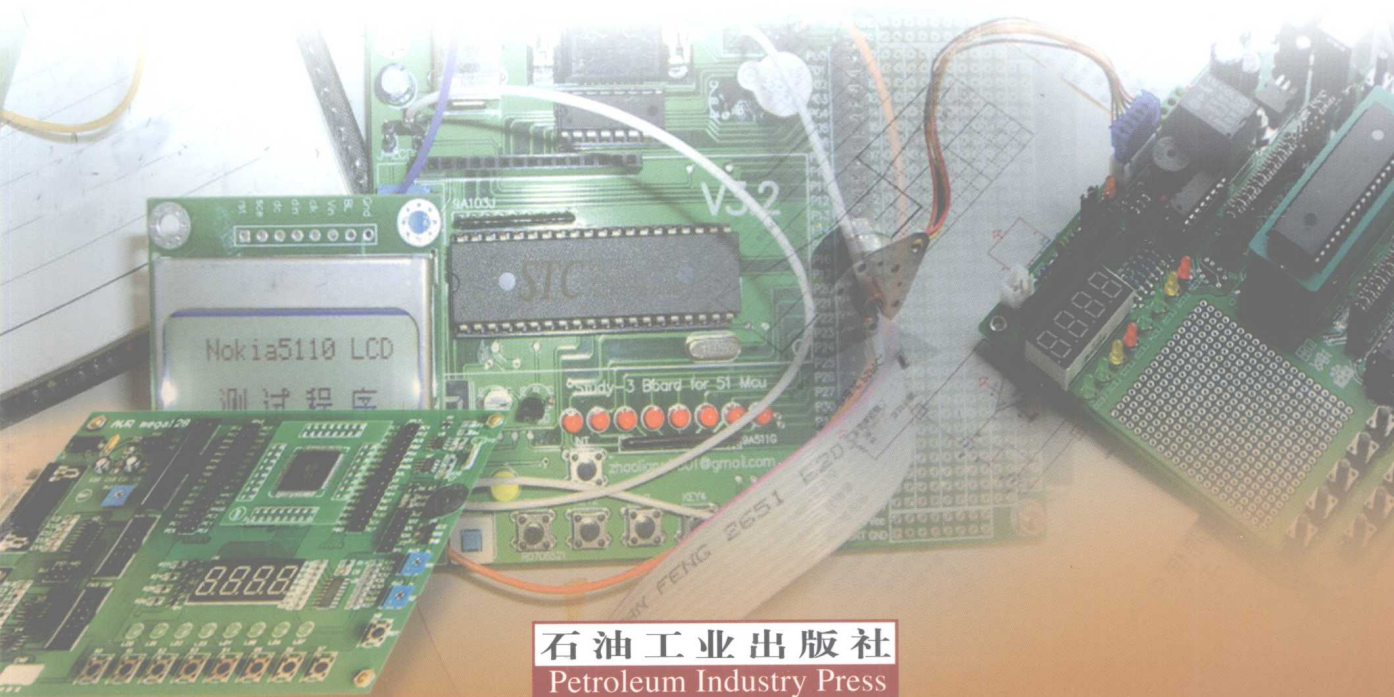




石油高职院校特色教材

单片机应用基础教程

郭福田 杨克远 包天悦 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职院校特色教材

单片机应用基础教程

郭福田 杨克远 包天悦 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

全书分基础篇和实践篇两部分：基础篇介绍单片机学习中涉及的计算机基础知识、内部结构与基本功能、基本指令及使用方法，并采用目前最流行的 Keil 公司开发软件 μ Vision2 来开发 51 单片机的汇编语言程序；实践篇在介绍单片机实验板的基础上，采用大量实用实例提高读者的单片机应用水平。

本书是为高职院校学生编写的实用基础教材，可供本科学生在单片机入门阶段参考，同样适合职业技术学院学生及广大单片机爱好者学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用基础教程/郭福田，杨克远，包天悦主编.

北京：石油工业出版社，2009.2

石油高职院校特色教材

ISBN 978 - 7 - 5021 - 6972 - 5

I. 单…

II. ①郭… ②杨… ③包…

III. 单片微型计算机 - 高等学校 - 教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 001166 号

出版发行：石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址：www.petropub.com.cn

编辑部：(010) 64523574 发行部：(010) 64523620

经 销：全国新华书店

印 刷：石油工业出版社印刷厂

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本：1/16 印张：12.75

字数：325 千字

定价：23.00 元

(如出现印装质量问题，我社发行部负责调换)

版权所有，翻印必究

前 言

针对高职学生的培养目标,依据高职学生的知识结构,结合单片机教改项目,编写这部适合高职学生入门学习的单片机应用基础教程。

根据编者多年单片机教学经验,将单片的教学分为基础和提高两阶段。本教材作为基础阶段的入门教材,拟从高职学生知识水平出发,以掌握基础知识和基本技能为目的,利用作者在多年教学中设计的单片机实验板为平台,采用流行的 Keil 公司的 μ Vision2 为开发工具,通过逐步深化的大量实例培养学生的学习兴趣,引导学生进入单片机应用的大门。对于常用的外围器件提供相应的子程序库及硬件接口电路,使学生在入门阶段即可采用常用外围器件设计制作有实用价值的产品。

本教材内容组织上,首先介绍单片机学习中涉及的计算机基础知识,解决电类专业计算机基础知识的不足。如简要介绍计算机中数据表示,各种进制之间的转换及逻辑运算基础。然后学习单片机的基础知识,内部结构与基本功能,基本指令及使用方法。有了一定的单片机基础后,再给学生介绍 Keil 公司的 μ Vision2 开发工具。Keil 公司的 μ Vision2 是目前社会上最流行的 51 单片机开发工具,具有功能强、性能稳定、调试方便等特点,既能调试汇编语言,也能调试单片机的 C 语言代码,为以后的进一步提高打下基础。

为配合单片机的教学,编者制作了单片机入门学习的应用板,板上有发光二极管、数码管、拨动开关、蜂鸣器、四个按键,通过这些输入输出电路,学生即可掌握单片机基本的输入输出功能。同时应用板上有中断触发按键、扩展接口,为学生学习中断、定时器等基本内容提供了方便。应用板原理简单、使用方便、成本低、操作方便,又能满足单片机基础教学要求,是单片机基础学习最适宜的工具。

本教材采用基础理论、硬件平台、软件环境,即理论、实验、教学三者紧密结合的教学方法,使高职学生在入门阶段打好扎实的单片机应用基础,为后期的提高阶段、自由开发阶段打下坚实基础。在校学生在各类电子大赛、“挑战杯”科研活动中的突出表现表明作者的教学方法是成功的,教材结构是合理的,具有一定的推广价值。

本书由大庆石油学院秦皇岛分院郭福田、杨克远、包天悦、刘心红编写,其中郭福田编写绪论及第一、第二、第三、第六章;刘心红编写第四、第五章及附录;杨克远和包天悦编写第七、第八、第九章。郭福田、杨克远、包天悦任主编。大庆石油学院秦皇岛分院蒋京颐、张继峰、原大明等为本书的编写做了大量工作,在此表示衷心的感谢。

在编写过程中,难免有不足之处,希望广大读者批评和指正。

编者

2008 年 12 月

目 录

基 础 篇

绪论	(3)
第一节 单片机发展概况	(3)
第二节 指令执行过程	(8)
第三节 单片机开发过程	(10)
第一章 基础知识	(14)
第一节 计数制概述	(14)
第二节 数的表示方法	(18)
第三节 逻辑运算基础	(25)
习题	(29)
第二章 51 单片机结构	(30)
第一节 51 单片机的引脚功能	(30)
第二节 51 单片机的组成原理	(33)
第三节 51 单片机存储器配置	(37)
第四节 时钟电路及时序	(41)
第五节 输入输出端口	(43)
第六节 复位电路	(45)
习题	(46)
第三章 51 汇编指令	(47)
第一节 指令系统简介	(47)
第二节 指令系统分类介绍	(51)
习题	(70)
第四章 μ Vision2 应用技术	(72)
第一节 μ Vision2 安装	(72)
第二节 μ Vision2 简单实例	(73)
第三节 μ Vision2 调试功能	(80)
第四节 μ Vision2 调试举例	(88)
第五章 51 汇编程序设计	(92)
第一节 基础知识	(92)
第二节 顺序程序设计	(97)

第三节	分支程序设计	(98)
第四节	循环程序设计	(100)
第五节	查表程序设计	(103)
第六节	散转程序设计	(105)
第七节	子程序设计	(106)
习题		(108)
第六章	51 内部高级功能	(110)
第一节	中断	(110)
第二节	定时器/计数器	(118)
第三节	串行通信	(126)
习题		(138)

实 践 篇

第七章	简易单片机实验装置的制作	(141)
第一节	单片机实验板的制作	(141)
第二节	AT89S51/52 编程器的制作	(147)
第八章	单片机接口的程序设计方法	(150)
第一节	发光二极管的控制	(150)
第二节	数码管的控制	(153)
第三节	声音程序的设计	(155)
第四节	按钮程序的设计	(157)
第九章	应用实践	(161)
第一节	设计数字显示及流水灯	(161)
第二节	设计病房呼叫器	(163)
第三节	设计三位计数器	(165)
第四节	查询法使用	(168)
第五节	中断法使用定时器	(169)
第六节	外部中断功能的应用	(172)
第七节	串行口的设计	(177)
第八节	音乐程序的设计	(180)
附录		(186)
附录 A	51 实验板原理图	(186)
附录 B	常用 51 编译出错信息表	(187)
附录 C	51 汇编保留符号	(187)

附录 D	汇编语言助记符的英文含义	(188)
附录 E	51 特殊功能寄存器地址表	(190)
附录 F	常用波特率与其他参数选取关系	(191)
附录 G	各数制对照表	(192)
附录 H	ASCII (美国标准信息交换码) 表	(192)
附录 I	二进制逻辑单元图形符号对照表	(193)
附录 J	51 单片机汇编指令表	(193)
参考文献		(197)

基 础 篇

绪 论

单片机即单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer 或 Microcontroller Unit, 简称 MCU), 是一块芯片, 内部具有 CPU、存储器、输入输出接口电路等组成部件。可见单片机是计算机的微型化。单片机主要用于控制, 因此又称微控制器 (Microcontroller 简称 μC), 具有体积小、功能强、价格低、电源单一、功耗低、运算速度快、控制功能强、可靠性高、抗干扰能力强、开发方便等优点。它只需极少的外部电路与程序软件相结合, 便可组成一个单片机控制系统。单片机已被广泛应用于日常生活、工业测控、国防军事等各个领域, 对社会的发展起到了重要的作用。

(1) 在日常生活中, 商店的电子秤、医院的心电仪、出租车上的计费表、公交车上的语音报站器、路边的电子屏、学习用的学习机、听歌用的 MP3、家用的电冰箱、彩色电视机、洗衣机、照相机、录像机、电饭煲等常见设备, 其中的控制核心均采用了单片机。

(2) 工业测控领域的各类智能化仪器仪表中, 应用单片机使仪器仪表数字化、智能化、微型化, 功能大大提高。

(3) 在网络与通信设备中, 采用高性能的单片机进行信号处理与通信功能, 如手机、交换机等。

(4) 在军事、航空航天领域中, 采用高性能的单片机实现了可靠的测控功能。

第一节 单片机发展概况

单片机也被称做“单片微型计算机”、“微控制器”、“嵌入式微控制器”。单片机一词最初来源于“Single Chip Microcomputer”, 简称 SCM。在单片机诞生时, 因为它的组成与原理都基于计算机, 所以 SCM 是一个准确的、流行的称谓。随着 SCM 在技术上、体系结构上的不断进步, 使其控制功能不断扩展, 它的主要作用已经不是计算, 而是控制了, 国际上也逐渐采用“MCU” (Microcontroller Unit), 即微控制器来代替 SCM, 形成了单片机界公认的、最终统一的名词。为了与国际接轨, 今后应将中文“单片机”一词和“MCU”作为唯一的对应翻译。

一、单片机的发展历史

如果将 8 位单片机自 1976 年推出作为起点, 那么, 单片机的发展历史大致可分为四个阶段。

1. 探索阶段

该阶段主要是探索如何把计算机的主要部件集成在单芯片上。Intel 公司推出的 MCS - 48 就是在工控领域探索的代表, 参与这一探索的还有 Motorola、Zilog 等公司, 也都取得了满意的效果。这是单片微型计算机的诞生年代, 单片机一词即由此而来。

2. 完善阶段

Intel 公司在 MCS-48 基础上推出了完善的、典型的 MCS-51 单片机系列。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构的基础:

- (1) 设置了经典、完善的 8 位单片机的并行总线结构。
- (2) 外围功能单元由 CPU 集中管理的模式。
- (3) 体现控制特性的位地址空间、位操作方式。
- (4) 指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

由于 MCS-51 系列单片机在结构上的逐渐完善,奠定了它在这一阶段的领先地位。它的产品曾经在世界单片机市场占有 50% 以上的份额,因而多年来国内一直以 MCS-51 系列单片机作为教学的主要机型。在这一阶段 Motorola 公司的 M68 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列也占据了一定的市场份额。

3. 向微控制器发展的阶段

为满足测控系统要求的各种外围电路与接口电路,突出其智能化控制能力,Philips 等一些著名半导体厂商在 8051 单片机基本结构的基础上,加强了外围电路的功能,突出了单片机的控制功能,将一些用于测控对象的模数转换器、数模转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入芯片中,体现了单片机的微控制器特征。

为了进一步缩小单片机体积,出现了为满足串行外围扩展要求的串行总线及接口,如 I^2C (IIC)、SPI、MICROWIRE 等串行总线及接口。同时,带有这些接口的各种外围芯片也应运而生,如存储器、A/D、时钟等,出现了有较高性能的 16 位单片机。

单片机的首创公司 Intel 将其 MCS-51 系列中的 8051 内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名 IC 制造厂商,如 Philips、Atmel、NEC、SST、华邦等。这些公司的产品都在保持与 8051 单片机兼容的基础上增强了 8051 单片机的许多特性,在工艺上都采用了 CHMOS 技术。为了与 Intel 早期的 MCS-51 系列产品区别,后来统称为 80C51 系列,现简称为 51 系列。这样 51 系列得到众多制造厂商的支持,继而发展成上百个品种的大家族。作为单片机领军代表的 Intel 公司虽退出了 8 位单片机市场,但它的历史功绩是不会被抹杀的。在本书中提到的 51 单片机已经不是 MCS-51 系列中的 80C51 型号单片机,而是 51 系列的一个统称。专家认为,虽然世界上的 MCU 品种繁多,功能各异,开发装置也互不兼容,但是客观发展表明,尽管 51 系列单片机现在并不是最完善和最先进的单片机,但从教学的连续性和教学设备的应用方面考虑,仍然适合作为单片机教学的首选机型。

4. 全面发展阶段

很多大半导体和电气厂商都开始加入单片机的研制和生产,单片机世界出现了百花齐放欣欣向荣的景象。随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用,出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机,以及小型廉价的专用型单片机。

二、单片机的组成及特点

单片机是微型机的一个主要分支,它在结构上的最大特点是把 CPU、存储器、定时器和多种输入/输出接口电路集成在一块超大规模集成电路芯片上。就其组成和基本工作原理而言,一块单片机芯片就是一台计算机。

1. 单片机的组成

图 0-1 为单片机的典型组成框图。由图可见单片机主要由时钟电路、CPU、程序存储器、数据存储器、定时计数器及 I/O 电路构成,内部总线将它们连接为一体,并为各部件之间数据交换提供地址、数据和控制信息。

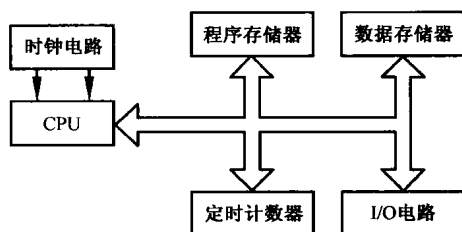


图 0-1 单片微型计算机组成原理框图

2. 单片机的特点

正是由于单片机的这种结构形式及它所采取的半导体工艺,使其具有很多显著特点,因而能在各个领域得到广泛的应用。

(1)控制功能强。为了满足工业控制的要求,一般单片机的指令系统中均有极丰富的转移指令、I/O 口的逻辑操作以及位处理功能。

(2)集成度高、体积小、有很高的可靠性。单片机把各功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了芯片内部之间的连线,大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。另外,其体积小,对于强磁场环境易于采取屏蔽措施,适合于在恶劣环境下工作。

(3)优异的性能价格比。

(4)低功耗、低电压,便于生产便携式产品。

(5)增加了 IIC(Inter - Integrated Circuit) 串行总线方式、SPI(Serial Peripheral Interface) 串行接口等,进一步缩小了体积、简化了结构。

(6)单片机的系统扩展、系统配置较典型、规范,容易构成各种规模的应用系统。

三、单片机的发展趋势

目前,单片机正朝着高性能和多品种方向发展,今后单片机的发展趋势将是进一步向着 CMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外围电路内装化等几个方面发展。

(1)CMOS 化:近年,由于 CHMOS 技术的进步大大地促进了单片机的 CMOS 化,并且 CHMOS 电路已达到 LS TTL 的速度,传输延迟时间小于 2ns,它的综合优势已大于 TTL 电路,因而在单片机领域 CMOS 电路已基本取代 TTL 电路。

(2)低功耗管理:现在几乎所有的单片机都有待机、掉电等低功耗运行方式。CMOS 芯片除了低功耗特性外,还具有功耗的可控性,使单片机可以工作在功耗精细管理状态。此外,有些单片机采用了双时钟技术,即高速和低速两个时钟,在不需高速运行时,转入低速工作以减小功耗;有些单片机采用了高速时钟下的分频和低速时钟下的倍频控制运行速度,以降低其功耗。低功耗不仅仅提高了效益而且也提高了产品的可靠性和抗干扰能力。

(3)大容量化:以往单片机内的 ROM 一般为 1~4KB, RAM 为 64~128B, 在很多场合, 存储容量不够, 不得不外接扩充。为了简化系统结构, 需要加大存储器容量。目前, 单片机内 ROM 最大已可达 64KB, RAM 最大为 2KB, 而专用的存储器芯片容量已可达 4GB。

(4)高性能化:主要是指进一步改进 CPU 的性能, 加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性。有些单片机采用了精简指令集(RISC)结构和流水线技术, 大幅度提高了运行速度。现指令速度最高者已达 100MIPS (Million Instruction Per Seconds, 即兆指令/秒), 并加强了位处理功能、中断和定时控制功能。

(5)外围电路内装化:这是单片机内部资源增加的发展方向。随着集成度的不断提高, 有可能把众多的各种外围功能器件集成在片内。例如, 片内可集成的部件有模/数转换器、数/模转换器、脉宽调制器 PWM、监视定时器 WDT、液晶显示驱动电路等。

(6)串行扩展技术:在很长一段时间里, 通用型单片机通过并行三总线结构扩展外围器件成为单片机应用的主流结构。随着 IIC、SPI 等串行总线及接口的引入, 推动了单片机“单片”应用结构的发展, 使单片机的引脚可以设计得更节省, 单片机系统结构更简化和规范化。

(7)小容积、低价格:由于单片机的嵌入式特点, 希望它的体积更小, 价格更便宜, 此时可通过减少它的内部资源来实现这一点, 如减少内存, 减少外部引脚等。为了减小体积甚至把时钟、复位电路外围器件等也全部做到片内, 使其成为只需加电即可工作的单片机。有的单片机系列具有 8~28 脚封装的产品。

(8)ISP 及基于 ISP 的开发环境:由于快擦写存储器(Flash Memory)的出现和发展, 推动了 ISP(In System Programmable)技术的发展。它的作用是把在 PC 机上编好的程序通过所定义的 3 根 SPI 接口线, 进行在线下载, 即直接传输并且烧录到单片机中的闪存上。这种方法比使用一般的编程器廉价、方便。一般厂家配有在线下载接口板和相应软件。有些型号的单片机可利用这种方法进行仿真调试。

随着半导体集成工艺的不断发展, 单片机的集成度将更高、体积将更小、功能将更强。

四、单片机嵌入式系统

正是由于单片机具有上述显著的优点, 它已成为科技领域的有力工具, 人类生活的得力助手。它的应用遍及各个领域, 主要为嵌入式应用。

1. 嵌入式系统定义与分类

当微型机诞生之后, 控制专业的科研人员为提高控制对象的智能化水平, 将微型机嵌入到一个对象系统(对象系统是指所嵌入的被控制设备或系统)中, 如安装到大型舰船中构成自动驾驶仪, 实现对象系统的智能化控制。通过对微型计算机经电气加固、机械加固, 并配置各种外围接口电路后, 计算机便失去了原来的形态与通用的计算机功能。为了与原有的通用计算机系统区别, 把嵌入到对象系统中, 实现对象系统智能化控制的计算机, 称作嵌入式计算机系统。因此, 嵌入式系统的嵌入性本质是将一个计算机嵌入到一个对象系统中去, 这是理解嵌入式系统的基本出发点。

“嵌入性”、“专用性”与“计算机系统”是嵌入式计算机系统的三个基本要素。只要满足该三要素的计算机系统, 都可称为嵌入式系统。

单片机也称微控制器(MCU),是应嵌入式应用的需要而诞生的,因而在嵌入式系统中,单片机最能满足嵌入式应用的要求。它有专门为嵌入式应用设计的体系结构和指令系统,此外它的体积小、价格低、易于掌握和普及,因而被广泛地应用于各个领域。

2. 单片机与嵌入式系统应用

单片机以单片器件的形式进入到电子技术领域,主要应用于电子系统的智能化。嵌入式系统起源于微型计算机时代,然而,微型计算机的体积、价位、可靠性都无法满足广大对象系统的嵌入式应用要求。因此,嵌入式系统的单芯片化就应运而生,从而进入嵌入式系统独立发展的单片机时代。

从此,以单片机为主的嵌入式系统,迅速地将传统的电子系统发展到智能化的现代电子系统时代。现在,从需要高、精、尖技术的火箭、飞船到日常生活中常见的手机、汽车电子、智能玩具、日用家电等无处不见单片机的身影。单片机已经成为人类社会进入全面智能化时代的有力工具。

五、常用 8 位单片机系列

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用面很广,发展很快。自单片机诞生至今的近 30 年中,已发展为几百个系列的上万个机种,使用户有较大的选择余地。随着集成电路的发展,单片机从 4 位发展到 8 位、16 位、32 位,根据近年来的使用情况看,8 位单片机使用率最高,其次是 32 位。目前,教学的首选机型仍然是 8 位单片机,因而本书重点介绍 8 位单片机的概况。

80C51 系列单片机是在 Intel 公司的 MCS - 51 系列单片机基础上发展起来的。1998 年以后,80C51 系列单片机又出现了一个新的分支,称为 AT89 系列单片机。这种单片机是由美国 Atmel 公司率先推出的,它的最突出优点是把快擦写存储器应用于单片机中。这使得系统在开发过程中修改程序十分容易,大大缩短了系统的开发周期。同时,AT89 系列单片机的引脚和 80C51 单片机是一样的,所以,用 AT89 系列单片机取代 80C51 单片机时,可以直接进行代换,新增加型号的功能是向下兼容的,并且有些型号可以不更换仿真机。

由于 AT89 系列单片机的上述明显优点,使得它很快在单片机市场脱颖而出。AT89 系列单片机的成功使得几个著名的半导体厂家也相继生产了类似的产品,如 Philips 的 P89 系列、美国 SST 公司的 SST89 系列、华邦公司的 W78 系列等。后来人们就简称这一类产品为 89 系列单片机,它实际上仍属于 51 系列单片机。表 0 - 1 中给出部分厂家 89 系列产品的兼容型号对照。这些产品主要功能类似,但又各具特色。在这些型号中 AT89C51(AT89S51)、P89C51、STC89C51、W78E51 都是与 MCS - 51 系列的 51 单片机兼容的型号。芯片互相之间也是兼容的,所以提到 51 单片机可能是其中任何一个厂家的产品。

表 0 - 1 部分厂家 89C51 单片机主要兼容型号对照表

Philips	Atmel	STC	Winbond
P89C51RD2/RD + , 89C61/60 × 2	AT89C51RD2/RD + /RD	STC89C516RD	W78E516
P89LV51RD2/RD + /RD	AT89LV51RD2/RD + /RD	STC89LV516RD	W78LE516

续表

Philips	Atmel	STC	Winbond
P89C51RC2/RC + /RC	AT89C51RC2/RC + /RC, 89CAT55	STC89C58RD	W78E58, W77E58
P89LV51RC2/RC + /RC	AT89LV51RC2/RC + /RC, 89LV55	STC89LV58RD	W78LE58, W77LE58
P89C54, P87C54	AT89C55, AT89S8252	STC89C54RC2	W78E54
P87C54	AT89LV55	STC89LV54RC2	W78LE54
P89C52, P87C52	AT89C52, AT89S52	STC89C52RC2	W78E52
P87C52	AT89LV52, AT89LS52	STC89LV52RC2	W78LE52
P89C51, P87C51	AT89C51, AT89S51	STC89C51RC2	W78E51

由于 51 单片机在国内市场占有较大份额,与它配套的仿真机也很多,为方便教学,本书在介绍具体单片机结构时选用较新的 AT89S51/52 单片机,其主要特点如下:

- (1) 内部含 Flash 存储器;
- (2) 内部结构和标准 51 单片机相近;
- (3) 工作原理和指令系统完全相同;
- (4) 有些型号和标准 51 单片机的引脚完全兼容。

89 系列单片机可分成标准型号、低档型号和高档型号三类。低档型的单片机除了并行 I/O 端口数较少之外,Flash 存储器只有 1/2KB;RAM 只有 64 或 128B;内部不含串行接口;中断响应只有三种。高档型产品是在标准型的基础上增加了一些功能而形成的。所增加的功能部件主要有串行外围接口 SPI、Watchdog 定时器、A/D 模块等。本书主要介绍标准型单片机,并简称为 51 单片机。

第二节 指令执行过程

对于大多数单片机用户来说,并不需要十分详细地了解 CPU、存储器、输入输出接口等芯片的具体线路。为了能比较清楚地理解单片机的工作原理,即执行指令的过程,这里给出一个较详细的单片机框图,见图 0-2。设 CPU 为 8 位中央处理器。

图 0-2 中虚线左边部分是中央处理器 CPU 的框,其中运算器是执行数据运算的部件,基本电路就是加法器。它有两组输入:一组(8 位)是累加器 A 的内容,另一组是数据总线上的内容,它的输出又送至内部数据总线上。

(1) 程序计数器 PC(16 位):PC 是一个自动加 1 计数器,它提供要执行指令的地址。它的内容也可以通过内部数据总线得到修改。

(2) 地址寄存器 AR(16 位):AR 的输入可以是程序计数器的内容,也可以是内部数据总线的内容。它的输出送到 CPU 外边,作为存储器或输入输出接口的某地址值。

(3) 数据缓冲器 DR(8 位):DR 起 CPU 内外数据传送缓冲的作用。

(4) 指令寄存译码器:其基本电路是译码器。它的输入是内部总线上的内容(一般在取指周期得到的指令代码)和外部时钟脉冲清零信号等,输出则是各种分时的“0”、“1”电平和脉

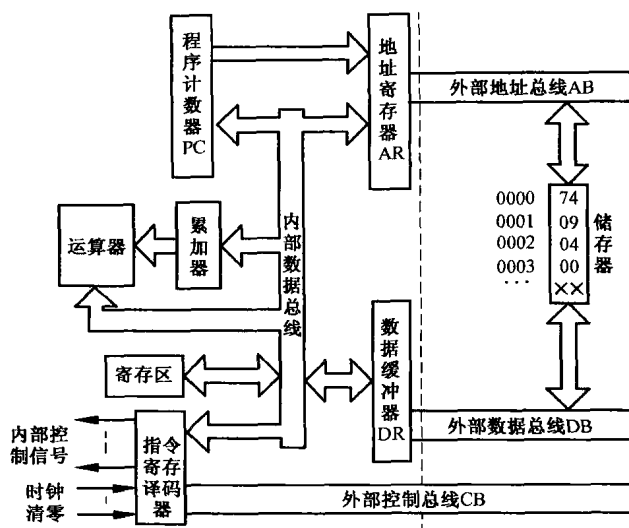


图 0-2 指令执行经过示意图

冲。它根据输入指令代码的不同,发出一系列相应的“0”、“1”电平和脉冲、控制各部分协调工作,完成该指令的执行任务。

(5) 寄存器组:寄存器区是为暂存数据或其他特殊用途而设置的,将在后续章节中介绍。

图 0-2 中虚线右边部分是一个存储器。存储器芯片的基本电路是存储体和译码器。在大规模集成电路的存储芯片中,存储单元的数量是惊人的。现在常用的只读存储器(ROM)或随机存储器(RAM)都是每片数千个存储单元(8 位),甚至更多。另外,对某一单元的读写,只要地址线给出该单元地址,控制线给出读写信号,即可由存储器内部译码器电路找到该单元,并且写入或读出该单元中的内容。

假设图 0-2 中的存储器已经同 CPU 接好了数据总线、地址总线、控制总线,并且已经通过输入输出设备在地址从 0000H 开始的单元里装好了一些指令代码:74 09 04 00。这些代码代表了某种命令,将在第三章指令系统中学习,这里为了便于说明,直接给出其含义:

- 74 09 把 09 这个数送到累加器 A 中;
- 04 把 A 中内容加 1,送回 A 中;
- 00 等待,空操作。

现在来看看机器指令执行的经过。

开机时,我们先通过 CPU 外部清零线使程序计数器 PC 变成 0000H(也可以通过键盘来改变 PC 的值)。然后单片机在外部时钟脉冲作用下自动进入执行过程。

执行过程实际上就是单片机取指(取出存储器中事先存好的指令)阶段和分析执行指令阶段这两个阶段的循环过程。

在图 0-2 系统中,当机器进入运行时,首先是进入取指阶段,其顺序是:

- (1) 程序计数器的内容(这时是 0000H)送到地址寄存器;
- (2) 程序计数器的内容自动加 1(变为 0001H);
- (3) 地址寄存器中内容(0000H)通过 CPU 外部地址总线送到存储器,经存储器中地址译码器,使地址为 0000H 的单元被选中;
- (4) CPU 控制总线中读控制线有效(产生一个低电平);

(5) 存储器中被选中单元内容(此时应为 74)送到数据总线上;

(6) 通过数据总线将该内容送到数据缓冲器;

(7) 该内容送到内部数据总线。因为是取指阶段,所以一定是送到指令寄存译码器。

至此,取指阶段完成,进入执行阶段。

当机器进入执行阶段后,由于进入指令寄存译码器中的内容是 74H(指令代码),机器就会知道该指令是要将一个数送到累加器 A 中,而该数是在此指令代码的下一个存储单元,所以执行该指令还必须把数(09H)从存储器中取到 CPU,即还要到存储器中取第二个数字(或称字节),其过程与取指阶段(1)~(7)步类同,只是第(1)步中 PC 已为 0001H,从而第(5)步取出的数是 09H,因为指令是要求把取得的数送到累加器 A,所以第(7)步取出的内容由内部数据总线进入累加器 A,而不是进入指令寄存译码器。

至此一条指令执行完毕,CPU 中 PC = 0002H(PC 在 CPU 每次从存储器取值或取数时都自动加 1),机器又进入了取指阶段。

取第二条指令的取指阶段过程与取第一条指令的取指阶段过程完全相同。第(7)步一定把从存储器取来的内容送到指令寄存译码器。只是此时的指令代码是 04H。

经指令分析知道,这是一个单字节指令,它要求把 A 的内容加 1 以后,结果取代原来 A 中的内容。所以,当机器进入执行阶段时,控制器(指令寄存译码器)发出各种内部控制信号。执行过程是:

(1) 把累加器 A 内容送入运算器。

(2) 加 1 以后送到内部数据总线。

(3) 内部数据总线上的数又送回累加器 A。

这样第二条指令又执行完毕,CPU 中 PC = 0003H,机器又进入了第三条指令的取指阶段。按取指阶段(1)~(7)取值过程从存储器中取得 00H,送到控制器。经分析译码,知道该代码是让 CPU 空操作。

至此,程序取值执行完毕。累加器 A 中数为 0AH($09H + 01H = 0AH$)。

从上面介绍可以看出,机器执行程序时其过程如同交通管理,有各种通道、门岗。人们要传送一个数,对一个数进行运算,要让机器执行某一单元的指令代码,要机器暂停工作,都必须制定好各种指令的次序,然后机器在一定节拍下发出种种信号(如同十字路口的红绿灯),有条不紊地进行控制执行。

第三节 单片机开发过程

近年来,单片机技术发展很快,正向着多品种、大容量、高性能化、低价格、多功能化方向发展,应用越来越方便。尤其是 MCS51 内核的单片机(以下简称 51 单片机或 51 系列单片机)品种繁多,其具有价格低廉、应用软件齐全、开发方便等特点。

51 系列单片机以其典型的结构、完善的总线控制逻辑、丰富的指令系统、灵活的存储模式,成为新型单片机的发展方向。掌握了 51 单片机再学其他单片机,就比较简单,由于其技术是相关的,因此有了 51 单片机的基础,很容易进阶到 16 位、32 位单片机等。

随着微机的普及,开发软件的完善,现在学习单片机已经非常方便。本书所采用的单片机开发环境如下:

(1) 计算机一台,能运行 Windows98 即可。