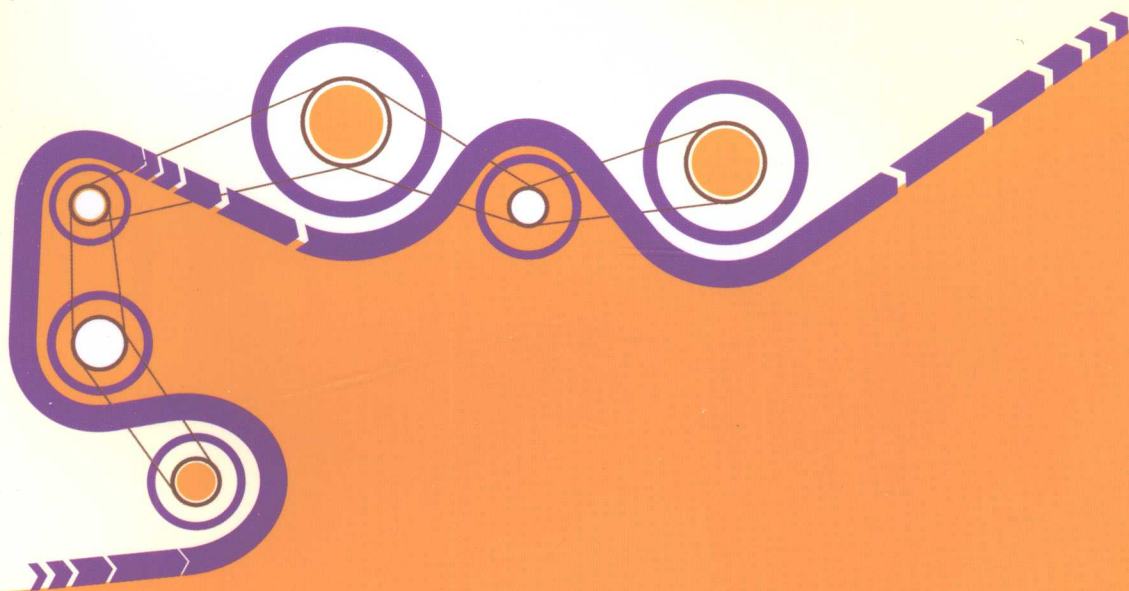


高职高专机电类工学结合模式教材

单片机应用系统与开发技术

丁向荣 贾 萍 主 编
刘映群 周永明 副主编

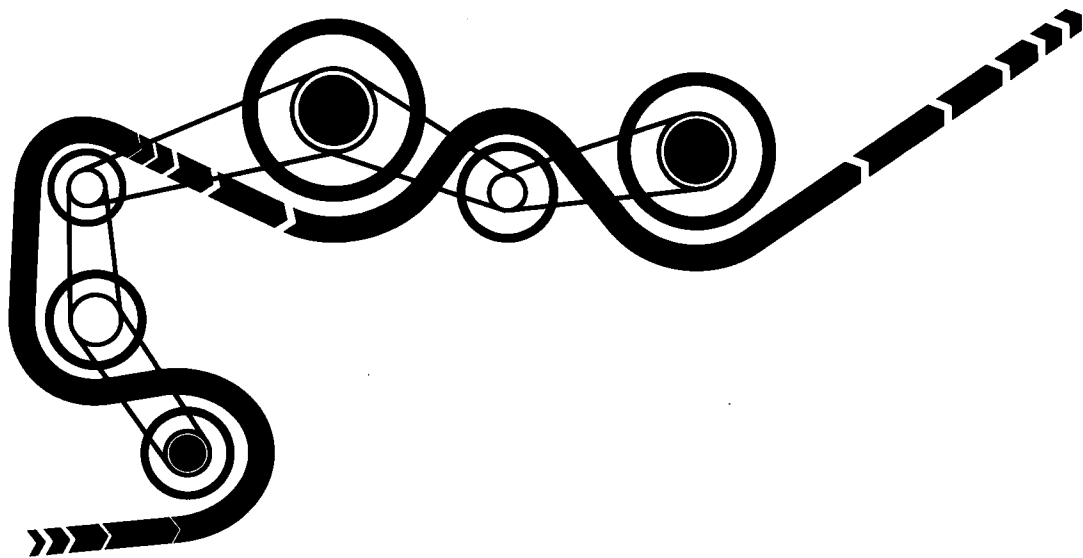


清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

单片机应用系统 与开发技术

丁向荣 贾 萍 主 编
刘映群 周永明 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书包含单片机原理、接口技术、C 语言编程与电子系统设计等方面内容,布局上分为单片机认识篇、单片机理解篇、单片机应用篇和电子系统设计篇。本教材在结构和内容上不求学科结构的系统性与完整性,力求通过本教材的学习,学生能够应用单片机设计、开发、制作出具备“常用功能、基本功能”的电子系统,并具备“举一反三”的创新技能与创新思维。

本书是以“任务驱动”教学模式组织教学内容,配合为本书配套的 GQDJL-1 型单片机开发板,可以实施“教、学、做”一体化教学。边学边做,能有效地培养学生在单片机应用技术方面的实际应用能力和电子系统的设计能力。

本书可作为高职高专电子技术类专业“单片机应用技术”课程教材,也可作为电子设计竞赛、电子设计工程师考证的培训教材。此外,本书还可作为单片机应用技术爱好者的自学教材和单片机应用工程技术人员的重要参考书籍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统与开发技术/丁向荣,贾萍主编. —北京:清华大学出版社,2009.9

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-20943-0

I. 单… II. ①丁… ②贾… III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 163541 号

责任编辑:朱怀永

责任校对:刘 静

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23.75 字 数:536 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032466-01



单片机是最普及、最实用的嵌入式微控制器,单片机应用技术也可以说是智能化电子产品设计的核心技术。因此,单片机在工业控制、仪器仪表、日常家电、电子通信、办公自动化设备等方面,都有其广泛的应用。

单片机应用技术是现代电子设计的核心技术,学习单片机知识就是要将单片机应用到电子产品中,以单片机为控制核心实现电子系统所需实现的功能。单片机的应用能力很大程度上决定了电子类专业学生电子设计与电子应用的水平与能力,尤其是高职学生更是如此。

本书集成了单片机原理、单片机接口技术、C51 编程与电子系统设计等课程内容,分为认识单片机、理解单片机、应用单片机与电子系统设计四个教学过程(或者说四个台阶),从认识单片机开始,拾级而上,最后成为单片机应用能手。围绕单片机应用系统组织教学内容,“教、学、做”一体化,边学边做,始终牢记单片机应用系统的概念,培养单片机应用系统设计与开发的能力。全书共分 4 篇,合计 18 个项目,每个项目又包含若干个具体任务。认识篇包括 3 个项目:单片机的作用与单片机的结构,“教、学、做”一体化教学硬件实验平台的制作,让单片机动起来;理解篇包括 5 个项目:单片机输入/输出控制,单片机的数据运算,单片机的定时器/计数器,单片机的中断系统与单片机的串口通信;应用篇包括 7 个项目:电脑时钟,信息广告牌,模拟量数据采集系统,简易信号发生器,I²C 串行总线器件的应用,数字温度计与电机的控制;电子系统设计与制作篇包括 3 个项目:单片机应用系统的开发流程,电子系统设计实践与创新设计 DIY。

本书力求实用性、应用性与易学性,以提高读者的工程设计能力与实践动手能力为目标。本书具有以下几方面的特点。

1. 采用“双”语言编程:在理解篇教学中,主要学习单片机的指令系统,单片机内部接口电路的应用中采用汇编语言编程,采用汇编语言编程更有利于加强对单片机的理解;在应用篇与设计篇中,主要是采用 C 语言编程,C51 在功能、结构上以及可读性、可移植性、可维护性方面都有非常明显的优势。

2. 学习内容具有明显的层次性:认识→理解→应用→设计。

3. 始终围绕单片机应用系统构建任务,学习单片机知识就是为了能开发与制作有具体意义的单片机应用系统。

4. 引入 Proteus 仿真软件:Proteus 对单片机的仿真有其独到之处,

能做到真正意义上的单片机应用系统仿真,是单片机学习与单片机应用不可或缺的工具。

5. 作者为本书设计了配套实验系统: GQDJL-1 型单片机开发板,它能完成或经过扩展能完成所有的任务实例。书中提供了完整的 GQDJL-1 型单片机开发板电路,使用者可自己设计电路板、组织元器件,供学生装配,人手一套,可将实训室场所极大地延伸。读者如有不方便组织元件的,请联系我们: dingxiangrong65@163.com。

众所周知,单片机的种类很多,集成外围接口器件更多。本书涉及的单片机仍然是主流教学机型——51 系列单片机,集成外围接口器件尽可能地选用了较典型、较常用的器件,但不可能做到面面俱到。因此,在教与学的过程中,除对教材自身知识内容的学习外,更要注重学习能力、分析问题与解决问题能力的培养与提高。在应用上,能够做到“举一反三”。

本书由广东轻工职业技术学院丁向荣、贾萍任主编,负责全书的规划与统稿工作,丁向荣具体编写项目一~项目三、项目十四~项目十八;贾萍编写项目四~项目五;岭南职业技术学院刘映群编写项目九~项目十三;广东轻工职业技术学院周永明编写项目六~项目八。

由于编者水平有限,书中定有疏漏和不周之处,敬请读者不吝指正。

编者

2009.7



单片机认识篇

项目一 单片机的作用与单片机的结构	3
任务一 走进单片机世界	3
任务二 初识 MCS-51 系列单片机	8
任务三 深入认识 MCS-51 系列单片机——存储器	13
任务四 深入认识 MCS-51 系列单片机——并行 I/O 口	21
任务五 构建单片机最小系统	26
项目二 “教、学、做”一体化教学实验平台	31
任务一 了解单片机开发板的结构与功能特性	32
任务二 单片机开发板的焊接与测试	43
项目三 让单片机动起来	48
任务一 程序的编辑与编译	48
任务二 程序的下载与运行	62
任务三 完全体验	64

单片机理解篇

项目四 单片机输入/输出控制	69
任务一 单片机的基本输入/输出	69
任务二 逻辑控制	80
任务三 流水灯控制	92
项目五 单片机的数据运算	97
任务一 算术运算	97
任务二 逻辑运算	109
任务三 位运算	113
项目六 单片机的定时器/计数器	117
任务一 信号灯的定时控制	118

任务二 单片机脉冲计数的实现	127
任务三 单片机秒表的设计与实现	129
项目七 单片机的中断系统	131
任务一 信号灯的中断延时控制	131
任务二 交通信号灯控制系统	142
项目八 单片机串口通信	150
任务一 单片机的双机通信	150
任务二 单片机与 PC 机通信	165
项目九 电子时钟的设计与实现	172
任务一 数码管的驱动和显示	173
任务二 键盘扫描和数码管显示	179
任务三 电子时钟的实现	187

单片机应用篇

项目十 信息广告牌	199
任务一 LCD1602 显示模块的控制	200
任务二 LCD12864 显示模块的控制	213
项目十一 模拟量数据采集系统的设计与实现	228
任务一 ADC0809 实现的简易数字电压表设计	229
任务二 TLC549 实现的简易数字电压表设计	238
项目十二 简易信号发生器	246
任务一 LED 灯的亮度控制	246
任务二 利用 DAC0832 产生锯齿波	254
任务三 利用 DAC0832 产生三角波	260
任务四 简易信号发生器	262
项目十三 I²C 总线的应用	268
任务一 24C01 的读写操作	269
任务二 基于时钟芯片的电子时钟的实现	282
项目十四 数字温度计	297
任务一 单总线时序分析与编程	297

任务二 数字温度计	302
项目十五 电机的控制	313
任务一 直流电机的控制	313
任务二 步进电机的控制	321

电子系统设计篇

项目十六 单片机应用系统的开发流程	335
任务一 单片机应用系统的开发流程	335
任务二 工程设计报告的编制	340
项目十七 电子系统设计	346
任务一 基于无线遥控的智能用电控制器的设计	346
任务二 基于固定电话的远程控制器	350
项目十八 创新设计 DIY	354
任务一 数字时钟与数字温度计	354
任务二 自动升降旗控制系统	355
任务三 无线遥控窗帘控制系统	356
任务四 点阵电子显示屏	358
任务五 可循迹复现的智能电动小车	360
任务六 液位自动控制装置	361
任务七 智力竞赛“助手”	363
任务八 太阳能 LED 交通警示板	363
任务九 汽车安全行车保障系统	365
附录 A	366
附录 B	367
参考文献	371



单片机认识篇

- 项目一 单片机的作用与单片机的结构
- 项目二 “教、学、做”一体化教学实验平台
- 项目三 让单片机动起来



单片机的作用与单片机的结构

本项目要达到的目标包括两大方面：一是让学生了解单片机在现代电子产品中的作用，建立起学习兴趣；二是从物理结构上认识 8051 单片机，有哪些物理资源，各有什么特点，如何构建单片机最小系统。本项目共分成 5 个任务。

知识点：

- 单片机与单片机应用系统。
- 8051 单片机的 CPU。
- 8051 单片机的存储结构。
- 8051 单片机的并行 I/O 口。
- 8051 单片机的复位。
- 8051 单片机的时钟与时序。

技能点：

- 机器周期的计算。
- 单片机最小系统的设计与构建(用 Protel 或 Proteus 软件绘制)。

教学法：通过单片机应用系统实例，诠释单片机在现代电子产品中的作用以及现代电子产品设计与传统电子产品设计的区别，强化单片机软件的概念。认识单片机应将单片机的神秘性生活化，将单片机的结构分门别类为各类资源，将各资源的作用形象化。

任务一 走进单片机世界

任务描述

通过演示让同学们体会单片机在电子系统中的控制作用，了解单片机在自动化、智能化电子产品中的核心地位，理解单片机在现代电子产品设计中的重要性与必要性，建立起单片机与单片机应用系统的概念。

任务分析

演示一：电脑时钟

步骤 1：硬件连线。将单片机 P0 口的 P0.0~P0.7 与数码管的字形控制端接口 a~h 相连，将 P1 口的 P1.0~P1.5 与数码管的字位接口 0~5 相连，将 P2 口的 P2.0~P2.2 分别与 3 个独立按键（功能选择键、增加键与减小键）的输出口相接。

步骤 2：软件下载。用串口传输线将单片机开发板的 RS-232 接口与 PC 机的 RS-232 接口相连，运行 STC 系列单片机的在线下载软件，将编译好的时钟程序下载到单片机的程序存储器中。程序下载结束后，单片机自动转入运行状态。

步骤 3：校时。通过功能键选择时、分、秒调整功能，利用增加键与减小键实现时、分、秒的校时，让电脑时钟显示时间与当前时间相同。

演示二：数字温度计

步骤 1：硬件连线。将单片机 P0 口的 P0.0~P0.7 与数码管的字形控制端接口 a~h 相连，将 P1 口的 P1.0~P1.5 与数码管的字位接口 0~5 相连，将 P3 口的 P3.3 与数字温度计 DS18B20 的数据端 DQ 相接。

步骤 2：软件下载。用串口传输线将单片机开发板的 RS-232 接口与 PC 机的 RS-232 接口相连，运行 STC 系列单片机的在线下载软件，将编译好的测温程序下载到单片机的程序存储器中。程序下载结束后，单片机自动转入运行状态。

步骤 3：改变数字温度计 DS18B20 的环境温度，同时用其他类型的成品温度计检测温度，并与我们制作的数字温度计检测的温度相比较。

相关知识

一、微型计算机的基本组成

如图 1.1 所示为微型计算机的组成框图，有中央处理单元（CPU）、存储器（ROM、RAM）、输入/输出接口（I/O 接口）和连接它们的总线组成。微型计算机配上相应的输入/输出设备（如键盘、显示器）就构成了微型计算机系统。

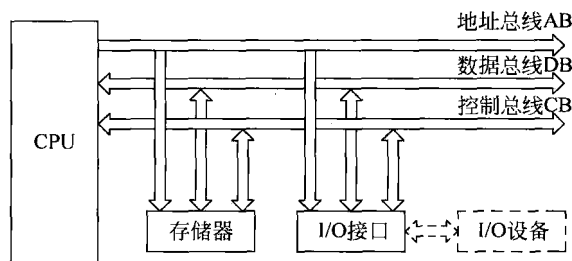


图 1.1 微型计算机组成框图

1) 中央处理单元(CPU)

中央处理单元由运算器和控制器两部分组成，是计算机的控制核心。

(1) 运算器

运算器由算术逻辑单元（ALU）、累加器和寄存器等几部分组成，主要负责数据的算

术运算或逻辑运算。

(2) 控制器

控制器由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序发生器和操作控制器等组成,是发布命令的“决策机构”,即协调和指挥整个计算机系统操作。

2) 存储器(RAM、ROM)

通俗来讲,存储器是微型计算机的仓库,包括程序存储器和数据存储器两部分。程序存储器用于存储程序和一些固定不变的常数和表格数据,一般由只读存储器(ROM)组成;数据存储器用于存储运算中输入、输出的数据或中间变量数据,一般由随机存取存储器(RAM)组成。

3) 输入/输出接口(I/O 接口)

微型计算机的输入/输出设备(简称外设,如键盘、显示器等),有高速的,也有低速的,有机电结构的,也有全电子式的,由于种类繁多且速度各异,因而它们不能直接地同高速工作的 CPU 相连。输入/输出接口(I/O 接口)是 CPU 与输入/输出设备的连接桥梁,I/O 接口的作用相当于一个转换器,保证 CPU 与外设间协调地工作。不同的外设需要不同的 I/O 接口。

4) 总线

CPU 与存储器和 I/O 接口是通过总线相连的,包括地址总线、数据总线与控制总线。

(1) 地址总线

地址总线用作 CPU 寻址,地址总线的多少标志着 CPU 的最大寻址能力。若地址总线的根数为 16,即 CPU 的最大寻址能力为 $2^{16}=64\text{KB}$ 。

(2) 数据总线

数据总线用于 CPU 与外围器件(存储器、I/O 接口)交换数据,数据总线的多少标志着 CPU 一次交换数据的能力,决定 CPU 的运算速度。通常所说,CPU 的位数就是指数据总线的位数。如 8 位机,就是指该计算机的数据总线为 8 位。

(3) 控制总线

控制总线用于确定 CPU 与外围器件交换数据的类型,主要为读和写两种类型。

二、微型计算机的工作过程

一个完整的计算机系统是由硬件和软件两部分组成的,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,计算机便自动进行工作。

计算机执行程序是一条指令一条指令执行的。执行一条指令的过程分为三个阶段:取指令、指令译码与执行指令。每执行完一条指令,自动转向下一条指令的执行。

(1) 取指令

根据程序计数器中的地址,到程序存储器中取出指令代码,并送到指令寄存器中。

(2) 指令译码

指令译码器对指令寄存器中的指令代码进行译码,判断出当前指令代码的工作任务。

(3) 执行指令

判断出当前指令代码任务后,控制器自动发出一系列微指令,指挥计算机协调地动作,完成当前指令指定的工作任务。

任务实施

一、单片机与单片机应用系统

将微型计算机的基本组成部分(CPU、存储器、I/O 接口以及连接它们的总线)集成在一块芯片中而构成的计算机,称为单片机。

由于单片机是完全作嵌入式应用,故又称为嵌入式微控制器。根据单片机数据总线的宽度不同,单片机主要分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。在高端应用(图形图像处理与通信等领域)中,32 位机应用已越来越普及;但在中、低端控制应用中,在将来较长一段时间内,8 位单片机仍是单片机的主流机种,近期推出的增强型单片机产品,其内部集成有高速 I/O 接口、ADC、DAC、PWM、WDT 等接口部件,并在低电压、低功耗、串行扩展总线、程序存储器类型、存储器容量和开发方式(在线系统编程 ISP)等方面都有较大的发展。

单片机自身仅仅是一个只能处理数字信号的装置,必须配置好相应的外围接口器件或执行器件,才能是一个能完成具体任务的工作系统,称为单片机应用系统。

二、单片机的应用与发展趋势

1. 单片机的应用领域

由于单片机具有较高的性能价格比、良好的控制性能和灵活的嵌入特性,单片机在各个领域里都获得了极为广泛的应用。

(1) 智能仪器仪表

单片机用于各种仪器仪表,一方面提高了仪器仪表的使用功能和精度,使仪器仪表智能化,同时还简化了仪器仪表的硬件结构,从而可以方便地完成仪器仪表产品的升级换代,如各种智能电气测量仪表、智能传感器等。

(2) 机电一体化产品

机电一体化产品是集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的各种机电产品。单片机在机电一体化产品的开发中可以发挥巨大的作用。典型产品如机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、医疗设备、打印机、传真机、复印机等。

(3) 实时工业控制

单片机还可以用于各种物理量的采集与控制。电流、电压、温度、液位、流量等物理参数的采集和控制均可以用单片机方便地实现。在这类系统中,采用单片机作为系统控制器,可以根据被控对象的不同特征采用不同的智能算法,实现期望的控制指标,从而提高生产效率和产品质量,如电动机转速控制、温度控制与自动生产线等。

(4) 分布系统的前端模块

在较复杂的工业系统中,经常要采用分布式测控系统完成大量的分布参数的采集。

在这类系统中,采用单片机作为分布式系统的前端采集模块。系统具有运行可靠、数据采集方便灵活、成本低廉等一系列优点。

(5) 家用电器

家用电器是单片机的又一重要应用领域,前景十分广阔,如空调器、电冰箱、洗衣机、电饭煲、高档洗浴设备、高档玩具等。

另外,在交通领域中,汽车、火车、飞机、航天器等均有单片机的广泛应用,如汽车自动驾驶系统、航天测控系统、黑匣子等。

2. 单片机的发展趋势

1970 年微型计算机研制成功之后,随着大规模集成电路的发展又出现了单片机,并且按照不同的发展要求,形成了系统机与单片机两个独立发展的分支。美国 Intel 公司 1971 年生产了 34 位单片机 4004 和 1972 年生产了雏形 8 位单片机 8008,特别是 1976 年 MCS-48 系列单片机问世以来,在短短的三十几年间,经历了四次更新换代,其发展速度为大约每 2~3 年要更新一代,集成度增加一倍,功能翻一番。发展速度之快,应用范围之广,已达到了惊人的地步。它已渗透到生产和生活的诸多领域,可谓“无孔不入”。

综观三十多年的发展过程,单片机正朝着多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容的方向发展。预计,今后的发展趋势会体现在以下几个方面。

(1) 多功能

在单片机中尽可能多地把应用系统中所需要的存储器、各种功能的 I/O 接口都集成在一块芯片内,即外围器件内装化,如把 LED、LCD 显示驱动器集成在单片机中。

(2) 高性能

为了提高速度和执行效率,在单片微机中开始使用 RISC 体系结构、并行流水线操作和 DSP 等的设计技术,使单片机的指令运行速度得到大大提高,其电磁兼容等性能明显地优于同类型的微处理器。

(3) 产品系列化

对单片机的应用情况进行评价,根据应用系统对 I/O 接口要求分层次配置,形成单片机产品系列化,单片机应用者在进行单片机应用系统开发时总能选择到既能满足系统功能要求、又不浪费的单片机,提高开发产品的性能价格比。如 PIC 系列单片机,就具有品种多、可选择性广的特点。

(4) 推行串行扩展总线

推行串行扩展总线可以显著减少引脚数量,简化系统结构。随着外围器件串行接口的发展,单片机的串行接口的普遍化、高速化,使得并行扩展接口技术日渐衰退。从而,许多公司都推出了删去并行总线的非总线单片机,需要外扩器件(存储器、I/O 接口等)时,采用串行扩展总线,甚至用软件模拟串行总线来实现。

三、单片机市场情况

单片机的市场主要以 8 位机和 32 位机(ARM)为主,一般所说的单片机主要指的是 8 位机。32 位机,一般称为 ARM。

1. MCS-51 系列单片机与 51 兼容机

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司研发的,但 Intel 公司后期的重点并不在单片机上,因此市场上很难见到 Intel 公司生产的单片机。市场上的 51 单片机,更多的是以 MCS-51 系列单片机为核心的兼容 51 单片机。主要生产厂家有美国 ATMEL 公司、荷兰飞利浦公司、中国台湾华邦电子股份有限公司和宏晶科技(深圳)。本教材以 MCS-51 系列单片机为学习机型,在此,不再赘述其特性。

2. PIC 系列单片机

Microchip 单片机是市场份额增长最快的单片机。它的主要产品是 16C 系列 8 位单片机,CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快,且以低价位著称,一般单片机的价格都在 1 美元以下。Microchip 单片机没有掩膜产品,全部是 OTP 器件,Microchip 强调整约成本的最优化设计,适于用量大、档次低、价格敏感的产品。

目前,Microchip 为全球超过 65 个国家或地区的 5 万多个客户提供服务。大部分芯片有其兼容的 Flash 程序存储器的芯片,支持低电压擦写,擦写速度快,而且允许多次擦写,程序修改方便。

3. AVR 单片机

AVR 单片机的推出,彻底打破复杂指令集以及高分频系数这种旧设计格局,废除了机器周期,抛弃复杂指令计算机(CISC)追求指令完备的做法;采用精简指令集(CRISC),以字作为指令长度单位,将内容丰富的操作数与操作码安排在一字之中(指令集中占大多数的单周期指令都是如此),取指周期短,又可预取指令,实现流水作业,故可高速执行指令。当然这种速度上的升跃,是以高可靠性为其后盾的。

它具有增强型的高速同/异步串口,具有硬件产生校验码、硬件检测和校验纠错、两级接收缓冲、波特率自动调整定位(接收时)、屏蔽数据帧等功能,提高了通信的可靠性,方便程序编写,更便于组成分布式网络和实现多机通信系统的复杂应用,串口功能大大超过 MCS-51/96 单片机的串口,加之 AVR 单片机高速,中断服务时间短,故可实现高波特率通信。AVR 单片机博采众长,又具独特技术,成为 8 位机中的佼佼者。

思考与提高

1. 微型计算机的基本组成部分是什么?从微型计算机地址总线、数据总线看,能确认微型计算机哪几方面的性能?
2. 何谓单片机?其主要特点是什么?
3. 何谓单片机应用系统?

任务二 初识 MCS-51 系列单片机

任务描述

目前,市场上单片机种类较多。但因 MCS-51 系列单片机发展历史较长,应用面较广,教学资源丰富,从结构上也更具代表性,故本教材仍以 MCS-51 系列单片机作为学习机型。

本任务的目标是要掌握 MCS-51 系列单片机有哪些内部资源及其外部引脚的功能特性。

任务分析

从两个方面去认识单片机：一是从单片机内部分析单片机有哪些存储器、I/O 接口等资源，二是从单片机的外部引脚，分析单片机有哪些功能引脚，各有什么功能特性。

相关知识

一、MCS-51 系列单片机的产品

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司研发的，根据内部配置的不同有如下分类。

1. 根据片内程序存储器配置情况的分类

- (1) 无 ROM 型：片内没有配置任何类型的程序存储器，如 8031/8032 单片机。
- (2) ROM 型：片内配置的存储器的类型是掩膜 ROM，如 8051/8052 单片机。
- (3) EPROM 型：片内配置的存储器的类型是 EPROM，如 8751/8752 单片机。

特别提示：目前，51 兼容单片机的程序存储器类型大多是 Flash ROM，可多次编程，且可在线编程。

2. 根据片内资源配置数量的分类

(1) 基本型(或称 51 型)：片内程序存储器为 4KB，片内数据存储器为 128B，定时器/计数器 2 个，对应的机型有：8031/8051/8751。

(2) 扩展型(或称 52 型)：片内程序存储器为 8KB，片内数据存储器为 256B，定时器/计数器 3 个，对应的机型有：8032/8052/8752。

二、MCS-51 系列单片机的主要特点

MCS-51 系列单片机以其典型的结构和完善的总线专用寄存器的集中管理、众多的逻辑位操作功能及面向控制的丰富的指令系统，堪称为一代“名机”，为以后其他单片机的发展奠定了基础。正因为其优越的性能和完善的结构，导致后来的许多厂商多沿用或参考了其体系结构，有许多世界大的电气商丰富和发展了 MCS-51 单片机，像 PHILIPS、Dallas、ATMEL 等著名的半导体公司都推出了兼容 MCS-51 的单片机产品，我国台湾的 WINBOND 公司也发展了兼容 MCS-51 的单片机品种。

近年来 MCS-51 获得了飞速的发展，MCS-51 的最初生产者——Intel 公司由于忙于开发 PC 及高端微处理器而无精力继续发展自己的单片机，而由其他厂商将其发展，最典型的是 PHILIPS 和 ATML 公司。PHILIPS 公司主要是改善其性能，在原来的基础上发展了高速 I/O 口、A/D 转换器、PWM(脉宽调制)、WDT 等增强功能，并在低电压、低功耗、扩展串行总线(I2C)和控制网络总线(CAN)等方面加以完善。

任务实施

一、8051 单片机的内部结构

1. 8051 单片机的内部结构

如图 1.2 所示为 8051 单片机的内部结构图，可分为 8 个基本组成部分，即 CPU、程