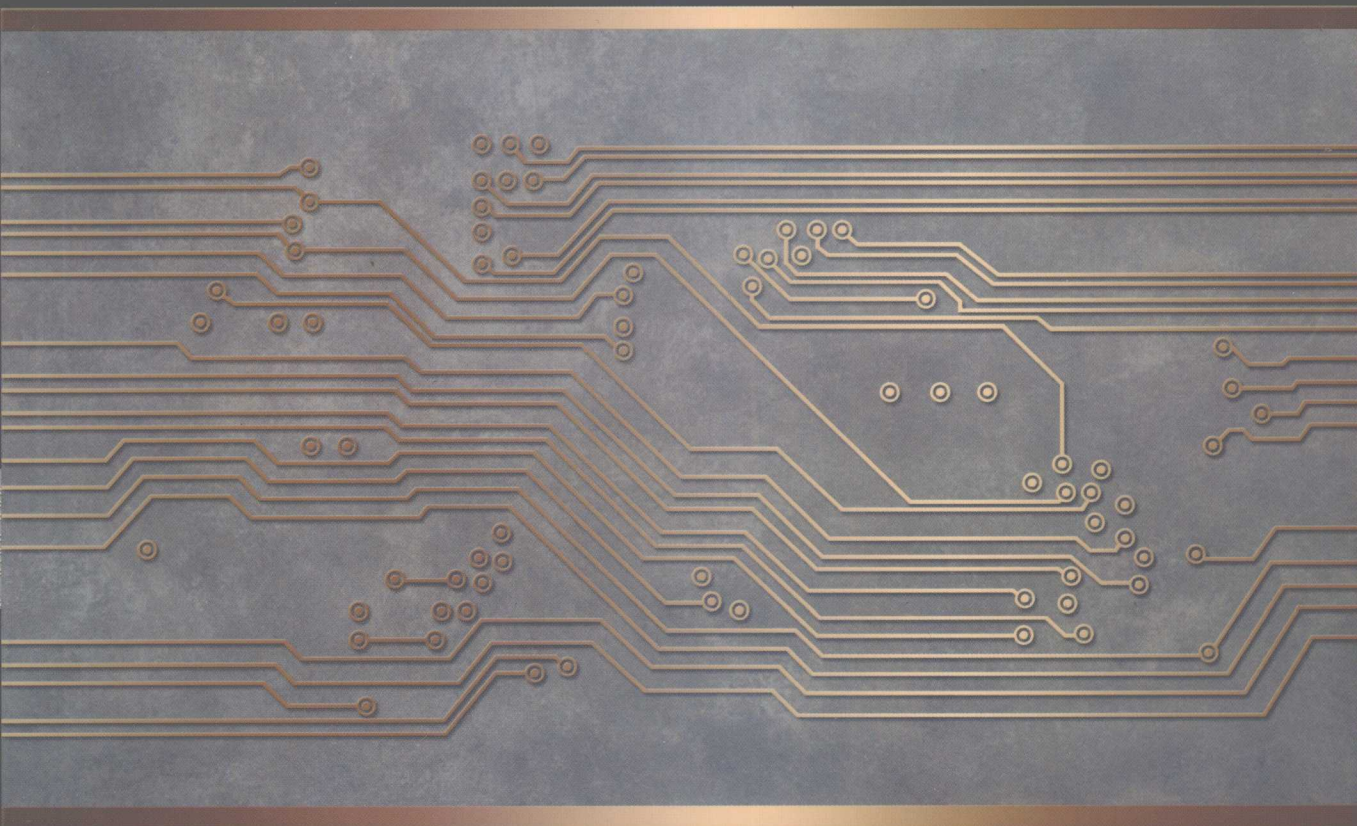




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编电气与电子信息类本科规划教材

单片机原理 与接口技术

牛昱光 主编 李晓林 等 副主编
李临生 李丽宏 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编电气与电子信息类本科规划教材

单片机原理与接口技术

牛昱光 主编

李晓林 张兴忠 温景国 副主编

李临生 李丽宏 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书以目前应用最广泛的 MCS-51 系列单片机为背景,系统地介绍了单片机的结构组成、工作原理、接口技术和嵌入式系统应用技术。全书共分 13 章,主要内容有单片机的基本概念, MCS-51 单片机的硬件结构、指令系统和汇编语言程序设计, MCS-51 单片机中断系统、定时/计数器和串并行 I/O 接口等部分的概念和应用,并在此基础上介绍了单片机的 C 语言程序设计方法,以及扩展存储器、键盘、显示器、A/D 转换、D/A 转换、串行通信等接口技术,抗干扰技术和嵌入式系统设计。每章后附有习题与思考题,书末有实验指导。

本书可作为高等学校自动化、电子信息工程、通信工程、测控技术与仪器、计算机等专业的“单片机原理与接口技术”相关课程的教材,也可供从事单片机嵌入式系统应用的工程技术人员参考。

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,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术 / 牛昱光主编. —北京:电子工业出版社, 2008.2

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 新编电气与电子信息类本科规划教材)

ISBN 978-7-121-05623-9

I. 单… II. 牛… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材②单片微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 206169 号

策划编辑:张 濮

责任编辑:宋兆武 韩玉宏

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.25 插页:1 字数:569.6 千字

印 次:2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数:4 000 定价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

在电子技术日新月异的今天,生活中到处都可以看到嵌入式单片机应用的实例。嵌入式单片机已成为机电产品的核心部件,控制机电产品的工作与操作。嵌入式单片机的主要特点是单片化,具有体积小、功耗小、成本低、可靠性高、软件代码少、自动化程度高和响应速度快等特点,特别适合于要求实时性和多任务的应用领域,如制造工业、过程控制、通信、仪器、仪表、汽车、船舶、航空航天、军事和日常消费类产品等。

嵌入式单片机,顾名思义,就是将整个计算机系统集成在一块芯片内,其核心部件是各种类型的嵌入式微处理器,芯片内部集成有程序存储器、数据存储器、总线及其逻辑、定时/计数器、“看门狗”(watchdog)、串并行 I/O 接口、脉宽调制输出、A/D 转换器、D/A 转换器等功能部件。

从控制意义上说,嵌入式单片机系统涉及系统底层的、芯片级的信息处理与控制。从某种意义上讲,对这些“微观”世界的了解与驾驭正是控制的真正目的。单片机嵌入式系统与通常意义上的控制系统在设计思路和总体架构方面有许多不同之处。在当今信息化社会中,嵌入式系统在人们的日常工作和生活中所占的份额,可能已超过传统意义的控制系统。

单片机嵌入式系统的核心是单片机,单片机的型号和种类繁多,本书将重点介绍 MCS-51 的原理和应用。MCS-51 单片机的中小型应用极为常见,已经成为单片机领域的实际标准。20 世纪 80 年代中期,Intel 公司将 MCS-51 内核使用权以专利互换或出售的形式转让给世界许多著名的 IC 制造厂商。这样,MCS-51 就得到众多制造厂商的支持,发展出上百个品种,成为一个大家族。到目前为止,其他任何一个单片机系列均未发展到如此的规模。

本书融入了编者在单片机技术方向多年的教学、科研经验,在内容的编排上由浅入深,从应用的角度出发,通过大量的典型例题,帮助学生重点掌握基本原理、基本分析方法和软硬件设计方法。书中以表格、示意图和语言描述相结合,使读者一目了然。

本书共分为 13 章。第 1 章,介绍单片机与嵌入式系统的概念;第 2 章,介绍 MCS-51 单片机的主要硬件结构;第 3 章,介绍 MCS-51 的指令系统;第 4 章,介绍 MCS-51 汇编语言编程及实例;第 5 章,介绍 MCS-51 的 C51 语言编程方法及实例;第 6 章,介绍 MCS-51 的中断系统;第 7 章,介绍 MCS-51 的定时/计数器和串行通信接口;第 8 章,介绍 MCS-51 的存储器、并行接口、键盘、显示器等基本扩展技术;第 9 章,介绍 A/D 转换、D/A 转换和 I²C 接口等应用扩展技术;第 10 章,介绍单片机应用系统的抗干扰技术;第 11 章,介绍单片机应用系统的开发与工具;第 12 章,介绍嵌入式单片机系统的概念、设计及应用;第 13 章,是与本教材配套的实验指导。本书配有电子课件等教学资源,读者可以登录电子工业出版社华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn)下载。

本书由太原理工大学牛昱光任主编，李晓林、张兴忠、温景国任副主编，武娟平、王亚姣、马海平参与编写。牛昱光编写第1章、第2章和第7章，李晓林编写第3~5章，张兴忠编写第10章和第13章，温景国编写第8章和第9章，武娟平编写第6章，王亚姣编写第12章，马海平编写第11章。本书的多媒体课件、源程序包和习题答案由张兴中、马海平、高蜀燕、郭利炳负责制作。全书由牛昱光和李晓林负责整理和统稿。

太原科技大学的李临生教授和太原理工大学的李丽宏副教授负责审稿，他们为本书提出了许多宝贵意见和建议，编者在此表示衷心感谢。

由于单片机技术的发展日新月异，且编者的水平有限，书中难免有不尽如人意之处，敬请广大读者提出意见和建议。

编者

本书在编写过程中，参考了国内外许多单片机教材和有关文献，并得到了许多同行专家的指导和帮助。在此，我们表示衷心的感谢。由于时间仓促，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 单片机的结构组成、特点和指标	(1)
1.1.1 微型计算机的基本结构	(1)
1.1.2 单片机的基本结构	(2)
1.1.3 单片机的特点	(3)
1.1.4 单片机的重要指标	(4)
1.2 单片机的发展历史和产品类型	(5)
1.2.1 单片机的发展历史	(5)
1.2.2 Intel 系列单片机的产品类型	(5)
1.3 单片机的选择与应用	(7)
1.3.1 单片机的选择	(7)
1.3.2 单片机应用系统与应用领域	(7)
1.4 单片机嵌入式系统	(8)
1.4.1 单片机嵌入式系统的概念	(8)
1.4.2 单片机嵌入式系统的特点	(9)
1.5 单片机技术相关网站	(10)
习题与思考题	(11)
第 2 章 MCS-51 单片机硬件结构和原理	(12)
2.1 MCS-51 系列单片机的分类	(12)
2.2 单片机硬件结构	(12)
2.2.1 单片机的引脚功能	(12)
2.2.2 单片机的内部结构	(14)
2.3 中央处理器 (CPU)	(15)
2.3.1 运算器	(15)
2.3.2 控制器	(16)
2.3.3 布尔 (位) 处理器	(17)
2.4 存储器	(17)
2.4.1 程序存储器	(18)
2.4.2 数据存储器	(19)
2.5 并行输入/输出 (I/O) 端口	(23)
2.5.1 P1 口	(23)
2.5.2 P2 口	(24)
2.5.3 P3 口	(25)

2.5.4	P0 口	(26)
2.5.5	并行口的应用	(27)
2.6	时钟电路和时序	(30)
2.6.1	时钟电路	(30)
2.6.2	时序	(30)
2.7	单片机的工作方式	(32)
2.7.1	复位方式	(32)
2.7.2	程序执行方式	(34)
2.7.3	低功耗运行方式	(34)
	习题与思考题	(35)
第3章	MCS-51 单片机指令系统	(37)
3.1	指令系统简介	(37)
3.1.1	指令系统的分类	(38)
3.1.2	指令格式	(38)
3.1.3	指令中的常用符号	(39)
3.1.4	寻址方式	(39)
3.2	指令系统	(44)
3.2.1	数据传送指令	(44)
3.2.2	算术运算指令	(48)
3.2.3	逻辑运算指令	(53)
3.2.4	控制转移指令	(57)
3.2.5	位操作指令	(61)
	习题与思考题	(63)
第4章	MCS-51 汇编语言程序设计	(65)
4.1	程序设计概述	(65)
4.1.1	程序设计的步骤	(65)
4.1.2	程序设计的方法	(66)
4.1.3	汇编语言的规范	(67)
4.1.4	汇编语言程序编辑和汇编	(70)
4.2	结构化程序设计方法	(71)
4.2.1	顺序结构程序	(71)
4.2.2	分支结构程序	(72)
4.2.3	循环结构程序	(73)
4.2.4	查表程序	(75)
4.2.5	子程序	(76)
4.3	汇编语言程序设计实例	(80)
4.3.1	算术运算程序	(80)
4.3.2	数制转换程序	(85)

4.3.3	数字滤波程序	(88)
4.3.4	标度变换程序	(92)
	习题与思考题	(92)
第5章	MCS-51 单片机 C51 程序设计	(94)
5.1	C51 概述	(94)
5.2	C51 语法基础	(95)
5.2.1	标识符和关键字	(95)
5.2.2	数据类型	(96)
5.2.3	运算符和表达式	(98)
5.2.4	程序结构	(100)
5.3	C51 对 MCS-51 单片机的访问	(101)
5.3.1	存储类型	(101)
5.3.2	存储模式	(102)
5.3.3	对特殊功能寄存器的访问	(104)
5.3.4	对存储器和并行口的访问	(105)
5.3.5	位地址访问	(107)
5.4	C51 函数	(108)
5.4.1	函数的分类	(108)
5.4.2	函数的定义	(109)
5.4.3	函数的调用	(110)
5.4.4	对被调函数的说明	(110)
5.4.5	中断函数	(111)
5.5	C51 结构化程序设计	(112)
5.5.1	顺序结构程序	(112)
5.5.2	选择结构程序	(112)
5.5.3	循环结构程序	(115)
5.5.4	查表程序	(118)
5.6	C51 程序设计实例	(119)
5.6.1	单片机内/外部资源应用程序设计	(119)
5.6.2	C51 语言和 MCS-51 汇编语言混合编程	(125)
5.6.3	编程优化的概念	(127)
	习题与思考题	(128)
第6章	MCS-51 单片机中断系统	(129)
6.1	中断概述	(129)
6.1.1	CPU 与外设的输入/输出方式	(129)
6.1.2	中断的概念	(130)
6.2	MCS-51 中断系统	(132)
6.2.1	中断系统的内部结构	(132)

6.2.2	中断源与中断方式	(133)
6.2.3	中断控制寄存器	(134)
6.2.4	中断响应	(139)
6.3	中断应用举例	(141)
6.3.1	中断服务程序设计	(141)
6.3.2	中断系统应用实例	(142)
	习题与思考题	(146)
第7章	MCS-51 单片机定时/计数器和串行接口	(147)
7.1	定时/计数器	(147)
7.1.1	定时/计数器的结构与原理	(147)
7.1.2	定时/计数器的工作方式	(149)
7.1.3	定时/计数器对输入信号的要求	(152)
7.1.4	定时/计数器的应用	(153)
7.2	串行通信接口	(160)
7.2.1	串行通信基础知识	(160)
7.2.2	MCS-51 串行通信接口	(162)
7.2.3	串行通信接口的应用	(166)
	习题与思考题	(174)
第8章	MCS-51 单片机系统基本扩展技术	(176)
8.1	概述	(176)
8.2	外部总线扩展	(177)
8.3	外部存储器扩展	(177)
8.3.1	外部程序存储器扩展	(177)
8.3.2	外部数据存储器扩展	(183)
8.3.3	多片存储器芯片扩展	(186)
8.4	并行接口扩展	(187)
8.4.1	并行接口的简单扩展方法	(187)
8.4.2	8255A 可编程并行 I/O 接口扩展	(188)
8.4.3	8155 可编程并行 I/O 接口扩展	(195)
8.5	显示器与键盘扩展	(199)
8.5.1	LED 显示器接口扩展	(199)
8.5.2	LCD 显示器接口扩展	(202)
8.5.3	键盘接口扩展	(204)
8.5.4	键盘和显示器接口设计实例	(208)
	习题与思考题	(210)
第9章	MCS-51 单片机系统应用扩展技术	(212)
9.1	D/A 转换器与单片机接口技术	(212)

9.1.1	8 位 D/A 转换器与单片机接口技术	(212)
9.1.2	高于 8 位的 D/A 转换器与单片机接口技术	(214)
9.2	A/D 转换器与单片机接口技术	(215)
9.2.1	8 位 A/D 转换器与单片机接口技术	(216)
9.2.2	高于 8 位的 A/D 转换器与单片机接口技术	(219)
9.3	串行 EEPROM 与单片机接口技术	(221)
9.3.1	I ² C 串行总线概述	(222)
9.3.2	24CXX EEPROM 存储器	(222)
9.3.3	24C01 与单片机接口技术	(224)
9.4	日历时钟芯片与单片机接口技术	(228)
9.4.1	日历时钟芯片 8563 的工作原理	(228)
9.4.2	日历时钟芯片 8563 与单片机接口技术	(230)
9.5	IC 卡与单片机接口技术	(231)
9.5.1	SLE4442 IC 卡	(231)
9.5.2	SLE4442 IC 卡数据传送协议	(233)
9.5.3	SLE4442 IC 卡操作命令	(235)
9.5.4	SLE4442 IC 卡与单片机接口技术	(235)
	习题与思考题	(237)
第 10 章	单片机应用系统抗干扰技术	(238)
10.1	干扰源及其分类	(238)
10.1.1	干扰的定义	(238)
10.1.2	干扰的种类	(238)
10.2	干扰对单片机应用系统的影响	(241)
10.3	硬件抗干扰技术	(241)
10.3.1	无源滤波	(241)
10.3.2	有源滤波	(242)
10.3.3	去耦电路	(243)
10.3.4	屏蔽技术	(243)
10.3.5	隔离技术	(244)
10.3.6	接地技术	(245)
10.4	软件抗干扰技术	(248)
10.4.1	软件抗干扰的一般方法	(248)
10.4.2	指令冗余技术	(249)
10.4.3	软件陷阱技术	(249)
10.4.4	“看门狗”技术	(252)
10.5	数字滤波技术	(254)
	习题与思考题	(261)

第 11 章 单片机应用系统的开发与工具	(263)
11.1 单片机应用系统的开发过程	(263)
11.1.1 准备工作	(263)
11.1.2 单片机应用系统设计过程	(263)
11.1.3 撰写设计总结报告	(266)
11.2 单片机应用系统的调试	(266)
11.2.1 硬件调试	(266)
11.2.2 软件调试	(267)
11.2.3 脱机运行调试	(268)
11.3 单片机应用系统开发工具简介	(268)
11.3.1 开发系统分类	(269)
11.3.2 Keil C51 开发工具	(270)
11.3.3 用 Keil C51 调试 C51 应用程序举例	(276)
11.4 单片机应用系统设计实例	(278)
习题与思考题	(281)
第 12 章 嵌入式单片机系统	(283)
12.1 嵌入式系统概述	(283)
12.1.1 嵌入式系统的发展与特点	(283)
12.1.2 嵌入式系统的分类	(285)
12.1.3 嵌入式系统的应用	(286)
12.2 嵌入式系统	(287)
12.2.1 嵌入式系统的组成	(287)
12.2.2 嵌入式处理器	(289)
12.2.3 嵌入式系统的设计特点	(292)
12.2.4 嵌入式系统的设计流程	(294)
12.3 嵌入式系统设计举例	(301)
12.3.1 需求分析	(301)
12.3.2 规格说明	(302)
12.3.3 体系结构设计	(302)
12.3.4 硬件系统设计	(304)
12.3.5 软件系统设计	(306)
12.3.6 系统调试	(310)
习题与思考题	(310)
第 13 章 实验指导	(311)
13.1 实验 1——BCD 码转换成十六进制码	(311)
13.2 实验 2——排序程序	(312)
13.3 实验 3——定时/计数器	(314)
13.4 实验 4——基本输入/输出	(318)

13.5	实验 5——外部中断	(321)
13.6	实验 6——并行扩展接口	(323)
13.7	实验 7——A/D 转换	(326)
13.8	实验 8——D/A 转换	(329)
13.9	实验 9——MCS-51 单片机与 PC 通信	(331)
13.10	实验 10——综合实验 (温度控制系统设计实例)	(335)
13.11	课程设计任务与选题	(339)
参考文献		(343)

第1章 概述

本章教学要求

- (1) 了解单片机与微型计算机的区别。
- (2) 熟悉单片机的结构组成。
- (3) 了解单片机的特点与指标。
- (4) 了解单片机的发展历史、常用产品及应用领域。
- (5) 了解单片机嵌入式系统的概念。

1.1 单片机的结构组成、特点和指标

微型计算机，包括运算器、控制器、存储器、输入/输出接口 4 个基本组成部分。如果把运算器与控制器封装在一小块芯片上，则该芯片称为微处理器。如果将它与大规模集成电路制成的存储器和输入/输出接口电路在印制电路板上用总线连接起来，那么就构成了微型计算机。如果在一块芯片上，集成了一台微型计算机的 4 个基本组成部分，则这种芯片就称为单片微型计算机 (single-chip microcomputer)，简称单片机。以单片机为核心的硬件电路称为单片机系统。

1.1.1 微型计算机的基本结构

微型计算机的基本结构如图 1-1 所示。它由控制器、运算器、存储器、输入/输出接口电路、输入设备和输出设备几部分组成，它们之间由总线连接进行信息传输。控制器和运算器综合起来称为中央处理器 (CPU)，也称为微处理器。

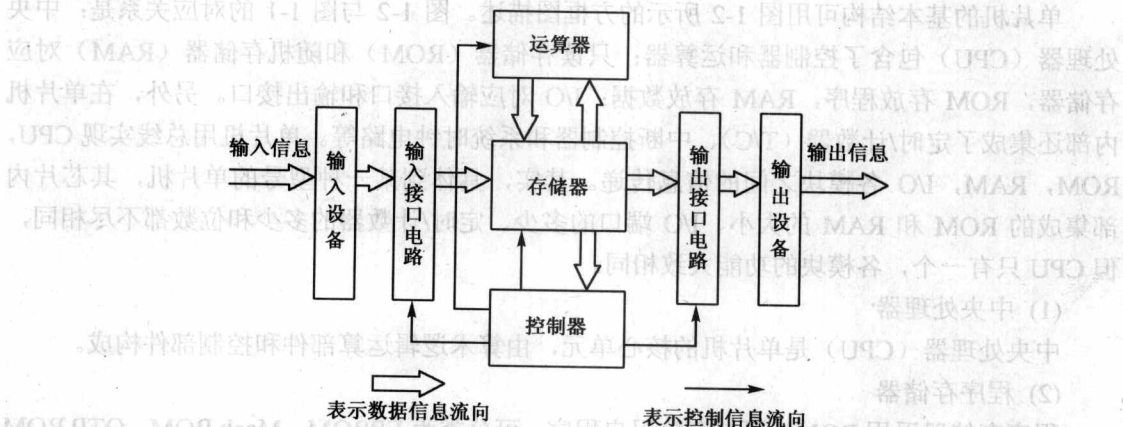


图 1-1 微型计算机的基本结构

(1) 控制器

控制器 (controller) 是计算机的控制核心, 它的功能是负责从内部存储器中取出指令, 对指令进行分析、判断, 并根据指令发出控制信号, 使计算机有条不紊地协调工作。

(2) 运算器

运算器的核心部件是算术/逻辑单元 (ALU), 主要完成算术运算和逻辑运算。

(3) 存储器

存储器 (memory) 是具有记忆功能的部件, 用于存储程序和数据。存储器根据其位置不同可分为两类: 内部存储器和外部存储器。内部存储器 (简称内存) 和 CPU 直接相连, 存放当前要运行的程序和数据, 故称主存储器 (简称主存)。它的特点是存取速度快, 基本上可与 CPU 处理速度相匹配, 但价格较高, 存储容量较小。外部存储器 (简称外存), 主要用于保存暂时不用但又需长时间保留的数据和程序。存放在外存的程序必须调入内存才能运行。外存的存储容量大, 价格较低, 但存取速度较慢。

(4) 输入/输出接口

输入/输出接口 (Input/Output, I/O) 又称 I/O 接口, 是 CPU 与外设相连的逻辑电路, 外设必须通过接口才能和 CPU 相连。不同的外设所用接口不同。每个 I/O 接口有一个地址, CPU 按照地址通过对不同的 I/O 接口进行操作来完成对外设的操作。

(5) 输入和输出设备

输入和输出设备 (如键盘、鼠标、显示器、打印机等) 用于和计算机进行信息交流的输入和输出操作。

(6) 总线

总线 (bus) 是控制器、运算器、存储器、I/O 接口之间相连的一组线。数据总线 (Data Bus, DB) 是用于传送程序或数据的总线; 地址总线 (Address Bus, AB) 用于传送地址, 以识别不同的存储单元或 I/O 接口; 控制总线 (Control Bus, CB) 用于传输控制信号, 这些控制信号控制计算机按一定的时序有规律地自动工作。

1.1.2 单片机的基本结构

单片机的基本结构可用图 1-2 所示的方框图描述。图 1-2 与图 1-1 的对应关系是: 中央处理器 (CPU) 包含了控制器和运算器; 只读存储器 (ROM) 和随机存储器 (RAM) 对应存储器, ROM 存放程序, RAM 存放数据; I/O 对应输入接口和输出接口。另外, 在单片机内部还集成了定时/计数器 (T/C)、中断控制器和系统时钟电路等。单片机用总线实现 CPU, ROM, RAM, I/O 各模块之间的信息传递。其实, 具体到某一种型号的单片机, 其芯片内部集成的 ROM 和 RAM 的大小、I/O 端口的多少、定时/计数器的多少和位数都不尽相同, 但 CPU 只有一个, 各模块的功能大致相同。

(1) 中央处理器

中央处理器 (CPU) 是单片机的核心单元, 由算术逻辑运算部件和控制部件构成。

(2) 程序存储器

程序存储器采用 ROM, 用来存放用户程序, 可分为 EPROM, Mask ROM, OTP ROM 和 Flash ROM 等。

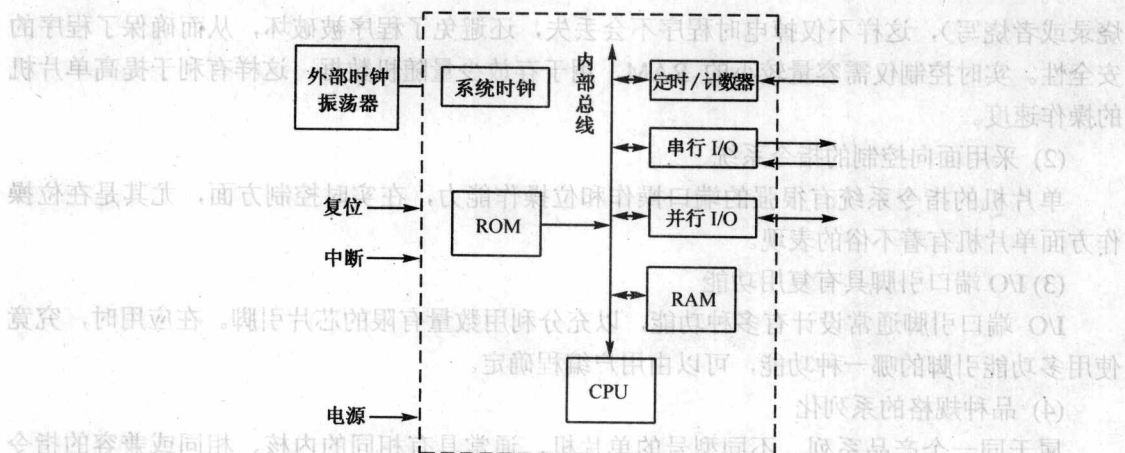


图 1-2 单片机的基本结构

(3) 数据存储器

数据存储器采用 RAM，用来存放程序运行中的工作变量和数据。

(4) 并行输入/输出端口

并行输入/输出端口通常为独立的双向 I/O 口，一般既可以用做输入方式，又可以用做输出方式，通过软件编程设定。I/O 口是单片机的重要资源，也是衡量单片机功能的重要指标之一。

(5) 串行输入/输出端口

串行输入/输出端口用于单片机和串行设备或其他单片机系统的通信。串行通信有同步和异步之分，可用硬件或通用串行收/发器件实现。

(6) 定时/计数器

定时/计数器 (T/C) 用于单片机内部精确定时或对外部事件进行计数，有的单片机内部有多个定时/计数器。

(7) 系统时钟

系统时钟通常需要外接石英晶体或其他振荡源提供时钟信号输入，也有的使用内部 RC 振荡器。系统时钟相当于 PC 中的主频。

以上只是单片机的基本结构，现代的单片机又加入了许多新的功能部件，如模拟/数字转换器 (ADC)、数字/模拟转换器 (DAC)、温度传感器、液晶驱动电路、电压监控、“看门狗”电路、低压检测电路等。

1.1.3 单片机的特点

单片机除了具备体积小、价格低、性能强大、速度快、用途广、灵活性强、可靠性高等优点外，它与通用微型计算机相比，在硬件结构和指令功能方面还具有以下独特之处。

(1) 存储器 ROM 和 RAM 严格分工

ROM 用做程序存储器，只存放程序、常数和数据表格；而 RAM 用做数据存储器，存放临时数据和变量。这样的设计方案使单片机更适合用于实时控制（也称为现场控制或过程控制）系统。配置较大的程序存储空间，将已调试好的程序固化（即对 ROM 编程，也称为

烧录或者烧写), 这样不仅掉电时程序不会丢失, 还避免了程序被破坏, 从而确保了程序的安全性。实时控制仅需容量较小的 RAM, 用于存放少量随机数据, 这样有利于提高单片机的操作速度。

(2) 采用面向控制的指令系统

单片机的指令系统有很强的端口操作和位操作能力, 在实时控制方面, 尤其是在位操作方面单片机有着不俗的表现。

(3) I/O 端口引脚具有复用功能

I/O 端口引脚通常设计有多种功能, 以充分利用数量有限的芯片引脚。在应用时, 究竟使用多功能引脚的哪一种功能, 可以由用户编程确定。

(4) 品种规格的系列化

属于同一个产品系列、不同型号的单片机, 通常具有相同的内核、相同或兼容的指令系统。其主要的差别仅在于片内配置了一些不同种类或不同数量的功能部件和容量大小不同的 ROM 或 RAM, 以适用于不同的被控对象。

(5) 硬件功能具有广泛的通用性

单片机的硬件功能具有广泛的通用性。同一种单片机可以用在不同的控制系统中, 只是其中所配置的软件不同而已。换言之, 给单片机固化上不同的软件, 便可形成用途不同的专用智能芯片。

1.1.4 单片机的重要指标

(1) 位数

位数是指单片机能够一次处理的数据的宽度, 有 1 位机 (如 PD7502)、4 位机 (如 MSM64155A)、8 位机 (如 MCS-51)、16 位机 (如 MCS-96)、32 位机 (如 IMST414)。

(2) 存储器

存储器包括程序存储器和数据存储器。程序存储器空间较大, 字节数一般从几 KB 到几十 KB ($1\text{ KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$), 另外还有不同的类型, 如 ROM, EPROM, EEPROM, Flash ROM 和 OTP ROM (详细解释参看第 2 章)。数据存储器的字节数则通常为几十字节到几百字节之间。程序存储器的编程方式也是用户选择的一个重要因素, 有的是串行编程, 有的是并行编程, 新一代的单片机有的还具有在系统编程 (In-System-Programmable, ISP) 或在应用编程 (In-Application re-Programmable, IAP) 功能, 有的还有专用的 ISP 编程接口 JTAG 口。

(3) I/O 端口

I/O 端口即输入/输出端口, 一般有几个到几十个, 用户可以根据自己的需要进行选择。

(4) 速度

速度指的是 CPU 的处理速度, 以每秒执行多少条指令衡量, 常用单位是 MIPS (百万条指令每秒), 目前最快的单片机可达到 100 MIPS。单片机的速度通常是和系统时钟 (相当于 PC 的主频) 相联系的, 但并不是频率高的处理速度就一定快, 对于同一种型号的单片机来说, 采用频率高的时钟一般比频率低的速度要快。

(5) 工作电压

单片机的工作电压通常是 5 V, 范围是 $\pm 5\%$ 或 $\pm 10\%$, 也有 3 V/3.3 V 电压的产品, 更低的可在 1.5 V 工作。现代单片机又出现了宽电压范围型, 即在 2.5 V~6.5 V 内都可正常工作。

(6) 功耗

低功耗是现代单片机所追求的一个目标,目前低功耗单片机的静态电流可以低至微安(μA , 10^{-6}A)或纳安(nA , 10^{-9}A)级。有的单片机还具有等待、关断、睡眠等多种工作模式,以此来降低功耗。

(7) 温度

单片机根据工作温度可分为民用级(商业级)、工业级和军用级3种。民用级的温度范围是 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$,工业级是 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$,军用级是 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ (不同厂家的划分标准可能不同)。

1.2 单片机的发展历史和产品类型

1.2.1 单片机的发展历史

在1970年微型计算机研制成功之后,单片微型计算机就随之出现了。1976年,Intel公司首先推出了MCS-48系列的单片微型计算机,它具有体积小、功能全、价格低等特点,获得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础。

单片机的发展历史大致可分为3个阶段。

第1阶段(1976年至1978年):这是单片机刚开始出现时的初级阶段,以Intel公司的MCS-48系列为代表,此系列单片微型计算机具有8位CPU、并行I/O端口、8位时序同步计数器,寻址范围不大于4KB,但没有串口。

第2阶段(1978年至1982年):高性能单片微型计算机阶段,如Intel公司的MCS-51、Motorola公司的6801和Zilog公司的Z-8等系列。该类单片微型计算机具有串口、多级中断处理系统和16位时序同步计数器,RAM和ROM容量加大,寻址范围可达64KB,有的芯片还有A/D转换接口。

第3阶段(1982至今):8位单片微型计算机改良型及16与32位单片微型计算机阶段,如Intel公司的16位单片机MCS-96系列,32位单片机ARM系列。

Intel公司在20世纪80年代初发布了MCS-51系列单片机,其代表芯片包括8051,8031,8052,8032,8751和8752,这些统称为51系列单片机。

到目前为止,世界各地厂商研制出大约50个系列、300多个品种的单片机产品。其中有Motorola公司的6801和6802、Zilog公司的Z-8系列、Rockwell公司的6501和6502等,NEC公司、日立公司及EPSON公司等也相继推出了各具特色的单片机产品。

尽管目前单片机的品种繁多,但其中最具典型性的仍当属Intel公司的MCS-51系列单片机,MCS-51系列单片机应用非常广泛,是单片机的主流机型。国内尤以MCS-51系列单片机应用最为广泛。

1.2.2 Intel系列单片机的产品类型

1. MCS-48系列单片机

MCS-48是Intel公司1976年以后陆续开发的第一代8位单片机系列产品。该系列单片机有很广泛的应用,对后来单片机的发展影响甚远,它包括基本型8048/8748/8035,强化型8049/8749/8039和8050/8750/8040,简化型8020/8021/8022,专用型UPI-8041/8741等。