

高等学校教材

单片机原理及 C51 应用设计

主 编 姜 波

副主编 王妍玮 佟巳刚 赵建新



高等教育出版社

014057485

TP368.1-43
296

高等学校教材

单片机原理及 C51 应用设计

Danpianji Yuanli ji C51 Yingyong Sheji

主 编 姜 波

副主编 王妍玮 佟巴刚 赵建新



TP368.1-43
296



北航 C1742281

高等教育出版社·北京

282720510

材料力学等高等

内容摘要

本书分为基础篇和实战篇两大部分，基础篇以 AT89S51 单片机为例介绍了单片机的工作原理、片内功能模块工作原理、片外接口技术、Keil C51 编程、Keil 开发工具软件使用、Proteus 仿真工具软件使用以及单片机开发技术等内容；实战篇编写了大量的单片机实例，以适应部分专业在理论课学习的基础上进行单片机培训或单片机课程设计等实践类课程的需求。

本书可作为高等工科院校电气类、电子信息类、计算机类、机械类等专业的教材，也可作为从事单片机应用系统设计、生产等技术人员的参考书。

姜波主编

清华大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及 C51 应用设计 / 姜波主编. — 北京: 高等教育出版社, 2014. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 040528 - 6

I. ①单… II. ①姜… 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 (2014) 第 145814 号

策划编辑 高云峰	责任编辑 高云峰	封面设计 王洋	版式设计 范晓红
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘丽娟	责任印制 韩刚	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 河北新华第一印刷有限责任公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 21. 25
字 数 500 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 8 月第 1 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷
定 价 34.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 40528 - 00

北京·清华大学出版社

前 言

随着单片机应用技术的普及,作为高等应用型本科院校和高等职业院校理工类的电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、机械电子工程、车辆工程等专业,在人才培养方案中都开设了单片机技术这门课程,有实验条件的学校还会在单片机理论课程学习之后,开设相应的单片机培训或单片机课程设计等实训课程。由此可见,学习和使用单片机的人越来越多,对单片机教材的需求也在不断增加。为了满足教学和生产实践的需要,将快速发展的单片机新技术、新知识和新理念与课堂教学和生产实践结合起来,我们编写了本书。

本书分为基础篇和实战篇两大部分,基础篇以 AT89S51 单片机为例介绍了单片机的工作原理、片内功能模块原理、片外扩展和接口技术、Keil C51 编程、集成开发环境 Keil μ Vision4 和 Proteus 仿真软件的使用以及单片机开发应用技术等;实战篇编写了大量的单片机实例,以满足部分专业在理论课学习的基础上进行单片机培训或单片机课程设计等实践类课程的需求。本书层次分明,将通俗的语言和易于理解的实例相结合,使学生能够更加容易理解所学内容。

全书共分为 17 章,第 1~13 章为基础篇,第 14~17 章为实战篇。基础篇第 1 章为单片机基础知识概述,特别编写了单片机学习的预备知识一节,是为机械类和电子信息类专业学生前期没有开设计算机组成原理课程而专门设置的,如若前期已开设该门课程,此节可作为选学内容。第 2 章为单片机硬件结构及工作原理,特别编写了常用 IC 的封装形式。第 3 章 Keil C51 编程基础,除了介绍单片机 C51 编程语言常用的语法结构外,还对 C51 语言与标准 C 语言、汇编语言之间的区别进行了比较。第 4 章为单片机开发工具软件,介绍集成开发环境 Keil μ Vision4 和仿真开发工具 Proteus 两种软件的使用。第 5、6、7、8 章分别对单片机片内功能模块 I/O 接口、中断系统、定时器/计数器、串行接口等内容进行了详细介绍,并配有相应的例题,便于理解。第 9、10、11、12 章分别对单片机片外功能模块的存储器扩展、输入/输出接口电路设计、串行扩展技术、A/D 转换接口技术等进行了详细介绍。第 13 章为单片机应用设计与调试,介绍了单片机应用设计的全过程,包括软、硬件设计、调试及抗干扰技术等。实战篇第 14、15、16 章分别从单片机基本输出程序设计、基本输入程序设计、中断系统程序设计 3 个方面进行了实例的编写,第 17 章编写了稍复杂一些的单片机综合应用设计。本书所有实例都经过仿真调试,经过实验运行通过,每个实例循序渐进,由简入难,使学生逐步掌握单片机程序设计的方法和编程思路。

本书由姜波主编,王妍玮、佟已刚、赵建新任副主编,郭宏、白亚梅、金巨波、胡金龙、曾凡菊、温海洋、刘显忠参编。本书第 3 章、第 7 章、第 10 章和第 17 章由姜波编写,第 8 章和第 11 章由王妍玮编写,第 4 章和第 16 章由佟已刚编写,第 2 章由赵建新编写,第 1 章和第 12 章由郭宏编写,第 6 章、第 13 章和第 15 章由白亚梅编写,第 5 章和第 9 章由金巨波编写,第 14 章由胡金龙编写,此外曾凡菊参与了本书部分内容的编写,温海洋、刘显忠对本书的编写提出了指导性的意见,并参与了部分内容的编写。王朋、郭越富完成全书的校稿工作。

本书在编写过程中得到了各级领导的支持和帮助,感谢孙建三、关晓冬、温海洋、邢彦辰对于本书编写工作的大力支持,感谢高等教育出版社的各位编辑在书稿编排、审校等各方面都给予的关心和帮助,感谢云南大学何乐生教授对本书的认真审阅并提出的修改意见。本书还从相关参考文献中借鉴了大量资料,吸取了丰富经验。在此,编著者谨向关心和帮助本书出版的各界人士表示衷心的感谢。

由于书稿撰写和校对的时间仓促,更因编者学识水平所限,书中难免有不妥之处,恳请有关专家和广大读者批评指正。请将您在阅读本书过程中的意见和建议反馈至 jiangbobo@126.com。

编 者

2014年7月

目 录

801	单片机概述	1.2.8	3.2.1	数据类型	28
801	单片机的特点及应用领域	1.2.8	3.2.2	运算符及表达式	30
801	单片机产品的设计过程	1.2.8	3.2.3	常量与变量	31
011	单片机实验环境的搭建	1.3.1	3.2.4	存储类型及存储区	33
011	设计过程及注意事项	1.3.2	3.2.5	循环控制流程语句	34
110	单片机的代表性产品	1.4	3.2.6	数组	37
111	单片机学习的预备知识	1.5	3.2.7	函数	38
			3.2.8	指针	41
			3.2.9	预处理	42
			3.2.10	C51 使用规范	43
第 1 章 单片机基础知识概述		3	第 4 章 单片机开发工具软件		44
1.1	单片机概述	3	4.1	集成开发环境 Keil	
1.2	单片机的特点及应用领域	4		μVision4	44
1.3	单片机产品的设计过程	5	4.1.1	Keil μVision4 简介	44
1.3.1	单片机实验环境的搭建	5	4.1.2	软件启动和运行	44
1.3.2	设计过程及注意事项	7	4.1.3	使用方法	44
1.4	单片机的代表性产品	8	4.2	仿真开发工具 Proteus	54
1.5	单片机学习的预备知识	11	4.2.1	Proteus 简介	54
第 2 章 单片机的硬件结构及			4.2.2	软件的启动和运行	54
	工作原理	14	4.2.3	软件的使用方法	55
2.1	单片机的片内结构	14	4.2.4	软件编程	62
2.2	单片机的封装与引脚	15	4.2.5	仿真调试	63
2.2.1	常用 IC 的封装形式	15	第 5 章 片内并行 I/O 接口		65
2.2.2	AT89S51 单片机的引脚及功能	15	5.1	P0 口的工作原理	65
2.3	AT89S51 单片机的 CPU	16	5.1.1	P0 口作为地址/数据总线	65
2.3.1	运算器	16	5.1.2	P0 口做通用 I/O 接口使用	66
2.3.2	控制器	17	5.2	P1 口的工作原理	66
2.3.3	指令执行的基本过程	17	5.3	P2 口的工作原理	67
2.4	AT89S51 单片机的最小系统	18	5.4	P3 口的工作原理	67
2.4.1	复位电路	18	第 6 章 单片机中断系统		70
2.4.2	时钟电路与时序	19	6.1	中断技术概述	70
2.5	片内存储器结构	21			
2.5.1	程序存储器	21			
2.5.2	片内数据存储器	22			
2.5.3	特殊功能寄存器	24			
2.5.4	片外数据存储器	26			
第 3 章 Keil C51 编程基础		27			
3.1	Keil C51 简介	27			
3.1.1	C51 与标准 C 的异同	27			
3.1.2	C51 与汇编语言的异同	27			
3.2	C51 程序设计基础	28			

6.2 中断系统结构	71	8.4.3 工作方式2和工作方式3	106
6.2.1 中断源	72	8.5 波特率的设定方法	108
6.2.2 中断请求标志寄存器	72	8.5.1 波特率的定义	108
6.2.3 中断允许寄存器	73	8.5.2 波特率的计算	108
6.2.4 中断优先级寄存器	74	8.6 串行接口的电平转换	108
6.2.5 外部中断的触发方式选择	75	8.7 多机通信	110
6.2.6 中断请求的撤销	76	8.8 串行接口应用编程实例	110
6.2.7 外部中断应用程序设计	76	第9章 单片机系统的扩展	113
第7章 单片机的定时器/计数器	82	9.1 单片机系统扩展概述	113
7.1 定时器/计数器技术概述	82	9.1.1 最小应用系统	113
7.2 定时器/计数器的工作原理	82	9.1.2 单片机扩展总线结构与常用扩展方法	113
7.2.1 定时器/计数器的实质	82	9.2 常用的扩展器件简介	114
7.2.2 定时器/计数器的结构与工作原理	83	9.2.1 锁存器 74LS373	114
7.3 定时器/计数器的控制寄存器	84	9.2.2 总线驱动器 74LS244 和 74LS245	115
7.3.1 工作方式寄存器	85	9.2.3 3-8译码器 74LS138	115
7.3.2 控制寄存器	85	9.3 存储器的扩展	116
7.4 定时器/计数器的工作方式	86	9.4 程序存储器的扩展	118
7.4.1 方式0	86	9.4.1 存储器简介	118
7.4.2 方式1	86	9.4.2 程序存储器扩展举例	118
7.4.3 方式2	87	9.5 数据存储器的扩展	121
7.4.4 方式3	88	9.5.1 数据存储器概述	121
7.5 计数器对外部输入脉冲频率的要求	89	9.5.2 访问外部数据存储器的读/写操作时序	121
7.6 定时器/计数器应用程序设计	89	9.6 程序存储器和数据存储器的综合扩展	122
第8章 51单片机的串行接口	101	9.7 I/O接口的扩展	123
8.1 串行通信基础	101	9.7.1 I/O接口扩展概述	123
8.1.1 同步通信与异步通信	101	9.7.2 I/O接口扩展常用芯片	124
8.1.2 串行通信的传输方向	102	第10章 单片机与输入/输出外部设备的接口电路设计	127
8.2 51单片机串行接口的结构	103	10.1 单片机与LED数码管的显示电路设计	127
8.3 串行接口相关特殊功能控制寄存器	104	10.1.1 LED数码管的结构	127
8.3.1 串行接口控制寄存器	104	10.1.2 LED数码管静态显示电路的设计与工作原理	128
8.3.2 特殊功能寄存器	105	10.1.3 LED数码管动态显示电路的设计与工作原理	133
8.3.3 中断使能特殊功能寄存器	105		
8.3.4 中断优先级特殊功能寄存器	106		
8.4 串行接口的4种工作方式	106		
8.4.1 工作方式0	106		
8.4.2 工作方式1	106		

10.2 单片机与键盘接口电路设计	136	12.2.1 10位 D/A 转换器芯片 TLC5615 的主要功能及特性	178
10.2.1 键盘的工作原理	136	12.2.2 D/A 转换器 TLC5615 的接口设计	180
10.2.2 独立式键盘电路的设计与工作原理	138	12.3 单片机与 A/D 转换器的接口	182
10.2.3 矩阵式键盘电路的设计与工作原理	143	12.3.1 12 位逐次逼近型 AD574 的主要功能及特性	182
10.3 单片机与点阵数码管的显示电路设计	151	12.3.2 A/D 转换器 AD574 的接口设计	184
10.3.1 点阵数码管的结构	151	12.3.3 16 位串行 A/D 转换器 AD7705 的主要功能及特性	186
10.3.2 点阵数码管显示电路设计与工作原理	152	12.3.4 A/D 转换器 AD7705 的接口设计	188
10.3.3 点阵数码管应用编程	153	第 13 章 单片机应用设计与调试	194
10.4 单片机与液晶显示器的接口	155	13.1 单片机应用设计流程	194
10.4.1 液晶显示器概述	155	13.2 单片机应用软、硬件设计	196
10.4.2 点阵字符型液晶显示模块介绍	155	13.2.1 单片机应用硬件设计	196
10.4.3 单片机与液晶显示器的接口及软件编程	159	13.2.2 单片机应用软件设计	198
第 11 章 单片机的串行扩展技术	163	13.2.3 典型的单片机应用系统	199
11.1 单总线串行扩展	164	13.3 单片机应用系统的仿真开发与调试	200
11.2 SPI 总线串行扩展	166	13.3.1 单片机的系统仿真	200
11.3 I ² C 总线串行扩展	169	13.3.2 仿真机的仿真调试	202
11.3.1 I ² C 串行总线概述	169	13.4 单片机应用系统的抗干扰与可靠性设计	203
11.3.2 单片机与 I ² C 总线的接口设计及编程	170	13.4.1 AT89S51 片内看门狗定时器的使用	203
第 12 章 单片机与 D/A、A/D 转换器的接口	177	13.4.2 软件滤波	203
12.1 转换器的主要技术指标	177	13.4.3 开关量输入/输出软件抗干扰设计	204
12.2 单片机与 D/A 转换器的接口	178	13.4.4 过程通道干扰的抑制措施——隔离	205
12.2.1 10 位 D/A 转换器芯片 TLC5615		13.5 单片机应用设计举例	206
		实 战 篇	
第 14 章 基本输出程序设计	211	14.1.3 软件程序设计	211
14.1 单只发光二极管闪烁	211	14.2 单口双向流水灯	213
14.1.1 功能要求	211	14.2.1 功能要求	213
14.1.2 硬件电路设计	211	14.2.2 硬件电路设计	213

14.2.3 软件程序设计	213	15.1.3 1个按键控制8位LED移位	230
14.3 花样灯	214	15.1.4 4个按键控制LED呈4种 花样灯显示	231
14.3.1 功能要求	214	15.2 按键控制1位数码管	234
14.3.2 硬件电路设计	214	15.2.1 硬件电路设计	234
14.3.3 软件程序设计	215	15.2.2 1个按键控制1位数码管0~9 循环显示	234
14.4 单只数码管静态显示1位 数字	216	15.2.3 2个按键控制1位数码管加、减 显示	235
14.4.1 功能要求	216	15.3 2个按键控制2位数码管加、 减显示	236
14.4.2 硬件电路设计	216	15.3.1 功能要求	236
14.4.3 软件程序设计	217	15.3.2 硬件电路设计	236
14.5 4只数码管静态显示4个 数字	218	15.3.3 软件程序设计	236
14.5.1 功能要求	218	15.4 4×4键盘矩阵控制LED 显示	238
14.5.2 硬件电路设计	218	15.4.1 功能要求	238
14.5.3 软件程序设计	218	15.4.2 硬件电路设计	238
14.6 4只数码管循环显示4个 数字	219	15.4.3 软件程序设计	239
14.6.1 功能要求	219	15.5 数码管显示4×4键盘矩阵按 键键值	241
14.6.2 硬件电路设计	219	15.5.1 功能要求	241
14.6.3 软件程序设计	219	15.5.2 硬件电路设计	241
14.7 4只数码管滚动显示字符串 “HELLO”	221	15.5.3 软件程序设计	241
14.7.1 功能要求	221	第16章 中断系统程序设计	244
14.7.2 硬件电路设计	221	16.1 外部中断0控制LED	244
14.7.3 软件程序设计	221	16.1.1 功能要求	244
14.8 2只数码管动态显示0~99 计数	223	16.1.2 硬件电路设计	244
14.8.1 功能要求	223	16.1.3 软件程序设计	244
14.8.2 硬件电路设计	223	16.2 外部中断0及外部中断1 中断控制LED	245
14.8.3 软件程序设计	223	16.2.1 功能要求	245
14.9 4只数码管动态显示0~9999 计数	225	16.2.2 硬件电路设计	246
14.9.1 功能要求	225	16.2.3 软件程序设计	246
14.9.2 硬件电路设计	225	16.3 定时器/计数器定时控制 流水灯	248
14.9.3 软件程序设计	226	16.3.1 功能要求	248
第15章 基本输入程序设计	229	16.3.2 硬件电路设计	248
15.1 按键控制LED灯	229	16.3.3 软件程序设计	248
15.1.1 硬件电路设计	229		
15.1.2 1个按键控制1位LED闪烁	229		

16.4 两个定时器的应用	249	第 17 章 综合应用设计	261
16.4.1 功能要求	249	17.1 16×64 LED 点阵屏花样滚屏 显示汉字	261
16.4.2 硬件电路设计	249	17.1.1 功能要求	261
16.4.3 软件程序设计	249	17.1.2 硬件电路设计	261
16.5 倒计时秒表	251	17.1.3 软件程序设计	263
16.5.1 功能要求	251	17.2 DS18B20 多点温度监测系统 设计	269
16.5.2 硬件电路设计	251	17.2.1 功能要求	269
16.5.3 软件程序设计	252	17.2.2 硬件电路设计	269
16.6 用计数器中断实现 100 以内 的按键计数	254	17.2.3 软件程序设计	272
16.6.1 功能要求	254	17.3 SHT11 数字温—湿度测量系统 设计	279
16.6.2 硬件电路设计	254	17.3.1 功能要求	279
16.6.3 软件程序设计	254	17.3.2 硬件电路设计	279
16.7 定时器控制数码管动态 显示	255	17.3.3 软件程序设计	281
16.7.1 功能要求	255	17.4 直流电机驱动控制	287
16.7.2 硬件电路设计	255	17.4.1 功能要求	287
16.7.3 软件程序设计	255	17.4.2 硬件电路设计	287
16.8 甲机通过串行接口控制乙机 LED 闪烁	257	17.4.3 软件程序设计	288
16.8.1 功能要求	257	17.5 教室人数采集系统	292
16.8.2 硬件电路设计	257	17.5.1 功能要求	292
16.8.3 软件程序设计	257	17.5.2 硬件电路设计	292
		17.5.3 软件程序设计	297
附录 1 常用 C51 库函数	308		
附录 2 Proteus 元器件库中英文对照表	319		
附录 3 Proteus 常用元器件中英文对照表	324		
参考文献	326		

基础篇

第1章 单片机基础知识概述

1.1 单片机概述

单片微型计算机简称单片机,又称为单片微控制器 MCU(MicroController Uint)或嵌入式微控制器 EMCU(Embedded MicroController Uint),它具有体积小、重量轻、成本低、使用简单、抗干扰能力强、功耗低、开发灵活等特点。早期单片机在工业控制领域中得到了广泛的应用,而现今无论在航空航天领域、仪器仪表领域,还是各种家用产品中,单片机已经无处不在。

1. 单片机及应用分类

单片机是典型的嵌入式微控制器,它是将计算机系统集成在一个芯片上,使其体积更小,更利于集成,单片机相当于一台小型的计算机。单片机将中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM 和各种输入/输出接口(多种 I/O 接口、中断系统、定时器/计数器、A/D 转换器等)集成到一块硅片上,从而构成了一个小而完整的微型计算机系统。

随着单片机的快速发展,单片机产生了很多不同的类型,通常可以分为通用型和专用型、总线型和非总线型。

按照单片机的应用范围,单片机可以分为通用型和专用型。通用型的单片机的内部资源配置具有普遍性,适用范围广,所有的资料开源,用户可以根据实际需要外加适当的输入/输出设备,适合于大多数的控制场合;专用型的单片机是专门针对某种特殊用途设计的,通常其内部的结构、资源配置等进行了系统优化,稳定性较强,价格昂贵,适合于批量生产。

按照其内部是否采用总线结构,单片机又可以分为总线型和非总线型。总线型单片机通常设有相应的地址总线、数据总线和控制总线,用以扩展并行的外围设备。然而在很多单片机中已经配置了需要的外设,外部设备不必通过并行总线实现扩展,可以减小单片机的体积,这种类型的单片机通常为非总线型单片机。

2. 单片机和嵌入式系统

嵌入式系统起源于微型计算机,而微型计算机无论是体积、成本,还是功耗等诸多方面,都无法满足所嵌入到的系统的应用要求。因此,进入了嵌入式系统的独立发展时代——单片机时代。

单片机是嵌入式处理芯片的一种。嵌入式处理器可以有多种,配置需要的外围设备,嵌入到其他系统中起控制作用,就构成了嵌入式系统。嵌入式系统大多数是以单片机为基础的。

嵌入式系统首先要满足嵌入系统的物理环境、电气干扰、成本等各种要求,其次要满足所嵌入到的系统的最小软、硬件的裁剪的要求等,最后要满足控制要求,符合相应的接口方式。嵌入式系统从形式上可分为系统级(工控机)、板级(单板、模块)、芯片级(如微控制器

MCU、片上系统 SoC)。嵌入式系统主要技术发展方向是满足嵌入式应用要求,不断扩展所嵌入到的系统要求的外围电路(如 ADC、DAC、PWM、日历时钟等),精简系统内核和算法,降低功耗和软硬件成本,提供友好的人机界面,形成满足于所嵌入到系统要求的应用系统。

3. 单片机的发展史及趋势

根据单片机一次处理二进制数据的位数,可分为 1 位单片机、4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机。单片机诞生于 20 世纪 70 年代末,单片机是微型计算机的一个重要分支,其应用范围广、发展速度快。若以 8 位单片机为起点,单片机大致可以分为 4 个阶段:

(1) 第一阶段(1976—1978):单片机的探索阶段。以 Intel 公司的第一代 8 位单片机 MCS-48 为代表,还有 Motorola、Zilog 等公司也推出了相应的系列产品,效果均良好。

(2) 第二阶段(1978—1982):单片机的完善阶段。Intel 公司继 MCS-48 之后推出了更为完善的单片机系列产品 MCS-51。它奠定了典型的通用总线型单片机体系结构,MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有很多种通信功能的串行通信接口,集成了 8 位 CPU、8 位的定时器/计数器,具有较为完善和丰富的指令系统。

(3) 第三阶段(1982—1990):向微控制器发展的阶段。MCS-51 系列单片机已经成为国内的主流产品,8 位单片机得到了巩固的发展,各大厂商竞相使用 51 内核,增强了外围电路功能,强化了智能控制的特征。此阶段 16 位单片机推出并得以应用。

(4) 第四阶段(1990 年至今):全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面广泛地应用,陆续出现了运行速度快、功耗较低、运算能力强、可靠性高的 8 位、16 位、32 位通用型单片机,以及小型廉价的专用型单片机。

未来的单片机将向着大容量高性能化、小容量低成本化、外围电路内装化的方向发展。

1.2 单片机的特点及应用领域

1. 单片机的特点

单片机与微型计算机相比有很多优势,其主要特点体现在以下几个方面:

(1) 高集成度、高可靠性。单片机将 CPU、ROM、RAM、I/O 接口以及定时器/计数器等部件集成在一个硅片上,内部布线短,采用总线连接,可靠性高,体积小,具有屏蔽电磁干扰的措施,因此单片机还具有抗干扰能力强的特点。

(2) 控制功能强。早期的单片机主要用于工业控制领域,它具备丰富的指令系统,便于进行逻辑控制。在工业测控应用中,单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同档次的微型计算机。

(3) 优异的性价比。单片机的高性价比是单片机推广应用的重要因素,也是各公司竞争的主要策略。

(4) 系统配置较典型、规范,易于扩展。片内具有微型计算机的基本部件,片外设有利于扩展的并行总线和串行引脚,能够很方便地构成各种计算机应用系统。

(5) 低电压、低功耗。单片机适用于便携式的产品和家电产品,很多单片机内的工作电压仅为 1.8~3.6 V,而工作电流仅为数百微安。

2. 单片机的应用领域

单片机的应用范围越来越广泛,主要应用于下述各大领域中。

(1) 在消费电子产品中的应用

消费电子产品主要体现在家用电子产品上,这是单片机的一大主流市场。家用电子产品不断地更新换代、智能升级,使得单片机的应用越来越广泛。比如电子玩具、电视机、冰箱、洗衣机、空调、微波炉、手机、照相机、车载电子产品等家用电子产品商家宣传都标有“电脑版”,通常内部都是由单片机控制的。引入了单片机技术后,产品无论从性能还是功能各个方面,都有了质的飞跃,提高了人们的生活质量。

(2) 在医疗设备中的应用

单片机的体积小、功能强、应用灵活等特点,使得单片机在医疗设备领域得到了广泛的应用,比如医用呼吸机、分析仪、超声诊断设备、病床呼叫系统等都有单片机的身影。

(3) 在工业自动化控制领域中的应用

在工业自动化控制中的数据采集和智能控制等方向都采用了单片机技术,比如工厂流水线的智能化管理、智能化电梯、报警系统等。

(4) 在仪器仪表中的应用

单片机具有运算能力强、处理速度快、体积小等特点,这些特点使得单片机在仪器仪表中得到了越来越多的应用。仪器仪表技术全面地向着数字化、小型化、智能化和多功能化的方向发展,功能越来越强大,综合性更加突出。

(5) 在军事领域中的应用

军用产品的先进性与否体现了一个国家的综合实力。无论是飞机、坦克、航母,还是导弹、鱼雷制导,单片机技术都在其中发挥着重要的作用。

1.3 单片机产品的设计过程

厂商生产出的单片机,不具有能执行任务的功能,需要用户根据具体的功能为单片机配置好必需的外围电路,再将实现具体功能的程序代码烧录到单片机中,最后进行软、硬件联调。

1.3.1 单片机实验环境的搭建

单片机技术的实践性非常强,因此进行实验操作显得尤为重要。单片机是利用软件去控制硬件,一个完整的单片机实验环境包括硬件和软件两大部分。对于单片机系统来说,硬件是其根本,软件需要在硬件之上运行,因此首先需要搭建硬件电路的开发环境。单片机具体硬件实验环境必要的工具是计算机和实验板,下面介绍几种常用的实验工具及平台构建的方式。

1. 烧录器

烧录器是借助计算机对单片机进行擦写的工具,烧录器可以支持多种不同品牌、不同型号的单片机。烧录器通常分为专用和通用两类,我们通常选择针对于常用单片机编程的烧录器。STC 单片机烧录器如图 1.1 所示。

烧录器可以用于批量生产或现场升级应用程序,此款烧录器支持 STC 系列单片机的烧

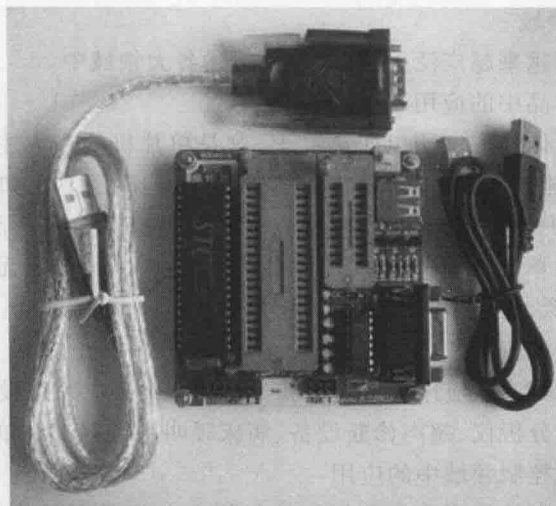


图 1.1 STC 单片机烧录器

录,其连接方法是将单片机芯片固定到插槽中,将 USB 电源线连接上,再将串口线一端连接烧录器,另一端连接到计算机的串口上,就可以通过烧录软件进行程序的烧写。

2. 仿真器

仿真器可以在产品开发过程中用来代替单片机进行软、硬件调试,通过单片机的仿真器可以对程序进行单步执行、跟踪执行、全速执行、设置断点等,从而观察程序执行过程中各个寄存器、存储器的变化状态是否正确,实现对软硬件电路的实时调试。对于初学者来说,仿真器是一个很好的入门工具,它可以很方便、迅速、准确地找到程序中的错误,从而缩短单片机的开发周期。

假如没有仿真器,则需要用烧录器或者在线下载的方式反复对程序进行烧写,根据最后的现象分析程序可能出现错误的原因,并且出现错误后需要对芯片进行反复地擦写,增加了调试难度。由于调试需要多次的烧写,会大大缩短单片机芯片的使用寿命。

不同厂商生产的仿真器也有所不同,现在市场上有一种在线仿真器 WAVE S51,其外观如图 1.2 所示。该仿真器需要 WAVE6000 集成开发环境的支持。

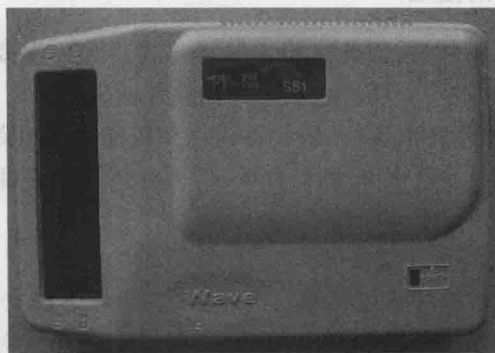


图 1.2 WAVE S51 仿真器的外观

3. 实验板 通常利用 Protel、PowerPCB 等绘图软件可以制作单片机实验板。实验板一般有两种形式,一种是下载型实验板;另一种是支持烧录器或仿真器的实验板。下载型实验板电路中只是多了下载 ISP 下载电路,电路十分简单。图 1.3 所示实验板既可以支持仿真器,也可以支持 ISP 下载。单片机的硬件电路一般包括单片机的最小系统、系统扩展接口和各功能模块,单片机的最小系统指能够使单片机正常工作的最小电路;系统扩展接口包括增加系统输入/输出能力或存储器能力的外部扩展口;各功能模块可以是信号采集电路、信号通信电路,也可以是 A/D、D/A、输入/输出电路等外围设备。

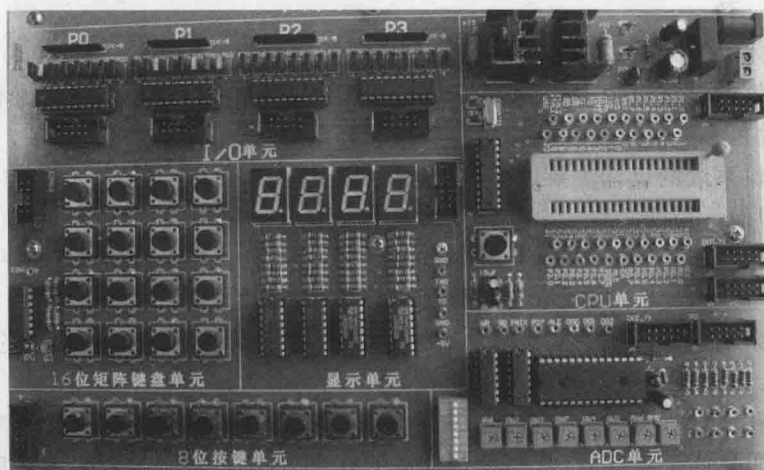


图 1.3 单片机实验板

1.3.2 设计过程及注意事项

同一单片机系统的硬件电路,可以实现不同的功能,具体的功能由用户决定。单片机系统的功能不仅决定于其硬件电路,还决定于软件的设计。

1. 单片机系统的设计过程

(1) 单片机硬件电路

单片机硬件电路是进行单片机系统设计的基础,通常除了单片机必要的系统电路,输入/输出设备外,还会根据设计需要设计功能模块。

(2) 单片机软件程序的设计

单片机的软件程序的编写是由用户根据具体的需要编写程序,从而控制单片机各部件一步一步地动作,使系统按照要求执行功能。单片机的常用语言包括汇编语言和 C 语言。汇编语言的结构非常严谨,描述过程针对单片机内部结构非常强,必须对单片机内部非常了解,运行的可靠性高;C 语言通常设计灵活,移植性强,易于学习,应用比较广泛。

(3) 单片机应用程序的编译与调试

支持两种语言的单片机开发软件有很多种,其中一款功能强大、易学易用、界面友好,利于调试的仿真软件 Keil C51 非常流行。Keil C51 软件提供集成开发环境 μ Vision2,支持软件仿真和硬件仿真。软件仿真方式不需要单片机具体硬件,就可以完成软件的调试工作;硬件仿真方式支持在硬件实验板上,利用在线下载或者用仿真器对系统进行调试。