

# 单片微型计算机 原理与应用

徐君毅 张友德 余宝洪 涂时亮 编

上海科学技术出版社

# 单片微型计算机原理与应用

徐君毅 张友德 俞宝洪 涂时亮 编

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书比较系统地论述了单片微机的组成原理和系统设计方法。全书共分四篇：第一篇概括介绍单片微机的结构特点和发展趋势，对一些具有代表性的单片机系列进行了综合评价；第二篇论述了MCS-48单片机原理和应用系统的设计方法；第三篇系统地论述了MCS-51单片机组成原理、程序设计技巧和系统扩展技术，用较多的篇幅介绍了应用系统的设计原理和研制方法；第四篇概括介绍了MCS-96单片机原理。本书的取材具有先进性、系统性和实用性等特点。各篇具有相对独立性。

本书可作为大专院校计算机应用专业的教材，也可以作为从事微机应用的工程技术人员参考书。

### 单片微型计算机原理与应用

徐君毅 张友德 俞宝洪 涂时亮 编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

启东解放印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张36.25 字数885,000

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数：1—14,100

ISBN 7-5323-0400-0/TP·8

定价：8.55 元

## 前 言

单片微机又称微控制器，它是国际上七十年代中期继微处理器之后发展起来的新型的大规模集成电路器件，它在一块芯片上集成了CPU、存储器、I/O接口等各种功能部件，以构成一种最基本的微型计算机。

由于单片机具有集成度高、体积小、可靠性强、价格低、面向控制等特点，因而在工业控制、智能仪器仪表、智能化设备和家用电器等领域得到了广泛的应用。近年来，国内单片机应用也正引起各方面的重视，开始为越来越多的人所注目。鉴于目前国内有关单片机的书籍为数不多，为适应单片机开发应用的需要，编者根据自己的学习和开发应用单片机的体会编写了这本书，奉献给读者，希望能在推广单片机应用中起到一些微薄的作用。

本书在取材上，主要介绍国内外应用最普及的 Intel公司的单片机。第一篇介绍了单片机的发展及其开发应用情况，并列举了具有代表性的单片机产品，对它们的性能作了综合评述。第二篇概括介绍MCS-48系列单片机的原理，着重论述MCS-48应用系统的设计技术，分析了典型的应用系统的设计方法。第三篇系统地介绍MCS-51系列单片机的原理、程序设计方法、系统扩展技术以及I/O设备的接口，并用较多的篇幅介绍了典型产品的设计原理和调试方法。第四篇介绍MCS-96系列单片机的系统结构、指令系统和它的应用特性。

本书由复旦大学徐君毅、张友德、涂时亮、陈章龙和上海科技大学俞宝洪等同志编写。第一篇由陈章龙同志负责编写并执笔；第二篇由俞宝洪同志负责编写，其中第四章由涂时亮同志执笔、第五、六、七章由俞宝洪同志执笔（杨逢春、徐民海同志参加了第六章部分内容的编写工作）；第三篇由张友德同志负责编写，其中第九章由涂时亮同志执笔、第八、十、十一、十二、十三、十四章由张友德同志执笔（王小勇同志参加了§8-3、4的编写工作）；第四篇由徐君毅同志负责编写并执笔。最后由徐君毅、陈章龙、张友德负责全书的协调和审定。

本书在编写过程中，姚志石同志提出了修改意见。在出版工作中得到了李健平同志的帮助。薛剑虹、许静红、周涛等同志做了不少具体工作。谨在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，错误和不妥之处难免，敬请读者批评指正。

编 者

1986年12月于上海

# 目 录

## 第一篇 单片微型计算机概论

第一章 单片微型计算机概述	( 1 )
§ 1-1 单片机的发展概况	( 1 )
§ 1-2 单片机的特点	( 3 )
§ 1-3 单片机的应用	( 4 )
§ 1-4 单片机的发展趋势	( 6 )
第二章 Intel公司单片机	( 7 )
§ 2-1 Intel 单片机系列	( 7 )
§ 2-2 Intel 单片机性能	( 8 )
§ 2-3 Intel单片机的结构	( 9 )
一、单片机的存贮器	( 9 )
二、高速运算能力	( 9 )
三、多功能的I/O接口	( 10 )
§ 2-4 单片机的指令系统	( 10 )
第三章 常用单片机系列	( 12 )
§ 3-1 Motorola 公司单片机系列	( 12 )
一、6801单片机	( 12 )
二、6805单片机	( 15 )
§ 3-2 Zilog 公司单片机系列	( 19 )
一、Z8 单片机	( 19 )
二、Z8 单片机指令系统	( 27 )
三、Z8 单片机的应用	( 30 )
四、Super 8 单片机	( 32 )
§ 3-3 F8 ( 3870 ) 单片机系列	( 33 )
一、F8 单片机结构	( 33 )
二、F8 单片机指令系统	( 37 )
三、F8 单片机的应用	( 40 )
§ 3-4 其他单片机系列	( 41 )
一、NEC公司的 $\mu$ COM-87系列	( 41 )
二、Rockwell公司的6500/1 单片机系列	( 42 )
三、TI公司的TMS70 $\times$ $\times$ 单片机系列	( 43 )
四、GI公司的PIC单片机系列	( 43 )
五、NS公司的NS8070系列与RCA公司的CDP1800系列	( 44 )

## 第二篇 MCS-48系列单片机

第四章 MCS-48的组成	( 45 )
§ 4-1 MCS-48内部结构	( 46 )

一、运算部件	( 46 )
二、程序存储器	( 48 )
三、数据存储器	( 48 )
四、程序计数器、堆栈和程序状态字	( 49 )
五、输入/输出	( 50 )
六、定时器/计数器	( 51 )
七、中断	( 52 )
八、时钟和时序电路	( 54 )
九、复位和单步	( 54 )
十、掉电方式	( 55 )
十一、MCS-48引脚说明	( 56 )
§ 4-2 MCS-48指令系统	( 56 )
一、数据传送指令	( 57 )
二、算术运算指令	( 60 )
三、逻辑运算指令	( 62 )
四、标志类指令	( 65 )
五、转移指令	( 66 )
六、子程序	( 71 )
七、定时器/计数器类指令	( 72 )
八、输入/输出指令	( 73 )
九、控制类指令	( 75 )
§ 4-3 简单程序设计举例	( 77 )
一、减法	( 77 )
二、十进制加法	( 77 )
三、十进制减法	( 78 )
四、乘法	( 78 )
五、除法	( 79 )
六、查表乘法	( 80 )
<b>第五章 MCS-48系统的扩展</b>	<b>( 81 )</b>
§ 5-1 程序存储器的扩展	( 81 )
一、外部程序存储器扩展原理框图	( 81 )
二、对外部程序存储器的取指过程	( 81 )
§ 5-2 数据存储器的扩展	( 83 )
一、256字节数据存储器的扩展	( 83 )
二、1024字节外部数据存储器的扩展	( 85 )
§ 5-3 I/O口的扩展	( 86 )
一、8243扩展器I/O接口	( 86 )
二、8 D触发器输出接口	( 89 )
三、三态门输入接口	( 92 )
§ 5-4 8155多功能组合芯片的扩展	( 94 )
一、8155的主要功能	( 95 )

二、8155的扩展和应用举例	( 95 )
§ 5-5 A/D和D/A转换器的扩展	( 98 )
一、ADC0809的扩展	( 98 )
二、5 G14433A/D转换器的扩展	( 100 )
三、5 G7520D/A转换器的扩展	( 105 )
第六章 I/O设备	( 107 )
§ 6-1 单片机控制VOESA打印机	( 107 )
一、VOESA打印机	( 107 )
二、单片机与打印机的接口线路	( 108 )
三、控制打印机的程序框图	( 109 )
四、编制程序过程中的注意事项	( 109 )
五、打印记录实例	( 111 )
§ 6-2 六位七段码显示	( 111 )
一、六位七段码显示的接口电路	( 111 )
二、字符显示时序	( 113 )
三、显示程序举例	( 114 )
四、程序清单	( 115 )
§ 6-3 转换开关输入装置	( 118 )
一、硬件结构	( 118 )
二、应用举例	( 119 )
§ 6-4 拨盘输入装置	( 122 )
一、BCD码拨盘	( 122 )
二、BCD码拨盘与计算机连接	( 123 )
三、读拨盘程序	( 124 )
§ 6-5 键盘输入装置	( 125 )
一、键盘	( 125 )
二、键译码	( 126 )
三、键盘处理程序框图和程序清单	( 127 )
第七章 MCS-48应用实例	( 129 )
§ 7-1 液位加压系统自动计数控制装置	( 129 )
一、自动计数控制装置简介	( 129 )
二、自动计数控制装置的硬件结构	( 130 )
三、自动计数控制装置的软件设计	( 131 )
四、自动计数控制装置的程序清单	( 134 )
§ 7-2 电位器炭片阻值自动分选仪	( 136 )
一、工作原理	( 137 )
二、分选仪结构和程序总框图	( 138 )
三、56路A/D转换的接口电路和软件设计	( 139 )
四、56个炭片等级显示的接口电路和软件设计	( 143 )
§ 7-3 MTC 1-5/1 精密温度控制器	( 147 )
一、系统原理和组成简介	( 147 )

二、硬件结构	( 148 )
三、软件	( 152 )
四、控温特性	( 156 )
§ 7-4 功率因数补偿控制器	( 157 )
一、控制器简介	( 158 )
二、功率因数角 $\varphi$ 的检测	( 159 )
三、电力电容切换装置	( 161 )

### 第三篇 MCS-51系列单片机

第八章 MCS-51组成	( 162 )
§ 8-1 MCS-51系列概述	( 162 )
§ 8-2 MCS-51系统结构	( 163 )
一、MCS-51的总体结构	( 163 )
二、微处理器	( 164 )
三、存贮器	( 167 )
四、I/O口	( 168 )
§ 8-3 MCS-51存贮器组织	( 170 )
一、程序存贮器	( 171 )
二、内部数据存贮器	( 171 )
三、特殊功能寄存器	( 172 )
四、位寻址空间	( 172 )
五、外部数据存贮器和 I/O口	( 174 )
§ 8-4 MCS-51指令系统	( 175 )
一、寻址方式	( 175 )
二、程序状态字PSW	( 179 )
三、指令系统	( 180 )
§ 8-5 定时器/计数器	( 200 )
一、定时器结构	( 200 )
二、定时器的工作方式	( 202 )
三、8052/8032的定时器T <sub>2</sub>	( 204 )
四、定时器的应用举例	( 207 )
§ 8-6 串行接口	( 210 )
一、MCS-51串行接口	( 211 )
二、串行接口的工作方式	( 212 )
三、波特率设计	( 221 )
四、串行接口的应用实例	( 224 )
§ 8-7 中断系统	( 231 )
一、中断请求源	( 232 )
二、中断控制	( 233 )
三、中断响应过程	( 235 )
四、外部中断响应时间	( 236 )



五、外部中断的方式选择	( 236 )
六、8031的单步运行控制	( 236 )
七、多外中断源系统设计	( 237 )
<b>第九章 MCS-51 程序设计</b>	<b>( 240 )</b>
§ 9-1 循环程序设计	( 240 )
一、循环程序的导出	( 240 )
二、除法程序设计	( 242 )
三、多重循环	( 245 )
四、循环程序的结构和优化	( 246 )
§ 9-2 查表程序设计	( 248 )
§ 9-3 散转程序设计	( 253 )
一、使用转移指令表的散转程序	( 253 )
二、使用地址偏移量表的散转程序	( 255 )
三、使用转向地址表的散转程序	( 256 )
四、利用RET指令实现的散转程序	( 256 )
§ 9-4 子程序和参数传递方法	( 257 )
一、用工作寄存器或累加器来传递参数	( 258 )
二、用指针寄存器来传递参数	( 258 )
三、用堆栈来传递参数	( 259 )
四、程序段参数传递	( 261 )
§ 9-5 数制转换	( 263 )
一、整数十翻二	( 263 )
二、小数十翻二	( 265 )
三、整数二翻十	( 267 )
四、小数二翻十	( 269 )
§ 9-6 浮点数运算子程序	( 270 )
一、多字节浮点数格式	( 270 )
二、多字节浮点数规格化子程序	( 271 )
三、多字节二进制整数转换为浮点数字子程序	( 272 )
四、多字节浮点数取补子程序	( 273 )
五、多字节浮点数对阶子程序	( 273 )
六、多字节浮点数加法子程序	( 274 )
七、多字节浮点数减法子程序	( 276 )
八、多字节浮点数乘法子程序	( 277 )
九、多字节浮点数除法子程序	( 281 )
<b>第十章 MCS-51系统扩展技术</b>	<b>( 287 )</b>
§ 10-1 程序存储器设计	( 287 )
一、可擦洗只读存储器EPROM	( 287 )
二、8051和8751的程序存储器扩展	( 289 )
三、8031的程序存储器扩展	( 290 )
四、访问外部程序存储器的时序	( 291 )
五、实用的程序存储器设计	( 292 )

§ 10-2 外部扩展数据存储器设计	( 293 )
一、RAM存储器电路	( 293 )
二、外部RAM电路的逻辑设计	( 294 )
三、外部数据存储器数据传送	( 295 )
四、实用的数据存储器设计	( 296 )
§ 10-3 扩展I/O口设计	( 297 )
一、8255A通用并行接口电路	( 298 )
二、8155RAM/IO扩展器	( 305 )
三、8279可编程键盘/显示器接口	( 310 )
四、8253可编程定时器/计数器	( 318 )
五、8251串行通信接口	( 323 )
六、74LSTTL电路的应用	( 329 )
<b>第十一章 MCS-51模拟电路接口技术</b>	<b>( 331 )</b>
§ 11-1 D/A 电路接口技术	( 331 )
一、D/A电路原理	( 331 )
二、8位数模电路DAC 0832	( 333 )
三、10位D/A转换器AD7520	( 335 )
§ 11-2 A/D电路接口技术	( 337 )
一、双积分A/D变换器原理	( 338 )
二、4位半双积分A/D转换器ICL7135	( 338 )
三、5 G14433和MCS-51的接口	( 344 )
四、逐次逼近法A/D变换器原理	( 346 )
五、0816A/D变换器	( 346 )
六、0809和MCS-51的接口方法	( 350 )
<b>第十二章 输入/输出设备</b>	<b>( 351 )</b>
§ 12-1 显示器接口	( 351 )
一、显示器结构	( 351 )
二、显示器工作原理	( 351 )
三、动态显示程序设计	( 352 )
§ 12-2 键盘接口	( 354 )
一、键盘工作原理	( 354 )
二、键盘接口方法	( 355 )
三、键输入程序设计	( 355 )
四、定时扫描方式	( 358 )
五、中断扫描方式	( 358 )
六、键盘显示器和8279的接口方法	( 358 )
§ 12-3 打印机接口	( 361 )
一、GP16微打印机的接口方法	( 361 )
二、PP40彩色描绘器的接口方法	( 363 )
§ 12-4 智能终端接口	( 375 )
一、RS232C电平转换器	( 375 )
二、MCS-51和终端的接口	( 376 )

§ 12-5 磁带机接口	( 377 )
一、调幅方式接口电路和程序设计	( 378 )
二、调频方式	( 386 )
第十三章 MCS-51应用系统设计	( 387 )
§ 13-1 控制系统设计	( 387 )
一、控制系统基本要求	( 387 )
二、皮带配料秤	( 388 )
三、程序控制器	( 400 )
§ 13-2 智能仪器仪表设计	( 412 )
一、智能仪器仪表特点	( 412 )
二、智能仪器仪表设计	( 413 )
三、智能仪器仪表常用功能部件	( 416 )
四、智能电度表设计举例	( 423 )
§ 13-3 智能外设控制器设计	( 427 )
一、微机针打工作原理与接口信号	( 427 )
二、GP16-Ⅱ控制器硬件结构	( 429 )
三、GP16-Ⅰ软件设计	( 431 )
四、打印子程序设计	( 436 )
第十四章 MCS-51应用系统的研制和调试方法	( 440 )
§ 14-1 MCS-51应用系统研制方法	( 440 )
一、确定任务	( 441 )
二、总体设计	( 441 )
三、硬件设计方法	( 441 )
四、软件设计方法	( 443 )
§ 14-2 MCS-51单片机开发工具	( 446 )
一、ICE-5100/252在线仿真器	( 447 )
二、DSG-51在线仿真系统	( 448 )
三、SICE通用单片机在线仿真系统	( 456 )
§ 14-3 MCS-51应用系统调试	( 459 )
一、常见硬件故障分析	( 460 )
二、硬件调试方法	( 460 )
三、软件调试方法	( 461 )

#### 第四篇 MCS-96系列单片机

第十五章 MCS-96硬件结构	( 464 )
§ 15-1 MCS-96概述	( 464 )
一、MCS-96系列的功能特性	( 464 )
二、MCS-96的应用范围	( 465 )
三、MCS-96系列产品	( 465 )
§ 15-2 中央处理器	( 469 )
一、CPU总线	( 469 )

二、CPU寄存器文件	( 469 )
三、寄存器算术逻辑单元	( 470 )
§ 15-3 振荡器及内部时序	( 471 )
一、振荡器	( 471 )
二、内部时序	( 472 )
§ 15-4 存贮空间	( 472 )
一、寄存器文件	( 473 )
二、特殊功能寄存器	( 473 )
三、预留存贮空间	( 473 )
四、内部ROM	( 476 )
五、存贮控制器	( 476 )
六、系统总线	( 476 )
七、就绪	( 477 )
§ 15-5 中断结构	( 478 )
一、中断源	( 478 )
二、中断控制	( 479 )
三、中断优先权	( 480 )
四、中断时序	( 482 )
§ 15-6 定时器	( 482 )
一、定时器 1	( 482 )
二、定时器 2	( 483 )
三、定时器中断	( 483 )
§ 15-7 高速I/O	( 483 )
一、高速输入	( 484 )
二、高速输出	( 487 )
§ 15-8 A/D输入和脉宽调制D/A输出	( 490 )
一、A/D输入	( 490 )
二、脉宽调制D/A输出	( 491 )
§ 15-9 串行接口	( 493 )
一、串行接口工作方式	( 493 )
二、多处理器通信	( 494 )
三、串行口控制	( 494 )
四、波特率的确定	( 495 )
§ 15-10 I/O口	( 495 )
一、口功能	( 496 )
二、I/O口编程注意事项	( 497 )
§ 15-11 复位、掉电方式、监视跟踪定时器	( 498 )
一、复位	( 498 )
二、掉电方式	( 500 )
三、监视跟踪定时器	( 501 )
<b>第十六章 MCS-96软件结构</b>	<b>( 502 )</b>
§ 16-1 操作数寻址方式	( 502 )

一、操作数类型	( 502 )
二、操作数寻址方式	( 503 )
§ 16-2 指令系统	( 506 )
一、程序状态字	( 506 )
二、8096指令系统使用符号的约定	( 508 )
三、指令系统说明	( 509 )
§ 13-3 8096汇编指令到目标指令的翻译特点	( 536 )
一、汇编指令中使用的寄存器必须先定义后使用	( 537 )
二、正确使用8096汇编语言中的寻址方式	( 537 )
三、不同寻址方式下指令目标代码的确定	( 538 )

## 附 录

附录 I MCS-48指令表	( 539 )
附录 II MCS-51指令表	( 543 )
附录 III MCS-51指令编码表	( 548 )
附录 IV MCS-96指令表	( 556 )
附录 V MCS-96指令操作码与状态时间表	( 559 )
附录 VI 常用芯片引脚	( 563 )

# 第一篇 单片微型计算机概论

## 第一章 单片微型计算机概述

单片微型计算机 (Single-Chip Microcomputer 或 One-Chip Microcomputer) 简称为单片机。它是在一块芯片上集成中央处理部件 (CPU)、存储器 (RAM、ROM 或 EPROM) 和各种输入/输出接口 (定时器/计数器、并行 I/O 或串行 I/O 以及 A/D 转换接口等), 这就构成一台计算机的基本组成。由于它常常是针对工业控制以及与控制有关的数据处理而设计的, 因而又称为微控制器 (Micro-controller)。

单片机按其 CPU 的字长, 可以分为 1 位机、4 位机、8 位机和 16 位机。但被工业界广泛接受的微控制器通常是指 8 位和 16 位机, 而目前应用最广的即是 8 位单片机。据市场预测\*, 8 位单片机在 1986 年达到 2.1 亿片, 销售金额为 8.66 亿美元, 估计到 1990 年则为 7.11 亿片, 销售金额达到 26 亿美元。在 2.1 亿片产量中, Intel 公司的 MCS-48 和 MCS-51 的 8 位单片机要占 50% 以上。本书以 Intel 公司的单片机为典型机讲述单片机的结构及其应用, 重点放在 MCS-51 单片机系列上 (MCS-51 正逐步取代 MCS-48)。

### § 1-1 单片机的发展概况

单片机作为微型计算机的一个很重要的分支, 应用很广, 发展也很快。

1971 年 Intel 公司首次宣布 4004 的 4 位微处理器, 1974 年 12 月仙童 (Fairchild) 公司即推出 8 位单片机 F8 (需另加一块 3851 芯片, 还不能真正称得上为单片机)。其后, Mostek 公司和仙童公司一起推出了与 F8 兼容的 3870 单片机系列。Intel 公司在 1976 年 9 月推出了 MCS-48 单片机系列 (包括 8048/8748/8035 等); GI (General Instrument Corp) 公司在 1977 年 10 月宣布了 PIC 1650 单片机系列; 在 1978 年, Rockwell 公司也推出了 R6500/1 系列 (与 6502 微处理器兼容)。这些单片机都有 8 位 CPU、若干个并行 I/O、8 位定时器/计数器、容量有限的 RAM 和 ROM, 以及简单中断处理等功能。Motorola 公司和 Zilog 公司的单片机问世稍晚一些, 但产品性能较高, 单片机内还有串行 I/O、多级中断处理等功能, 片内的 RAM 和 ROM 容量较大, 有的还带有 A/D 转换接口。Motorola 公司在 1978 年下半年宣布了与 6800 微处理器兼容的 6801 单片机 (在此之前, 先推出了双片式的 6802); Zilog 公司在同年 10 月也推出了 Z8 单片机系列; Intel 公司在原 MCS-48 基础上, 于 1980 年推出了高性能的 MCS-51 系列 (包括 8051/8751/8031 等)。到 1982 年 Mostek 公司和 Intel 公司先后推出了 16 位单片机 MK68200 (与 68000 微处理器兼容) 和 MCS-96 系列。1987 年 Intel 公司将推出性能是 8096 的

\* 据美国加州 Dataquest of San Jose 1986 年初的市场预测报告。

表1-1 主要8位单片机的性能表

公 司	系 列	片 内 存 贮 器		寻址范围	片内I/O		定时/计数器	中 断 源	备 注
		ROM	RAM		并行I/O	串行I/O			
Intel	MCS-48	1 K/4 K	64B/256B	4 KB	3 × 8 位	/	1 × 8 位	2	
	MCS-51	4 K/8 K	128B/256B	64KB	3 × 8 位	UART	2 × 16位	5/6	
Motorola	6801	2 K/4 K	128B/256B	64KB	3 × 8 位 1 × 5 位	UART	3 × 16位	2	
	6805	1.1K/2 K	64B/112B	2 K/8 K	2 × 8 位 1 × 4 位	/	1 × 8 位	1/4	
Zilog	Z 8	2 K/4 K	124B	64KB	8 × 1 位 4 × 4 位 1 × 8 位	UART	2 × 8 位	6	
Fairchild	F 8 (3850)	/	64B	4 KB	2 × 8 位	/	/	/	
Mostek	3870	1 K/4 K	64B	4 KB	4 × 8 位	/	1 × 8 位	2	
Rockwell	6500/1	256B/3 K	64B/192B	64KB	4 × 8 位	-/ UART	1 × 16位	4/8	
NEC	μCOM-87 (μPD78××)	4 K/6 K	128B/256B	64KB	6 × 8 位	UART	1 × 12位	3	
TI	TMS7000	2 K/12K	128B	64KB	4 × 8 位	-/ UART	1(2) × 13位	2/6	微程序
GI	PIC16××	512 × 12位 (2 K × 12位)	32B/64B	512B/2KB	8 × 4 位	/	1 × 8 位	1/2	
NS	8070	2 K/2.5K	64B/128B	64K/128K	5 × 8 位	UART /-		/	
RCA	CDP1800	2 K	64B	64KB	12位	/	/	3	有DMA

表1-2 16位单片机性能表

公 司	型 号	片 内		中 断 源	串行口	A/D	DWM 输出	Watchdog 定时器	计数器	高 速 I/O	DMA	备 注
		ROM	RAM									
Thomson	68200	4 KB	256B	15	异/同步	无	借用通用计数器	3 × 16	无	无	与68000 指令兼容	
Intel	MCS-96	8 KB	232B	8	异步	8 × 10位	有	有	2 × 16	HSIO	无	
NS	HPC16040	4 KB	256B	8	异步	无	有	有	8 × 16	有	无	
NEC	783××	8 KB	156B	15	异步	4 × 8 位	有	有	2 × 16	有	8个 宏通道	7811升级产品

注：68200原为Mostek公司产品，是第一个16位单片机。由于Mostek公司经营不景气，1985年宣布倒闭，由Thomson公司接管该公司。

## 2.5倍新型单片机80296。

综上所述，我们可以把单片机的发展划分四个阶段：

第一阶段（1974~1976年）：单片机初级阶段。因工艺限制，单片机采用双片的形式，而且功能比较简单，如仙童公司的F 8实际上只包括了8位CPU、64字节RAM和2个并行I/O口，因此，还需加一块3851（由1K ROM、定时/计数器和2个并行I/O构成）才能组成一台完整微型计算机。

第二阶段（1976~1978年）：低性能单片机阶段。以Intel公司的MCS-48为例，采用了单片结构，即在一块芯片内就含有8位CPU、并行I/O口、8位定时/计数器、RAM和ROM等，但无串行I/O，中断处理也较简单，片内RAM和ROM容量较小，且寻址范围有限，一

般都不大于4 K字节。

第三阶段（1978～ 年）：高性能单片机阶段。这一类单片机带有串行I/O，有多级中断处理，定时/计数器为16位，片内的RAM和ROM相对增大，且寻址范围可达64K字节，有的片内还带有A/D转换接口。这类单片机有Intel公司的MCS-51，Motorola公司的6801和Zilog公司Z8等。由于这类单片机应用的领域较广，目前还正在不断改进和发展着。

第四阶段（1982～ 年）：16位单片机阶段。16位单片机除了CPU为16位外，片内RAM和ROM容量进一步增大，实时处理的能力更强。如Intel公司的MCS-96，其集成度已为120000管子/片，主振为12MHz，片内RAM为232字节，ROM为8 K字节，中断处理为八级，而且片内带有多通道10位A/D转换和高速输入/输出部件（HSIO），实时处理的能力很强。

据1985年10月份的统计，单片机已有50个系列373个机种。表1-1、1-2罗列了一些主要的单片机性能。

## § 1-2 单片机的特点

从表1-1中，我们可以看出单片机有两种结构：兼容型单片机和独立型单片机。所谓兼容型单片机，即与相应的微处理器相兼容，也就是把该系列的接口芯片都集成在一块芯片上。如Motorola公司的6801可以看作由MC6800系列的6875（时钟）+6800（ $\mu$ P）+6810（128字节RAM）+2×6830（1K ROM）+ $\frac{1}{2}$ ×6821（并行I/O）+ $\frac{1}{2}$ ×6840（定时器）+6850（串行I/O）所组成。属于这类单片机的还有Rockwell公司的R6500/1（与6502微处理器兼容），Mostek公司的MK68200（与68000微处理器兼容）。

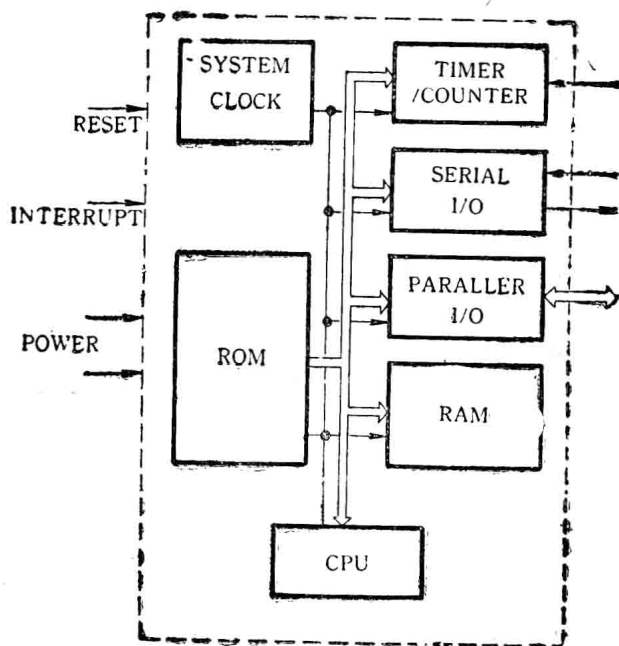


图1-1 单片机的典型结构



大多数单片机采用独立型结构,为了适合控制之用,指令被设计为面向控制的高效控制指令。为了提高实时执行的速度,片内的RAM的存取类同于寄存器间的数据传送。如Intel公司的MCS-48, TI公司的TMS 7000和GI公司的PIC 1650等。这类单片机比兼容型结构紧凑,执行的效率也要高得多。

单片机的典型结构如图1-1所示,它采用Harvard的结构,即数据存储器与程序存储器相互分离开来(Harvard Aiken在1944年为IBM公司推出的Mark 1,提出了该结构思想)。这同目前常用的数据和程序合用同一存储空间的结构有所不同。如Intel公司的MCS-51,把数据存储空间与程序存储空间分离开来,采用不同的寻址方式,并用了两个不同的存储器地址指针,PC指向程序存储空间,DPTR则指向数据存储空间。采用这种方式主要是考虑到控制应用的特点,即需要较大程序存储空间和较小的随机存取数据存储空间。

单片机可以归纳为以下几个特点:

- 在一块芯片上集成了构成一台微型计算机所需的CPU、存储器和输入/输出部件,即一块芯片就是一台完整的微型计算机;
- 片内的RAM采用寄存器结构形式,这样可提高随机存取的速度;
- 指令采用紧凑的格式,尽可能以单字节的形式出现。如Intel公司的MCS-48的70%指令长度仅为一个字节,且50%以上的指令为单周期指令;
- 片内有完善的输入/输出部件。

根据这些特点,兼容型的还称不上是真正的单片机,它仅仅是把原有的微处理器系列中几块芯片集成在一块芯片内,因此,真正的单片机是指独立型的结构,这类单片机因而也称为微控制器。

单片机的工艺多数采用NMOS,目前正转向CMOS化,这就增强了单片机的应用活力。片内的RAM从早期的64字节增大到256字节以上;片内ROM也越来越大,已达8K字节,ROM的形式也多样化,可为片内掩模式ROM或EPROM,也可外接EPROM方式,有的单片机还采用Piggyback形式(芯片背上带有EPROM的插座),这实际上是把片内EPROM与外接EPROM的形式结合起来,使应用更为方便。片内的输入/输出部件的功能也越来越强,从早期的只带并行I/O发展到可带有串行I/O和A/D转换等接口,在16位单片机中开始引入了通道的概念。

在芯片的结构上,各公司开始采用由TI公司提出了“条状芯片”SCAT结构(Strip Chip Architecture),控制单元、寄存器、存储器和I/O都为独立的条状硅片模块,然后再按用户要求封装在一块芯片内,这样很容易地设计出各种专用单片机。这种结构首先在TI公司的TMS7000单片机实施,并取得较好的效果。

单片机实际上是将软件进行硬化,这似乎兜了一个圈子,又回到早期的计算机结构,不同的是现在全部都集成在一块芯片上,这是计算机发展的又一个飞跃。

### § 1-3 单片机的应用

国内的微机应用以往大多数采用单板机的形式,下面我们把单片机的应用与单板机作一比较。