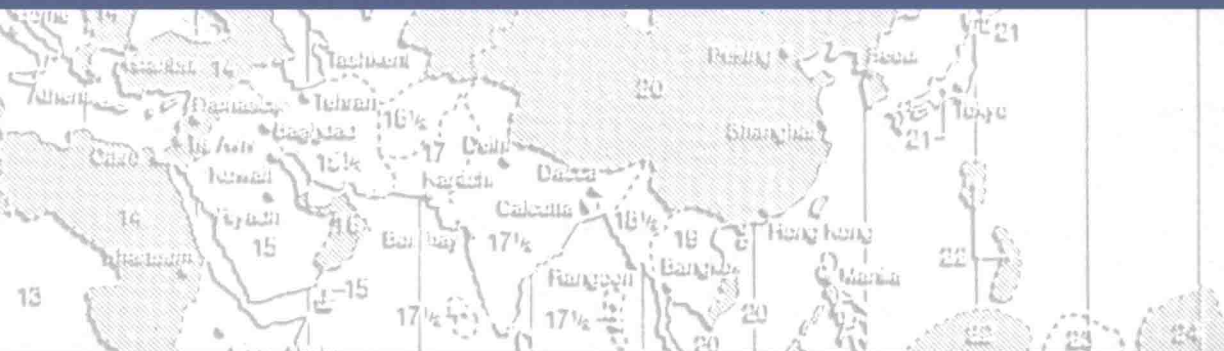




卓越系列·国家示范性高等职业院校核心课程特色教材



单片机技术任务驱动式教程

**TASK-DRIVEN APPROACH COURSE
FOR MCS-51**

主 编 徐进强 左翠红

卓越系列·国家示范性高等职业院校核心课程特色教材

单片机技术 任务驱动式教程

Task-Driven Approach Course for MCS-51

主 编	徐进强	左翠红
副主编	王 浩	姜 荣
参 编	刘翠玲	乔立强
	刘文峰	曹 莉

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书以电子技术领域使用较广泛的 AT89 系列单片机为对象,着重介绍其内部结构、工作原理、接口技术、软硬件开发、工作流程等内容。

本书可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化、过程控制技术、计算机应用技术等专业学生的教材,也可供从事单片机软硬件开发的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术任务驱动式教程 / 徐进强, 左翠红主编.

—天津: 天津大学出版社, 2010. 2

国家示范性高等职业院校核心课程特色教材

ISBN 978 - 7 - 5618 - 3307 - 0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 015837 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网 址 www. tjup. com

印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm×239mm

印 张 18

字 数 420 千

版 次 2010 年 2 月第 1 版

印 次 2010 年 2 月第 1 次

印 数 1-3 000

定 价 34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

单片机具有功能强、使用灵活、可靠性高、成本低、体积小等特点,在工业测控、机器人、日用家电、智能仪表和尖端武器等各领域应用日益广泛。单片机应用技术已经成为当今社会电子工程师必备技能之一。

单片机应用技术是一门软硬件结合非常紧密的技术,课程内容晦涩难懂,新器件、新技术层出不穷,学生难以入门,是高等工科院校中公认的难教难学的课程之一。

为适应单片机课程教学内容的不断变化,利于初学者入门学习,编者根据高职高专教育的培养目标,从高职高专学生的知识结构、学习特点以及认知规律出发,结合多年的教学与实践经验,精心编写了这本《单片机技术任务驱动式教程》。

本教程以电子技术领域使用较广泛的 AT89 系列单片机为对象,着重介绍其内部结构、工作原理、接口技术、软硬件开发、工作流程等内容。本教程的编写力求做到以下几点。

①采用任务驱动式教学方法组织教材内容,从 22 个实用的单片机应用实例入手(一个经典项目,21 个典型任务)讲解理论,做到理论联系实际,拉近程序设计学习与硬件电路设计间的距离,激发学生的学习兴趣。所有应用实例均采用 PROTEUS 仿真软件调试通过,程序附有详细的注释,便于学生自学。

②在内容编排上,力求由浅入深,循序渐进,前后联系紧密。例如,某些任务采用多种解决方案,分布在不同的地方讲授,启发学生思维,鼓励学生自主思考。

③尊重教学规律,以便于学生入门;便于实践应用为主、兼顾理论知识的系统性和完整性,不面面俱到,体现“必需、够用、实用”的原则,如存储器扩展内容点到为止,初学者不必深入研究。

④突出实用性,舍弃或淡化了实际应用中很少用到的知识点,如定时器方式 0 的应用,增加了流行的技术内容,如 I²C 总线串行扩展、16×16 点阵 LED 显示屏等知识点。教程中还增加了单片机软硬件设计与调试点滴经验积累栏目,帮助初学者解决实践锻炼中经常遇到的一些问题和注意事项。

本书由徐进强、左翠红任主编,王浩、姜荣任副主编。其中徐进强、左翠红共同编写了第 1、2、3、4 章,姜荣编写了第 6、8 章,王浩编写了第 7、9 章,刘翠玲编写了第 5 章,乔立强参与编写了第 7 章部分章节,刘文峰参与编写了第 9 章部分章节,曹莉编写了第 10 章,刘秋菊参与书中部分图片与版式的处理。全书由徐进强策划、统稿和定稿。

由于编者水平有限,加之时间仓促,错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2010 年 1 月

目 录

第 1 章 为什么要学习单片机技术	(1)
本章学习目标	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 数字时钟电路项目设计与分析	(1)
1.2.1 中小规模数字集成电路的实现方法	(2)
1.2.2 单片机应用技术的实现方法	(3)
本章小结	(4)
习题与思考题	(4)
第 2 章 初识单片机	(5)
本章学习目标	(5)
2.1 什么是单片机	(5)
2.2 单片机的特点、发展及应用领域	(6)
2.2.1 单片机的特点	(6)
2.2.2 单片机的发展	(7)
2.2.3 单片机的应用领域	(8)
2.3 基于 51 内核的单片机简介	(9)
2.4 怎样学好单片机技术	(11)
本章小结	(13)
习题与思考题	(14)
第 3 章 让我的单片机工作起来	(15)
本章学习目标	(15)
3.1 任务一 —— 点亮最简单的单片机系统	(15)
3.1.1 单片机的引脚及功能	(17)
3.1.2 单片机的时钟电路	(19)
3.1.3 单片机的复位电路	(21)
3.1.4 单片机的工作机理	(22)
3.2 任务二 —— 在单片机应用系统中存储数据(硬件电路设计)	(22)
3.2.1 单片机的存储器组织配置	(27)
3.2.2 单片机的数据存储器	(27)
3.2.3 单片机的程序存储器	(33)
3.2.4 单片机最小应用系统	(33)
3.3 单片机软硬件设计与调试点滴经验积累(一)	(33)

本章小结	(34)
习题与思考题	(34)
第 4 章 如何与单片机交流——初识指令	(36)
本章学习目标	(36)
4.1 任务三 ——在单片机应用系统中存储数据(程序指令书写)	(36)
4.1.1 指令格式与符号说明	(37)
4.1.2 寻址方式	(39)
4.1.3 内部 RAM 数据传送指令	(43)
4.1.4 片外数据存储器与累加器 A 之间的传送指令	(48)
4.1.5 程序存储器向累加器 A 的传送指令	(48)
4.2 任务四 ——单片机控制 LED 发光管模拟数值运算	(50)
4.2.1 加法指令	(52)
4.2.2 减法指令	(53)
4.2.3 乘法指令	(53)
4.2.4 除法指令	(53)
4.2.5 加 1 指令	(53)
4.2.6 减 1 指令	(54)
4.2.7 十进制调整指令	(54)
4.3 任务五 ——单片机控制的流水彩灯	(55)
4.3.1 逻辑运算及移位指令	(57)
4.3.2 位操作指令	(61)
4.3.3 控制转移类指令	(63)
本章小结	(69)
习题与思考题	(69)
第 5 章 让单片机更加听话——编程技术	(71)
本章学习目标	(71)
5.1 任务六 ——单片机控制的单只数码管正计时器	(71)
5.1.1 汇编语言程序设计流程与伪指令	(75)
5.1.2 顺序结构程序设计	(79)
5.1.3 延时子程序设计	(80)
5.1.4 查表程序设计	(85)
5.2 任务七 ——单片机控制的两位数码管倒计时器	(87)
5.2.1 循环结构程序设计	(90)
5.2.2 分支结构程序设计	(93)
5.3 单片机软硬件设计与调试点滴经验积累(二)	(96)
本章小结	(97)

习题与思考题	(97)
第 6 章 单片机与外界沟通的桥梁——并行接口	(100)
本章学习目标	(100)
6.1 任务八 —— 按键控制灯	(100)
6.1.1 并行接口的结构原理	(102)
6.1.2 并行接口的负载能力	(105)
6.2 任务九 —— 单片机控制 4 位数码管显示数字	(105)
6.2.1 静态显示方式	(107)
6.2.2 动态扫描方式	(107)
6.3 任务十 —— 单片机演奏音乐	(108)
6.3.1 蜂鸣器及其驱动电路	(110)
6.3.2 音乐程序的编写方法	(112)
本章小结	(113)
习题与思考题	(113)
第 7 章 单片机的关键技术——中断系统与定时/计数器	(115)
本章学习目标	(115)
7.1 任务十一 —— 基于单片机的交通灯模拟控制系统	(115)
7.1.1 CPU 与外部设备的数据传送方式	(122)
7.1.2 单片机中断源与内部结构	(124)
7.1.3 中断控制	(124)
7.1.4 中断响应	(128)
7.2 任务十二 —— 基于单片机的方波发生器设计	(132)
7.2.1 定时/计数器的控制	(135)
7.2.2 定时/计数器 T0、T1 的工作方式	(138)
7.3 任务十三 —— 基于单片机的频率计设计	(145)
7.3.1 定时/计数器其他应用再举例	(148)
7.3.2 定时/计数器用于扩展外部中断源	(151)
本章小结	(154)
习题与思考题	(155)
第 8 章 有空常联络——串行口与通信	(157)
本章学习目标	(157)
8.1 任务十四 —— 串行口控制多只彩灯	(157)
8.1.1 串行通信的基础知识	(159)
8.1.2 单片机串行接口的结构	(160)
8.1.3 74LS164 功能说明	(163)
8.1.4 串行口工作方式 0	(163)

8.2 任务十五——单片机和单片机间的数据传递	(166)
8.2.1 串行口工作方式 3	(168)
8.2.2 方式 3 下串口通信的应用举例	(170)
8.3 任务十六——单片机与 PC 机间的通信	(171)
8.3.1 RS-232 总线标准	(174)
8.3.2 RS-232 接口电路	(175)
8.4 单片机软硬件设计与调试点滴经验积累(三)	(176)
本章小结	(177)
习题与思考题	(177)
第 9 章 单片机技术的进一步应用——系统扩展与接口技术	(178)
本章学习目标	(178)
9.1 任务十七——基于单片机的电子密码锁设计(键盘处理部分)	(178)
9.1.1 键盘接口类型的选择	(183)
9.1.2 按键的识别方法	(184)
9.2 任务十八——基于单片机的电子密码锁设计(I ² C 存储器部分)	(188)
9.2.1 I ² C 串行总线概述	(189)
9.2.2 I ² C 总线上数据传输	(190)
9.2.3 AT24 串行 E ² PROM 系列应用	(193)
9.2.4 电子密码锁解决方案	(204)
9.3 任务十九——汉字点阵显示屏设计	(213)
9.3.1 汉字点阵显示屏系统设计方案综述	(216)
9.3.2 汉字点阵显示屏软硬件设计	(217)
9.4 任务二十——简易数字电压表设计	(233)
9.4.1 A/D 转换器原理分析	(238)
9.4.2 AT89S51 与 ADC0809 的连接及应用	(241)
9.4.3 A/D 转换器与微机接口应注意的问题	(245)
9.5 任务二十一——基于单片机的步进电机控制系统	(246)
9.5.1 步进电机的基础知识	(249)
9.5.2 单片机与步进电机的接口电路设计及应用	(251)
本章小结	(254)
习题与思考题	(255)
第 10 章 一起来做经典的单片机课程设计项目	
——基于单片机的一键多功能数字时钟	(256)
本章学习目标	(256)
10.1 课程设计的目的和过程要求	(256)
10.2 课程设计实例——基于单片机的一键多功能数字时钟	(257)

10.2.1 硬件电路设计.....	(257)
10.2.2 控制程序设计.....	(257)
10.3 单片机课程设计参考选题.....	(267)
本章小结.....	(268)
附录 A AT89 系列单片机指令表	(269)
附录 B ASCII 码字符表	(274)
附录 C Keil uVision2 仿真软件使用方法	(276)
参考文献.....	(278)

第1章 为什么要学习单片机技术

本章学习目标

- ※掌握采用中小规模数字集成电路完成数字时钟训练项目的目的方法
- ※了解用单片机技术实现数字时钟训练项目的方法
- ※理解单片机应用技术的特点



1.1 引言

“模拟电子技术”和“数字电子技术”是电子类专业两门重要的专业基础课。这两门课主要介绍了二极管、三极管、放大电路、逻辑门电路、触发器、组合与时序逻辑电路的分析与设计以及数模信号转换等内容。学生在学完之后具备了分立元器件和通用集成电路的一些基础知识，初步掌握了电子电路设计与调试的基本技能和方法，为今后的专业学习打下了一定的基础。

随着集成电路技术的进一步发展，具有智能化应用特征的单片机技术在当今工业控制、仪器仪表、通信终端及各种数码产品中得到了广泛应用。单片机技术的应用从根本上改变了传统控制系统的设计思想和方法。以前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能，现在都能通过单片机用软件方法予以实现，有时甚至不需要改变线路连接，只通过改变程序就可以大大增加系统的功能。单片机技术已成为高等学校测控、仪表、计算机和电子通信等专业学生的一门非常重要的专业核心课程。

1.2 数字时钟电路项目设计与分析

下面以数字时钟的设计制作项目为例，对比用以前所学的数电、模电技术与用单片机技术进行设计制作的异同。

数字时钟设计项目要求如下：

- ①能够准确地以数字形式显示时、分、秒；
- ②小时的计时要求为“24 翻 1”，分和秒均为六十进位；
- ③显示时间有误差时可以校时。

1.2.1 中小规模数字集成电路的实现方法

该系统的工作原理示意图如图 1-1 所示。

固定脉冲信号源产生高稳定度的 1 Hz 脉冲信号,以作为数字钟的时间基准。秒计数器计满 60 后向分计数器进位,分计数器计满 60 后向时计数器进位,时计数器按“24 翻 1”的规律计数。计数器的输出经译码器译码后送显示器显示。计时出现误差时可以用校时电路进行校时、校分、校秒。

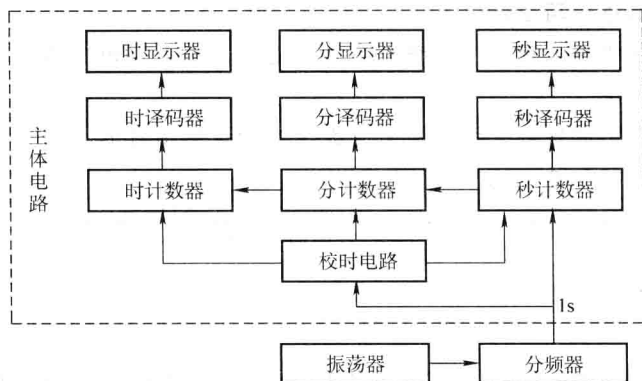


图 1-1 数字时钟电路工作原理示意图

1. 基准脉冲信号

基准 1 Hz 脉冲信号是数字时钟的核心,其稳定度及频率的精度决定了数字时钟的准确度。这里采用石英晶体构成振荡器电路,振荡器的频率稳定度和准确度都很高,经分频后获得 1 Hz 的标准脉冲信号。

2. 时、分、秒计数器的设计

分、秒计数器都是模数 $M=60$ 的计数器,计数规律为 00—01—02—…—58—59—00。可以选择二、五、十进制计数器 74LS90 或其他计数器实现,再将它们级连组成模数 $M=60$ 的计数器。时计数器是一个 24 翻 1 的特殊进制计数器,即当数字钟计到 23 时 59 分 59 秒时,秒的个位计数器再输入一个脉冲时,数字时钟应自动显示为 00 时 00 分 00 秒,实现日常生活中习惯用的计时规律。

3. 译码显示电路设计

计数器输出的数据经过译码驱动芯片 CD4511 传送给共阴极 LED 数码管显示器件。CD4511 是一个用于驱动共阴极 LED 数码管显示器的 BCD 码—七段译码器,具有 BCD 转换、消隐和锁存控制、七段译码及驱动功能,能提供较大的拉电流,可直接驱动 LED 显示器。

4. 校时电路设计

对校时电路的要求是,在小时校正时不影响分和秒的正常计数;在分钟校正时不影响秒和小时的正常计数。校时方式通常有“快校时”和“慢校时”两种。“快校时”是

指通过开关控制,使计数器对 1 Hz 的校时脉冲计数;“慢校时”则是指手动产生单次脉冲作为校时脉冲信号。

图 1-2 为采用中小规模数字集成电路设计的数字时钟电路实物图。可以看出,电路设计比较复杂,使用芯片较多,布线麻烦,容易出错。

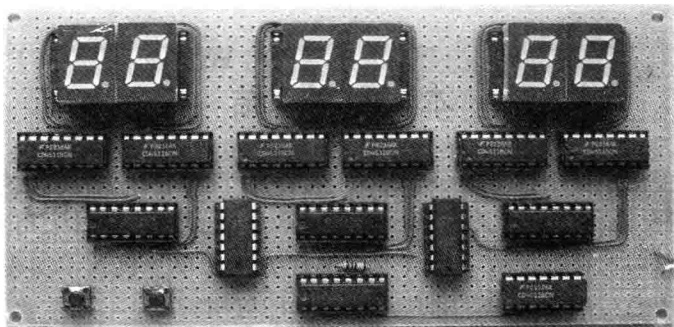


图 1-2 中小规模数字集成电路芯片构成的数字时钟电路

1.2.2 单片机应用技术的实现方法

数字时钟的设计与制作是公认的单片机入门的经典选题。它综合应用了单片机技术中的定时器、中断、LED 显示、按键处理等很多知识。在电路设计时,可以先构成单片机的最小应用系统,利用单片机的并行接口经三极管驱动外接六位数码管,显示方式为动态显示。单片机外接石英晶体。由于单片机内部有一振荡电路,这样就构成了自激振荡器,并在单片机内部产生了精确的时钟脉冲信号。在程序编制时,使用单片机内部的定时器,通过程序设置让其产生 1 秒时钟定时信号。控制程序主要包括主程序、显示子程序、定时器 T0(T1)中断服务程序以及延时子程序等。对于校时功能,可以采取中断处理方式。当有按键按下时,给单片机中断触发信号,通过 CPU 执行中断服务程序完成校时。总之,大部分功能是通过 CPU 执行程序实现的,而不是完全由硬件电路实现,所以说程序编写任务相对较重。

图 1-3 为以 AT89 系列单片机为控制核心设计的数字时钟电路实物图。由图

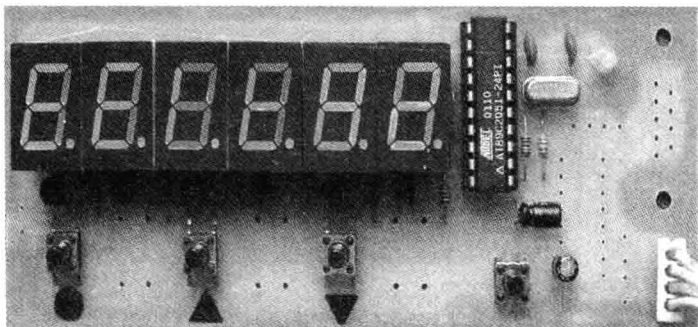


图 1-3 以单片机为控制核心构成的数字时钟

1—3 可以看出,电路设计非常简单,使用芯片较少,布线容易,不易出错。

通过以上对比,读者不难看出单片机技术的优势所在。电子工程师通过选用高性价比的单片机,充分利用单片机内部的丰富资源,尽可能地将硬件电路软件化,尽量减少硬件电路的成本,降低故障点,可大大提高系统的可靠性及应用系统的灵活性。

本章小结

本章首先提出了一个数字时钟训练项目,介绍了采用中小规模数字集成电路的实现方法,然后又简单分析了采用单片机技术的解决方案。通过采用不同方法设计的数字时钟电路对比普通的数字集成电路实现方法与单片机技术实现方法的特点,了解单片机应用系统的设计思路和单片机技术的应用特点。

本书以下各章将详细讲解单片机应用系统设计过程中的各项基础知识与应用技术。以单片机实现的数字时钟的具体电路设计图以及源程序将在最后一章中以课程设计的形式给出。

习题与思考题

1. 在图 1—2 的基础上,如果将数字时钟的显示格式改为 12 小时进制,硬件电路需要做哪些改变? 如果再加上整点报时功能,硬件电路的改动是否很繁琐?
2. 在图 1—3 的基础上,如果将数字时钟的显示格式改为 12 小时进制,硬件电路需要做哪些改变? 如果再加上整点报时功能,硬件电路的改动是否很麻烦?
3. 结合图 1—1 和图 1—2,利用已经学过的知识,采用不同的方案,设计一完整的数字时钟电路,给出详细的电路设计图,并在电路板上焊接、调试,或利用仿真软件进行仿真。

第2章 初识单片机

本章学习目标

- ※了解单片机的概念、特点、发展和应用领域
- ※明确单片机与普通微型计算机的联系与区别
- ※了解常用 51 内核单片机芯片的性能参数
- ※掌握单片机学习过程中经常使用的数制与码制



2.1 什么是单片机

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)的简称。顾名思义,单片机属于计算机的范畴。

人们通常按照计算机的体积、性能和应用范围等标准,将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。微型计算机正朝着两个不同的方向发展。一个方向是高速、大容量、高性能的高档 PC(Personal Computer)机。PC 机是微型计算机中应用极为广泛的一种,也是人们非常熟悉、经常与之打交道的一种计算机。由于其人机界面好、功能强、软件资源丰富,具有高速、大容量、高性能的特点,通常用于办公或家庭的事务处理及科学计算。现在,PC 机已经成为当代社会各领域中最通用的工具。微型计算机的另一个发展方向是稳定可靠、体积小、成本低的单片机。

单片微型计算机是指集成在一个芯片上的微型计算机,也就是把人们所熟悉的组成微型计算机的各种功能部件,包括 CPU(Central Processing Unit)、随机存取存储器 RAM(Random Access Memory)、只读存储器 ROM(Read Only Memory)、基本输入/输出(Input/Output)接口电路、定时器/计数器等部件制作在一块集成芯片上,构成一个完整的微型计算机,

从而实现微型计算机的基本功能。由于其构成都集中在一块芯片上,故称为单片机。下面把普通 PC 机(图 2-1)和单片机(图 2-2)进行比较,看看它们究竟有哪些异同点。



图 2-1 普通 PC 机

从组成上看,二者都具备 CPU(实现运算和控制功能)、RAM(数据存储器)、输入/输出(I/O)口(包括串口、并口等)和 ROM(程序存储器)等。对于 PC 机,上述部件以芯片形式安装在主板(图 2-3)上;而对于单片机,上述部件均被集成到一个芯片上。



图 2-2 单片机

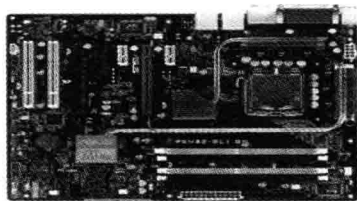


图 2-3 主板

从外观上看,通用 PC 机一般包括键盘、显示器、鼠标、软驱、光驱、音箱、打印机、扫描仪等许多外设;而单片机则仅仅是一片集成电路芯片(常见的有 64、48、40、32、28、20、16、8 只引脚)。

从功能上看,PC 机主要擅长海量数据的高速运算、采集、处理、存储以及传输。在 PC 机上运行各类软件(如 PROTEL、AUTOCAD、WORD、PHOTOSHOP 等)都属于这种功能。普通 PC 机的运行速度已经达到了 3 GHz 以上,拥有海量的硬盘空间,如 160、250 GB 都很常见,内存可达到 1 GB 以上。单片机主要用来控制(或受控于)外设,它的专长是应用于测控领域,实际应用中往往嵌入到某个仪器、设备或系统中,使其达到智能化的效果。单片机运算速度一般只有几兆至几十兆赫兹,如 51 单片机常用的晶振频率有 6、11.059 2、24 MHz 等;单片机内部 ROM 也比较小,一般在几千到几十千字节;单片机内部 RAM 一般为几百到几千字节。

虽然单片机的性能无法与 PC 机相比,但是单片机具有高可靠性、体积小、智能性、实时性、可塑性强(只要写入不同的程序,同一片单片机能够完成不同的工作)等诸多优点,而且价格低廉,如一片 AT89S51 单片机才几块钱。正是因为具备这些优点,单片机成为电子工程师们开发嵌入式应用系统和小型智能化产品的首选。

2.2 单片机的特点、发展及应用领域

2.2.1 单片机的特点

1. 面向控制

单片机主要应用于仪器仪表和测控领域,其结构及功能均按自动控制要求设计,又称微控制器(Microcontroller Unit, MCU)。利用微控制器进行控制的技术称微控制技术。传统控制系统的控制功能是通过电子电器元件和线路连接等硬件手段实现的,一经完成,功能很难被更改。若要改变功能,必须重新连接电路,十分不便。而微

控制技术是由硬件和软件共同实现的。通过修改程序,就可以在原有硬件线路上实现多种功能。例如彩灯的控制,若由传统控制系统实现,则线路完成之后,彩灯的闪烁方式也就确定了;而若采用单片机系统控制,即便不改变线路连接,而只简单地修改程序也可实现多种不同的彩灯闪烁方式。

微控制技术从根本上改变了传统的控制系统思想,它通过对单片机编程的方法代替由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能,是对传统控制的一次革命。

2. 在线应用

在线应用就是以单片机代替常规模拟或数字控制电路,使其成为测控系统的一部分,在被控制对象工作过程中实现实时检测和控制。在线应用为实时测控提供了可能和方便。

3. 嵌入式应用

单片机在应用时通常装入到各种智能化产品之中,所以又称嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller Unit, EMCU)。“嵌入”使得单片机的应用十分灵活。

另外,单片机还具有体积小、成本低、速度快、使用灵活、抗干扰能力强、性能可靠、价格低廉、易于产品化等诸多优点。

2.2.2 单片机的发展

单片机诞生于20世纪70年代。1976年美国Intel公司推出第一个8位单片机系列MCS-48,成为计算机发展史上的重要里程碑。其技术特点是采用了专门的结构设计,片内集成了8位CPU、并行I/O口、8位定时/计数器、RAM和ROM等,无串行接口,中断处理较简单,片内RAM和ROM容量较小,且寻址范围不大于4KB。

1978年,Intel公司在MCS-48基础上推出了完善的、典型的单片机系列MCS-51。它奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。20世纪80年代,随着MCS-51系列的广泛应用,许多电气厂商竞相使用80C51为内核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道模/数(A/D)转换部件、可靠性技术等应用到单片机中,增强了外围电路功能,强化了智能控制的特征。

20世纪90年代以后,微控制器进入全面发展阶段。单片机已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具——小到玩具、家电产品,大到车载、舰船电子系统,其应用遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、工业机器人和航空航天领域。为满足不同的要求,出现了高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的8位、16位、32位通用型单片机以及小型廉价、外围系统集成的专用型单片机和各具特色的现代单片机。可以说,单片机的发展进入了百花齐放的时代,为用户提供了广阔的选择空间。

从单片机的结构功能上看,单片机将向着片内存储器容量增加、高性能、高速度、多功能、低电压、低功耗、低价格以及外围接口电路内装化(嵌入式)等方向发展。具体说来有如下趋势。

1. 制作工艺 CMOS 化

近年,CHMOS 技术的进步大大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了低功耗特性之外,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。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 的高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如,80C51 单片机的功耗只有 120 mW。这对于注重低功耗设计的便携式、手提式或野外作业仪器设备是非常有意义的。

2. 外围接口电路内装化

尽管单片机是将中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机,但由于工艺和其他方面的原因,很多功能部件并未集成在单片机芯片内部。于是,用户通常的做法是根据系统设计的需要在外围扩展功能芯片。随着集成电路技术的快速发展和“以人为本”的思想在单片机设计上的体现,很多单片机生产厂家充分考虑到用户的需求,将一些常用的功能部件,如 A/D 转换器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器等集成到芯片内部,尽量做到单片化。

3. 串行扩展技术的广泛应用

很长一段时间里,通用型单片机通过三总线结构扩展外围器件成为单片机应用的主流结构。随着低价位 OTP(One Time Programable)及各种类型片内程序存储器的发展,加之外围接口电路不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是 I2C、SPI 等串行总线的引入,可以使单片机的引脚更少,单片机系统结构更加简化及规范化。

2.2.3 单片机的应用领域

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域,具体如下。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机广泛应用于仪器仪表中。结合不同类型的传感器,它可实现电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、压力等物理量的测量。采用单片机控制还可使仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比采用电子或数字电路更加强,如精密的测量设备(功率计、示波器及各种分析仪)。

2. 在工业控制中的应用

单片机广泛应用于工业自动化控制系统中,无论是数据采集、过程测控、生产线上的机器人系统,都是用单片机作为控制器。自动化能使工业系统处于最佳工作状态、提高经济效益、改善产品质量和减轻劳动强度。因此,单片机技术广泛应用于机械、电子、电力、石油、化工、纺织、食品等工业领域中。

3. 在家用电器中的应用

单片机的参与进一步提高了家电产品智能化的程度,如“微电脑控制”的洗衣机、