

• 高等学校信息类专业精品资源共享课规划教材 •

单片机原理 与应用系统设计

◎ 张东阳 李洪奎 岳明凯 编著



清华大学出版社



• 高等学校信息

教材 •

单片机原理 与应用系统设计

◎ 张东阳 李洪奎 岳明凯 编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书旨在为学生提供一种强调工程基础,建立在真实世界的产品和系统的“构思—设计—实现—运行”全过程的工程教育,切实提高教学质量,快速培养更多的高级应用型人才。

本书首先以“用单片机点亮一盏灯”为实例,让初学者快速掌握单片机应用系统的开发工具,提高初学者对单片机应用系统与开发的认知和兴趣。在51系列单片机汇编语言及其应用程序设计、51系列单片机基本内部资源及其应用系统设计、51系列单片机常用接口及其应用系统设计、51系列单片机测控技术及其应用系统设计、51系列单片机应用系统实物设计等章节知识的介绍过程中,均以较完整的单片机应用系统设计为实例,对单片机原理和应用技术及其应用系统设计进行深入的论述,把单片机原理及其应用技术与单片机应用系统设计有机地结合起来,使学生在系统地掌握单片机原理和应用技术的同时,切实提高其单片机应用系统设计与开发能力。

本书给出了所有实例的电路原理图及汇编语言源程序或C语言源程序,且所有实例均在Proteus 7.8和Keil μ Vision4软件平台上仿真通过,可直接运行。

本书既可作为高等院校相关专业的本科生及高职高专学生教材,也可作为学生实验及课程设计的配套教材,同时也可作为电子设计工程师培训教材,以及广大单片机爱好者自学使用的指导资料。

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

单片机原理与应用系统设计/张东阳,李洪奎,岳明凯编著. —北京:清华大学出版社,2017
(高等学校信息类专业精品资源共享课规划教材)
ISBN 978-7-302-44920-1

I. ①单… II. ①张… ②李… ③岳… 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(2016)第213056号

责任编辑:贾 斌 王冰飞

封面设计:刘 键

责任校对:时翠兰

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 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19 字 数:461千字

版 次:2017年1月第1版 印 次:2017年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:37.50元

产品编号:070309-01

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)的简称,自 20 世纪 70 年代问世以来,由于其具有集成度高、处理功能强、可靠性好、系统结构简单、体积小、速度快、功耗低、价格低廉等特点,在武器装备、航空航天、机器人、智能仪器仪表、工业检测控制、机电一体化、家用电器等许多领域得到了广泛的应用,并对人类社会产生了巨大的影响。同时,单片机的学习、开发和应用,也造就了一大批计算机应用与智能化控制的人才。

目前,单片机技术已经成为从事智能化产品开发工作的工程人员必备的技术。在工科院校,单片机原理与应用已成为非常重要的专业基础课,单片机的应用能力成为当代工科大学生一种不可或缺的技能。单片机原理与应用课程涉及的内容非常广泛,如何使学生在有限的时间内(课程教学一般为 32~56 学时)较好地掌握单片机的基本原理和应用技术,对单片机应用系统进行初步的设计和开发是一个非常重要的教学研究课题。

传统的单片机原理与应用课程教学模式中的教学顺序一般为单片机的指令系统、汇编语言程序设计、C 语言程序设计、I/O 口、定时/计数器、中断系统、串行通信、I/O 扩展、A/D 转换、D/A 转换等。在这种教学模式中,实验往往放在教学课程的中期,甚至是教学课程结束后。由于课程开始的时候,大多数学生学习目标不明确,有的甚至不知道单片机是用来做什么的,再加上学习内容枯燥乏味,所以学习兴趣不大,学习积极性不高,导致几周教学过后,学生的学习兴趣全无。这时即便是开始实验,许多学生也有了厌倦的感觉,有的干脆就放弃了。同时,目前的实验大多使用单片机实验箱,这种实验与实际的单片机应用系统设计开发在过程上有很大的差异,致使学生完全没有掌握单片机的硬件系统设计,不熟悉软件的编程、汇编及写入单片机的整个过程,当遇到实际的开发项目时,总是感到无从下手。这种课程教学模式与高校的现代实用型人才培养模式是完全相悖的,已经不能满足当前的教学需要。

近几年来,为了提高教学质量,培养更多的高级应用型人才,课题组以单片机原理与应用课程为核心开展了以设计为主线、面向学生实践能力培养的课程教学改革探索与实践,建设了精品资源共享课《单片机原理与应用》,参与了教育部以设计为主线、面向学生能力培养的人才培养模式课题的实施工作,在课程教材编写的内容和方式方法、课堂教学的内容和方式方法、实验教学的内容和方式方法、考试考核的内容和方式方法、综合成绩评定的内容和方式方法、课程教学质量保障体系等一系列涉及教与学的各个方面,进行了大胆的探索与实践,并取得了较好的成效。学生的设计能力得到了大幅度提高,自信心显著增强,精神面貌焕然一新,为他们后续的课程学习和顺利走上工作岗位奠定了坚实的基础。

目前高等院校单片机原理与应用课程所使用的教材,大多偏重于单片机原理和编程语言的论述,对于没有单片机应用系统开发经验的初学者很难快速理解、消化和吸收,以至于最后许多学生对单片机原理和应用技术只是概略的了解,根本不能够进行单片机应用系统的设计与开发。与此相反,许多应用于企业员工培训、以设计为主的培训教材,往往是针对具有一定单片机应用系统开发经验的人员所编著的,主要强调单片机应用系统的设计方法和技巧,对单片机的原理和应用技术很少提及。初学者只能是被动地掌握单片机应用系统的设计方法,对单片机原理和应用技术不能够系统地掌握,在单片机应用系统的设计和开发过程中,不能与单片机原理和应用技术较好地联系起来,因此影响了单片机应用系统综合开发能力的后期培养。

为使单片机原理与应用系统设计的初学者,能够快速提高对单片机应用系统设计与开发的兴趣和爱好,在较短的时间内系统地掌握单片机原理和应用技术,顺利进行单片机应用系统的设计与开发,为后续的学习和工作奠定坚实的基础,特编著此书。

本书的主要特点如下。

(1) 为学生提供一种强调工程基础,建立在真实世界的产品和系统的“构思—设计—实现—运行”全过程的工程教育。本书首先以“用单片机点亮一盏灯”为实例,让初学者快速掌握单片机应用系统的开发工具,提高初学者对单片机应用系统设计与开发的认知和兴趣。在后续的每一个知识点的介绍过程中,在对单片机原理和应用技术进行简要论述的基础上,均以较完整的单片机应用系统设计为实例,把单片机理论和应用技术与单片机应用系统设计实践有机地结合起来,进一步对单片机原理和应用技术进行深入的论述,使学生在系统地掌握单片机原理和应用技术理论的同时,完整地掌握“构思—设计—实现—运行”全过程的工程设计,切实提高学生的单片机应用系统的设计与开发能力。

(2) 以完整的单片机应用系统设计为主,为初学者提供一种得心应手的学习工具。在本书中,单片机应用系统设计实例均包含系统设计要求、系统设计分析、系统原理图设计、系统程序流程图设计、系统汇编语言源程序设计或 C 语言源程序设计、在 Keil 中对程序进行仿真调试、在 Proteus 中进行系统仿真调试,或在 Keil 和 Proteus 中进行系统联合仿真调试等,使初学者在没有教师指导的情况下,按照系统设计实例的操作步骤,也能够很好地进行单片机应用系统的设计,切实提高学习兴趣、学习积极性和学习成效。

(3) 以单片机原理的学习和应用系统设计为主,以编程语言的学习为辅。本书按照工程设计的思想,在每一个具体的单片机应用系统设计的过程中,让学生根据系统设计的需要,进行单片机原理的学习和应用系统设计,在系统设计过程中,较好地掌握编程语言的使用和程序设计的方法,切实培养工程设计能力。

(4) 在单片机原理的学习和应用系统设计的过程中,以汇编语言程序设计为主,同时兼顾 C 语言程序设计,使学生在快速掌握单片机的原理和应用技术的同时,把汇编语言程序设计与 C 语言程序设计有效地结合起来,较好地进行单片机应用系统的设计和开发。

(5) 课外作业以设计性作业为主。在课程教学实例的基础上,合理地设计一系列综合性的课外设计作业,进一步提高学生单片机应用系统的设计能力,激发其兴趣,培养其爱好,提高其自信心和成就感,让学生在反反复复的设计过程中较好地掌握单片机应用系统的设

计思路和方法。

(6) 以仿真设计为主,以实物设计为辅,使初学者在快速掌握单片机原理及应用系统设计的基础上,通过大量的单片机应用系统的仿真设计,积累一定的单片机应用系统的设计和开发经验,同时能够基本掌握单片机应用系统实物设计的方法,通过后续的以单片机应用系统实物设计为主的综合设计训练后,可以较好地进行单片机应用系统实物的设计。

本书共分 8 章,各章主要内容如下。

第 1 章,概述。主要论述计算机、微型计算机与单片机相互之间的关系,单片机的结构与组成,单片机的分类和指标,常用单片机系列及其特点,单片机应用系统和应用领域等。

第 2 章,单片机应用系统的设计与开发环境。简要论述单片机应用系统设计与开发的硬件和软件环境等,并以“用单片机点亮一盏灯”为应用实例,重点介绍 Proteus 和 Keil C51 开发平台的基本使用方法。

第 3 章,51 系列单片机的基本硬件结构及其功能。主要内容包括 51 系列单片机的内部结构,引脚信号和微处理器。重点介绍微处理器中的运算部件、控制部件、振荡器、CPU 时序和存储器的基本结构与工作原理等。

第 4 章,51 系列单片机汇编语言及其应用程序设计。主要内容包括 51 系列单片机指令系统与寻址方式,51 系列单片机汇编语言程序结构及汇编语言程序设计。

第 5 章,51 系列单片机基本内部资源及其应用系统设计。主要内容包括 51 系列单片机最基本的并行输入/输出端口、定时/计数器、中断及串行输入/输出的基本原理及其应用系统设计。

第 6 章,51 系列单片机常用接口及其应用系统设计。主要内容包括 LED 数码管、LCD 液晶显示器、键盘、A/D 转换器和 D/A 转换器等 51 系列单片机的主要接口及其应用系统设计。

第 7 章,51 系列单片机测控技术及其应用系统设计。主要内容包括智能传感器探(检)测原理及其应用系统设计,直流电动机和步进电动机的控制原理及其应用系统设计,RS-485 多机远程通信原理及其应用系统设计。

第 8 章,51 系列单片机应用系统实物设计。主要内容包括单片机应用系统的一般硬件构成,单片机应用系统设计的主要内容和设计过程,并以红外探测系统和超声波测距系统作为设计实例,讲述单片机应用系统实物设计的具体过程和方法。

在本书的编著过程中,除了参考文献所列出的书籍、文献和资料外,编者还参阅了其他书籍、文献和网上资料,在此向所有作者表示衷心的感谢。

在本书的编著过程中,得到了编者所在学校各级领导及教研室各位老师的大力支持和帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

本书给出了所有实例的电路原理图及汇编语言源程序或 C 语言源程序,且所有实例均在 Proteus 7.8 和 Keil μ Vision4 软件平台上仿真通过,可直接运行。

为了快速高效地提高学生的实际产品设计开发能力,本课题组推出了“单片机原理与应用系统设计实例实物开发平台”,本教材所有实例均可通过该平台快速设计出实物。

在本书的编著过程中,段代峰、徐雷霆、张敏、顾佳杰、郭振、谢法威、侯良伟、柴建宇、张

超群、苏永超、邓昭伟、蒋志举、翁盘江、杨子亮等本专业多届学生先后提出了许多有利于初学者学习和使用的意见和建议,在此也向他们表示衷心的感谢。

感谢清华大学出版社的编辑为本书的编写提供许多宝贵建议和大力支持。

由于编者知识水平和经验的局限性,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

Email: dongyangz@163.com。

编 者

2016年10月

图书资源支持

感谢您一直以来对清华版图书的支持和爱护。为了配合本书的使用,本书提供配套的素材,有需求的用户请到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn>)上查询和下载,也可以拨打电话或发送电子邮件咨询。

如果您在使用本书的过程中遇到了什么问题,或者有相关图书出版计划,也请您发邮件告诉我们,以便我们更好地为您服务。

我们的联系方式:

地 址: 北京海淀区双清路学研大厦 A 座 707

邮 编: 100084

电 话: 010-62770175-4604

资源下载: <http://www.tup.com.cn>

电子邮件: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

QQ: 883604(请写明您的单位和姓名)

用微信扫一扫右边的二维码,即可关注清华大学出版社公众号“书圈”。



扫一扫

资源下载、样书申请
新书推荐、技术交流

目 录

CONTENTS

第 1 章 概述	1
1.1 计算机、微型计算机与单片机.....	1
1.2 单片机的内部组成	3
1.3 单片机的分类和主要指标	5
1.3.1 单片机的分类.....	5
1.3.2 单片机的主要指标.....	5
1.4 常用单片机系列及其特点	6
1.5 单片机的特点	8
1.6 单片机应用系统	8
1.7 单片机的应用领域	9
课外设计作业	10
第 2 章 单片机应用系统的设计与开发环境	11
2.1 用单片机点亮一盏灯实例.....	11
2.2 Proteus 7.8 开发平台	12
2.3 Keil C51 的使用方法.....	19
2.4 Proteus VSM 虚拟系统模型	35
2.5 Proteus ARES 的 PCB 设计.....	48
课外设计作业	55
第 3 章 51 系列单片机的基本硬件结构及其功能	56
3.1 单片机的封装形式及其引脚识别方法.....	56
3.1.1 单片机的封装形式	56
3.1.2 单片机的引脚识别方法	57
3.2 51 系列单片机的引脚及功能	57
3.3 51 系列单片机的总线结构	59
3.4 单片机中的数制.....	60
3.5 51 系列单片机的内部结构	62
3.5.1 运算器	62

3.5.2	控制器	64
3.5.3	振荡器	65
3.5.4	CPU 时序	66
3.5.5	存储器	67
3.5.6	单片机工作原理实例分析	73
3.6	51 系列单片机的复位电路与复位状态	75
3.6.1	复位电路	75
3.6.2	复位状态	76
3.7	51 系列单片机的低功耗方式	77
3.7.1	方式设定	77
3.7.2	空闲(等待、待机)工作方式	78
3.7.3	掉电(停机)工作方式	78
3.8	51 系列单片机的最小系统	79
	课外设计作业	79
第 4 章	51 系列单片机汇编语言及其应用程序设计	80
4.1	51 系列单片机指令系统与寻址方式	80
4.1.1	51 系列单片机指令系统概述	80
4.1.2	51 系列单片机的寻址方式	81
4.1.3	51 系列单片机指令系统	84
4.2	51 系列单片机汇编语言程序结构	96
4.2.1	汇编语言的指令类型	96
4.2.2	汇编语言的伪指令	97
4.2.3	汇编语言的汇编	98
4.2.4	汇编语言格式	98
4.2.5	汇编语言程序结构	98
4.3	51 系列单片机汇编语言程序设计	101
4.3.1	程序设计	101
4.3.2	程序设计语言	101
4.3.3	汇编语言程序设计步骤与方法	102
4.3.4	汇编语言程序设计实例	105
	课外设计作业	109
第 5 章	51 系列单片机基本内部资源及其应用系统设计	110
5.1	并行输入/输出(I/O)端口及其应用系统设计	110
5.1.1	P0 口结构、功能及操作	110
5.1.2	P1 口结构、功能及操作	113
5.1.3	P2 口结构、功能及操作	113
5.1.4	P3 口结构、功能及操作	114

5.1.5	并行输入/输出端口应用系统设计	115
5.2	定时/计数器及其应用系统设计	122
5.2.1	定时/计数器的结构及其工作原理	123
5.2.2	定时/计数器的工作方式	126
5.2.3	定时/计数器应用系统设计	128
5.3	中断及其应用系统设计	135
5.3.1	中断的基本概念	135
5.3.2	中断源	136
5.3.3	中断控制	136
5.3.4	中断响应	140
5.3.5	中断应用系统设计	141
5.4	串行口通信及其应用系统设计	149
5.4.1	数据通信方式	149
5.4.2	串行通信方式	150
5.4.3	串行口的功能与结构	154
5.4.4	串行口控制寄存器	155
5.4.5	串行口的工作方式	156
5.4.6	波特率的确定	158
5.4.7	串行口的初始化	159
5.4.8	两个单片机串行通信应用系统设计	160
5.4.9	串行口扩展应用系统设计	164
	课外设计作业	167
第 6 章	51 系列单片机常用接口及其应用系统设计	168
6.1	LED 数码管及其应用系统设计	168
6.1.1	LED 数码管的结构与分类	168
6.1.2	LED 数码管的显示方式	169
6.1.3	LED 数码管应用系统设计	171
6.2	液晶显示器及其应用系统设计	178
6.2.1	液晶显示器概述	178
6.2.2	LCD 液晶显示器的分类	178
6.2.3	1602 字符型 LCD 液晶显示模块	179
6.2.4	基于 1602LCD 的液晶显示应用系统设计	183
6.3	键盘及其应用系统设计	188
6.3.1	键盘的工作原理	189
6.3.2	独立式键盘与矩阵式键盘	189
6.3.3	键编码与键值	193
6.3.4	键盘应用系统设计	194
6.4	A/D 转换器及其应用系统设计	201

6.4.1	A/D 转换器概述	201
6.4.2	A/D 转换器与单片机的接口	202
6.4.3	A/D 转换器芯片 ADC0808	203
6.4.4	基于 ADC0808 的 A/D 转换器与单片机的接口应用系统设计	205
6.5	D/A 转换器及其应用系统设计	209
6.5.1	D/A 转换器概述	209
6.5.2	D/A 转换器与单片机的接口	210
6.5.3	D/A 转换器芯片 DAC0832	211
6.5.4	基于 DAC0832 的 D/A 转换器与单片机的接口应用系统设计	213
	课外设计作业	215
第 7 章	51 系列单片机测控技术及其应用系统设计	216
7.1	智能传感器及其应用系统设计	216
7.1.1	智能传感器概述	216
7.1.2	智能传感器的主要功能和特点	217
7.1.3	智能传感器的实现途径和主要形式	218
7.1.4	数字温湿度传感器 SHT1x	218
7.1.5	基于 SHT10 的智能传感器应用系统设计	226
7.2	直流电动机及其应用系统设计	233
7.2.1	直流电动机概述	233
7.2.2	直流电动机控制原理	233
7.2.3	常用直流电动机的驱动电路	235
7.2.4	PWM 信号产生的方法	237
7.2.5	基于 L298N 的直流电动机控制系统设计	238
7.3	步进电动机控制系统设计	241
7.3.1	步进电动机概述	241
7.3.2	步进电动机的种类和主要技术指标	242
7.3.3	四相五线步进电动机 28BYJ-48 的驱动	243
7.3.4	基于 ULN2003A 的步进电动机控制系统设计	244
7.4	RS-485 多机远程通信及其应用系统设计	247
7.4.1	RS-485 接口概述	247
7.4.2	RS-485 接口芯片及其使用方法	247
7.4.3	MAX487 芯片及其工作原理	248
7.4.4	单片机之间的主从式多机通信	249
7.4.5	基于 MAX487 的多机远程通信系统设计	250
	课外设计作业	259
第 8 章	51 系列单片机应用系统实物设计	260
8.1	单片机应用系统的一般硬件构成	260

8.2	单片机应用系统设计的主要内容	263
8.3	单片机应用系统的设计过程	264
8.3.1	系统总体设计	264
8.3.2	硬件系统设计	265
8.3.3	软件系统设计	267
8.3.4	系统联机调试	269
8.3.5	性能测试	269
8.3.6	生成正式产品	270
8.4	基于 51 系列单片机的被动红外探测系统设计	270
8.4.1	红外探测技术概述	270
8.4.2	红外探测原理	270
8.4.3	YL-38 红外探测模块	271
8.4.4	被动红外探测系统实物设计	271
8.5	基于 51 系列单片机的超声波测距系统设计	275
8.5.1	超声波测距技术概述	275
8.5.2	超声波测距原理	276
8.5.3	HC-SR04 超声波测距模块	276
8.5.4	锁存器 74HC373	278
8.5.5	超声波测距系统实物设计	279
	课外设计作业	284
	附录 A MCS51 系列单片机指令一览表	285
	参考文献	289

1.1 计算机、微型计算机与单片机

计算机(Computer)俗称电脑,是一种用于高速计算的电子仪器,既可以进行数值计算,又可以进行逻辑计算,还具有存储记忆功能,是能够按照程序运行,自动、高速处理海量数据的现代化智能电子设备。计算机由硬件系统和软件系统所组成。没有安装任何软件的计算机称为裸机。计算机可分为超级计算机、工业控制计算机、网络计算机、个人计算机、嵌入式计算机等。较先进的计算机有生物计算机、光子计算机、量子计算机等。

计算机是20世纪最先进的科学技术发明之一,对人类的生产活动和社会活动产生了极其重要的影响,并以强大的生命力飞速发展。它的应用领域从最初的军事科研应用扩展到社会的各个领域,已形成了规模巨大的计算机产业,带动了全球范围的技术进步,由此引发了深刻的社会变革。目前,计算机已遍及学校、企事业单位,成为信息社会中必不可少的工具。

微型计算机简称“微型机”“微机”等,由于其具备人脑的某些功能,因此也称其为“微电脑”,是由大规模集成电路组成的、体积较小的电子计算机。典型的微型计算机包括运算器、控制器、存储器、输入/输出接口4个组成部分。如果把运算器与控制器封装在一小块芯片上,则称该芯片为微处理器(Micro Processing Unit, MPU)或中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。如果将它与大规模集成电路制成的存储器、输入/输出接口电路在印制电路板上用总线连接起来,就构成了微型计算机。其特点是体积小、灵活性大、价格便宜、使用方便。

把微型计算机集成在一个芯片上即构成单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),即单片机。单片机是典型的嵌入式微控制器(Micro Controller Unit, MCU),因此单片机又称单片微控制器,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。也就是说,单片机是一块芯片上的微型计算机,是一种集成电路芯片,是采用超大规模

集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器(CPU)和随机存储器(Random Access Memory, RAM)、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)及其他输入/输出(Input/Output, I/O)通信接口集成在一块芯片上,构成一个小而完善的微型计算机系统。

单片机由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备等构成,相当于一个微型计算机(最小系统)。与计算机相比,只是缺少了外围设备等。它具有体积小、质量轻、价格便宜等特点,为学习、应用和开发提供了便利条件。同时,学习使用单片机也是了解计算机原理与结构的最佳选择。

为了突出单片机在嵌入式系统中的主导地位,许多半导体公司在单片机内部还集成了许多外围功能电路和外设接口,如模/数转换(Analog-to-Digital Converter, ADC)、脉冲宽度调制(Pulse Width Modulation, PWM)等单元,突出了单片机的控制特性,使得单片机的功能越来越强大,应用越来越广泛。

单片机最早是用在工业控制领域。从 Intel 公司于 1971 年生产的第一片单片机 Intel 4004 开始,单片机就开创了电子应用的智能化新时代。单片机以其高性价比和灵活性,牢固树立了在嵌入式系统中的“霸主”地位。在 PC(Personal Computer)以 286、386、486、Pentium 高速更新换代的同时,单片机却“始终如一”的保持着其旺盛的生命力,如 80C51 系列单片机已有多年的生命期,如今仍保持着上升的趋势。

尽管单片机主要是为控制目的而设计的,但它仍然具备微型计算机的全部特征,因此单片机的功能部件和工作原理与微型计算机也是基本相同的,读者可以通过参照微型计算机的基本组成和工作原理逐步接近单片机。微型计算机的基本结构如图 1.1 所示。

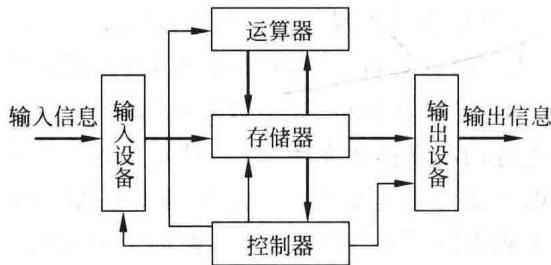


图 1.1 微型计算机的基本结构

由图 1.1 可知,微型计算机是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成的。几十年来,虽然微型计算机技术得到了最充分的发展,但是微型计算机在体系结构上仍属于经典的计算机结构。这种结构是由计算机的开拓者数学家约翰·冯·诺依曼最先提出的,称为冯·诺依曼计算机体系结构。

计算机的地址空间有冯·诺依曼结构和哈佛结构两种结构形式,如图 1.2 所示。

冯·诺依曼结构的特点是计算机只有一个地址空间,ROM 和 RAM 统一安排地址空间,地址不重叠。CPU 访问 ROM 和 RAM 使用的是相同的访问指令。迄今为止,计算机的发展虽然已经经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机、超大规模集成电路计算机等时期,但是当前市场上常见的大多数型号的计算机仍然遵循着冯·诺依曼体系的设计思路。

哈佛结构的特点是计算机的 ROM 和 RAM 被安排在两个不同的地址空间,ROM 和 RAM 可以有相同的地址,但 CPU 使用不同的指令访问不同的存储器空间。51 系列单片机

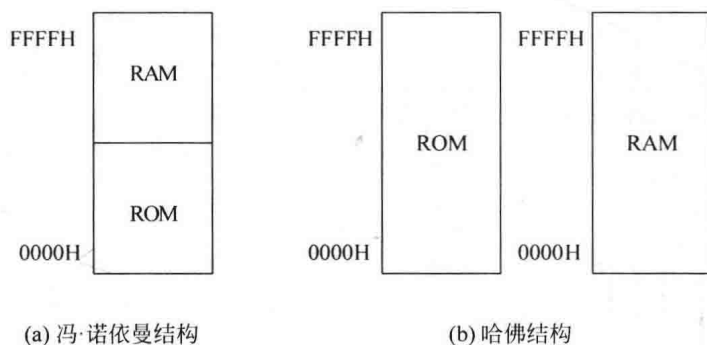


图 1.2 计算机存储器地址的两种结构形式

采用的是哈佛结构。

如果要使微型计算机按照需要解决某个具体问题,并不是把这个问题直接让微型计算机去解决,而是要用微型计算机可以“理解”的语言,如汇编语言、C语言、BASIC等,编写一系列解决这个问题的步骤,并输入到计算机中,命令它按照这些步骤顺序执行,从而使问题得以解决。编写解决问题的步骤,就是人们常说的编写程序(也称为程序设计或软件开发),计算机是严格按照程序对于各种数据或输入信息进行自动加工处理。

微型计算机的工作原理是预先把程序和数据用输入设备送入微型计算机内部的存储器中,由运算器完成程序中规定的各种算术和逻辑运算操作,由控制器理解程序的意图,并指挥各部件协调完成规定的任务,处理完成后把处理结果用输出设备输送出来。

1.2 单片机的内部组成

51系列单片机的内部组成功能可用图1.3所示的方框图来描述。图1.3与图1.1的对应关系是:CPU包含了控制器和运算器;ROM和RAM对应存储器,其中ROM存放程序,RAM存放数据;I/O对应输入设备和输出设备。单片机通过内部总线实现CPU、ROM、RAM、I/O各模块之间的信息传递。具体到某一种型号的单片机,其芯片内部集成的程序存储器ROM和数据存储器RAM可大可小,输入和输出端口(I/O)可多可少,但CPU只有一个。

单片机内部各部分的功能如下。

1. 中央处理器(CPU)

CPU又称微处理器或中央处理器,是单片机内部的核心部件,它决定了单片机的主要功能特性。CPU负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作,完成运算和控制输入/输出功能等操作。CPU就像人的大脑一样,决定了单片机的运算能力和处理速度。

2. 程序存储器 ROM

ROM是只读存储器的简称,是一种只能读出事先所存数据的固态半导体存储器,用来存放用户程序,可分为EPROM(Erasable Programmable ROM)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM)、Mask ROM(掩膜型只读存储器)、OTP ROM(一次性可编程只读存储器)和Flash ROM(闪存,快擦写存储器)等。EPROM型存储器编程(把程序代

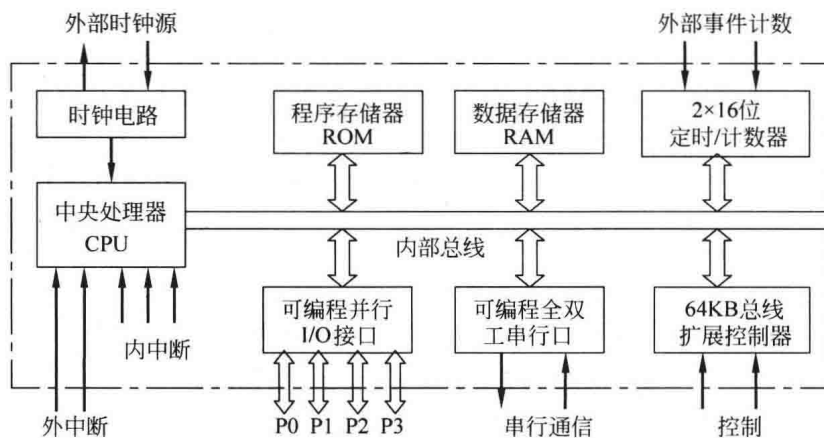


图 1.3 51 系列单片机的内部组成功能框图

码通过一种算法写入程序存储器的操作)后,其内容可用紫外线擦除,用户可反复使用,故特别适用于开发过程,但 EPROM 型单片机价格很高。EEPROM 型存储器编程后,其内容可用电擦除,用户也可反复使用,比 EPROM 更加方便,但其读写速度也不是很快。Mask ROM 型存储器的单片机价格最低,适用于大批量生产。由于 Mask ROM 型单片机的代码只能由生产厂商在制造芯片时写入,故用户更改程序代码十分不便,在产品未成熟时选用此类型单片机风险较高。OTP ROM 型单片机价格介于 EPROM 和 Mask ROM 型单片机之间,它允许用户自己对其进行编程,但只能写入一次。OTP ROM 型单片机生产多少完全可由用户自己掌握,不存在 Mask ROM 型有最小起订量和掩膜费的问题,另外,该类单片机价格已与掩膜型十分接近,故特别受中小批量客户的欢迎。Flash ROM 型单片机采用电擦除的方法进行修改其内容,允许用户使用编程工具或在系统 ISP(In-System-Programmable)中快速修改程序代码,且可以反复使用,故一推出就受到广大用户的欢迎。Flash ROM 型单片机既可以用于开发过程,也可用于批量生产,随着制造工艺的改进,价格不断下降,使用越来越普遍,已成为单片机的发展趋势。

3. 随机存储器 RAM

RAM 是随机存储器的简称,用来存放程序运行时的工作变量和数据,由于 RAM 的制造工艺复杂,价格比 ROM 高得多,因此单片机内部 RAM 非常宝贵,通常几十到几百字节。RAM 的内容是易失性(也称为易挥发性)的,掉电后会丢失。EEPROM 或 Flash ROM 型数据存储器,方便用户存放不经常改变的数据及其他重要信息。单片机通常还有特殊寄存器和通用寄存器,也属于 RAM 空间,但它们在单片机中存取数据速度很快,特殊寄存器还用于充分发挥单片机各种资源的功效,但这部分存储器占用存储空间更小。

4. 可编程并行输入/输出端口(Input/Output, I/O)

可编程并行输入/输出端口通常为独立的双向 I/O 口,既可以用作输入方式,又可用作输出方式,通过软件编程设定。单片机的 I/O 口也有不同的功能,有的内部具有上拉或下拉电阻,有的是漏极开路输出,有的能提供足够的电流可以直接驱动外部设备。I/O 口是单片机的重要资源,也是衡量单片机功能的重要指标之一。

5. 定时/计数器(TIMER/COUNTER, T/C)

定时/计数器用于单片机内部精确定时或对外部事件(输入信号脉冲)进行计数,通常单