



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

嵌入式与工业控制技术

Microcontroller Principle and Application
Based on C51 & Proteus VSM

单片机原理与应用

—— 基于C51及Proteus仿真

徐爱钧 编著

Xu Aijun



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Microcontroller Principle and Application

Based on C51 & Proteus VSM

单片机原理与应用

—— 基于C51及Proteus仿真

徐爱钧 编著

Xu Aijun

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以 Keil C51 及 Proteus 虚拟仿真技术为基础阐述 8051 单片机原理与应用,对 8051 单片机基本结构、中断系统、定时器、串行口等功能部件的工作原理作了完整介绍。在介绍 8051 指令系统的基础上,阐述了 Keil C51 高级语言程序设计方法。详细介绍了 8051 单片机片内集成功能及其编程方法、系统扩展、键盘与显示器接口技术、模数与数模转换接口技术,以及单片机系统扩展等,以实例方式介绍了在 Proteus 平台上采用 C51 编程及虚拟仿真设计方法。给出了大量在 Proteus 集成环境 ISIS 中绘制的原理电路图、C51 应用程序范例,所有范例均在 Proteus 软件平台上调试通过,可以直接运行。书中的源代码可在清华大学出版社网站本书页面下载。

本书可作为高等院校工业自动化、电子测量仪器、计算机应用等相关专业“单片机原理与应用”课程的教学用书,也可供广大从事单片机应用系统开发的工程技术人员阅读。

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

单片机原理与应用:基于 C51 及 Proteus 仿真/徐爱钧编著.--北京:清华大学出版社,2015

高等学校电子信息类专业系列教材

ISBN 978-7-302-40883-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 164209 号

责任编辑:刘 星

封面设计:李召霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22

字 数:537 千字

版 次:2015 年 11 月第 1 版

印 次:2015 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:065474-01

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

8051 是目前国内外使用极为广泛的一类 8 位单片机,它具有体积小、价格低、功能强、可靠性高、使用方便灵活等特点。以单片机为核心设计各种智能化电子设备,周期短、成本低、易于更新换代、维修方便,已成为电子设计中最为普遍的应用手段。世界上许多大半导体厂商,如 Atmel、Analog Device、Infineon、NXP、TI、SiLAB 等公司都推出了各具特色的 8051 系列单片机。

早期单片机应用开发大多采用汇编语言编程,汇编语言是一种直接针对硬件的机器语言,其编程效率不高,程序不易移植和维护。现在已经普遍采用 C 语言进行单片机应用编程,C 语言具有类似自然语言的特点,它既能直接操作机器硬件,又可以极大提高编程效率。德国 Keil 公司推出的 C51 被公认为是一种最有效的单片机 C 语言编程工具。单片机应用系统开发过程中,除了编程工具之外硬件平台也必不可少。目前各种单片机开发平台层出不穷,英国 Labcenter 公司推出的 Proteus 软件是一款极好的单片机虚拟硬件平台,它以其特有的仿真技术很好地解决了单片机及其外围电路的设计和协同仿真问题,可以在没有单片机实际硬件的条件下,利用 PC 进行虚拟仿真实现单片机系统的软、硬件协同设计。Proteus 虚拟硬件平台还可以与 Keil C51 完美结合,在原理图中可直接调入 C 语言编写的应用程序,进行源代码仿真调试,实现对系统性能的综合评估,验证各项技术指标。Proteus 已有二十多年的历史,涵盖了 8051 等多种微处理器模型,以及各种常用电子元器件,包括 74 系列、CMOS4000 系列集成电路、A/D 和 D/A 转换器、键盘、LCD 显示器、LED 显示器,还提供示波器、逻辑分析仪、通信终端、电压/电流表、I²C/SPI 终端等各种虚拟仪表,可以直接用于虚拟仿真,结合原理图和源码级程序调试,能够立即观察到单片机应用系统的输入输出效果,极大地提高了设计效率。

在全国高等工科院校中,已普遍开设单片机原理与应用相关课程。由于单片机本身的特点,传统教学方法很难在教学中体现单片机的实际运行过程,尤其是一些涉及硬件的操作,仅在课堂上空对空讲述很难让学生理解,教学效果不好。利用 Proteus 虚拟硬件平台,教师可现场绘制原理电路图,结合源代码仿真调试来展现单片机系统运行过程,很好地解决了长期困扰单片机教学中软件和硬件无法很好结合的难题。另外,在 PC 上修改原理电路图要比修改实际硬件电路容易得多,可以获得事半功倍的效果,有效提高教学质量。

本书在构思及选材上,注意符合单片机应用发展要求,突出先进性和实用性,对 C51 应用编程、Proteus 仿真技术等进行了详尽阐述,并给出了多个虚拟仿真设计范例。

全书共分为 11 章。

第 1 章阐述 8051 单片机的基本组成、存储器结构、并行 I/O 及 CPU 时序。

第 2 章阐述 Proteus 虚拟硬件平台,介绍在 ISIS 集成环境中绘制原理电路图、与 Keil

C51 联机实现源代码仿真调试方法。

第 3 章阐述 8051 单片机的指令系统与汇编语言程序设计。

第 4 章阐述 Keil C51 应用程序设计,介绍 C51 的基本语句、数据类型、Keil C51 对 ANSI C 的扩展以及库函数等。

第 5 章阐述键盘与显示器接口技术,介绍矩阵接盘、数码管、点阵字符和图形液晶显示器及其与单片机的接口方法。

第 6~8 章分别阐述 8051 单片机的中断系统、定时器/计数器以及串行口的工作原理与应用方法。

第 9 章阐述数模与模数转换接口技术,介绍传统并行及新型串行 D/A、A/D 转换器芯片及其与单片机的接口方法。

第 10 章阐述单片机系统扩展,介绍存储器扩展、I/O 端口扩展以及 I²C 总线扩展原理和方法。

第 11 章给出 6 个 Proteus 虚拟仿真设计实例及其完整的 C51 源程序。

本书在编写过程中得到广州风标信息技术有限公司(<http://www.windway.cn>)匡载华总经理的大力支持和热情帮助,徐阳、彭秀华、杨青胜、杨晶晶、马雪、黄鹏、刘永伟等参加了部分章节的编写和程序调试工作,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正,读者可通过电子邮件(ajxu@tom.com 和 ajxu41@sohu.com)直接与作者联系。Proteus 的 DEMO 软件可到官方网站 <http://www.labcenter.co.uk> 下载,或者与国内代理商广州风标信息技术有限公司联系购买正版软件。

徐爱钧

于长江大学

2015 年 9 月

目录

CONTENTS

第 1 章 8051 单片机基本结构	1
1.1 8051 单片机的特点与基本结构	1
1.2 8051 单片机的存储器结构	5
1.3 CPU 时序	8
1.4 复位信号与复位电路	9
1.5 并行 I/O 端口结构	10
复习思考题	13
第 2 章 Proteus 虚拟仿真	14
2.1 集成环境 ISIS	14
2.2 绘制原理图	17
2.3 创建汇编语言源代码仿真文件	19
2.4 在原理图中进行源代码仿真调试	21
2.5 原理图与 Keil 环境联机仿真调试	24
复习思考题	30
第 3 章 指令系统与汇编语言程序设计	31
3.1 指令助记符和字节数	31
3.2 寻址方式	32
3.2.1 寄存器寻址	33
3.2.2 直接寻址	33
3.2.3 立即寻址	33
3.2.4 寄存器间接寻址	34
3.2.5 变址寻址	34
3.2.6 相对寻址	35
3.2.7 位寻址	35
3.3 指令分类详解	36
3.3.1 算术运算指令	36
3.3.2 逻辑运算指令	38
3.3.3 数据传送指令	39
3.3.4 控制转移指令	41
3.3.5 位操作指令	43
3.4 汇编语言程序设计	44

复习思考题	51
第4章 Keil C51 应用程序设计	54
4.1 Keil C51 程序设计的基本语法	54
4.1.1 Keil C51 程序的一般结构	54
4.1.2 数据类型	55
4.1.3 常量、变量及其存储模式	56
4.1.4 运算符与表达式	57
4.2 C51 程序的基本语句	61
4.2.1 表达式语句	61
4.2.2 复合语句	61
4.2.3 条件语句	61
4.2.4 开关语句	62
4.2.5 循环语句	62
4.2.6 goto、break、continue 语句	63
4.2.7 返回语句	63
4.3 函数	64
4.3.1 函数的定义与调用	64
4.3.2 中断服务函数与寄存器组定义	65
4.4 Keil C51 编译器对 ANSI C 的扩展	66
4.4.1 存储器类型与编译模式	66
4.4.2 关于 bit, sbit, sfr, sfr16 数据类型	67
4.4.3 一般指针与基于存储器的指针及其转换	70
4.4.4 C51 编译器对 ANSI C 函数定义的扩展	71
4.5 C51 编译器的数据调用协议	74
4.5.1 数据在内存中的存储格式	74
4.5.2 目标代码的段管理	76
4.6 与汇编语言程序的接口	78
4.6.1 参数传递规则	78
4.6.2 C51 与汇编语言混合编程举例	82
4.7 绝对地址访问	85
4.7.1 采用扩展关键字“_at_”或指针定义变量的绝对地址	85
4.7.2 采用预定义宏指定变量的绝对地址	86
4.8 Keil C51 库函数	86
4.8.1 本征库函数	87
4.8.2 字符判断转换库函数	87
4.8.3 输入输出库函数	88
4.8.4 字符串处理库函数	89
4.8.5 类型转换及内存分配库函数	91
4.8.6 数学计算库函数	92
复习思考题	92
第5章 键盘与显示器接口技术	94
5.1 LED 显示器接口技术	94
5.1.1 7段 LED 数码显示器	94

5.1.2	单个 74HC595 驱动多位 LED 数码管	98
5.1.3	串行接口 8 位共阴极 LED 驱动器 MAX7219	102
5.2	键盘接口技术	107
5.2.1	编码键盘接口技术	108
5.2.2	非编码键盘接口技术	110
5.3	8279 可编程键盘/显示器芯片接口技术	113
5.3.1	8279 的引脚排列	113
5.3.2	8279 的数据输入、显示输出及命令格式	114
5.3.3	8279 的接口方法	119
5.4	LCD 液晶显示器接口技术	122
5.4.1	LCD 显示器的工作原理	122
5.4.2	点阵字符型 LCD 显示模块	122
5.4.3	直接方式接口	128
5.4.4	间接方式接口	131
5.4.5	4 位数据总线接口	134
5.4.6	12864 点阵图形 LCD 显示模块	136
5.4.7	12864 LCD 与单片机的接口	139
5.4.8	T6963C 点阵图形 LCD 显示模块	143
5.4.9	T6963C LCD 与单片机的接口	145
	复习思考题	151
第 6 章	中断系统	153
6.1	中断的概念	153
6.2	中断系统结构与中断控制	154
6.3	中断响应	157
6.4	中断系统应用举例	160
6.4.1	中断源扩展	160
6.4.2	中断嵌套	161
	复习思考题	163
第 7 章	定时器/计数器	164
7.1	定时器/计数器的工作方式与控制	164
7.2	定时器/计数器应用举例	167
7.2.1	初值和最大定时时间计算	167
7.2.2	定时器方式应用	168
7.2.3	计数器方式应用	173
7.3	利用定时器产生音乐	175
	复习思考题	178
第 8 章	串行口	179
8.1	串行通信	179
8.2	串行口的工作方式与控制	180
8.3	串行口应用举例	184
8.3.1	串口/并口转换	184
8.3.2	单片机之间的通信	186

8.3.3	单片机与 PC 之间的通信	193
8.3.4	修改底层函数实现 printf() 重新定向	196
	复习思考题	199
第 9 章	数模与模数转换接口技术	200
9.1	转换器的主要技术指标	200
9.2	数模转换器 DAC 接口技术	201
9.2.1	无内部锁存器的 DAC 接口方法	202
9.2.2	DAC0832 与 8051 单片机的接口方法	203
9.2.3	DAC1208 与 8051 单片机的接口方法	207
9.2.4	串行 DAC 与 8051 单片机的接口方法	208
9.2.5	利用 DAC 接口实现波形发生器	211
9.3	模数转换器 ADC 接口技术	215
9.3.1	比较式 ADC0809 与 8051 单片机的接口方法	216
9.3.2	积分式 ADC7135 与 8051 单片机的接口方法	221
9.3.3	串行 ADC 与 8051 单片机的接口方法	227
	复习思考题	230
第 10 章	单片机系统扩展	232
10.1	程序存储器扩展	232
10.2	数据存储器扩展	233
10.3	并行 I/O 端口扩展	235
10.4	利用 I ² C 总线进行系统扩展	245
10.4.1	I ² C 总线主要特性	245
10.4.2	I ² C 总线通用驱动程序	248
10.4.3	I ² C 接口存储器芯片 24C04 扩展	250
10.4.4	I ² C 接口 A/D-D/A 芯片 PCF8591 扩展	254
10.4.5	I ² C 接口时钟芯片 PCF8563 扩展	264
	复习思考题	274
第 11 章	Proteus 仿真设计实例	275
11.1	红外遥控系统设计	275
11.1.1	功能要求	275
11.1.2	硬件电路设计	275
11.1.3	软件程序设计	275
11.2	点阵 LED 显示屏设计	282
11.2.1	功能要求	282
11.2.2	硬件电路设计	282
11.2.3	软件程序设计	282
11.3	带农历的电子万年历设计	285
11.3.1	功能要求	285
11.3.2	硬件电路设计	285
11.3.3	软件程序设计	288
11.4	电子密码锁设计	298
11.4.1	功能要求	298

11.4.2	硬件电路设计	298
11.4.3	软件程序设计	298
11.5	DS18B20 多点温度监测系统设计	312
11.5.1	功能要求	312
11.5.2	硬件电路设计	312
11.5.3	软件程序设计	317
11.6	带输入和存储功能的音乐播放器设计	324
11.6.1	功能要求	324
11.6.2	硬件电路设计	324
11.6.3	软件程序设计	324
	复习思考题	332
附录 A	8051 指令表	333
附录 B	Proteus 中的常用元器件	338
	参考文献	340

1.1 8051 单片机的特点与基本结构

8051 系列单片机是在美国 Intel 公司于 20 世纪 80 年代推出的 MCS-51 系列高性能 8 位单片机的基础上发展而来的,它在单一芯片内集成了并行 I/O 口、异步串行口、16 位定时器/计数器、中断系统、片内 RAM 和片内 ROM 以及其他一些功能部件。现在 8051 系列单片机已经有了很大的发展,除了 Intel 公司之外,Philips、Siemens、AMD、Fujitsu、OKI、Atmel、SST、Winbond 等公司都推出了以 8051 为核心的新一代 8 位单片机,这种新型单片机的集成度更高,在片内集成了更多的功能部件,如 A/D、PWM、PCA、WDT 以及高速 I/O 口等。不同公司推出的 8051 具有各自的功能特点,但它们的内核都是以 Intel 公司的 MCS-51 为基础的,并且指令系统兼容,从而给用户带来了广阔的选择范围的同时又可以采用相同的开发工具。

8051 系列单片机在存储器的配置上采用“哈佛”结构,即在物理上具有独立的程序存储器和数据存储器,而在逻辑上则采用相同的地址空间,利用不同的指令和寻址方式进行访问,可分别寻址 64KB 的程序存储器空间和 64KB 的数据存储器空间,充分满足工业测量控制的需要。共有 111 条指令,其中包括乘除指令和位操作指令。中断源有 5 个(8032/8052 为 6 个),分为 2 个优先级,每个中断源的优先级是可编程的,在 8051 系列单片机的内部 RAM 区中开辟了 4 个通用工作寄存器,共有 32 个通用寄存器,可以适用于多种中断或子程序嵌套的情况。另外还在内部 RAM 中开辟了 1 个位寻址区,利用位操作指令可以对位寻址区中每个单元的每一个位直接进行操作,特别适合于解决各种开关控制和逻辑问题。ROM 型 8051 在单芯片应用方式下其 4 个并行 I/O 口(P0~P3)都可以作为输入输出之用,在扩展应用方式下则需要采用 P0 和 P2 口作为片外扩展地址总线之用。8051 单片机内部集成了 2 个(8032/8052 为 3 个)16 位定时器/计数器,可以十分方便地进行定时和计数操作,还集成了 1 个全双工的异步串行接口,可同时发送和接收数据,为单片机之间的相互通信或与上位机通信带来极大的方便。

8051 单片机的基本组成如图 1.1 所示。一个单片机芯片内包括中央处理器 CPU,它是单片机的核心,用于产生各种控制信号,并完成对数据的算术逻辑运算和传送。内部数据存储器 RAM,用以存放可以读/写的数据。内部程序存储器 ROM,用以存放程序指令或某些常数表格。4 个 8 位的并行 I/O 接口 P0、P1、P2 和 P3,每个口都可以用作输入或者输出。2 个(8051)或 3 个(8052)定时器/计数器,用来作外部事件计数器,也可用来定时。内部中断系统具有 5 个中断源,2 个优先级的嵌套中断结构,可实现二级中断服务程序嵌套,每一个中断源都可用软件程序规定为高优先级中断或低优先级中断。一个串行接口电路,可用

于异步接收发送器。内部时钟电路,但晶体和微调电容需要外接,振荡频率可以高达40MHz。以上各部分通过内部总线相连接。

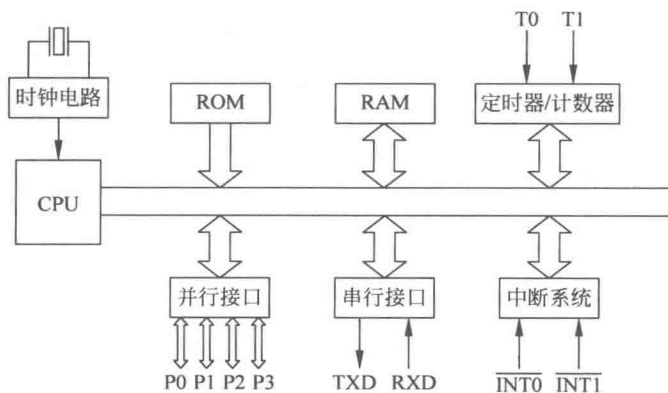


图 1.1 8051 单片机的基本组成

在很多情况下,单片机还要和外部设备或外部存储器相连接,连接方式采用三总线(地址、数据、控制)方式,但在8051单片机中,没有单独的地址总线和数据总线,而是与通用并行I/O口中的P0口及P2口共用的,P0口分时作为低8位地址线和8位数据线,P2口则作为高8位地址线用,可形成16条地址线和8条数据线。一定要建立一个明确的概念,即单片机在进行外部扩展时的地址线和数据线都不是独立的总线,而是与并行I/O口公用的,这是8051单片机结构上的一个特点。

图1.2所示为8051单片机内部结构框图,其中中央处理器CPU包含运算器和控制器两大部分,运算器完成各种算术和逻辑运算,控制器在单片机内部协调各功能部件之间的数据传送和运算操作,并对单片机外部发出若干控制信息。

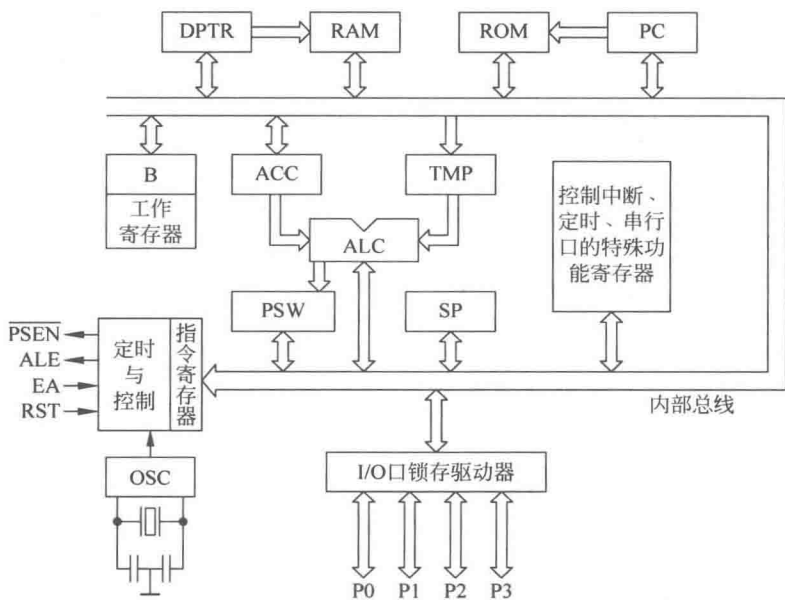


图 1.2 8051 单片机的内部结构

1. 运算器

运算器以算术逻辑单元 ALU 为核心,加上累加器 ACC、暂存寄存器 TMP 和程序状态字寄存器 PSW 等组成。

ALU 主要用于完成二进制数据的算术和逻辑运算,并通过对运算结果的判断影响程序状态字寄存器 PSW 中有关位的状态。

累加器 ACC 是一个 8 位的寄存器(在指令中一般写为 A),它通过暂存寄存器 TMP 与 ALU 相连,ACC 的工作最为繁忙,因为在进行算术逻辑运算时,ALU 的一个输入多为 ACC 的输出,而大多数运算结果也需要送到 ACC 中。在做乘除运算时,B 寄存器用来存放一个操作数,它也用来存放乘除运算后的一部分结果,若不做乘除操作,B 寄存器可用作通用寄存器。程序状态字寄存器 PSW 也是一个 8 位寄存器,用于存放运算结果的一些特征,格式如下:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P

其中各位的意义如下。

(1) CY: 进位标志。在进行加法或减法运算时,若运算结果的最高位有进位或借位, CY=1,否则 CY=0,在执行位操作指令时,CY 作为位累加器。

(2) AC: 辅助进位标志。在进行加法或减法运算时,若低半字节向高半字节有进位或借位,AC=1,否则 AC=0,AC 还作为 BCD 码运算调整时的判别位。

(3) F0: 用户标志。用户可根据自己的需要对 F0 赋以一定的含义,例如可以用软件来测试 F0 的状态以控制程序的流向。

(4) RS1 和 RS0: 工作寄存器组选择。可以用软件来置位或复位。它们与工作寄存器组的关系见表 1.1。

表 1.1 RS1、RS0 与工作寄存器组的关系

RS1	RS0	工作寄存器组	片内 RAM 地址
0	0	第 0 组	00H~07H
0	1	第 1 组	08H~0FH
1	0	第 2 组	10H~17H
1	1	第 3 组	18H~1FH

(5) OV: 溢出标志。当两个带符号的单字节数进行运算,结果超出 $-128\sim+127$ 的范围时,OV=1,表示有溢出,否则 OV=0 表示无溢出。

(6) PSW 中的 D1 位为保留位,对于 8051 来说没有意义,对于 8052 来说为用户标志,与 F0 相同。

(7) P: 奇偶校验标志。每条指令指行完毕后,都按照累加器 A 中“1”的个数来决定 P 值,当“1”的个数为奇数时,P=1,否则 P=0。

2. 控制器

控制器包括定时控制逻辑、指令寄存器、指令译码器、程序计数器 PC、数据指针 DPTR、

堆栈指针 SP、地址寄存器和地址缓冲器等。它的功能是对逐条指令进行译码,并通过定时和控制电路在规定的时刻发出各种操作所需的内部和外部控制信号,协调各部分的工作。下面简单介绍其中主要部件的功能。

(1) 程序计数器 PC: 用于存放下一条将要执行指令的地址。当一条指令按 PC 所指向的地址从程序存储器中取出之后,PC 的值会自动增量,即指向下一条指令。

(2) 堆栈指针 SP: 用来指示堆栈的起始地址。8051 单片机的堆栈位于片内 RAM 中,而且属于“上长型”堆栈,复位后 SP 被初始化为 07H,使得堆栈实际上由 08H 单元开始。必要时可以给 SP 装入其他值,重新规定栈底的位置。堆栈中数据操作规则是“先进后出”,每往堆栈中压入一个数据,SP 的内容自动加 1,随着数据的压入,SP 的值将越来越大,当数据从堆栈弹出时,SP 的值将越来越小。

(3) 指令译码器: 当指令送入指令译码器后,由译码器对该指令进行译码,即把指令转变成为所需要的电平信号,CPU 根据译码器输出的电平信号使定时控制电路产生执行该指令所需要的各种控制信号。

(4) 数据指针寄存器 DRTR: 它是一个 16 位寄存器,由高位字节 DPH 和低位字节 DPL 组成,用来存放 16 位数据存储器的地址,以便对片外 64KB 的数据 RAM 区进行读/写操作。

采用 40 引脚双列直插封装(DIP)的 8051 单片机引脚分配如图 1.3 所示。各引脚功能如下。

(1) RST/VPD(9): RST 是复位信号输入端。当此输入端保持两个机器周期(24 个振荡周期)的高电平,就可以完成复位操作。第二功能是 VPD,即备用电源输入端,当主电源发生故障,降低到规定的低电平以下时,VPD 将为片内 RAM 提供备用电源,以保证存储在 RAM 中的信息不丢失。

(2) XTAL2(18)和 XTAL1(19): 在使用单片机内部振荡电路时,这两个端子用来外接石英晶体和微调电容(见图 1.4(a))。在使用外部时钟时,则用来输入时钟脉冲,但对 NMOS 和 CMOS 芯片接法不同,图 1.4(b)所示为 NMOS 芯片 8051 外接时钟,图 1.4(c)所示为 CMOS 芯片 8051 外接时钟。

(3) VSS(20): 接地。

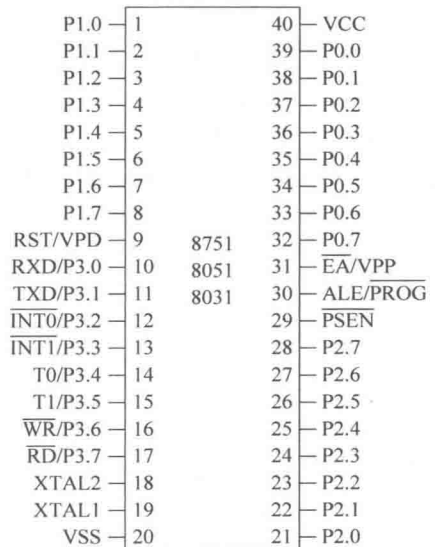


图 1.3 8051 系列单片机引脚分配图

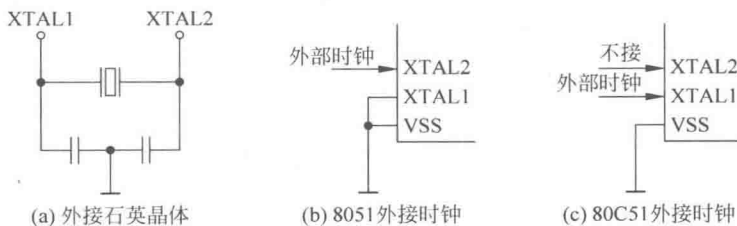


图 1.4 8051 单片机的时钟接法

(4) $\overline{VCC}(40)$: 接+5V 电源。

(5) $\overline{EA}/VPP(31)$: 访问外部存储器的控制信号。当 \overline{EA} 为高电平时,访问单片机片内程序存储器,当程序计数器 PC 的值超过 0FFFH(对 8051)或 1FFFH(对 8052)时,将自动转向执行单片机片外程序存储器内的程序。当 \overline{EA} 保持低电平时,则只访问外部程序存储器,不管是否有片内程序存储器。第二功能, VPP 为对 8051 片内 EPROM 的 21V 编程电源输入。

(6) $\overline{ALE}/\overline{PROG}(30)$: \overline{ALE} 是地址锁存允许信号,在访问外部存储器时,用来锁存由 P0 口送出的低 8 位地址信号。在不访问外部存储器时, \overline{ALE} 以振荡频率 1/6 的固定速率输出脉冲信号。因此它可用作对外输出的时钟。但要注意,只要外接有存储器,则 \overline{ALE} 端输出的就不再是连续的周期脉冲信号了。第二功能, \overline{PROG} 是用于对 8751 片内 EPROM 编程的脉冲输入端。

(7) $\overline{PSEN}(29)$: 它是外部程序存储器 ROM 的读选通信号。在执行访问外部 ROM 指令的时候,会自动产生 \overline{PSEN} 信号,而在访问外部数据存储器 RAM 或访问内部 ROM 时,不产生 \overline{PSEN} 信号。

(8) P1.0~P1.7(1~8): 双向 I/O 口 P1。P1 口能驱动(吸收或输出电流)4 个 LS 型 TTL 负载。在对 EPROM 编程和程序验证时,它接收低 8 位地址。在 8052 单片机中,P1.0 还用作定时器 2 的计数触发输入端 T2,P1.1 还用作定时器 2 的外部控制端 T2EX。

(9) P3.0~P3.7(10~17): 双向 I/O 口 P3,P3 口能驱动(吸收或输出电流)4 个 LS 型 TTL 负载。P3 口的每条引脚都有各自的第二功能。

(10) P0.0~P0.7(39~32): 双向 I/O 口 P0。第二功能是在访问外部存储器时,可分时用作低 8 位地址和 8 位数据线,在对 8751 编程和校验时,用于数据的输入和输出。P0 口能以吸收电流的方式驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。

(11) P2.0~P2.7(21~28): 双向 I/O 口 P2。P2 口可以驱动(吸收或输出电流)4 个 LS 型 TTL 负载。第二功能是在访问外部存储器时,输出高 8 位地址。在对 EPROM 编程和校验时,它接收高位地址。

1.2 8051 单片机的存储器结构

图 1.5 所示为 8051 系列单片机存储器结构图。在物理上它有 3 个存储器空间:程序存储器(CODE 空间)、片内数据存储器(IDATA 和 DATA 空间)、片外数据存储器(XDATA 空间)。访问不同存储器空间时需采用不同的指令。

(1) 程序存储器 ROM。8051 单片机程序存储器 ROM 空间大小为 64KB,地址范围为 0000H~FFFFH,用于存放程序代码和一些表格常数,称为 CODE 空间。8051 单片机专门提供一个引脚 \overline{EA} 来区分片内 ROM 和片外 ROM, \overline{EA} 引脚接高电平时,单片机从片内 ROM 中读取指令,当指令地址超过片内 ROM 空间范围后,就自动地转向片外 ROM 读取指令; \overline{EA} 引脚接低电平时,所有的取指操作均对片外 ROM 进行。程序存储器的某些地址单元是保留给系统使用的:0000H~0002H 单元是所有执行程序的人口地址,复位后 CPU 总是从 0000H 地址开始执行程序;0003H~002BH 单元均匀地分为 5 段,用于 5 个中断服务程序