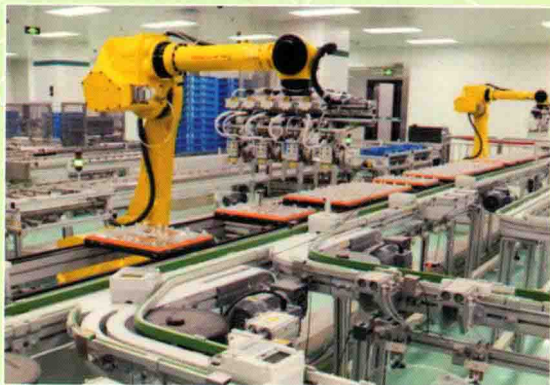




高等职业院校机电类专业“十三五”系列规划教材



51单片机应用技术 项目教程

51DANPIANJI YINGYONG JISHU XIANGMU JIAOCHENG



主 编 周秀珍 宋艳丽 王桂兰
副主编 周海波 肖 青 于来宝



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



高等职业院校机电类专业“十三五”系列规划教材



51单片机应用技术 项目教程

51DANPIANJI YINGYONG JISHU XIANGMU JIAOCHENG

主 编 周秀珍 宋艳丽 王桂兰
副主编 周海波 肖 青 于来宝
主 审 熊 巍

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机应用技术项目教程/周秀珍,宋艳丽,王桂兰主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5650-2766-6

I. ①5… II. ①周…②宋…③王… III. ①单片微型计算机—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 117716 号

51 单片机应用技术项目教程

主 编 周秀珍 宋艳丽 王桂兰

责任编辑 马成勋

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2016 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2016 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	理工图书编辑部:0551-62903200 市场营 销 部:0551-62903198	印 张	19.25
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	480 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽联众印刷有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-2766-6

定价: 38.50 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换

前 言

单片机在工业控制中的机电一体化系统,电气自动化控制系统,嵌入式系统以及智能仪表、家用电器等方面的应用不断深入,企业对高职学生单片机技术及应用能力要求越来越高。根据高职院校学生特点,我们采用“基于项目应用导向”的教学理念,编写了本书。

本书严格按照教育部高职高专规划教材的要求,遵循以应用为目的,突出培养高职高专应用型高级能人才的特色。

本书在编写中有以下3个方面特点:

(1)以实践为主,理论与实践相结合。

从培养学生实践动手能力出发,培养高职高专学生真正学会单片机技术,让其知道如何去实际操作编程,并实践操作,达到掌握单片机的目的。

(2)内容简明扼要

在内容叙述上,简明扼要,使学生对基本理论系统深入理解,同时注重培养学生分析问题、解决问题的能力。

(3)案例丰富,结合实际

学习技术实际操作才是主要目的,本书所有的案例都是在实际中有广泛地应用。通过学习案例能让学生很快地投入到实际项目开发中去。

本书共分为两篇,基础篇和应用篇。基础篇以专题的形式,是单片

机学习入门,主要让学生认识单片机,熟悉单片机开发环境。应用篇以应用实践为主,以项目的形式引导学生学习单片机的相关知识以及应用开发。

本书由周秀珍、宋艳丽、王桂兰老师担任主编,周海波、肖青、于来宝老师担任副主编。其中长江工程职业技术学院周秀珍老师编写了基础篇、项目二、项目三、项目五、项目九、项目十二,黄冈职业技术学院宋艳丽老师编写了项目十三,长江工程职业技术学院王桂兰老师编写了项目一、项目四、项目七,长江工程职业技术学院周海波老师编写了项目十一,长江工程职业技术学院肖青老师编写了项目六、项目十,武汉城市职业学院于来宝编写了项目八,全书由周秀珍老师统稿。

由于编者水平有限,书中如有不足之处敬请批评指正。如果在使用的过程中有其他意见或建议,可联系邮箱 43332047@qq.com。

编者

2016年8月

目 录

基 础 篇

专题一	单片机概述	(003)
专题二	单片机的基本结构	(010)
专题三	单片机 C51 语言基础	(026)
专题四	单片机开发环境的使用	(040)

应 用 篇

项目一	走马流水灯的实现	(051)
项目二	简易抢答器设计	(076)
项目三	动态读秒	(089)
项目四	花样点阵设计	(106)
项目五	交通灯控制	(135)
项目六	LCD 设计	(150)
项目七	步进电机控制和呼吸灯的控制	(162)
项目八	串口通信	(191)
项目九	音乐蜂鸣器	(208)
项目十	温度控制	(222)

项目十一 模拟电压采样器	(241)
项目十二 简易万年历	(257)
项目十三 湿度检测系统设计	(273)
附录 1 ASCII 字符表	(297)
附录 2 C 语言运算符及优先级	(298)
参考文献	(300)

基 础 篇

专题一 单片机概述

一、学习目标

知识目标

- (1)掌握单片机的基本定义。
- (2)熟悉单片机的特点。
- (3)熟悉单片机的应用领域。

能力目标

- (1)能够根据单片机的名字说出相应的特征。
- (2)能够说出单片机的封装类型和发展趋势。

二、专题导入

微型计算机俗称电脑,是大家都熟知的。还有一类计算机大多数人不太熟悉,就是单片机(也称微控制器)。这种计算机是一片集成电路,可进行简单运算和控制。它体积小,通常都藏在被控机械的“肚子”里。它在整个装置中起着犹如人类大脑的作用,如果它出了毛病,整个装置就瘫痪了。目前,单片机的应用已十分广泛,如智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统等以及我们最熟悉的家用电器,如智能型洗衣机等都有应用。

三、相关知识

1. 单片机简介

微型计算机由于其具备类似人脑的某些功能,所以也称其为“微电脑”。微型计算机是由大规模集成电路组成的、体积较小的电子计算机。它是以微处理器为基础,配以内存存储器及输入输出(I/O)接口电路和相应的辅助电路而构成的裸机。由微型计算机配以相应的外围设备(如打印机)及其他专用电路、电源、面板、机架以及足够的软件构成的系统叫作微型计算机系统(Microcomputer System)(即电脑)。

一个完整的微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。

硬件系统由运算器、控制器、存储器(含内存、外存和缓存)、各种输入输出设备组成。

软件系统可分为系统软件和应用软件。系统软件是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件。它主要包括操作系统、各种语言处理程序、数据库管理系统以及各种工具软件等。其中操作系统是系统软件的核心,用户只有通过操作系统才能完成对计算机的各种操作。应用软件是为某种应用目的而编制的计算机程序,如文字处理软件、图形图

像处理软件、网络通信软件、财务管理软件、CAD 软件、各种程序包等。

单片机即单片微型计算机,它将微机的五个基本部件运算器、控制器、存储器、输入输出接口集成到一块芯片上。它是典型的嵌入式微控制器(Microcontroller Unit),简称微控制器(MCU)。由于它是在一块硅片上集成了微处理器、存储器及各种输入/输出接口的芯片,因此具有计算机的属性。通俗地说,单片机就是一个具有无限潜能(一些特殊的功能)的智能机器人,而其潜能(能力)必须通过编程来实现。因其加载的外围电路(通过单片机的各个引脚与之相连,例如外接红外传感器)不同,编写的程序不同,单片机具有不同的能力。典型的单片机内部结构如图 1-1 所示。

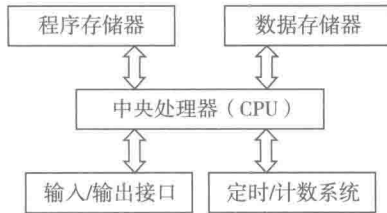


图 1-1 单片机内部结构图

由图 1-1 所知,单片机的内部主要有以下 5 个基本部件构成。

(1)程序存储器。

单片机的程序存储器用于存放应用程序代码,例如编好的程序和表格常数。

(2)数据存储器。

单片机的芯片内部有 RAM 和 ROM 两类存储器,即所谓的内部 RAM 和内部 ROM。

(3)中央处理器。

中央处理器是单片机的核心,完成运算和控制功能。

(4)输入输出接口。

输入/输出接口是中央处理器与外部设备之间交换信息的连接电路,它们通过总线与 CPU 相连,简称 I/O 接口。

(5)定时/计数系统。

用于产生单片机工作所需要的时钟信号,或者对外部脉冲信号进行统计。

2. 单片机的应用领域

相对个人计算机而言,单片机具有体积小、功能强大、简单易学、性能可靠、价格低廉等优点,因此自从 1971 年 Intel 公司研制出世界上第一个 4 位的单片机以来,单片机便在智能仪器仪表、工业控制、家用电器、计算机网络和通信、医用设备,以及各种大型电器、汽车设备等领域获得了大量的应用。

单片机在各个领域、各个方面得到了广泛的应用,主要有如下应用:

智能化仪器仪表:如逻辑分析仪、色谱仪、医疗器械等。单片机用于仪器仪表中,使之具有数据存储、数据处理、自动测试、自动校准及自动诊断故障的能力,扩大了仪器仪表功能,提高了测量精度和测量的可靠性。

实时工业控制:如过程控制、数控机床、工业机器人等。利用单片机进行生产过程的实时控制,既可以提高自动化水平,提高控制的准确度,提高产品质量,又可以降低成本,减轻

劳动强度。

计算机智能终端:如计算机键盘、打印机等。单片机用于计算机智能终端,使之能够脱离主机而独立工作,尽量少占用主机时间,从而让主机有更多的时间进行其他工作,提高主机的计算速度和处理能力。

通信设备:如程控交换机。计算机技术和通信技术相结合的产物——计算机通信网,不仅成为现代化通信的重要手段,且其本身也表明了近代通信与计算机技术密不可分的关系。

导航系统:如飞机自动巡航系统、导弹制导控制等。单片机用于飞机、导弹的制导,能够对目标数据进行计算、分析,并向地面指挥系统传送数据及接收指令,使其能更准地跟踪目标。

家用电器:如全自动洗衣机、自动控温冰箱、智能电饭煲。单片机用于家用电器,使其应用更简洁、方便,产品更能满足用户的高层次需求。

3. 单片机常用芯片介绍

自从第一片单片机诞生以来,经过几十年的发展,单片机厂商和芯片型号有很多种,如图 1-2 所示。



图 1-2 不同型号的单片机

目前市场上较有影响力的单片机主要有 TI 公司的 51 系列单片机、ATMEL51 系列单片机;PHILIPS 公司的 51 系列;Microchip 公司的 16C \times /6 \times /7X/8 \times 系列等。常用的单片机芯片及厂商见表 1-1。

表 1-1 常用单片机芯片及厂商

厂商名称	单片机芯片型号
TI	MSP430F135, MSP430F1121, TMS320F28335, TS320LF2460
ATMEL	AT89C51, AT89S51, AT89C52, AT89S52, AT89S8252, AT89C53, AT89S53, AT90S1200, AT90S2313, AT90S4414, AT90S4434, AT90S8515, AT90S8535
PIC	PIC10F200, PIC12C508, PIC14000, PIC16C54, PIC18, PIC24F, PIC24H
EMC	EM78P153, EM78P156E, EM78P458, EM78156E, EM78576, EM78448
STC	STC89C51RC, STC89C52RC, STC89C53RC, STC89LE51RC, STC89LE52RC
PHILIPS 51	P80C54, P89C51UBAA, P89C51UFPN, P89C51RA+, P87C51, P87C52, P87C51FC, P87C54, P87C51RD+, P89C58UBAA

(1) TI 公司单片机: TI(德州仪器)公司提供了 TMS320 和 MSP430 两大系列通用单片

机。TMS320 系列单片机是 8 位 CMOS 单片机,具有多种存储模式、多种外围接口模式,适用于复杂的实时控制场合;MSP430 系列单片机是一种超低功耗、功能集成度较高的 16 位单片机,特别适用于要求功耗低的场合。

(2)ATMEL 单片机:ATMEL 公司的 8 位单片机有 AT89、AT90 两个系列。AT89 系列是 8 位 Flash 单片机,与 8051 系列单片机相兼容,静态时钟模式;AT90 系列单片机是增强 RISC 结构,全静态工作方式,内载在线可编程 Flash 的单片机,也叫 AVR 单片机。

(3)PIC 单片机:是 Microchip 公司的产品,其突出的特点是体积小,功耗低,精简指令集,抗干扰性好,可靠性高,有较强的模拟接口,代码保密性好。大部分芯片具有兼容的 Flash 程序存储器。

(4)EMC 单片机:是台湾义隆公司的产品,有很大一部分与 PIC 8 位单片机兼容,且相兼容产品的资源相对比 PIC 的多,价格便宜,有很多系列可选,但抗干扰能力较差。

(5)STC 单片机:STC 公司的单片机主要是基于 8051 内核,是新一代增强型单片机,指令代码完全兼容传统 8051,速度快 8~12 倍,带 ADC,4 路 PWM,双单口,有全球唯一 ID 号,加密性好,抗干扰性强。

(6)PHILIPS 51 系列单片机(51 单片机):PHILIPS 公司的单片机是基于 80C51 内核的单片机,嵌入了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,使 51PLC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中可以满足多方面的性能要求。

4. 单片机芯片的标号规则

每一片单片机芯片的上面都有一些字母和数字的标号。每一片芯片上面的标号都代表着一定的信息。下面以 STC 单片机(STC89C51RC40C—PDIP0627CT1209.00D,如图 1-3 所示)为例进行说明,其他厂商的产品大同小异。



图 1-3 STC89C51RC 芯片

图 1-3 所代表的信息如下所述:

- (1)STC:前缀,表示该芯片为 STC 公司生产的产品。
- (2)8:表示芯片内核为 8051。
- (3)9:表示内部含 Flash E²PROM 存储器。
- (4)C:表示该器件为 CMOS 产品。如果为 LV 和 LE,都表示该芯片为低压产品(通常为 3.3V)。
- (5)5:固定不变。
- (6)1:表示该芯片内部程序存储器空间大小,1 为 4KB,2 为 8KB,3 为 12KB,即该数乘以 4KB。

(7)RC:STC 单片机内部 RAM(随机读写存储器)为 512B。

(8)40:表示外部晶振最高为 40MHz。

(9)C:产品级别,表示芯片使用温度范围。C 为商业级,0℃~70℃。如果是 I,表示工业用产品,温度范围为-40℃~85℃;A 表示汽车用产品,温度范围为-40℃~125℃;M 表示军用产品,温度范围为-55℃~150℃。

(10)PDIP:封装型号。PDIP 表示双列直插式。目前绝大多数中小规模集成电路(IC)均采用 PDIP 封装形式。

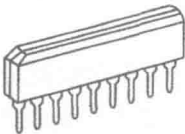
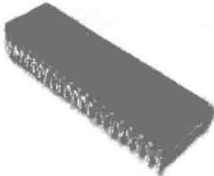
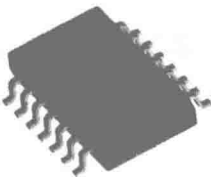
(11)0627:表示芯片生产日期为 2006 年第 27 周。

5. 单片机的封装

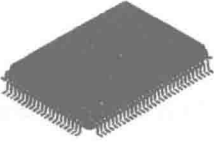
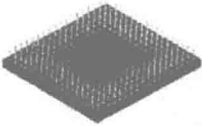
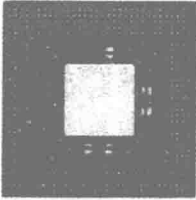
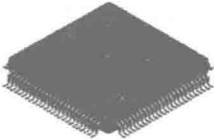
所谓芯片的封装,就是把硅片上的电路引脚用导线接引到外部接头处,以便与其他器件连接。封装形式是指安装半导体集成电路芯片用的外壳,除了起着安装、固定、密封、保护芯片及增强电热性能等方面的作用之外,通过芯片上的接点用导线连接到封装外壳的引脚,这些引脚又通过印制电路板上的导线与其他器件相连接,从而实现内部芯片与外部电路的连接。封装技术的好坏直接影响到芯片自身性能的发挥和与之连接的 PCB(印制电路板)的设计和制造。

常见的芯片封装有双列直插式封装(Dual In-line Package, DIP)、塑料方形扁平式封装(Plastic Quad Flat Package, PQFP)和塑料扁平组件式封装(Plastic Flat Package, PFP)、插针网格阵列封装(Pin Grid Array Package, PGAP)、球栅阵列封装(Ball Grid Array Package, BGAP)、CSP 芯片尺寸封装和 MCM 多芯片模块等类型。常见集成电路(IC)芯片的封装如表 1-2 所示。

表 1-2 常见集成电路(IC)芯片的封装

封装名称	示例	描述
单列直插式封装(Single In-line Package, SIP)		引脚中心距通常为 2.54mm,引脚数为 2~23,多数为定制产品。造价低,且安装便宜,广泛用于民品
双列直插式封装(Dual In-line Package, DIP)		绝大多数中小规模 IC 均采用这种封装形式,其引脚数一般不超过 100 个。适合在 PCB 板上插孔焊接,操作方便。塑封 DIP 应用最广泛
双列表面安装式封装(Small Out-line Package, SOP)		引脚有“J”形和“L”形两种形式,中心距一般分 1.27mm 和 0.8mm 两种,引脚数 8~32。体积小,是最普遍的表面贴片封装

(续表)

封装名称	示例	描述
塑料方形扁平式封装 (Plastic Quad Flat Package, PQFP)		芯片引脚之间距离很小,管脚很细,一般大规模或超大型集成电路都采用这种封装形式,其引脚数一般在 100 个以上。适用于高频线路,一般采用 SMT 技术在 PCB 板上安装
插针网格阵列封装 (Pin Grid Array Package, PGAP)		插装型封装之一,其底面的垂直引脚呈阵列状排列,一般要通过插座与 PCB 板连接。引脚中心距通常为 2.54mm,引脚数 64~447。插拔操作方便,可靠性高,可适应更高的频率
球栅阵列封装 (Ball Grid Array Package, BGAP)		表面贴装型封装之一,其底面按阵列方式制作出球形凸点用以代替引脚。适应频率超过 100MHz, I/O 引脚数大于 208。电热性能好,信号传输延迟小,可靠性高
薄型 QFP (Low-profile Quad Flat Package, LQFP)		封装本体厚度为 1.4mm

6. 单片机的发展趋势

单片机的发展朝着多品种、多规格、高性能及多层次用户方向发展。表现在:

(1) 高档单片机性能不断提高

首先表现在 CPU 能力不断加强,主要体现在数据处理速度和精度方面。采用的措施有:增加 CPU 的字长、扩充硬件、提高主频、提高总线速度以及扩充指令系统和提高效率。

其次表现在内部资源增加,如存储器和 I/O 端口。程序存储器 ROM 容量高达几十 KB,内部数据存储器 RAM 也可达几 KB; I/O 端口方面增加了 A/D、D/A、PWM、LED、LCD 等接口电路。

另外,提高了寻址范围,目前最高可寻址几十 MB。

(2) 超小型、低功耗、廉价

出现了微型单片机,运算速度为 1.2 亿次/s、CPU 字长 32 位、并可运行 64 位浮点运算。

指令系统从复杂指令系统向精简指令系统过渡。

单片机开发系统向多用户、C 编译、在线实时开发方向发展。

四、巩固与提高

1. 什么叫作单片机?
2. 单片机的特点是什么?
3. 单片机的应用领域有哪些?
4. 单片机的发展趋势有哪些?

专题二 单片机的基本结构

一、学习目标

知识目标

- (1)掌握单片机中典型结构。
- (2)熟悉单片机的芯片引脚功能,输入、输出端口。
- (3)熟悉单片机的存储器配置及单片机工作时序等内容。

能力目标

- (1)能够理解单片机的基本结构及各部件功能。

二、专题导入

单片机功能强大,应用广泛,那么它的基本结构是怎么样的呢?单通过本专题的学习,使用户熟悉单片机的基本结构及各部件功能和特点,为后续程序设计和单片机系统应用奠定良好的基础。

三、相关知识

1. 8051 单片机的基本组成

51 系列的单片机又分为 51 子系列和 52 子系列。51 子系列单片机的典型产品有 8031、8051、80C31、80C51、8751、AT89S51 等;52 子系列单片机的典型产品有 8032、8052、80C32、80C52、8752、AT89S52 等。同一子系列不同型号单片机的主要差别反映在片内存储器的配置上有所不同。本章以 MCS. 51 的典型产品 8051 及其兼容芯片 AT89S51 为例,主要介绍单片机的结构组成、引脚排列、存储器地址分布及其系统主要模块的功能和工作原理。

8051 单片机内部由 CPU(8 位)、ROM(4KB)、RAM(128B)、4 个 8 位的 I/O 并行端口(P0、P1、P2、P3)、一个异步全双工串行 E1、两个 16 位定时/计数器(定时器、T1)及中断系统(5 个中断源)、时钟电路等组成。其内部的基本结构框图如图 2-1 所示。

单片机内部各功能部件通常都挂在内部总线上,各部件之间通过内部总线传送地址信息、数据信息和控制信息。如图 2-2 所示为 8051 单片机系统的结构原理框图。

对 8051 单片机主要功能部件的作用简述如下。

(1)CPU

CPU 是单片机内部的核心部件,负责指令的执行。CPU 主要分为控制器和运算器两大功能部件。