

高等院校通用教材 • 单片机系列教程



主编 何立民

单片机教程 习题与解答

(第2版)



张俊谟 张迎新 编著



北京航空航天大学出版社

TP368.1/88=2

2008

高等院校通用教材·单片机系列教程

主编 何立民

单片机教程习题与解答

(第2版)

张俊谟 张迎新 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书为《单片机系列教程》中初级、中级、高级教程(第2版)里各章思考与练习题的题解汇编。书中以初、中、高级教程(第2版)里的各章思考与练习题为线索,用教程中所学得的有关单片机的基本理论、基本概念和观点,给出详尽的解答。较之第1版,增强了对嵌入式系统的描述,以及理清了单片机与嵌入式系统的基本概念,增加了单片机中C语言的概念和程序。

本书的特点是概念清晰,语言准确,启发思路,可引导读者对单片机作深入研究。

本书可供以初、中、高级教程为教材的学生作为参考资料,也可供选择其他单片机教材的学生作为参考书,对其他自学单片机的读者也会有所启发和帮助。

图书在版编目(CIP)数据

单片机教程习题与解答/张俊谟,张迎新编著. —2版.

北京:北京航空航天大学出版社,2008.1

ISBN 978-7-81124-190-7

I. 单… II. ①张…②张… III. 单片微型计算机—高等学校—解题 IV. TP368.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 179587 号

单片机教程习题与解答 (第2版)

张俊谟 张迎新 编著

责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话(010-82317024) 传真(010-82328026)

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18.5 字数:414千字

2008年1月第2版 2008年1月第1次印刷 印数:4 000册

ISBN 978-7-81124-190-7 定价:26.00元

单片机系列教程

编委会

主 编:何立民

编 委:(按姓氏笔画)

万光毅	马广云	王 瑛	王幸之
乔少杰	沈德金	邢春香	何立民
张俊谟	张迎新	严 义	陆延丰
周立功	夏继强		

第2版序

在我国,单片机已不是一个陌生的名词,它的出现是近代计算机技术的里程碑事件,因为单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统(简称嵌入式系统)两大分支。在单片机诞生之前,为了满足工控对象的嵌入式应用要求,只能将通用计算机进行机械加固、电气加固后嵌入到对象体系(如舰船)中构成自动驾驶仪、轮机监控系统等。由于通用计算机的巨大体积和高成本,无法嵌入到大多数对象体系(如家用电器、汽车、机器人、仪器仪表等)中,单片机则应嵌入式应用而生。单片机单芯片的微小体积和极低的成本,可广泛地嵌入到如玩具、家用电器、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、舰船、个人信息终端及通信产品中,成为现代电子系统中最重要的智能化工具。

计算机两大分支的产生,大大促进了现代计算机技术的飞速发展。通用计算机系统以发展海量、高速数值计算为己任,不必兼顾控制功能,其数据总线宽度不断更新,迅速从8位、16位过渡到32位、64位,不断完善其通用操作系统,突出发展海量、高速数值计算能力,并在数据处理、模拟仿真、人工智能、图像处理、多媒体、网络通信中得到了广泛的应用。单片机则以面向对象图像控制为己任,不断增强控制能力,降低成本,减小体积,改善开发环境,以空前的速度迅速而广泛地取代了经典电子系统。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。20年来,单片机经历了从单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)到微控制器(Microcontroller Unit)到片上系统(System on Chip)的发展,推动了嵌入式处理器的发展。目前,各种类型的嵌入式处理器逐渐形成了微控制器或片上系统的嵌入式应用系统的基础内核,演化出庞大的嵌入式系统家族。

作为典型嵌入式系统的单片机,在我国大规模应用已有20余年历史。在全国高等工科院校中,已普遍开设单片机及其相关课程。单片机已成为电子系统智能化的最普遍的应用手段。除了单独设课程外,在涉及的许多实践环节,如课程设计、毕业设计、研究生论文课题中,单片机系统都是最广泛的应用手段。近年来,在高校中大力推行的各种电子设计竞赛中,采用单片机系统来解决各类电子技术问题已成趋势。因此,解决好高等工科院校单片机及其相关课程的教材问题具有十分重要的意义。

目前,许多单片机类课程教材都是以 80C51 系列为基础来讲授单片机原理及其应用的。这是因为 MCS-51 系列单片机奠定了 8 位单片机的基础,形成了单片机的经典体系结构。MCS-51 系列中的 8051 成为许多半导体厂家、电气公司竞相选用的对象,并以其为基核,推出了许多兼容性的 CHMOS 单片机。这些单片机都具有极好的兼容性,并有很强的生命力,统称为 80C51 系列。本系列教程以 80C51 系列为基础即缘于此。

单片机是现代计算机、电子技术的新兴领域,无论是单片机本身,还是单片机应用系统设计方法都会随时代不断发生变化。作为单片机类课程的教材,则要突出单片机技术典型性和教学化的特点。因此,单片机教程只提供单片机典型结构体系的基本原理与应用设计的基本方法。教程中的所有应用实例只是为了加深理解单片机基本原理及应用系统设计方法的需要而设置的,并不提供、也不可能提供单片机应用系统设计的最新、最优电路。通过本教程的学习,掌握基本原理和方法后,在未来的工作实践中,需要通过各种渠道,如公司产品技术手册和网上查询,以获得最新器件、最佳技术来设计自己的产品系统。

目前,以及未来相当长的一段时间内,单片机应用技术发展趋势为:

① 全盘 CMOS 化。CMOS 电路具有众多的优点,如极宽的工作电压范围、极佳的本质低功耗及功耗管理特性,形成了嵌入式系统独特的低功耗及功耗管理应用技术。

② 最大化的 SoC 设计。目前单片机已逐渐向片上系统发展,原有的单片机逐渐发展成通用型 SoC 单片机(如 C8051F 系列)或 SoC 的标准 IP 内核(如 DW8051_core®),以及各种专用的 SoC 单片机。

③ 以串行方式为主的外围扩展。目前单片机外围器件普遍提供了串行扩展方式。串行扩展具有简单、灵活、电路系统简单、占用 I/O 口资源少等优点,是一种流行的扩展方式。

④ 8 位机仍有巨大发展空间。这是由于大多数嵌入式应用对象有限响应时间要求所决定的。从诞生至今,乃至今后相当长的时期内,8 位机仍有巨大的发展空间。

参考上述技术趋势,以及 80C51 系列本身的新发展,选择 80C51 系列为基础的单片机构体系结构,既符合教学特点的典型性,又不失内容的先进性。内容的典型性有利于触类旁通,迅速掌握与应用其他的单片机系列;内容的先进性则指 80C51 系列中仍有许多先进的产品型号可供选择。

本系列教程的筹划过程中,充分考虑到单片机的教学特点及先修课基础,根据不同对象、不同使用要求,组织了高校中多年从事单片机教学的老师,编写出这样一套适合于各类、各层次学习与应用的教程。

本系列教程于 2000 年推出第 1 版,包括“单片机初级、中级、高级教程”、“单片机实验与实践教程(一)、(二)”以及作为教学参考的《单片机教程习题与解答》。此套教材先

后被许多高校选作单片机教学用书,受到广泛好评,并被评为第5届全国高校出版社优秀畅销书一等奖。

此次的第2版,删去了一些陈旧的内容,增加了对嵌入式系统的描述,使教学内容更加贴近实际要求;增加了C语言的能力训练,但不削弱原有的汇编语言内容,因为汇编语言仍然是嵌入式系统的硬件基础;补充了满足后续实践环节的《单片机实验与实践教程(三)》。

《单片机初级教程——单片机基础(第2版)》系统地介绍了单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、接口技术、中断系统及单片机应用等内容。各章中对关键性内容都结合丰富的实例予以说明。并介绍了数字电路及单片机的入门知识,以有助于单片机先修课基础较差的学生掌握单片机原理与基本应用技术。较之第1版,第2版修订了单片机结构及原理章节的内容,增加了定时器2、液晶显示屏、SPI串行接口和I²C串行总线的扩展方法以及一些通用实例。

本书特点:深入浅出的引导性叙述;关键内容的典型实例;配以数字电路及单片机入门知识的阶梯,使初学者很容易掌握单片机的基础知识。

本书适用于大专及工程应用类本科单片机基础类课程教学。

《单片机中级教程——原理与应用(第2版)》系统地介绍了单片机的组成、工作原理和应用技术。内容包括:单片机的意义和发展,单片机的CPU和特殊功能寄存器硬件配置,指令系统和使用汇编语言和C语言的软件设计,系统扩展和外围接口技术,单片机应用系统实例等。较之第1版,第2版重新改写了绪论,增加了C语言的介绍,并改写了相关章节和实例。

本书特点:原理与应用紧密结合;突出单片机的基本原理、体系结构、典型功能单元的完整性;重点配以系统扩展与配置方法;以构建单片机应用系统为目标。

本书适用于本科电类专业单片机原理及应用类课程的教学。

《单片机高级教程——应用与设计(第2版)》在介绍单片机原理、典型结构、基本功能单元的基础之上,重点讲解了单片机应用系统设计的软、硬件技术。内容包括:单片机基本结构与工作原理,80C51单片机的指令系统,80C51单片机基本功能单元与操作原理,最小应用系统设计,并行扩展技术,串行扩展技术,应用程序设计技术,最小功耗系统设计,可靠性设计等。较之第1版,第2版重写了单片机的体系结构以及基本练习中的C语言程序对照,并针对原有的错误进行了修订。

本书特点:突出嵌入式应用设计内容;与当前实际应用紧密结合;提供嵌入式系统最小功耗设计与可靠性设计的基础内容;理清了嵌入式系统的发展史,以及单片机与嵌入式系统的基本概念。

本书适用于本科电类专业、研究生单片机应用系统设计类课程的教学。

“单片机初级、中级、高级教程”不是三个台阶体系,而是针对不同基础的学生的三种教材选择。在教程内容的编写上,除了注意教学内容的典型性外,还注意了其实践性与实用性。

“单片机实验与实践教程(一)、(二)、(三)”是颇具特色的实验与实践教程。在编写时,并不强调与“单片机初级、中级、高级教程”的从属性,而是要求尽可能保持多年来单片机实验及综合实践的教学成果。每个实验与实践教程都有大量的实验与实践内容,在组织教学时,可根据具体情况选用。这套实验与实践教程也可作为学生课外科技活动、电子设计竞赛、课程设计、毕业设计 & 研究生综合实践的参考用书。

《单片机实验与实践教程(一)(第2版)》的实验系统为模块化实验仪 TMD-1。突出串行扩展内容;以汇编语言编程为主,部分实验题目增加了 C 语言编程,使内容更加完整;有实时操作系统实验。

《单片机实验与实践教程(二)(第2版)》的实验系统为 DP-51PROA,汇编语言与 C 语言编程并重;串行扩展为主,兼顾并行扩展;基础训练与实际应用相结合;介绍基于 C 语言的编程方法与 Keil C51 的集成开发环境,提供操作系统的多种用法。

《单片机实验与实践教程(三)》的实验系统为 DP-51PROC。突出工程实践及 Keil C51 的集成开发环境与实时操作系统的应用。除基础实验外,还可满足后续实践性教学环节的需要。

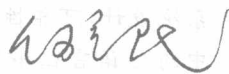
《单片机教程习题与解答(第2版)》是针对初级、中级、高级教程(第2版)中每一章后的“思考与练习”作出的习题解答,有利于自学与检查教学效果。

本系列的初级、中级、高级教程都配有课堂教学课件,可供教师选用。

本系列教程可作为高等工科院校从大专、本科到研究生的讲课用书或综合实践教学用书,还可作为各类单片机技术培训或各类技术人员自学用书。

北京航空航天大学出版社在我国单片机界享有崇高的威望,有素质较高的单片机专业编辑队伍,与许多单片机学术团体、单片机专业人士有着密切的联系。使用本系列教程还可以得到从师资培训、实验设备建设到应用设计的咨询服务。热切希望本系列教程对推动我国单片机技术教育作出有益的贡献。

《单片机系列教程》主编



2007年10月

第2版前言

至今,《单片机系列教程》出版已经有六年多了。在此期间,此套教程发行量较大,获得了广大师生的广泛好评,并且还获得“第五届全国高校出版社优秀畅销书”一等奖。而在这六年多的时间里,单片机技术又有了长足的发展。为跟上这一发展形势,趁《单片机系列教程》诸书被教育部选定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材之机,对它们进行了全面而细致的修订。这次修订之处有以下几点:

(1) 随着集成电路技术和计算机技术的迅速发展,在20世纪六七十年代就已提出的“嵌入式系统”的理论和实践正在向纵深发展。作为嵌入式系统的最佳核心单元的微控制器(单片机),人们必须从新的角度来看待其作用和发展。在这次修订中,删去了一些陈旧的内容,增加了嵌入式系统的描述,理清了嵌入式系统的发展史,以及单片机与嵌入式系统的基本概念,使教学内容更加贴近实际要求。

(2) 也正是由于嵌入式系统的发展,不仅要进行硬件上的开发,更为重要的还要在软件方面,特别是其操作系统的开发。因此,学习单片机,仅仅熟练掌握汇编语言是不够的,还应该熟练掌握C语言,即需要两种语言并重。此次修订删减了部分汇编语言的程序,增加了单片机中C语言的概念和程序。

为适应教学需要,在编写单片机初级、中级、高级教程时,每章后面都配有相当数量的思考与练习题,希望这些题目能作为学生自我检查和教师检查的内容;同时,也希望通过这些题目启发学生的思路,巩固各章节的学习内容。除此之外,这些题目在一定程度上,还能引导初学者对单片机的深入理解和学习。

在《单片机系列教程》发行之初,不断有读者来信询问是否有习题的答案。为答复这些读者,为了能给教授本教程的教师们提供一本教学参考书,也为给选用“单片机初级、中级、高级教程”作为教材的学生和单片机的初学者提供一本较好的教学、自学参考资料,我们编写了这本《单片机教程习题与解答》。在该书中,把单片机初级、中级、高级教程中的所有的思考与练习题汇集成册,并做出相应的解答(注意:本书一般情况下只给出一种答案,但有些题目有多种答案,本书在此仅起一个“抛砖引玉”的作用)。由于本书的独立性,使它对于选择其他单片机教材的读者也能起到启发和帮助的作用。

在对《单片机系列教程》中的理论和实验教材进行修订的同时,本着同样的原则,我

第2版前言

们对《单片机教程习题与解答》也进行了修订。本书第1部分的习题由张迎新、姚静波编写,其中张迎新编写了第2~4章和第5~9章的部分章节,姚静波编写了第10章、第11章和第5~9章的部分章节;“中级教程”和“高级教程”部分的习题由张俊谟、张玉红等编写。

在此,对在使用、阅读《单片机系列教程》中给我们提出宝贵建议和意见的广大读者、教师 and 同学们表示衷心的感谢。同时,也希望诸位对本书中出现的缺点和错误继续予以批评、指正。

作者
2007年10月

本书是《单片机系列教程》的配套教材,主要供高等院校计算机专业及相关专业师生使用。本书共分两大部分:第一部分为“基础教程”,第二部分为“应用教程”。第一部分主要介绍单片机的基础知识,包括单片机的组成、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、C语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、串行接口、并行接口等。第二部分主要介绍单片机的应用,包括单片机在工业控制、数据采集、通信、仪器仪表等领域的应用。本书力求做到概念清晰、重点突出、循序渐进、由浅入深,力求做到“学以致用”。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业教材,也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

目 录

第 1 部分 《单片机初级教程——单片机基础(第 2 版)》习题与解答

【第 2 章 计算机基础知识】思考与练习解答	2
【第 3 章 单片机的结构及原理】思考与练习解答	6
【第 4 章 指令系统】思考与练习解答	12
【第 5 章 汇编语言程序设计】思考与练习解答	25
【第 6 章 定时器/计数器】思考与练习解答	41
【第 7 章 UART 串行接口】思考与练习解答	46
【第 8 章 中断系统】思考与练习解答	52
【第 9 章 单片机的系统扩展】思考与练习解答	63
【第 10 章 接口技术】思考与练习解答	69
【第 11 章 单片机应用系统的设计与开发】思考与练习解答	85

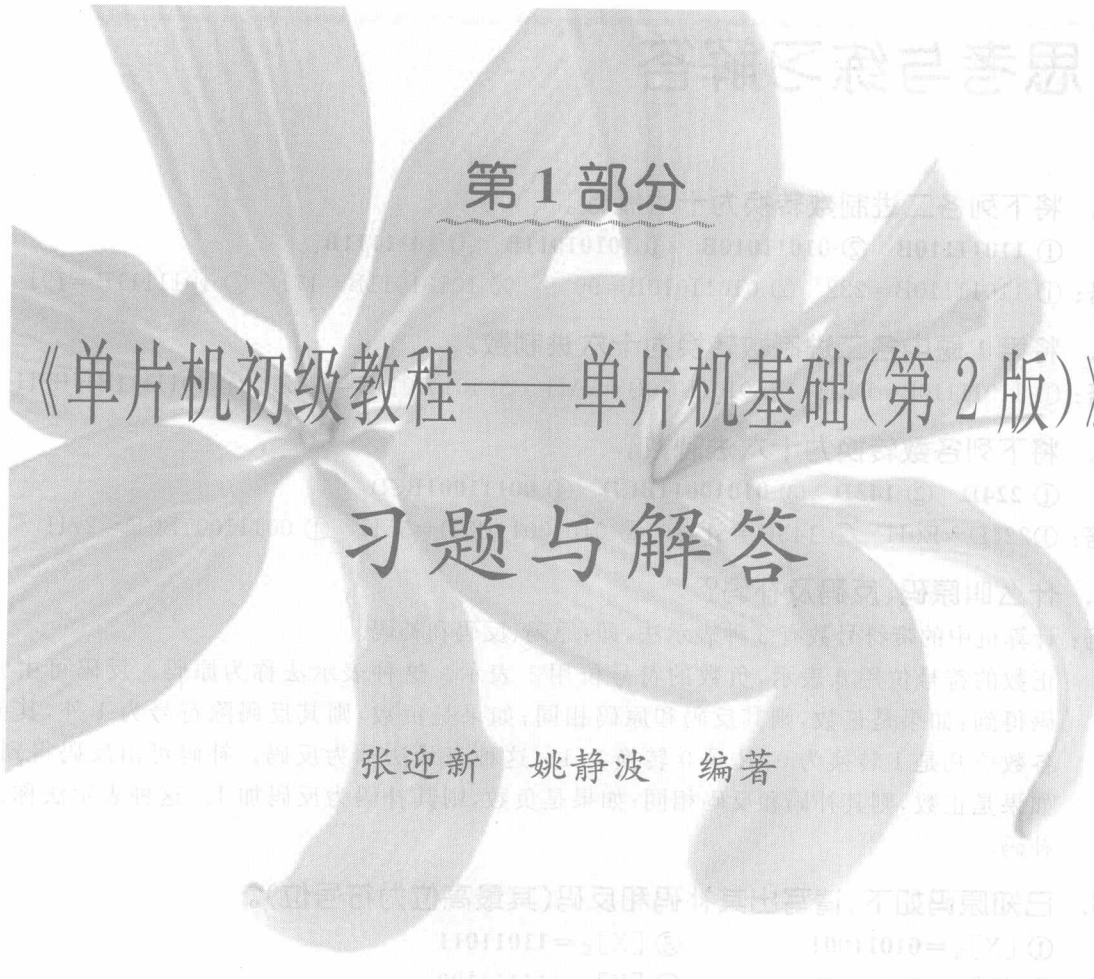
第 2 部分 《单片机中级教程——原理与应用(第 2 版)》习题与解答

【第 2 章 单片机的基本结构与工作原理】思考与练习解答	102
【第 3 章 80C51 单片机的指令系统】思考与练习解答	111
【第 4 章 80C51 单片机的功能单元】思考与练习解答	126
【第 5 章 80C51 单片机的程序设计】思考与练习解答	140
【第 6 章 80C51 单片机的系统扩展】思考与练习解答	157
【第 7 章 单片机的典型外围接口技术】思考与练习解答	160



第3部分 《单片机高级教程——应用与设计(第2版)》习题与解答

【第1章 绪 论】思考与练习解答	175
【第2章 单片机的体系结构】思考与练习解答	187
【第3章 单片机基本结构与工作原理】思考与练习解答	197
【第4章 80C51 系列单片机指令系统】思考与练习解答	209
【第5章 80C51 基本功能单元结构与操作原理】思考与练习解答	221
【第6章 单片机最小应用系统设计】思考与练习解答	233
【第7章 单片机的并行扩展技术】思考与练习解答	241
【第8章 单片机的串行扩展技术】思考与练习解答	250
【第9章 应用程序设计技术】思考与练习解答	262
【第10章 最小功耗系统设计】思考与练习解答	269
【第11章 应用系统可靠性设计】思考与练习解答	275
参 考 文 献	283



第1部分

《单片机初级教程——单片机基础(第2版)》

习题与解答

张迎新 姚静波 编著

【第2章 计算机基础知识】

思考与练习解答

1. 将下列各二进制数转换为十进制数。

① 11011110B ② 01011010B ③ 10101011B ④ 1011111B

答: ① 11011110B=222 ② 01011010B=90 ③ 10101011B=171 ④ 1011111B=191

2. 将第1题中各二进制数转换为十六进制数。

答: ① 11011110B=DEH ② 01011010B=5AH ③ 10101011B=ABH ④ 1011111B=BFH

3. 将下列各数转换为十六进制数。

① 224D ② 143D ③ 01010011BCD ④ 00111001BCD

答: ① 224D=E0H ② 143D=8FH ③ 01010011BCD=35H ④ 00111001BCD=27H

4. 什么叫原码、反码及补码?

答: 计算机中的带符号数有3种表示法,即:原码、反码和补码。

正数的符号位用0表示,负数的符号位用1表示。这种表示法称为原码。反码可由原码得到:如果是正数,则其反码和原码相同;如果是负数,则其反码除符号为1外,其他各数位凡是1转换为0,凡是0转换为1。这种表示法称为反码。补码可由反码得到:如果是正数,则其补码和反码相同;如果是负数,则其补码为反码加1。这种表示法称为补码。

5. 已知原码如下,请写出其补码和反码(其最高位为符号位)。

① $[X]_{\text{原}} = 01011001$

③ $[X]_{\text{原}} = 11011011$

② $[X]_{\text{原}} = 00111110$

④ $[X]_{\text{原}} = 11111100$

答: ① $[X]_{\text{反}} = 01011001$

③ $[X]_{\text{反}} = 10100100$

② $[X]_{\text{反}} = 00111110$

④ $[X]_{\text{反}} = 10000011$

① $[X]_{\text{补}} = 01011001$

③ $[X]_{\text{补}} = 10100101$

② $[X]_{\text{补}} = 00111110$

④ $[X]_{\text{补}} = 10000100$

6. 当计算机把下列数看成无符号数时,它们相应的十进制数为多少?若把它们看成是补码,最高位为符号位,那么它们相应的十进制数是多少?

① 10001110 ② 10110000 ③ 00010001 ④ 01110101

答:把①~④的数看成无符号数时,它们相应的十进制数如下:

① $10001110=142$ ② $10110000=176$ ③ $00010001=17$ ④ $01110101=117$

若把它们看成是补码,最高位为符号位,那么它们相应的十进制数如下:

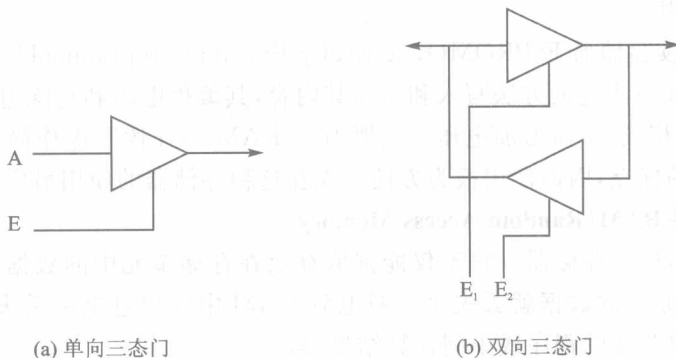
① $10001110=-114$ ② $10110000=-80$ ③ $00010001=17$ ④ $01110101=117$

7. 触发器、寄存器及存储器之间有什么关系?

答:触发器是计算机记忆装置的基本单元。一个触发器能储存一位二进制代码。寄存器是由触发器组成的。一个触发器就是一个一位寄存器,多个触发器就可以组成一个多位寄存器。存储器是由大量寄存器组成的,其中每一个寄存器就称为一个存储单元。它可存放一个有独立意义的二进制代码。

8. 三态门有何作用?其符号如何画?

答:在多总线的计算机电路中为防止信息相互干扰,要求凡挂到总线上的寄存器或存储器等的输出端,不仅能呈现0、1两个信息状态,而且还应能呈现第三种状态——高阻抗状态(又称高阻状态),即此时好像它们的输出被开关断开,对总线状态不起作用,总线可由其他器件占用。三态门即可实现上述功能。它除具有输入输出端之外,还有一控制端,用于实现状态的转换。题图1.2.1为单向三态门和双向三态门的符号图。



题图 1.2.1

9. 除地线公用外,6根地址线和11根地址线各可选多少个地址?

答:除地线公用外,6根地址线可选 $2^6=64$ 个地址,11根地址线可选 $2^{11}=2048$ 个地址。

10. 存储器分几类?各有何特点和用途?

答:存储器的分类方法较多。例如,从其组成材料和单元电路类型上可分为磁芯存储器、半导

体存储器(从制造工艺上又可分为 MOS 型存储器、双极型存储器)、电荷耦合存储器等;从其与微处理器的关系来划分,又可分为内存和外存。通常把直接同微处理器进行信息交换的存储器称为内存。其特点是存取速度快,但容量有限。而把通过内存间接与 CPU 进行信息交换的存储器称为外存,如磁带、磁盘、光盘等。其特点是容量大、速度较慢。外存的内容根据需要可随时调入内存。

通常人们习惯于按存储信息的功能分类,在单片机中所使用的半导体存储器在功能上的分类方法和各自特点、用途如下:

(1) 只读存储器 ROM(Read Only Memory)

只读存储器在使用时,只能读出而不能写入,断电后 ROM 中的信息不会丢失。因此一般用来存放一些固定程序,如监控程序、子程序、字库及数据表等。ROM 按存储信息的方法又可分为四种。

① 掩膜 ROM 也称固定 ROM。它是由厂家编好程序写入 ROM(称固化)供用户使用,用户不能更改它。其价格最便宜。

② 可编程的只读存储器 PROM(Programmable Read Only Memory) 它的内容可由用户根据自己所编程序一次性写入,一旦写入,只能读出,而不能再进行更改。这类存储器现在也称为 OTP(Only Time Programmable)。

③ 可改写的只读存储器 EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory) 前两种 ROM 只能进行一次性写入,因而用户较少使用。10 年前较为流行的 ROM 芯片为 EPROM。因为它的内容可以通过紫外线照射而彻底擦除,擦除后又可重新写入新的程序,目前较少应用。

④ 可电改写只读存储器 E²PROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) E²PROM 可用电的方法写入和清除其内容,其编程电压和清除电压均与微机 CPU 的 5 V 工作电压相同,不需另加电压。它既有与 RAM 一样读写操作简便,又有数据不会因掉电而丢失的优点,因而使用极为方便。现在这种存储器的使用最广泛。

(2) 随机存储器 RAM(Random Access Memory)

这种存储器又叫读写存储器。它不仅能读取存放在存储单元中的数据,还能随时写入新的数据,写入后原来的数据就丢失了。断电后 RAM 中的信息全部丢失。因此,RAM 常用于存放经常要改变的程序或中间计算结果等。

RAM 按照存储信息的方式,又可分为静态和动态两种。

① 静态 SRAM(Static RAM) 其特点为只要有电源加于存储器,数据就能长期保留。

② 动态 DRAM(Dynamic RAM) 写入的信息只能保持若干 ms(毫秒)时间,因此,每隔一定时间必须重新写入一次,以保持原来的信息不变。

(3) 可现场改写的非易失存储器

这种存储器的特点是:从原理上看,它们属于 ROM 型存储器;从功能上看,它们又可以随

时改写信息,作用又相当于RAM。所以,ROM、RAM的定义和划分已逐渐失去意义。

下面对这类存储器中的两种予以简介:

① 快擦写存储器 Flash 这种存储器是在 EPROM 和 E²PROM 的制造基础上产生的一种非易失存储器。其集成度高,制造成本低于 DRAM,既具有 SRAM 读写的灵活性和较快的访问速度,又具有 ROM 在断电后可不丢失信息的特点,所以发展迅速。

② 铁电存储器 FRAM 它是利用铁电材料极化方向来存储数据的。它的特点是集成度高,读写速度快,成本低,读写周期短。

11. 假定一个存储器有 4096 个存储单元,其首地址为 0,则末地址为多少?

答:其首地址为 0,则末地址为 FFFH。