

中国电子教育学会中专教育委员会
全国中专电子类教材协会

推荐教材



中等专业学校教材

单片机 原理与应用

● 李晓荃 主编
● 魏立东 陈立芳 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

中等专业学校教材

单片机原理与应用

李晓荃 主编

魏立东 陈立芳 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

随着微电子技术的高速发展,单片机在国民经济的各个领域得到了广泛的应用。本书在内容安排上着重考虑以下两点:首先,单片机技术不断进步,出现了许多新的技术和新的产品。这就要求在教学中增加新的内容,使教学跟上技术的发展步伐。其二,教育改革对中专教育的培养目标提出了新的要求,中专毕业生要面对的是生产一线的实际操作。本书针对新的培养目标,力图满足培养学生单片机应用能力的教学需要。

本书以 Intel MCS-51 系列单片机为教学模型,阐述单片机的一般原理及应用,较为详细地介绍当前主要单片机厂家的产品系列及发展动向。主要内容包括:单片机的基本原理、硬件结构、指令系统、接口技术与接口器件、扩展方法、典型应用系统的硬件结构及软件技术、单片机产品系列介绍;结合每部分内容给出习题。附录中收入必要的技术资料以备参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/李晓荃主编. - 北京:电子工业出版社,2000.8
中等专业学校教材
ISBN 7-5053-5990-8

I. 单... II. 李... III. 单片计算机 - 专业学校 - 教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 61981 号

丛 书 名: 中等专业学校教材

书 名: 单片机原理与应用

主 编: 李晓荃

编 者: 魏立东 陈立芳

责任编辑: 赵家鹏

特约编辑: 程 会

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京市兴华印刷厂

装 订 者: 三河市双峰装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 字数: 360 千字

版 次: 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 9 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5990-8
TN·1350

印 数: 6000 册 定价: 19.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

随着中等专业学校电子类专业教学改革的不深入,尽快组织出版一批适应中等专业学校教学实际、体现职业技术教育特点的教材,已成为各中专校的迫切要求。有鉴于此,中国电子教育学会中专教育专业委员会、全国中专电子类教材协会决定联合成立全国中专电子类教材工作领导小组,组织出版一套中专电子类教材,以满足中专学校的教学需要。经过一段时间的准备,领导小组会同全国二十余所电子类中等专业学校,成立了“计算机及应用”、“电子技术应用”、“机电技术应用”3个专业教材编委会,共同组织协调这套教材的编审出版工作。

领导小组和各编委会确立了“根据中专生的培养目标,贯彻中专教育适应社会经济发展的需要,强化应用为教学重点的思想,反映现代职业教育思想、教育方法和教学手段以及综合化、直接化、形象化等特点,突出工程实践能力培养”的编写原则,以“新、简、实”作为这套教材的编写特色。所谓“新”,是根据电子技术日新月异、发展迅速的特点,在教材中尽可能反映当前电子信息产业的新技术、新知识、新工艺,缩短教材编审出版周期;所谓“简”,是针对现行教学内容与中专学生的文化基础不相适应,以及中专毕业生越来越直接面向生产第一线这一现实,适当降低教学内容的深度和难度,简化理论知识的讲授;所谓“实”,就是突出教学内容的实用性,强调对学生实践能力和技术应用能力的培养。

各编委会的编审程序大致是,针对中专计算机及其应用、电子技术应用、机电技术应用(机电一体化)的教学现状和现行教材存在的问题,尤其是针对目前中专教学改革的新情况,拟定各专业方向的课程设置计划和教材选题计划。在充分酝酿、广泛征集的基础上,由编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员。编委会通过责任编委联系制度对编写实行质量控制。

这套教材的编者,都是来自各中专学校教学第一线的经验丰富的教师,由于他们辛勤的工作,编写的教材基本反映了近年来各中专学校教学与教材改革的成果。相信这套教材会受到中等专业学校和其他中等职业学校电子类专业广大师生的欢迎。

特别应该感谢电子工业出版社高质量、高效率的工作,为这套教材的出版提供了极大的便利,使之能及早与读者见面。

电子技术发展迅速,中专学校的教学内容也日新月异。我们衷心地希望广大师生对本套教材提出意见和要求,以便再版时予以修正。

全国中专电子类教材工作领导小组
电子工业出版社

全国中专电子信息技术类教材工作领导小组成员名单

顾问	赵家鹏	电子工业出版社
组长	李绍庭	山东省电子工业学校
副组长	陈炳声	南京无线电工业学校
	孟宪洲	山东省信息工程学校
	穆天保	辽宁电子工业学校
	卢小平	北京无线电工业学校
	安志鹏	武汉无线电工业学校
成员	文宏武	电子工业出版社
	吴家礼	天津无线电机机械学校
	曹建林	无锡无线电工业学校
	陈建忠	福建省电子工业学校
	周智文	上海电子技术学校
	王献中	淮阴电子工业学校
	武马群	北京市计算机工业学校
	张福强	天津市仪表无线电工业学校
	王祥生	珠海市工业学校
	王焕顺	辽宁省本溪电子工业学校
秘书长	王协瑞	山东省电子工业学校
副秘书长	刘文杰	电子工业出版社

计算机及应用编委会成员名单

主任委员	郑 三	山东省电子工业学校
副主任委员	武马群	北京市计算机工业学校
	吴顺发	辽宁省电子计算机学校
	肖鹏旭	山东省信息工程学校
	周智文	上海电子技术学校
委员	张黎明	河南省电子工业学校
	王书增	天津无线电机机械学校
	王德年	辽宁电子工业学校
	孔旭影	北京市计算机工业学校
	李 玲	南京无线电工业学校
	裴有柱	天津市仪表无线电工业学校
	王 敏	广州轻工业学校
	陶 洪	常州无线电工业学校
	刘瑞新	河南开封黄河水利学校
	李丛江	无锡无线电工业学校
	丁 勤	淮阴电子工业学校
	黄甘洲	福建省电子工业学校
	王 泰	珠海市工业学校
	孙心义	辽宁省电子计算机学校
	陈丽敏	上海电子技术学校
	梁 军	山东省电子工业学校
	朱连庆	山东省信息工程学校
秘书	王新新	山东省电子工业学校

电子技术应用编委会成员名单

主任委员	王钧铭	南京无线电工业学校
副主任委员	张福强	天津市仪表无线电工业学校
	李民生	淮阴电子工业学校
	马 彪	辽宁电子工业学校
	梁德厚	北京无线电工业学校
委员	邓 红	无锡无线电工业学校
	崔金辉	辽宁省本溪电子工业学校
	孙亚维	内蒙古电子学校
	任德齐	重庆市电子工业学校
	彭利标	天津无线电机械学校
	杨元挺	福建省电子工业学校
	李晓荃	河南省电子工业学校
	魏立东	河北省电子工业学校
	刘 勇	山东省电子工业学校
	吴立新	常州无线电工业学校
	高 健	珠海市工业学校
	蔡继勇	北京市电子工业学校
	章大钧	佛山市机电学校
秘书	陈 松	南京无线电工业学校

机电技术应用编委会成员名单

主任委员	吴家礼	天津无线电机械学校
副主任委员	毛海兴	无锡无线电工业学校
	黄诚驹	武汉无线电工业学校
	张 华	福建省电子工业学校
委员	梁 栋	辽宁省本溪电子工业学校
	王 丽	黑龙江省电子工业学校
	张 铮	无锡无线电工业学校
	董 智	南昌无线电工业学校
	甄占双	河北省电子工业学校
	高 燕	天津无线电机械学校
	徐耀生	淮阴电子工业学校
	韩满林	南京无线电工业学校
	刘靖岩	辽宁电子工业学校
	张呈祥	北京无线电工业学校
	何彦廷	贵州无线电工业学校
	李新平	山东省电子工业学校
	黄礼东	贵州省电子工业学校
秘书	郝秀凯	天津无线电机械学校

参加全国中专电子类教材编审工作的学校

山东省电子工业学校
山东省机械工业学校
山东省广播电视学校
辽宁电子工业学校
辽宁省本溪电子工业学校
武汉市电子工业学校
天津市仪表无线电工业学校
上海化学工业学校
无锡无线电工业学校
山西省电子工业学校
大连电子学校
福建省电子工业学校
北京市计算机工业学校
河南开封黄河水利学校
贵州省电子工业学校
内蒙古电子学校
安徽省电子工业学校
重庆市电子工业学校

山东省信息工程学校
山东省邮电学校
济南信息学校
辽宁省电子计算机学校
武汉无线电工业学校
天津无线电机机械学校
上海电子技术学校
江苏省淮阴电子工业学校
常州无线电工业学校
南京无线电工业学校
河北省电子工业学校
北京无线电工业学校
北京市电子工业学校
河南省电子工业学校
珠海市工业学校
南昌无线电工业学校
黑龙江省电子工业学校
佛山市机电学校

前 言

单片机的发展是从微处理器开始的,从 1976 年 Intel 公司推出第一个单片机芯片 MCS-48 以来,至今已有 24 年历史了。在这二十多年中,人类社会完成了从工业社会到信息社会的转变。在这个转变过程中,在信息处理领域,也发生了深刻的变化,单片机把计算机技术及信息处理技术引入到我们日常生活的每个角落。由单片机技术所推动的信息处理领域的巨变被称为“嵌入式信息处理革命”,又叫“嵌入式智能”。“嵌入”意味着“隐藏”或“埋藏”。“嵌入式信息处理革命”将信息处理埋藏在我们每天使用的产品中。根据 1999 年的统计,基于台式机的通用微处理器(MPU),比如:PENTIUM II 或 PENTIUM III 等,其年用量约为 7500 万片,而单片机的年用量为 25 亿片,是通用微处理器年用量的 30 倍。可见,单片机的应用是非常广泛的。

单片机开发技术已成为通信专业、信息处理专业、自动控制专业等电子学相关专业的技术人员必须掌握的技术。

“单片机”这一术语在初期出现时,是相对于当时流行的“单板机”而提出的,主要是强调了其外部形态的特点。随着单片机控制功能的强化,“单片机”这一术语的内涵发生了变化,在外文资料中,Single Chip Microcomputer 逐渐消失,取而代之的是 Micro Controller Unit(MCU),即微控制器单元,简称微控制器。现在出于习惯,仍沿用“单片机”这一术语,但应把它理解为“单片微控制器”更恰当。

本教材主要是针对中等专业学校学生编写的。以目前国内广泛使用的 MCS-51 系列单片机为教学机型,学习单片机基础知识,为进入单片机实用接口技术和应用系统开发奠定基础。也可以作为从事单片机应用开发的技术人员的参考书。

本教材共分 9 章。第 1 章介绍了单片机的发展过程、主要产品以及单片机的特点、应用领域。第 2、5、6 章详细介绍了 MCS-51 单片机的基本配置、系统结构。第 3、4 章介绍了单片机的指令系统、程序设计的步骤、汇编语言基本编程方法以及单片机汇编语言源程序的编辑和汇编。第 7 章介绍了 MCS-51 单片机的 RAM、ROM、I/O 口的扩展技术。第 8 章介绍了单片机应用系统的组成,重点讨论了单片机应用系统中显示器、键盘接口技术,D/A、A/D 转换器常用接口芯片以及它们与单片机的硬件接口电路。第 9 章对单片机应用系统的开发作了简要介绍。

本教材由李晓荃主编。第 1~6 章由李晓荃编写,第 7 章由陈立芳编写,第 8、9 章由魏立东编写,并由李晓荃统编全稿。王颐担任本教材的主审。

本教材的编、审人员都是多年从事单片机教学和科研的教师,具有丰富的教学、科研经验,在内容选择、章节安排、示例等方面充分考虑了实际教学的特点。力图做到内容完整、正确,叙述条理清晰、深入浅出。由于单片机技术日新月异,加之编写时间仓促,作者水平有限,本书难免存在不足,甚至错误之处,恳请读者指正,以便再版修正,不胜感激。

2000 年 1 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 单片机的发展	(1)
1.2 单片机的组成及特点	(2)
1.2.1 单片机的硬件系统	(3)
1.2.2 单片机的软件系统	(3)
1.3 单片机主要品种及系列	(3)
1.3.1 CPU 处理字的长度	(3)
1.3.2 使用范围	(4)
1.3.3 主要产品系列	(5)
1.4 单片机的特点及应用	(5)
1.4.1 单片机的特点	(5)
1.4.2 单片机在工业控制中的应用	(6)
习题 1	(7)
第 2 章 MCS-51 单片机系统结构	(8)
2.1 总体结构	(8)
2.1.1 结构框图	(8)
2.1.2 引脚定义及功能	(8)
2.1.3 片外总线结构	(10)
2.2 存储器结构	(12)
2.2.1 程序存储器	(12)
2.2.2 数据存储器 RAM	(13)
2.3 并行 I/O 口结构	(18)
2.3.1 P0~P3 端口结构	(18)
2.3.2 并行 I/O 端口负载能力	(20)
2.3.3 并行 I/O 口使用	(20)
2.4 中央处理器 CPU 及时钟电路与 CPU 时序	(22)
2.4.1 中央处理器 CPU	(22)
2.4.2 时钟电路	(22)
2.4.3 CPU 时序	(23)
2.5 单片机的工作方式	(26)
2.5.1 复位方式	(27)
2.5.2 程序执行方式	(28)
2.5.3 节电工作方式	(28)
2.5.4 EPROM 编程和校验方式	(30)
2.6 单片机系统 μ P 监控芯片	(32)

2.6.1 看门狗(Watch Dog).....	(32)
2.6.2 时(P 监控芯片)	(33)
2.6.3 典型应用电路	(34)
习题 2	(34)
第 3 章 MCS-51 指令系统	(36)
3.1 指令系统概述	(36)
3.1.1 汇编语言	(36)
3.1.2 指令格式	(36)
3.1.3 指令符号标识	(37)
3.1.4 伪指令	(39)
3.2 寻址方式	(41)
3.2.1 立即寻址	(41)
3.2.2 直接寻址	(41)
3.2.3 寄存器寻址	(42)
3.2.4 寄存器间接寻址	(42)
3.2.5 变址寻址	(43)
3.2.6 相对寻址	(44)
3.2.7 位寻址	(45)
3.3 指令系统	(45)
3.3.1 数据传送类指令	(46)
3.3.2 算术运算指令	(50)
3.3.3 逻辑运算指令	(53)
3.3.4 控制转移类指令	(55)
3.3.5 位操作指令	(60)
习题 3	(62)
第 4 章 程序设计	(66)
4.1 汇编语言程序设计步骤	(66)
4.1.1 设计步骤	(66)
4.1.2 汇编语言编程者注意事项	(66)
4.2 查表程序	(67)
4.3 循环程序	(71)
4.3.1 定时程序	(71)
4.3.2 数据极值查找程序	(72)
4.3.3 数据排序程序	(73)
4.4 散转程序	(74)
4.4.1 分支结构	(74)
4.4.2 采用转移指令表的散转程序	(75)
4.4.3 采用地址偏移量的散转程序	(76)
4.4.4 采用转向地址表的散转程序	(77)
4.5 子程序	(78)

4.5.1 子程序设计	(78)
习题4	(82)
第5章 中断系统与定时器/计数器	(84)
5.1 中断系统	(84)
5.1.1 中断技术概念	(84)
5.2 MCS-51 中断系统	(86)
5.2.1 中断源	(86)
5.2.2 中断请求标志	(87)
5.2.3 中断控制	(88)
5.2.4 中断响应过程	(90)
5.2.5 中断响应时间	(91)
5.3 扩充外部中断源	(92)
5.3.1 利用定时器扩充外部中断源	(92)
5.3.2 查询法扩展外部中断源	(93)
5.3.3 8051 的单步操作	(94)
5.4 MCS-51 定时器/计数器	(95)
5.4.1 MCS-51 定时器/计数器结构	(96)
5.4.2 定时器/计数器的方式寄存器和控制寄存器	(96)
5.4.3 定时器/计数器工作方式	(97)
5.5 定时器/计数器应用举例	(100)
5.5.1 定时器/计数器的初始化	(100)
5.5.2 应用举例	(100)
习题5	(106)
第6章 单片机串行数字通信	(108)
6.1 串行通信概念	(108)
6.1.1 串行通信的两种基本方式	(108)
6.1.2 串行通信的波特率	(109)
6.1.3 串行通信的通信方式	(110)
6.1.4 串行通信的信号传输	(110)
6.2 MCS-51 串行接口	(113)
6.2.1 串口结构	(113)
6.2.2 串口的控制	(113)
6.3 串行口工作方式	(115)
6.3.1 工作方式	(115)
6.3.2 波特率设计	(116)
6.4 串行口的应用	(118)
6.4.1 串行口方式0的应用	(118)
6.4.2 双机通信	(120)
6.4.3 多机通信	(125)
习题6	(126)

第 7 章 MCS-51 单片机的系统扩展	(128)
7.1 MCS-51 扩展系统的组成	(128)
7.1.1 最小应用系统	(128)
7.1.2 扩展系统总线结构	(129)
7.1.3 扩展能力	(129)
7.2 程序存储器的扩展	(130)
7.2.1 程序存储器的扩展方法	(130)
7.2.2 EPROM 扩展电路	(131)
7.2.3 EEPROM 扩展电路	(133)
7.3 数据存储器的扩展	(137)
7.3.1 数据存储器的扩展方法	(137)
7.3.2 数据存储器的扩展电路	(137)
7.4 并行 I/O 口扩展	(141)
7.4.1 并行 I/O 口的简单扩展	(141)
7.4.2 可编程并行 I/O 口的扩展	(142)
习题 7	(155)
第 8 章 单片机应用系统的接口技术	(156)
8.1 单片机与显示器的接口技术	(156)
8.1.1 LED 数码显示器结构和工作原理	(156)
8.1.2 字段码	(157)
8.1.3 静态 LED 显示器接口	(158)
8.1.4 动态 LED 显示器接口	(160)
8.2 键盘与单片机的接口及编程	(162)
8.2.1 独立式键盘及接口	(163)
8.2.2 矩阵式键盘及接口	(165)
8.2.3 键盘的工作方式	(166)
8.3 显示器/键盘接口技术	(168)
8.4 A/D 转换器接口及应用	(171)
8.4.1 模/数(A/D)转换器的概况	(172)
8.4.2 常用的 A/D 转换器	(172)
8.4.3 MCS-51 单片机与 AD574A 的连接	(176)
8.5 D/A 转换器接口及应用	(178)
8.5.1 数/模(D/A)转换器的概念	(178)
8.5.2 常用 D/A 转换器 DAC0832 及与 MCS-51 的连接	(179)
8.5.3 MCS-51 与 12 位 D/A 转换器的连接	(182)
习题 8	(184)
第 9 章 单片机应用系统的开发	(185)
9.1 单片机的开发系统	(185)
9.1.1 开发的概念及开发系统	(185)
9.1.2 通用单片机仿真系统 DICE 简介	(186)

9.2 应用系统的开发过程	(188)
9.2.1 单片机的开发过程	(188)
9.2.2 应用实例	(190)
附录 1 MCS-51 系列单片机指令表	(201)
附录 2 MCS-51 按字母顺序排列指令表	(206)
附录 3 MCS-51 反汇编指令表	(210)
参考文献	(212)

第 1 章 概 述

计算机技术是 20 世纪人类最伟大的成就, 创造了一个新时代。自从计算机诞生以来, 它的发展经历了四代。40 年代末到 50 年代末产生了第一代电子管计算机, 50 年代末到 60 年代末产生了第二代晶体管计算机, 60 年代中期产生了第三代集成电路计算机, 70 年代初产生了第四代大规模集成电路计算机。当前计算机向着微型化、网络化和智能模拟的方向发展。

第四代微型计算机是大规模集成电路的产物, 而单片机属于第四代微型计算机的一个重要分支。单片机是把中央处理器 CPU (Central Processing Unit), 随机存取存储器 RAM (Random Access Memory), 只读存储器 ROM (Read Only Memory), 定时器/计数器以及 I/O (Input/Output) 接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。单片机的应用导致了控制领域的一场革命, 使微控制技术(软件控制)逐步取代传统的硬件控制。

1.1 单片机的发展

自从 1974 年美国仙童(Fairchild)公司的第一台单片微型计算机问世以来, 单片机的发展特别迅速, 各种新、高性能单片机不断推陈出新冲向市场。迄今为止已有 20 多年历史, 经历了四个发展阶段。它的产生和发展与微处理器的产生和发展大体上同步。

第一阶段(1971~1974): 1971 年 11 月美国 Intel 公司设计成集成度为 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel4004, 并且配有随机存取存储器 RAM, 只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片, 构成第一台 MCS-4 微型计算机。随后又研制成了 8 位微处理器 Intel 8008, 在此期间 Fairchild 公司也研制成了 8 位微处理器 F8。这些微处理器虽说还不是单片机, 但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段(1974~1978): 初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个阶段的单片机内集成有 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器, 寻址范围不大于 4K, 且无串行口。

第三阶段(1978~1983): 高性能单片机阶段。这一阶段单片机和前阶段相比, 不仅存储容量和寻址范围大, 而且中断源、并行 I/O 口和定时器/计数器个数有了增加, 集成了全双工串行通信接口。在指令系统方面, 普遍增设了乘除法和比较指令。这类单片机代表产品有 Intel 公司的 MCS-51 系列机、Motorola 公司的 MC6801 系列机、Zilog 公司的 Z8 系列、TI 公司的 TMS7000 系列机等。此外, Rockwell、NS、GI 和日本松下公司也先后生产了自己的单片机系列。由于这类单片机应用领域极其广泛, 各大公司都大力改进其结构与性能。所以, 这个系列的各类产品目前仍是国内外产品的主流。其中 MCS-51 系列产品由于其优良的性能价格比, 有可能在相当一段时间处于主流产品地位。

第四阶段(1983~): 8 位单片机巩固发展及 16 位单片机推出阶段。16 位单片机工艺先进、集成度高、内部功能强, 加法运算速度可达 1s 以上, 而且允许用户采用面向工业控制

的专用语言。代表产品有 Intel 公司的 MCS-96 系列、TI 公司的 TMS9900、NEC 公司的 783 × × 系列和 NS 公司的 HPC16040 等。

现阶段：32 位单片微机系列。继 16 位单片机出现后不久，几大公司先后推出了代表当前最高性能和技术水平的 32 位单片微机系列。32 位单片机具有极高的集成度，内部采用新颖的 RISC（精简指令系统计算机）结构，CPU 可与其他微控制器兼容，主频频率可达 33MHz 以上，指令系统进一步优化，运算速度可动态改变，设有高级语言编译器，具有性能强大的中断控制系统、定时/事件控制系统、同步/异步通信控制系统。

这类单片机主要应用于汽车、航空航天、高级机器人、军事装备等方面。它代表着单片机发展中的高、新技术水平。

随着集成技术的发展和广泛应用的迫切需要，单片机的发展特别迅速，其发展趋势具有以下特点。

1. 技术高新化

由 16 位向 32 位系列发展，CPU 功能增强，提高运算速度和精度，采用新颖 RISC 结构，扩展内部资源，增强内部资源功能。目前，单片机内部存储器容量大为增加，ROM 从 4KB ~ 32KB，RAM 从 128B ~ 2KB，EPROM 从 512B ~ 2KB；寻址空间可达 1MB 以上。另设有多组并行 I/O 口，多路串行通信口，多功能定时系统，多路 A/D 转换，实时中断及多种监测系统，DMA 通道电路等。单片机控制系统外加硬件电路减少，减小了控制系统体积，提高了系统可靠性。

2. 低功耗、宽电压、高速度、高可靠性

不断采用新工艺使功耗从 mW 级降到 μW ，甚至 $1\mu\text{W}$ 以下。工作电压从 2.1V ~ 6.0V 均能正常运行。主频在 12MHz、24MHz、33MHz 以上，且可在很宽的频率范围内运行。普遍在片内集成多种监视设施，以防止程序受干扰而跑飞或死机。为防止重要数据丢失而在片内增设电可擦 EPROM 存储器。工作环境由 -40°C ~ 85°C 。

3. 品种多样化

为了能满足各种不同应用的需要，同一系列单片机不下几十、上百个机种。这样可使硬件设计简单，可靠性提高，降低成本，优化设计。

4. 语言高级化

随着单片机更广泛深入的开发应用，存储器和寻址空间的扩大，高级 C 语言面向对象的进步以及广大编程人员对 C 语言的普遍熟悉，加上汇编语言设计复杂程序的固有缺点等原因，使得 C 语言开发单片机应用软件将成为必然。目前较高档的 8051 为内核的单片机系列都将配置 C 语言资源，较高档的开发系统均已具备 C 语言应用开发功能。

1.2 单片机的组成及特点

单片机是微型计算机的一个分类，可以认为把一个微型计算机集成到一个芯片上就是单片机。因此从原理和结构上看，单片机包含着微型计算机所需要的基本功能部件，有硬件系

统和软件系统。

1.2.1 单片机的硬件系统

一个最基本的微型计算机通常由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五部分组成。其中由运算器、控制器、中断系统、寄存器组等构成中央处理器 CPU，成为单片机的核心部分，使用自己的指令系统，编制用户应用程序，实现运算和控制。单片机内部程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 是各自独立的，用于存放程序和数据，这是有别于其他计算机的一大特点。输入输出接口 I/O 用于与外部设备连接，进行数据采集和传送数据计算、加工的结果。单片机除了具备一般微型计算机的功能外，为了增强实时控制能力，绝大部分单片机的芯片还集成有定时器/计数器，A/D、D/A 转换器等功能部件。基本结构如图 1-1 所示。

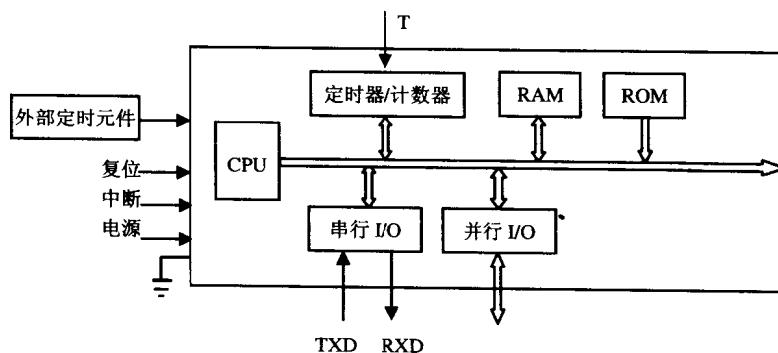


图 1-1 单片机基本结构

1.2.2 单片机的软件系统

计算机系统工作是在硬件系统基础上用软件系统实现的。计算机软件系统包括系统软件、应用软件、程序设计语言三个部分。单片机由于硬件支持和需要有限，其软件系统比较简单。用监控程序作为系统管理的操作系统程序，比微型计算机的操作系统程序简单得多。用汇编语言作为程序设计语言，在其他计算机上编制用户应用程序，并通过交叉汇编方法得到二进制目标码送入单片机系统。

1.3 单片机主要品种及系列

单片机可以按以下几种情况进行分类：CPU 处理字的长度，使用范围，主要产品系列。

1.3.1 CPU 处理字的长度

就 CPU 处理字的长度而言，有 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机，32 位单片机。

1. 4 位单片机

4 位单片机的字长为 4 位，一次并行处理 4 位二进制数据。单片机的问世及开发利用是

从 4 位机开始的。自 1975 年以来,几乎所有的 4 位微型计算机全是单片机结构了。4 位单片机的主要生产公司有,日本 SHARP 公司的 SM 系列、东芝公司的 TLCS 系列、NEC 公司的 $\mu\text{COM}75\times\times$ 系列、 $\mu\text{PD}75\times\times$ 系列、松下公司的 400 系列、富士通公司的 MB88 系列、美国 TI 公司的 TMS1000、NS 公司的 COP400 系列、洛克威尔 (Rockwell) 的 PPS/1 系列等。

4 位单片机的特点是价格便宜,结构简单,功能灵活,既有相对的数字处理能力,又有较强的控制能力。主要应用于诸如洗衣机、微波炉等家用电器及高档电子玩具。

2. 8 位单片机

8 位单片机已成为单片机中的主要机型。在 8 位单片机中,一般把无串行 I/O 接口和只提供小范围寻址空间 (小于 8KB) 的单片机称为低档 8 位单片机,如 Intel 公司的 MCS-48 系列和 Fairchild 公司的 F8 系列就属此类。把带有串行 I/O 接口或 A/D 转换,以及可进行 6KB 以上寻址的单片机称为高档 8 位单片机。如 Intel 公司的 MCS-51 系列和 Motorola 公司的 MC6801、Zilog 公司的 Z8 系列就属此类。近年来,为了发展和提高 8 位机的性能,就把 16 位以上机型的高性能、高技术下移到 8 位机上,以达到 8 位字长不变而又增设功能的发展模式。如 Zilog 公司的新 Z8, Philips 公司的 83C552/592, Intel 公司的 83C152/154、83C51/FA/FB/FC 等都在各自原有 8 位机的基础上扩充了许多功能。其中最具有代表性的是 MC68HC11 系列,增强了 16 位变址寄存器、16 位堆栈指针,2 个 8 位累加器可联成一个 16 位累加器,因而可实现内部 16 位运算。另设有 4~7 组并行 I/O 口,2 个串行通信口,多功能定时系统,8 位 8 路 A/D 转换,实时中断及多种监控系统,既可单片工作又可外部扩展。有的机型还设有 4~6 个 PWM、4 个 DMA、协处理器寻址空间可达 1MB,片内存储器和运算速度均提高了好多倍。

8 位机的功能强,价格低廉,品种齐全,因而被广泛应用于各个领域,担当单片机的主流。

3. 16 位单片机

目前主要的 16 位单片机有 Intel 公司的 MCS-96 系列, NS 公司的 HPC16040 系列, NEC 公司的 783 $\times\times$ 系列。其中 MCS-96 系列是得到实际应用的最具有代表性的产品。该系列分为 48 引脚双列直插式和 68 引脚扁平式两种封装形式,内含 16 位 CPU, 8KB ROM, 232B RAM, 5 个 8 位并行 I/O 口, 4 个全双工串行通信口, 4 个 16 位定时器/计数器, 8 个通道的 10 位 A/D 转换器 (48 脚封装的只有 4 个通道), 8 级中断处理系统。8096 的硬件设置使它具有多种 I/O 功能,高速输入/输出子系统 (HISO)、脉冲宽度调制 PWM 输出、特殊用途监视定时器等。

4. 32 位单片机

32 位单片机最具代表性的有, Intel 公司的 MCS-80960 系列, Motorola 公司的 MC68HC332 32 位系列。

1.3.2 使用范围

单片机可分为通用型单片机和专用型单片机两大类。通用型单片机把开发资源 (如 ROM、I/O 口等) 全部提供给用户使用,其适应性较强,应用非常广泛。专用型单片机是针对各种特殊