



高职高专电子类专业“十二五”规划教材

单片机应用技术 项目式教程

DANPIANJIYINGYONGJISHUXIANGMUSHIJIAOCHENG


GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主编 郭稳涛

主审 杨翠明



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

 高职高专电子类专业“十二五”规划教材

单片机应用技术 项目式教程

DANPIANJIYINGYONGJISHUXIANGMUSHIJIAOCHENG

GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主 编 郭稳涛

副主编 肖利平 周钦河

主 审 杨翠明

编写人员（以姓氏笔划为序）

肖利平 周钦河 郭稳涛 蒋贤海



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术项目式教程/郭稳涛主编. —长沙:中南大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5487-0557-4

I. 单... II. 郭... III. 单片微型计算机—高等学校—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第147883号

单片机应用技术项目式教程

郭稳涛 主编

-
- 责任编辑 陈应征
 责任印制 文桂武
 出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482
 印 装 长沙市宏发印刷厂

-
- 开 本 787×1092 1/16 印张 11.75 字数 293千字
 版 次 2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷
 书 号 ISBN 978-7-5487-0557-4
 定 价 25.00元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

本教材的编写主要围绕高职院校培养高端技能型专门人才、加强技术应用能力培养为目的,以技能目标、技术应用能力为主线,突出了应用性和针对性,强化了实践能力的培养。在内容组织上,以项目引领,采用任务驱动的形式,介绍了单片机应用知识。软硬件的结合,知识点和技能点的结合,既实现了知识的全面性和连贯性,又做到了理论与实践的融会贯通,体现了高职教改特色。

全书以 MCS-51 系列单片机为对象,以 Proteus 软件和 Keil C51 软件作为教学、设计开发平台,以实际应用中常见的单片机系统实例为项目引入教学,强调学生主体动手参与,且侧重于单片机技术的应用。全书分为九个模块:模块一为单片机概述;模块二为 MCS-51 单片机硬件结构;模块三为单片机开发系统;模块四为单片机的程序设计;模块五为单片机的中断系统;模块六为单片机的定时/计数器;模块七为单片机的接口电路;模块八为单片机的串行通信技术;模块九为单片机 C51 程序设计。整个内容由 11 个项目贯穿:单灯闪烁、简单流水灯控制、延时控制彩灯闪烁、彩灯按键控制、LED 定时闪烁控制、秒表的设计、简易波形发生器的设计、简易数字电压表的设计、双机通信、多机通信和 C51 程序设计,同时给出了各项目相应的参考电路原理图和源程序。

本书由湖南机电职业技术学院郭稳涛老师担任主编,湖南机电职业技术学院杨翠明教授担任主审,湖南机电职业技术学院肖利平老师和广东水利电力职业技术学院周钦河老师担任副主编。郭稳涛老师编写了模块一至模块五,肖利平老师编写了模块八、模块九,周钦河老师编写了模块六,广东水利电力职业技术学院蒋贤海编写了模块七。全书由郭稳涛老师统稿。

本书可作为高职院校学生学习单片机原理与应用的教材或辅助教材,也可以供其他电子技术或嵌入式系统设计爱好者使用。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请专家和读者对本书提出批评和建议。

目 录

模块一 单片机概述	(1)
1.1 单片机简介	(1)
1.2 单片机的发展概述	(2)
1.3 单片机的应用领域	(3)
1.4 单片机的发展趋势	(4)
本章思考题	(4)
模块二 MCS-51 单片机硬件结构	(5)
【项目引入】单灯闪烁	(5)
一、任务目的	(5)
二、任务描述	(5)
【技术准备】	(5)
2.1 MCS-51 单片机内部结构及原理	(5)
2.1.1 MCS-51 单片机的引脚及内部结构	(5)
2.1.2 MCS-51 单片机的内部数据存储器	(8)
2.1.3 MCS-51 单片机的内部程序存储器	(14)
2.1.4 MCS-51 单片机的并行端口结构	(15)
2.2 时钟电路与复位电路	(17)
2.2.1 时钟电路与时序	(18)
2.2.2 单片机的复位电路	(20)
2.3 单片机的工作过程	(21)
【任务实施】	(21)
【知识梳理与总结】	(23)
练习题	(23)
模块三 单片机开发系统	(25)
【项目引入】简单流水灯控制	(25)
一、任务目的	(25)
二、任务描述	(25)
【技术准备】	(25)
3.1 Keil C51 软件的使用	(25)

3.1.1	认识 Keil C 软件	(25)
3.1.2	Keil C 软件的安装	(26)
3.1.3	Keil C μ Vision2 功能	(30)
3.1.4	Keil C 的基本操作	(31)
3.2	Proteus 软件使用	(38)
3.2.1	进入 Proteus ISIS	(39)
3.2.2	工作界面	(39*)
3.2.3	基本操作	(39)
3.2.4	绘图主要操作	(45)
3.2.5	电路图线路的绘制	(47)
3.2.6	模拟调试	(48)
3.2.7	菜单命令简述	(50)
	【任务实施】	(53)
	【知识梳理与总结】	(55)
模块四	单片机的程序设计	(56)
	【项目引入】延时控制彩灯闪烁	(56)
	一、任务目的	(56)
	二、任务描述	(56)
	【技术准备】	(56)
4.1	MCS-51 指令格式及寻址方式	(56)
4.1.1	指令的格式	(56)
4.1.2	指令符号	(57)
4.1.3	指令的寻址方式	(57)
4.2	MCS-51 指令系统	(60)
4.2.1	数据传送类指令	(60)
4.2.2	算术运算类指令	(61)
4.2.3	逻辑运算与移位类指令	(62)
4.2.4	控制转移类指令	(64)
4.2.5	位操作类指令	(71)
	【任务实施】	(73)
	【知识梳理与总结】	(75)
	练习题	(75)
模块五	单片机的中断系统	(77)
	【项目引入】彩灯按键控制	(77)
	一、任务目的	(77)
	二、任务描述	(77)
	【技术准备】	(77)

5.1 中断的概念	(77)
5.2 中断的特点	(78)
5.3 中断源和中断标志	(79)
5.4 中断处理过程	(82)
【任务实施】	(85)
【知识梳理与总结】	(87)
练习题	(88)
模块六 单片机的定时/计数器	(90)
【项目引入】LED 定时闪烁控制	(90)
一、任务目的	(90)
二、任务描述	(90)
【技术准备】	(90)
6.1 单片机定时/计数器的结构	(90)
6.1.1 定时/计数器组成框图	(90)
6.1.2 定时/计数器工作原理	(90)
6.1.3 定时/计数器的方式寄存器和控制寄存器	(91)
6.2 定时/计数器的工作方式	(91)
6.2.1 方式0	(93)
6.2.2 方式1	(93)
6.2.3 方式2	(94)
6.2.4 方式3	(94)
【任务实施】	(95)
【知识梳理与总结】	(98)
练习题	(99)
模块七 单片机的接口电路	(101)
【项目1 引入】秒表的设计	(101)
一、任务目的	(101)
二、任务描述	(101)
【技术准备】	(101)
7.1.1 LED 接口原理	(101)
7.1.2 键盘接口原理	(103)
7.1.3 独立式按键	(104)
7.1.4 矩阵式按键	(104)
【任务实施】	(105)
【知识梳理与总结】	(109)
【项目2 引入】简易波形发生器的设计	(110)
一、任务目的	(110)

二、任务描述·····	(110)
【技术准备】·····	(110)
7.2.1 D/A 转换的技术指标·····	(110)
7.2.2 典型 D/A 转换器芯片 DAC0832·····	(111)
7.2.3 单缓冲方式的接口与应用·····	(112)
7.2.4 双缓冲方式的接口与应用·····	(113)
【任务实施】·····	(114)
【知识梳理与总结】·····	(116)
【项目3引入】简易数字电压表的设计·····	(117)
一、任务目的·····	(117)
二、任务描述·····	(117)
【技术准备】·····	(117)
7.3.1 A/D 转换的技术指标·····	(117)
7.3.2 典型 A/D 转换器芯片 ADC0809·····	(118)
7.3.3 MCS-51 单片机与 ADC0809 接口·····	(119)
【任务实施】·····	(121)
【知识梳理与总结】·····	(125)
练习题·····	(126)
模块八 单片机的串行通信技术 ·····	(127)
【项目1引入】双机通信·····	(127)
一、任务目的·····	(127)
二、任务描述·····	(127)
【技术准备】·····	(127)
8.1.1 串行通信基础·····	(127)
8.1.2 80C51 串行口介绍·····	(130)
8.1.3 80C51 串行口工作方式·····	(132)
8.1.4 串行通信应用——双机通信·····	(135)
【任务实施】·····	(136)
【知识梳理与总结】·····	(139)
【项目引入】多机通信·····	(139)
一、任务目的·····	(139)
二、任务描述·····	(139)
【技术准备】·····	(139)
8.2.1 多机通信系统介绍·····	(140)
8.2.2 多机通信原理·····	(140)
【任务实施】·····	(141)
【知识梳理与总结】·····	(150)
练习题·····	(150)

模块九 单片机 C51 程序设计	(152)
【项目引入】C51 程序设计	(152)
一、任务目的	(152)
【技术准备】	(152)
9.1 C51 程序的构成	(152)
9.2 C51 的数据结构	(153)
9.3 C51 的运算符	(159)
9.4 C51 的函数	(161)
9.5 C51 的编译预处理	(164)
9.6 C51 应用举例	(166)
【知识梳理与总结】	(172)
练习题	(172)
附录一 MCS-51 指令系统表	(174)
附录二 ASC II 码表	(179)
参考文献	(180)

模块一 单片机概述

1.1 单片机简介

单片机是一种集成电路芯片。它采用超大规模技术将具有数据处理能力的微处理器(CPU)、存储器(含程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM)、输入、输出接口电路(I/O 接口)集成在同一块芯片上,构成一个既小巧又很完善的计算机硬件系统,在单片机程序的控制下能准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。所以说,一片单片机芯片就具有了组成计算机的全部功能。

由此来看,单片机有着一般微处理器(CPU)芯片所不具备的功能,它可单独地完成现代工业控制所要求的智能化控制功能,这是单片机最大的特征。

然而单片机又不同于单板机(一种将微处理器芯片、存储器芯片、输入输出接口芯片安装在同一块印制电路板上的微型计算机),单片机芯片在没有开发前,它只是具备功能极强的超大规模集成电路,如果对它进行应用开发,它便是一个小型的微型计算机控制系统,但它与单板机或个人电脑(PC 机)有着本质的区别。

单片机的应用属于芯片级应用,需要用户(单片机学习者与使用者)了解单片机芯片的结构和指令系统以及其他集成电路应用技术和系统设计所需要的理论和技术,用这样特定的芯片设计应用程序,从而使该芯片具备特定的功能。

不同的单片机有着不同的硬件特征和软件特征,即它们的技术特征均不尽相同,硬件特征取决于单片机芯片的内部结构,用户要使用某种单片机,必须了解该型产品是否满足需要的功能和应用系统所要求的特性指标。这里的技术特征包括功能特性、控制特性和电气特性等等,这些信息需要从生产厂商的技术手册中得到。软件特征是指指令系统特性和开发支持环境,指令特性即我们熟悉的单片机的寻址方式,数据处理和逻辑处理方式,输入输出特性及对电源的要求等等。开发支持的环境包括指令的兼容及可移植性,支持软件(包含可支持开发应用程序的软件资源)及硬件资源。要利用某型号单片机开发自己的应用系统,掌握其结构特征和技术特征是必需的。

单片机控制系统能够取代以前利用复杂电子线路或数字电路构成的控制系统,可以以软件控制来实现,并能够实现智能化,现在单片机控制范畴无所不在,例如通信产品、家用电器、智能仪器仪表、过程控制和专用控制装置等等,单片机的应用领域越来越广泛。

诚然,单片机的应用意义远不限于它的应用范畴或由此带来的经济效益,更重要的是它已从根本上改变了传统的控制方法和设计思想,是控制技术的一次革命,是一座重要的里程碑。

1.2 单片机的发展概述

从1946年第一台电子计算机诞生至今,依靠微电子技术和半导体技术的进步,从电子管——晶体管——集成电路——大规模集成电路,使得计算机体积更小,功能更强。特别是近20年时间里,计算机技术获得飞速的发展,计算机在工农业、科研、教育、国防和航空航天领域获得了广泛的应用,计算机技术已经是一个国家现代科技水平的重要标志。

单片机诞生于20世纪70年代,如Fairchild公司研制的F8单片微型计算机。所谓单片机是利用大规模集成电路技术把中央处理单元(Center Processing Unit, CPU)和数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM)及其他I/O通信口集成在一块芯片上,构成一个最小的计算机系统。而现代的单片机则加上了中断单元、定时单元及A/D转换等更复杂、更完善的电路,使得单片机的功能越来越强大,应用更广泛。

20世纪70年代,微电子技术正处于发展阶段,集成电路属于中规模发展时期,各种新材料新工艺尚未成熟,单片机仍处在初级发展阶段,元件集成规模还比较小,功能比较简单,一般均把CPU、RAM以及一些简单的I/O口集成到芯片上,像Fairchild公司就属于这一类型,它还需配上外围的其他处理电路才能构成完整的计算系统。类似的单片机还有Zilog公司的Z80微处理器。

1976年INTEL公司推出了MCS-48单片机,这个时期的单片机才是真正的8位单片微型计算机,并推向市场。它以体积小、功能全、价格低赢得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展史上重要的里程碑。

在MCS-48的带领下,其后,各大半导体公司相继研制和发展了自己的单片机,像Zilog公司的Z8系列。到了20世纪80年代初,单片机已发展到了高性能阶段,像INTEL公司的MCS-51系列, Motorola公司的6801和6802系列, Rokwell公司的6501及6502系列等等,此外,日本著名的电气公司NEC和HITACHI都相继开发了具有自己特色的专用单片机。

20世纪80年代,世界各大公司均竞相研制出品种多功能强的单片机,约有几十个系列,300多个品种,此时的单片机均属于真正的单片化,大多集成了CPU、RAM、ROM、数目繁多的I/O接口、多种中断系统,甚至还有一些带A/D转换器的单片机,功能越来越强大, RAM和ROM的容量也越来越大,寻址空间甚至可达64kB,可以说,单片机发展到了一个全新阶段,应用领域更广泛,许多家用电器均走向利用单片机控制的智能化发展道路。

1982年以后,16位单片机问世,代表产品是INTEL公司的MCS-96系列,16位单片机比起8位机,数据宽度增加了一倍,实时处理能力更强,主频更高,集成度达到了12万只晶体管, RAM增加到了232字节, ROM则达到了8kB,并且有8个中断源,同时配置了多路的A/D转换通道,高速的I/O处理单元,适用于更复杂的控制系统。

20世纪90年代以后,单片机获得了飞速的发展,世界各大半导体公司相继开发了功能更为强大的单片机。美国Microchip公司发布了一种完全不兼容MCS-51的新一代PIC系列单片机,引起了业界的广泛关注,特别是它的产品只有33条精简指令集吸引了不少用户,使人们从INTEL的111条复杂指令集中走出来。PIC单片机获得了快速的发展,在业界中占有一席之地。

随后更多的单片机种类蜂拥而至, Motorola公司相继发布了MC68HC系列单片机,日本的几个著名公司都研制出了性能更强的产品,但日本的单片机一般均用于专用系统控制,而

不像 INTEL 等公司投放到市场形成通用单片机。例如 NEC 公司生产的 uCOM87 系列单片机, 其代表作 uPC7811 是一种性能相当优异的单片机。Motorola 公司的 MC68HC05 系列以其高速低价等特点赢得了不少用户。

Zilog 公司的 Z8 系列产品代表作是 Z8671, 内含 BASIC Debug 解释程序, 极大地方便了用户。而美国国家半导体的 COP800 系列单片机则采用先进的哈佛结构。ATMEL 公司则把单片机技术与先进的 Flash 存储技术完美地结合起来, 推出了性能相当优越的 AT89 系列单片机。包括中国的台湾 HOLTEK 和 WINBOND 等公司也纷纷加入了单片机发展行列, 凭着它们廉价的优势, 取得了一定的市场。

1990 年美国 INTEL 公司推出 80960 超级 32 位单片机, 引起了计算机界的轰动, 产品相继投放市场, 成为单片机发展史上又一个重要的里程碑。

此期间, 单片机园地里, 单片机品种异彩纷呈, 争奇斗艳。有 8 位、16 位甚至 32 位机, 但 8 位单片机仍以它的价格低廉、品种齐全、应用软件丰富、支持环境充分、开发方便等特点而占着主导地位。而 INTEL 公司凭着其雄厚的技术、性能优越的机型和良好的基础, 目前仍是单片机的主流产品。只不过是到了 20 世纪 90 年代中期, INTEL 公司忙着开发个人电脑微处理器, 已没有足够的精力继续发展自己创导的单片机技术, 而由 PHILIPS 等公司继续发展 C51 系列单片机。

1.3 单片机的应用领域

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域, 大致可以将其应用领域分为如下几个范畴。

(1) 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点, 广泛应用于仪器仪表中, 结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化, 且功能比起采用电子或数字电路更加强大, 例如精密的测量设备(功率计, 示波器, 各种分析仪)。

(2) 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统, 与计算机联网构成二级控制系统等。

(3) 在家用电器中的应用

可以这样说, 现在的家用电器基本上都采用了单片机控制, 从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、其他音响视频器材, 再到电子称量设备, 五花八门, 无所不在。

(4) 在计算机网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口, 可以很方便地与计算机进行数据通信, 为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件, 现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制, 从电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信, 再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

(5) 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛, 例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声

诊断设备及病床呼叫系统等等。

此外，单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.4 单片机的发展趋势

可以说单片机现在处于百花齐放、百家争鸣的时期，世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机，从 8 位、16 位到 32 位，数不胜数，应有尽有，有与主流 C51 系列兼容的，也有不兼容的，但它们各具特色，相互补充，为单片机的应用提供了广阔的天地。

纵观单片机的发展过程，可以预示单片机的发展趋势，大致有：

(1) 低功耗 CMOS 化

MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630mW，而现在的单片机普遍都在 100mW 左右，随着对单片机功耗要求越来越低，现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物半导体工艺)。像 80C51 就采用了 HMOS(即高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。CMOS 虽然功耗较低，但由于其物理特征决定了其工作速度不够高，而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点，这些特征，更适合于在要求低功耗(像电池)供电的应用场合。所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

(2) 微型单片化

现在常规的单片机普遍都是将中央处理器(CPU)、随机存取数据存储(RAM)、只读程序存储器(ROM)、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路集成在一块单一的芯片上，增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗)，有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上，这样单片机包含的单元电路更多，功能就越强大。单片机厂商甚至还可以根据用户的要求量身定做，制造出具有自己特色的单片机芯片。

此外，现在的产品普遍要求体积小、重量轻，这就要求单片机除了功能强和功耗低外，还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式，其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎，使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

(3) 主流与多品种共存

现在虽然单片机的品种繁多，各具特色，但仍以 80C51 为核心的单片机占主流，兼容其结构和指令系统的有 PHILIPS 公司的产品，ATMEL 公司的产品和中国台湾的 Winbond 系列单片机。所以 C8051 为核心的单片机占据了半壁江山。而 Microchip 公司的 PIC 精简指令集(RISC)也有着强劲的发展势头，中国台湾的 HOLTEK 公司近年的单片机产量与日俱增，以其低价质优的优势，占据一定的市场份额。此外还有 Motorola 公司的产品，日本几大公司的专用单片机。在一定的时期内，这种情形将得以延续，将不存在某个单片机一统天下的垄断局面，走的是依存互补，相辅相成，共同发展的道路。

练习题

1. 什么是单片机？什么是单片机的硬、软件系统？
2. 单片机的应用领域有哪些？
3. 简述单片机的发展趋势。

模块二 MCS-51 单片机硬件结构

【项目引入】单灯闪烁

一、任务目的

认识 89C51 单片机芯片，学习 Keil 软件的使用方法，熟悉单片机 I/O 口的控制方法。

二、任务描述

用单片机的 P1.0 控制 1 只 LED 灯，使其闪烁，变化时间间隔为 0.2 秒。

【技术准备】

2.1 MCS-51 单片机内部结构及原理

2.1.1 MCS-51 单片机的引脚及内部结构

对于一个单片机应用系统的开发设计者，熟悉并掌握单片机的硬件结构是十分重要的，这里从实际需要出发，只介绍与程序设计和系统扩展应用有关的内容。

MCS-51 系列单片机的典型芯片为 8031、8051、8751。由于 AT89C51 的开发调试使用方便，它又和 MCS-51 系列的软硬件兼容，因此下文就以 AT89C51 芯片(以下简称 89C51)为例，介绍 MCS-51 系列单片机的外部引脚及内部结构。

1. 89C51 的外部引脚

89C51 是标准的 40 引脚双列直插式集成电路芯片，如图 2-1 所示。

按其功能可分为 电源、时钟、控制 和 I/O 接口 四大部分：

(1) 电源引脚

VCC：芯片主电源，外接 +5V；GND：电源地线。

(2) 时钟引脚

XTAL1 与 XTAL2 为内部振荡器的两条引出线。

(3) 控制引脚

① ALE/PROG：地址锁存控制信号/编程脉冲输入端

在扩展系统时，ALE 用于控制把 P0 口输出的低 8 位地址锁存起来，以实现低 8 位地址和数据的隔离，P0 口作为数据地址复用口线。当访问单片机外部程序或数据存储单元或外接 I/O 口时，ALE 输出脉冲的下降沿用于低 8 位地址的锁存信号；即使不访问单

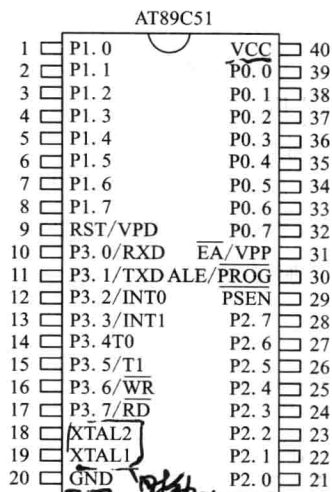


图 2-1 AT89C51 的外部引脚

片机外部程序或数据存储器或外接I/O口, ALE 端仍以晶振频率的 1/6 输出正脉冲信号, 因此可作为外部时钟或外部定时信号使用。但应注意, 此时不能访问单片机外部程序、数据存储器或外设 I/O 接口。ALE 端可以驱动 8 个 TTL 负载。

对于 EEPROM 型单片机(89C51)或 EPROM 型单片机(8751), 在 EEPROM 或 EPROM 编程期间, 该引脚用来输入一个编程脉冲(PROG)。

②PSEN: 片外程序存储器读选通有效信号

在 CPU 向片外程序存储器读取指令和常数时, 每个机器周期 PSEN 两次低电平有效。但在此期间, 每当访问外部数据存储器或 I/O 接口时, 该 PSEN 两次低电平有效信号将不出现。PSEN 端可以驱动 8 个 TTL 负载。

③EA/VPP: 访问程序存储器控制信号/编程电源输入端

当该引脚 EA 信号为低电平时, 只访问片外程序存储器, 不管片内是否有程序存储器; 当该引脚为高电平时, 单片机访问片内的程序存储器。但对 AT89C51 来说, 当 PC(程序计数器)值超出 4K 地址时, 自动转到片外程序存储器 1000H 开始顺序读取指令。

对于 EEPROM 型单片机(89C51)或 EPROM 型单片机(8751), 在 EEPROM 或 EPROM 编程期间, 该引脚用于施加一个 +12V 或 +21V 的电源。

④RST/VPD: 复位/掉电保护信号输入端

当振荡器运行时, 在该引脚加上一个 2 个机器周期以上的高电平信号, 就能使单片机回到初始状态, 即进行复位。

掉电期间, 该引脚可接上备用电源(VPD)以保持内部 RAM 的数据。

(4) I/O 引脚

P0 口(P0.0 ~ P0.7): 8 位双向并行 I/O 接口。扩展片外存储器或 I/O 口时, 作为低 8 位地址总线和 8 位数据总线的分时复用接口, 它为双向三态。

P0 口可带 8 个 TTL 负载电流。

P1 口(P1.0 ~ P1.7): 8 位准双向并行 I/O 接口。P1 口每一位都可以独立设置成输入输出位。

P1 口可以驱动 4 个 TTL 电路。

P2 口(P2.0 ~ P2.7): 8 位准双向并行 I/O 接口。扩展外部数据、程序存储器时, 作为高 8 位地址输出端口。

P2 口可以驱动 4 个 TTL 电路。

P3 口(P3.0 ~ P3.7): 8 位准双向并行 I/O 接口。除了与 P1 口有一样的 I/O 功能外, 每一个引脚还兼有第二功能, 如表 2-1 所示。

表 2-1 P3 口各引脚对应的第二功能

P3.0	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	P3.5	P3.6	P3.7
RXD	TXD	$\overline{\text{INT0}}$	$\overline{\text{INT1}}$	T0	T1	$\overline{\text{WR}}$	$\overline{\text{RD}}$

P3 口可以驱动 4 个 TTL 电路。

P3 口的第二功能信号都是单片机的重要控制信号, 因此, 在实际使用时, 先按需要选用

第二功能信号，剩下的才以第一功能的身份作为数据位的 I/O 使用。

P1、P2、P3 口线片内均有固定的上拉电阻，故称为双向并行 I/O 接口；P0 口片内无固定的上拉电阻，由两个 MOS 管串接，既可开路输出，又可处于高阻的“悬空”状态，故称为双向三态并行 I/O 接口。读者在学完 1.3 节后会有较深刻的理解。

以上对 MCS-51 单片机芯片全部 40 个信号引脚的定义及功能作了简单说明。对于各种型号的芯片，其引脚的第一功能信号是相同的，所不同的是引脚的第二功能信号，读者可以对照实训电路找到相应的引脚，在电路中查看每个引脚的连接使用。

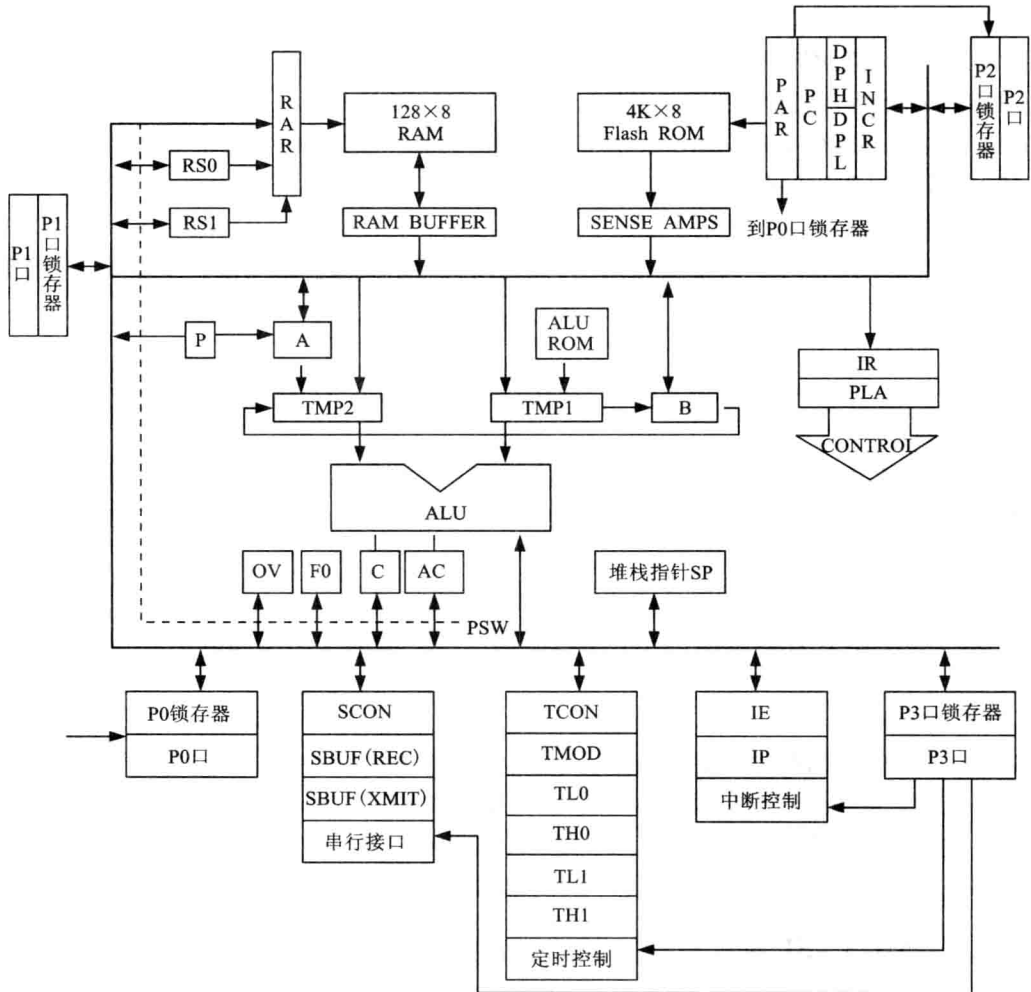


图 2-2 单片机 89C51 内部结构框图

2. 89C51 的内部结构

89C51 单片机的内部结构如图 2-2 所示。

由图 2-2 可知，89C51 单片机由运算器和控制器组成的微处理器、片内存储器 RAM/ROM、P0~P3 组成的 I/O 端口以及各种存储器组成的特殊功能寄存器 SFR 和串行接口、定

时/计数器、中断系统、振荡器等构成。下面介绍其各构成部分的基本含义。

(1) 89C51 的微处理器(CPU)

微处理器是单片机的核心部分,完成运算和控制功能。89C51 的 CPU 能处理 8 位二进制或代码,它由运算器(包括算术/逻辑运算单元 ALU、累加器 A、寄存器 B、暂存寄存器、程序状态字寄存器 PSW)、控制器(包括指令寄存器 IR、指令译码器 ID、定时及控制逻辑电路)、程序计数器 PC 等组成。

(2) 89C51 的内部数据存储器(内部 RAM)

89C51 芯片中共有 256 个 RAM 单元,但其中高 128 单元被专用寄存器 SFR 占用,能作为寄存器供用户使用的只是低 128 单元,地址范围是 00H ~ 7FH,用于存放可读写的数。因此通常所说的内部数据存储器是指低 128 单元,简称内部 RAM。

(3) 89C51 的内部程序存储器(内部 ROM)

89C51 芯片中共有 4kBFPEROM,地址范围是 0000H ~ 0FFFH,用于存放程序、原始数据或表格,因此称之为程序存储器,简称内部 ROM。

(4) 定时/计数器

89C51 芯片中共有两个 16 位的定时/计数器以实现定时或计数功能,并以其定时或计数结果实现控制功能。

(5) 并行 I/O 口

89C51 芯片中共有 4 个 8 位的 I/O 口(P0、P1、P2、P3),以实现数据的并行输入/输出。

(6) 串行口

89C51 单片机有一个全双工的串行口以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。该串行口功能较强,既可作为全双工异步通信收发器使用,也可作为同步移位器使用。

(7) 中断控制系统

MCS-51 系列单片机的中断功能较强以满足控制应用的需要。89C51 共有 5 个中断源,即外中断两个、定时/计数中断两个、串行中断一个。全部中断分为高级和低级两个优先级别。

(8) 时钟电路

89C51 芯片的内部有时钟电路,但石英晶体和微调电容需外接。时钟电路位单片机产生时钟脉冲序列。系统允许的晶振频率一般为 6MHz ~ 12MHz。

从上述内容可以看出,MCS-51 虽然是一个单片机芯片,但作为计算机应该具有的基本部件它都包括,因此,实际上它已经是一个简单的微型计算机系统了。

2.1.2 MCS-51 单片机的内部数据存储器

存储器的功能是存储信息——程序和数据。存储器按其存取方式可以分成两大类,一类是随机存取存储器(RAM);另一类是只读存储器(ROM)。

对于 RAM,CPU 在运行过程中能随时进行写入和读出,但在关闭电源时,其存储信息将丢失,所以它只能用来存放暂时性的输入/输出数据、运算的中间结果或用作堆栈,因此,RAM 常被称作数据存储器。

ROM 是一种写入信息后不能改写只能读出的存储器,断电后,其信息仍保留不变。ROM 用来存放固定的程序或数据,如系统监控程序、常数表格等。所以,ROM 常被称作程序存