

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果

单片机技术基础与应用

DANPIANJI JISHU JICHU YU YINGYONG



主 编 胡伶俐 何建铨

副主编 欧汉福 张 芳



重庆大学出版社

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

内容提要

单片机技术基础与应用是电子电路相关专业培养学生设计电子产品的关键课程。本课程以项目为导向,内容包括单片机及其开发工具的认识、灯光控制、按键控制、继电器的控制、数码管显示控制、点阵显示控制。本书采用任务驱动的方式编写,以 AT89C51 单片机为背景,结合 Keil C51 单片机软件开发系统,从实际的角度出发,以任务驱动为主线,系统地介绍了单片机的基础知识和基本应用。

本书内容丰富且通俗易懂,具有很强的实用性,可作为中等职业学校电工电子、机电、电气自动化、通信等专业的课程教材,也可以作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术基础与应用 / 胡伶俐,何建铨主编. —
重庆:重庆大学出版社,2015. 3.

中等职业教育电子与信息技术专业系列教材
ISBN 978-7-5624-8874-3

I. ①单… II. ①胡…②何… III. ①单片微型计算
机—中等专业学校—教材 IV. ①TB68. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 038214 号

单片机技术基础与应用

主 编 胡伶俐 何建铨

副主编 欧汉福 张 芳

策划编辑:陈一柳

责任编辑:文鹏 曾春燕 版式设计:陈一柳

责任校对:谢芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:7.75 字数:174 千

2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5624-8874-3 定价:14.80 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

重庆市工贸高级技工学校
电子技术应用专业教材编写
委员会名单

主任:叶 干
副主任 张小林 刘 洁
委员 何建铨 刘 洋 刘宗赫
胡伶俐 欧汉福 曾 璐
梁伟生
审稿 欧 毅 陈 良 刘 洁

合作企业:

重庆艾申特电子科技有限公司
上海因仑信息技术有限公司
旭硕科技有限公司
纬创资通有限公司
达丰电脑有限公司

序 言



重庆市工贸高级技工学校实施国家中职示范校建设计划项目取得丰硕成果。在教材编写方面,更是量大质优。数控技术应用专业6门,汽车制造与检修专业4门,服装设计与工艺专业3门,电子技术应用专业3门,中职数学基础和职业核心能力培养教学设计等公共基础课2门,共计18门教材。

该校教材编写工作,旨在支撑体现工学结合、产教融合要求的人才培养模式改革,培养适应行业企业需要、能够可持续发展的技能型人才。编写的基本路径是,首先进行广泛的行业需求调研,开展典型工作任务与职业能力分析,建构课程体系,制定课程标准;其次,依据课程标准组织教材内容和进行教学活动设计,广泛听取行业企业、课程专家和学生意见;再次,基于新的教材进行课程教学资源建设。这样的教材编写,体现了职业教育人才培养的基本要求和教材建设的基本原则。教材的应用,对于提高人才培养的针对性和有效性必将发挥重要作用。

关于这些教材,我的基本判断是:

首先,课程设置符合实际,这里所说的实际,一是工作任务实际,二是职业能力实际,三是学生实际。因为他们是根据工作任务与职业能力分析的结果建构的课程体系。这是非常重要的,惟有如此,才能培养合格的职业人。

其二,教材编写体现六性。一是思想性,体现了立德树人的要求,能够给予学生正能量。二是科学性,课程目标、内容和活动设计符合职业教育人才培养的基本规律,体现了能力本位和学生中心。三是时代性,教材的目标和内容跟进了行业企业发展的步伐,新理念、新知识、新技术、新规范等都有所体现。四是工具性,教材具有思想品德教育功能、人类经验传承功能、学生心理结构构建功能、学习兴趣动机发展功能等。五是可读性,多数教材的内容具有直观性、具体性、概况性、识记性和迁移性等。六是艺术性,这在教材的版式设计、装帧设计、印刷质量、装帧质量等方面都得到体现。

其三,教师能力得到提升。在示范校建设期间,尤其在教材编写中,诸多教师为此付出了宝贵的智慧、大量的心血,他们的人生价值、教师使命得以彰显。不仅学校不会忘记他们,一批又一批使用教材的学生更会感激他们。我为他们感到骄傲,并向他们致以敬意。

重庆市教科院职成教研究所 谭绍华

2015年3月5日

前 言

单片机是微型计算机应用技术的一个分支,在智能仪表、家用电器、医用设备、航空航天、汽车电子等各个领域都有着广泛的应用,已经成为了当今电子信息领域应用最广泛的技术之一。可以说,在我们周围的电子电器产品中,单片机无处不在。

当前我国正在进行职业教育教学改革,打破了传统的学科体系课程结构,建立基于工作过程的课程体系,采用行动导向,教学合一为指导的教学方法。职业教育注重学生专业技能实践性和专业技能转变为职业能力的可持续性。本书本着精讲、实用、易懂的教学原则,以任务驱动作为教材编写的主线,按任务实施组织教学,做到学以致用,有利于发挥学生的学习主动性并提高学生的学习效率。

本书一共有6个项目,分别是单片机及其开发工具的认识、灯光控制、按键控制、继电器控制、数码管显示控制、点阵显示控制。其中每个任务包括任务分析、任务目的、任务准备工作、任务相关知识、任务实施、任务拓展、任务评价、思考与练习。本书结构清晰明了,项目详尽具体,学生只需要一步一步实施即可完成。知识拓展能够延伸学生的视野;任务评价能够使学生对自已的项目过程进行总结,加深学习的印象;思考与练习为学生的应用留有发挥空间。

在项目的选择上面,充分考虑了各学校的教学设备状况,具有实验材料易得,制作简易,由浅入深,实用性强等特点。在实验过程中,既可以使用万能实验板制作,也可以在已有的实验板、试验箱或试验台上完成。

本书由重庆市工贸高级技工学校胡伶俐、何建铵主编,欧汉福、张芳任副主编,刘洋、曾璐、刘宗赫等老师参与了编写。黔江区职教中心、渝北职教中心、巫溪职教中心、梁平职教中心等同类学校老师也积极参与了本书的编写。

由于单片机是一门飞速发展并不断更新的技术,加之时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,希望读者在使用本书的过程中提出宝贵的意见。

编 者
2014年12月

目 录

项目一 单片机及其开发工具的认识.....	(1)
任务一 认识单片机.....	(2)
任务二 安装并使用 Keil uV ision软件.....	(11)
项目二 灯光控制	(27)
任务一 控制 1 个 LED 灯亮灭	(28)
任务二 控制 8 个 LED 灯亮灭	(37)
任务三 制作花样流水灯	(44)
项目三 按键控制	(52)
任务一 控制一个按键	(53)
任务二 控制多个按键	(57)
任务三 扫描 4 × 4 矩阵键盘.....	(61)
项目四 继电器的控制	(66)
任务一 控制一个继电器	(67)
任务二 控制两个继电器	(72)
项目五 数码管显示控制	(79)
任务一 控制一个数码管	(80)
任务二 控制单个数码管循环显示 0—9	(85)
任务三 控制 4 个数码管的显示	(88)
任务四 控制 8 个数码管的显示	(91)

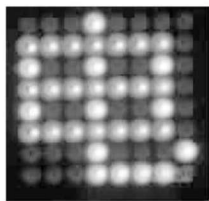


项目六 点阵显示控制	(95)
任务一 点亮点阵各个点	(96)
任务二 控制点阵显示一个汉字.....	(102)
任务三 控制点阵显示动态的汉字.....	(109)
参考文献.....	(113)

项目一

单片机及其开发工具 的认识

目前,单片机已渗透到人们生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。手机、电话机、洗衣机、冰箱、空调、电视、玩具、电子表、电子秤、MP3、MP4、数码相机、录音笔、汽车防盗器等常用设备,给我们带来了许多方便和生活情趣,可你了解在这些设备中,发挥主要作用的单片机(如图 1.1 所示)吗?



(a) 广告灯



(b) 数字日历



(c) 识读检测仪器

图 1.1 单片机效果图

注:本书默认情况下,单片机为 51 系列单片机。



● 知识目标

- (1) 能了解单片机的基础知识。
- (2) 能掌握 51 系列单片机常用引脚及功能。
- (3) 能了解常用型号单片机的特点。
- (4) 熟悉单片机的开发环境。



●技能目标

- (1)能识别不同类型的单片机芯片。
- (2)能查阅单片机型号和引脚功能。
- (3)能安装及熟练操作 Keil软件,进行程序的编写和调试。



●情感目标

- (1)能养成谦虚、好学的态度,能利用各种信息媒体,获取新知识、新技术。
- (2)能激发学生分析问题、解决问题的能力。
- (3)能提高学生对专业的学习兴趣。
- (4)能提高学生沟通、交流的能力。

任务一 认识单片机

【任务分析】

单片机因将计算机的主要组成部分集成在一块芯片上而得名,如图 1.2 所示,为单片机芯片的外形结构,别看它体积很小,有了它,可以使我们的生活更加丰富多彩。在开始学习单片机之前,首先来认识一下单片机,了解单片机的型号;基本引脚及功能、特点;了解单片机的应用领域。下面以 51 系列单片机为例。

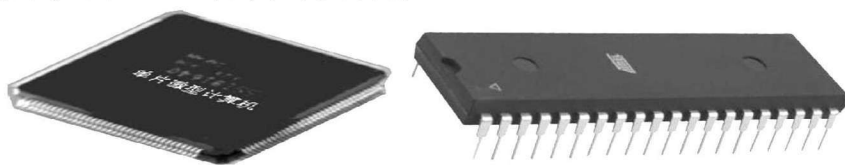


图 1.2 单片机芯片外形图

【任务目的】

- (1)了解单片机的历史及发展。
- (2)了解单片机的应用领域。

- (3)能识别不同类型的单片机芯片。
- (4)能查阅单片机型号和引脚功能。

【任务准备工作】

- (1)器材准备:芯片 AT89 S1 系列单片机两块。
- (2)工具准备:白色 A4 纸一张、作图工具一套、笔一支。

【任务相关知识】

1. 电子计算机的发展概述

(1)1946年2月15日,第一台电子数字计算机问世,如图1.3所示,这标志着计算机时代的到来。

①ENIAC是电子管计算机,时钟频率仅有100 kHz,但能在1 s的时间内完成5 000次加法运算。

②与现代的计算机相比,ENIAC有许多不足,但它的问世开创了计算机科学技术的新纪元,对人类的生产和生活方式产生了巨大的影响。

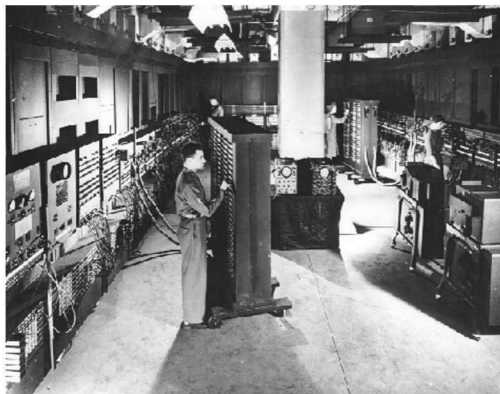


图 1.3 第一台电子数字计算机

(2)匈牙利籍数学家冯·诺依曼在方案的设计上作出了重要的贡献。1946年6月,他又提出了“程序存储”和“二进制运算”的思想,进一步构建了计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成,这一计算机的经典结构,如图1.4所示。

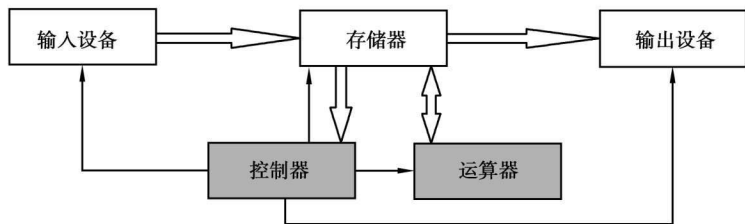


图 1.4 冯·诺依曼结构

(3)电子计算机技术的发展,相继经历了5个时代:

- ①电子管时代;
- ②晶体管时代;
- ③集成电路时代;
- ④大规模集成电路时代;



⑤超大规模集成电路时代。

计算机的结构仍然没有突破冯·诺依曼提出的计算机的经典结构框架。

2. 微型计算机的应用形态

从应用形态上,微机可以分为3种:

(1)多板机(系统机)。

将 CPU、存储器、I/O接口电路和总线接口等,组装在一块主机板(即微机主板)上。各种适配板卡插在主机板的扩展槽上,并与电源、软/硬盘驱动器及光驱等装在同一机箱内,再配上系统软件,就构成了一台完整的微型计算机系统(简称系统机)。工业 PC机也属于多板机。

(2)单板机。

将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O接口芯片和简单的 I/O设备(小键盘、LED显示器)等装在一块印刷电路板上,再配上监控程序(固化在 ROM中),就构成了一台单板微型计算机(简称单板机),如图 1.5 所示。

单板机

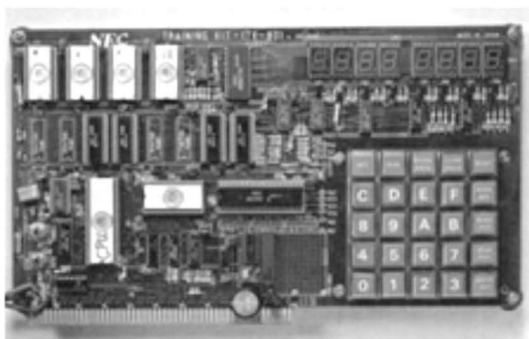


图 1.5 单板机

单板机的 I/O设备简单,软件资源少,使用不方便。早期主要用于微型计算机原理的教学及简单的测控系统,现在已很少使用。

(3)单片机。

在一片集成电路芯片上,集成微处理器、存储器、I/O接口电路,从而构成了单芯片微型计算机,即单片机。

3种应用形态的比较,如图 1.6 所示。

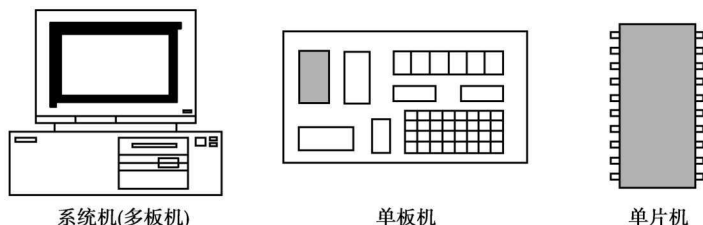


图 1.6 3种形态的比较图

系统机(桌面应用)属于通用计算机,主要应用于数据处理、办公自动化及辅助设计。



单片机(嵌入式应用)属于专用计算机,主要应用于智能仪表、智能传感器、智能家电、智能办公设备、汽车及军事电子设备等应用系统。

单片机体积小、价格低、可靠性高,其非凡的嵌入式应用形态对于满足嵌入式应用需求具有独特的优势。

【任务实施】

1. 单片机的发展过程及产品近况

(1) 单片机的发展过程。

单片机技术的发展过程可分为3个主要阶段:

①单芯片微机形成阶段。

1976年, Intel公司推出了MCS48系列单片机。8位CPU、1kB ROM、64B RAM、27根I/O线和1个8位定时/计数器。

特点是:存储器容量较小,寻址范围小(不大于4kB),无串行接口,指令系统功能不强。

②性能完善提高阶段。

1980年, Intel公司推出了MCS51系列单片机:8位CPU、4kB ROM、128B RAM、4个8位并口、1个全双工串行口、2个16位定时/计数器。寻址范围64kB,并有控制功能较强的布尔处理器。

特点是:结构体系完善,性能已大大提高,面向控制的特点进一步突出。现在, MCS51已成为公认的单片机经典机种。

③微控制器化阶段。

1982年, Intel推出MCS96系列单片机。

芯片内集成:16位CPU、8kB ROM、232B RAM、5个8位并口、1个全双工串行口、两个16位定时/计数器。寻址范围64kB。片上还有8路10位ADC、1路PWM输出及高速I/O部件等。

其特点是:片内面向测控系统外围电路增强,使单片机可以方便灵活地应用于复杂的自动测控系统及设备。

“微控制器”的称谓更能反映单片机的本质。

(2) 单片机产品近况。

①80C51系列单片机产品繁多,主流地位已经形成,近年来推出的与80C51兼容的主要产品有:

- * ATMEL公司融入Flash存储器技术的AT89系列;
- * Philips公司的80C51、80C52系列;
- * 华邦公司的W78C51、W77C51高速低价系列;
- * ADI公司的AD μ C8xx高精度ADC系列;
- * LG公司的GMS90/97低压高速系列;



* Maxim公司的 DS9 C420 高速(50MIPS)系列;

* Cygnal公司的 C8051 F系列高速 SOC单片机。

②非 80 C51 结构单片机新品不断推出,给用户提供了更为广泛的选择空间。近年来推出的非 80 C51 系列的主要产品有:

* Intel的 MCS96 系列 16 位单片机;

* Microchip的 PIC系列 RISC单片机;

* TI的 MSP430 F系列 16 位低功耗单片机。

2. MSC-51 单片机的基本结构

MSC-51 系列单片机把 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器和多功能的 I/O 接口等功能集成在一块芯片上,所构成的微型计算机,MSC-51 单片机结构框图,如图 1.7 所示。

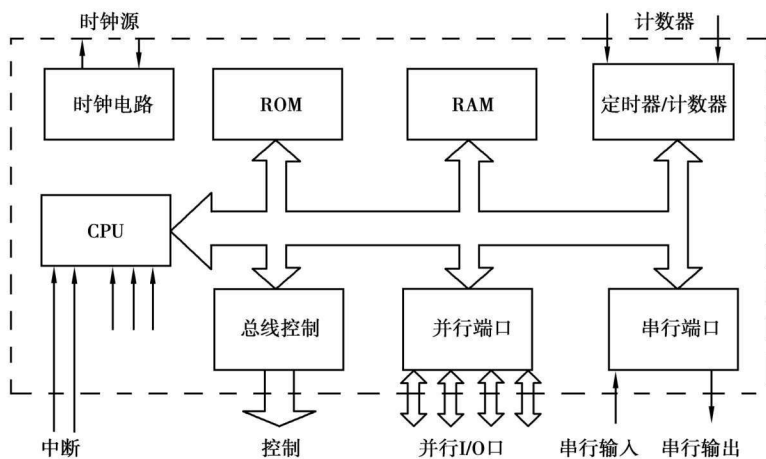


图 1.7 MSC-51 单片机结构框图

(1) CPU:中央处理器简称 CPU,它是单片机的核心部件,由运算器和控制器等部件组成,能够完成各种运算和控制操作。

(2)存储器:MSC-51 单片机,包括编程存储器 ROM 和数据存储器 RAM,他们的空间是相互独立的。

(3)定时器/计数器:MSC-51 单片机中,包含两个 16 位定时器/计数器,他们既作为定时器,用于定时、延时控制;也可作为计数器,用于对外部事件进行计数和检测等。

(4)并行 I/O 口:MSC-51 单片机共有 4 个 8 位 I/O 口(P0, P1, P2, P3),每一根 I/O 口线都可以独立地用作输入或输出。

(5)串行 I/O 口:MSC-51 单片机采用通用异步工作方式的全双工串行通信接口,可以同时发送和接收数据。

(6)中断控制:MSC-51 单片机具有完善的中断控制系统,用于满足实时控制的需要,共有 5 个中断源,两个中断优先级。

3. MSC-51 单片机的引脚及功能

各类型的 MSC-51 单片机的端子相互兼容,用 HMOS 工艺制造的单片机大多采用 40 端

子双列直插式(DIP)封装,当然,不同芯片之间的端子功能会略有差异,用户在使用时应注意。

AT89S51单片机是高档8位单片机,但是由于受到集成电路芯片引脚数目的限制,所以许多引脚具有第二功能,AT89S51的引脚和实物图如图1.8所示。

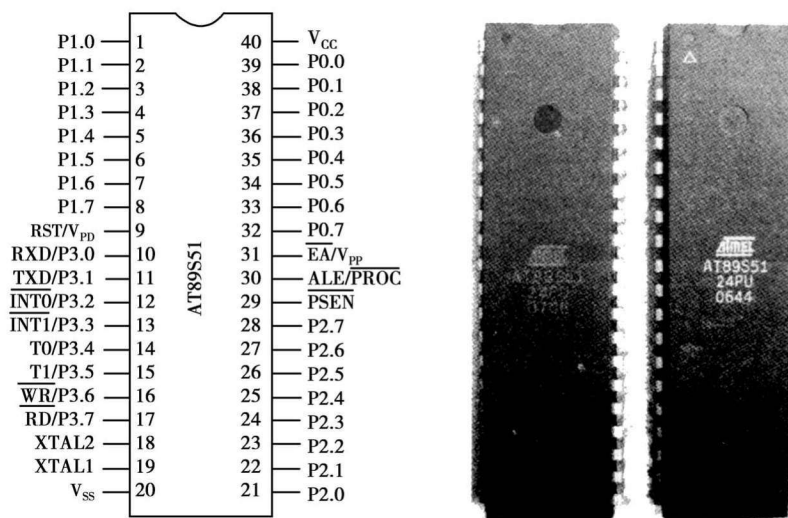


图 1.8 AT89S51 的引脚和实物图

AT89S51的40个引脚大致可分为电源、时钟、I/O口、控制总线几个部分,各引脚功能如下:

(1) 电源引脚(V_{cc}和V_{ss})。

V_{cc}: 电源输入端。作为工作电源和编程校验。

V_{ss}: 接公共地端。

(2) 时钟振荡电路引脚(XTAL1和XTAL2)。

XTAL1、XTAL2: 晶体振荡电路反相输入端和输出端。

XTAL1: 接外部晶振和微调电容的一端,在单片机内部,它是构成片内振荡器的反向放大器的输入端。当采用外部振荡器时,该引脚接收振荡器的信号,即把此信号直接接到内部振荡器的输入端。

XTAL2: 接外部晶振和微调电容的另一端,在单片机内部,它是构成片内振荡器的反向放大器的输出端。当采用外部振荡器时,此引脚应悬空。

(3) 控制信号引脚(RST/V_{PD}, ALE/PROG, PSEN和EA/V_{PP})。

① RST/V_{PD}: RST是复位信号输入端,高电平有效。当此输入端保持两个机器周期的高电平时,就可以完成复位操作。RST引脚的第二功能,是备用电源的输入端。当电源V_{cc}一旦断电,或者电压降到一定值时,可以通过V_{PD}为单片机内部RAM提供电源,以保护片内RAM中的信息不丢失,且上电后能够继续正常运行。

② ALE/PROG: (Address Latch Enable/ Programming) ALE为地址锁存信号,当单片机上



电正常工作后, ALE 引脚不断向外输出正弦脉冲信号, 此频率为振荡器频率的 $1/6$ 。CPU 访问外部存储器时, ALE 作为锁存低 8 位地址的控制信号。此引脚的第二功能 PROG 作为 8751 编程脉冲输入端使用。

③ $\overline{\text{PSEN}}$: (Program Store Enable) 为外部程序存储器的读选通信号, 在访问片外存储器时, 此端定时输出负脉冲作为片外存储器的选通信号。

④ $\text{EA}/\text{V}_{\text{PP}}$: (Enable Address/Voltage Pulse of Programming) EA 为访问程序存储器的控制信号, 当 EA 接高电平时, CPU 访问片内 ROM, 并执行内部程序存储器中的指令, 但当 PC (程序计数器) 的值超过 4 kB 时, 将自动转去执行片外存储器内的程序。当 EA 脚接低电平时, CPU 只访问片外 ROM, 并执行外部程序存储器中的指令, 而不管是否有片内程序存储器。 V_{PP} 是对 8751 片内 ROM 固化程序时, 作为施加较高编程电压 (12 ~ 21 V) 的输入端。

(4) I/O 口引脚 (P0, P1, P2, P3)。

MSC-51 单片机有 4 个 8 位并行输入/输出接口, 简称 I/O 口。P0, P1, P2, P3 口共计 32 根输入/输出线。这 4 个接口可以并行输入/输出 8 位数据, 也可以按位使用, 即每一位均能独立输入或输出。使用中, 每一个可表示为“口”名称加“.”加位。如 P0 口的第 0 位表示为 P0.0, P2 口的第 3 位表示为 P2.3 等。

① P0 口。作为输出口: 当 P0 口用作输出口时, 因输出级处于开漏状态, 必须外接上拉电阻。

作为输入口: 当 P0 口用作输入口时, 必须先向该端口锁存器写入“1”。

地址/数据总线输出: P0 口用于低 8 位地址总线 and 数据总线 (分时传送)。

② P1 口。用作通用 I/O 口, 用作输入时, 均须先写入“1”。

③ P2 口。第一功能是作为 8 位双向 I/O 口使用, 第二功能是在访问外部存储器时, 输出高 8 位地址 A8—A15。

④ P3 口。第一功能是作为 8 位双向 I/O 口使用, 在系统中, 8 个引脚又有各自的第二功能。

P3.0 (RXD): 串行口输入端。

P3.1 (TXD): 串行口输出端。

P3.2 (INT0): 外部中断 0 请求输入端。

P3.3 (INT1): 外部中断 1 请求输入端。

P3.4 (T0): 定时/计数器 0 外部信号输入端。

P3.5 (T1): 定时/计数器 1 外部信号输入端。

P3.6 (WR): 外 RAM 写选通信号输出端。

P3.7 (RD): 外 RAM 读选通信号输出端。

4. 单片机的特点

(1) 控制性能和可靠性高。

单片机的位操作能力, 是其他计算机无法比拟的。另外, 由于 CPU、存储器及 I/O 接口



集成在同一芯片内,各部件间的连接紧凑,数据在传送时受干扰的影响较小,且不易受环境条件的影响,所以单片机的可靠性非常高。

近期推出的单片机产品,内部集成有高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等部件,并在低电压、低功耗、串行扩展总线、控制网络总线和开发方式(如在系统编程 ISP)等方面都有了进一步的增强。

(2) 体积小、价格低、易于产品化。

单片机芯片即是一台完整的微型计算机,对于批量大的专用场合,一方面可以在众多的单片机品种间进行匹配选择;同时还可以专门进行芯片设计,使芯片的功能与应用具有良好的对应关系;在单片机产品的引脚封装方面,有的单片机引脚已减少到 8 个或更少。从而使应用系统的印制板减小、接插件减少、安装简单方便。

5. 单片机的应用领域

(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,均可以利用单片机方便地实现。在这类系统中,利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。典型应用如电机转速控制、温度控制、自动生产线等。

(4) 分布式系统的前端模块。

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。



【知识拓展】

MSC-51 系列与 80 C51 系列的概述

1. MCS51 系列

(1) MCS51 是 Intel 公司生产的一个单片机系列名称。属于这一系列的单片机有多种,如:

- * 8051/8751/8031;
- * 8052/8752/8032;
- * 80 C51/87 C51/80 C31;
- * 80 C52/87 C52/80 C32 等。

(2) 该系列生产工艺有两种:一是 HMOS 工艺(高密度短沟道 MOS 工艺)。二是 CHMOS 工艺(互补金属氧化物的 HMOS 工艺)。

CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,既保持了 HMOS 高速度和高密度的特点,还具有 CMOS 的低功耗的特点。在产品型号中凡带有字母“C”的即为 CHMOS 芯片,CHMOS 芯片的电平既与 TTL 电平兼容,又与 CMOS 电平兼容。

(3) 在功能上,该系列单片机有基本型和增强型两大类。

基本型:

- ① 8051/8751/8031。
- ② 80 C51/87 C51/80 C31。

增强型:

- ① 8052/8752/8032。
- ② 80 C52/87 C52/80 C32。

(4) 在片内程序存储器的配置上,该系列单片机有 3 种形式,即掩膜 ROM、EPROM 和 ROMLess(无片内程序存储器)。如:

- ① 80 C51 有 4 kB 的掩膜 ROM;
- ② 87 C51 有 4 kB 的 EPROM;
- ③ 80 C31 在芯片内无程序存储器。

2. 80 C51 系列

80 C51 是 MCS51 系列中 CHMOS 工艺的一个典型品种;其他厂商以 8051 为基核,开发出的 CMOS 工艺单片机产品,统称为 80 C51 系列。当前常用的 80 C51 系列单片机主要产品有:

- ① Intel 的:80 C31、80 C51、87 C51、80 C32、80 C52、87 C52 等;
- ② ATMEAL 的:89 C51、89 C52、89 C2051 等;
- ③ Philips、华邦、Dallas、Siemens(Infineon) 等公司的许多产品。