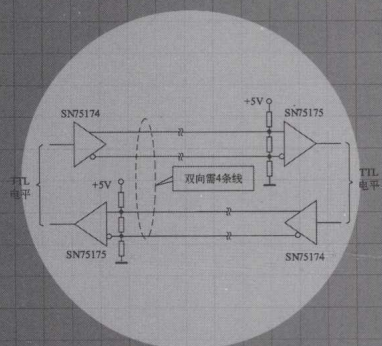
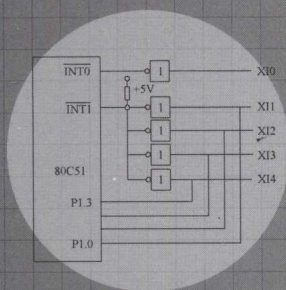
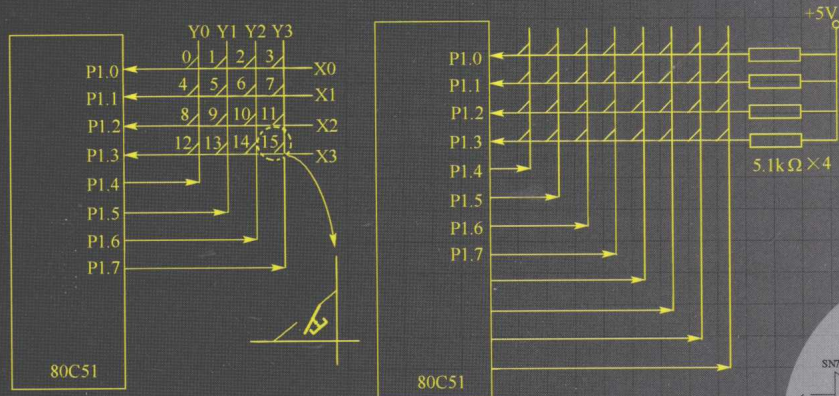


全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

单片机系统设计与调试

吉红 闫昆 主编
张钧 主审

DANPIANJI XITONG SHEJI YU TIAOSHI



化学工业出版社

全国高职高专 工作过程导向 规划教材

单片机系统设计与调试

吉红 闫昆 主编

张钧 主审

图书在版编目(CIP)数据

单片机系统设计与调试 / 吉红, 闫昆主编. — 北京: 化学工业出版社, 2010.7

ISBN 978-7-122-08701-0

全国高职高专工作过程导向规划教材

ISBN 978-7-122-08701-0

I. ①单… II. ①吉… ②闫… III. ①单片机—设计—教材 IV. TP398.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第096181号

责任编辑: 马小华

封面设计: 王 颖

排版设计: 王 颖

印刷: 北京印刷厂

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南路13号 邮政编码100011)

印 刷: 北京印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张12 字数382千字 2010年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64218288 传真: 010-64218289 邮购服务: 010-64218299



化学工业出版社

北 京

定价: 25.00元

ISBN 978-7-122-08701-0

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机系统设计与调试 / 吉红, 闫昆主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.7

全国高职高专工作过程导向规划教材

ISBN 978-7-122-08701-0

I. 单… II. ①吉… ②闫… III. 单片微型计算机-系统设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 096181 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 孙 科

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 383 千字 2010 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究



序

随着市场经济体制的完善、科学技术的进步、产业结构的调整及劳动力市场的变化,职业教育面临着“以服务社会主义现代化建设为宗旨、培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才”的新任务。高等职业教育是全面推进素质教育,提高国民素质,增强综合国力的重要力量。2005年颁布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》中国家进一步推行以就业为导向、继续实行多形式的人才培养工程和推进职业教育的体制改革与创新,提出“职业院校要根据市场和社会需要,不断更新教学内容,合力调整专业结构”。在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件中,教育部明确指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。”

新时期下我国经济体制转轨变型也带来对人才需求和人才观的新变化。大量新技术、新工艺、新材料和新方法的不断涌现使得社会对新型技能人才的需求更加迫切,而以传统学科式职业教学体系培养出来的人才无论从数量、结构和质量都不能很好满足经济建设和社会发展的需要,而满足社会的需要才是职业教育的最终目的。在新形势下,进行职业教育课程体系的教学改革是职业教育生存和发展的唯一出路。改革现行的培养体系、课程模式、教学内容、教材教法,培养造就技术素质优秀的劳动者,已成为高等职业学校教育改革的当务之急。

针对上述情况,高职院校应大力进行课程改革和建设,培养学生的综合职业能力和职业素养。课程设计以职业能力培养为重点,与企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计,充分体现职业性、实践性和开放性的要求,重视学生在校学习与实际工作的一致性,有针对性地采取工学交替、任务驱动、项目导向、课堂与实习地点一体化等行动导向的教学模式。课程的教学内容来自于企业生产、经营、管理、服务的实际工作过程,并以实际应用的经验和策略等过程性知识为主。以具体化的工作项目(任务)或服务为载体,每个项目或任务都包括实践知识、理论知识、职业态度和情感等内容,是相对完整的一个系统。在课程的“项目”或“任务”设置上,充分考虑学生的个性发展,保留学生的自主选择空间,兼顾学生的职业发展。

为此,化学工业出版社在全国范围内组织了二十所职业院校机械、电气、汽车三个专业的百余位老师编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,为推动我国高等职业院校教学改革做了有益的尝试。

在教材的编写思路上,我们积极配合新的课程教学模式、教学内容、教学方法的改革,结合学校和企业工业现场的设备,打破学科体系界限和传统教材以知识体系编写教材的思路,以知识的应用为目的,以工作过程为主线,融合了最新的技术和工艺知识,强调知识、

能力、素质结构整体优化，强化设备安装调试、程序设计指导、现场设备维修、工程应用能力训练和技术综合一体化能力培养。

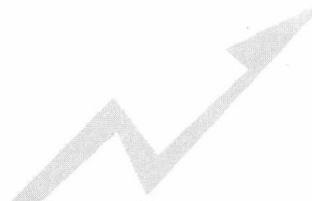
在内容的选择上，突出了课程内容的职业指向性，淡化课程内容的宽泛性；突出了课程内容的实践性，淡化课程内容的纯理论性；突出了课程内容的实用性，淡化课程内容的形式性；突出了课程内容的时代性和前瞻性，淡化课程内容的陈旧性。

在编写力量上，我们组织了一批高等职业院校一线的教学名师，他们大都在自己的教学岗位上积极探索和应用着新的教学理念和教学方法，其中一部分教师曾被派到德国进行双元制教学的学习，再把国外的教学模式与我国职业教育的现实进行有机结合，并把取得的经验和成果毫无保留地体现在教材编写中。

同时，我们还邀请企业人员参与教材编写，并与相关职业资格标准、行业规范相结合，充分体现了校企合作和工学结合，突出了创新性、先进性和实用性。

本套教材从编写内容和编写模式方面，都充分体现了全国高职院校教学改革成果，符合学生的认知规律，适应科技发展的需要，必将为职业院校培养高素质人才提供强有力的保证。

编委会



前言

课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。为贯彻教育部教学改革的重要精神,同时为配合职业院校教学改革和教材建设,更好地为职业院校深化改革服务,化学工业出版社组织二十所职业院校的老师共同编写了这套“高职高专工作过程导向规划教材”。本套教材涉及机械、电气、汽车专业领域,其中电气专业包括:《自动化生产线安装、调试与维护》、《电机控制与维修》、《电子技术》、《电机与电气控制》、《变频器应用与维修》、《西门子 S7-200PLC 与工业网络应用技术》、《单片机系统设计与调试》、《工厂供配电技术》、《自动检测仪表使用与维护》、《集散控制系统应用》、《液压气动技术与应用》(非机械专业适用)共 11 种教材。

《单片机系统设计与调试》是一门实践性较强的课程,知识点多,内容抽象,学习有难度。本教材在编写过程中注重学用结合、学练结合,以实例为切入点,通过实例将 MCS-51 系列单片机的知识进行合理整合,学生可以通过每个学习情境中基础知识、电路设计、电路制作、编程仿真和程序调试几部分的学习,较好地掌握单片机与接口技术。

本书具有如下主要特点:

1. 采用项目化教学模式,全书分为八个学习情境,每个学习情境为一个知识单元,将基础知识和实践操作紧密结合,以项目引导、任务驱动学习,不但增加了知识学习的易学性,而且适应了实践教学环节的需要。
2. 根据知识内容设计了实用性很强的电路板,以最小系统电路板为基础,各学习情境目标板为载体,将抽象的知识具体化,通过电路的运行情况更好地掌握理论知识。
3. 将单片机的电路板和 PC 机结合,可以方便地使用编程调试软件编写和调试程序,并且可以通过程序烧写软件将程序烧写到单片机中,直接感受程序执行的结果,突出了课程的实际应用性特点,有助于实践操作技能的培养。

本书由天津渤海职业技术学院吉红、闫昆担任主编,许珊、张佳参加了编写工作,全书由张钧主审。书中学习情境 1 由吉红编写,学习情境 2 和学习情境 3 由许珊编写,学习情境 4 和学习情境 5 由张佳编写,学习情境 6、学习情境 7 和学习情境 8 由闫昆编写。在本书编写过程中,得到了天津渤海职业技术学院朱凤芝教授的大力帮助和支持,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请各位读者和专家批评指正。

本教材的教学课件及自我评估习题答案请到 <http://www.cipedu.com.cn> 下载!

编者

目录

学习情境 1 单片机最小系统设计

任务 1.1 认识单片机	2	4. 时钟电路	20
【任务描述】	2	5. 并行 I/O 端口	21
【任务分析】	2	任务 1.4 最小系统的设计	23
【知识准备】	2	【任务描述】	23
1. 什么是单片机	2	【任务分析】	24
2. 单片机的应用	2	【知识准备】	24
3. 单片机与嵌入式系统	3	1. 什么是单片机的最小系统	24
4. 单片机的发展阶段	4	2. AT89S52 单片机最小系统设计	24
5. 80C51 单片机的家族简介	5	【任务实施】	25
6. 单片机的发展趋势	6	1. 最小系统器件和工具清单	25
任务 1.2 计算机中数据的表示方法	7	2. 实训步骤	26
【任务描述】	7	任务 1.5 最小系统的调试	28
【任务分析】	7	【任务描述】	28
【知识准备】	7	【任务分析】	29
1. 计算机中的数制	7	【知识准备】	29
2. 编码	9	1. 单片机的指令系统	29
任务 1.3 单片机的内部结构	11	2. 数据传送类指令	31
【任务描述】	11	【任务实施】	33
【任务分析】	11	1. Keil 软件的使用方法	33
【知识准备】	11	2. Easy 51Pro 软件的使用	38
1. 单片机的引脚和功能	13	【学习小结】	40
2. 存储器的配置	14	【自我评估】	40
3. 复位操作和复位电路	19		

学习情境 2 LED 显示

任务 2.1 指令系统	44	【任务描述】	44
-------------	----	--------	----

【任务分析】	44	【任务分析】	63
【知识准备】	44	【任务实施】	63
1. 算术运算类指令	44	1. LED 显示电路的设计	63
2. 逻辑运算及移位指令	47	2. 编写 LED 显示程序	63
3. 控制转移类指令	51	3. LED 显示电路调试	66
4. 位操作类指令	55	任务 2.4 多位 LED 显示	67
5. 80C51 汇编语言的伪指令	58	【任务描述】	67
任务 2.2 LED 显示原理	60	【任务分析】	67
【任务描述】	60	【知识准备】	67
【任务分析】	60	1. 多位 LED 显示的方法	67
【知识准备】	60	2. 动态显示的软件设计	67
任务 2.3 一位 LED 显示电路的设计与 调试	63	【任务实施】	69
【任务描述】	63	【学习小结】	69
		【自我评估】	69

学习情境 3 红绿灯控制电路的设计

任务 3.1 汇编语言程序设计	74	7. 其他程序设计	86
【任务描述】	74	任务 3.2 红绿灯控制设计	87
【任务分析】	74	【任务描述】	87
【知识准备】	74	【任务分析】	88
1. 汇编语言的构成	74	【任务实施】	88
2. 汇编语言程序的设计方法	75	1. 红绿灯控制电路设计与制作	88
3. 顺序结构程序设计	76	2. 红绿灯控制电路的程序设计	89
4. 分支程序设计	78	【学习小结】	93
5. 循环程序设计	81	【自我评估】	93
6. 子程序设计	83		

学习情境 4 80C51 外部中断电路的设计

任务 4.1 80C51 的中断系统	96	【任务描述】	105
【任务描述】	96	【任务分析】	106
【任务分析】	96	【任务实施】	106
【知识准备】	96	1. 外部中断电路的设计	106
1. 中断系统	96	2. 外部中断 INT0 应用程序设计	106
2. 中断请求标志	98	3. 外部中断在急救车与交通灯 控制中的应用	108
3. 中断控制	99	【学习小结】	110
4. 80C51 单片机中断处理过程	101	【自我评估】	110
5. 中断系统的初始化及中断应用	102		
任务 4.2 外部中断电路的设计与应用	105		

学习情境 5 定时器电路的设计

任务 5.1 80C51 的定时/计数器	114	【任务实施】	128
【任务描述】	114	1. 任务目的	128
【任务分析】	114	2. 任务要求	129
【知识准备】	114	3. 秒时钟电路的设计与制作	129
1. 定时/计数器的结构和工作原理	114	4. 秒时钟电路的软件设计	129
2. 定时/计数器的控制	116	5. 秒时钟电路的调试	130
3. 定时/计数器的工作方式	118	【工程素质培养】	131
4. 定时/计数器的编程举例	124	1. 音频脉冲的产生	131
【知识拓展】	128	2. 音乐节拍的生成	131
定时/计数器用于外部中断扩展	128	3. 建立音乐的步骤	132
任务 5.2 80C51 定时器电路的应用	128	【学习小结】	134
【任务描述】	128	【自我评估】	134
【任务分析】	128		

学习情境 6 单片机串口的应用

任务 6.1 计算机串行通信基础	136	【任务分析】	145
【任务描述】	136	【知识准备】	145
【任务分析】	136	1. 80C51 串行接口的结构	145
【知识准备】	136	2. 80C51 串行接口的控制寄存器	146
1. 串行通信的基本概念	137	3. 80C51 串行接口的工作方式	147
2. 串行通信的传输方向	139	【任务实施】	151
3. 信号的调制与解调	139	1. 串行口显示练习	151
4. 串行通信的错误校验	140	2. 串行口通信练习	153
5. 传输速率与传输距离	140	任务 6.4 多机通信	155
任务 6.2 串行通信接口标准	141	【任务描述】	155
【任务描述】	141	【任务分析】	155
【任务分析】	141	【知识准备】	155
【知识准备】	141	1. 多机通信原理	155
1. RS-232 接口	141	2. 多机通信的程序设计	156
2. RS-422A 接口	144	【任务实施】	157
任务 6.3 80C51 单片机的串行接口	145	【学习小结】	160
【任务描述】	145	【自我评估】	161

学习情境 7 单片机的测控接口

任务 7.1 D/A 转换器的原理及主要技术 指标	164	【任务描述】	164
		【任务分析】	164

【知识准备】	164	2. 双积分式 ADC 的转换原理	172
1. D/A 转换器的基本原理及分类	164	3. A/D 转换器的主要技术指标	172
2. D/A 转换器的主要性能指标	165	4. ADC0809 的内部结构	173
3. DAC 0832 芯片及其与单片机的接口	166	5. ADC 0809 的引脚功能	173
【任务实施】	168	6. 电路	175
任务 7.2 A/D 转换器工作原理及技术指标	171	7. 编程	175
【任务描述】	171	【任务实施】	176
【任务分析】	171	【知识拓展】	178
【知识准备】	171	V/F 变换练习	178
1. 逐次逼近式 ADC 的转换原理	171	【学习小结】	181
		【自我评估】	181

学习情境 8 单片机的系统扩展

任务 8.1 存储器的扩展	184	【任务实施】	199
【任务描述】	184	任务 8.3 显示器与键盘接口	199
【任务分析】	184	【任务描述】	199
【知识准备】	184	【任务分析】	199
1. 程序存储器的扩展	184	【知识准备】	199
2. 数据存储器的扩展	188	1. 显示器及其接口	199
【任务实施】	190	2. 键盘及其接口	203
任务 8.2 并行接口的扩展	191	3. 8279 芯片	206
【任务描述】	191	【任务实施】	212
【任务分析】	191	1. 8155 的键盘及显示接口	212
【知识准备】	191	2. 8279 的键盘及显示接口	214
1. 输入/输出接口的功能	192	3. 串行口键盘及显示接口电路	215
2. 单片机与 I/O 设备的数据传送方式	192	【学习小结】	215
3. 并行接口的扩展	193	【自我评估】	216
附录 I ASCII 字符表	217		
附录 II MCS-51 指令表	219		
附录 III MCS-51 系列单片机指令表	223		
参考文献	227		

学习情境 1

单片机最小系统设计

1



学习目标

能力目标:

1. 会设计单片机的最小系统。
2. 会用 Keil 软件进行编程和仿真。
3. 会用 Easy 51Pro 软件将程序写入最小系统。

知识目标:

1. 掌握单片机的概念和应用领域。
2. 掌握单片机的内部结构和接口基本知识。
3. 掌握单片机数据传送指令的应用。
4. 掌握最小系统的组成和工作原理。

任务 1.1 认识单片机

【任务描述】

① 通过单片机的组成和应用领域介绍、明确什么是单片机。单片机是一种实践性很强的器件，要学好单片机与接口技术，需要多练习，多实践，才能灵活应用。

② 通过了解单片机与嵌入式系统的关系和单片机家族组成，了解单片机的发展阶段和发展趋势。

【任务分析】

① 认识单片机，建立单片机的概念。

② 掌握单片机的应用。

③ 了解单片机与嵌入式系统的关系。

【知识准备】

1. 什么是单片机

所谓单片机，就是把中央处理器 CPU (Central Processing Unit)、存储器 (Memory)、定时器、I/O (Input/Output) 接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。概括的讲：一块芯片就成了一台计算机。

学习单片机是否很困难呢？如果已经具有电子电路，尤其是数字电路基本知识，学习不会有太大困难，如果对 PC 机有一定基础，学习单片机就更容易。不过，单片机和 PC 机一样，是实践性很强的一门技术，有人说“计算机是玩出来的”，单片机也一样，只有多“玩”，也就是多练习、多实际操作，才能真正掌握它。

2. 单片机的应用

目前单片机渗透到人们生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。大的方面：导弹的导航装置，飞机上各种仪表的控制，计算机的网络通信与数据传输，工业自动化过程的实时控制和数据处理；日常生活中：广泛使用的各种智能 IC 卡，民用豪华轿车的安全保障系统，录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制，以及程控玩具、电子宠物等，这些都离不开单片机，更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。人们平时使用的手机就是一个典型的单片机。如图 1-1 所示。

单片机的应用大致可分如下几个范畴。

(1) 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点，广泛应用于仪器仪表中，结合不同类型的传感器，可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比起采用电子或数字电路更加强大。

(2) 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理，电梯智能化控制、各种报警系统，与计算机联网构成二级控制系统等。

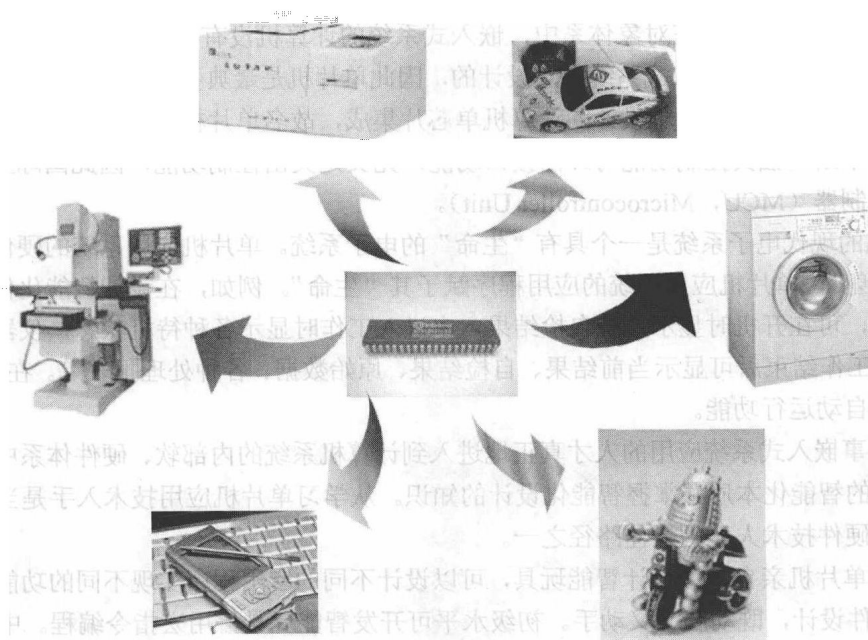


图 1-1 单片机的应用

(3) 在家用电器中的应用

现在的大部分家用电器基本上都采用了单片机控制，从洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、音响视频器材，再到电子称量设备，五花八门，无所不在。

(4) 在计算机网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信，为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件，现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信，再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

(5) 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛，例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

(6) 在各种大型电器中的模块化应用

某些专用单片机设计用于实现特定功能，从而在各种电路中进行模块化应用，而不要求使用人员了解其内部结构。如音乐集成单片机，看似简单的功能，微缩在纯电子芯片中，就需要复杂的类似于计算机的原理。在大型电路中，这种模块化应用极大地缩小了体积，简化了电路，降低了损坏率、错误率，也方便更换。

3. 单片机与嵌入式系统

在电子世界领域，从 20 世纪中的无线电时代进入到 21 世纪以计算机技术为中心的智能化现代电子系统时代。现代电子系统的基本核心是嵌入式计算机系统（简称嵌入式系统），而单片机是最典型、最广泛、最普及的嵌入式系统。

嵌入式系统源于计算机的嵌入式应用，早期嵌入式系统为通用计算机经改装后嵌入到对象体系中的各种电子系统，如舰船的自动驾驶仪、轮机监测系统等。嵌入式系统首先是一个计算机系统，其次它被嵌入到对象体系中，在对象体系中实现对象要求的数据采集、处理、状态显示、输

出控制等功能, 由于嵌入在对象体系中, 嵌入式系统的计算机没有计算机的独立形式及功能。

单片机完全是按照嵌入式系统要求设计的, 因此单片机是最典型的嵌入式系统。早期的单片机只是按嵌入式应用技术要求设计的计算机单芯片集成, 故名单片机。随后, 单片机为满足嵌入式应用要求不断增强其控制功能与外围接口功能, 尤其是突出控制功能, 因此国际上已将单片机正名为微控制器 (MCU, Microcontroller Unit)。

智能化的现代电子系统是一个具有“生命”的电子系统。单片机应用系统的硬件结构给予电子系统“身躯”, 单片机应用系统的应用程序赋予其“生命”。例如, 在设计智能化仪器显示器的显示功能时, 可在开机时显示系统自检结果, 未进入工作时显示各种待机状态, 仪器运行时显示运行过程, 工作结束后可显示当前结果、自检结果、原始数据、各种处理报表等。在无人值守时, 可给定各种自动运行功能。

只有从事嵌入式系统应用的人才真正地进入到计算机系统的内部软、硬件体系中, 才能真正领会计算机的智能化本质并掌握智能化设计的知识。从学习单片机应用技术入手是当今培养计算机应用软、硬件技术人才的最佳路径之一。

可以用单片机亲自动手设计智能玩具, 可以设计不同的应用程序实现不同的功能。既有硬件制作又有软件设计, 既动脑、又动手。初级水平可开发智能玩具, 用宏指令编程。中级水平可开发一些智能控制器, 如电脑鼠、智能车、各种遥控模型。高级水平可开发机器人, 如机器人足球赛, 开发工业控制单元, 网络通信等, 并用汇编语言或高级语言设计应用程序。围绕单片机及嵌入式系统形成的电子产业的未来, 将会为电子爱好者提供广阔的天地, 一个比当年无线电世界更广阔、更丰富、更持久、更具魅力的电子世界。

4. 单片机的发展阶段

单片机的发展经历了探索—完善—MCU 化—百花齐放四个阶段。

(1) 芯片化探索阶段

20 世纪 70 年代, 美国的 Fairchild (仙童) 公司首先推出了第一款单片机 F-8, 随后 Intel 公司推出了影响面大、应用更广的 MCS-48 单片机系列。MCS-48 单片机系列的推出标志着在工业控制领域, 进入到智能化嵌入式应用的芯片形态计算机的探索阶段。参与这一探索阶段的还有 Motorola、Zilog 和 Ti (Micro chip) 等大公司, 它们都取得了满意的探索效果, 确立了在 SCMC 的嵌入式应用中的地位。这就是 SingleChip Microcomputer 的诞生年代, 单片机一词即由此而来。这一时期的特点是: 嵌入式计算机系统的芯片集成设计; 少资源、无软件, 只保证基本控制功能。

(2) 结构体系的完善阶段

在 MCS-48 探索成功的基础上很快推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。MCS-51 系列单片机的推出, 标志 Single Chip Microcomputer 体系结构的完善。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机的体系结构。

① 完善的总线结构。并行总线: 8 位数据总线、16 位地址总线及相应的控制总线, 两个独立的地址空间; 串行总线: 通信总线, 扩展总线。

② 完善的指令系统。具有很强的位处理功能和逻辑控制功能, 以满足工业控制等方面的需要; 功能单元的 SFR (特殊功能寄存器) 集中管理。

③ 完善的 MCS-51 成为 SCMC 的经典体系结构。许多电气商在 MCS-51 的内核和体系结构的基础上, 生产出各具特色的单片机。

(3) 从 SCMC 向 MCU 化过渡阶段

Intel 公司推出的 MCS-96 单片机, 将一些用于测控系统的模数转换器 (ADC)、程序运行监视器 (WDT)、脉宽调制器 (PWM)、高速 I/O 口纳入片中, 体现了单片机的微控制器特征。MCS-51

单片机系列向各大电气商的广泛扩散,许多电气商竞相使用 80C51 为核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、可靠性技术应用到单片机中;随着单片机内外围功能电路的增强,强化了智能控制器特征。微控制器(Microcontrollers)成为单片机较为准确表达的名词。其特点如下。

① 满足嵌入式应用要求的外围扩展,如 WDT、PWM、ADC、DAC、高速 I/O 口等。

② 众多计算机外围功能集成。

提供串行扩展总线:SPI、I2C、BUS、Microwire;

配置现场总线接口:CAN BUS。

③ CMOS 化,提供低功耗管理功能。

④ 提供 OTP 供应状态,利于大规模和批量生产。

(4) MCU 的百花齐放阶段

单片机发展到这一阶段,表明单片机已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具——小到玩具、家电行业,大到车载、舰船电子系统,遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、工业机器人、军事和航空航天等领域。为满足不同的要求,出现了高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机,小型廉价型、外围系统集成的专用型单片机,以及各具特色的现代单片机。可以说,单片机的发展进入了百花齐放的时代,为用户的选择提供了空间。这一时期的特点如下。

1) 电气商、半导体商的普遍介入 MCS-48 的成功,刺激了许多半导体公司竞相研制和发展自己的单片机系列。到目前为止,世界各地厂商已相继研制出大约 50 个系列 300 多个品种的单片机产品,其中较有代表性的有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Microchip 公司的 PIC 系列等。此外,日本的 NEC 公司、日立公司也都推出了各自具有特色的单片机品种。

2) 大力发展专用单片机 通用型与专用型是按某一型号单片机适用范围区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它并不是为某一种专门用途设计的单片机;而专用型单片机是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。例如,来电显示电话中配有液晶驱动器接口的单片机和全自动洗衣机中的微控制器,都是专用单片机;特别是小家电、玩具领域的单片机,因为小封装、价格低廉、外围器件、外设接口集成度高,多数为专用单片机。

3) 提高综合品质 在体系结构(RISC)、电磁兼容性能(EMC)、开发环境(高级语言支持 ISP、IAP 等)、功耗管理等诸方面得到了提高。根据控制单元设计的方式与采用的技术不同,目前市场上的这些单片机可区分为两大类型:繁杂指令集结构(CISC 架构)和精简指令集结构(RISC 架构)。繁杂指令集结构(CISC)的特点是指令数量多,寻址方式丰富,较适合初学者系统学习,如 INTEL 的 80C51 或 80C196、MC68K;而精简指令集结构(RISC)具有较少的指令与寻址模式,结构简单,成本较低,执行程序的速度较快,成为单片机的后起之秀,如 PIC、EM78XXX 和 Z86HCXX。ISP(In System Programming)和 IAP(In Application Programming)方式是两种先进的实时在线开发方式。它们无须传统的开发装置,借助计算机和单片机的高性能,实现了真正的在线仿真。

4) C 语言的广泛支持 单片机普遍支持 C 语言编程,为后来者学习和应用单片机提供了方便;高级语言减少了选型障碍,便于程序的优化、升级和交流。

5) 多种选择下的选择原则 寻求最简化的单片机应用系统;尽可能选择专用单片机;综合考虑进行合理的选择。

5. 80C51 单片机的家族简介

虽然目前单片机的品种很多,但其中最具有代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR 的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰

富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS-51 系列的典型芯片是 80C51 (CHMOS 型的 8051)。为此,众多的厂商都介入了以 80C51 为代表的 8 位单片机的发展,如 Philips、Siemens (Infineon)、Dallas、ATMEL 等公司,我们把这些公司生产的与 80C51 兼容的单片机统称为 80C51 系列。特别是在近年来,80C51 系列又有了许多发展,推出了一些新产品,主要是改善单片机的控制功能,如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等,以及低电压、微功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。

ATMEL 公司研制的 89CXX 系列是将 FlashMemory (EEPROM) 集成在 80C51 中,作为用户程序存储器,并不改变 80C51 的结构和指令系统。

Philips 公司的 83/87C7XX 系列不改变 80C51 结构、指令系统,省去了并行扩展总线,属于非总线的廉价型单片机,特别适合于家电产品。

Infineon (原 Siemens 半导体) 公司推出的 C500 系列单片机在保持与 80C51 兼容的前提下,增强了各项性能,尤其是增强了电磁兼容性能,增加了 CAN 总线接口,特别适用于工业控制、汽车电子、通信和家电领域。

鉴于 80C51 系列在硬件方面的广泛性、代表性和先进性以及指令系统的兼容性,初学者可以选择 51 系列单片机作为学习单片机的首选类型,至于其他类型的单片机,在深入学习和掌握了 80C51 单片机之后再去学习已不是什么难事。

6. 单片机的发展趋势

(1) 制作工艺 CMOS 化 (全盘 CMOS 化)

出于对低功耗的普遍要求,目前各大厂商推出的各类单片机产品都采用了 CHMOS 工艺。80C51 系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是 HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺。另外一种 CMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 的高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如 8051 的功耗为 630mW,而 80C51 的功耗只有 120mW。在便携式、手提式或野外作业仪器设备上低功耗是非常有意义的。因此,在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。

(2) 尽量实现单片化

尽管人们常说,单片机是将中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机,但由于工艺和其他方面的原因,很多功能部件并未集成在单片机芯片内部。于是,用户通常的做法是根据系统设计的需要在外围扩展功能芯片。随着集成电路技术的快速发展和“以人为本”思想在单片机设计上的体现,很多单片机生产厂家充分考虑到用户的需求,将一些常用的功能部件,如 A/D (模/数转换器)、D/A (数/模转换器)、PWM (脉冲产生器) 以及 LCD (液晶) 驱动器等集成到芯片内部,尽量做到单片化;同时,用户还可以提出要求,由厂家量身定作 (SOC 设计) 或自行设计。

(3) 共性与个性共存

如今的市场上提供了丰富多彩的单片机产品。从宏观上讲,有 RISC 和 CISC 两大类型;从微观上说,有 Intel、Motorola、Philips、Microchip、EMC、NEC 等公司的相关产品。在未来相当长的时间内,都将维持这种群雄并起、共性与个性共存的局面。究其原因,主要有以下两点。首先,以 80C51 为代表的单片机的基础地位不会动摇。这是因为 80C51 的架构和指令系统为后来的单片机提供了参考基准和强大支持,凡是学过 80C51 单片机的人再去学用其他类型的单片机易如反掌。有关这方面的教材建设在出版界也得到了共识,取得了斐然成果;这足以解释为什么在课堂上大家都以 80C51 的教材来进行教与学了。其次,个性化的产品如专用单片机等在满足用户需求方面得到了大家的认可,在应用领域大有后来赶上的架势;它们由于先天的优势,在 80C51

的基础上扬长避短,以用户需要为根本,在市场上受到了欢迎。总之,80C51 作为共性的代表会与个性化的产品相互依存,共同发展,将会给用户带来更大的实惠与方便。

任务 1.2 计算机中数据的表示方法

【任务描述】

单片机作为计算机的一种发展形式,其运算和程序存储也是采用二进制的形式,对于用户在键盘上输入的十进制数字和符号命令,微型计算机必须先把它转换成二进制形式,然后才能进行识别、运算和处理,最后再把运算结果还原成十进制数字和符号通过输出终端显示出来。因此,要掌握计算机中的数制和数制之间的转换方法。

【任务分析】

- ① 熟悉二进制、十进制、十六进制的表示方法。
- ② 掌握计算机中的数制转换方法。
- ③ 掌握计算机中的编码形式。

【知识准备】

1. 计算机中的数制

所谓数制是指数的制式,是人们利用符号表示数的一种科学方法。数制有很多种,微型计算机中常用的数制有:十进制、二进制、八进制、十六进制。

(1) 十进制 (Decimal)

数字符号: 0~9 十个不同的数码。

基本特征: 逢十进一,在十进制数计数过程中,当某位计满 10 时就要向它邻近高位进一。

表示方法: 在数字后面加上字母 D,表示为十进制。D 是十进制 (Decimal) 的英文缩写,表示采取的数制是十进制。一般字母 D 可以省略不写,默认为十进制。十进制也可以用括号加下标 10 表示,例如: $(234.5)_{10}$ 。

任何一个十进制数都可以展开成幂级数形式。十进制数的一般表达式为:

$$ND = d_{n-1} \times 10^{n-1} + d_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + d_0 \times 10^0 + d_{-1} \times 10^{-1} + d_{-2} \times 10^{-2} + \cdots = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 10^i$$

【例 1-1】

$$425.63D = 4 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

(2) 二进制 (Binary)

数字符号: 0、1 两个不同的数码。

基本特征: 逢二进一,在二进制数计数过程中,当某位计满 2 时就要向它邻近高位进一。

表示方法: 在数字后面加上字母 B,表示为二进制。B 是二进制 (Binary) 的英文缩写,表示采取的数制是二进制。二进制也可以用括号加下标 2 表示,例如 $(1010.1)_2$ 。

二进制数的一般表达式为:

$$NB = d_{n-1} \times 2^{n-1} + d_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + d_0 \times 2^0 + d_{-1} \times 2^{-1} + d_{-2} \times 2^{-2} + \cdots = \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 2^i$$