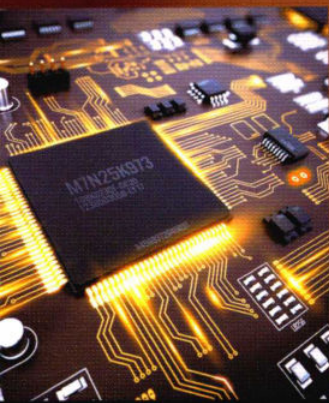




“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
现代机械工程系列精品教材  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

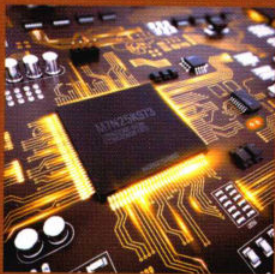


Principle and Application of  
Single Chip Microcomputer

# 单片机原理与应用

第③版

霍孟友 © 主编



# Principle and Application of Single Chip Microcomputer

◎ STC15F系列单片机在8051内核的基础上扩展、提高了芯片性能，片上资源丰富，速度快，抗静电、抗干扰能力强，而功耗低，价格低，能满足一般实际应用要求，可谓名副其实的单芯片计算机。

◎ 本书选择STC15F系列单片机作为主讲机型，从微型计算机的基本结构、工作原理出发，系统介绍了STC15F系列单片机的片上硬件资源，包括CPU、存储器、中断、定时器/计数器、模数转换器（ADC）、异步串行通信、常用串行总线、可编程计数器阵列等，详细介绍了STC系列单片机汇编语言指令以及C语言C51系统的编程方法，并编写了综合应用章节。

◎ 书中多数举例使用了汇编、C语言双编程对照。此外，为便于学习单片机，特编列了相关基础知识附录，以供查阅。



欢迎登录机械工业出版社教育服务网  
[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



机工教育微信服务号

ISBN 978-7-111-63062-3

策划编辑◎刘小慧 / 封面设计◎张静

ISBN 978-7-111-63062-3



9 787111 630623 >

定价：47.80元

“十三五”国家重点出版物出版规划项目  
现代机械工程系列精品教材  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 单片机原理与应用

第3版

主 编	霍孟友				
副主编	陈淑江	李建美	张 涵	王爱群	
参 编	潘 伟	胡天亮	卢国梁		
主 审	于复生	姚永平			

机械工业出版社

STC15F 系列单片机在 8051 内核的基础上扩展、提高了芯片性能，片上资源丰富，速度高，抗静电，抗干扰能力强，而功耗低，价格低，能满足一般实际应用要求，可谓名副其实的单芯片计算机。

本书选择 STC15F 系列单片机作为主讲机型，从微型计算机的基本结构、工作原理出发，系统介绍了 STC15F 系列单片机的片上硬件资源，包括 CPU、存储器、引脚功能、中断、定时器/计数器、模数转换器（ADC）、异步串行通信、常用串行总线、可编程计数器阵列等，详细介绍了 STC 系列单片机汇编语言指令以及 C 语言 C51 系统的编程方法，并编写了综合应用章节。书中的多数举例使用了汇编、C 语言双编程对照。此外，为便于学习单片机，特编列了相关基础知识附录，以供查阅。

本书主要作为高等院校相关专业师生的教科书，也可作为单片机应用、电子设计爱好者的参考书。

### 图书在版编目（CIP）数据

单片机原理与应用/霍孟友主编. —3 版. —北京：机械工业出版社，2019.8

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 现代机械工程系列精品教材  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-63062-3

I. ①单… II. ①霍… III. ①单片微型计算机-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 126065 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：刘小慧 责任编辑：刘小慧 侯颖 王小东

责任校对：樊钟英 封面设计：张静

责任印制：孙炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2020 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·430 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-63062-3

定价：47.80 元

#### 电话服务

客服电话：010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

#### 网络服务

机工官网：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博：[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网：[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

机工教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 第3版前言

STC15F系列单片机是宏晶科技推出的STC单片机中性能较高的单片机，典型的型号有STC15F2K60S2、STC15F2K608等。STC15F系列单片机片上资源丰富，速度快，抗静电，抗干扰能力强，功耗低，价格低，能满足一般应用要求，可谓名副其实的单芯片计算机。

STC15F系列单片机的内核为8051，但芯片性能做了较大扩展与提高：能够以单机器周期（1T）工作，比传统的8051快8~12倍；集成了8~62KB的Flash程序存储器、2KB数据存储器（RAM）、1KB片内EEPROM；具有26~42个4种工作模式的通用I/O口；集成硬件看门狗；集成高精度R/C时钟和高可靠复位电路；集成3通道比较/捕获单元；集成8路10位精度ADC；有3个16位定时器及低功耗唤醒专用定时器；有4个可编程时钟输出口；有14个中断源；有1组高速同步串行通信端口（SPI）；有2组高速异步串行通信端口（UART）等。芯片的功能可以满足一般的检测、控制应用要求。STC15F系列单片机具有在线可编程功能，可以节省仿真器与编程器，方便了教学或系统开发。

本书主要介绍能够满足一般应用要求的STC15F系列单片机，在读者学习以后就可以进行应用实践，能切实达到“学以致用”的目的。

考虑到使用本书的读者大部分为在校学生，他们学习的主要目的是掌握并学会使用一款可以解决应用问题的控制器，而他们在专业基础知识方面还有些欠缺，如果过多、过深地涉及原理知识的学习，反而会给他们的学习造成困惑。为此，本书对原理知识进行了弱化，而采用“轻原理，重应用”的策略，除了学习软件方面的汇编语言外，加强对C51语言、编程应用以及开发环境的知识讲解，所有的应用举例均用两种语言对照编程参照。总之，以读者“能用会用”作为教材编写的方向。

另外，在附录中特别增设了基础知识，以便初学者查阅。

为促进对STC15F系列单片机的学习与掌握，宏晶科技设计了专门的教学实验箱。本书的部分应用举例涉及实验内容，可以让学生在课后马上进行实验验证，从而促进他们对课堂学习内容的理解和吸收。

本书由山东大学霍孟友任主编，山东大学陈淑江、李建美、王爱群和山东建筑大学张涵任副主编，山东大学潘伟、胡天亮、卢国梁参与了编写。全

书内容分为 11 章，具体编写分工为：李建美编写第 1、6 章，霍孟友编写第 2、10 章，潘伟编写第 3 章，陈淑江编写第 4、5 章，王爱群编写第 7 章，张涵编写第 8、9 章，胡天亮编写第 11 章，卢国梁编写了附录部分。山东建筑大学于复生教授和宏晶科技总经理姚永平先生担任本书的主审。他们对教材编写提出了宝贵建议，在此致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏与不妥之处，敬请读者不吝指正。请将宝贵意见发至 [hmy2618@sdu.edu.cn](mailto:hmy2618@sdu.edu.cn) 邮箱，以便与作者沟通交流。

编 者

2019 年 1 月于济南

# 第2版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

单片机小巧，功耗低，控制功能强，可靠性高，应用灵活，价格低廉，非常适用于机、电、仪一体化产品，在工业控制、机电一体化产品、家用电器、智能仪表等诸多领域得到了广泛应用，充分显示了单片机广阔的应用前景。

本书是为高等学校非计算机专业学生和有关工程技术人员学习和掌握 MCS-51 单片机原理基础知识和应用技术而编写的，希望读者通过对本书的学习能掌握单片机原理知识和工程应用的基本方法。

本书主要是本着理解、会用的宗旨而编写的。针对非计算机专业学生及初学单片机知识的工程技术人员的特点，编者结合自己多年的教学经验和应用开发方面的体会，在注重基本概念、原理讲解的同时，强调了应用技术方法的学习。在章节内容安排上，遵循循序渐进的原则，强调内容的整体性，而在难点之处尽量增加实例。在书的开头给出了一个步进电动机控制系统的样例，使读者明确了学习的目标和方向；在一些功能部件与器件介绍方面，则强调了不需要深入了解内部结构而以会用为目的，如在存储器扩展一章，只介绍了常用存储器芯片的引脚和功能及扩展技术方法；而在 A/D、D/A 转换器接口一章，也只着重介绍了性能指标和典型器件的接口使用方法；在串行接口一章，用简要文字讲解了串行接口原理，从而取代了传统教材中讲解复杂内部结构图的做法；最后一章介绍了硬件、软件设计、调试的基本方法、步骤，并给出了两个应用实例，使读者掌握应用系统开发的方法，以达到即学会用的教学目的。本书的最后部分是附录可作为需要补充相关知识的读者的辅助材料。

本书注重对单片机应用现状的跟踪，对目前广泛使用的、与 MCS-51 单片机具有相同内核的 AT89 系列单片机进行了介绍，并给出了 AT89C2051 控制水塔供水的应用实例，使读者加深对单片机应用的了解。另外，对实用性技术如串行通信、键盘、显示器扩展以及 A/D、D/A 转换器应用都给予了举例说明。

本书的编者具有较为丰富的教学和实践经验。编写人员有：山东大学的霍孟友、王爱群、裘著燕和李建美，哈尔滨工业大学（威海）的孙玉德，山

东科技大学的吴清收。本书由霍孟友教授任主编并负责统稿，济南大学的何芳教授和青岛科技大学的王安敏教授任主审。

在本书编写过程中，山东大学的刁凤超、郑滨完成了课件设计的大量工作。同时，参考了国内部分优秀教材的有关资料，在此深表谢意。

限于编者的水平，错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

# 第 1 版前言

单片机小巧，功耗低，控制功能强，可靠性高，应用灵活，价格低廉，非常适用于机、电、仪一体化产品，在工业控制、机电一体化产品、家用电器、智能仪表等诸多领域得到了广泛应用，充分显示了单片机广阔的应用前景。

本书是为高等学校非计算机专业学生和有关工程技术人员学习和掌握 MCS-51 单片机原理基础知识和应用技术而编写的，希望通过本书的学习，掌握微机原理知识和工程应用的基本方法。

本书主要是本着理解、会用的宗旨而编写的。针对非计算机专业学生及初学微机知识的工程技术人员的特点，编者结合自己多年的教学经验和应用开发方面的体会，在注重基本概念、原理讲解的同时，强调了应用技术方法的学习。在章节内容安排上，遵循了循序渐进的原则，强调了内容的整体性，而在难点之处尽量增加了实例。在教材的开头给出了一个步进电动机控制系统的例子，使读者明确了学习的目标和方向；在一些功能部件与器件介绍方面，强调了不需要深入了解内部结构而以会用为目的，如在存储器扩展一章，只介绍了常用存储器芯片的引脚和功能及扩展技术方法；而在 A/D、D/A 接口一章，也只着重介绍了性能指标和典型器件的接口使用方法；在串行接口一章，以简要文字讲解了串行接口原理从而取代了传统教材中讲解复杂内部结构图的做法；最后一章介绍了硬件、软件设计、调试的基本方法、步骤，并给出了两个应用实例，使读者掌握应用系统开发的方法，以达到会用的教学目的。本书的最后部分是附录，可作为需要补充相关知识的读者的辅助材料。

本书注重对单片机应用现状的跟踪，对于目前广泛使用的、与 MCS-51 单片机具有相同内核的 AT89 系列单片机进行了介绍，并给出了 AT89C2051 控制水塔供水的应用实例，使读者加深对单片机应用的了解。另外，对实用性技术如串行通信、键盘、显示器扩展以及 A/D、D/A 转换器应用都给予了举例说明。

参加本书编写的编者具有较为丰富的教学和实践经验。编写人员有：山东大学的霍孟友、王爱群和裘著燕，哈尔滨工业大学（威海）的孙玉德，山东科技大学的吴清收。本书由霍孟友任主编并负责统稿，青岛科技大学的

王安敏教授任主审。

本书在编写过程中得到了山东大学机械工程学院路长厚教授的鼎力支持；山东省教育厅和机械工业出版社给予了热情的帮助和指导；山东大学的李建美、张光远、付振山做了大量的辅助工作；同时，我们参考了国内部分优秀教材的有关资料。在此谨向他们深表谢意。

限于编者水平，错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2003年8月

# 目 录

第 3 版前言

第 2 版前言

第 1 版前言

## 第 1 章 单片机基础 ..... 1

1.1 微型计算机概述 ..... 1

1.1.1 微型计算机的由来 ..... 1

1.1.2 微型计算机的基本结构 ..... 2

1.2 单片微型计算机 ..... 3

1.2.1 单片机的概念 ..... 3

1.2.2 常见的单片机 ..... 3

1.2.3 指令、程序和编程语言 ..... 4

1.3 STC 系列单片机 ..... 5

1.3.1 STC 系列单片机的发展历史 ..... 5

1.3.2 STC 系列单片机的命名规则 ..... 6

1.3.3 单片机的开发流程 ..... 7

1.4 本教材的特点 ..... 8

习题与思考题 ..... 8

## 第 2 章 STC15F 系列单片机 CPU、 存储器和引脚 ..... 9

2.1 STC15F 系列单片机的性能概述 ..... 9

2.2 STC15F 系列单片机的 CPU ..... 10

2.3 STC15F 系列单片机的存储器配置 ..... 12

2.3.1 程序存储器 ..... 12

2.3.2 片内基本数据存储器 (基本  
RAM) ..... 13

2.3.3 片内扩展 RAM ..... 16

2.3.4 片内数据 Flash 存储器  
(EEPROM) ..... 16

2.3.5 片外扩展存储器或外设 ..... 16

2.4 STC15F 系列单片机的引脚 ..... 17

2.4.1 STC15F 系列单片机的封装与  
引脚分类 ..... 17

2.4.2 STC15F 系列单片机的 I/O 口 ..... 19

2.4.3 STC15F 系列单片机 I/O 口的  
应用 ..... 24

2.4.4 STC15F 单片机三总线扩展外部

RAM ..... 26

2.5 STC15F 系列单片机的时钟、复位与

省电模式 ..... 27

2.5.1 STC15F 系列单片机的时钟 ..... 27

2.5.2 STC15F 系列单片机的复位 ..... 28

2.5.3 STC15F 系列单片机的省电  
模式 ..... 30

习题与思考题 ..... 31

## 第 3 章 指令系统和汇编程序设计 ... 32

3.1 指令的形式、分类与格式 ..... 32

3.1.1 指令的形式 ..... 32

3.1.2 指令的分类 ..... 33

3.1.3 汇编语言指令格式 ..... 33

3.2 寻址方式 ..... 34

3.3 指令系统 ..... 36

3.3.1 数据传送指令 ..... 37

3.3.2 算术运算指令 ..... 41

3.3.3 逻辑运算指令 ..... 45

3.3.4 控制转移类指令 ..... 47

3.3.5 位操作指令 ..... 52

3.3.6 指令总结 ..... 54

3.4 伪指令与汇编语言程序设计 ..... 56

3.4.1 伪指令 ..... 56

3.4.2 汇编语言程序设计 ..... 57

3.5 汇编语言程序设计实例 ..... 58

3.5.1 顺序结构程序设计 ..... 58

3.5.2 分支结构程序设计 ..... 59

3.5.3 循环结构程序设计 ..... 61

3.5.4 查表程序设计 ..... 64

3.5.5 子程序设计 ..... 65

3.5.6 数码管显示和键盘扫描程序

设计 .....	66	5.2.1 中断源 .....	107
习题与思考题 .....	72	5.2.2 中断标志寄存器 .....	107
<b>第4章 单片机C语言程序设计 .....</b>	<b>76</b>	5.2.3 中断允许及其优先级控制 .....	111
4.1 单片机C语言设计方法与特点 .....	76	5.3 中断响应过程 .....	115
4.1.1 单片机C语言与汇编语言 对比 .....	76	5.3.1 中断响应条件 .....	115
4.1.2 单片机C语言特点 .....	77	5.3.2 中断处理过程 .....	115
4.1.3 单片机C语言开发环境 .....	77	5.3.3 中断响应时间 .....	116
4.2 C51数据类型与表达式 .....	79	5.3.4 中断请求的撤除 .....	116
4.2.1 C51数据类型 .....	79	5.4 中断服务函数及其应用 .....	116
4.2.2 C51常量与变量 .....	80	5.4.1 中断服务函数格式 .....	116
4.2.3 C51的存储类型和存储模式 .....	81	5.4.2 中断响应的短暂延迟 .....	117
4.2.4 单片机内部资源的C51定义 .....	83	5.4.3 使用中断的基本步骤 .....	118
4.2.5 运算符与表达式及其规则 .....	84	5.4.4 中断应用实例 .....	118
4.3 C51流程控制 .....	90	习题与思考题 .....	123
4.3.1 C语言程序的基本结构 .....	90	<b>第6章 STC15F系列单片机定时器/         计数器 .....</b>	<b>124</b>
4.3.2 顺序结构 .....	90	6.1 定时器/计数器的工作原理与组成 .....	124
4.3.3 选择结构 .....	90	6.1.1 定时器/计数器的工作原理 .....	124
4.3.4 循环结构 .....	92	6.1.2 STC15F系列单片机内部定时器/ 计数器的组成 .....	126
4.4 数组 .....	94	6.1.3 与T2相关的特殊功能寄存器 .....	128
4.4.1 一维数组 .....	94	6.2 STC15F系列单片机定时器/计数器的 工作方式 .....	128
4.4.2 二维数组 .....	95	6.2.1 方式0 .....	129
4.4.3 字符数组 .....	96	6.2.2 方式1 .....	129
4.4.4 数组与存储空间 .....	97	6.2.3 方式2 .....	129
4.5 指针 .....	97	6.2.4 方式3 .....	130
4.5.1 指针的基本概念 .....	97	6.3 STC15F系列单片机定时器/计数器的 应用举例 .....	131
4.5.2 指针数组和指向数组的指针 变量 .....	98	6.3.1 定时器/计数器应用初始化的 使用要点 .....	131
4.5.3 C51的指针类型 .....	98	6.3.2 方式0的应用 .....	132
4.6 函数 .....	100	6.3.3 方式1的应用 .....	134
4.6.1 函数的分类 .....	100	6.3.4 方式2的应用 .....	136
4.6.2 函数的定义 .....	101	6.3.5 方式3的应用 .....	138
4.6.3 函数的调用 .....	101	6.3.6 定时器/计数器在应用中应注意的 问题 .....	140
4.7 单片机C51语言应用实例 .....	101	6.4 可编程时钟输出模块及其应用 .....	141
习题与思考题 .....	104	6.4.1 与可编程时钟输出相关的 寄存器 .....	141
<b>第5章 STC15F系列单片机中断         系统 .....</b>	<b>105</b>	6.4.2 可编程时钟输出的编程实例 .....	142
5.1 中断系统概述 .....	105	习题与思考题 .....	143
5.1.1 中断的概念 .....	105		
5.1.2 中断的用途 .....	106		
5.2 STC15F系列单片机的中断系统结构 .....	107		

**第 7 章 STC15F 系列单片机 ADC 模块** ..... 144

7.1 模/数转换器及性能参数 ..... 144

7.2 STC15F 系列单片机内部 ADC ..... 145

7.2.1 STC15F 系列单片机内部 ADC 的结构原理 ..... 145

7.2.2 STC15F 系列单片机中与 ADC 相关的寄存器 ..... 146

7.3 STC15 系列单片机 ADC 的应用 ..... 149

7.3.1 ADC 模块的使用要点 ..... 149

7.3.2 A/D 转换应用举例 ..... 150

习题与思考题 ..... 158

**第 8 章 异步串行通信技术 UART** ... 159

8.1 串行通信基础 ..... 159

8.2 STC15F 系列单片机的串行通信接口 ..... 162

8.2.1 串行口 1 的相关寄存器 ..... 162

8.2.2 串行口 1 工作模式 ..... 167

8.2.3 串行口 1 的波特率设置 ..... 175

8.2.4 多机通信 ..... 176

8.3 串行口 1 编程使用要点 ..... 177

8.4 串行口 1 通信应用举例 ..... 178

习题与思考题 ..... 189

**第 9 章 常用串行总线及应用** ..... 190

9.1 SPI 总线接口及应用 ..... 190

9.1.1 SPI 简介 ..... 190

9.1.2 STC15F 系列单片机的 SPI ..... 193

9.1.3 SPI 接口的使用要点 ..... 197

9.1.4 SPI 接口应用举例 ..... 197

9.2 I<sup>2</sup>C 总线 ..... 203

9.2.1 I<sup>2</sup>C 总线概述 ..... 204

9.2.2 I<sup>2</sup>C 总线数据的通信协议 ..... 204

9.2.3 I<sup>2</sup>C 总线的使用要点 ..... 206

9.2.4 I<sup>2</sup>C 总线应用举例 ..... 206

习题与思考题 ..... 221

**第 10 章 STC15F 系列单片机可编程计数器阵列** ..... 222

10.1 PCA 模块结构与特殊功能寄存器 ..... 222

10.1.1 PCA 模块结构 ..... 222

10.1.2 PCA 模块的特殊功能寄存器 ..... 223

10.2 PCA 模块的 4 种工作模式 ..... 227

10.2.1 16 位软件定时模式 ..... 227

10.2.2 高速脉冲输出模式 ..... 231

10.2.3 输入跳变捕获模式 ..... 235

10.2.4 脉宽调制 (PWM) 输出模式 ..... 239

习题与思考题 ..... 243

**第 11 章 STC15F 系列单片机综合应用** ..... 244

11.1 单片机控制系统的设计方法 ..... 244

11.1.1 软/硬件功能边界划分 ..... 244

11.1.2 硬件系统设计 ..... 245

11.1.3 软件系统设计 ..... 246

11.1.4 整体抗扰性设计 ..... 246

11.1.5 仿真与调试 ..... 247

11.2 应用举例 ..... 249

11.2.1 单片机对步进电动机的控制 ..... 249

11.2.2 单片机对生产线物料拾取的检测控制 ..... 254

习题与思考题 ..... 260

**附录** ..... 261

附录 A Keil  $\mu$ Vision4 集成开发环境 ..... 261

附录 B STC-ISP 在线编程软件 ..... 266

附录 C STC15F 系列单片机寄存器定义文件 STC15.INC 内容 ..... 267

附录 D STC15F 系列单片机寄存器头文件 stc15.h 内容 ..... 271


附录 E 逻辑符号对照表 ..... 276

附录 F STC15F 系列单片机指令表 ..... 277

附录 G ASCII 码表 ..... 282

附录 H 常用元器件 ..... 283

**参考文献** ..... 289



# 第1章

## 单片机基础

在对一般微型计算机的组成结构、工作原理、各组成部件的作用进行介绍的基础上，讲述单片机的概念、常见机型及其开发流程等基础知识。

### 1.1 微型计算机概述

#### 1.1.1 微型计算机的由来

随着电子技术的飞速发展和大规模集成电路的出现，20世纪70年代初出现了一代新型的电子计算机——微型计算机（简称微机）。它是利用大规模集成电路技术把计算机的中央处理单元（CPU）即计算机的控制器和运算器集成在一个芯片上，与各种外设接口共同构成的。在20世纪70年代中期，先后生产了3大系列8位微处理器，即Intel公司的8080、8085，Motorola公司的M6800和Zilog公司的Z80；在20世纪70年代末和80年代初先后生产了8086、Z8000、M68000等16位微处理器；后来又推出了80386和68020等32位微处理器，芯片上的集成度已超过20万个晶体管。同时，利用大规模集成电路技术制造了容量相当大的内存储器芯片（用于存放程序或数据），如16KB×4位的静态存储器和64KB×1位、256KB×1位的动态存储器[随机存取存储器（RAM）]和32KB×8位的只读存储器（ROM）。另外，又把各种通用的、专用的或可程序的接口电路[用于外围设备，简称（外设）接口]集成在一个芯片上。这样，把CPU配上一定容量的RAM、ROM以及接口电路（如并行接口电路、串行接口电路）和必要的外设（通常包括CRT终端、打印机，软/硬盘驱动器等）就构成了一台微机。

目前的微机是以大规模集成电路和超大规模集成电路为特征的，同最早期的由电子管组成的计算机相比大大缩小了计算机的体积，同时也大大降低了成本，但它所能完成的功能没有降低，相反却有所增强。

### 1.1.2 微型计算机的基本结构

计算机最初所完成的功能只是用于计算。那么,要完成计算功能,它应该由哪些部件构成呢?首先,要有进行运算的部件——运算器;其次,要有能代替纸张作用的器件——存储器,用于记忆原始题目、原始数据和中间结果,以及存放使机器能自动进行运算而编制的各种命令;再次,要有能代替人协调控制的机构——控制器,由它根据事先给定的命令发出各种控制信息,使整个计算过程一步步地进行。但是仅有这3部分还不够,原始的数据与命令需要输入,所以要有输入设备;而计算结果需要输出,就要有输出设备。有了这些部件,就构成了一个基本的计算机系统,其基本结构如图1-1所示。存储器与运算器、控制器一起组成了微机的\*\*主机\*\*。

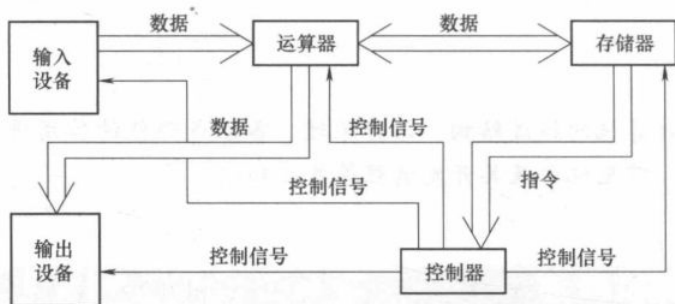


图 1-1 计算机结构图

微机使用的存储器可分为内存和外存两部分。内存容量相对较小,但存取速度快,一般由半导体器件制成;而外存存储容量较大,但存储速度较慢,常用的有硬磁盘、光盘等。微机常用的输入设备有键盘、鼠标等,而常用的输出设备有 LCD、打印机等。当计算机用于控制时,还需要接口电路输入/输出各种现场信息和控制命令。各种输入/输出设备通称为计算机的外设。

计算机的运算器和控制器构成了微处理器,又称中央处理单元,即 CPU。CPU、存储器(ROM、RAM)和输入/输出接口(I/O接口)电路是计算机的主要组成部件,它们之间通过总线进行连接,如图1-2所示。

总线(Bus)是计算机各种功能部件之间传送信息的公共通信线路。根据所传输信息种类的不同,总线可分为数据总线、地址总线和控制总线,分别用来传输数据、数据所在地址和控制信号。计算机

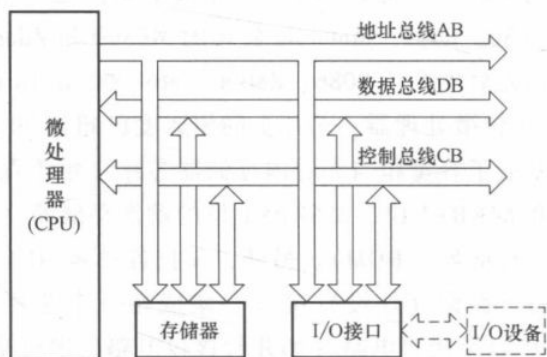


图 1-2 计算机总线结构图

的CPU、存储器和I/O接口等主要部件通过总线相连接,外部设备通过相应的接口电路再与总线相连接,从而形成了计算机硬件系统。

## 1.2 单片微型计算机

### 1.2.1 单片机的概念

将计算机的基本组成部分（CPU、存储器、I/O 接口）以及中断系统、定时器/计数器等主要微机部件集成在一块芯片上，就构成了单片微型计算机（Single Chip Micro Computer, SCMC），简称单片机，又称微控制器（Micro Controller Unit, MCU）。

由于单片机是为满足工控对象的嵌入式应用要求而产生的，故又称为嵌入式微控制器。根据单片机 CPU 同时处理数据的位数不同，单片机可分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。目前，在某些涉及高速数据处理的高端应用场合，比如图像处理和通信领域，32 位机的应用已越来越普及。但在工业控制领域的一些中、低端应用场合，位数不是主要因素，8 位机的性能足以满足需求，所以 8 位单片机仍是单片机的主流应用机种。

由于单片机具有体积小、低功耗、控制功能强、价格低廉和灵活的嵌入特性，如今，单片机已经广泛地应用于各个领域，从日常生活中的电器产品到工业领域中仪器仪表的数字化、智能化、微型化过程中，进而在网络和通信领域中，单片机扮演着越来越重要的角色。

### 1.2.2 常见的单片机

#### 1. 8051 内核单片机

8051 内核单片机应用比较广泛，常见的 8051 内核单片机有以下几种：

(1) MCS-51 系列单片机 MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司研发的，该系列有 8031、8032、8051、8052、8751、8752 等多种产品。其中，8051 是最早、最典型的产品，该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减改变而来的，所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机。

Intel 公司将 MCS-51 的核心技术授权给了很多其他公司，获得 8051 内核的厂商在该内核的基础上进行了功能扩展与性能改进。

(2) STC 系列单片机 STC 系列单片机是深圳宏晶科技有限公司生产的增强型 8051 内核单片机，指令代码完全兼容传统 8051 内核，但速度比其快 8~12 倍。STC 系列单片机在片内资源、性能及工作速度等方面都有很大的提升，是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机。它采用了基于 Flash 的在线系统编程（ISP）技术，就是用串行口下载程序，使得烧录程序更方便。STC 系列单片机有若干系列产品，按照工作速度可分为 12T/6T 和 1T 系列产品。12T/6T 系列产品是指一个机器周期可设置为 12 个时钟或 6 个时钟，包括 STC89 和 STC90 两个系列；1T 系列产品是指一个机器周期仅为 1 个时钟，包括 STC1/10 和 STC12/15 等系列。

(3) AT89 系列单片机 AT89 系列单片机是 Atmel 公司生产的 8 位 Flash 单片机, 其内含 8031 内核, 与 8051 系列单片机兼容; 内部含有 4KB 或 8KB 可重复编程的 Flash 存储器, 方便程序修改; 具有节电和空闲两种节电工作方式, 可大大降低系统的功耗。AT89 系列单片机有低档型、标准型和高档型 3 种类型的产品。低档型有 AT89C1051 和 AT89C2051 两种产品, 标准型有 AT89C51、AT89C52、AT89LV51、AT89LV52 这 4 种类型的产品, 高档型有 AT89S52。

## 2. 其他系列单片机

除 8051 内核单片机以外, 比较有代表性的单片机还有以下几种:

(1) PIC 系列单片机 PIC 系列单片机是由美国 Microchip 公司推出的 8 位单片机, 具有高速度、低工作电压、低功耗、低成本、小体积及大输入/输出驱动能力的优势。PIC 系列单片机的指令较少, 只有 51 系列的 1/3, 但指令的使用灵活性较大。PIC 系列单片机按照其性能的高低分为低档型 (PIC16C5×/12C5××)、中档型 (PIC16C××) 和高档型 (PIC17C××) 3 种类型的产品。

(2) MSP430 系列单片机 MSP430 系列单片机是由 TI 公司生产的具有超低功耗的微控制器系列。它的 CPU 为 16 位, 采用“冯·诺依曼结构”, 其 RAM、ROM 及全部外设模块都位于同一个地址空间内, 最长达 1MB 的寻址空间。MSP430 系列单片机有几个子系列, 如 MSP430×31×、MSP430×32×、MSP430×33×和 MSP430F1×等。

(3) AVR 系列单片机 AVR 系列单片机是由 Atmel 公司研发出的增强型内置 Flash 的精简指令集高速 8 位单片机。AVR 单片机分为低档 Tiny 系列 (主要有 Tiny11/12/13/15/26/28 等)、中档 AT90S 系列 (主要有 AT90S1200/2313/8515/8535 等) 和高档 ATmega 系列 (主要有 ATmega8/16/32/64/128 等)。

在以上众多单片机产品中, STC 系列单片机作为新一代 8051 单片机, 与 8051 兼容的同时, 相比传统 8051 在性能与速度等方面具备了更大的优势。尤其是它采用了基于 Flash 的在线系统编程 (ISP) 技术, 无须仿真器或专用编程器就可实现单片机应用系统的开发, 使得对单片机的学习与应用开发都变得更为简便。基于此, 本书以 STC15 系列中的 STC15F2K60S2 单片机为教学机型, 全面学习 STC 系列单片机技术以及培养 STC 系列单片机的应用设计能力。

### 1.2.3 指令、程序和编程语言

一个完整的计算机是由硬件和软件两部分组成的, 两者缺一不可。上面所述为计算机的硬件部分, 是看得到、摸得着的实体部分, 但计算机硬件只有在软件的指挥下, 才能发挥其效能。计算机采取“存储程序”的工作方式, 即事先把程序加载到计算机的存储器中, 当启动运行后, 计算机便自动按照程序进行工作。

指令是规定计算机完成某种特定任务的命令, 计算机的中央处理器 (CPU) 就是根据指令指挥与控制计算机各部分协调地工作。一台计算机所能执行的各种不同指令的全体, 叫作计算机的指令系统, 每一台计算机均有自己特定的指令系统, 其指令内容和格式有所不同。