

石油高职教育“工学结合”教材

SHIYOU GAOZHI JIAOYU GONGXUE JIEHE JIAOCAI

单片机应用项目化教程

张 晔 主编

王兆春 主审



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职教育“工学结合”教材

单片机应用项目化教程

张 晔 主编

王兆春 主审

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以80C51系列单片机为主,紧密结合单片机应用实际,突出应用性人才的创新素质培养,充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,内容涵盖单片机结构、指令系统、程序设计、中断与定时/计数及典型接口器件应用等。

本书可作为高职高专院校电子信息技术、电气自动化技术、机电一体化技术、机械制造及自动化技术、数控应用技术等相关专业的教材和短期培训教材,也可作为广大工程技术人员的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用项目化教程/张晔主编.

北京:石油工业出版社,2011.3

石油高职教育“工学结合”教材

ISBN 978-7-5021-8261-8

I. 单…

II. 张…

III. 单片微型计算机-高等学校;技术学校-教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 011244 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:13

字数:330千字

定价:23.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本书以大庆职业学院国家示范性建设核心课、省级精品课《单片机应用技术》的项目化教学改革为蓝本,校企合作、精心设计。体现了以下特色:

(1)从我国国情出发,本土化特色鲜明,凸显了“主教材+辅助教材+网络素材”三位一体的教材设计理念。

本书为主教材,按照基于工作过程的教学流程,精心编排,将教学组织信息和单片机小产品设计必备的技术性信息同时呈现,本土化特色较为鲜明。辅助教材,即活页学习手册,可以在课程网站下载,它汇集了单片机教学设计过程中开发的所有教学工单,弥补了单纯依靠主教材难以实施项目化教学的不足,与主教材遥相呼应。课程网站素材库内容丰富,足以保障课程一体化教学实施需求。

(2)从学生实际出发,按照“过渡情境—案例性设计情境—引导性设计情境—发散性设计情境——产品实战设计情境”的递进构建产品设计任务,符合学生学习规律,特色鲜明。

学习情境一是过渡情境,目的是通过学中做、做中学的单片机基础性教学,淡化教师的主导地位,强化学生的主体意识,为后面的四个项目化情境打好基础;学习情境二是案例性设计情境,教材给出有缺陷的报警器设计案例,按照项目化教学要求引领学生完成设计,使学生了解单片机产品设计思路和项目化教学流程;学习情境三是引导性设计情境,教材不提供软、硬件设计方案,但对产品设计和教学组织思想做了较详尽的描述,同时规划了大量的辅助教学工单配合任务设计,引导学生在团队合作中完成设计和调试,学生可以查到大量类似的单片机开发案例,但绝对找不到相同的案例设计;学习情境四是发散性设计情境,教材提供多种设计思路和素材,学生可以灵活选择设计方案和编程语言,完成产品设计,训练发散思维,培养创新能力;学习情境五是实战设计情境,面向学生分层设计,学生根据实际情况,自选设计方案。

方案一(难度系数1):直接按照给定软硬件完成“设计8路抢答器”产品装调,并在模拟产品发布会上讲解产品设计思路,回答专家(教师)提问。此方案旨在培养学生智能电子产品的装调能力。

方案二(难度系数2):按“设计8路抢答器”任务“设计中存在的不足及改进思路”要求,设计新方案,完成改进后的抢答器产品设计和装调;或根据“设计数字钟”、“设计温度控制器”资料,完成设计及装调,并完成产品开发介绍。此方案旨在培养学生智能电子产品的设计和装调能力。

方案三(难度系数3):按照“设计数字钟”、“设计温度控制器”任务“设计中存在的不足及改进思路”的要求,设计新方案,完成改进后的数字钟或温控器产品设计和装调。此方案旨在培养学生智能电子产品的设计和装调能力。

(3)两条腿走路,既培养应用能力,又关注可持续发展。

学科化知识体系被解构后重构了行动导向知识体系,使教学更具针对性,但也给学生查找学习资料带来困难,面对市场上大量学科体系下的专业书籍,学生常感困惑——自己遇到的问题该上哪章哪节去找?为此,我们提出了两条腿走路的思想,即学科化知识体系与行动导向知识体系并重,如学习情境一以图解、思维导图或动画课件演示方式(课程网站提供动画),帮助学生建立单片机硬件结构框架、指令体系框架、程序结构框架,并了解单片机开发流程,用学科

目 录

学习情境一 设计最小用户系统扩展的彩灯	(1)
任务一 认知单片机最小用户系统	(2)
任务二 设计最小用户系统扩展的单灯闪烁	(13)
任务三 设计最小用户系统扩展的流水灯	(26)
学习情境二 设计中断与功率输出接口小产品	(70)
任务四 设计报警器	(70)
学习情境三 设计定时/计数器与键盘接口小产品	(91)
任务五 设计音乐门铃	(91)
学习情境四 设计模数转换与显示接口小产品	(116)
任务六 设计数字电压表	(116)
学习情境五 实战开发真实产品	(151)
任务七 设计 8 路抢答器	(151)
任务八 设计数字钟	(161)
任务九 设计温度控制器	(170)
附录	(189)
附录 1 80C51 指令功能表	(189)
附录 2 ASCII 码表	(193)
附录 3 Keil μ Vision2 集成开发软件使用简介	(194)
附录 4 编程器使用简介	(198)
附录 5 固化器使用简介	(198)
附录 6 在线 ISP 下载烧录器说明	(199)
参考文献	(201)

学习情境一 设计最小用户系统扩展的彩灯

学习目标

本情境引导读者认知单片机和单片机系统,通过用单片机最小用户系统设计彩灯。读者应达到以下目标:



知识目标

- (1) 明确单片机的基本概念,会分辨单片机与单片机系统;
- (2) 明确最小用户系统的组成及各部分作用;
- (3) 深入理解几种寻址方式的含义;
- (4) 了解单片机程序设计的基本流程。



能力目标

- (1) 明确学习单片机课程的基本方法,激发学习动力;
- (2) 关注本区域单片机企业的发展,了解其岗位分布,明确学习方向;
- (3) 能熟练进行进制转换,并掌握有符号数的原码、反码和补码表示方法;
- (4) 能正确标注 80C51 单片机的引脚结构;
- (5) 能够正确使用单片机 I/O 口引脚;
- (6) 能默画单片机基本组成框图;
- (7) 能正确描述单片机系统的开发流程;
- (8) 能正确描述单片机存储器的配置情况,并默画出配置图;
- (9) 会看指令功能表,并借助该表正确使用指令;
- (10) 不借助任何资料,能熟练并正确完成流水灯开发;
- (11) 能默画出单片机硬件、软件结构框架图,并展开描述;
- (12) 课下依据引导资料自学,培养学习习惯,提高自学能力。

诚信承诺

为配合单片机课程正在进行的教学改革,我承诺:

1. 积极参与课堂活动,自觉进行课下引导学习,不懂就问,绝不抄袭,努力达到规定的学习目标;
2. 合理利用网络资源,不做与学习无关的事,如打游戏;
3. 爱护器件和设备,若因人为因素损坏照价赔偿;
4. 养成节俭习惯,导线用多长就剪多长;
5. 严格遵守课堂纪律,不迟到,不早退,不旷课;
6. 严格遵守安全操作规程,努力按照企业的“6S”质量管理体系(整理、整顿、清洁、清扫、素养、安全)要求自己。

承诺人签名:

任务一 认知单片机最小用户系统

子任务一 认知单片机课程与岗位

一、认知单片机课程

(一)为什么要学单片机

单纯从就业角度来讲,学单片机,很重要的一个因素是它具有广阔的应用领域和发展前景,能提供不错的就业岗位。

单片机是一种应用十分广泛的单芯片微型计算机,在我国的普及应用已有 20 余年,从高档汽车到智能家电,从大型电子显示屏到键盘、鼠标,上至航天飞机,下到电动玩具,都能见到它的身影。目前,单片机被广泛用于智能仪表、机电设备、过程控制、数据处理、自动监测和家用电器等方面,它的普及应用,既催生了单片机工作岗位,也使得单片机应用成为当今社会炙手可热的一门技术。学好单片机,就业没问题。目前,单片机已成为电类、机电类专业的核心技术课。

(二)怎样学习单片机

许多学过单片机的人常会说:“单片机很难学”。事实真的如此吗?我们说,只要掌握科学的方法,单片机其实不难学!如何学好它呢?下面提几点建议:

作为一门课程,学习单片机与学习其他课程的基本方法是一样的,就是要加强理解、强化记忆,做到在理解的基础上记忆;单片机更是一门技术,我们学习它的最终目标是要用好它,要能用它来实际问题。因此,实践环节尤其重要,只有通过实践,才能真正了解单片机的价值,把握单片机的精髓,激发起学好这门课程的动力。

1. 加强理解

理解是学习和记忆一切知识的前提。学习单片机尤其要强调理解。许多学生学不好单片机,抱怨单片机太难,其根本原因就是方法不对头,还像中学阶段一样在死记硬背。为了做到理解,通常我们要完成以下三步曲:

(1)课前预习,便于理解。高职教学改革的一个突出特点就是以学生为主导,老师在课堂上的讲授时间少了,而单片机课程本身又确实比较抽象,因此建议大家养成课前依据引导学习材料自主学习的好习惯。在预习中弄个半懂,学习效率会提高几倍。

(2)课后复习,巩固理解。学生在课堂上唱主角,侧重于方法和操作,所以还需要利用课余时间及时巩固,加深理解。

(3)勤做练习,深入理解。高职院校的学生有个普遍特点就是不愿意做练习、习题。可能大家认为,高职教育培养的是动手能力,做题是应试教育的事情。我们认为,这种想法有些偏颇。高职教育培养的动手能力是建立在一定基础之上的,而多做题、多动脑恰恰是形成思路、打好基础的一种重要手段。

2. 强化记忆

学习单片机,仅做到理解还不行,该记的东西一定要记。不记忆单片机一些基本和必要的内容就谈不上应用。试想,一个连指令都记不住的人,能编出程序吗?至少编不出好的程序。

因此,我们强调的是理解基础上的记忆。那么该记哪些东西呢?我们认为至少有这么几个方面:

(1)初学要首先背诵单灯亮灭程序,使自己对程序不陌生,该程序将成为后续学习的有力支撑。

(2)对内部 RAM 结构图要牢记,深入领会 80C51 对程序存储器和数据存储器的设计特色,要将其转化为头脑中的空间形象来记忆。你将在后续学习指令的过程中体会到它的好处,那就是你将很清楚指令中的数据从什么地方来,到什么地方去,因为你心中有图。

(3)记住特殊功能寄存器(SFR)的名称,其好处与记住内部 RAM 结构图一样,同样你最好记住 PSW 的各位,这样你将对算数运算指令、条件转移指令领会得更深。

(4)在理解的基础上牢记常用指令。

(5)牢记复位入口地址和中断入口地址(即程序存储器中保留的存储单元)。

在记忆时,首先要树立一定能够牢记以上内容的自信心,根据教学经验,我们的高职学生不是记不住这些内容而是不相信自己能记住这些内容;其次是在理解的基础上记忆,并注意要将记忆的内容转化为空间形象。

3. 多练多实践

单片机是计算机的一个分支,因此它的学习方法必然带有计算机的一些特点。学过计算机、用过计算机的人都有体会:计算机是“玩”出来的。只学不练,用不好计算机,单片机也是一样。因此要求大家一定要重视实践环节,在学中练,练中学,在练中探索与发现问题,在练中分析与解决问题,培养方法能力。有句话叫百闻不如一见,我们说学习单片机是百闻不如一练。因此,情境一将学与练、学与用有机结合,使大家能够在实践中学习单片机;情境二~情境五做项目化实践,使大家能够在教学实战中应用单片机。预祝大家在单片机课程学习中取得好成绩。

4. 注重团队合作

同当今社会上的许多工作一样,单片机开发也需要团队合作。俗话说麻雀虽小,五脏俱全,因此,即使是一些中小型开发公司在进行很小的单片机项目开发时,也会遵循单片机开发的一般规律,如项目由几个人合作来完成。下面以某公司欲开发一个油井电泵自动保护器为例简述团队合作的重要。该项目很小,开发人员为:一名项目负责人、一名软件工程师、一名硬件工程师、一名技术员。项目负责人负责协调各人员工作和检查进度,软件工程师负责软件设计,硬件工程师负责硬件电路图和 PCB 板设计,技术人员负责元器件购买、测试和组装以及调试工作。在项目开发过程中,项目组成员必须多沟通、多交流,发挥团队作战意识才能很好地完成任务;反之,如果沟通、交流不够,团队作战意识不强,很可能造成团队成员对自己所负责的工作不太清楚,或对于当初任务分工时的接口和结构理解有偏差,或难以发现设计模型中的漏洞,以至于设计好的程序或硬件需要多次返工修改,多花了精力不说还会延误工期,甚至导致项目开发失败。因此,在单片机项目教学的小组合作中,同学们要有意识培养自己的团队协作能力。

(三)单片机教学方法建议

“教”、“学”、“用”的协调统一,将使单片机教学进入一个新阶段。我们对使用本书作教材的教师提出几点建议,仅供参考。

1. 教学思想建议

考虑到学生的可持续发展,教学中要注重体现两种知识体系并行的思想——学科化知识

体系与行动导向性知识体系并重,即情境一用学科化的思想,以讲练结合、学练结合的形式构建课程知识体系,此阶段应发挥高职学生形象思维较强的特点,尽量采用图像记忆、思维导图或动画课件演示方式,帮助学生建立单片机硬件结构框架、指令体系框架、程序结构框架,并了解单片机开发流程,初步构建单片机知识体系的框架结构;情境二~情境五按照从简单到复杂,从教学性任务逐渐过渡到实战性任务的形式,围绕不同难度单片机小产品的开发对过程性知识构建行动导向的知识体系,此环节应注意把相关知识点丰富到前面搭建好的单片机知识体系框架中,从而形成完整的单片机知识体系结构,使学生能够应对今后岗位发展的需要。

2. 教学方法建议

情境一建议边讲边练,边学边练,在单片机存储器配置环节建议采用图像训练、思维导图和动画演示等直观教学形式,以讲为主,其重点在于夯实基础;从情境二开始实施项目化的小组合作,其中任务四借鉴案例教学思想,教师手把手教学生开发报警器产品,重点在于经历一个小产品开发的完整过程,理清开发思路,了解教学程序,其任务资讯环节视学生课下学习情况教师可以适当多讲,但讲授重点放在剖析单片机控制思路,培养方法能力方面。情境三做项目教学,但开发难度较低,此时教师的主导作用渐渐退去,适当放手引导学生开发;情境四仍做项目教学,但任务难度略有增加,情境三和情境四的任务资讯以引导问题为主,引导学生学习、思考和自主研讨;情境五仍采用项目教学,建议完全放手由学生做,教师点拨。

二、认知单片机岗位

电子技术行业与单片机相关的岗位群见表 1-1-1。

表 1-1-1 单片机相关岗位群分布

序号	岗位群	工作任务	职业岗位素质与能力
1	操作工岗	(1) 严格按照作业指导书的要求进行生产操作及装配,并做好相关的记录; (2) 积极回馈生产中碰到的各类技术问题	(1) 生产工具的使用能力; (2) 生产设备的操作能力; (3) 具有良好的责任意识和安全意识
2	产品调试工岗	(1) 负责产品的单元调试及整机调试; (2) 负责调试数据的记录及整理; (3) 积极回馈调试中碰到的各类技术问题; (4) 负责调试方法的改进及新调试方法的研究	(1) 调试工具的使用能力; (2) 调试仪器、仪表、设备的使用及维护能力; (3) 电路原理的分析能力; (4) 调试方法的改进及新方法的研究能力; (5) 具有良好的责任意识和安全意识
3	产品维修工岗	(1) 负责产品生产中的维修; (2) 负责产品的售后维修与服务; (3) 通过维修发现产品的不足,向工程师提出改进意见	(1) 维修工具的使用及维修能力; (2) 检测仪器及仪表的使用能力及维护能力; (3) 电路原理分析能力; (4) 故障分析及处理能力; (5) 和用户沟通能力; (6) 具有良好的责任意识和安全意识及服务意识
4	工艺技术员岗	(1) 负责公司生产工艺管理与考核; (2) 负责公司工艺纪律贯彻执行与检查考核; (3) 负责公司新工、在岗操作工的产品、工艺知识讲授; (4) 负责公司新产品、新项目工艺的设计、提出新增工艺工装的要求及进度; (5) 负责公司新产品试制、新产品工艺试验、跟踪服务及新工艺的研究开发	(1) 工艺设计能力; (2) 工艺管理及考核能力; (3) 产品及工艺知识的讲授能力; (4) 工艺的研发、改进、创新能力; (5) 具有良好的责任意识和安全意识

续表

序号	岗位群	工作任务	职业岗位素质与能力
5	设备技术员岗	(1)负责生产设备的维护、保养; (2)负责生产设备的故障诊断及维修; (3)负责设备技术的改进; (4)负责设备操作规程的编写; (5)新员工设备操作培训	(1)设备的使用、维护、维修能力; (2)设备的技术改进能力; (3)与设备厂家的协调能力; (4)新员工设备操作培训能力
6	质检员岗	(1)负责公司产品的质量检查工作; (2)负责对公司产品合格率的统计、计算、分析工作; (3)协助做好产品质量保证体系的标准; (4)协助做好公司 6S 质量管理标准	(1)元器件质量检验能力(识别、检测); (2)产品质量的检验能力; (3)产品质量管理能力; (4)具有良好的责任意识及质量意识
7	库房管理员岗	(1)负责编制出入库材料明细账,材料出库领发料人应按规定签发小票; (2)负责做好每月仓库、工地材料清库、盘点报表工作,并按规定上报财务部; (3)按消防安全规定,确保仓库安全; (4)负责仓库内材料摆放有序,并保持仓库内外环境卫生,做到每日清扫	(1)元器件、原材料及产品的分类能力; (2)具有计算机应用能力(文字、报表处理); (3)物品管理能力; (4)具有良好的责任意识、安全意识及服务意识
8	生产线线长岗	(1)直接管理所属生产线员工,保持线上的工作纪律,协助生产主管达到和提升产品目标; (2)确认员工的出勤,在上班前分配工作任务,在上下班时集合,总结、宣导生产和品质状况; (3)监控各道工序是否按照作业指导书作业,解决制程中人为作业不良,保持生产线运行平稳; (4)每日生产前和更换机种时各项工作准备及确认,以及保持自己所辖线别的 6S 和 ESD 防护措施; (5)处理生产线的突发事故,及时反馈相关信息于上司和相关的人员	(1)熟练掌握电子产品(或 PCB)生产知识(包括生产工艺、设备原理及操作、产品调试等); (2)熟悉电子生产企业现场管理知识和 6S 管理的技能; (3)具有培训生产线新员工技能和管理员工的能力; (4)具有良好的管理意识、责任意识及质量意识
9	生产车间主任岗	(1)负责本车间人员管理,合理配置人员,形成最佳组合,提高劳动效率; (2)负责完成公司下达的生产任务,生产计划的分解工作,确保按时完成; (3)负责监督生产,提高产品质量; (4)加强设备管理、保养维护,严格执行操作规程; (5)负责本车间安全文明生产,确保安全无事故; (6)负责制定本车间管理制度,操作规程	(1)较强的专业生产知识; (2)较强的生产管理能力; (3)全面的人员管理能力; (4)良好的设备管理能力; (5)良好的组织协调能力; (6)具有良好的管理意识、责任意识及质量意识

续表

序号	岗位群	工作任务	职业岗位素质与能力
10	助理工程师岗	协助电子工程师完成以下任务： (1) 电路原理图的绘制； (2) PCB 设计； (3) 电路调试、维修； (4) 低端电子产品设计	(1) 较强的电路知识； (2) 电路原理图的绘制能力； (3) 电路调试、维修能力； (4) 低端电子产品设计能力
11	硬件工程师岗	(1) 根据技术设计要求完成相应硬件产品的分析和设计，能够独立完成任务，编写相应的设计文档； (2) 制作相应的硬件原理图和 PCB 图，完成相关制品的调试和验证； (3) 协助生产车间完成所开发产品的批量生产所需的各种技术规范、工装工具	(1) 精通模拟和数字电路设计、EMC 设计、微机原理，精通常用单片机开发，精通 C 语言单片机编程，熟悉 protel 等硬件开发工具； (2) 能高质量开发产品，创新性较强； (3) 独立负责自己担负的研发任务，并能够同团队中的其他人协作
12	软件工程师岗	(1) 负责电子产品的软件设计、开发等工作； (2) 独立详细设计软件功能模块；根据设计要求，编写应用软件； (3) 能够独立承接项目，满足项目需求	(1) 熟悉 51, AVR, ARM 等处理器及其编程，能够编写各功能模块的驱动软件； (2) 精通汇编和 C 语言编程； (3) 能独立承担软件模块的开发； (4) 具备良好的英语阅读能力； (5) 较强的学习能力和问题分析能力，严谨的工作态度，良好的团队合作精神、沟通能力

< 课外调研 >

调研本区域与单片机相关岗位的人才需求，每人准备 5min 的调研演讲。

子任务二 认知单片机中的数与码

一、认知单片机中的常用数制

同计算机一样，单片机中的常用数制是二进制、十进制和十六进制——单片机只能识别二进制数；为表示方便，人们常采用十六进制；平时习惯使用的十进制数也可在指令中运用。

人们对十进制非常熟悉，但单片机却不能识别它，单片机只认识二进制的 0 和 1。因此，学习单片机就要熟练掌握二进制。

二进制数码 0 和 1 可以表示数值的大小，如 0101 表示十进制数 5，1111 表示十进制数 15；也可以用来表示各种物理状态或逻辑状态，如 0 能表示低电平、开关打开、二极管截止、灯灭、电机停转等；与之相对应，1 表示高电平、开关闭合、二极管饱和、灯亮、电机运转等。当然，在电路不同的情况下，0 或 1 表示的也不是绝对的某一种状态。

二进制与控制状态的对应关系直观清晰，这给我们定义控制状态、分配控制功能带来了很大的便利。但与此同时，我们也感受到了应用二进制带来的不便，如它的书写和记忆比较繁琐、容易出错和难以查错等。

例如，我们要控制 16 个灯（分别为 LED0 ~ LED15），要求 LED0、LED2、LED6、LED10 亮，其余不亮，可以用二进制状态 0000 0100 0100 0101 来表示（假设 LED15 是高位，而且硬件结构决定 1 代表亮）。显然，写起来太麻烦了，很容易落掉一个状态或将一个状态写错。这时用十六进制表示就比较方便。将这一组数据转换成十六进制是 0445H，看起来方便多了。

要点 学习单片机要熟练掌握二进制、十进制和十六进制之间的相互转换,尤其是二进制与十六进制之间的转换很常用,必须特别熟练。

表 1-1-2 列出了部分十进制数与二进制、十六进制之间的对应关系,帮助大家复习。

表 1-1-2 部分十进制数与二进制、十六进制之间的对应关系

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0000B	0H	8	1000B	8H
1	0001B	1H	9	1001B	9H
2	0010B	2H	10	1010B	AH
3	0011B	3H	11	1011B	BH
4	0100B	4H	12	1100B	CH
5	0101B	5H	13	1101B	DH
6	0110B	6H	14	1110B	EH
7	0111B	7H	15	1111B	FH

二、认知单片机编码

(一) 单片机为什么要编码

单片机只能识别 0 和 1 两种状态,这样,我们就要把所有需由单片机来处理的数和符号(如字母、字符、字符串)都转换成二进制的形式。这种转换的过程称为编码。

(二) 单片机中常用哪些编码

1. BCD 码(十进制数的二进制编码)

BCD 码(Binary Coded Decimal) 又称二—十进制码,是用二进制形式所表示的十进制代码。BCD 码的实质是十进制数,在做数值运算时也采用逢十进一的原则。BCD 码种类较多,常用的有 8421BCD 码、5421BCD 码、2421BCD 码、余三码和格雷码,其中 8421BCD 码在单片机中应用最广泛。

8421BCD 码用 4 位二进制数 0000 ~ 1001 分别表示 1 位十进制数符号 0 ~ 9,如(8)_{8421BCD} 是 1000,(12)_{8421BCD} 是 0001 0010,(156)_{8421BCD} 是 0001 0101 0110 等。从形式上来看,这几组数字似乎都是二进制数,但仔细观察不难发现:其中只有 8 的 8421BCD 码和它本身对应的二进制数形式相同,而 12 转换成二进制数是 1100B,156 转换成二进制数是 1001 1100B,所以要严格区分二进制数和 8421BCD 码。

注意 在二进制数中能够出现的 1010 ~ 1111 组合,在 8421BCD 码中不允许出现,是非法码。表 1-1-3 列出了常用的 8421BCD 码。

表 1-1-3 常用 8421BCD 码表

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0000B	5	0101B
1	0001B	6	0110B
2	0010B	7	0111B
3	0011B	8	1000B
4	0100B	9	1001B

2. ASCII 码(字符编码)

ASCII 码的全称是美国标准信息交换码(American Standard Coded for Information Interchange),是目前国际上通用的代码。

通常 ASCII 码由 7 位二进制数码构成,可以为 128 个字符编码,见附录 2。这 128 个字符分为两类:图形类字符(96 个),其中包括十进制数字符 10 个、大小写英文字母 52 个和其他字符 34 个;控制类字符(32 个),包括回车符(CR)、换行符(LF)等。

要点 数字字符的 ASCII 码不同于它所对应的二进制数,如字符 8 的 ASCII 码是 0011 1000B(即 38H),它所对应的二进制数是 0000 1000B(即 08H)。

三、认知单片机中有符号数的表示

(一)单片机中如何表示数的正负

数学中数的正负用符号“+”和“-”表示,单片机(计算机)中如何表示数的正负?在单

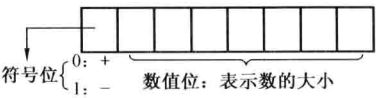


图 1-1-1 单片机中有符号数的表示

片机中,数据存放在数据存储单元,通常每个单元存放 8 位二进制数(8 位机),其中每一位或者是 0 或者是 1,我们把存储数据的最高位定义为符号位,该位为 0,表示正数;为 1 表示负数,见图 1-1-1。如 0100 1010B 表示 +74,1001 0011B 表示 -19。

(二)有符号数有哪几种表示形式

有符号数有原码、反码和补码三种表现形式。在下面的描述中我们以 8 位二进制数为例。

1. 原码

最高位用 0 表示正数,1 表示负数,其余 7 位用二进制数表示大小,这就是有符号数的原码形式。例如 +70 的原码是 0100 0110B, -21 的原码是 1001 0101B。在这里,我们所要表示的数值本身称为真值,如有符号数 0100 0110B 的真值是 +70,1001 0101B 的真值是 -21。

可以证明,8 位二进制数原码的表示范围是 $-127 \sim +127$ 。

2. 反码

计算机中的反码求法很简单。我们规定:正数的反码与原码形式相同,负数的反码符号位为 1,其余 7 位按位求反,如 +70 的反码是 0100 0110B, -21 的反码是 1110 1010B。

3. 补码

计算机中的有符号数都用补码表示。对于补码,我们有如下规定:正数的补码与原码形式相同;负数的补码则是在反码的基础上末位再加 1。如 +70 的补码是 0100 0110B, -21 的补码是 1110 1011B。8 位二进制补码的表示范围是 $-128 \sim +127$ 。表 1-1-4 列出了几个特殊的有符号数的补码。

表 1-1-4 几个特殊的有符号数的补码

真值	原码	反码	补码
+127	0111 1111B	0111 1111B	0111 1111B
+1	0000 0001B	0000 0001B	0000 0001B
+0	0000 0000B	0000 0000B	0000 0000B

续表

真值	原码	反码	补码
-0	1000 0000B	1111 1111B	0000 0000B
-1	1000 0001B	1111 1110B	1111 1111B
-127	1111 1111B	1000 0000B	1000 0001B
-128	—	—	1000 0000B

如果已知一个负数的补码,要求其真值,可以对该补码再次求补,得到该负数的原码,依其原码求真值,如某负数的补码是 1001 1101B,对它再次求补得到原码 1110 0011B,于是可以判断其真值是 -99。

要点 采用补码运算的突出特点是能够将减法转换成加法运算,便于在计算机上实现。

如: $28H - 48H = -20H$,用补码运算时表示为: $[28H]_{\text{补}} + [-48H]_{\text{补}} = [-20H]_{\text{补}}$

$$\begin{array}{r}
 [28H]_{\text{补}} \quad \quad 0010 \ 1000 \\
 + [-48H]_{\text{补}} \quad 1011 \ 1000 \\
 \hline
 \text{结果} \quad \quad \quad 1110 \ 0000
 \end{array}$$

结果 1110 0000B 为补码,求补得到原码为:1010 0000B,真值为 -010 0000B(即 -20H)。



资料袋——位、字节、字和字长

► 位(Bit):在计算机内部,数据和指令都用二进制代码表示,二进制代码中的每个数符 0 或 1 称为一位。

► 字节(Byte):代码中相邻的 8 个二进制位称为 1 个字节,用 B 表示。1024 个字节构成 1 个千字节,即 $1024B = 2^{10}B = 1kB$,1024kB 构成 1 个兆字节,即 $1024kB = 2^{10}kB = 1MB$,1024MB 构成 1 个千兆字节,即 $1024MB = 2^{10}MB = 1GB$,B、kB、MB、GB 都是计算机存储器容量的单位。

► 字(Word):1 个或几个字节组成 1 个字。它是计算机内部进行数据传递处理的基本单位。

► 字长:一个字所包含的二进制位数称为字长。典型的微型计算机的字长有 8 位、16 位、32 位、64 位。80C51 单片机的字长是 8 位。

子任务三 认知单片机和单片机系统

一、认知单片机

(一)解读单片机

顾名思义,“单”就是“一”的意思,“片”就是“集成芯片”,“机”就是“计算机”。因此,单片机是将运算器、控制器、存储器和输入/输出接口等计算机主要部件集成在一块芯片上的单芯片微型计算机(Single - Chip Microcomputer),简称单片机,如图 1-1-2 所示。

由于单片机主要应用于控制,所以国际上通常将单片机称为微控制器(Micro - Controller Unit,简称 MCU)。

(二)认知单片机封装和引脚结构

80C51 系列单片机有双列直插式(DIP)、PLCC、QFP44(Quad Flat Pack)等多种封装形式,见图 1-1-2。

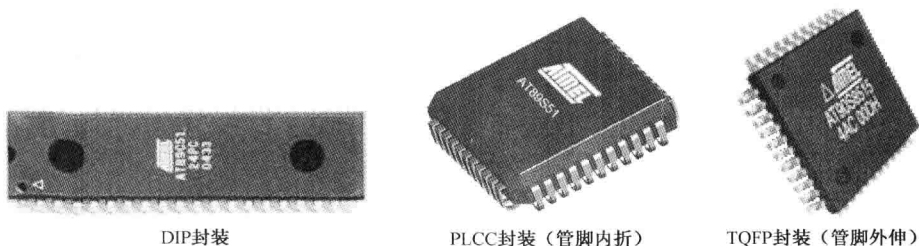


图 1-1-2 80C51 系列单片机封装形式

图 1-1-3、图 1-1-4 是 80C51 系列单片机引脚结构图。对于 AT89S51 单片机,其 15 引脚还兼作 MOSI 引脚,16 引脚还兼作 MISO 引脚,17 引脚兼作 SCK 引脚。

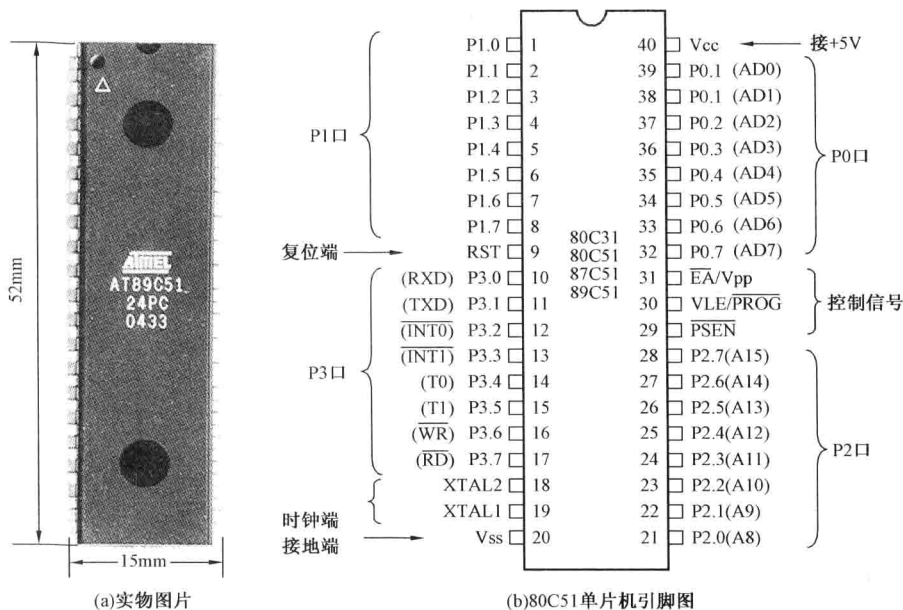


图 1-1-3 80C51 系列单片机 DIP40 封装引脚结构

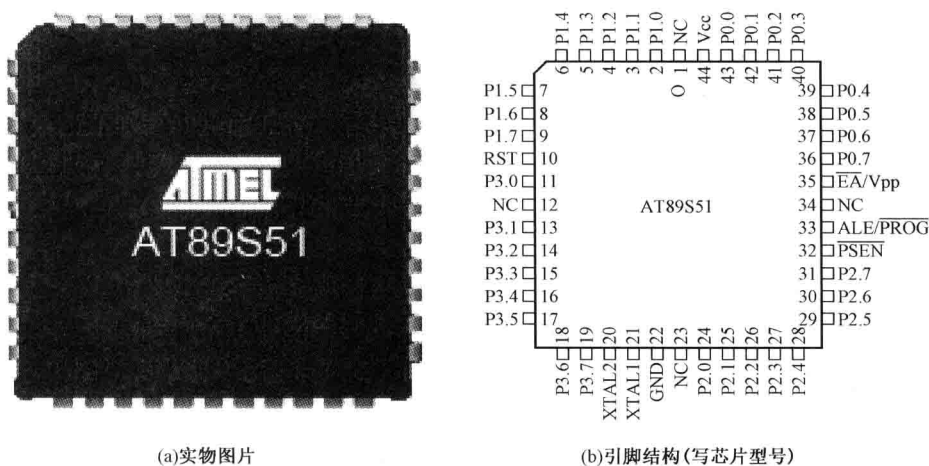


图 1-1-4 80C51 系列单片机 QFP44 封装引脚结构

(1) 电源引脚(2 个):

① V_{cc} : 接 +5 电源;

② $V_{ss}(GND)$: 接地端。

(2) 外接晶振引脚(2 个):

① XTAL1: 外接晶振输入端;

② XTAL2: 外接晶振输入端。

(3) 并行输入输出引脚(32 个, 分成 4 个 8 位口):

① P0.0 ~ P0.7: 通用 I/O 引脚或数据/低 8 位地址总线复用引脚;

② P1.0 ~ P1.7: 通用 I/O 引脚;

③ P2.0 ~ P2.7: 通用 I/O 引脚或高 8 位地址总线复用引脚;

④ P3.0 ~ P3.7: 通用 I/O 引脚或第二功能引脚。

(4) 控制引脚(4 个):

① RST/V_{pd} : 复位信号输入引脚/备用电源输入引脚;

② $ALE/PROG$: 地址锁存允许信号输出引脚/编程脉冲输入引脚;

③ $\overline{EA}/V_{pp}$: 内外存储器选择引脚/片内 EPROM(或 FlashROM) 编程电压输入引脚;

④ $PSEN$: 片外程序存储器读选通信号输出引脚。

二、认识单片机系统和单片机最小系统

(一) 认知单片机系统

单片机只集成了计算机的一些基本部件, 但无法将计算机的全部电路都集成到其中, 部分分立元件是无法集成到单片机当中的, 如组成时钟和复位电路的石英晶体、电阻、电容等。此外, 在实际的控制应用中, 还经常需要扩展外围电路和外围芯片, 如存储器、显示器件、键盘等。因此, 单片机系统是指在单片机芯片的基础上辅以必要的外围设备构成的具有一定应用能力的计算机系统。它包括硬件系统和软件系统两部分。图 1-1-5 是单片机与单片机系统对照图。

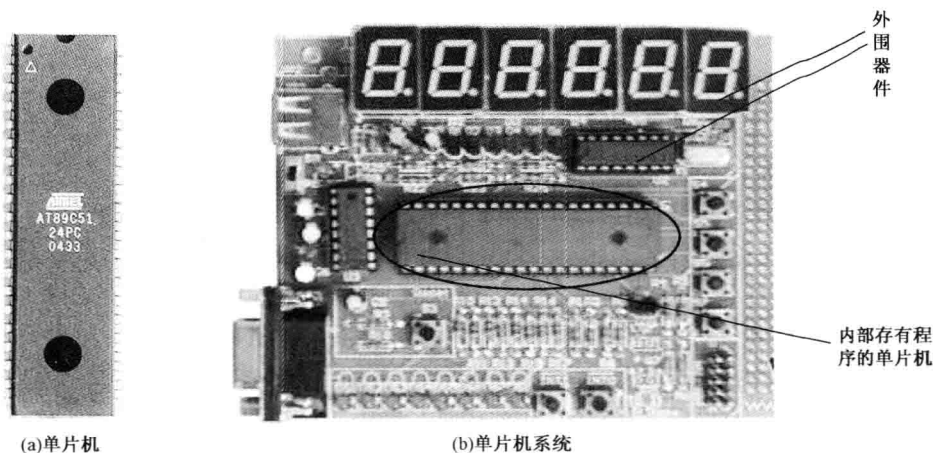


图 1-1-5 单片机与单片机系统对照图

(二) 认知单片机最小系统

能让单片机工作的由最基本元器件构成的系统称为单片机最小系统, 如图 1-1-6 所示。51 系列单片机最小系统只包含单片机、电源、时钟电路、复位电路和必要的 $\overline{EA}/V_{pp}$ 引脚状态

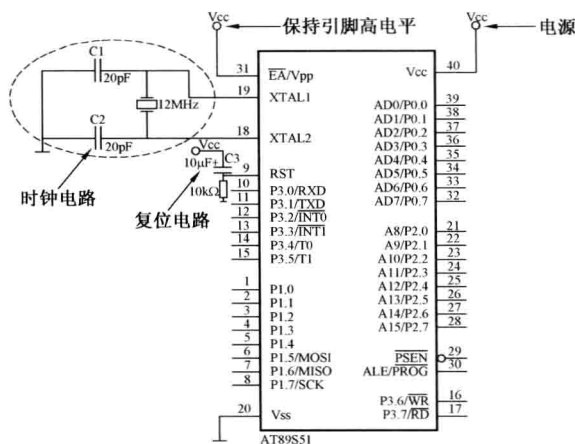


图 1-1-6 单片机最小系统结构图

80C51 单片机的时钟电路如图 1-1-7 所示。由图 1-1-7(a) 可见,80C51 单片机内部有一个振荡器,其第 19 引脚(XTAL1)和第 18 引脚(XTAL2)必须外接石英晶体和微调电容才能使振荡器起振;单片机也可以使用外部时钟,此时,80C51 的 XTAL1 端用来输入外部时钟信号。

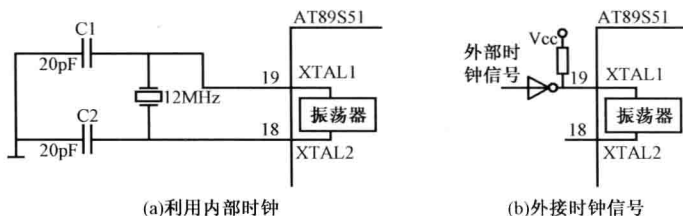


图 1-1-7 80C51 单片机时钟电路

3. 复位电路

首先需要明确单片机复位的意义,这与按下计算机复位键 Reset 的含义相似:当计算机死机时,只要按下复位键 Reset,计算机就会重新启动;同理,当单片机运行出错或进入死循环后,为摆脱困境,也可以利用复位操作重新启动。80C51 单片机的复位端是第 9 引脚 RST/V_{pp}。复位后,单片机从程序存储器 0000H 单元开始执行程序。单片机内其他存储资源复位后的初始状态见任务三的子任务一中的知识拓展“图解 80C51 单片机存储器配置”的相关内容。

图 1-1-7 为最简复位电路,它由一个电解电容和一个电阻构成。当单片机系统接通电源时,Vcc 电压瞬间变为 +5V,因电容电压不能突变,此时电解电容相当于短路,致使电源电压直接加在 RST 引脚上,如果这一高电平在该引脚上保持 2 个机器周期以上,就能使单片机复位;很快,电解电容充满电,在电路中相当于断路,于是,RST 端由高电平转低电平,单片机随即开始执行程序。

实际上,只用一个电容的复位电路可靠性不高,我们经常采用如图 1-1-8 所示的两种复位电路。其中图 1-1-8(a)是上电复位电路;图 1-1-8(b)除上电复位以外还可以在按下按钮 S 时进行手动复位。两种复位电路都是通过 RST 引脚产生一个脉冲跳变实现复位的。

设置。图 1-1-6 是以 AT89S51 单片机为例的最小用户系统电路结构。

1. 电源(Vcc,GND)

AT89S51 单片机的第 40 引脚和第 20 引脚分别为电源端 Vcc 和接地端 GND,Atmel 公司的技术资料显示,AT89S51 的供电电压范围为 +4.0 ~ +5.5V。

2. 时钟电路(XTAL1、XTAL2)

单片机的第 19 引脚(XTAL1)和第 18 引脚(XTAL2)用来构成时钟电路。时钟电路在单片机系统中为单片机提供基准的时钟信号,保证单片机有条不紊地工作。