



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

谭浩强 主编

高职高专计算机教学改革 **新体系** 规划教材

# 单片机应用技术

唐英杰 编著

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

谭浩强 主编

高职高专计算机教学改革**新体系**规划教材

# 单片机应用技术

唐英杰 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书通过大量的单片机应用案例详细而全面地阐述了单片机应用技术的基本概念和接口技术,包括如何进行接口电路设计和C语言程序的编写,并介绍了如何使用单片机技术开发及仿真软件进行单片机应用系统的开发过程。

每章的内容结构都是在简单介绍基本概念的基础上通过典型的案例来进一步描述软、硬件设计方法的相关知识,每个案例都提供了详细的电路设计图和程序代码,并介绍了如何使用单片机技术开发及仿真软件进行设计、开发和验证的过程,便于读者对所学内容的理解和掌握。每章最后都提炼出本章的重点概念并配有习题和练习。

本书适合作为高等职业院校计算机及相关专业单片机技术课程的教材,也可供初学者自学单片机技术使用。

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

单片机应用技术/唐英杰编著. —北京:清华大学出版社,2011.2

(高职高专计算机教学改革新体系规划教材)

ISBN 978-7-302-23163-9

I. ①单… II. ①唐… 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122435号

责任编辑:张景

责任校对:刘静

责任印制:李红英

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, [e-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.75 字 数:308千字

版 次:2011年2月第1版 印 次:2011年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

# 丛书编委会

主任 谭浩强

副主任 丁桂芝 李凤霞 焦金生

委员 孔令德 王天华 王兴玲 王学卿  
刘 星 安淑芝 安志远 宋金珂  
宋文官 沈 洪 束传政 邵丽萍  
尚晓航 张 玲 张翰韬 林小茶  
赵丰年 高文胜 秦建中 崔武子  
谢 琛 薛淑斌 熊发涯



近年来,我国高等职业教育迅猛发展,目前,高等职业院校已占全国高等学校半数以上,高职学生数已超过全国大学生的半数。高职教育已占了我国高等教育的“半壁江山”。发展高职,培养大量技术型和技能型人才,是国民经济发展的迫切需要,是高等教育大众化的要求,是促进社会就业的有效措施,也是国际上教育发展的趋势。

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分,高职教育的质量直接影响了全国高等教育的质量。办好高职教育,提高高职教育的质量已成为我国教育事业中的一件大事,已引起了全社会的关注。

为了更好地发展高职教育,首先应当建立起对高职教育的正确理念。

高职教育是不同于普通高等教育的一种教育类型。它的培养目标、教学理念、课程体系、教学内容和教学方法都与传统的本科教育有很大的不同。高职教育不是通才教育,而是按照职业的需要,进行有针对性地培养的教育,是以就业为导向,以职业岗位要求为依据的教育。高职教育是直接面向市场、服务产业、促进就业的教育,是高等教育体系中与经济社会发展联系最密切的部分。

在高职教育中要牢固树立“人才职业化”的思想,要最大限度地满足职业的要求。衡量高职学生质量的标准,不是看学了多少理论知识,而是看会做什么,能否满足职业岗位要求。本科教育是以知识为本位,而高职教育是以能力为本位的。

强调以能力为本位,并不是不要学习理论知识,能力是以知识为支撑的。问题是学什么理论知识和怎样学习理论知识。有两种学习理论知识的模式:一种是“建筑”模式,即“金字塔”模式,先系统学习理论知识,打下宽厚的理论基础,以后再结合专业应用;另一种是“生物”模式,如同植物的根部、树干和树冠是同步生长的一样,随着应用的开展,结合应用学习必要的理论知识。对于高职教育来说,不应该采用“金字塔”模式,而应当采用“生物”模式。

可以比较一下以知识为本位的学科教育和以能力为本位的高职教育在教学各个方面的不同。知识本位着重学习一般科学技术知识;注重的是系统的理论知识,讲求的是理论的系统性和严密性;学习要求是“了解、理解、掌握”;构建课程体系时采用“建筑”模式;教学方法采用“提出概念—解释概念—举例说明”的传统三部曲;注重培养抽象思维能力。而能力本位着重学习工作过程知识;注重的是实际的工作能力,讲求的是应用的熟练性;学习



要求是“能干什么,达到什么熟练程度”;构建课程体系时采用“生物”模式;教学方法采用“提出问题—解决问题—归纳分析”的新三部曲;常使用形象思维方法。

近年来,国内教育界对高职教育从理论到实践开展了深入的研究,引进了发达国家职业教育的理念和行之有效的做法,许多高职院校从多年的实践中总结了成功的经验,有力地推动了我国的高职教育。再经过一段时期的研究与探索,会逐步形成具有中国特色的完善的高职教育体系。

全国高校计算机基础教育研究会于2007年7月发布了《中国高职院校计算机教育课程体系2007》(简称《CVC 2007》),系统阐述了高职教育的指导思想,深入分析了我国高职教育的现状和存在的问题,明确提出了构建高职计算机课程体系的方法,具体提供了各类专业进行计算机教育的课程体系参考方案,并深刻指出为了更好地开展高职计算机教育应当解决好的一些问题。《CVC 2007》是一个指导我国高职计算机教育的重要的指导性文件,建议从事高职计算机教育的教师认真学习。

《CVC 2007》提出了高职计算机教育的基本理念是:面向职业需要、强化实践环节、变革培养方式、采用多种模式、启发自主学习、培养创新精神、树立团队意识。这是完全正确的。

教材是培养目标和教学思想的具体体现。要实现高职的教学目标,必须有一批符合高职特点的教材。高职教材与传统的本科教育的教材有很大的不同,传统的教材是先理论后实际,先抽象后具体,先一般后个别,而高职教材则应是从实际到理论,从具体到抽象,从个别到一般。教材应当体现职业岗位的要求,紧密结合生产实际,着眼于培养应用计算机的实际能力。要引导学生多实践,通过“做”而不是通过“听”来学习。

评价高职教材的标准不是愈深愈好,愈全愈好,而是看它是否符合高职特点,是否有利于实现高职的培养目标。好的教材应当是“定位准确,内容先进,取舍合理,体系得当,风格优良”。

教材建设应当提倡百花齐放,推陈出新。我国高职院校为数众多,情况各异。地域不同、基础不同、条件不同、师资不同、要求不同,显然不能一刀切,用一个大纲、一种教材包打天下。应该针对不同的情况,组织编写出不同的教材,供各校选用。能有效提高教学质量的就是好教材。同时应当看到,高职计算机教育发展很快,新的经验层出不穷,需要加强交流,推陈出新。

从20世纪90年代开始,我们开始注意研究高职教育,并在1999年组织编写了一套“高职高专计算机教育系列教材”,由清华大学出版社出版,这是在国内最早出版的高职教材之一。在国内产生很大的影响,被许多高职院校采用为教材,有力地推动了蓬勃兴起的高职教育,后来该丛书扩展为“高等院校计算机应用技术规划教材”,除了高职院校采用之外,还被许多应用型本科院校使用。几年来已经累计发行近300万册,被教育部确定为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

根据高职教育发展的新形势,我们于2005年开始策划,在原有基础上重新组织编写一套全新的高职教材——“高职高专计算机教学改革新体系规划教材”,经过两年的研讨和编写,于2007年正式由清华大学出版社出版。这套教材遵循高职教育的特点,不是根据学科的原则确定课程体系,而是根据实际应用的需要组织课程;书名不是按照学科的

角度来确定的,而是体现应用的特点;写法上不是从理论入手,而是从实际问题入手,提出问题、解决问题、归纳分析、循序渐进、深入浅出、易于学习、有利于培养应用能力。丛书的作者大都是多年从事高职院校计算机教育的教师,他们对高职教育有较深入的研究,对高职计算机教育有丰富的经验,所写的教材针对性强,适用性广,符合当前大多数高职院校的实际需要。这套教材经教育部审查,已列入“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

本套教材统一规划,分工编写,陆续出版,逐步完善。随着高职教育的发展将会不断更新,与时俱进。恳切希望广大师生在使用中发现本丛书不足之处,并不吝指正,以便我们及时修改完善,更好地满足高职教学的需要。

全国高校计算机基础教育研究会 会长 谭浩强  
“高职高专计算机教学改革新体系规划教材”主编

# 前言

从 20 世纪末开始,单片机的应用获得了飞速的发展。在大到军事设备、大型医疗设备、汽车电子设备,小到洗衣机、电冰箱等家用电器的设计等领域中,单片机技术越来越发挥着重要的作用。在科研和教学领域,单片机应用技术也越来越受到重视,以全国大学生电子设计竞赛为例,需要采用单片机技术实现系统功能的题目超过了全部赛题的 1/3。现在全国绝大部分电气信息类本专科专业均开设了单片机应用技术的相关课程,而且对实践环节的要求也越来越高。

长期以来,我们在大学生电子设计竞赛以及其他学科竞赛的培训中积累了很多经验。在此基础上,根据单片机应用技术的教学特点,采用由简至难,带任务学习的方法,编写了这本教材。本教材的编写思想不是讲述深奥的理论、枯燥的指令系统和难以掌握的汇编语言程序设计,而是以案例为主线,采用高级语言编写程序,并辅助以单片机技术开发及仿真软件的使用,使读者能在每一个案例的实现中,观察到设计的实现效果,体会到设计的乐趣,加深对所学知识的理解。通过本书的学习,能使读者在短时间内掌握单片机开发技术的基本方法,能进行简单的单片机应用系统的设计,初步具备单片机应用系统设计开发能力。

全书共分 11 章:第 1 章介绍了单片机最小系统的构成以及系统测试的实现过程;第 2 章介绍了基于单片机的 C 语言的构成与相关开发、仿真软件的功能与使用;第 3 章介绍了单片机并行接口技术;第 4 章介绍了中断的基本概念、中断服务程序的编写和中断技术的应用;第 5 章介绍了定时器/计数器的使用;第 6 章介绍了串行通信技术的基本概念以及单片机串行口的使用技术;第 7 章介绍了存储器的基本知识以及常用存储器的扩展技术;第 8 章介绍了七段数码管以及点阵 LED 的应用技术;第 9 章介绍了键盘接口技术;第 10 章介绍了 A/D、D/A 的基本概念以及相关接口技术;第 11 章将上述所学的知识综合起来,以案例的形式介绍了三种单片机应用系统的设计。

本书主要章节由唐英杰编写,方伟、罗文秋参与了本书的案例设计和文字校对,刘继勇、姜启渭参与了部分案例的设计工作。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2011 年 1 月





<b>第 1 章 单片机最小系统</b> .....	1
1.1 单片机概述 .....	2
1.2 单片机最小系统的构建 .....	4
1.2.1 单片机的选择 .....	4
1.2.2 晶振电路的设计 .....	6
1.2.3 复位及复位电路的设计 .....	7
1.3 基于最小系统的功能测试 .....	8
1.3.1 发光二极管控制电路的设计 .....	8
1.3.2 测试程序的编写 .....	9
1.3.3 仿真与分析 .....	10
1.3.4 系统电源设计 .....	13
1.4 总结 .....	14
1.5 知识扩展 .....	15
思考与练习 1 .....	18
<b>第 2 章 基于 8051 单片机开发软件的使用</b> .....	19
2.1 基于 8051 单片机的 C 语言程序设计概述 .....	20
2.1.1 C 语言程序基本结构 .....	21
2.1.2 项目头文件的制作 .....	25
2.2 Keil $\mu$ Vision2 软件的使用 .....	26
2.2.1 软件安装及工作界面简介 .....	26
2.2.2 工程文件的建立与目标文件的获得 .....	27
2.2.3 Keil 的调试命令 .....	30
2.2.4 Keil 的调试窗口 .....	31
2.3 Proteus 仿真软件的使用 .....	34
2.3.1 Proteus 操作界面简介 .....	34
2.3.2 仿真原理图设计 .....	36
2.3.3 仿真与调试 .....	38
2.4 总结 .....	38
2.5 知识扩展 .....	39
思考与练习 2 .....	41

<b>第 3 章 并行输入/输出接口技术</b> .....	42
3.1 并行接口技术.....	43
3.2 流水灯控制器的设计.....	44
3.2.1 设计任务 .....	44
3.2.2 任务分析及方案制订 .....	44
3.2.3 硬件设计 .....	44
3.2.4 软件设计 .....	46
3.2.5 仿真与调试 .....	50
3.3 交通灯控制器的设计.....	53
3.3.1 设计任务 .....	53
3.3.2 任务分析及方案制订 .....	53
3.3.3 硬件设计 .....	54
3.3.4 软件设计 .....	54
3.3.5 仿真与调试 .....	56
3.4 总结.....	57
思考与练习 3 .....	57
<b>第 4 章 中断技术</b> .....	59
4.1 中断与中断技术.....	60
4.1.1 中断类型 .....	60
4.1.2 单片机中断系统 .....	61
4.1.3 中断响应及返回 .....	63
4.2 中断服务程序的设计.....	64
4.3 外部中断的使用举例.....	65
4.3.1 设计任务 .....	65
4.3.2 任务分析及软硬件设计 .....	65
4.3.3 系统的仿真实现 .....	68
4.4 总结.....	69
思考与练习 4 .....	69
<b>第 5 章 定时器/计数器</b> .....	71
5.1 定时器/计数器概述 .....	72
5.1.1 定时器/计数器的结构及工作原理.....	72
5.1.2 定时器/计数器的特殊功能寄存器.....	73
5.1.3 定时器/计数器的工作方式.....	74
5.2 定时器初始化程序.....	77
5.3 定时器/计数器的使用举例 .....	78
5.3.1 定时器方式应用 .....	78
5.3.2 计数器方式应用 .....	81

5.4 总结	83
思考与练习 5	84
<b>第 6 章 串行通信技术</b>	<b>85</b>
6.1 串行通信技术概述	86
6.1.1 串行通信原理	86
6.1.2 串行通信方式	87
6.1.3 线路工作方式	88
6.1.4 数据传送速率	88
6.2 串行口的工作方式与控制	89
6.2.1 特殊功能寄存器	89
6.2.2 工作方式	91
6.2.3 波特率的选择	92
6.3 串行口应用举例	92
6.3.1 串并转换	92
6.3.2 双机通信	97
6.3.3 单片机与 PC 的通信	100
6.4 总结	104
思考与练习 6	105
<b>第 7 章 存储器系统扩展技术</b>	<b>106</b>
7.1 存储器概述	107
7.1.1 只读存储器	107
7.1.2 随机存取存储器	108
7.1.3 存储器系统扩展	108
7.1.4 存储器系统的编址	110
7.2 程序存储器系统扩展	111
7.3 数据存储器扩展	113
7.4 RAM 的掉电保护	117
7.5 总结	121
思考与练习 7	121
<b>第 8 章 LED 显示接口技术</b>	<b>123</b>
8.1 LED 概述	124
8.2 7 段 LED 数码管显示接口技术	124
8.2.1 7 段 LED 数码管	124
8.2.2 静态显示接口技术	125
8.2.3 动态扫描显示接口技术	130
8.3 点阵 LED 显示接口技术	133
8.4 总结	136

思考与练习 8 .....	137
<b>第 9 章 键盘接口技术</b> .....	138
9.1 键盘概述 .....	139
9.2 按键去抖技术 .....	139
9.3 独立式键盘及其接口技术 .....	140
9.4 行列式键盘及其接口技术 .....	142
9.4.1 行扫描法 .....	143
9.4.2 线反向法 .....	148
9.5 总结 .....	150
思考与练习 9 .....	151
<b>第 10 章 A/D、D/A 转换接口技术</b> .....	152
10.1 A/D、D/A 转换概述 .....	153
10.1.1 A/D 转换 .....	153
10.1.2 D/A 转换 .....	154
10.2 波形发生器的设计 .....	155
10.2.1 设计任务 .....	155
10.2.2 任务分析及方案制订 .....	155
10.2.3 硬件设计 .....	156
10.2.4 软件设计 .....	158
10.2.5 仿真与调试 .....	162
10.3 多路信号采集系统的设计 .....	162
10.3.1 设计任务 .....	162
10.3.2 任务分析及方案制订 .....	162
10.3.3 硬件设计 .....	163
10.3.4 软件设计 .....	164
10.3.5 仿真与调试 .....	167
10.4 总结 .....	168
10.4.1 A/D、D/A 转换器的选择要点 .....	168
10.4.2 A/D、D/A 设计要点 .....	168
10.4.3 总结与扩展 .....	169
思考与练习 10 .....	169
<b>第 11 章 综合系统设计</b> .....	171
11.1 简易点阵广告屏的设计 .....	172
11.1.1 设计任务 .....	172
11.1.2 任务分析及方案制订 .....	172
11.1.3 硬件设计 .....	174
11.1.4 软件设计 .....	174

11.2 可调整的电子钟的设计 .....	178
11.2.1 设计任务 .....	178
11.2.2 任务分析及方案制订 .....	178
11.2.3 硬件设计 .....	179
11.2.4 软件设计 .....	180
11.3 温度检测与显示系统的设计 .....	183
11.3.1 设计任务 .....	183
11.3.2 任务分析及方案制订 .....	183
11.3.3 硬件设计 .....	183
11.3.4 软件设计 .....	185
11.4 总结 .....	191
思考与练习 11 .....	192
<b>附表 1 Proteus 元件分类目录 .....</b>	<b>194</b>
<b>附表 2 ANSI C 标准规定的 32 个关键字 .....</b>	<b>199</b>
<b>附表 3 C51 扩展的关键字 .....</b>	<b>201</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>202</b>

第

1

章

# 单片机最小系统

## 学习目标

通过本章的学习,应该掌握:

- (1) 单片机系统的最小组成
- (2) 单片机的选择
- (3) 晶振典型电路
- (4) 复位原理及典型电路
- (5) 单片机系统调试与仿真技术



## 1.1 单片机概述

所谓单片机(Single-Chip Microcomputer, SCM)就是将电子计算机的基本环节,如中央处理器(CPU)、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、定时器/计数器和一些输入/输出(I/O)接口电路、总线(BUS)等,都集成在一块芯片上的微型计算机。由于单片机体积小、功能强、价格低,因而广泛应用在电子设备中作为控制器使用。

目前,大到导弹、火箭等国防尖端武器,小至电视机、微波炉等现代家用电器,都毫无例外地运用单片机作为控制器。因此,从控制的观点,单片机也常称单片微控制器(MicroController Unit, MCU)。

中央处理器包括运算器、控制器和寄存器,是单片机的核心。

存储器是用来存放数据和程序的,在单片机芯片中包含两类存储器:RAM和ROM。RAM可以被CPU随机读写,但单片机断电后,所保存的信息就会消失,一般用来存放临时数据;ROM中的信息只能被CPU读取,CPU不能对它进行写操作,通常用于存放系统程序和固定的表格数据。ROM中的内容只能通过专用的编程器事先写入。

输入/输出接口是单片机与外围设备连接的桥梁,单片机和外围设备(如键盘、显示器等)之间信息的传送全部通过输入/输出接口来实现。

总线就是连接各部件的信号线的总称,主要是用来传送数据、地址和控制信息。

8051系列单片机是在Intel公司于20世纪80年代推出的MCS-48系列单片机的基础上发展的高性能8位单片机,它在一个芯片内集成了RAM、ROM、16位定时器/计数器、并行I/O口、异步串行口以及一些其他的功能部件。除了Intel公司之外,Atmel、AMD、Philips、Siemens等公司也都推出了以8051为内核的8位单片机,同时在芯片中还集成了更多的功能部件,如A/D转换(模/数转换)、D/A转换(数/模转换)、WDT(把关定时器,俗称看门狗)等。尽管这些单片机具有各自的功能特点,但由于具有同样的8051的内核,它们的指令系统彼此兼容,可以使用相同的开发工具。

图1-1所示为常用的单片机AT89C51芯片的实物外观,图1-2为它的引脚分布图。

8051(MCS-51系列)单片机的基本结构如图1-3所示,一个单片机芯片包括以下部件。

- (1) 中央处理器(CPU)。
- (2) 内部数据存储器RAM。
- (3) 内部程序存储器ROM(有的型号没有)。
- (4) 4个8位并行I/O接口(P0、P1、P2、P3)。
- (5) 2~3个可编程定时器/计数器。
- (6) 1个可编程串行接口。
- (7) 内部中断具有5个中断源、2个优先级的嵌套中断结构,可实现二级中断嵌套。
- (8) 1个片内振荡器及时钟电路,振荡时钟频率可以高达40MHz。



图 1-1 AT89C51 芯片外观

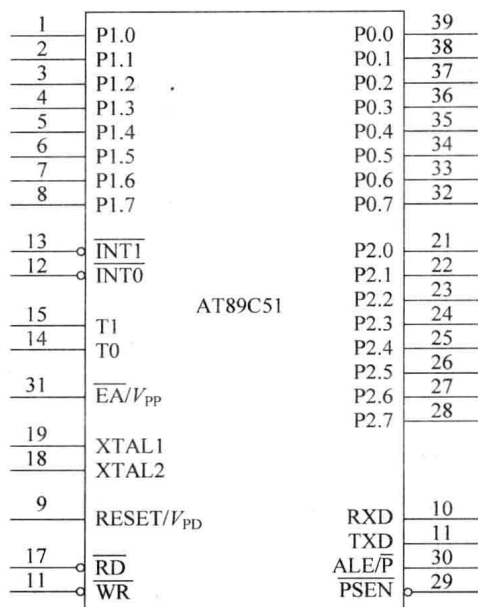


图 1-2 AT89C51 芯片引脚分布图

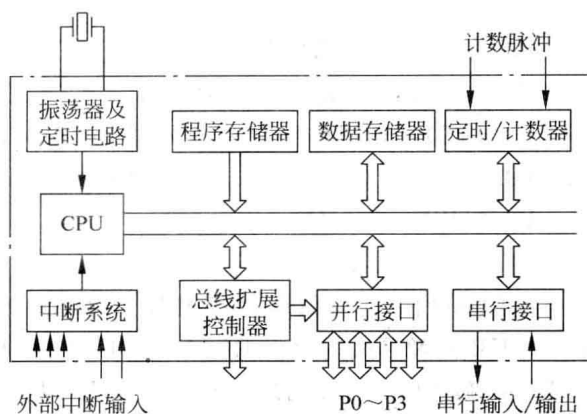


图 1-3 MCS-51 系列单片机内部结构框图

MCS-51 单片机的引脚定义及功能简述如下。

### 1. 电源

$V_{\text{CC}}$  (引脚号 40): 芯片电源, 接 +5V。

$V_{\text{SS}}$  (引脚号 20): 接地端, 有时写成 GND。

### 2. 时钟

XTAL1 (引脚号 19): 内部振荡电路反相放大器的输入端, 是外接晶振的一个输入引脚。

XTAL2 (引脚号 18): 内部振荡电路反相放大器的输出端, 是外接晶振的另一个输入引脚。

### 3. 控制总线

ALE/ $\overline{\text{P}}$  (引脚号 30): 地址锁存允许, 主要功能是提供一个定时的时钟。

$\overline{\text{EA}}/V_{\text{PP}}$  (引脚号 31): 访问外部存储器控制信号。如果使用内部 ROM 作为程序存储器, 此引脚需接高电平 ( $V_{\text{CC}}$ ); 如果使用外部 ROM 作为程序存储器, 则要将此引脚接地。

RESET/ $V_{\text{PD}}$  (引脚号 9): 复位信号输入端。当该引脚出现两个机器周期以上的高电平时, 单片机进行复位。该引脚还可作为备用电源输入端使用, 当系统主电源发生故障, 降低到规定的电压以下时, 可以通过  $V_{\text{PD}}$  端为单片机提供备用电源, 以保证存储在单片机中的 RAM 中的信息不会丢失。

PSEN (引脚号 29): 外部程序存储器 ROM 读选通信号。当单片机需要从外部 ROM 读取指令或数据时, 此引脚输出低电平信号。

### 4. 输入/输出

P0.0~P0.7 (引脚号 32~39): 双向输入/输出端口。

P1.0~P1.7 (引脚号 1~8): 双向输入/输出端口。

P2.0~P2.7(引脚号 21~28): 双向输入/输出端口。

P3.0~P3.7(引脚号 10~17): 双向输入/输出端口。当该端口不作为输入/输出端口使用时,每一个引脚也可以有第二功能,如下所示。

P3.0/RXD: 串行输入口。

P3.1/TXD: 串行输出口。

P3.2/INT0: 外部中断 0 输入口。

P3.3/INT1: 外部中断 1 输入口。

P3.4/T0: 定时器/计数器 0 外部事件脉冲输入口。

P3.5/T1: 定时器/计数器 1 外部事件脉冲输入口。

P3.6/WR: 写信号。

P3.7/RD: 读信号。

8051 系列单片机的程序存储器 ROM 地址空间为 64KB,有的型号的单片机带有 4KB、8KB 或者更大的片内 ROM。CPU 的控制器专门提供一个控制信号 EA 来区分片内 ROM 和片外 ROM 的地址选取。当 EA 接高电平时,单片机从片内 ROM 的 4KB 存储器中取指令,当指令地址超过 0FFFH 后,就自动转向片外 ROM 取指令;当 EA 接低电平时,所有的取指令操作均对片外 ROM 进行。

### 注意

当选用片内 ROM 作为程序存储器时,一定要将 EA 接高电平(+5V)。对于无片内 ROM 需要使用片外程序存储器的单片机,EA 必须接地。

## 1.2 单片机最小系统的构建

对于一个典型的单片机应用系统而言,主要是由单片机、晶振电路、复位电路、输入/输出接口电路、外围功能器件等几部分组成的。

单片机的最小系统是指单片机能正常工作所必需的基本电路,主要由单片机、复位电路、晶振电路构成,如果采用的是不带内部 ROM 的单片机,还需要有外部 ROM 扩展电路。

### 1.2.1 单片机的选择

目前单片机的种类主要有 8 位单片机和 16 位单片机。8 位单片机中主要有 8051 系列单片机,该系列包括了很多种类,如 Intel 公司的 8031、8051、8751、8032、8052 等。由于 Intel 公司将 8051 内核授权给了其他公司,所以也有很多公司生产具有 8051 内核的单片机。除了 8051 系列的单片机之外,还有一些其他的单片机系列,这些单片机和 8051 系列单片机由于指令系统不同而彼此不兼容,如 Atmel 公司的 AVR、Microchip 公司的 PIC 系列单片机。

单片机的种类很多,要根据实际设计要求、单片机的功能以及价格来选择合适的单片机。表 1-1、表 1-2、表 1-3 分别为常用的 8051 系列单片机、AVR 系列单片机和 PIC 单片