



MCS-51单片机原理与应用 实验实训教程

主 编 石从刚
副主编 宋剑英 胡希勇



北京航空航天大学出版社

高职高专“十一五”规划示范教材

MCS-51 单片机原理与应用 实验实训教程

主 编 石从刚
副主编 宋剑英 胡希勇

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书与《MCS-51 单片机原理与应用》教材配套使用。全书共分 6 章,第 1 章为单片机实验实训概述,第 2 章为单片机基本应用编程和实验,第 3 章为 MCS-51 单片机功能系统实验,第 4 章为 MCS-51 单片机接口扩展实用实验,第 5 章为单片机应用系统设计与实习实训,第 6 章为 Keil 集成开发软件平台介绍。本书以介绍 MCS-51 单片机原理与应用的实践训练为主线,内容丰富,特色鲜明,不仅介绍了 MCS-51 单片机开发方面的知识,而且还编写了大量的课程实验和综合实训;不仅对培养学生提高单片机的工程实践能力有重要的指导作用,而且对该课程的教学方法改革和建设也有重要的指导意义。

本书适合作高职、高专电类专业教材,也可作机电、仪表等专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

MCS-51 单片机原理与应用实验实训教程/石从刚主编.

北京:北京航空航天大学出版社,2007.2

ISBN 978-7-81077-624-0

I. M… II. 石… III. 单片微型计算机—高等学校:
技术学校—教学参考资料 IV. TP368.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 157140 号

MCS-51 单片机原理与应用实验实训教程

主 编 石从刚

副主编 宋剑英 胡希勇

责任编辑 韩文礼

*

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:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:10.5 字数:235 千字

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81077-624-0 定价:16.00 元

前 言

当前,单片机及嵌入式系统的相关技术飞速发展。单片机技术是一门应用性很强的技术,已经深入到机电一体化、智能仪器仪表、工业测控及家用电器等多个领域。其相关企业迫切需要大量熟练掌握单片机技术的,并能开发、应用和维护管理这些智能化产品的高级工程技术人才。为适应当前对这类人才的培养需求,特编写了本书。

本教程集实验、综合设计、技能训练与应用能力培养为一体,知识体系新颖,内容可选择性强。全书共编写了 20 个实验、5 个综合实训和设计,并介绍了 TDN-51 实验系统、TKS-52B 仿真器和 Easy PRO 800 编程器的使用方法。内容遵循理论与实践紧密结合,从简到难、循序渐进的原则。

本书由青岛职业技术学院石从刚老师担任主编,宋剑英、胡希勇老师担任副主编,其中:石从刚老师完成全书的统稿和第 1 章第 1~3 节、第 3 章、第 4 章和第 5 章的编写工作,宋剑英老师编写了第 2 章及附录,胡希勇老师编写了第 1 章第 4~5 节和第 6 章。

本书在编写过程中,得到了北京航空航天大学出版社的大力支持,在此深表感谢。由于时间仓促,加之编者水平有限,书中错误之处恳请读者批评指正。

编 者
2006 年 11 月

目 录

第 1 章 MCS-51 单片机实验实训概述	1
1.1 MCS-51 单片机实验实训的内容与要求	1
1.2 MCS-51 单片机应用系统开发的一般过程与特点	5
1.3 TDN-51 开放式单片机教学实验系统	9
1.4 TKS-52B 仿真器的使用	13
1.5 EasyPRO 800 编程器的使用	17
第 2 章 MCS-51 单片机基本应用编程与调试实验	23
实验 1 内部数据传送指令实验	23
实验 2 堆栈及交换指令实验	24
实验 3 加法及十进制调整指令实验	26
实验 4 减法指令实验	28
实验 5 逻辑操作指令实验	30
实验 6 控制转移指令实验	32
实验 7 位操作指令实验	34
实验 8 数码转换程序实验	36
实验 9 多字节加法程序实验	38
实验 10 查表程序设计实验	40
实验 11 子程序设计实验	42
第 3 章 MCS-51 单片机功能系统应用实验	44
实验 12 单片机外部中断的应用实验	44
实验 13 单片机定时/计数器中断实验	46
实验 14 单片机串行接口通信接口实验	49
第 4 章 MCS-51 单片机接口扩展应用实验	52
实验 15 数据存储器扩展应用实验	52
实验 16 8155 键盘及显示接口实验	54
实验 17 ADC 0809 扩展应用设计与调试实验	59
实验 18 DAC 0832 扩展应用设计与调试实验	62

实验 19 步进电动机控制实验	65
实验 20 直流电动机调速控制实验	67
第 5 章 单片机应用系统设计与实习实训课题	70
实训 1 简易秒表的制作	70
实训 2 智能数字钟的设计与制作	76
实训 3 单片机作息时间控制钟设计	89
实训 4 单片机交通灯控制器设计	99
实训 5 音乐演奏控制器设计	103
第 6 章 Keil 集成 IDE 软件开发平台介绍	109
6.1 Keil 软件的基本操作	109
6.2 Keil 环境中应用系统的调试与仿真	116
附录 常用 IC 电路端子图	147
参考文献	160

第 1 章 MCS-51 单片机实验实训概述

1.1 MCS-51 单片机实验实训的内容与要求

MCS-51 单片机应用技术是一门实践性很强的课程,具有极其广泛的工程应用价值。工程技术人员若要较深入地掌握该门技术,就必须在加强理论知识学习的同时,还要注重加强对该技术实际操作技能的系统训练学习。不仅要通过传统的实验实训掌握该技术的基本实际操作技能,而且还要通过该课程专门的设计与实习实训,掌握该技术在工程应用系统中的设计与开发方面的综合实践技能。最后结合专业知识,在毕业设计时进一步加强单片机在工程控制应用综合设计方面的实践训练,这样才能真正地达到对该技术的教学目的。

1. MCS-51 单片机实验实训的教学安排

MCS-51 单片机应用技术的实践技能应主要体现在对实际工程应用系统的设计与开发方面的综合实践能力的培养上。与一般微型计算机(微机)的工程应用一样,对于一个 MCS-51 单片机应用系统或产品的研制来说,从工程任务的提出到定型生产或投入使用,都要经过方案的总体论证、系统设计、软件及硬件的开发、联机调试、系统装配和产品定型等若干步骤。因此,MCS-51 单片机应用技术的实际技能应包括利用单片机开发实验系统进行基本的实验仿真技能、应用系统综合设计技能和应用系统综合开发技能三大部分。这三大部分的技能都可通过采取“开放式”的实践教学方法加以针对性的系统训练。“开放式”的实践教学方法包括“验证式”、“模仿式”、“探索式”和“开发式”四种基本方式。其中,前三种方式主要用于配合该门课程理论教学中的实验教学,属于进行基本的实验仿真技能范畴的实践训练,其目的是使学生掌握所必需的实验开发系统的使用、基本应用程序、硬件系统扩展的设计与调试等方面的实践操作技能,同时使学生巩固和深化对 MCS-51 单片机应用技术理论知识的掌握和理解,为后续的课程设计与课程实习的综合实践训练打下扎实的理论与实践基础。第四种“开发式”实践教学方法主要用于在本课程结束后,另外专门设置的课程设计与课程实习中进行综合性实践技能训练。

2. 实验实训的教学要求

实验实训的教学安排应贯穿于理论教学的始终,要合理地安排在各理论知识点的教学后及时进行。其教学时数宜占理论教学时数的 25%,应采用“验证式”、“模仿式”和“探索式”三

种开放式的实践教学方法加以循序渐进式的提高训练。

①“验证式”实践教学方法主要用于理论教学的初始阶段。学生应根据教师给定的实验内容和操作步骤进行实验,以便尽快对所需的实验设备和本课程的实验特点有充分的感性认识和实践体验。

②“模仿式”实践教学方法主要用于理论教学的中期阶段。学生应对给定的参考性应用程序和实验电路作适当地改造或完善后再进行实验,并通过观察、分析和研究实验过程和结果,以提高分析问题和解决问题的实践操作能力。

③“探索式”实践教学方法主要用于理论教学的后期阶段。学生应根据教师给定的实验项目要求,自行设计和搭试实验电路和编写程序进行实验,以充分发挥学生的主观创造性并进一步提高分析问题和解决问题的综合性基本实践操作能力。

本课程的实验项目分为三大类:一是 MCS-51 单片机基本应用程序设计与调试实验,二是 MCS-51 单片机功能系统应用编程与调试实验,三是 MCS-51 单片机应用系统扩展编程与调试实验。对上述每一大类实验项目都安排有若干个具体的实验项目,并且按“验证式”、“模仿式”和“探索式”的实践教学要求又可进一步地分为三小类。

注意:在实验实训的教学安排方面,还要安排一定的实验室开放时间,以便使学有余力的学生有更多地发挥自己才能的实践训练机会,学得吃力的学生也有充分的再学习与提高的机会。

3. 综合设计与实习实训的教学要求

综合设计与实习实训的教学应安排在本课程教学结束后进行,教学时数宜为两周,其中课程设计与课程实习各一周,两者的教学内容应相辅相成,紧密结合。课程实习的内容就是要在实验室里具体实现课程设计的内容,以便实现灵活地使用 MCS-51 单片机应用技术进行实际应用系统的开发研制方面的实践训练。

综合设计与实习实训的教学应采用“开发式”的实践教学方法,要求学生独立或分小组完成一个中、小型实训课题的方案论证、系统设计、软件和硬件调试以及书写研制报告等任务,以训练学生综合运用已学的各方面知识进行科技开发和创新方面的能力,并使学生初步掌握有关单片机应用系统开发研制方面的过程和特点,为毕业设计和实际工作需要培养更扎实的动手能力,体现“动手能力强”的优良工程素质。

本课程的综合实训项目主要是 MCS-51 单片机小型应用系统的设计与实习课题,主要用于课程设计与实习实训。

课程设计是课程实习的前期阶段,根据课题的具体性能要求,首先进行系统的、正确的总体方案设计。这是成功地进行产品研制的必要基础,是至关重要的工作,其中要用到多种知识,是对知识合理的、优化的组合,是体现设计者科研开发能力的重要标准。至于单片机应用课题总体方案的设计,包括硬件系统设计和软件系统设计两大部分,前者是后者的基础,后者

是前者的补充,两者互为相关,同时要注意到能用软件系统代替硬件系统的设计部分尽量用软件系统来代替,以最大限度地减少硬件系统的成本,提高产品的可靠性。关于课程设计的具体要求如下。

① 根据给定课题的具体要求,仔细分析,提出粗略的软件系统、硬件系统分割的宏观方案。

② 根据已定的宏观设计方案,选择合适的单片机产品(一般均选用 MCS-51 单片机),考虑最节省的、必要的有关扩展,设计出整机硬件系统原理图,以满足用户的使用要求。

③ 根据已设计出的整机硬件系统原理图,选用合适的、经济的有关电子器件及通用的单片机接口芯片设计出具体硬件系统布置图,最好再在 PC 机上用 Protel 软件设计出包括各类器件尺寸大小的、能直接用来制作产品的印刷布线图。

④ 根据整机硬件系统原理图及具体产品的功能要求,设计出所需的软件系统,画出已设计出的软件系统原理框图,并尽量将功能模块化,以实现模块化程序设计的基本思路。

⑤ 根据已设计出的软件系统框图,用 MCS-51 汇编语言编制出各功能模块的子程序及整机软件系统的主程序。程序设计时,要充分考虑与所设计硬件系统的连接及有关定量的要求。

至此,单片机应用系统的设计开发工作中的有关课题总体方案的设计告一段落。若是产品开发,其第二阶段的主要工作就是利用合适的单片机开发系统对所设计的软件系统和硬件系统进行在线仿真调试,以进一步完善第一阶段的系统设计。第三阶段就是制作硬件系统的印刷线路板,安装硬件系统,固化软件系统,设计并制作整机机箱以及安装整机。最后,对整机进行现场运行试验,直到满足实际应用要求为止。由此可见,系统设计阶段是产品开发中最基础的也是最重要的一步。

课程实习是课程设计的后续阶段,即对有关课题的系统设计方案全部或主要部分在实验室加以具体实现,这是提高学生工程应用素质的又一重要的实践训练。但由于时间关系,进行系统全面的开发研制是不切合实际的,因此,最好将实习内容分解成基本部分和提高部分。基本部分要求必须完成;而对于提高部分,在综合设计与实习的教学结束后,教师还应安排一定的“第二课堂”指导时间,以使学能利用课外时间进行科技小产品具体研制方面的实践锻炼,可包括这样一些研制工作:软件系统、硬件系统的联机调试;印刷线路板的制作;设计机箱;现场运行调试。

4. MCS-51 单片机实验实训的教学考核

合理的考核办法是保证教学质量的有力措施。考核的内容应包括对实训过程的考核和对实训成果的考核两大部分:前者主要是针对学生的学习态度和独立完成任务的能力等方面加以考核,后者主要是针对学生所完成任务的成果质量(含实训总结报告)等方面加以考核。考核的方式可以由指导教师和指导过程中的考查评价、对最终成果的验收评价和对若干问题的

口试评价三方面的成绩加以综合评定。对 MCS-51 单片机实验实训的考核应分为实验考核、课程设计考核和课程实习考核三方面,对这些考核应相互独立地进行。

(1) 实训考核的具体措施

对 MCS-51 单片机实训的实验考核、课程设计考核和课程实习考核应制订相应的考核细则。下面提出的有关考核办法供各学校参考。

① 实验考核细则。对实验考核的成绩记录办法一般有两种方式:一是将实验考核成绩作为本课程理论课成绩的一部分,所占比例通常为 20%,而且宜用“百分制”;二是将实验考核成绩单独记录,以突出对实验实践技能的培养,宜用“五分制”。

对于第一种成绩记录方式的实验考核,主要通过指导教师对学生的实验态度(占 20%为宜)、实验质量(占 40%为宜)和报告质量(占 40%为宜)的综合评价来评定成绩,每次实验都要有详细的记录,最后再根据平时每次实验的记录成绩加以总的评定。

对于第二种成绩记录方式的实验考核,最好在课程全部实验结束后,安排一次综合实验考试,以该成绩为主(占 80%为宜)并综合考虑平时实验的成绩(占 20%为宜)。

② 课程设计与课程实习考核细则。对课程设计与课程实习考核的成绩记录办法一般有两种方式:一是将课程设计与课程实习分别单独考核并分别记录成绩;二是将课程设计与课程实习分别单独考核后统一记录成绩,各占 50%,而且宜用“五分制”。

对于课程设计的考核,主要以三项指标:设计态度(占 20%为宜)、设计报告质量(占 40%为宜)和口试成绩(占 40%为宜)的综合评价来评定成绩。

对于课程实习的考核,主要以四项指标:实习态度(占 20%为宜)、实习成果质量(占 40%为宜)、实习报告质量(占 20%为宜)和口试成绩(占 20%为宜)的综合评价来评定成绩。

值得注意的是,考核中必须强调对学生创新能力的评价,凡是创新能力不够的,不可评定为优秀等级。

(2) 实训总结的内容要求

书写高质量的工作总结也是反映工程实践素质高低的一个重要方面,工程技术人员应用书面形式系统、完整、清晰地表达自己的研究工作成果,其目的是让人很容易地看懂所研究项目的内容、方案、原理和实现方法等。因此,也必须训练学生书写高质量的工作总结。这里要求的工作总结分为实验报告、课程设计报告和课程实习报告三种,并分别提出了书写的基本要求,为学生工作后能书写高质量的产品使用说明书和科研论文打下坚实的基础。

对于实验报告,应包括如下基本内容:

① 实验项目的内容要求。

② 实验的目的意义。

③ 实验的实现方案和需要的实验条件。

④ 实验的操作过程和实验结果。

⑤ 对关键性的实验步骤及实验现象的分析。

⑥ 对实验操作方法与内容作进一步改革与扩充的设想。

对于课程设计报告,应包括如下基本内容:

① 设计论文的摘要,包括中文和英文的,各 100 字左右。

② 设计论文的目录,列出章、节、页码等。

③ 阐明课题的内容要求及性能指标要求。

④ 阐明课题总体方案设计的思路(含软件系统和硬件系统)。

⑤ 详细阐述总体方案中各功能模块设计的工作原理(含软件系统和硬件系统)。

⑥ 用 Protel 软件绘制整机硬件系统的设计原理和印制布线图。

⑦ 绘制按结构化程序设计思想设计的整机软件系统的原理框图。

⑧ 列出经初步调试并打印输出的整机系统工作程序。

⑨ 列出所选用的元器件明细表。

⑩ 对关键性设计部分的补充分析和进一步拓展性设计的设想。

对于课程实习报告,应包括如下基本内容:

① 本次实习的基本内容和要求。

② 经仿真调试后需对前面所设计的内容加以完善部分的详细更正。

③ 对关键性的实验操作及实验现象的分析。

④ 对课题内容全面加以仿真调试的打算。

⑤ 对课题作二期设计开发的设想。

1.2 MCS-51 单片机应用系统开发的一般过程与特点

MCS-51 单片机应用技术是一门实践性很强的应用技术,除了需要学习其必要的理论知识外,还必须掌握其应用开发技术。同一般微机应用系统的开发一样,由于 MCS-51 单片机自身没有开发能力,因此在其应用系统的开发时也必须借助于相应的开发系统。单片机应用系统的开发是指从提出任务、定型生产到投入使用的整个过程,单片机应用系统开发周期的长短主要取决于硬件、软件和样机调试所花的时间,特别是软件的开发时间。

1. MCS-51 单片机应用系统开发的一般过程

MCS-51 单片机应用系统的开发过程一般包括总体方案论证、系统总体设计、软件、硬件开发、联机调试和产品定型等几个步骤。

(1) 总体方案论证

在开始对一个 MCS-51 单片机应用系统或产品设计之前,一般都需要对所研制的产品进行总体设计方案的论证,通常要做包括产品的技术指标和系统组成两个方面的论证工作。

① 技术指标根据产品研制的任务,需要在充分调研的基础上,对产品的先进性、可靠性、

可维护性和性能价格比等进行综合考虑,由此再制定出待开发产品的功能、性能要求、工作环境、外形尺寸和质量(旧称重量)等技术指标。

② 系统组成在确定了一个单片机应用系统或产品技术指标的基础上,就要充分考虑系统的组成。首先要考虑待组成系统的单片机机型和元器件的选择。

对于单片机机型的选择,应根据单片机应用系统或产品的技术指标、单片机的性能和价格、市场货源、相应的开发系统、研制周期等因素来选定。一般,在 MCS-51 单片机能满足控制要求的情况下,尽量选用 MCS-51 系列单片机。

对于元器件的选择,主要有传感器、模拟电路、可编程扩展器件、RAM 和 EPROM 等,应根据系统的技术指标要求,对这些元器件加以适当的选择。

(2) 系统的总体设计

系统的总体设计包括硬件系统和软件系统的综合设计。一个单片机应用系统或产品的硬件和软件之间有着密切的相互制约的关系,有可能会从硬件的角度对软件提出一些特殊的要求;也有可能从软件的角度对硬件提出一些特殊的要求。在某些情况下,硬件和软件又具有一定的互换性,有些由硬件实现的功能可以由软件来完成;反之亦然。当然,较多的使用硬件,可以提高系统的工作速度,而且可以减少软件的工作量;较多的使用软件,可以降低硬件成本,简化电路,其缺点是要增加软件的工作量。

鉴于上述情况,必须对单片机应用系统或产品的硬件和软件功能进行合理的划分,划分的原则主要是根据单片机应用系统或产品的实时性要求、研制周期和生产批量来考虑。例如,若对系统或产品的实时性要求高,就应该较多地使用硬件来完成一些功能;若系统或产品的批量大,就应该着重考虑降低硬件的成本;若系统或产品的批量小,就应该着眼于减少研制工作量。此外,如果还需要保护系统或产品研制者的合法权利,就得对系统或产品进行加密,加密可以在硬件上进行,也可以在软件上进行,当然也可以将两者结合起来。

(3) 硬件、软件的开发与联机调试

在系统总体设计工作大体完成以后,硬件和软件任务的划分也已明确,这时就可以在一定程度上独立地进行硬件和软件的研制,在硬件和软件研制分别完成的基础上便可将它们进行联机调试,用仿真开发器进行仿真。

在联机调试中,应对硬件和软件各个部分进行全面调试,仔细检查样机是否实现系统预期功能和达到规定的性能指标,以便在调试阶段就把可能存在的问题和隐患充分地暴露出来,然后,再进行多次调试,直到符合设计要求为止。

(4) 产品定型

在对样机进行了全面测试,确信没有错误之后,才能进行系统或产品的最后设计,即绘制最后正式的硬件逻辑图及印制板、固化软件、装配系统或产品,经现场运行无误后,才能结束整个开发研制工作,最后写出系统或产品的技术报告等。

2. MCS-51 单片机应用系统硬件电路的设计与调试

在掌握了 MCS-51 单片机原理、基本结构、系统配置和接口技术以后,就可根据 MCS-51 单片机应用系统所需要的功能来设计硬件电路。硬件电路的设计需要掌握一定的设计原则以及必要的调试方法。

(1) 硬件电路的设计原则

硬件电路设计一般包括两个部分的内容:一是扩展单片机芯片内部单元的功能,如在 ROM、RAM、定时/计数器和 I/O 接口线等的容量不满足应用系统的要求时,就需要设计相应的功能扩展电路;二是根据应用系统的功能要求配置相应的外部设备,如键盘、显示器、打印机、A/D 转换器、D/A 转换器等。

对应用系统进行扩展与配置时,应充分考虑如下的一些设计原则:

- ① 尽可能选择典型电路,并符合单片机的常规使用要求;
- ② 扩展与配置的数量应充分满足应用系统功能的要求并留有余地,以便能方便地进行功能扩展和作进一步的开发;
- ③ 应充分结合软件方案来考虑硬件结构;
- ④ 整个系统中的相关器件应尽可能做到性能匹配,如选用的晶振频率较高时,就应选择存取速度较高的芯片;
- ⑤ 应重视整个系统的可靠性及抗干扰设计,如充分筛选芯片和元器件,增加去耦电路,采取隔离和屏蔽等措施。

(2) 硬件电路的调试

当把单片机应用系统的试验样机装配完毕以后,便可进入硬件调试阶段。硬件调试一般按脱机检查和联机调试两步进行。

脱机检查就是根据硬件逻辑电路图,用万用表等工具检查试验样机连线的正确性与可靠性,其中对电源系统的极性、短路故障等问题要特别注意。要仔细地检查硬件电路的地址总线、数据总线和控制总线是否有短路、开路或错位情况;在电路检查完成以后,可在不插入集成电路芯片的情况下加电检查,确定一些点的电位是否正常;断电后,再把集成电路芯片正确地插入各插座,然后通电,迅速地检查各芯片是否有温升异常,以及单片机和有关接口电路的通电初始化状态是否正确。在上述情况都正常后,便可进入硬件的联机调试。值得注意的是,在通电情况下,不可拔插任何集成电路芯片。

联机调试就是把试验样机上的单片机和 EPROM 拔下,并将单片机开发装置的仿真头插入试验样机上的单片机插座上,这样就将仿真器与单片机应用系统两者连接起来,构成了联机调试状态。联机调试时,首先分别接通开发装置和试验样机的电源,在通电后,若开发装置能正常工作,就说明试验样机的地址总线、数据总线和控制总线无短路故障;否则应再断电检查试验样机的线路,直到排除了故障为止;联机调试状态下,还可使用开发装置对试验样机进行

全面的检查,例如检查读/写结果、观察试验样机 I/O 设备的状态等,利用这些手段还可进一步检查、排除试验样机的硬件故障(包含设计和工艺错误)。在试验样机中,常见的故障有元器件品质低劣,开发装置或试验样机接地不良,电压波动大,单片机负载过重,线路短路或断路以及设计工艺错误。

3. MCS-51 单片机应用系统软件的开发与调试

对 MCS-51 单片机的应用开发,除了必须保证硬件电路的正确连接以外,更重要的工作是进行软件的开发。单片机同其他微机一样,如果没有软件的支持,所设计出的试验样机就没有任何用途。而同一台试验样机之所以也能应用于不同的场合,不仅是因为它所连接的外围设备不同,更重要的是因为支持它工作的软件不同。在开发应用软件时,应掌握一定的程序设计原则和开发方法。

(1) 软件的设计原则

设计一个好的应用软件,必须充分考虑如下的一些设计原则:

- ① 软件在结构上应清晰、简洁及流程合理。
- ② 各功能子程序应实现模块化、子程序化,以便于调试、连接、移植和修改。
- ③ 程序存储区、数据存储区应合理规划,做到既节约内存容量,又方便操作。
- ④ 运行状态应实现标志化管理,对各功能程序的运行状态、运行结果以及运行要求都要设置状态标志以便查询。
- ⑤ 对需要特殊抗干扰的应用系统应采用软件抗干扰措施,以提高系统的可靠性。
- ⑥ 如有必要可增加加密措施,以保护自身的合法的知识产权权利。

(2) 应用软件的开发

应用软件开发的最终要求是在试验样机的程序存储区中存入能满足系统功能要求的应用程序机器码,应用软件的开发包括编写应用程序、将应用程序翻译成机器码、对应用程序进行排错调试、用仿真开发器进行仿真、把应用程序机器码固化到程序存储器中等工作。

① 编写应用程序根据开发系统的性能,一般有机器语言、汇编语言和高级语言三种方法。机器语言编程方法,即是直接用十六进制数表示的机器码编程并输入到单片机的存储器中去。该方法既麻烦又容易出错,现已很少有人使用。汇编语言编程方法,即是用符号指令编写出源程序,并通过 PC 上常采用的 Edlin(行编辑)、Wordstar(全屏幕编辑)或 PE(全屏幕编辑)等软件把源程序输入到 PC 上,并在磁盘上产生源文件。该方法目前最为常用。高级语言编程方法,即在 PC 上配备 PL/M-51 等交叉编译程序,用 PL/M 高级语言来对 MCS-51 单片机进行编程。该方法目前正在推广之中。

② 将应用程序翻译成机器码就是将汇编语言编写的应用程序(源程序)翻译成单片机能直接运行的机器码(目标程序),这个过程称为汇编。汇编一般有手工汇编和汇编程序汇编两种方法。手工汇编是根据一种 CPU 指令与机器码有着——对应的关系进行手工查表对照翻

译的编译方法;汇编程序汇编通常是用一种称为汇编/反汇编的程序由 PC 自动执行翻译对照工作。汇编是将源程序翻译成机器码,反汇编是将机器码翻译成源程序。由于汇编/反汇编仅是做查找翻译工作,因此可以不受 CPU 型号的限制。也就是说,可以用 A 型 CPU 的指令系统编制一个汇编/反汇编程序,在 A 型微机上对 B 型 CPU 的应用程序进行汇编/反汇编,通常也将这种在不同型号微机上的汇编称为交叉汇编。例如,用 Intel 公司的 ASM-51 汇编/反汇编软件在 IBM-PC 上对 MCS-51 单片机的应用程序进行交叉汇编。

③ 对应用程序进行排错调试就是对已经进行过硬件检查的试验样机和翻译成机器码的应用程序,还要进行联合排错和调试检查。目前常用的排错、调试方法有两种。一是用单片机仿真开发装置与试验样机联机提供排错、调试手段,具体的方法有单步运行、断点运行、跟踪运行和全速运行等。其中单步运行方法是使所编制的程序指令仅执行一条就停止下来,检查试验样机和应用程序中的错误,然后再单步执行下一条指令……;断点运行方法是在程序中设置断点,使得当程序执行到断点处时停止,供设计者检查试验样机和应用程序中的错误;跟踪运行方法是应用程序指令一条一条地执行,开发装置摄取运行每条指令的地址、单片机各部分数据、I/O 接口等处信息,供调试者随时停止程序,对各种信息进行检查和修改;全速运行方法是实时地运行用户程序,可以检查用户程序最终执行结果。二是在 IBM-PC 上创建一个模拟目标单片机的模拟环境,把编好的程序在这个模拟环境下运行,进而进行排错和调试。该方法对单片机软件的开发简单易行,它不需要任何在线仿真器,也不需要试验样机。

1.3 TDN-51 开放式单片机教学实验系统

市场上,MCS-51 单片机教学实验系统种类很多,用户只要掌握了一种实验系统的使用方法,就可以方便地理解和使用其他种类的实验系统,因它们的功能都差不多,只是操作方面有所差别而已。这里主要介绍 TDN-51 开放式单片机教学实验系统及其使用方法。

1. TDN-51 开放式单片机教学实验系统组成

该系统由 CPU 单元、8155 单元、键盘显示单元、电动机单元和 6264 扩展单元等组成,如图 1-1 所示。

2. TDN-51 开放式单片机教学实验系统的操作

(1) 使用串行通信电缆将实验系统与 PC 连接。

(2) 将系统状态选择开关拨至 51(此开关位于实验箱右下角),开启实验系统电源开关。

(3) 进入系统:启动 PC,进入 TD51 子文件夹,双击 MD51 图标,屏幕显示如图 1-2 所示。

根据所使用的通信接口选择输入“1”或“2”,按“Enter”键,便可进入 TDN-51 系统集成软

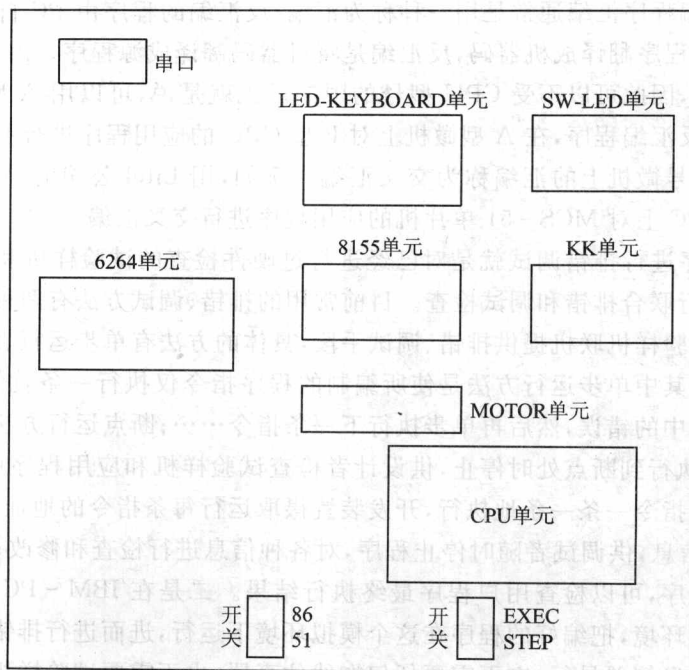


图 1-1 TDN-51 实验系统组成图

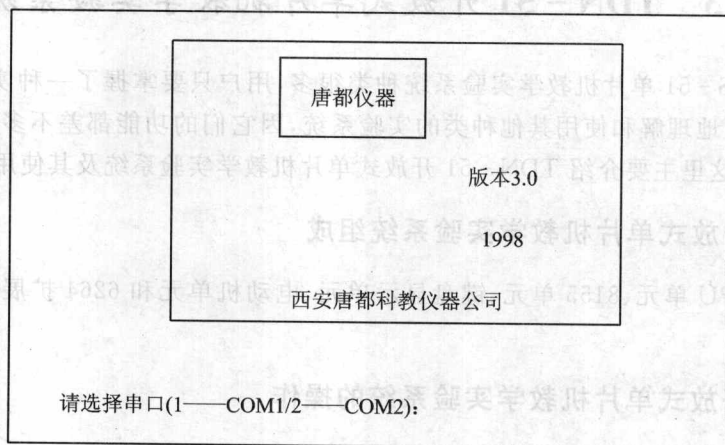


图 1-2 进入系统

件环境。屏幕显示如图 1-3 所示。

屏幕上端为菜单栏,用户可通过键盘各功能键选择使用编辑、汇编和调试等功能;屏幕中部为调试窗口 Debug 和寄存器、标志位显示窗口 REGS;屏幕下端为信息栏,显示当前提示信息。

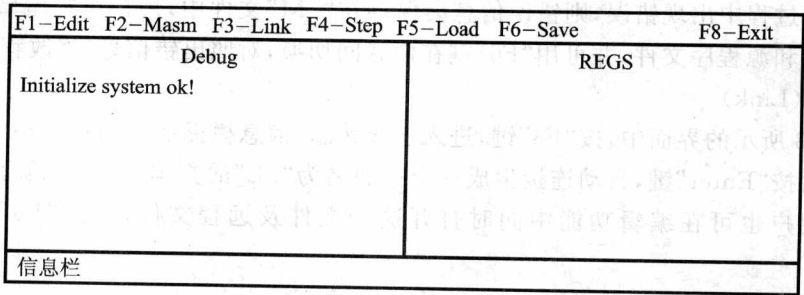


图 1-3 进入软件环境

(4) 全屏幕编辑(edit)

在图 1-3 所示的操作界面中,按“F1”键,进入全屏幕编辑操作,屏幕显示如图 1-4 所示。

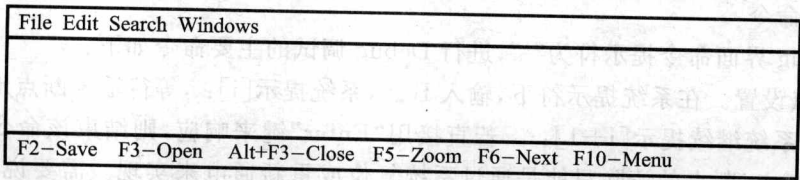


图 1-4 全屏幕编辑操作

通过菜单或快捷键选择需要的功能,可对源程序进行输入、修改和保存等操作。在对源程序进行修改的过程中,用户应先定义需要修改的程序块,然后可使用“Edit”菜单中的复制、剪切、粘贴和恢复等功能。另外,此编辑系统提供了搜索功能,只需在对话框中输入所要查询的程序内容,系统便可自动进行搜索,查找成功后,由光标进行定位并在编辑窗口显示;同时也可以选择此功能下拉菜单中的替换操作,只需在对话框中输入当前语句和替换后的语句内容,系统就会自动完成程序内容的替换。

(5) 汇编(Masm)

在图 1-3 所示的界面中,按“F2”键,进入汇编状态,信息栏提示:Filename: ...,输入待汇编的文件名(省略扩展名时系统默认为“. asm”)后按“Enter”键,系统自动完成汇编并生成“*.r03”文件和“. M”文本文件,并在屏幕上显示版权及如图 1-5 所示汇编信息。

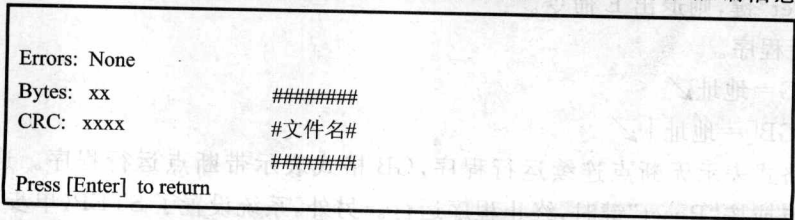


图 1-5 进入汇编状态