

经典**80C51**单片机

快速进阶与实作

李学海 著

80C51



清华大学出版社

经典 80C51 单片机快速进阶与实作

李学海 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以经典 80C51 单片机为讲解模型,以 AT89S51、STC89C52 和 P89C51XX 为实验机型,以 μ Vision2、WAVE、MedWin 为软件集成开发环境,以 PROGISP、AVR Pro、FlashMagic、STC-ISP 为在线烧写软件工具,介绍了 80C51 单片机的相关知识。全书共分 9 章,主要内容包括人机界面器件、界面接口、定时器/计数器、中断、串口、并行总线、复位源、时钟源、电源、在线烧写等实用技术。

本书的突出特点为:思路新颖、通俗易懂、语言流畅、循序渐进、内容细致、系统全面、学用并重、注重实效、经验点拨、兴趣激发、解疑释惑、吐故纳新。

本书适合作为启蒙单片机初学者轻松入门和快速上手的自学读本,或者用作高校相关专业学生的教学参考书或实训指导书,也可作为科研、生产和维修技术人员的培训用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

经典 80C51 单片机快速进阶与实操/李学海著. —北京:清华大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-302-27313-4

I. ①经… II. ①李… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 236938 号

责任编辑:钟志芳

封面设计:刘 超

版式设计:文森时代

责任校对:王 云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27.25 字 数:630 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版 印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:45.00 元

产品编号:022612-01

前言

在这本书出版之前，本人还曾在清华大学出版社出版了一本名为《经典 80C51 单片机轻松入门与上手》的科普图书，并且受到了读者的认可和欢迎，也收到了一些读者的热情来信。下面是武汉工程大学的一位同学来信：

我是武汉一所高等院校通信工程专业的大三学生，收到一个陌生学生的邮件您可能会颇感意外吧！这得归功于您写的《经典 80C51 单片机轻松入门与上手》一书。说实话，看了您这本书，我真的是按捺不住自己内心的惊喜而想给您写这封邮件以表诚挚谢意。感谢您为中国广大工程学子写了这么一本“好书”，至少这是我个人看了很多关于 51 单片机方面的书籍后的感受。要是中国专家学者都能像您这样的风格编写工程理论书籍（而不是东抄西抄、晦涩难懂），那么我想对于致力于技术研究的学生而言绝对是幸事。因为他们不会在接受这样的看法：“老外的书写得总比国内好。”国内的书同样可以写得“自由、通俗而创新。”这既是我的真心话，也是我自学单片机、ARM 等嵌入式技术以来的实在话。您这本书给我最大的感觉就是：措辞浅显，高度概括，详细深入，内容翔实，联系工程实际。举个例子吧，我看过的书很少有把 C 和 CY，A 和 ACC 的区别讲清楚的；也很少有书把汇编程序模块化的 6 种手段都说明白的（当然，我指的是一般的大众性书籍）。其实之前我一直用 C 语言编写程序，然后下载程序到开发板内。虽然也知道熟悉汇编语言会更加有助于学习者深刻理解处理器的工作过程，但由于始终没找到一本描述如何写汇编代码的详细规则的书籍，所以对 51 汇编的要求也就比较低，即能基本看懂就可以了，不用会写程序。但看了您的这本书，我没办法再让自己仅满足于只会看程序了，我想只要懂了那些详细规则，熟练编写程序只是时间问题。若没有看您这本书，我真不知道怎样才能获得用 Keil 环境进行汇编语言编程的详细知识……

广大读者给予的信任与厚爱，是对作者的莫大支持与鼓励，是作者备受鼓舞与欣慰的精神财富，也是作者长期笔耕不辍的动力源泉。为了报答读者的厚爱与褒奖，为了充分利用我们在长期教育教学工作中所感悟的独特经验，也为了充分发挥我们从事科普创作 30 余年所积累的写作优势，我们一直在努力为广大读者奉献更好的、更富创意的、更具吸引力的、特色纷呈的精品图书。

本书的主要特色

（1）内容叙述循序渐进、通俗易懂、系统完整；（2）难点分散，适合于入门者自学，加快入门过程；（3）注意激发读者兴趣，知识与技能并举；（4）容易上手，开发手段经济实用，兼顾了技能实训、电子制作、课程设计、毕业设计和项目开发；（5）强调学用结合、理论与实践无缝连接，力戒纸上谈兵、坐而论道的学习模式；（6）注重实效性，突出实用

性、创新性和资料性；(7) 大胆地舍弃了许多同类图书中保留的一些过时知识、过时技术、过时器件、过时概念和过时观点，淡化了一些不适宜初学者的内容；(8) 独创性地扩充了一些新知识、新概念、新技术和新观点，强化了一些适用于入门者的内容；(9) 以读者的求知需要、认识规律和市场需求为写作主线，以单片机的应用开发为出发点和落脚点；(10) 始终坚持“单片机贵在姓单”的主轴，注意把握单片机向单片系统迈进的大趋势，减少不合时宜的扩展技术和臃肿的扩充内容。

本书的内容安排

第 1 章内容主要讲解的是：各式各样的人机界面器件，包括各种开关信号输入器件和各种发声或发光输出显示器件。

第 2 章内容主要讲解的是：多种常用人机界面器件与单片机的接口技术，以及开发应用实例，包括硬件接线和软件编程方法。

第 3 章内容主要讲解的是：普通型号 80C51 单片机都会包含的两个 16 位定时器/计数器 T0 和 T1 及其应用开发技术；专门设计了一系列丰富新颖、功能奇特的应用实例，包括延迟定时、累加计数、输入捕捉、输出比较、脉宽调制、一分为二等不同用法，弥补了经典 80C51 单片机的一些不足。

第 4 章内容主要讲解的是：中断和中断源概念、80C51 的中断逻辑和中断功能及其应用技术；定时器中断和外部引脚中断的应用实例；引申了中断源的扩充方法、触键中断的实现方法等。

第 5 章内容主要讲解的是：串行通信的基本概念、80C51 单片机的通用同步/异步接收/发送器串行通信接口结构及其应用技巧和应用实例。

第 6 章内容主要讲解的是：总线和并行总线概念、80C51 单片机的并行总线接口，以及并行总线扩展技术；利用 74 系列通用器件扩展 I/O 端口、利用 81C55 专用器件扩展 I/O 端口和定时器的方法和实例。

第 7 章内容主要讲解的是：复位源、复位操作和复位状态的概念，以及复位源设计与复位源扩充技术；在经典 80C51 上实现欠压复位、看门狗复位、非法地址复位、软件复位，及其复位标志位设置和应用的新技术。

第 8 章内容主要讲解的是：单片机应用系统时钟源的选择和设计技术、系统电源的规划和设计技术、系统节电模式的选择和唤醒方式。

第 9 章内容主要讲解的是：单片机片载 FLASH 程序存储器的烧写编程技术和保护手段；系统地介绍了传统的并行编程机制和新兴的串行编程机制；详细地剖析了 SPI 串口编程和 UART 串口编程的性能特点；深刻分析了 ISP 编程技术和 IAP 编程技术的实现机理和异同比较。

本书的编写目标

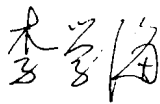
努力追求“从入门到提高、从知识到技能”平滑上升的学习效果；不仅能“授人以鱼”，而且更能“授人以渔”；不仅传授单片机知识，而且更注重教会开发方法和应用技巧；不仅可以提高理论水平，而且更侧重强化将所学知识转化为实际工作的能力；力图实现将每一

位有志于迈进单片机王国的外行人，培养成既懂单片机知识，又能掌握基于单片机的智能电子产品开发技能的内行人。为了达到这一目标，除了恰当的引导和正确的学习方法之外，当然也离不开读者的自身努力。“兴趣是最好的老师！”作者深信这个哲理。培养读者的学习兴趣比传授知识更重要。一旦帮助读者树立起浓厚的学习兴趣和强烈的求知欲望，就很可能达到令人受益终生的特殊效果，这也应该是每一位教育工作者追求的最高境界！

特别说明与致谢

在本书写作过程中，得到了清华大学出版社的资深编辑钟志芳女士、机械科学研究院刘治山高级工程师、河北师范大学苑冰教授、美国霍普金斯大学王友发博士、武警石家庄指挥学院有线通信教研室杨聪先生、河北鑫恒翌科有限公司宋庆国工程师、北京中芯优电公司蒙洋硕士、《无线电》资深编辑房桦女士、凌阳公司的李兆伟工程师等专家学者们的大力支持和热情鼓励，在此一并深表诚挚的谢意！另外，参与本书撰写的还有高凌燕、孙群中、李莉、杨涛、李建良、蒙洋、董丹、王晓超、冯伟伟、常虎、康浩、吴文燕、胡红霞、张宁、池俭、李学英、王友才、范俊海、李学峰、王友发、李学凤、蔡永泽、张磊、马秀丽、王孝丽、李治存、邓振宾、李晶鑫、曹艳、芦小菊、董宁、王雪、柳艳明、何富、王培、霍兴、马士学、宋峰、王何英、梁帅、葛瑞雪、谷月明、杨琳、李茹、李晗羽、李子杨等。

单片机的学习、应用与开发是一个环节多、实践性强的循序渐进过程，在整个学习和实践过程中所用到的各种软件和硬件辅助工具种类也较多。如果读者在学习和实践过程中遇到什么困难可以与我们联系，作者愿意在自己的能力范围之内帮助解决或者协调解决。80C51 族系 8 位单片机阵容庞大，兼容型号繁多，生产厂家众多，堪称世界之最。由于它不仅资料庞杂而且有些技术过时，需要认真梳理、精挑细选甚至亲手验证，加之作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读友不吝赐教。



E-mail:lixuehai@tom.com

2011 年 12 月 1 日

目 录

第 1 章 形形色色的人机界面器件及其功能特点	1
1.1 概述.....	1
1.1.1 人机界面器件的作用	1
1.1.2 人机界面器件的类型	1
1.2 静态类输入器件.....	2
1.2.1 拨码开关	2
1.2.2 拨动开关	3
1.2.3 钮子开关和船形开关	4
1.2.4 按键自锁开关（按键开关）	4
1.2.5 拨盘开关	5
1.2.6 琴键开关和波段开关	5
1.2.7 跳线开关	6
1.3 动态类输入器件.....	7
1.3.1 轻触开关（按钮开关）	7
1.3.2 微动开关	9
1.3.3 薄膜开关	9
1.3.4 导电橡胶开关	10
1.3.5 水银开关	10
1.3.6 振动开关	11
1.3.7 铁磁开关	11
1.3.8 霍尔开关	12
1.3.9 磁控开关	13
1.3.10 角度开关	14
1.3.11 温控开关	14
1.3.12 光敏开关	15
1.3.13 反射式光电检测开关	15
1.3.14 透射式光电检测开关	17
1.3.15 一体化红外遥控信号接收头	18
1.3.16 音频输入和声控开关	19
1.4 视觉类输出器件.....	20
1.4.1 分立式发光二极管 LED.....	20
1.4.2 LED 数码管	23

1.4.3	LED 点阵模块.....	24
1.4.4	LCD 液晶显示器	25
1.4.5	基于 HD44780 的字符点阵式 LCD 模块.....	28
1.4.6	钨丝类信号指示灯	38
1.5	听觉类输出器件.....	39
1.5.1	压电蜂鸣器	39
1.5.2	电磁蜂鸣器	40
1.5.3	动圈式扬声器	41
1.5.4	讯响器和报警器	42
1.6	动作类输出器件.....	42
1.6.1	小型继电器	42
1.6.2	直流马达	44
1.6.3	步进马达	45
第 2 章	常用人机界面器件的接口技术	48
2.1	开关类输入器件的接口方法和设计技巧.....	48
2.1.1	拨码开关	48
2.1.2	跳线开关	49
2.1.3	单列式按键开关	50
2.1.4	阵列式按键开关	58
2.2	LED 类输出器件的接口方法和设计技巧	73
2.2.1	分立 LED 的驱动.....	73
2.2.2	LED 数码管静态驱动方式.....	75
2.2.3	LED 数码管动态驱动方式.....	79
2.2.4	LED 点阵模块动态驱动方式.....	86
2.3	LED 数码管和按键开关组合接口方法和设计技巧	89
2.3.1	利用通用器件 74HC164 和 PCF8574/A.....	89
2.3.2	利用专用器件 HD7279A.....	90
2.4	字符型 LCD 模块接口方法和设计技巧.....	95
2.4.1	8 位并行接口方法	95
2.4.2	4 位并行接口方法	101
2.4.3	UART 异步串行接口方法.....	107
2.4.4	UART 同步串行接口方法.....	108
2.5	音响输出接口方法和设计技巧.....	108
2.5.1	压电蜂鸣器的驱动	109
2.5.2	自带音源电磁蜂鸣器的驱动	110
2.5.3	无音源电磁蜂鸣器的驱动	110

第 3 章 定时器/计数器及其应用开发技术.....	112
3.1 定时器/计数器模块的基本用途.....	112
3.2 80C51 中定时器/计数器 T0 和 T1 的特性	113
3.3 定时器/计数器 T0 和 T1 相关的寄存器.....	114
3.4 T0 和 T1 模块的电路结构和工作原理.....	116
3.4.1 循环累加计数寄存器	117
3.4.2 脉源选择电路	117
3.4.3 脉源控制电路	118
3.5 定时器/计数器的 4 种工作方式.....	119
3.5.1 方式 1 (16 位计数寄存器)	119
3.5.2 方式 0 (13 位计数寄存器)	120
3.5.3 方式 2 (8 位自动重装载计数寄存器)	121
3.5.4 方式 3 (2×8 位计数寄存器)	121
3.6 定时器/计数器模块的应用举例.....	123
3.6.1 用作硬件定时器的编程方法	123
3.6.2 用作硬件计数器的编程方法	129
3.6.3 输入捕捉功能的实现方法	133
3.6.4 输出比较功能的实现方法	138
3.6.5 脉宽调制功能的实现方法	141
3.6.6 定时器 T0 一分为二的应用方法.....	144
第 4 章 中断功能及其应用技巧.....	147
4.1 中断的基本概念.....	147
4.2 80C51 的中断源和中断逻辑.....	149
4.2.1 中断源	149
4.2.2 中断逻辑	149
4.2.3 中断优先级	150
4.3 中断相关的寄存器.....	151
4.4 中断处理.....	153
4.4.1 中断功能的编程方法	153
4.4.2 中断响应的延迟时间	156
4.4.3 需要注意的一些问题	157
4.5 中断功能的应用举例.....	158
4.5.1 定时器/计数器溢出中断的编程方法和应用技巧	158
4.5.2 外部引脚中断的编程方法和应用技巧.....	164
4.6 外部中断的扩充方法和设计技巧.....	170
4.6.1 用 T0 和 T1 外部脉冲源的扩展法.....	171

4.6.2 用并行端口扩展法（触键中断功能的实现）	175
第 5 章 串行接口及其应用技巧	181
5.1 串行通信的基本概念	181
5.1.1 串行通信的两种基本方式	182
5.1.2 串行通信中数据传送方向	183
5.1.3 串行通信中的控制方式	184
5.1.4 串行通信中的码型、编码方式和帧结构	185
5.1.5 串行通信中的检错和纠错方式	186
5.1.6 串行通信组网方式	187
5.1.7 串行通信接口电路和参数	189
5.1.8 串行通信的传输速率	191
5.1.9 串行通信协议	192
5.2 80C51 片内通用同步/异步收/发器 USART 模块	193
5.2.1 USART 模块相关的寄存器	195
5.2.2 USART 模块的电路结构	197
5.2.3 波特率发生器	198
5.2.4 USART 模块的工作原理	201
5.2.5 多机通信的实现原理	205
5.2.6 UART 接口的扩充方法和设计技巧	208
5.3 USART 模块的应用举例	209
5.3.1 双机异步通信的编程方法和设计技巧	210
5.3.2 多机异步通信的编程方法和设计技巧	224
5.3.3 同步串口扩展外围器件的编程方法和设计技巧	228
第 6 章 并行总线、并行总线接口与并行总线扩展技术	235
6.1 并行总线概念	235
6.1.1 数据总线	236
6.1.2 地址总线	236
6.1.3 控制总线	236
6.2 并行总线接口	237
6.3 并行总线扩展技术	238
6.3.1 扩展外部程序存储器	238
6.3.2 扩展外部数据存储器	243
6.3.3 扩展并行 I/O 端口	248
6.3.4 几点补充说明	256
第 7 章 复位源、复位源设计与复位源扩充技术	259
7.1 80C51 的工作状态及其状态迁移	259

7.2 复位源、复位操作和复位状态	260
7.2.1 什么叫复位源	260
7.2.2 复位操作有哪些具体内容	261
7.2.3 复位状态有哪些具体表现	262
7.2.4 几点补充说明	262
7.3 上电复位与复位延时	262
7.3.1 上电复位时序	263
7.3.2 上电延时复位电路设计	264
7.4 人工复位与复位电路	266
7.4.1 人工复位时序	266
7.4.2 人工复位电路设计	267
7.5 欠压检测、欠压复位与欠压中断	267
7.5.1 什么叫电源电压跌落	268
7.5.2 电源跌落会带来哪些具体危害	268
7.5.3 欠压复位电路及其设计	268
7.5.4 欠压检测门限的选定	270
7.5.5 欠压中断的设计	271
7.5.6 几点补充说明	273
7.6 如何外扩电压检测专用芯片	273
7.7 看门狗与看门狗复位	277
7.7.1 为何配备看门狗	278
7.7.2 程序失控的原因、后果和恢复	278
7.7.3 看门狗电路结构与工作原理	280
7.7.4 几点补充说明	281
7.8 如何为 80C51 增设看门狗	282
7.9 3 种非常规复位源扩充技术	287
7.10 各种复位方式的汇总归纳	292
7.11 复位标志的设置和应用	293
第 8 章 时钟源和电源的设计及节电技术	298
8.1 系统时钟源设计	298
8.1.1 自建时钟源	298
8.1.2 外引时钟源	300
8.1.3 时钟振荡器原理分析	302
8.1.4 时钟源电路的设计考虑	306
8.2 系统电源设计	308
8.2.1 电源的获取方式和统筹规划	308
8.2.2 稳压电源的电路设计	309

8.2.3 芯片电源引脚特点和抗干扰措施	314
8.3 节电技术（睡眠与唤醒）	315
8.3.1 节电技术背景和概念	315
8.3.2 停机模式（PD 模式）	317
8.3.3 待机模式（IDL 模式）	321
8.3.4 节电模式下的引脚降耗安排	328
第 9 章 片载程序存储器烧写技术和保护手段	330
9.1 兼容 80C51 单片机编程的背景知识	330
9.1.1 编程概念和编程工具	330
9.1.2 芯片内部的编程逻辑	332
9.1.3 80C51 的程序保护机制	333
9.1.4 芯片标记字节	336
9.2 传统的离线式并行编程技术	337
9.3 新兴的在线式串行编程技术——经单片机 SPI 接口	340
9.4 新兴的在线式串行编程技术——经单片机 UART 接口	346
9.5 SPI 和 UART 串行编程的对比	357
9.6 ISP 和 IAP 编程技术简介与对比	359
9.6.1 在系统内编程技术	359
9.6.2 在应用中编程技术	359
9.6.3 ISP 和 IAP 编程技术的对比	360
参考文献	361
附录 A 多功能 8 位 7 段 LED 数码管驱动器 MAX7219/MAX7221	364
A.1 主要技术特点	364
A.2 引脚排列和引脚功能	365
A.3 内部结构	366
A.4 功能描述	366
附录 B 64 键矩阵键盘+8 位 LED 数码管管理器 HD7279A	373
B.1 HD7279A 的封装形式	373
B.2 HD7279A 的引脚功能	374
B.3 HD7279A 的控制指令	375
B.4 HD7279A 的串行接口信号时序	379
附录 C 多功能单片机外围接口芯片 8155	381
C.1 8155 的性能特点	381
C.2 8155 的内部结构和封装形式	381

C.3	8155 的引脚功能	382
C.4	8155 的寄存器地址分配	383
C.5	8155 的寄存器功能简介	383
C.6	8155 与 80C51 对接的典型电路	386
附录 D	电压检测器 HT70XX 系列专用芯片	387
D.1	封装形式和引脚功能	387
D.2	内部结构和工作原理	387
D.3	选型参考	388
D.4	电气参数	389
D.5	应用举例	392
附录 E	带延时复位功能的电源监控器 MAX809/810	393
E.1	概述	393
E.2	内部结构和引脚功能	393
E.3	功能说明	394
E.4	特性参数和时序图	394
E.4.1	选型	394
E.4.2	极限参数	395
E.4.3	电气参数	395
E.5	应用举例	397
附录 F	带延时和人工复位的电源监控器 MAX811/812	398
F.1	概述	398
F.2	内部结构和引脚功能	398
F.3	功能说明	399
F.3.1	电源引起的复位	399
F.3.2	人工复位输入	400
F.4	特性参数和时序图	400
F.4.1	选型	400
F.4.2	极限参数	400
F.4.3	电气参数	401
F.5	应用举例	403
附录 G	带延时、人工复位及电源故障检测的电压监测器 MAX707/708	404
G.1	概述	404
G.2	内部结构和引脚功能	404
G.3	功能说明	405
G.3.1	RESET/ $\overline{\text{RESET}}$ 操作	405

G3.2 人工复位	406
G3.3 电源故障比较器	406
G4 电气参数和时序图	406
G4.1 极限参数	406
G4.2 电气参数	407
G5 应用举例	408
附录 H 多功能系统监控器 DS1232	409
H.1 概述	409
H.2 内部结构和引脚功能	409
H.3 工作原理	411
H.3.1 电源故障检测	411
H.3.2 人工复位	411
H.3.3 看门狗定时器	411
H.4 电气参数和时序图	411
H.4.1 极限参数	411
H.4.2 电气参数	412
H.5 应用举例	412
附录 I 多功能单片机监控器 MAX705/706/813L	414
I.1 概述	414
I.2 内部结构和引脚功能	415
I.3 功能说明	416
I.3.1 RESET/ $\overline{\text{RESET}}$ 操作	416
I.3.2 看门狗定时器	417
I.3.3 人工复位	417
I.3.4 电源失常比较器	417
I.4 电气参数和时序图	418
I.4.1 极限参数	418
I.4.2 电气参数	418
I.5 典型应用实例	420

第 1 章 形形色色的人机界面器件 及其功能特点

作为单片机初学者、刚刚起步的电子爱好者或在校学生，往往非常短缺的是实际动手能力和实践经验。这其中就包括对于门类繁多、浩如烟海、林林总总的电子元器件的认识、选购和应用经验。本书设置一些相关的专题章节，在力所能及的范围内，尽可能多地为读者弥补与单片机应用开发相关的电子器件方面的常识和经验。

1.1 概 述

本章计划仅以既常见常用又廉价易购的，还比较适合初学者上手实践的几种人机界面器件为例，来讲解它们的基本结构和工作原理，以便后续介绍它们与 80C51 系列单片机的接口方法和设计技巧。

1.1.1 人机界面器件的作用

实质上，机器、仪器、电器、计算机等电子设备或电子系统，统统都是为我们服务的工具而已。如果想让它们为我们提供更周到、更准确的服务，就应该把我们的意图或命令传递给它们，在它们完成规定的任务后再把结果反馈给我们。因此，实现人机交互或人机通信的界面是必不可少的。

所谓“人机界面”就是人和机器之间对话的窗口、交互的接口、交换信息的途径。实现人机界面的电子元器件有许多种类、形态、方式、机理，其共同追求的目标应该是方便、实用、适用、可靠、廉价、小巧、轻便、美观。

1.1.2 人机界面器件的类型

用来实现人机界面功能的器件又可以分为两大类，即输入类器件和输出类器件。

- ◇ 输入类器件：这是一类在单片机应用系统的工作过程中，为了实现由操作人员向机器发布命令，输入逻辑信号的器件——（前向/上行）逻辑信号输入器件。输入类器件又可以细分为静态类输入器件和动态类输入器件等。
- ◇ 输出类器件：这是一类在单片机应用系统的工作过程中，为了实现由机器向操作人员反馈信息，输出逻辑信号的器件——（后向/下行）逻辑信号输出器件。输出类器件又可以细分为视觉类输出器件和听觉类输出器件等。

1.2 静态类输入器件

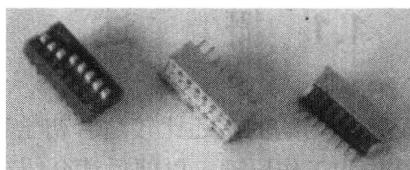
电子设备中应用的静态类输入器件的类型有拨码开关、拨动开关、钮子开关和船形开关、按键自锁开关、拨盘开关、琴键开关、波段开关、跳线开关等。

1.2.1 拨码开关

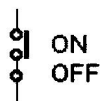
如图 1.1 所示是拨码开关的顶视图、实物图片及电气符号。拨码开关有多种组件式的结构形式可供选择，例如，把 2~10 个不同个数的微型开关并列封装在一起。这种开关属于单刀单掷（SPST）型的静态开关，其引脚为双列直插式封装（DIP），与 DIP 封装集成电路器件兼容，具有体积小、重量轻、电路板（PCB）布局方便等优点。



(a) 顶视图



(b) 实物图片



(c) 电气符号

图 1.1 拨码开关

如图 1.2~图 1.5 所示是由慈溪东威电子有限公司生产的系列化拨码开关产品，内含开关个数从 2~10 都有，颜色上有红色、蓝色、黑色，样式上有卧式、立式、IC 式，焊装方式上有贴装和直插。

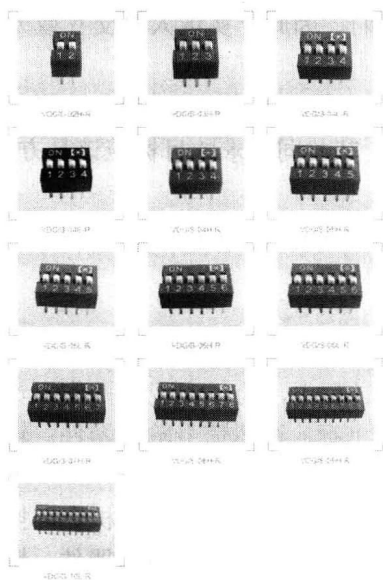


图 1.2 拨码开关系列产品

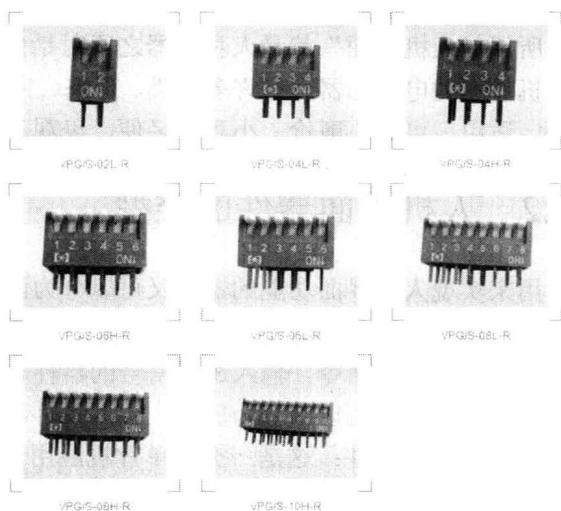


图 1.3 立式拨码开关系列产品

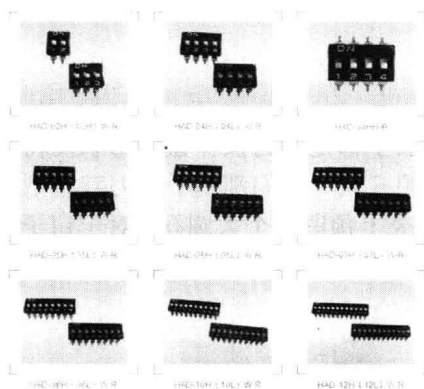


图 1.4 (贴装) IC 式拨码开关系列产品

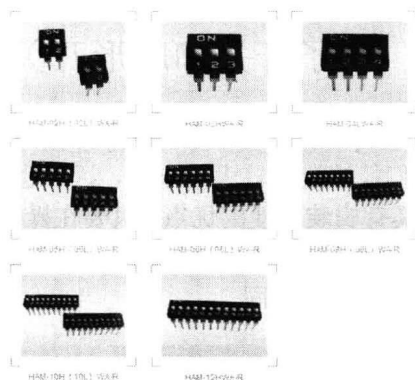
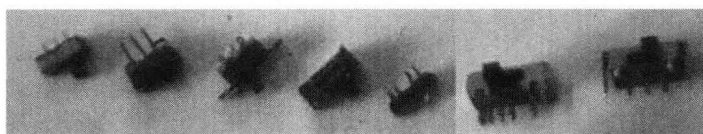


图 1.5 (直插) IC 式拨码开关系列产品

1.2.2 拨动开关

如图 1.6 所示是几种不同外观形式和结构类型的拨动开关。最简单的拨动开关是单联 3 脚式的, 它属于单刀双掷 (SPDT) 型的静态开关; 也有 2 联 (或 4 联) 多脚式的, 它属于双刀 (或 4 刀) 双掷型的静态开关。拨动开关有的适合焊装到电路板上, 有的适合固定到机器操作面板上 (其设计了固定螺丝孔)。图 1.6 (b) 所示是单联结构的电气符号。这种开关常用于电话机拨号方式设置、便携式 USB 接口存储器 (俗称 U 盘) 的写保护设置、电子玩具、工业设备、电子电器、维修设备、实验设备、电子仪器仪表等。



(a) 实物图片



(b) 电气符号

图 1.6 拨动开关

如图 1.7 所示是深圳华泰兴电子有限公司生产的拨动开关系列产品。



图 1.7 拨动开关系列产品