

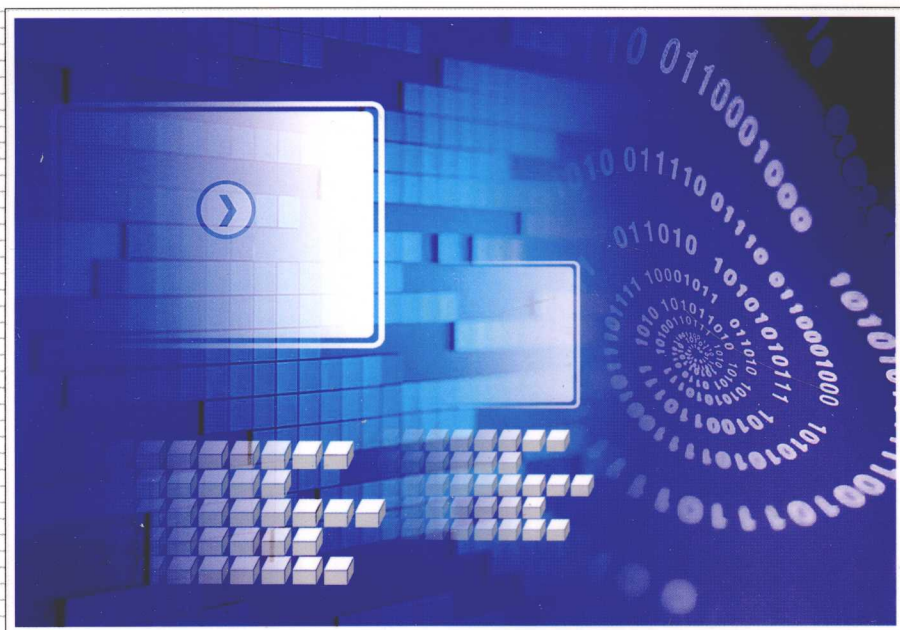


中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

单片机原理及应用

danpianji yuanli ji yingyong

■ 主编 刘 扬



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

单片机原理及应用

主 编 刘 扬

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书总共分为三大部分：单片机基础知识介绍、单片机系统设计和单片机趣味实验。

第一章概括地介绍了单片机的基础知识，主要包括了解单片机的概念、发展历史、单片机的应用领域、单片机的发展趋势等内容。

第二章以 51 系列单片机为基础，通过典型实例分析，指导读者学习单片机的基本知识，培养读者设计单片机系统的基本技能，就 AT89S51 单片机的结构做了具体分析。

第三章设计了一些趣味实验，前面一章讲的都是理论知识内容，由于单片机是一门实践性非常强的学科，即使您有再多的理论基础，也必须通过较多的实践操作才能真正学好这门技术。因此，在第三章中，先引入一系列具有趣味性且简单易懂的基础实验，实验内容包括六个简单实验电路的设计。

版权专用 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及应用/刘扬主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2009.8
ISBN 978 - 7 - 5640 - 2578 - 6

I. 单… II. 刘… III. 单片微型计算机—专业学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 137373 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 9.5

字 数 / 243 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 15.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为目的的指导思想。主要从三个角度切入:

1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

前 言



单片机以其高可靠性、高性能价格比，在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、办公自动化等诸多领域得到极为广泛的应用。在世界科学技术飞速发展的今天，只需要一块小小的单片机芯片搭建一个需要大量的元器件的模拟电路；再写入相应功能的程序，便可以代替以前分立元件组成的电路了。相信您掌握了单片机技术后，无论在今后开发或是工作上，都会带来意想不到的收获。

本书以理论与实践相结合为主线，能够使读者轻松地掌握单片机的基础知识，并使读者具有初步开发、设计单片机产品的能力。为了突出实践性，在每个需要演练的章节后面都精心设计了几个针对性很强的趣味实验范例，每个范例大致包括项目实现功能、硬件电路规划、软件设计思路、汇编程序流程、汇编程序清单、几点补充说明、程序调试方法等内容，本书还提供了习题与上机实验指导。单片机是实际操作性很强的学科，因此，进行必要的实验才能很好地了解和掌握单片机系统知识。本书可作为 51 系列单片机培训的教材，也可作为广大开发单片机的专业人员以及爱好者的入门指导。

本书总共分为三大部分：单片机基础知识介绍、单片机系统设计和单片机趣味实验。

第一章概括地介绍了单片机的基础知识，主要包括了解单片机的概念、发展历史、单片机的应用领域、单片机的发展趋势等内容。

第二章以 51 系列单片机为基础，通过典型实例分析，指导读者学习单片机的基本知识，培养读者设计单片机系统的基本技能，就 AT89S51 单片机的结构做了具体分析。

第三章设计了一些趣味实验，前面一章讲的都是理论知识内容，由于单片机是一门实践性非常强的学科，即使您有再多的理论基础，也必须通过较多的实践操作才能真正学好这门技术。因此，在第三章中，先引入一系列具有趣味

性且简单易懂的基础实验，实验内容包括六个简单实验电路的设计。

由于作者水平有限，难免会有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 单片机介绍.....	1
第一节 单片机的概念.....	1
第二节 单片机发展历程.....	4
第三节 常见单片机的类型介绍.....	7
第四节 单片机的发展趋势	15
第二章 单片机系统设计	19
第一节 单片机的基本结构	19
第二节 单片机汇编语言指令	46
第三章 单片机趣味实验的编写设计	76
第一节 单片机声控 LED 灯控制器	76
第二节 可控制的 LED 闪烁灯	83
第三节 LED 流水灯效果的控制	95
第四节 LED 复杂显示效果的实验	104
第五节 单片机输出音频信号的方法.....	116
第六节 单片机 LED 数码显示器	124
附 录.....	134
附录一 单片机指令及注释.....	134
附录二 常用数字集成电路引脚功能表.....	138
附录三 ASCII 码字符表	143

单片机介绍



模块概述

单片机是一个单芯片形态、面向控制对象的嵌入式应用计算机系统。它的出现及发展使计算机技术从通用型数值计算领域进入到智能化的控制领域。从此,计算机技术在两个重要领域——通用计算机领域和嵌入式计算机领域都得到了极其重要的发展,并正在深深地改变着我们的社会。

单片机作为一种集成电路芯片,采用超大规模技术把具有数据处理能力(如算术运算,逻辑运算、数据传送、中断处理)的微处理器(CPU),随机存取数据存储器(RAM),只读程序存储器(ROM),输入输出电路(I/O口),可能还包括定时计数器,串行通信口(SCI),显示驱动电路(LCD或LED驱动电路),脉宽调制电路(PWM),模拟多路转换器及A/D转换器等电路集成到一块单块芯片上,构成一个最小然而完善的计算机系统,这些电路能在软件的控制下准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。



教学目标

1. 了解单片机的概念、发展历史。
2. 了解单片机的应用领域。
3. 了解单片机的发展趋势。
4. 掌握单片机的特点以及基本组成。

* * * * *

第一节 单片机的概念

一、单片机的特点

1. 高集成度、高可靠性

单片机将各功能部件集成在一块晶体芯片上,集成度很高,体积自然也是最小的。芯片本身是按工业测控环境要求设计的,内部布线很短,其抗工业噪声性能优于一般通用的CPU。单片机程序指令、常数及表格等固化在ROM中不易破坏,许多信号通道均在一个芯片内,故

可靠性高。

2. 控制功能强

为了满足对对象的控制要求,单片机的指令系统均有极丰富的条件:分支转移能力、I/O口的逻辑操作及位处理能力,非常适用于专门的控制功能。

3. 低电压、低功耗

为了满足广泛使用于便携式系统,许多单片机内的工作电压仅为 1.8~3.6V,而工作电流仅为数百微安。

4. 优异的性能价格比

单片机的性能极高。为了提高速度和运行效率,单片机已开始使用 RISC 流水线和 DSP 等技术。单片机的寻址能力也已突破 64KB 的限制,有的已达到 1MB 和 16MB,片内的 ROM 容量可达 62MB, RAM 容量则可达 2MB。由于单片机的广泛使用,因而销量极大,各大公司的商业竞争更使其价格十分低廉,其性能价格比极高。

二、单片机的组成

单片机是指一个集成在一块芯片上的完整计算机系统。尽管它的大部分功能集成在一块小芯片上,但是它具有一个完整计算机所需要的大部分部件:CPU、内存、内部和外部总线系统,目前大部分还会具有外存。同时集成诸如通信接口、定时器,实时时钟等外围设备。而现在最强大的单片机系统甚至可以将声音、图像、网络、复杂的输入输出系统集成在一块芯片上。然而单片机又不同于单板机,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,如果赋予它特定的程序,它便是一个最小的、完整的微型计算机控制系统,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,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。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须的。

单片机的结构特征是将组成计算机的基本部件集成在一块晶体芯片上,构成一台功能独特的、完整的单片微型计算机。图 1-1 为单片机的典型结构框图。

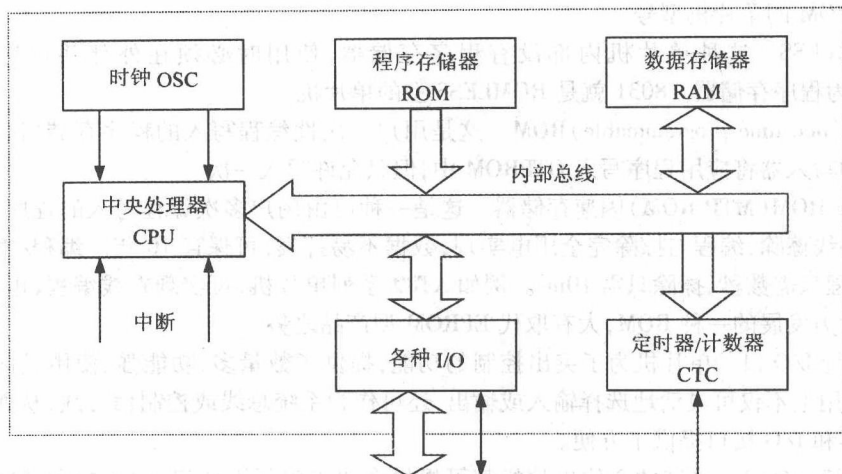


图 1-1 单片机的典型结构图

下面简要介绍各组成部分。

1. 中央处理器

单片机中的中央处理器 CPU 和通用微处理器基本相同,由运算器和控制器组成,另外增设了“面向控制”的处理功能,如位处理、查表、多种跳转、乘除法运算、状态检测、中断处理等,增强了实时性。

2. 存储器

单片机的存储空间有两种基本结构。一种是普林斯顿结构(Princeton),将程序和数据合用一个存储器空间,即 ROM 和 RAM 的地址同在一个空间里分配不同的地址。CPU 访问存储器时,一个地址对应唯一的一个存储单元,可以是 ROM,也可以是 RAM,用同类的访问指令。另一种是将程序存储器和数据存储器截然分开分别寻址的结构,称为哈佛(Harvard)结构。CPU 用不同的指令访问不同的存储器空间。由于单片机实际应用中“面向控制”的特点,一般需要较大的程序存储器。目前,包括 MCS-51 和 80C51 系列的单片机均采用程序存储器和数据存储器截然分开的哈佛结构。

(1) 数据存储器(RAM) 在单片机中,用随机存取的存储器(RAM)来存储数据,暂存运行期间的数据、中间结果、缓冲和标志位等,所以称之为数据存储器。一般在单片机内部设置一定容量(64~256B)的 RAM,并以高速 RAM 的形式集成在单片机内,以加快单片机的运行速度。同时,单片机内还把专用的寄存器和通用的寄存器放在同一片内 RAM 统一编址,以利于运行速度的提高。对于某些应用系统,还可以外部扩展数据存储器。

(2) 程序存储器(ROM) 单片机的应用中常常将开发调试成功后的应用程序存储在程序存储器中,因为不再改变,所以这种存储器都采用只读存储器 ROM 的形式。

单片机内部的程序存储器常有以下几种形式:

①掩膜 ROM(Mask ROM) 它是由半导体厂家在芯片生产封装时,将用户的应用程序代码通过掩膜工艺制作到单片机的 ROM 区中,一旦写入后用户则不能修改。所以它适合于程序已定型,并大批量使用的场合。8051 就是采用掩膜 ROM 的单片机型号。

②EPROM 此种芯片带有透明窗口,可通过紫外线擦除程序存储器的内容。应用程序可通过专门的写入器脱机写入到单片机中,需要更改时可通过紫外线擦除后重新写入。8751 就

是采用 EPROM 的单片机型号。

③ROMLESS 这种单片机内部没有程序存储器,使用时必须在外部并行扩展一片 EPROM 作为程序存储器。8031 就是 ROMLESS 型的单片机。

④OTP(one time programmable)ROM 这是用户一次性编程写入的程序存储器。用户可通过专用的写入器将应用程序写入 OTPROM 中,但只允许写入一次。

⑤Flash ROM(MTP ROM)闪速存储器 这是一种可由用户多次编程写入的程序存储器。它不需紫外线擦除,编程与擦除完全用电实现,数据不易挥发,可保存 10 年。编程/擦除速度快,4KB 编程只需数秒,擦除只需 10ms。例如 AT89 系列单片机,可实现在线编程,也可下载。这是目前大力发展的一种 ROM,大有取代 EPROM 型产品之势。

(3)并行 I/O 口 单片机为了突出控制的功能,提供了数量多、功能强、使用灵活的并行 I/O 口。使用上不仅可灵活地选择输入或输出,还可作为系统总线或控制信号线,从而为扩展外部存储器和 I/O 接口提供了方便。

(4)串行 I/O 口 高速的 8 位单片机都可提供全双工串行 I/O 口,因而能和某些终端设备进行串行通信,或者和一些特殊功能的器件相连接。

(5)定时器/计数器 在实际的应用中,单片机往往需要精确地定时,或者需对外部事件进行计数,因而在单片机内部设置了定时器/计数器电路,通过中断,实现定时/计数的自动处理。

第二节 单片机发展历程

单片机是微型计算机的一个发展分支,1969—1973 年这个阶段是微处理器的产生和初级发展的阶段。相继出现的具有代表性的微处理器机型有 Intel 公司的 4004, TI 公司的 TMS1000 系列等。1969 年,Intel 公司受日本 Busicom 计算器公司委托,为其一个计算器研制一套程序控制器。Busicom 公司提出一个方案是采用 12 片专用的集成芯片,而 Intel 公司的一位叫 Ted Hoff 的电气工程师则大胆地提出了一种新的理念,即采用通用型的数据处理芯片。正是这一理念带来了微处理器的诞生。

随着集成电路的产生,集成度朝着中规模方向发展,使得计算机也朝着小型化、微型化方向发展。1971 年,Intel 公司发布了具有 4 位并行处理能力的微处理器 4004,标志着人类历史上第一块微处理器的诞生。它内部集成了 2 000 多个晶体管,采用 P-MQS 工艺技术制造,虽然其面积不足 1cm^2 ,但却具有比 ENIAC 强大的计算能力,同时开创了集成电路计算机的新时代。1946 年第一台电子计算机诞生至今,只有 60 年的时间,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,现在一块芯片上完全可以集成几百万甚至上千万只晶体管,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,像 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,也即常称的 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,单片机仍处在初级的发展阶段,元件集成规模还比较小,功能比较简单,一般均把 CPU、RAM 有的还包括了一些简单的 I/O 口集成到芯片上,像 Farichild 公司就属于这一类型,它还需配上外围的其他处理电路方才构成完整的计算系统。

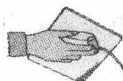
1976 年 Intel 公司推出了 MCS-48 单片机,这个时期的单片机才是真正的 8 位单片微型计算机,并推向市场。它以体积小,功能全,价格低赢得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展史上重要的里程碑。在 MCS-48 的带领下,其后,各大半导体公司相继研制和发展了自己的单片机,像 Zilog 公司的 Z8 系列。到了 80 年代初,单片机已发展到了高性能阶段,像 Intel 公司的 MCS-51 系列, Motorola 公司的 6801 和 6802 系列, Rokwell 公司的 6501 及 6502 系列等, 80 年代,世界各大公司均竞相研制出品种多功能强的单片机,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。

随后更多的单片机品种蜂拥而至, 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,极大地方便用户。而美国的 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,发布了性能相当优秀的 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,凭着他们廉价的优势,分享一杯羹。

1990 年美国 Intel 公司推出了 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 公司凭着他们雄厚的技术,性能优秀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 90 年代中期, Intel 公司忙着开发他们个人电脑微处理器,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。



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,大致可分如下几个范畴:

单片机应用领域汇总

- 用图像传感器测量系统;
- 卫星电视的串口模拟 SPI、I2C 的应用,如雷达录取的数据传送;
- 直接与 AD 芯片配合进行各种数据传感器配合;
- 利用单片机与 PC 机的 232 通信进行控制,单片机为控制对象;
- 通过 IC 卡、单片机、PC 机构成的各种收费系统;
- 通过单片机控制各种步进电机完成工控任务系统;
- 通过单片机控制各种电磁设备完成工控任务系统(如程控交换系统);
- 可应用在电机的变频技术上的控制领域中;
- 各种测量工具如水位尺,它在水文上的应用很普及;
- 大型指针钟控制器,主要根据时间控制电机带动指针;
- 电子配料控制仪,基于小型生产的自动或半自动控制,如控制上料、搅拌等;
- 用定时器和捕获功能进行某一系统的检测。可提供报警、控制等。如水位控制、温度控制,全自动洗衣机等;
- 电子称重计;
- 教学用仪器、医疗仪器;
- 由单片机构成的霓虹灯控制器;
- 在钢的热处理中采用热磁仪测量;
- 各种金属探伤仪器;
- 矿山生产智能监测仪;
- 煤矿的产煤计数器;
- 汽车安全系统;
- 智能玩具;
- 用超声波测量江河水位;
- 交流电监测仪;
- 消防系统报警监测仪;
- 各类水表、电表。

总之,单片机技术使用范围广,在各种仪器仪表生产单位、石油、化工、纺织、机械的加工等各个行业中都有广泛的应用。

第三节 常见单片机的类型介绍

自单片机诞生以来近 30 年中,由于单片机所涉及的应用领域日益扩大,单片机已成为大众电器产品、仪器仪表中的一个非常重要的组成部分。目前国际上有众多的单片机制造商,市场上流行的单片机品种类型繁多。

由于国际上各单片机制造商生产的单片机所具备的功能、特性都有各自的特色,因而,各公司在国际市场上都占有一席之地。目前,我国市场上普遍使用的单片机为 51 系列或其兼容系列(如 AT89 系列)机型。下面,本书将就 Intel 公司 51 系列单片机、Atmel 公司的 AT89 系列单片机、Microchip 公司 PIC 系列单片机、TI 公司的 MSP430 单片机和其他部分单片机制造商生产的单片机进行介绍。希望通过对这些主流单片机的介绍,使初学者可以对单片机的性能、特点有一个基本的了解。

一、Intel 公司 MCS 系列单片机

美国 Intel 公司是世界上最早生产、研制新型单片机的制造商之一。该公司相继推出的单片机品种有:MCS-48 系列机、MCS-51 系列机、MCS-96 系列机、MCS-196 系列机等。

1. MCS-51 系列

MCS-51 系列单片机是由 Intel 公司于 1980 年推出的 8 位单片机,其中的典型产品就是 8051。之后不久,Intel 公司彻底开放了 8051 单片机的技术,引来世界上很多半导体厂商加入到开发和改造 8051 单片机的行列中。这其中 Philips 公司着力发展了单片机的控制功能和外围单元;Atmel 公司在单片机内部植入了 Flash ROM,从而使单片机的应用变得更为灵活,同时也使其在我国拥有了大量的用户;ADI 公司推出了 AduC8XX 系列单片机,在单片机向 SOC 发展的模/数混合集成电路发展过程中扮演了很重要的角色;Cygna! 公司则采用一种全新的流水线设计思路,使单片机的运算速度得到了极大的提高,在向 SOC 发展的过程中迈出了一大步。不论这些制造商对 8051 如何改进,但它们都保留了 8051 原有的指令系统和内部的基本结构,因此,所有这些单片机的指令都是相互兼容的,开发的工具也大致相同,业界把这类单片机统称为 MCS-51 系列单片机。

如图 1-2 所示,MCS-51 系列单片机仍然是 8 位 CPU。其内部有 128 个 8 位用户数据存储单元和 128 个专用寄存器单元,它们是统一编址的。专用寄存器只能用于存放控制指令数据,用户只能访问,而不能用于存放用户数据。所以,用户能使用的 RAM 只有 128 个,可存放读写的数据、运算的中间结果或用户定义的字型表。

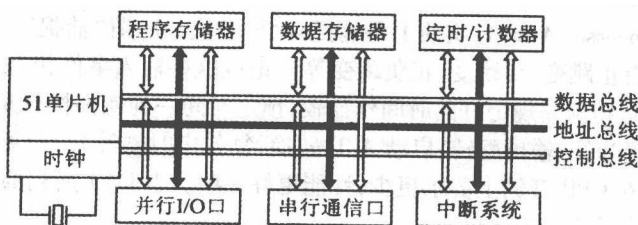


图 1-2 51 单片机内部结构示意图

另外, MCS-51 单片机共有 4 096 个 8 位掩膜 ROM, 用于存放用户程序、原始数据或表格。它有两个 16 位的可编程定时/计数器, 以实现定时或计数产生中断, 用于控制程序转向。

在输入/输出端口方面, MCS-51 共有 4 组 8 位 I/O 口 (P0、P1、P2 或 P3), 用于对外部数据的传输。MCS-51 还内置了一个全双工串行通信口, 用于与其他设备间的串行数据传送。该串行口既可以用作异步通信收发器, 也可以当同步移位器使用。

在中断与时钟电路方面, 8051 具备较完善的中断功能, 有两个外中断、两个定时/计数器中断和一个串行中断, 可满足不同的控制要求, 并具有 2 级的优先级选择。此外, 8051 内置最高频率达 12 MHz 的时钟电路, 用于产生整个单片机运行的脉冲时序, 但需外置振荡电容。

2. MCS-96 系列和 MCS-196 系列

Intel 公司于 1984 年推出 16 位高性能 MCS-96 系列单片机, 也就是 8X9X 系列。该系列机采用“多累加器”和“流水线作业”的系统结构, 运算速度快, 精度高。典型产品为 8397BH。其主要功能为 16 位 CPU, 232 字节寄存器文件; 具有采样保持的 10 位 A/D 转换器; 20 个中断源, 5 个 8 位 I/O 口; 8 KB 的 ROM 存储器; 一个全双工串行口, 一个专用串行口; 波特率发生器; 两个 16 位定时器/计数器和一个 16 位监视定时器; 4 个 16 位软件定时器; 16 位乘法和 32/16 除法, 操作速度为 6.25 μ s。

MCS-196 系列单片机是 Intel 公司继 8X9X 之后推出的 16 位嵌入式微控制器。它除了保留 8X9X 全部功能外, 在功能部件和指令支持上又有很大改进, 性能上也有了显著提高, 使其适用于更复杂的实时控制场合。MCS-196 单片机有多种型号, 不同型号配置有不同的功能部件, 且具有不同存储器空间和寻址能力, 可以满足不同场合的要求。

MCS-196 系列单片机都有 1 个基于寄存器到寄存器结构的内核。这种结构消除了累加器的瓶颈现象, 加快了数据传输。另有多种功能部件, 在不同型号中进行不同配置。这些功能部件除包括在 8X9X 中就有的 I/O 口、10 位 A/D 转换器、PWM (脉宽调制器)、SIO (全双工串行 I/O 口)、中断源、看门狗定时器、16 位定时/计数器、HSL/O (高速输入/输出口) 等外, 还包括在 MCS-196 中出现的 PTS (外围事务服务器)、EPA (事件处理器阵列)、WG (波形发生器) 等。

与其他系列 (如 51 系列、PIC 系列等) 相比, HSL/O、PTS、EPA、WG 是 MCS-196 最具特色的功能部件。

HSL/O (High Speed Inputs and Outputs): 其中 HSI 用于记录某一外部事件相对于时间基准 (如定时器 1) 的发生时刻。此功能部件在检测到引脚上规定的跳变事件 (包括正跳变、负跳变、每次正跳变、8 个正跳变) 后, 将发生事件的类型与时刻记录下来, 并产生相关中断。此部件适用于信号的时间参数测量。HSO 则用于按程序规定的时间去触发某一事件 (如置位/清零口线、启动 A/D 转换等), 要求 CPU 的开销极小, 速度极高。此部件便于实时输出控制, 可用来产生多种信号波形。

EPA (Event Processor Array): 实质上是捕捉/比较模块。所谓“捕捉”, 就是捕获产生于引脚上的跳变事件 (有正跳变、负跳变、正负跳变等), 记载这些输入事件相对于时基定时器发生的时刻; “比较”则是和预先规定好的时间作比较, 预定时间一到就去执行某种输出功能 (比如输出置为高、输出置为低、输出翻转、启动 A/D 转换、复位定时器等)。可见, EPA 和 HSL/O 的功能类似, 但 EPA 在 CPU 开销上要求更少, 性能更好一些。表 1-1 所列的是在不同时钟频率下 HSL/O 和 EPA 分辨能力的比较。

表 1-1 HSI/O 和 EPA 分辨能力的比较

项 目 \ 时钟频率/MHz	16	20	25	50	单 位
HSI	1.125	0.9	—	—	μs
HSO	1	0.8	—	—	μs
EPA	250	200	160	80	μs

PTS (Peripheral Transaction Server): 实质上是中断服务机制的改进。对正常的中断服务, CPU 都要“亲自”去执行, 而现在的 PTS 提供了一种类似 DMA 的操作。当中断发生后, 由微代码执行 PTS 周期。该周期就像 DMA 周期那样插入正常的指令流中, 完成中断服务, 这样 CPU 的开销比一般的中断响应要少得多。

WG (Waveform Generator): 可产生独立的、具有相同频率和工作方式的 3 对 PWM 波形。特别适合控制三相交流感应电机、直流无刷电机和其他需要多个 PWM 输出的场合。

另外, MCS-196 单片机总线控制器还具有可编程的等待状态发生器, 可方便地与慢速外设接口; 在运行中可动态选择 8 位或者 16 位的总线宽度, 并能通过 HOLD/HLDA 协议方便地实现多处理器通信。

目前, MCS-196 系列主要有 3 种: HSI/O 系列, 这类芯片具有高速输入、输出; EPA 系列, 这类芯片内部具有事件处理器阵列; Motor Control 系列, 这类芯片适用于电机控制。

二、Atmel 公司 AT89 系列和 AT90 系列单片机

1. AT89 系列

AT89 系列单片机是 Atmel 公司的 8 位 Flash 单片机。AT89 系列单片机的核心是 8031, 在软件和硬件方面与 51 系列完全兼容, 指令和有关定义与 51 系列完全相同, 为 51 系列单片机应用系统编写的程序可以直接用于 AT89。AT89 系列的引脚排列、定义与 51 系列完全一致, 可以直接替换。由于内部有 Flash ROM, 所以编写的程序烧录很方便, 易于电擦除, 可以反复使用, 非常方便用户对程序进行修改, 缩短了研制周期, 降低了研制成本。在单片机内部有 Flash 存储器, 功耗很低, Flash ROM 的容量从 TA89C1051 的 1KB 到 AT89S55 的 20KB, 有许多品种, 选择余地大。

AT89 系列单片机的型号由三部分组成: 前缀、型号、后缀。

前缀: 由 AT 字母组成, 表示 Atmel 公司。

型号: 由 89C $\times\times\times$ 或 89LV $\times\times\times$ 来表示。

89C $\times\times\times$ 中的 9 表示内部有 Flash 存储器, C 为 CMOS 产品。

89LV $\times\times\times$ 中的 LV 表示低电压产品。

89S $\times\times\times$ 中的 S 表示含有串行下载的 Flash 存储器。

$\times\times\times$ 表示器件的型号。

例如, AT89C52-12PI, 表示为 Atmel 公司产品, Flash 存储器, CMOS 芯片, 速度为 12 MHz, DIP 封装, 工业产品, 按标准工艺生产。AT89 系列单片机常用型号见表 1-2 所列。