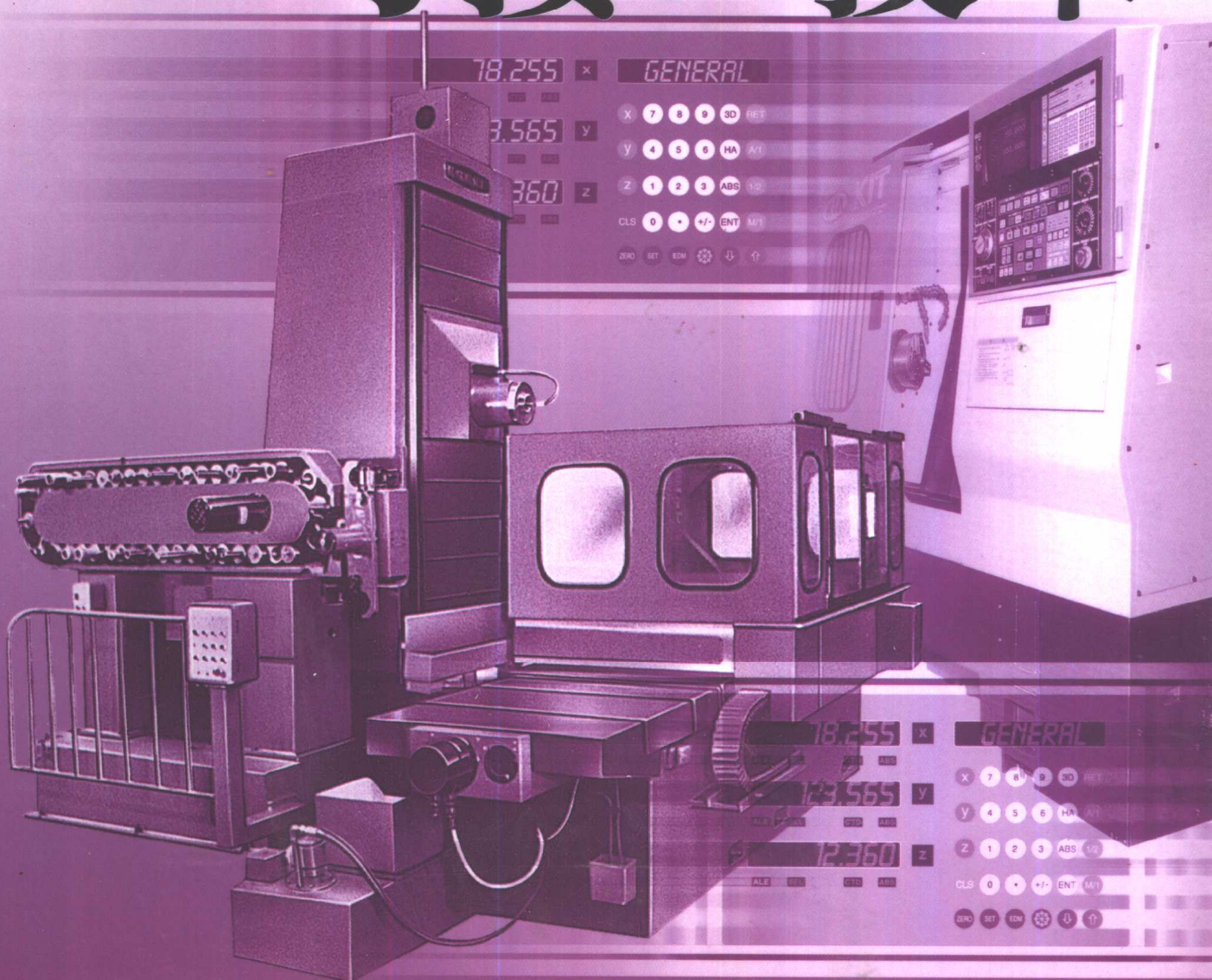


职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

# 单片机原理 与接口技术



机械工业出版社  
China Machine Press

职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

# 单片机原理与接口技术

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会 组编

---



机械工业出版社

本书共四章，第一章全面系统地讲解了 MCS-51 系列单片机的硬件结构组成和工作原理；第二章完整地讲解了 MCS-51 系列单片机的指令系统，并列举了典型而常用的简单程序；第三章介绍了单片机系统的扩展方法；第四章详细阐述了单片机各种接口电路的原理和应用，并扼要地介绍了一些单片机应用中的新型集成芯片和技术，有些内容是过去教材中很少见的。

本书叙述条理清晰，简明扼要，取材典型、新颖；内容上重基础，强调实用。本书可作为职业技术学校学生的教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

单片微机原理与接口技术/上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会组编. —北京: 机械工业出版社, 2001. 7  
职业技术教育教材  
ISBN 7-111-09114-0

I. 单… II. 上… III. ①单片微型计算机-理论-专业学校-教材②单片微型计算机-接口-专业学校-教材 IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 050032 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
责任编辑: 王英杰 版式设计: 霍永明 责任校对: 姚培新  
封面设计: 姚毅 责任印制: 郭景龙  
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷  
787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·8.5 印张·207 千字  
0 001—5 000 册  
定价: 14.0 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

# 上海市职业技术教育机械专业 教材编审委员会名单

主任 夏毓灼  
副主任 徐韵发 吴志清  
委员 (按姓氏笔画排列)  
吉广镜 刘际远 金瑞樑  
徐孝远 高奇玲 谢卫华  
秘书 相雅蓉  
本书主编 夏奇兵  
本书参编 章锐 董虹  
本书主审 蒋念平

# 序

我国的现代化建设不但需要高级科学技术专家，而且迫切需要职业技术人才、管理人员和技术工人，而这类人才的培养主要是通过职业技术教育来实现的，所以党和国家非常重视职业技术教育的改革和发展。努力培养出各行各业所需的职业人才，是社会、经济发展对职业技术教育提出的迫切要求。我国的职业技术教育长期实行的是“学科本位”的教学模式，这种模式重理论轻实践，重知识轻技能，培养出的学生不适应社会、经济发展的要求。因此，职业技术教育要深化改革，办出特色，为社会培养出既有理论又有技能，德、智、体全面发展的一代新人。

职业技术教育要办出自己的特色，关键在于课程改革与教材建设。为此，1996年上海市教委启动了职业技术教育课程改革与教材建设工程（简称“10181”工程），即用5年左右的时间，完成10门普通文化课程的改革及示范教材的编写工作；完成18个典型专业（工种）的课程改革以及同步编写出部分典型示范性教材；经过10年左右的改革实践，基本形成一个具有职教特色的课程结构和教材体系。

这次课程改革与教材建设是以社会和经济发展的需要为出发点，以职业（岗位）需求为直接依据，以现行职业技术教育课程、教材的弊端为突破口，积极学习并借鉴国外职业技术教育课程、教材改革的有益经验，以实现办出职教特色的根本目的。在充分研究和广泛征求意见的基础上，确立了“能力为本位”的改革指导思想。目的是为了克服职教长期存在的重理论轻实践、重知识轻技能的倾向，真正培养出经济和社会发展所需要的职业技术人才。

在各方面的共同努力下，新的教材终于与广大师生见面了。这些新的教材并不是职业技术教育课程改革与教材建设的全部，它只是典型的示范性教材，因为职业技术教育的专业门类繁多，不可能在较短的时间内，依靠少数编写人员解决职教中全部的课程、教材问题。职业技术教育的课程改革和教材建设是一项系统的长期的工作，只有充分发挥广大教师的改革积极性，在教学过程中不断用“能力本位”的教育思想，主动进行课程与教材的改革，我们的课程、教材改革才能全面、持续而深入，才可能真正全面提高教学质量和效益，以不断适应社会、经济发展的需要。

新的教材代表新的思想、新的教法和学法。希望通过这些教材给大家一些启迪，同时也希望大家对新教材提出宝贵的意见。

在课程改革与教材建设过程中，得到了各方面的大力支持，特别是广大编审人员为此付出了辛勤的劳动。在此，向他们表示衷心的感谢！

上海市教育委员会副主任

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会主任

**薛喜民**

# 前 言

机电一体化——数控机床加工技术专业”教材，一套共 14 本，经过 5 年的努力，终于付梓出版了。这套教材是上海市教委组织的“10181”课程改革的教材建设工程的重要组成部分，也是机械专业课程改革的教材建设的可喜成果。

随着科学技术的高速发展，传统的机械工业呈现出了新的技术发展趋势，进入了智能化领域。机电一体化的迅猛发展和数控机床加工技术在企业的普遍应用，对生产一线操作人员的知识和能力要求越来越高，客观上要求一线操作人员应由经验型向智能型转变。这套新教材正是为顺应这一发展趋势而组织编写的。

近 5 年来，我们机械专业教材编审委员会为此付出了辛勤的劳动。首先组织了长达半年的调查研究，并且参照加拿大 CBE 经验，制作了 DACOM 表，就数控机床加工技术专业职业技术人才的知识、能力要求，在五大行业、72 个企业中问卷调查了 780 人次，从而明确了该专业的知识和能力结构。其次，认真进行了课程改革方案的讨论和研究，确定了机电结合，“以机为主，以电为辅”；在课程安排中“以机为主，突出工艺”、“以电为辅，够用为度”的原则。然后对传统的课程体系进行重组优化，如对陈旧老化的知识予以删除，对烦琐的内容予以简化，对某些课程进行重新组合，针对新知识，特别是新的能力需求，设置了新课程。最后，我们按照教材的编写要求，组织了 14 个编写组，实施主编负责制。所聘的编写人员都是具有改革创新精神、有丰富教学经验、熟悉专业技术的专业人才；同时聘请了有较高造诣的高校教授任主审。为了确保教材质量，对每本教材的编写提纲都组织有关专家进行了逐一论证，从而保证了这套教材的科学性、针对性、实用性。

在这里，我觉得有必要对本专业的设计作一概要介绍。

专业学习期限：4 年。

培养目标是德、智、体、美全面发展，具有相当于高中的文化基础知识，掌握数控机床加工技术的理论和职业技能，面向生产第一线的工艺实施和智能型操作人员。

本专业强调实务能力，学生通过本专业的学习后，可具有中级水平的数控机床操作能力；具有编制中等复杂程度零件数控加工程序的能力；具有数控机床的刀具选用、调整、工件装夹等技能；具有数控机床维护、保养，并能排除简单故障的能力；具有正确解决零件在数控机床加工过程中质量问题的能力。

这套教材能得以顺利出版，无疑是集体智慧的结晶，是团队合作的成果。在此，我要感谢上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会的正确领导和指导；要感谢上海工业系统各行业、企业的支持和通力合作；要感谢为此呕心沥血、伏案疾书的近百名编审人员；最后还要感谢机械工业出版社的同志们。

当今，我们正处在改革的年代，正是这个年代催生了这套具有改革精神、时代特色和专业个性的新教材。愿随着这套教材的教学实施，能造就一批又一批新的职业技术人才，以服务于国家、造福于企业。

上海市职业技术教育机械专业教材编审委员会副主任 徐韵发

## 编者的话

本教材是根据上海市职业技术教育机械专业教材编审委员会审定的《单片微机原理与接口技术》课程标准编写的。可供职业技术教育机电一体化——数控加工专业以及计算机、自动控制等专业学生作为教材使用。

全书共分四章。前三章全面系统地讲解了 MCS-51 系列单片机硬件的构成原理和软件的系统指令；后一章阐述了常用接口电路的原理和应用，同时扼要介绍了在单片机应用领域中的新型接口集成芯片。

教材力求在讲清基本原理的前提下，加强单片机基本功能的论述，突出应用。在内容编排上以深入浅出和说理完整、清晰为原则；在全书篇幅上不求庞大，以突出重点和精练为方向；在思想观点上，强调单片机作为一种智能化的微电子器件，正对传统的自动化控制领域进行全面的渗透与革命。

本书由上海市机电工业学校编写，夏奇兵编写第一章的第一节、第四章，章锐编写第一章的第二节~第七节、第二章的第一节和第二节，董虹编写第二章的第三节和第三章，全书由夏奇兵统稿。在编写过程中，受到上海市经委、上海市教委和上海市电气集团总公司领导的大力帮助和支持，在此表示感谢。在编写过程中，难免有欠缺和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

序

前言

编者的话

## 第一章 MCS-51 单片机的结构和

原理 ..... 1

第一节 绪论 ..... 1

第二节 MCS-51 单片机的结构 ..... 3

第三节 MCS-51 单片机存储器配置 ..... 7

第四节 CPU 时钟信号和其他电路 ..... 11

第五节 输入/输出端口结构 ..... 14

第六节 定时器 ..... 16

第七节 中断系统 ..... 21

复习思考题 ..... 25

## 第二章 指令系统和常用简单

程序 ..... 27

第一节 指令格式与寻址方式 ..... 27

第二节 MCS-51 指令系统 ..... 29

第三节 常用简单程序 ..... 48

复习思考题 ..... 62

## 第三章 单片机系统扩展 ..... 66

第一节 最小应用系统 ..... 66

第二节 MCS-51 单片机程序存储器的  
扩展 ..... 67

第三节 数据存储器的扩展 ..... 70

复习思考题 ..... 73

## 第四章 单片机接口技术 ..... 74

第一节 并行 I/O 接口的直接应用 ..... 74

第二节 可编程并行 I/O 接口器件的扩展  
技术 ..... 78

第三节 键盘与显示器接口技术 ..... 90

第四节 数/模与模/数转换接口技术 ..... 101

第五节 单片机通信接口技术 ..... 114

第六节 新型单片机与新型接口芯片  
介绍 ..... 119

复习思考题 ..... 126

参考文献 ..... 127



# 第一章 MCS-51 单片机的结构和原理

## 第一节 绪 论

单片微机，全称是单片微型计算机，简称单片机，又称微控制器。它是在一块半导体芯片上，集成了 CPU、ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器、中断系统等功能部件，构成了一台完整的数字电子计算机。

目前，计算机技术带来了科研和生产的许多重大飞跃，微型计算机的应用已渗透到生产、生活的各个方面。单片微机问世二十多年来，尤因其体积小、价廉、功能强等优点，使它的销售额以每年近 80% 的速率增长。又因单片机的性能不断提高，并且外部接口芯片的层出不穷，使其适用范围愈来愈广泛，在计算机应用领域中占有日益重要的地位。

### 一、单片机的特点

由于集成电路技术的进步，单片机还包含 A/D 和 D/A 转换器、DAM 通道、浮点运算单元等特殊功能部件。随着单片机功能的增强，由单片机构成的计算机应用系统的功能也日益增强，它一样可以配有打印机、绘图机、CRT 等外围设备，一样可以联网。

目前，单片机技术已成为自动化控制领域中的核心技术。单片机的应用结束了计算机专业人员垄断计算机应用的时期，它既给各种专业人员、特别是技术应用型人员带来学习和掌握计算机技术的紧迫感，也使组成计算机应用系统变得容易、“平凡”，为人们进入这一领域创造了良好条件。

单片机芯片的集成度很高，将微型计算机的主要部件都集成在一块芯片上，它具有下列特点：

1. 单片机寿命长 这里所说的寿命长，一方面指用单片机开发的产品可以稳定、可靠、长期地工作，另一方面是指与微处理器（CPU）相比，其寿命长。随着半导体技术的飞速发展，CPU 更新换代的速度越来越快，以 386、486、586 为代表的 CPU，在很短的时间内就相继被淘汰出局，而传统的单片机如 8051、68HC05 等已有数十年的历史，但产量仍是逐年上升。这一方面是由于其对相应应用领域的适应性；另一方面是由于以该类 CPU 为核心，以更多 I/O 功能模块集成的新单片机系列的不断推出。

2. 控制功能强 其结构组成与指令系统都着重满足工控要求。有极丰富的条件分支转移指令，有很强的位处理功能和 I/O 逻辑操作功能。

3. 运行速度快 CPU 发展中表现出来的速度越来越快是以时钟频率越来越高为标志的。而单片机则有所不同，为提高单片机抗干扰能力，降低噪声，降低时钟频率而不牺牲运算速度是单片机发展的追求。单片机商家采用新技术，在不提高时钟频率的前提下，使单片机速度越来越快。

4. 低噪声与高可靠性 根据工控环境要求设计，且许多功能部件集成在芯片内部，其信号通道受外界影响小，可靠性高，抗干扰性能强。

5. 低电压与低功耗 自 20 世纪 80 年代中期以来, NMOS 工艺单片机逐渐被 CMOS 工艺代替, 功耗得以大幅度降低, 随着超大规模集成电路技术由  $3\mu\text{m}$  工艺发展到如今的  $0.2\mu\text{m}$  工艺, 更为单片机的低功耗提供了技术保证。几乎所有的单片机都有省电运行方式, 允许使用的电源电压范围也越来越宽, 一般单片机都能在  $3\sim 6\text{V}$  范围内的电压下工作。低电压供电的单片机电源下限已由  $2.7\text{V}$  降至  $2.2\text{V}$ 、 $1.8\text{V}$ 。

6. 性能价格比高 单片机功能日益强大, 但体积小、质量轻, 价格日趋便宜。

## 二、单片机的发展历史

自单片机出现至今, 发展十分迅猛。以美国 Intel 公司为例, 自 1971 年该公司首先研制出 4 位单片机 4004 以来, 它的发展可粗略划分为五个阶段:

第一阶段 1971~1976 年, 属萌芽阶段。发展了各种 4 位单片机, 多用于家用电器、计算器、高级玩具。

第二阶段 1976~1980 年, 为初级 8 位机阶段。发展了各种中、低档 8 位单片机, 典型的如 MCS-48 系列单片机, 片内含多个 8 位并行 I/O 接口, 一个 8 位的定时器/计数器, 不带串行 I/O 接口、一个 8 位定时器/计数器, 其功能可满足一般工业控制和智能化仪器仪表等的需要。

第三阶段 1980~1983 年, 为高级 8 位机阶段。发展了高性能的 8 位单片机, 例如 MCS-51 系列单片机, 它带有串行 I/O 接口和多个 16 位定时器/计数器, 具有多级中断功能。这一阶段进一步拓宽了单片机的应用范围, 使之能用于智能终端、局部网络的接口, 并挤入了个人计算机领域。

第四阶段 1983~1990 年, 为 16 位单片机阶段。发展了 MCS-96 系列等 16 位单片机。功能很强, 价格却与原来的 4 位机相差不大, 片内有 A/D 转换器, 网络通信能力提高, 且可用于高速的控制系统。

第五阶段 1990 年以来, 随着移动通信、网络技术、多媒体技术等高科技产品进入家庭, 产生了 32 位单片机并得到长足的发展。现阶段是 8 位机、16 位机、32 位机共同发展的阶段, 因为各种单片机新品迭出, 并且有着各自广泛的应用领域。

国际市场上, 单片机产品的类型很多, 如 Motorola 单片机、NEC 单片机、Zilog 单片机等十几种, 其中 Intel 公司的 8 位机产品占有较大的市场份额。在我国, Intel 公司 MCS-48 系列已属淘汰产品, MCS-51 系列、MCS-96 系列的各种机型用得最多, 就数量与应用面来说仍是 MCS-51 系列占主流地位。

随着大规模集成电路技术的发展, 单片机的性能仍在快速提高, 其生产工艺也不断发展, 并继续提高集成度, 增大 RAM、ROM 容量, 提高速度, 降低功耗。

## 三、单片机的应用

由上述单片机特点, 可知其应用最多的领域为:

1) 因它具有“小、轻、廉、省”的特点, 尤其耗电少, 供电电源的体积小、质量轻, 所以特别适用于“电脑型产品”, 在家用电器、玩具、游戏机、声像设备、电子秤、收银机、办公设备、厨房设备等许多产品上得到应用。

2) 适用于仪器、仪表, 不仅能完成测量, 还具有处理(运算、误差修正、线性化、零漂处理)、监控等功能, 易于实现数字化和智能化。

3) 有利于“机电一体化”技术的发展, 多用于数控机床、缝纫机械、医疗设备、汽车等。

4) 广泛应用于打印机、绘图机等许多计算机外围设备，特别是用于智能终端，可大大减轻主机负担。

5) 用于各种不太复杂的工业控制，如温度控制、液面控制、生产线顺序控制等。

6) 宜于多机应用。例如加工中心机床，其各种功能可分散由各个单片机子系统“高智能水平”地分别完成，上级主机则负责统管、协调。又如要求较高的数据检测采集系统，每一采集通道像是一个单片机子系统，可实现多点同时快速采集和预处理，然后再由主机进行集中处理和控制在，以构成大型的实时测控系统。

上面的归纳还不够完整，但已可知单片机的应用已渗透到国民经济的各个领域，极大地推动了计算机技术的普及，而且可以预期，随着单片机性能的进一步提高，它的应用将更趋广泛。它对我国许多产品的升级换代、工厂企业的设备更新都将起着十分巨大的作用。

## 第二节 MCS-51 单片机的结构

MCS-51 是一种单片机系列的名称，属于这一系列的单片机机型有许多。8051 子系列是整个 MCS-51 系列单片机的核心，该系列其他型号的单片机都是在这一内核的基础上发展起来的，其基本组成和基本性能是相同的。

表 1-1 列出了各种型号 8051 系列单片机的主要性能。

表 1-1 各种型号 8051 系列单片机的主要性能表

ROM 形式			片内 ROM 字节/KB	片内 RAM 字节	寻址 范围 /KB	I/O			中断源
片内 ROM	片内 EPROM	外接 EPROM				计数器	并行口	串行口	
8051	8751	8031	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
80C51	87C51	80C31	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
8052	8752	8032	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6
80C52	87C52	80C32	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6

### 一、MCS-51 单片机的基本组成

图 1-1 是 8051 单片机的方块图，图中展示了在一芯片上集成了微计算机的各个部分。

1) 中央处理器 CPU。

2) 内部数据存储器 RAM，用以存放可以读写的数据，如运算的中间结果和最终结果等。

3) 内部程序存储器 ROM，用以存放程序，也可存放一些原始数据和表格。8031 内部不带 ROM。

4) 四个 8 位的并行输入/输出口 P0~P3。每个口都可以用做输入或用做输出，也可以作为总线进行系统扩展。

5) 两个定时/计数器，可以用来对外部脉冲事件进行计数，也可以设置成定时器

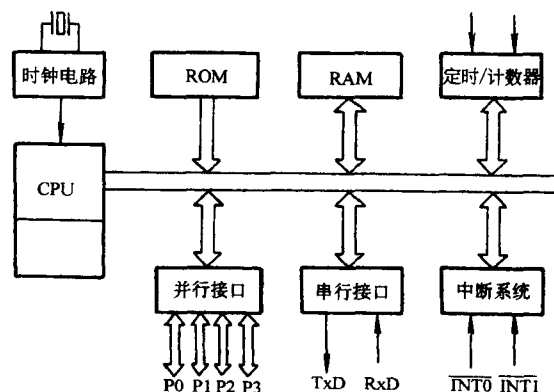


图 1-1 8051 单片机的方块图

用于延时，单片机 CPU 根据计数或定时的结果可以对系统进行控制。

6) 内部中断控制系统。

7) 一个串行接口电路，使得数据可以一位一位串行地在计算机和外设之间传送。

8) 内部时钟产生电路，但它的晶体和微调电容需要外接。最高允许的振荡频率为 12MHz。

以上各部分通过内部总线相接。

在许多应用中，单片机仅利用其内部资源还是不够的，还要和外部设备或外部存储器相接进行系统扩展，联接采用三总线方式（地址、数据、控制三组总线）。但在 MCS-51 单片机中，没有单独的地址总线和数据总线，它是和 I/O 口（P0、P2）复用的，这也是单片机结构上的一个特点。

图 1-2 是 8051 单片机的内部总体结构图。

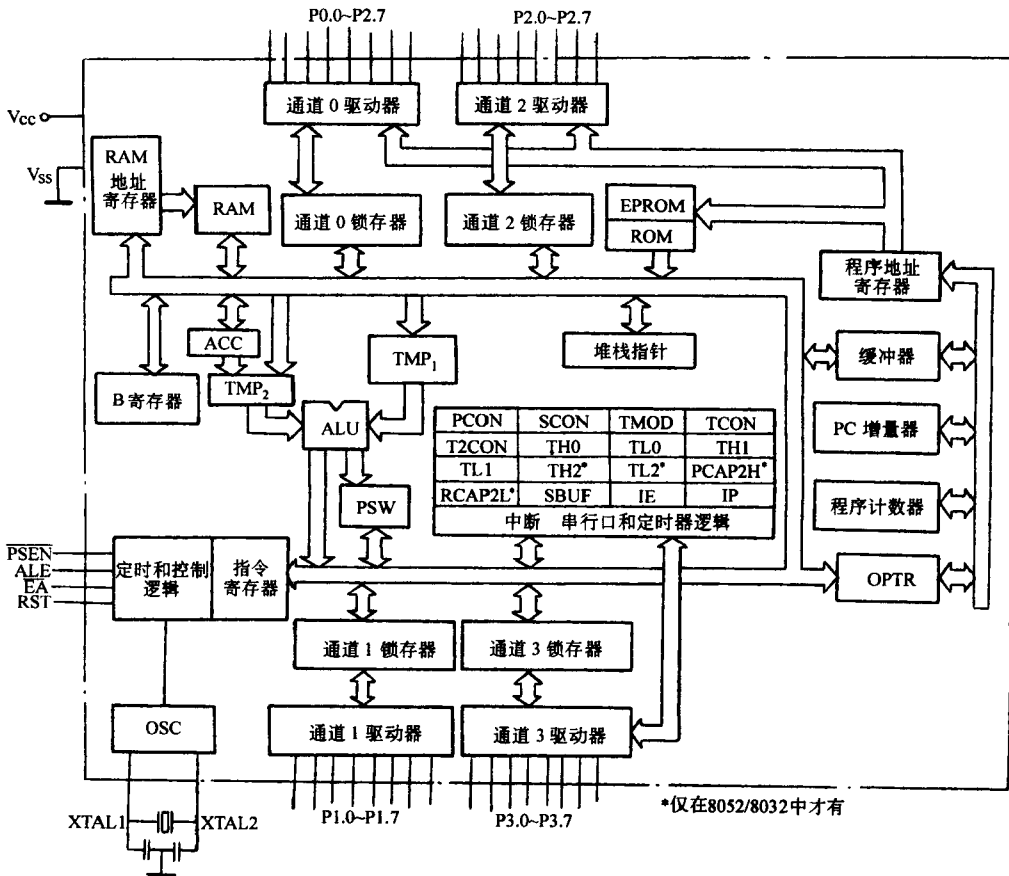


图 1-2 8051 单片机的内部总体结构图

## 二、MCS-51 单片机的 CPU

中央处理单元是单片机内部的核心部件，它是由 8 位算术/逻辑运算部件 ALU 及若干专用寄存器组成的。


1. 算术/逻辑运算部件 ALU MCS-51 单片机的 ALU 功能十分强大，它与其他微机一样，可以对数据信息进行加、减、乘、除等算术运算及与、或、非等逻辑运算，并具有传送、跳转、判断等丰富的数据处理功能。

MCS-51 的 ALU 还具有很强的位处理功能,这是一般微机所不具备的。它可以进行置位、清零、取反、转移等算术或逻辑操作。

2. 累加器 Acc 累加器是一个最常用的 8 位专用寄存器,很多运算及传送指令的操作数都取自累加器。加、减、乘、除运算结果都存放在累加器中,指令系统中采用 A 作为累加器的助记符。

3. 寄存器 B 寄存器 B 一般与累加器配合用于乘、除法指令。

4. 程序状态字寄存器 PSW 程序状态字寄存器 PSW 是单片机中各有关标志位的集合。它是一个可由指令读写的 8 位寄存器,其各位状态标志定义如下:

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV		P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

(1) CY (PSW. 7) 进位标志 如果操作结果在最高位有进位(加法)或借位(减法)时置位,否则清零。

(2) AC (PSW. 6) 辅助进位标志 有加法或减法操作产生的由低 4 位向高 4 位进位或借位时置位,否则清零。

(3) FO (PSW. 5) 用户标志 可以用软件来使它置位或清零,用户可以通过测试该位的状态控制程序的流向。

(4) RS1、RS0 (PSW. 4、PSW. 3) 工作寄存器区开关选择位 用于选择四组工作寄存器之一。

(5) OV (PSW. 2) 溢出标志 通常用做带符号数运算的溢出标志,当运算结果的次高位向最高位产生进位而最高位不产生进位时置位,否则清零。

(6) P (PSW. 0) 奇偶校验标志 每个指令周期都由硬件来置位或清除,以表示累加器 A 中“1”的个数的奇偶,“1”的个数为奇数置位,否则清零。

此标志位在串行通信中具有重要的意义,在串行通信中,常用奇偶校验的办法来校验数据传输的准确性及可靠性。

8051 单片机采用的是奇校验。例如:发送时校验位为“1”,则接受时收到此校验位后,应验证收到的数据中“1”的个数应为奇数,否则出错。

5. 程序计数器 PC 程序计数器 PC 是一个 16 位的专用寄存器,也称地址指针,它存放下一条要执行的指令地址,因此寻址范围为整个程序存储器的寻址范围 0000H~0FFFFH (64K)。PC 在物理上是独立的,不属于内部 RAM 中的 SFR 块。

6. 堆栈指针 SP MCS-51 允许用户定义内部 RAM 的任意一块连续区域为堆栈,用来存放数据和中间结果。堆栈指针 SP 是一个 8 位专用寄存器,它指向堆栈顶部的位置。系统复位后,SP 初始化为 07H。考虑到 08H~1FH 单元分属于工作寄存器区 1~3,因此在程序设计中,一般把 SP 值改置 1FH 或以上的值。当数据被指令压入 SP 所指向单元时,SP 自动加 1,反之,数据出栈时,SP 指针自动减 1,SP 始终指向栈顶。

7. 数据指针 DPTR 数据指针 DPTR 是一个 16 位寄存器,由高位字节 DPH 和低位字节 DPL 组成,用来存放 16 位存储器的地址。通过指令可以对 DPTR 进行改写。

其他寄存器将在有关章节叙述。

### 三、MCS-51 单片机引脚及功能

MCS-51 单片机是标准的 40 引脚双列直插式封装的集成电路芯片,图 1-3 是 8051 系列芯

片的引脚分配图。由于受引脚数目的限制，故有不少引脚具有两种功能，下面分别叙述这 40 条引脚的功能。

1. 主电源引脚  $V_{SS}$  为接地端、 $V_{CC}$  为电源+5V 端。

2. 外接晶体引脚 XTAL1 和 XTAL2 在使用单片机内部振荡电路时，这两个端子用来外接石英晶体和微调电容。在使用外部时钟时，则用来输入时钟脉冲。

3. I/O 口引脚 8051 系列芯片具有四个并行的 I/O 端口。

1) P0.0~P0.7 为双向三态 I/O 口。在访问外部存储器时，分别输出低 8 位地址线和 8 位数据线。在对内部 EPROM 编程时，用于数据的输入和输出。

2) P1.0~P1.7 为 8 位双向 I/O 口。对 EPROM 编程时，用于接受低 8 位地址。

3) P2.0~P2.7 为 8 位双向 I/O 口。在访问外部存储器时，输出高 8 位地址。在对内部 EPROM 编程时，用于接受高 8 位地址。

4) P3.0~P3.7 为 8 位双向 I/O 口。每个引脚都有各自的第二功能，这些功能见表 1-2。P1 口~P3 口均为准双向 I/O 口。

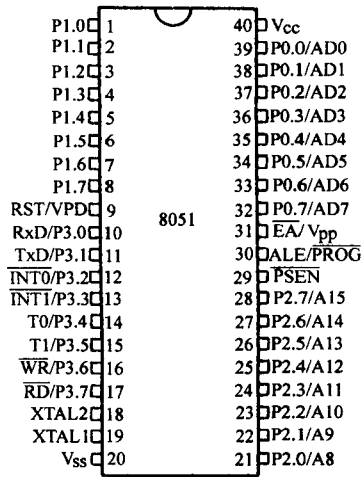


图 1-3 8051 系列芯片的引脚图

表 1-2 P3 口线的第二功能表

口 线	代替的第二功能	口 线	代替的第二功能
P3.0	RXD (串行口输入)	P3.4	T0 (定时器 0 的外部输入)
P3.1	TXD (串行口输出)	P3.5	T1 (定时器 1 的外部输入)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断 0 输入)	P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (片外数据存储器写选通控制输出)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断 1 输入)	P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (片外数据存储器读选通控制输出)

4. 控制引脚 8051 系列芯片具有四根控制引脚。

1)  $\overline{\text{ALE}}/\overline{\text{PROG}}$ 端，当访问外部存储器时，ALE (地址锁存信号) 的输出将锁存 P0 口送出的低 8 位地址。不访问外部存储器时，ALE 仍以振荡器频率 1/6 的固定频率输出正脉冲信号。在对内部 EPROM 编程时，此引脚用于编程脉冲  $\overline{\text{PROG}}$ 。

2)  $\overline{\text{SEN}}$ 为外部程序存储器 ROM 的读选通信号。在执行访问外部 ROM 时， $\overline{\text{PSEN}}$ 信号会自动产生。而在访问外部数据 RAM 或内部程序存储器 ROM 时，不会产生有效的 PSEN 信号。

3)  $\overline{\text{EA}}/V_{PP}$ 为输入信号，是访问内部和外部程序存储器的选择线。当  $\overline{\text{EA}}/V_{PP}$  端保持高电平时，则访问地址小于 4KB 的内部程序存储器，若地址超过 4KB 则自动转向执行外部程序存储器内的程序；当 EA 保持低电平时，则访问外部程序存储器，而不管是否有内部程序存储器。

在对 EPROM 编程时，此引脚为 21V 编程电源输入。

4) RST/VPD 为输入信号，RST 是复位信号，当振荡器工作时，该引脚上出现了两个机器周期的高电平，将使单片机复位。一般在此引脚与  $V_{SS}$  之间约有 8.2k $\Omega$  的下拉电阻，与  $V_{CC}$  引脚之间接入一个约 10 $\mu\text{F}$  的电容，以确保可靠地复位。

此外，V<sub>cc</sub> 掉电期间，此引脚可接上+5V 的备用电源，一旦 V<sub>cc</sub> 下掉到低于规定值时，VPD 就向内部 RAM 提供备用电源，以确保存储在 RAM 中的信息不丢失。

### 第三节 MCS-51 单片机存储器配置

MCS-51 单片机的存储器结构与典型的微型计算机存储器结构有很大区别，存储器分成了程序存储器（ROM）和数据存储器（RAM）两个部分。

物理上，MCS-51 有四个存储空间，片内 ROM 和片外 ROM 以及片内 RAM 和片外 RAM。设计上，它们都有各自的寻址机构和不同的寻址方式。8051 的存储空间结构图如图 1-4 所示。

#### 一、程序存储器

程序存储器（ROM）用来存放固定的程序和程序中要用的表格。它是通过 16 位程序计数器 PC 通过数据总线实现对 64KB 存储空间的寻址。64KB 的 ROM 空间中，有 4KB 地址区对于片内 ROM 和片外 ROM 是公共的，这 4KB 地址为 0000H~0FFFH。而 1000~0FFFFH 60KB 的地址区为外部 ROM 专用。

CPU 的控制引脚  $\overline{EA}$  专门用来区别内部 ROM 和外部 ROM 的公用地址区。当  $\overline{EA}$  接高电平时，单片机执行片内 ROM 4KB 地址区间的程序。当 PC 值超过 0FFFH 时，就会自动转向片外 ROM 1000~0FFFF 的地址空间区，并执行指令。当  $\overline{EA}$  接低电平时，则所有取指操作均对外部 ROM 进行。故对无内部 ROM（如 8031）的等机型单片机，应将  $\overline{EA}$  始终接地，迫使系统从外部 ROM 取指令。

64KB 程序存储器中有 7 个单元具有特殊功能。

0000H 单元，MCS-51 复位后程序计数器 PC 的内容为 0000H，故系统必须从 0000H 单元开始取指，执行程序，它是系统的启动地址，一般在该单元中存放一条绝对跳转指令，而用户设计的主程序从跳转地址开始安放。

除了 0000H 单元外，程序存储器中还有 6 个特殊功能的单元分别对应于 6 种中断源中断服务子程序的入口地址。通常，在这些入口地址处都安放一条绝对跳转指令，对应的中断服务子程序从转移地址开始安放。表 1-3 为各中断源对应的入口地址，其中第 6 种中断为 8032/8052 芯片所有。

#### 二、数据存储器

数据存储器（RAM）主要用于存放运算的中间结果、标志等，是数据的暂存和缓冲。数据存储器分为两个地址空间，即片内数据存储器 and 片外数据存储器，两者的地址空间彼此是独立的。片内 RAM 的地址范围为 00H~0FFH，作为数据寄

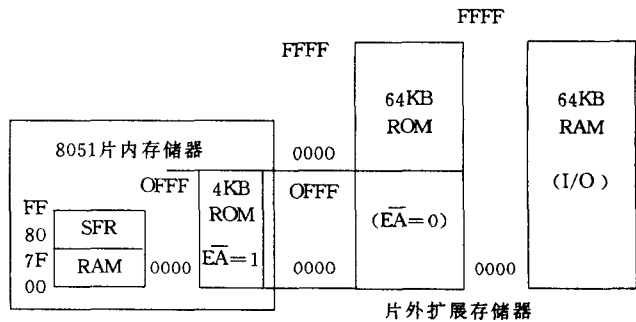


图1-4 8051的存储空间结构图

表 1-3 中断源对应的入口地址

中 断 源	中断服务程序入口地址
外部中断 0	0003H
定时/计数器 0 溢出	000BH
外部中断 1	0013H
定时/计数器 1 溢出	001BH
串行口	0023H
定时器 2 中断	002BH

存储器使用，访问使用“MOV”指令；片外 RAM 有 64KB 寻址区 0000~0FFFFH，虽然在地 址上和 ROM 重叠，但 8051 是通 过控制信号来选通外部的 ROM 或 RAM，不会因地址重叠而产生 混乱。访问外部 RAM 时用 “MOVX”指令。

8051 的片内 RAM 虽然字节 不多，但却起着十分重要的作用。 256 个字节被分为两个区域：00H ~7FH 是真正的 RAM 区，可以读 写各种数据；而 80H~0FFH 是专 门用做特殊功能寄存器（SFR）的 区域。图 1-5 表示了内部数据存储 器的具体配置。在 51 系列中，只有 低 128 字节的 RAM 块和高 128 字 节的专用寄存器块，后者占有 80H~0FFH 地址空间，两块地址 空间是相连的。在 52 系列中，高 128 字节 RAM 与 SFR 块的地址 是重合的，究竟访问哪一块是通过 不同的寻址方式加以区分的。访问 高地址字节 RAM 时采用寄存器 间接寻址方式，访问 SFR 时则只 能采用直接寻址方式。

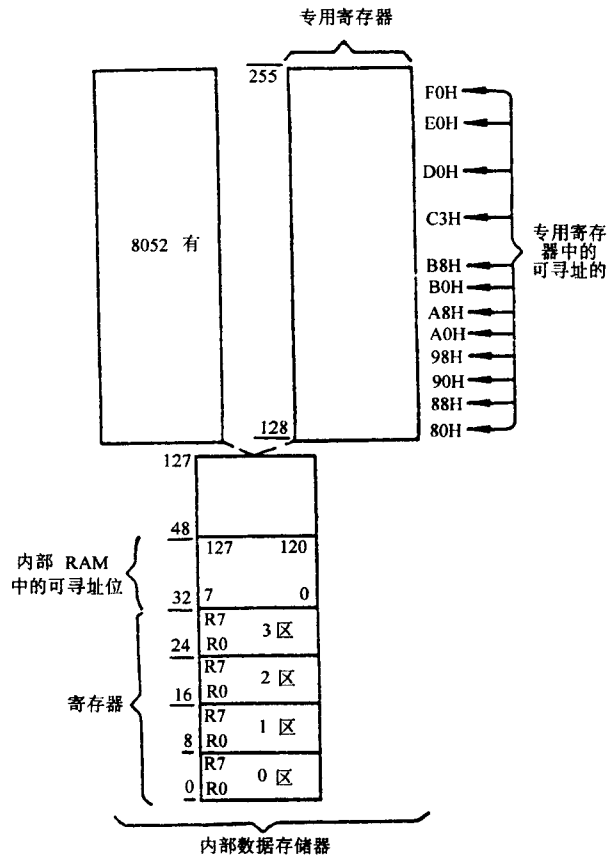


图 1-5 内部数据存储器的具体配置图

从图 1-5 中看出，对于片内 RAM 的低 128 字节（00H~7FH）还分为三个区域：工作寄 存器区、位地址区和用户 RAM/堆栈区。

1. 工作寄存器组 在 00H~1FH 安排了四组工作寄存器，每组占用 8 个字节，记为 R0~ R7。每组具体的地址分配是：0 区为 00H~07H，1 区为 08H~0FH，2 区为 10H~17H，3 区 为 18H~1FH，一共 32 个单元。在某一时刻，CPU 只能使用其中一组作为工作寄存器，工作 寄存器组的选择由程序状态字寄存器 PSW 中的二位（RS1、RS0）来确定。

PSW:

Cy	Ac	FO	RS1	RS0	OV		P
----	----	----	-----	-----	----	--	---

RS0	RS1	被选中的区
0	0	0 区
0	1	1 区
1	0	2 区
1	1	3 区



有两种方法可以改变 RS1、RS0 这两位的值：一种是对 PSW 寻址，通过改变 PSW 的值来改变 PSW 中的 RS1 和 RS0 的值，如：MOV PSW, #n；另一种是直接对 RS1、RS0 寻址来改变这两位的值，如：SETB RS0 或 CLR RS1 等，一般采用后一种方法更方便些。

有了工作寄存器区给软件设计带来了极大的方便，若程序中并不全部需要用四组工作寄存器，那么，剩下的工作寄存器区所对应的单元也可作为一般的数据缓冲单元使用。

2. 位寻址区域 位寻址方式是对字节单元的八位二进制数中的每一位都给出一个地址，可由程序直接寻址。

内部 RAM 块中的 20H~2FH 共有 16 个字节单元为位寻址区，一共是 128 个位地址，范围为 00H~7FH，其地址分配见表 1-4。

表 1-4 位寻址区地址表

字节地址	MSB 位地址							
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
28H	47	46	45	44	43	42	41	40
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
26H	37	36	35	34	33	32	31	30
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
24H	27	26	25	24	23	22	21	20
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
22H	17	16	15	14	13	12	11	10
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
20H	07	06	05	04	03	02	01	00

程序设计时，通常把各种程序要用的状态标志及位控制变量设在位寻址区。同样，位地址所在的 RAM 单元也可作为一般的数据缓冲器使用，CPU 会通过不同的寻址方式来区别访问。

3. 用户 RAM 和堆栈区 用户 RAM 和堆栈区的地址范围为 30H~7FH，这些地址只能按字节寻址。8051 单片机在复位时 SP 指向 07H 单元。当用户使用堆栈时，首先必须设置堆栈。原则上，堆栈可以设置在内部 RAM 的任意区域内，一般设在 30H~7FH 的范围内。

4. 特殊功能寄存器区 SFR 51 系列中共有累加器 A、程序计数器 PC、程序状态字寄存器 PSW、堆栈指针 SP 等 22 个专用寄存器，其中 5 个是双字节寄存器。PC 寄存器在物理上是独立的，其余 21 个寄存器都离散地分布在内部数据寄存器 80H~0FFH 的区域中，称为特殊功能寄存器 SFR (Special Function Register)。表 1-5 分别列出了 SFR 的名称和地址。