子产品的核心控制部件，广泛应用于航天技术、现代通信技术、机电一体化、工业控制、智能化仪器仪表、家用电子产品等各个领域。单片机技术是一个综合技术，包含着硬件设计安装和软件编程等诸多内容，因此要学习单片机开发应用技术就必须掌握软件编程和硬件设计。本章在介绍单片机的基础知识后，重点介绍单片机的选型与程序设计所用的汇编语言和C语言。

1.1 单片机的基础知识

单片机 (Single Chip Microcomputer) 是指在一块半导体芯片上集成中央处理单元又称微处理器 (CPU)、随机存取数据存储器 (RAM)、只读程序存储器 (ROM)、定时器/计数器以及 I/O 接口电路等主要部件，构成一个完整的微型计算机。虽然单片机只是一个芯片，但从组成和功能上看，它已具有了微型计算机系统的含义，从某种意义上说，一块单片机芯片就是一台微型计算机。单片机具有高性能、高速度、体积小、低电压、低功耗、价格低廉、稳定可靠、应用广泛等特点。

1.1.1 单片机的组成

(1) 单片机的内部结构

单片机的内部结构按功能可划分为 8 个组成部分：中央处理器 (CPU)、数据存储器 (RAM)、程序存储器 (ROM/

EPROM)、特殊功能寄存器 (SFR)、I/O 接口、串行口、定时器/计数器及中断系统,各部分是通过片内单一总线连接起来的。8051 型单片机内部由 1 个 8 位 CPU、4KB 的 ROM、256B 的内部 RAM、4 个 8 位并行 I/O 口 P0~P3、1 个全双工的串行口、2 个 16 位定时器/计数器 T0 和 T1 等组成。图 1-1 所示为 8051 型单片机的功能框图,其内部结构如图 1-2 所示。图中 4KB 的 ROM 如果用 EPROM 替换就成为 8751 型单片机,图中去掉 ROM 就成为 8031 型单片机。

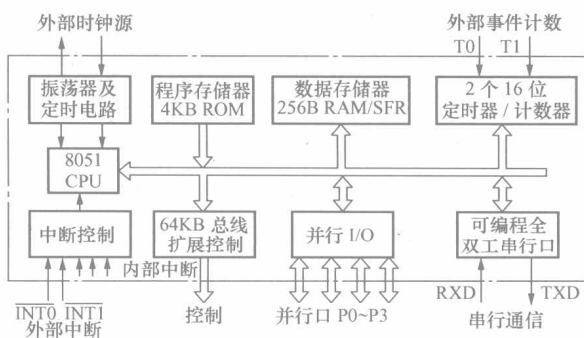


图 1-1 8051 型单片机功能方框图

1) 中央处理器 (CPU)。中央处理器是单片机内部最核心的部分,是单片机的“大脑和心脏”,主要完成运算和控制功能。8051 型单片机的 CPU 是一个字长为 8 位的中央处理单元,即它对数据的处理是按字节为单位进行的。

2) 内部数据存储器 (内部 RAM)。8051 型单片机中共有 256 个 RAM 单元,但其中能作为寄存器供用户使用的仅有前面 128 个,后 128 个被专用寄存器占用。

3) 内部程序存储器 (内部 ROM)。8051 型单片机共有 4KB 掩膜 ROM,用于存放程序、原始数据等。

4) 定时器/计数器。8051 型单片机共有 2 个 16 位的定时器/计数器,可以实现定时和计数功能。

5) 并行 I/O 口。8051 型单片机共有 4 个 8 位的 I/O 口

(P0、P1、P2、P3)，可以实现数据的并行输入、输出。

6) 串行口。8051 型单片机有 1 个全双工的可编程串行口，以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。

7) 时钟电路。8051 型单片机内部有时钟电路，但晶振和微调电容需要外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列。

8) 中断系统。8051 型单片机的中断系统功能较强，可以满足一般控制应用的需要。它共有 5 个中断源：2 个外部中断源 $\overline{\text{INT0}}$ 和 $\overline{\text{INT1}}$ ；3 个内部中断源，即 2 个定时/计数中断，1 个串行口中断。

由上所述，8051 型单片机虽然仅是一块芯片，但它包括了构成计算机的基本部件，因此可以说它是一台简单的计算机。

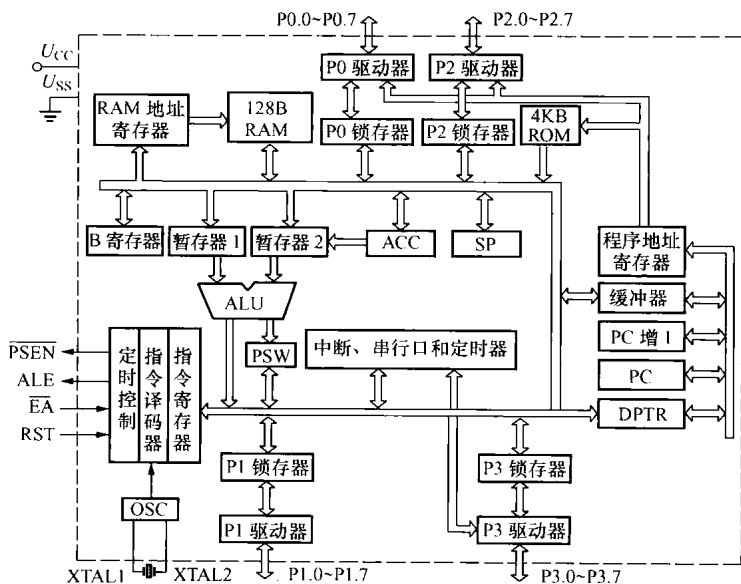


图 1-2 8051 型单片机内部结构图

(2) MCS-51 单片机的引脚功能

80C51 单片机采用 40 脚双列直插封装（DIP）形式，部分单片机的外形如图 1-3 所示。引脚功能如图 1-4（a）所示。

8051 型单片机是高性能单片机，因为受到引脚数目的限制，所以有不少引脚具有第二功能。下面分别介绍这些引脚的名称和功能。

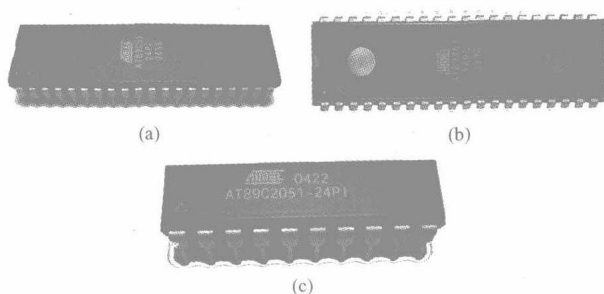


图 1-3 部分单片机的外形

(a) AT89C51; (b) AT89S52; (c) AT89C2051

1) 主电源引脚。 U_{ss} (20 脚): 接地; U_{cc} (40 脚): 主电源 +5V。

2) 时钟电路引脚。XTAL1 (19 脚): 接外部晶体的一端。在片内它是振荡电路反相放大器的输入端。在采用外部时钟时, 对于 HMOS 单片机, 该端引脚必须接地; 对于 CHMOS 单片机, 此引脚作为驱动端。XTAL2 (18 脚): 接外部晶体的另一端。在片内它是一个振荡电路反相放大电路的输出端, 振荡电路的频率是晶体振荡频率。若需采用外部时钟电路, 对于 HMOS 单片机, 该引脚输入外部时钟脉冲; 对于 CHMOS 单片机, 此引脚应悬空。

3) 控制信号引脚。RST (9 脚): 单片机刚接上电源时, 其内部各寄存器处于随机状态, 在该脚输入 24 个时钟周期宽度以上的高电平将使单片机复位 (RESET)。

$\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (30 脚): 访问片外存储器时, ALE 作锁存扩展地址低位字节的控制信号 (称允许锁存地址)。平时不访问片外存储器时, 该端也以 1/6 的时钟振荡频率固定输出正脉冲, 供

定时或其他需要使用；在访问片外数据存储器时会丢失一个脉冲。ALE 端的负载驱动能力为 8 个 LSTTL（低功耗高速 TTL）。另外，在对 87C51 片内 EPROM 编程（固化）时，此引脚用于输入编程脉冲。

$\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚)：在访问片外程序存储器时，此端输出负脉冲作为存储器读选通信号。CPU 在向片外存储器取指令期间， $\overline{\text{PSEN}}$ 信号在 12 个时钟周期中两次生效。不过，在访问片外数据存储器时，这两次有效的 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号不出现。 $\overline{\text{PSEN}}$ 端同样可驱动 8 个 LSTTL 负载。根据 $\overline{\text{PSEN}}$ 、ALE 和 XTAL2 输出端是否有信号输出，可以判别 8051 是否在工作。

$\overline{\text{EA}}/U_{\text{pp}}$ (31 脚)：当 $\overline{\text{EA}}$ 端输入高电平时，CPU 从片内程序存储器地址 0000H 单元开始执行程序。当地址超出 4KB 时，将自动执行片外程序存储器的程序。当 $\overline{\text{EA}}$ 输入低电平时，CPU 仅访问片外程序存储器。在对 8751EPROM 编程时，此引脚用于施加编程电压 U_{pp} 。

4) 输入/输出引脚 (P0、P1、P2 和 P3 端口引脚)。

a) P0 口 (32 ~ 39 脚)。8 位漏极开路型双向并行 I/O 口。在访问外部存储器时，P0 口作为低 8 位地址/数据总线复用口，通过分时操作，先传送低 8 位地址，利用 ALE 信号的下降沿将地址锁存，然后作为 8 位双向数据总线使用，用来传送 8 位数据。

在对片内 EPROM 编程时，P0 口接收指令代码；而在内部程序验证时，则输出指令代码，并要求外接上拉电阻。

外部不扩展而单片应用时，则作双向 I/O 口用，P0 口能以吸收电流的方式驱动 8 个 LSTTL 负载。

b) P1 口 (1 ~ 8 脚)。具有内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口。在片内 EPROM 编程及校验时，它接收低 8 位地址。P1 口能驱动 4 个 LSTTL 负载。

对 8032/8052，其中 P1.0 和 P1.1 还具有第二变异功能：P1.0 (T2) 为定时器/计数器 2 的外部事件脉冲输入端。P1.1

(T2E_X) 为定时器/计数器 2 的捕捉和重新装入触发脉冲输入端。

c) P2 口 (21 ~ 28 脚)。8 位具有内部上拉电阻的准双向 I/O 口。在外接存储器时, P2 口作为高 8 位地址总线。在对片内 EPROM 编程、校验时, 它接收高位地址。P2 口能驱动 4 个 LSTTL 负载。

d) P3 口 (10 ~ 17 脚)。8 位带有内部上拉电阻的准双向 I/O 口。每一位又具有如下的特殊功能 (或称第二功能)。

P3.0 (RXD): 串行输入端。

P3.1 (TXD): 串行输出端。

P3.2 ($\overline{\text{INT0}}$): 外部中断 0 输入端, 低电平有效。

P3.3 ($\overline{\text{INT1}}$): 外部中断 1 输入端, 低电平有效。

P3.4 (T0): 定时/计数器 0 外部事件计数输入端。

P3.5 (T1): 定时/计数器 1 外部事件计数输入端。

P3.6 ($\overline{\text{WR}}$): 外部数据存储器写选通信号, 低电平有效。

P3.7 ($\overline{\text{RD}}$): 外部数据存储器读选通信号, 低电平有效。

1.1.2 单片机的种类与选型

(1) 单片机的种类

目前单片机新器件层出不穷, 种类很多, 至少有 70 多个系列, 500 多个品种。单片机有多种不同的分类方法。

按指令集划分: 可分为集中指令集 (CISC) 和精简指令集 (RISC) 两种。

按使用范围分: 可分为专用单片机和通用单片机。专用单片机是针对某种特殊需要而专门设计的芯片。如电视机、空调、电话机等家用电器通常使用专用单片机。而通用单片机把开发资源 (ROM、IO 等) 全部提供给用户使用, 其适应性较强, 应用非常广泛。另外, 还有许多半通用系列产品, 如支持 USB 接口的 8XC930/931、C540、C541 等。

单片机按字长又可分为 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机、32 位单片机。