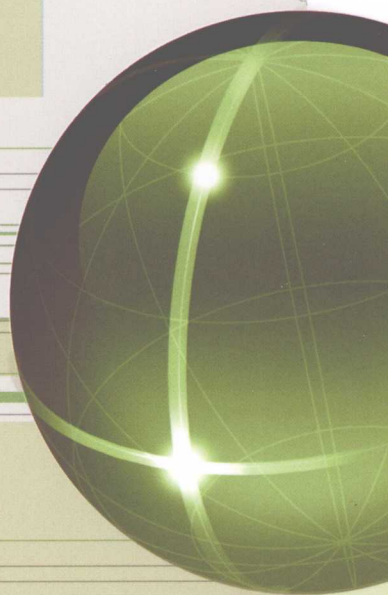


新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业



单片机应用系统与接口技术

丁向荣 主编 杨 军 周永明 赵 慧 副主编
田森平 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

单片机应用系统与接口技术

丁向荣 主 编

杨 军 周永明 赵 慧 副主编

田森平 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过以应用实例的形式,将目前常用的、典型的各类外围接口电路与单片机串接起来,介绍单片机与外围接口电路之间的软、硬件设计,建立单片机应用系统的概念,培养单片机应用系统设计与开发的能力。全书共分 10 章,分别为单片机应用系统的开发流程与开发工具、键盘接口技术、显示接口技术、测控接口技术、打印机接口技术、串行接口技术、PC 端接口技术、电机控制接口技术、IC 卡接口技术和单片机应用系统的综合开发技术。每一种接口芯片内容后面,都安排了精选的工程项目型实践与思考题。

本书可作为单片机原理课程后的进阶学习教材,旨在培养学生在单片机应用技术方面的实际应用能力;也可作为高职高专电子技术类专业“单片机接口技术”课程教材。此外,本书也可作为单片机应用技术爱好者的自学教材和单片机应用工程技术人员的重要参考书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统与接口技术/丁向荣主编. —北京:电子工业出版社, 2008.3
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业
ISBN 978-7-121-05869-1

I. 单… II. 丁… III. ①单片微型计算机—系统开发—高等学校:技术学校—教材②单片微型计算机—接口—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(2008)第 010042 号

责任编辑:贺志洪 特约编辑:张晓雪

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21 字数: 537 千字

印 次: 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 30.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 (第 2 版)

出版说明

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有 2 年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

(第 2 版)教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:

机电一体化技术、电气自动化技术、数控技术、模具技术、应用电子技术和通信技术。

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

- | | |
|--------------|----------------|
| 桂林工学院南宁分院 | 广州大学科技贸易技术学院 |
| 江西信息应用职业技术学院 | 湖北孝感职业技术学院 |
| 江西蓝天职业技术学院 | 江西工业工程职业技术学院 |
| 吉林电子信息职业技术学院 | 四川工程职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 广东轻工职业技术学院 |
| 安徽职业技术学院 | 西安理工大学 |
| 杭州中策职业学校 | 辽宁大学高职学院 |
| 黄石高等专科学校 | 天津职业大学 |
| 天津职业技术师范学院 | 天津大学机械电子学院 |
| 福建工程学院 | 九江职业技术学院 |
| 湖北汽车工业学院 | 包头职业技术学院 |
| 广州铁路职业技术学院 | 北京轻工职业技术学院 |
| 台州职业技术学院 | 黄冈职业技术学院 |
| 重庆工业高等专科学校 | 郑州工业高等专科学校 |
| 济宁职业技术学院 | 泉州黎明职业大学 |
| 四川工商职业技术学院 | 浙江财经学院信息学院 |
| 吉林交通职业技术学院 | 南京理工大学高等职业技术学院 |
| 连云港职业技术学院 | 南京金陵科技学院 |
| 天津滨海职业技术学院 | 无锡职业技术学院 |
| 杭州职业技术学院 | 西安科技学院 |
| 重庆职业技术学院 | 西安电子科技大学 |
| 重庆工业职业技术学院 | 河北化工医药职业技术学院 |

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

前 言

单片机应用系统是最普及、最实用的嵌入式计算机控制系统,单片机应用技术也可以说是智能化电子产品设计的核心技术。因此,单片机在工业控制、仪器仪表、日常家电、电子通信、办公自动化设备等方面,甚至在高、新、尖端领域,都有其广泛的应用。

作为电子类和控制类专业,将单片机课程列为本专业的核心专业技术课程之一,都已达成共识。但就目前而言,大多数院校对该课程仅开设一学期而已,内容和教材名称一般都是“单片机原理与应用”,而实际状况又往往只学习了单片机原理部分,即使接触了应用部分,也较肤浅。学生对单片机的理解还只建立在一个比较抽象的感性认识上。致使大部分学生心里明知道单片机课程的重要性,但却又认为自己无此天赋,学不好单片机。在我院已尝试将单片机原理、单片机应用系统与接口技术、电子系统设计与实践三门课程作为一个完整单片机教学体系,并取得了较好的教学效果。为此,开发了本教材。同时,本教材也非常适用于目前只学习了“单片机原理与应用”课程的本、专科学生进阶学习的自学教材。

本书通过以应用实例的形式,将目前常用的、典型的各类外围接口电路与单片机串接起来,介绍单片机与外围接口电路之间的软、硬件设计,树立单片机应用系统的概念,培养单片机应用系统设计与开发的能力。全书共分 10 章,分别为单片机应用系统的开发流程与开发工具、键盘接口技术、显示接口技术、打印机接口技术、串行接口技术、PC 端接口技术、电机控制接口技术、IC 卡接口技术和单片机应用系统的综合开发技术。每一种接口芯片内容后面,都安排了精选的工程项目型实践与思考题。其中 PC 端接口技术与 IC 卡接口技术可作为选学内容,建议基本学时为 64 学时,实验学时不少于 20 学时。

众所周知,单片机种类很多,集成外围接口电路更多。本书涉及的单片机仍然是主流教学机型—51 系列单片机,集成外围接口器件尽可能地选用了较典型、较常用的器件,但不可能做到面面俱到。因此,在教与学的过程中,除教材自身知识内容的学习外,更要注重学习能力、分析问题与解决问题能力的培养与提高。在应用上,能够做到“举一反三”。

本书由广东轻工职业技术学院丁向荣任主编,负责全书的规划与统稿工作,具体编写第 1、3、8 章以及 6.1~6.2 节;华南师范大学南海学院杨军编写第 7、10 章;广东轻工职业技术学院周永明编写第 5、9 章;广东轻工职业技术学院赵慧编写第 2、4 章以及 6.3~6.6 节。本书由华南理工大学电子与信息学院田森平副教授主审。

由于编者水平有限。书中定有疏漏和不周之处,敬请读者不吝指正。

编 者
2008.1

目 录

第 1 章 单片机应用系统的开发流程与开发工具	1
1.1 单片机应用系统的开发流程	1
1.1.1 单片机应用系统的设计原则	1
1.1.2 单片机应用系统的开发流程	1
1.1.3 工程设计报告的编制	5
1.1.4 单片机应用系统的开发模式	7
1.2 Keil μ Vision2 的使用说明	8
1.2.1 Keil μ Vision2 用户界面	8
1.2.2 Keil μ Vision2 的使用	16
1.3 仿真器	21
1.3.1 WAVE 系列仿真器概述	21
1.3.2 V8 系列仿真器	22
1.3.3 WAVE 集成开发环境	24
1.4 编程器	28
1.4.1 系统安装	28
1.4.2 TopWin 软件的操作使用	29
第 2 章 键盘接口技术	35
2.1 按键	35
2.1.1 按键的分类	35
2.1.2 按键输入原理	36
2.1.3 按键开关的抖动问题	36
2.2 简单键盘接口	37
2.2.1 简单键盘的工作原理	37
2.2.2 简单键盘的接口电路与编程	37
2.3 矩阵式键盘接口	41
2.3.1 矩阵式键盘的结构与工作原理	41
2.3.2 矩阵式键盘按键的识别	42
2.3.3 键盘的编码	43
2.3.4 键盘的工作方式	43
2.3.5 矩阵键盘的接口实例	45
2.4 可编程键盘接口	47
2.4.1 8279 的基本功能	47
2.4.2 8279 的控制	50
2.4.3 8279 与单片机、键盘/显示器的接口	54

第3章 显示接口技术	60
3.1 LED 显示器	60
3.1.1 LED 显示器的结构与工作原理	60
3.1.2 LED 显示的接口电路	61
3.2 LCD 显示器	68
3.2.1 LCD 概述	68
3.2.2 段式显示 LCD	68
3.2.3 字符型 LCD	73
3.2.4 图形 LCD	87
第4章 测控接口技术	101
4.1 A/D 转换接口与应用	101
4.1.1 A/D 转换器概述	101
4.1.2 A/D 转换器的选择	103
4.1.3 常用 A/D 转换器接口芯片 ADC0809	104
4.2 D/A 转换接口与应用	108
4.2.1 D/A 转换器分类	108
4.2.2 D/A 转换器的基本原理	108
4.2.3 D/A 转换器的主要性能指标	109
4.2.4 D/A 转换器的选择	110
4.2.5 常用 D/A 转换器接口芯片 DAC0832	111
第5章 打印机接口技术	117
5.1 TPμP-40A 主要性能、接口要求及时序	117
5.2 字符代码及打印命令	118
5.3 TPμP-40A/16A 与 MCS-51 单片机接口与编程	120
第6章 串行接口技术	124
6.1 I ² C 串行总线原理与应用	124
6.1.1 I ² C 串行总线的组成与工作原理	124
6.1.2 I ² C 串行总线的接口设计	130
6.1.3 I ² C 串行总线器件	139
6.1.4 应用举例	141
6.2 串行单总线原理与应用	143
6.2.1 串行单总线概述	143
6.2.2 数字化温度传感器 DS18B20	146
6.2.3 DS18B20 的温度采集程序	152
6.3 串行模/数转换器	158
6.3.1 串行 A/D 转换接口芯片 TLC0831/0832	159
6.3.2 4 路 8 位串行 D/A 转换器 TLC5620	162
6.4 I ² C 总线键盘/显示器接口芯片 ZLG7290	166
6.4.1 ZLG7290 的特点和引脚描述	166

6.4.2	ZLG7290 的工作原理	167
6.4.3	ZLG7290 的内部寄存器的定义	167
6.4.4	ZLG7290 的 I ² C 通信	168
6.4.5	ZLG7290 的控制指令	169
6.4.6	ZLG7290 的应用程序	171
6.5	I ² C 总线串行 8 位数/模转换器 MAX517	180
6.5.1	MAX517 的性能及引脚说明	180
6.5.2	MAX517 的工作时序	180
6.5.3	MAX517 与 80C51 单片机的通信	181
6.5.4	应用程序	182
6.6	基于 I ² C 总线的 ADS1100 型 16 位模/数转换器	183
6.6.1	引脚功能和内部结构	184
6.6.2	ADS1100 的内部寄存器	184
6.6.3	ADS1100 读写操作	185
6.6.4	应用电路与编程	186
第 7 章	PC 端接口技术	189
7.1	RS-232 串行通信技术	189
7.1.1	RS-232C 标准介绍	189
7.1.2	简单的串行通信协议的设计	191
7.1.3	MSComm 控件介绍	195
7.1.4	使用 VB 开发串行口通信软件	198
7.1.5	使用 VC++ 开发串行口通信软件	203
7.2	USB 接口技术	210
7.2.1	USB 总线介绍	210
7.2.2	EZ-USB 系列接口控制芯片	217
7.2.3	EZ-USB 固件程序开发	223
7.2.4	USB 通信设计要点	238
第 8 章	电机控制接口技术	239
8.1	直流电机控制	239
8.1.1	正、反转控制电路	239
8.1.2	用单片机输出 PWM 脉冲	240
8.2	步进电机控制	242
8.2.1	步进电机的控制原理	243
8.2.2	步进电机与单片机的接口	244
8.2.3	应用 ULN2003 的步进电机控制电路	247
第 9 章	IC 卡接口技术	251
9.1	IC 卡概述	251
9.1.1	IC 卡的分类	251
9.1.2	IC 卡应用系统的构成要素	253

9.1.3	IC 卡的国际标准	253
9.2	接触式 IC 卡接口技术	254
9.2.1	SLE4442 卡概述	254
9.2.2	SLE4442 卡硬件接口电路	256
9.2.3	SLE4442 卡读写技术	260
9.3	非接触式 IC 卡接口技术	272
9.3.1	MIFARE1 非接触式 IC 卡	272
9.3.2	MIFARE 1 卡接口设备内核技术	279
第 10 章 单片机应用系统的综合开发技术		308
10.1	单片机应用系统的加密技术	308
10.1.1	硬件加密技术	308
10.1.2	软件加密技术	310
10.2	单片机应用系统的可靠性技术	312
10.2.1	电源及其净化技术	312
10.2.2	接地技术	317
10.2.3	电磁干扰的屏蔽技术	320
10.2.4	隔离技术	320
10.2.5	抑制反电势干扰技术	321
10.2.6	软件数字滤波技术	322
10.2.7	编程中的抗干扰技术	323
附录 A		325
参考文献		326

第1章 单片机应用系统的开发流程与开发工具

1.1 单片机应用系统的开发流程

1.1.1 单片机应用系统的设计原则

单片机应用系统的设计根据其特殊的应用场合,应遵循以下设计原则。

1. 可靠性高

在设计过程中要把系统的安全性、可靠性放在首位。一般来讲,系统的可靠性可以从以下几个方面进行考虑:

- (1) 在器件使用上,应选用可靠性高的元器件,以防止元器件的损坏影响系统的可靠运行。
- (2) 选用典型电路,排除电路的不稳定因素。
- (3) 采用必要的冗余设计或增加自诊断功能。
- (4) 采取必要的抗干扰措施,以防止环境干扰。可采用硬件抗干扰或软件抗干扰措施。

2. 性能价格比高

单片机自身就具有高性能、体积小和功耗低的特点,因此在系统设计时除保持高性能外,还应简化外围硬件电路,在系统性能许可的范围内尽可能地用软件程序取代硬件电路,以降低系统的制造成本。

3. 操作维护方便

操作维护方便表现在操作简单、直观形象和便于操作。在系统设计时,在系统性能不变的情况下,应尽可能地简化人机交互接口。

4. 设计周期短

系统设计周期是衡量一个产品有无社会效益的一个主要依据,只有缩短设计周期,才能有效地降低系统设计成本,充分发挥新系统的技术优势,及早地占领市场并具有竞争力。

1.1.2 单片机应用系统的开发流程

单片机应用系统的设计主要由硬件和软件两部分组成。硬件除单片机本身的芯片以外,还包括单片机扩展的存储器、输入/输出通道、人机交互通道以及单片机基本系统必须的常规芯片。软件则是各种工作程序的集合,概括起来包括系统软件和应用软件两个部分。只有将硬件和软件有机地紧密配合才能设计出高性能的单片机应用系统。归纳起来,单片机应用系

统的设计过程大致有以下几个方面。

1.1.2.1 确定任务

单片机应用系统可以分为智能仪器仪表和工业测控系统两大类。无论哪一类，都必须以市场需求为前提。所以，在系统设计前，首先要进行广泛的市场调查，了解该系统的市场应用概况，分析系统当前存在的问题，研究系统的市场前景，确定系统开发设计的目的和目标。简单地说，就是通过调研克服缺点，开发新功能。

在确定了大方向的基础上，就应该对系统的具体实现进行规划，包括应该采集信号的种类、数量、范围，输出信号的匹配和转换，控制算法的选择，技术指标的确定等。

1.1.2.2 方案设计

确定了研制任务后，就可以进行系统的总体方案设计。主要包括以下两个方面。

1. 单片机机型和器件的选择

(1) 性能特点要适合所要完成的任务，避免过多的功能闲置。

(2) 性能价格比要高，以提高整个系统的性能价格比。

(3) 结构原理要熟悉，以缩短开发周期。

(4) 货源要稳定，有利于批量的增加和系统的维护。

2. 硬件与软件的功能划分

系统的硬件和软件要做统一的规划。因为一种功能往往是既可以由硬件实现，又可以由软件实现。要根据系统的实时性和系统的性能价格比进行综合确定。

一般情况下，用硬件实现速度比较快，可以节省 CPU 的时间，但系统的硬件接线复杂、系统成本较高。用软件实现则较为经济，但要更多地占用 CPU 的时间。所以，在 CPU 时间不紧张的情况下，应尽量采用软件。如果系统回路多、实时性要求强，则要考虑用硬件完成。例如，在显示接口电路设计时，为了降低成本，可以采用软件译码的动态显示电路。但是，如果系统的取样路数多、数据处理量大，则应改为硬件静态显示。

1.1.2.3 硬件设计与调试

硬件的设计是根据总体设计要求，在选择完单片机机型的基础上，具体确定系统中所要使用的元件，并设计出系统的电路原理图，经过必要的实验后完成工艺结构设计、电路板制作和样机的组装。主要硬件设计包括以下几个方面。

1. 单片机电路设计

主要完成时钟电路、复位电路、供电电路的设计。

2. 扩展电路设计

主要完成程序存储器、数据存储器、I/O 接口电路的设计。注意：在单片机选型时，尽量考虑单片机内部有足够的程序存储器和数据存储器，以免增加系统的复杂度和硬件成本。

3. 输入/输出通道设计

主要完成传感器电路、放大电路、多路开关、A/D 转换电路、D/A 转换电路、开关量接

口电路、驱动及执行机构的设计。

4. 控制面板设计

主要完成按键、开关、显示器、报警等电路的设计。

5. 硬件调试

硬件调试分静态调试和动态调试。

(1) 静态调试，其包括目测、采用万用表测试、加电检查。

- 目测：首先是对单片机应用系统的印制电路板进行仔细检查，检查它的印制线是否有断线、是否有毛刺、线与线和线与焊盘之间是否有黏连、焊盘是否脱落、过孔是否未金属化现象等。若无质量问题，则在安装、焊接上所有的分离元件和集成电路插座后，再一次进行目测，检查元器件是否焊接正确、焊点是否有毛刺、焊点是否有虚焊、焊锡是否使线与线或线与焊盘之间短路等。通过目测可以查出某些明确的器件、设计故障，并及时予以排除。

- 采用万用表测试：先用万用表复核目测中认为可疑的边线或接点，再检查所有电源的电源线和地线之间是否有短路现象。这一点必须要在加电前查出，否则会造成器件或设备的毁坏。

- 加电检查：首先检查各电源的电压是否正常，然后检查各个芯片插座的电源端的电压是否在正常的范围内、固定引脚的电平是否正确。然后在断电的状态下将集成芯片逐一插入相应的插座中，并加电仔细观察芯片或器件是否出现打火、过热、变色、冒烟和异味等现象，如有异常现象，应立即断电，找出原因予以排除。总之，静态调试是检查印制电路板、连接和元器件部分有无物理性故障，静态调试完成后，接着进行动态调试。

(2) 动态调试。动态调试是目标系统工作的状态下，发现和排除硬件中存在的器件内部故障、器件间连接的逻辑错误等的一种硬件检查。硬件的动态调试必须在开发系统的支持下，故称为联机仿真调试。动态调试借助于开发系统资源来设计目标系统中单片机外围电路，具体方法是利用开发系统友好的交互界面，可以有效地对目标系统的单片机外围扩展电路进行访问、控制，使系统在运行中暴露问题，从而发现故障予以排除。典型有效的访问、控制外围扩展电路的方法是对电路进行循环读或写操作。使得电路中主要测试点的状态可以通过常规测试仪器测试出来，以此检测被调试电路是否按预期的工作状态运行。

1.1.2.4 软件设计与调试

单片机应用系统的设计中，软件设计占有重要的位置。单片机应用系统的软件通常包括数据采集和处理程序、控制算法实现程序、人机对话程序和数据处理与管理程序。

软件设计通常采用模块化程序设计、自顶向下的程序设计方法。

单片机应用系统的软件设计是研制过程中任务最繁重的一项工作，对于一些较复杂的应用系统，不仅要使用汇编语言来编程，有时还需要使用高级语言编程。软件设计包括编写程序的总体方案、画出程序流程图、编制具体程序以及对程序检查和修改等。

1. 程序的总体设计

程序的总体设计是指从系统高度考虑程序结构、数据格式与程序功能的实现方法和手段。程序的总体设计包括拟定总体设计方案、确定算法和绘制程序流程图等。在拟定总体设

设计方案时,要根据单片机应用系统的具体情况,确定一个切合实际的程序设计方法。一般常用的程序设计方法有以下3种:

(1) 模块化程序设计。模块化程序设计的思想是将一个功能完整的较长的程序分解成若干个功能相对独立的较小的程序模块,各个程序模块分别进行设计、编程和调试,最后把各个调试好的程序模块装配起来进行联调,最终成为一个有实用价值的程序。

(2) 自顶向下逐步求精程序设计。自顶向下逐步求精程序设计要求从系统级的主干程序开始,从属的程序和子程序先用符号来代替,集中力量解决全局问题,然后再层层细化逐步求精,编制从属程序和子程序,最终完成一个复杂程序的设计。

(3) 结构化程序设计。结构化程序设计是一种理想的程序设计方法,它是指在编程过程中对程序进行适当限制,特别是限制转移指令的使用,对程序的复杂程度进行控制,使程序的编排顺序和程序的执行流程保持一致。

2. 程序的编制

单片机应用系统大多采用汇编语言编写,也可采用高级语言编写(如MBASIC、PL/M51、C51等)。

3. 软件调试

软件调试是通过对目标程序的汇编、连接、执行来发现程序中存在的语法错误与逻辑错误,并加以排除纠正的过程。在软件调试中主要针对逻辑性错误进行讨论。软件调试与所选用的软件结构和程序设计方法有关。但有一点是共同的,即软件调试一般遵循先独立后联机、先分块后组合、先“单步”后“连续”的原则。

- 先独立后联机。一般来说单片机应用系统中的软件和硬件是密切联系的,但这不等于说所有的目标程序都必须依赖硬件运行。如软件对被测参数进行数值处理或做某项事务处理时,往往是与硬件无关的。把与硬件无关的、功能相对独立的目标程序段抽取出来,形成与硬件无关和依赖硬件的两大类目标程序。这样就可以先脱离目标系统硬件,直接在开发系统上对独立于硬件的程序进行调试。这类程序调试完后,再将目标系统与开发系统相连,对依赖于硬件的程序进行联机调试。联机调试成功后,再进行这两大块程序总调试。

- 先分块后组合。在目标系统规模较大、任务较多的情况下,系统的软件设计往往采用模块化的设计方法。调试时,先按各个子模块进行调试。在子模块调试完后,将相互有关联的程序模块逐块组合起来加以调试,以解决在模块连接中可能出现的逻辑错误。对于所有程序模块的整体组合是在系统联调中进行的,由于各个程序模块通过调试已排除了内部错误,所以软件总调的工作量大大减少。

- 先“单步”后“连续”。调试软件程序的关键是实现对错误的定位。准确发现程序(或硬件电路)中错误的最有效方法是采用单步加断点的运行方式调试程序。在调试程序时,先利用断点运行方式进行粗调,将故障定位在一个程序段的小范围内;然后根据故障程序段再使用单步运行方式进行错误的精确定位,这样就可以做到调试的快捷和准确。通常在调试完成后,还要进行连续运行调试,以防止某些错误在单步执行时被掩盖。

对于一些实时系统,可能无法采用单步调试,为了能较快地对程序的错误进行定位,可使用连续加断点运行方式调试这类程序。

1.1.2.5 系统联调

系统联调是指目标系统的软件在其硬件上实际运行，将软件和硬件联合起来进行调试，从中发现硬件故障或软、硬件设计错误。系统联调问题主要解决以下问题：

(1) 软、硬件是否按设计的要求配合工作。

(2) 系统运行时是否有潜在的设计时难以预料错误。

(3) 系统的动态性能指标（包括精度、速度等参数）是否满足设计要求。系统联调时，首先是调试与硬件有关的各程序段，既可以检验程序的正确性，又可以在各功能独立的情况下，检验软、硬件的配合情况；然后再将软件、硬件按系统工作的要求进行综合运行，采用全速断点、连续运行方式进行总调试，以解决在系统总体运行情况下软件、硬件的协调与提高系统动态性能。系统联调的具体操作方法：先在开发系统环境下，借用仿真器 CPU、存储器等资源进行工作。若发现问题，则可按照软件、硬件调试方法准确地对错误进行定位，并分析原因找出解决办法。在系统联调完成后，就可将目标程序固化到目标系统单片机的程序存储器中，则可使目标系统脱离开发系统，进行测试。

对于一些运行环境比较恶劣的单片机应用系统，在系统联调后，还要进行现场调试，通过目标系统在现场运行，发现可靠设计中的问题，并找出相应的解决方法。

单片机应用系统的设计与开发流程如图 1.1 所示。

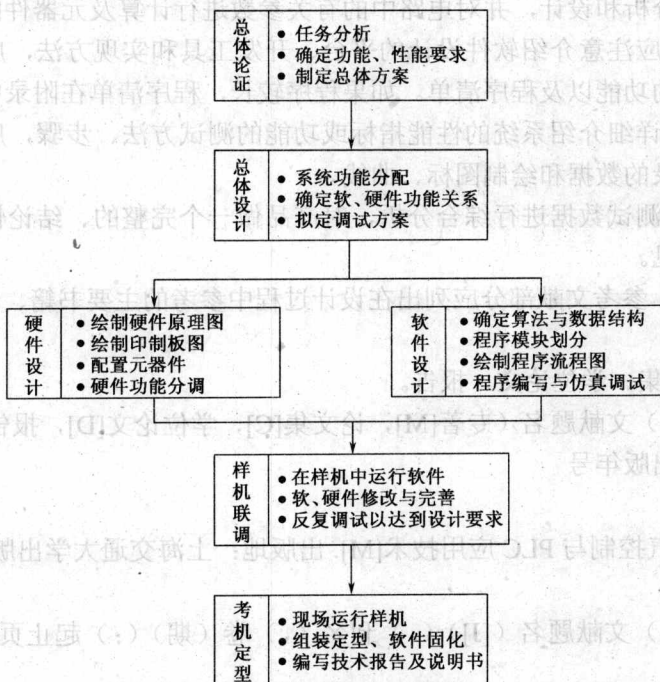


图 1.1 单片机应用系统开发流程

1.1.3 工程设计报告的编制

每个单片机应用系统完成后，需要撰写相应的工程设计报告和产品说明书。

1. 报告内容

(1) 封面。封面上应包括设计系统名称、设计人与设计单位名称、完成时间。

(2) 目录。目录中应包括工程设计报告的章节标题、附录的内容,以及章节标题、附录的内容所对应的页码。目录的页码采用 Word 软件自动生成功能完成。

(3) 摘要。摘要是对设计报告的总结,摘要一般 300 字左右。摘要的内容应包括目的、方法、结果和结论,即应包括设计的主要内容、主要方法和主要创新点。

摘要中不应出现“本文、我们、作者”之类的词语,一般用第三人称和被动式。英文摘要内容(可选)应与中文相对应;中文摘要前要加“摘要:”,英文摘要前要加“Abstract:”。

关键词按 GB/T 3860 的原则与方法选取。一般选 3~6 个关键词。中、英文关键词应一一对应。中文关键词前冠以“关键词:”,英文关键词前冠以“Key words:”。

(4) 正文。正文是工程设计报告的核心。正文的主要内容有:系统设计、单元电路设计、软件设计、系统测试与结论。

- 系统设计。主要介绍系统设计思路与总体方案的可行性论证,各功能模块的划分与组成,介绍系统的工作原理与工作过程。总体方案的选择既要考虑它的先进性,又要考虑它实现的可能性以及产品的性能价格比。

- 单元电路设计。在单元电路设计中需要对确定的各单元电路的工作原理进行介绍,对各单元电路进行分析和设计,并对电路中的有关参数进行计算及元器件的选择等。

- 软件设计。应注意介绍软件设计的平台、开发工具和实现方法,应详细介绍程序的流程方框图、实现的功能以及程序清单。如果程序较长,程序清单在附录中给出。

- 系统测试。详细介绍系统的性能指标或功能的测试方法、步骤,所用仪器的设备名称、型号,测试记录的数据和绘制图标、曲线。

- 结论。根据测试数据进行综合分析,对产品做一个完整的、结论性的评价,也就是说一个结论性的意见。

(5) 参考文献。参考文献部分应列出在设计过程中参考的主要书籍、刊物、杂志等。参考文献的格式如下:

- 专著、论文集、学位论文、报告。

[序号] 作者(.)文献题名(专著[M],论文集[C],学位论文[D],报告[R])(.)出版地(;)出版社(,)出版年号

例如:

[1] 丁向荣. 电气控制与 PLC 应用技术[M]. 出版地: 上海交通大学出版社, 2005 年

- 期刊文章。

[序号] 作者(.)文献题名([J])(.)刊名(,)卷(期)(;)起止页码

例如:

[2] 丁向荣, 林知秋. 基于 PLC 运行模式的单片机应用系统设计[J]. 机电工程, 2004 年第 21 卷: 32~33

- 国际、国家标准。

[序号] 标准编号(,)标准名称([S])

例如:

[3] GB 4706.1-1998, 家用和类似用途电器的安全 第一部分: 通用要求([S])