



高等学校电子信息类规划教材

电子系统设计 与实践实验教程

张虹 金印彬 主编
刘宁艳 张璞 参编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类规划教材

电子系统设计与实践实验教程

张虹 金印彬 主编
刘宁艳 张璞 参编



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了电子系统设计与实践实验课程的概况和系统设计的基本方法,并重点围绕 51 系列单片机应用系统的开发,详细介绍了开发使用的硬件平台和软件工具、系统设计中常用程序的设计方法、一些专用芯片的功能和具体应用,以及常见的接口电路。另外,本书还提供了大量具有实用性和趣味性的选题供学生在进行系统设计时选做。

本书既可供高等学校电气工程、计算机科学与技术、控制科学与工程、电子信息工程、生物医学工程等专业学生参考,亦可供电子工程师和业余爱好者选读。

图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计与实践实验教程/张虹,金印彬主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2018. 6

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4889 - 7

I. ① 电… II. ① 张… ② 金… III. ① 电子系统—系统设计—高等学校—教材

IV. ① TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 071775 号

策 划 邵汉平

责任编辑 许青青

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限公司

版 次 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12.5

字 数 292 千字

印 数 1~2000 册

定 价 29.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4889 - 7/TN

XDUP 5191001 - 1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

前言

加强实践教学、提高学生解决实际问题的能力、培养学生的创新意识是高等教育改革的重要举措。如何使学生将理论知识融会贯通、理论与具体应用相结合是目前教学中需要重点解决的问题之一。电子技术的学习尤其不能仅仅停留在理论学习的层面,更应面向实际应用。微电子技术、计算机技术的飞速发展不但使电子产品更加小型化、智能化,而且给电子产品的设计带来了前所未有的变革。微处理器、微控制器、可编程技术在设计中的应用使传统的以硬件为主的设计向软件设计发展,如何在不断出现的新技术、新器件面前引领学生进入电子产品开发的世界,也是一个值得思考的问题。

设置电子系统设计与实践实验课程正是解决这些问题的一种尝试和探索。本书以单片机应用系统的开发为主线,通过从模块级向系统级的逐步加深和过渡,一步步帮助学生建立起中断、查询、地址分配、软硬件协同设计等基本概念;通过对接口的扩展、专用集成芯片的开发训练,帮助学生建立搜集和利用现有资源进行设计的理念;通过设计、制作和调试这样一个完整的系统设计过程,培养学生综合运用所学知识解决实际问题的能力。本书的目标是引领学生使其为今后从事更为复杂的电子系统开发工作打好基础。

本书的基础实验以西安交通大学王建校老师带头研制的多功能电子学习机为依托。该学习机既可视作一个实验箱,也可视为一个电子系统设计的实例。

本书由张虹、金印彬主编,刘宁艳和张璞参编。王建校老师作为系统设计课程的开拓者,在本书的内容编排和实验开发中做出了很大贡献,在此表示衷心的感谢。在实验开发和本书编写过程中,课题组的其他老师和研究生也给予了帮助,在此致以诚挚的谢意。

限于时间和水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2018年3月

于西安交通大学

目 录

第 1 章 实验导读	1
1.1 实验目的和要求	1
1.2 实验实施细则	1
1.2.1 实验模式	1
1.2.2 考核办法	2
1.3 系统设计准备	3
1.3.1 设计方法	3
1.3.2 设计步骤	4
1.3.3 设计文档	6
第 2 章 硬件开发平台介绍	8
2.1 学习机适用对象和特色	8
2.2 系统结构	8
2.2.1 核心单片机最小系统	9
2.2.2 通信和下载线	11
2.2.3 键盘显示和系统复位	11
2.2.4 直流电源入口和公共地	11
2.2.5 用户功能块介绍	12
2.3 JXMON51 监控程序	18
2.3.1 技术特性和功能	19
2.3.2 JXMON51 监控的键盘操作	19
2.3.3 子程序介绍	20
第 3 章 KEIL51 开发软件	22
3.1 应用入门	22
3.1.1 KEIL51 集成环境	22
3.1.2 简单的程序调试	23
3.1.3 项目中含多个文件的处理	31
3.1.4 汇编语言	32
3.1.5 机器代码的效率比较	34
3.2 调试技巧	35
3.2.1 P1 端口	35
3.2.2 外部中断	37
3.2.3 定时/计数器	38

3.2.4	调试函数	39
3.2.5	汇编语言源程序的联机调试	40
3.2.6	C 语言源程序的联机调试	46
第 4 章	常用程序的设计和调试	50
4.1	多字节无符号数加减法	50
4.2	多字节无符号数乘除法	53
4.3	逻辑运算和布尔操作	55
4.4	代码转换	56
4.5	查表程序设计	59
4.6	散转程序设计	62
4.7	动态数码管显示程序设计	63
4.8	多级中断的程序设计与调试	66
第 5 章	专用芯片和系统接口电路的开发	70
5.1	存储器的扩展	70
5.1.1	扩展数据存储器	70
5.1.2	扩展程序存储器	72
5.2	端口的扩展	73
5.2.1	用 74LS573 扩展并行输出口	73
5.2.2	用 74LS245 扩展并行输入口	76
5.2.3	用串行口扩展并行输出	78
5.2.4	用串行口扩展并行输入	79
5.2.5	用 8255 扩展并行口	81
5.2.6	I ² C 总线形式的并行输入/输出接口扩展	83
5.3	模/数转换	94
5.4	数/模转换	98
5.5	日历时钟	104
5.6	温度转换	115
5.7	键盘显示控制器	122
5.8	IC 卡	134
5.9	语音芯片	141
第 6 章	系统设计选题和任务要求	153
6.1	计价和时钟类	154
6.1.1	语音出租车计价器	154
6.1.2	具有报时、报温功能的电子钟	155
6.2	信号采集和分析处理类	156
6.2.1	简易数字式液晶存储示波器	156

6.2.2 数据采集及分析系统 157

6.2.3 巴特沃斯低通数据采集仪 157

6.2.4 智能数字电压表 158

6.3 信号发生类 159

6.3.1 程控函数发生器 159

6.3.2 程控相位差函数发生器 159

6.4 电压控制类 160

6.4.1 智能无塔供水系统 160

6.4.2 数字程控直流稳压电源 161

6.4.3 数字程控功率信号源 162

6.5 参数测试类 162

6.5.1 程控电阻、电容测试仪 162

6.5.2 准等精度数字脉冲宽度测量仪 163

6.5.3 准等精度数字频率计 164

6.6 管理类 165

6.6.1 基于 IC 卡的个人信息与计费管理系统 165

6.6.2 基于 IC 卡的用电管理系统 165

6.7 数据传输类 166

6.7.1 数字逻辑故障诊断仪 166

6.7.2 多通道数据采集及传输系统 167

6.8 数据捕获类 168

6.8.1 串行数据捕获记录仪 168

6.8.2 多通路串行通信系统 168

6.9 温度控制类 169

6.9.1 储藏室温度、通风控制系统 169

6.9.2 温室恒温控制系统 170

6.10 RC 测量类 171

6.10.1 基于阶跃法的 RC 电气参数测试仪 171

6.10.2 基于正弦稳态法的 RC 电气参数测试仪 171

6.10.3 基于瞬时法的 RC 电气参数测试仪 172

6.10.4 复阻抗测量仪 173

6.10.5 功率测量仪 174

6.11 逻辑分析和 PLD 类 174

6.11.1 单片机存储器地址和数据捕捉记录及分析仪 174

6.11.2 基于 PLD 的液晶等精度频率、脉宽测量仪 175

6.11.3 基于 PLD 的液晶数字电子钟 176

6.11.4 基于 PLD 的液晶数字频率计 177

6.12 数据流发生类 177

6.12.1 并行数据流发生器 177

6.12.2 串行数据流发生器	178
6.13 超声波传感器应用类	179
6.13.1 智能超声波测距仪	179
6.13.2 智能超声波车流量监视系统	180
6.13.3 智能超声波速度测量仪	180
6.14 电子琴类	181
6.14.1 基于单片机的简易电子琴	181
6.14.2 基于单片机的简谱记录仪	182
附录 C51 库函数	183
参考文献	192

第1章 实验导读

本章主要介绍电子系统设计与实践实验课程的实验目的和要求、实验实施细则以及系统设计的一般方法,使学生对课程有一个总体的认识。

1.1 实验目的和要求

当前用人单位最需要的是掌握实用技术、能解决实际问题、具有独立工作能力和创新性的人才,而不是只会解题的人。电子系统设计与实践实验课程的宗旨就是提供这样一个平台,通过设计训练,培养学生综合运用知识解决实际问题的能力,帮助其建立起独立、创新的意识。

电子系统设计与实践实验课程充分体现了实践性和应用性,要求学生综合运用所掌握的知识和技术(如模拟电子技术、数字电子技术、单片机技术、可编程逻辑器件技术等),自己动手设计一个具有一定实用价值的小型电子系统(如语音出租车计价器、智能超声波测距仪)。在课程学习中,需要学生自己构建硬件电路,编写软件代码,并最终通过答辩和作品的验收。

通过学习电子系统设计与实践实验课程,学生应达到以下基本要求:

- (1) 能够运用电子技术、微处理器技术等课程中所学到的理论知识独立完成设计方案。
- (2) 掌握查阅手册和文献资料,尤其是利用网络资源搜集相关信息的本领,提高独立分析和解决实际问题的能力。
- (3) 进一步熟悉常用电子元器件的类型与特性,学会使用一些常用的集成电路芯片,包括一些专用芯片、可编程器件。
- (4) 掌握现代电子技术设计工具和 EDA 技术的基本知识。
- (5) 学会电子电路的安装与调试技巧。
- (6) 进一步熟悉电子仪器的正确使用方法。
- (7) 学会撰写系统设计的总结报告,培养严谨的作风与科学的态度。

1.2 实验实施细则

1.2.1 实验模式

实验分为两个主要阶段。第一阶段是基本训练,学生通过本书第2章到第5章的学习,可掌握硬件开发平台和 KEIL51 开发软件的使用方法,了解单片机应用系统设计中常用软件的编程,以及一些专用芯片与接口电路的设计和使用。



第二个阶段进入系统设计。设计的题目可以来自于第 6 章，也可以是后续扩充的题目。除了课程本身提供的选题外，学生还可以根据兴趣爱好自行拟定设计题目，给出设计的目的和任务，以及具体的指标和要求，但需征得任课老师同意后方可实施。注意，每个设计题目有不同的难度系数，在评定成绩时会有所体现，所以选择不同难度系数的题目可能会影响最后的成绩。

考虑到设计的工作量比较大，进行系统设计时一般两人组队，每个队员根据自己的能力和特长承担一部分工作，具体分工由队员自行商量决定。

在系统设计实施阶段，除了按照设计的一般方法和步骤进行外，应该在方案的选择和论证完成后专门安排一次开题报告，每组队员需要介绍自己的选题要求，与课题相关的背景，几种可行的设计方案及其各自的优缺点，拟实施方案的硬件电路结构框图和原理图、软件设计流程、进度安排以及拟解决的关键技术问题等。在答辩合格后方可进入下一阶段。另外，在元器件焊接、安装完成后，需进行模块电路的测试，并提交测试程序和测试报告。

1.2.2 考核办法

系统设计的整个工作完成后需提交的文件包括：

- (1) 设计报告：要求格式规范，条理清晰，在 A4 纸上打印。
- (2) 电路图：包括电气原理图、元器件布局图、PCB 版图，在 A4 纸上打印。
- (3) 实物样品：电路板焊接要求美观、大方，连接线可靠。

实验成绩主要根据答辩验收情况来确定。答辩前需要打印老师提供的验收单，并自行填写设计题目、创新性、分工情况等相关信息。表 1-1 给出了验收的具体评定项目。系统设计开始前请根据该表认真考虑设计选题以及队员的具体分工，以免影响最后的成绩。

表 1-1 验收的评定项目

序号	工作项目	具体要求
1	平时成绩	根据到课情况及平时表现给分
2	题目难度	根据题目难度及完成情况给分
3	报告	书写规范、认真；包含整体系统框图、系统工作原理、软件流程图、系统设计程序、自己设计的原理图、电路参数计算、各模块及系统的测试记录
4	PPT	条理清晰、简洁明了，包含硬件系统框图、软件流程图、测试结果
5	创新部分	根据系统创新内容给分
6	原理图	掌握硬件电路；原理图用 A4 或者 A3 图纸制作，可进行层次化设计(有顶层图)；原理图正确，设计规范；集成电路的电源、地必须连接

续表

序号	工作项目	具体要求
7	PCB	布局合理，电气连接正确；网表和封装必须与原理图一致；禁止自动布线，走线美观，走线拐角应大于 90°；电源、地线宽应大于 30 mil(注：1 mil＝0.0254 mm)，信号线的线宽为 10 mil；地正反面覆铜；PCB 尺寸应与实物一致；应掌握 PCB 封装的设计方法；PCB 封装应与实物一致
8	电路板焊接	焊接正确、美观，无飞线；电路板能正常工作
9	测试程序及测试报告	使用到的模块必须有独立的测试程序；测试报告中应有详尽的测试记录(数据表格或者图片)
10	系统软件	实现完整功能，且具有友好的人机交互功能；程序编写规范，结构清晰，使用模块化设计；能清晰阐述程序功能
11	系统调试	功能满足要求，并具有友好的人机交互功能；必须有测试方法、结果、记录表及测试结果分析

1.3 系统设计准备

究竟什么是电子系统，拿到设计任务后该如何开始呢？下面我们就一起来了解一下电子系统的设计方法和报告的撰写，为系统设计提前做准备。

电子系统其实是由一组相互连接、相互作用的基本单元电路组成的，能够产生、传输或处理电信号及信息的客观实体。按照电子系统中所处理信号的特点，一般可将电子系统分为模拟型、数字型和模数混合型。随着电子技术的发展，电子产品的复杂性和综合性在不断加深，所以目前的电子系统多以模数混合型为主。

集成电路技术和计算机辅助技术的迅猛发展使电子系统的设计从传统的单纯硬件设计变为计算机软硬件协同设计，大大简化了设计过程，缩短了设计周期。目前，以微处理器(MicroProcessor Unit, MPU)、微控制器(MicroController Unit, MCU，即俗称的单片机)、可编程器件(Programmable Logic Device, PLD)等为核心的电子系统已成为主流，共享 IP (Intellectual Property，知识产权)的开放式系统设计也在逐渐发展壮大。

电子系统种类繁多，千差万别，但设计中都应遵循一定的方法和规则。

1.3.1 设计方法

进行电子系统设计时，首先要明确系统设计的目标，根据设计任务选择和论证方案。总体方案确定后，就可以进行具体设计。如图 1-1 所示，一般电子系统有自顶向下、自底向上以及两者相结合等设计方法。

自顶向下的方法是按“系统—子系统—功能模块—单元电路—元器件—印制版图”的流程，即按照由大到小、由粗到细的思路进行设计的。设计时从系统级开始，根据任务和系

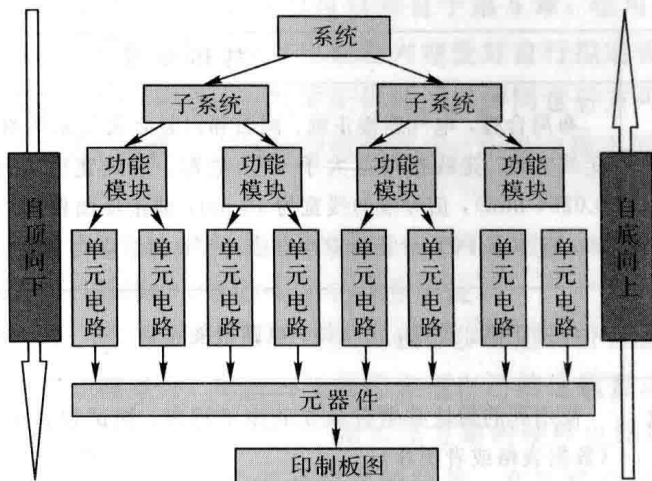


图 1-1 系统设计方法示意图

统指标要求，将系统划分为若干规模适当、功能单一且相对独立的子系统。之后，独立设计每一子系统，确定具体的元器件，并绘制线路原理图和印制电路板图。

自底向上的设计步骤与自顶向下正好相反，这是传统电子系统设计常采用的方法。在现代电子系统设计中一般采用自顶向下的方法，该法可同时兼顾设计周期、系统性能和成本。但自底向上的设计方法在系统的组装、调试以及以 IP 核为基础的超大规模片上系统设计中仍在采用。因此，复杂的电子系统设计往往是自顶向下和自底向上相互交织、反复多次的过程。

进行系统设计时无论采用何种方法，都应遵循相应的原则：

- (1) 确保每一级设计的正确性和合理性，技术指标应留有余地。
- (2) 各子系统之间、模块之间，其功能上应尽量相对独立。
- (3) 各层设计中遇到的问题应及时解决，不可以将问题传给下层。如果本层解决不了，必须将问题反馈到上一层，在上一层中解决。
- (4) 软件、硬件协同设计，充分利用单片机和可编程逻辑器件的可编程功能，在软硬件之间寻找平衡。

1.3.2 设计步骤

图 1-2 所示为电子系统设计过程。系统设计一般需要经历如下几个过程：课题分析，总体方案设计与论证，单元电路设计与参数计算，电路板制作、安装和调试，系统性能指标测试。

1. 课题分析

课题分析就是根据技术指标的要求，做好充分的调查研究，弄清楚系统所要求的功能和性能指标，以及目前该领域中所达到的水平，有无相似电路可供借鉴，如果有类似的电子产品，存在什么不足或缺陷，需要做何种改动或电路参数调整，新设计的电路性能有何指标要求，对可行性做出切合实际的判断。对设计者来讲，除了具备公共的基础知识外，还应具备特定设计题目所应有的知识背景，否则就无法理解题意，更不知如何开始设计工作。

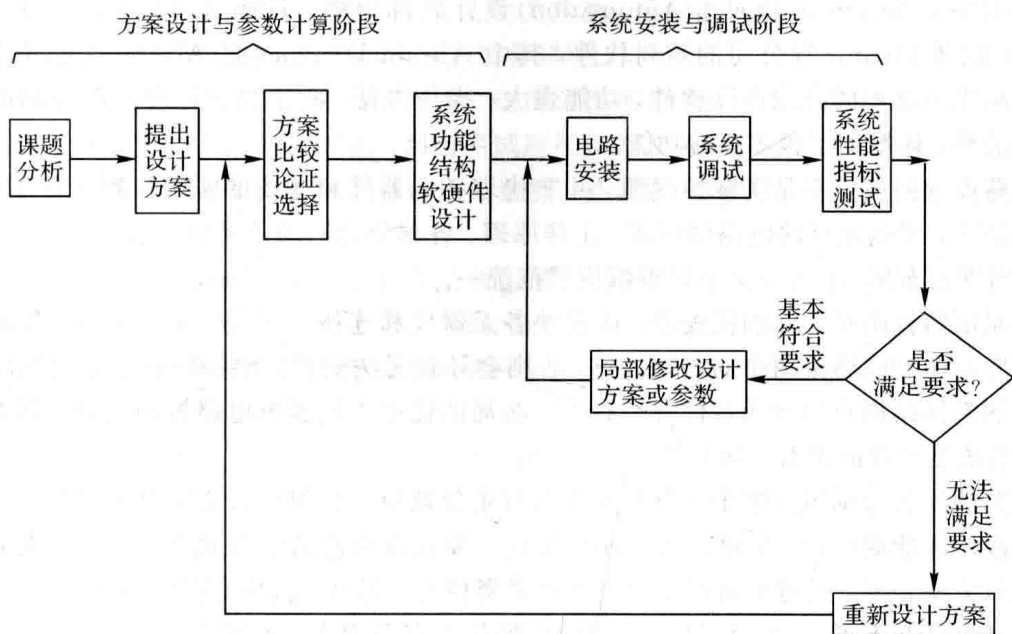


图 1-2 电子系统设计过程

2. 总体方案设计与论证

在全面分析了设计任务书的技术指标和功能要求之后，根据已掌握的资料，按系统要求，提出设计方案，把系统合理分解成若干子系统，并画出各单元电路框图和系统总体原理框图。

原理方案的提出至关重要，应尽量借助网络、图书馆等资源广泛收集和查阅相关资料，广开思路，提出尽可能多的设计方案，然后经过详细的方案比较和论证，从可行性、稳定性、可靠性、成本、功耗等方面进行比较，最后确定最佳方案。

在确定总体方案时，应尽量考虑以微处理(如单片机、嵌入式微处理)为核心的电子系统设计方法，这样可大大提高系统的性能，缩短开发周期，提高系统功能的可扩展性。

3. 单元电路设计与参数计算

总体方案确定以后，便可以进行单元电路的选择与设计，主要包括电路原理的设计、结构的设计、软硬件的划分、元器件的选择以及主要参数的计算等。

应尽量选用市场上提供的、满足系统性能要求的中大规模集成电路。另外，应注意控制系统成本，尤其在设计产品时，尽量做到最优的性能价格比。因此，应尽可能熟悉常用数字或模拟集成电路的性能和特点，根据集成电路的技术要求，正确设计外围电路和参数；选择合适的芯片，满足电路的工作电压、电流及极限参数的要求；保证各功能块协调一致地工作，采用适当的耦合方式连接模拟信号，对于数字部分，应避免竞争冒险和过渡干扰脉冲，以免发生控制失误。

4. 电路板制作、安装和调试

该阶段的主要任务是绘制电路原理图和印制电路板图，制作完成后进行元器件的安装和调试。电路原理图是电子电路设计的结晶，是电路安装、调试和维修时不可缺少的文件。

电路板 EDA(Electronic Design Automation)设计软件很多,目前国内常用的有 Altium、Cadence 以及 Mentor 等公司的系列软件,其中 Altium Designer 是 Altium 公司继 Protel 系列产品之后推出的高端设计软件,功能强大,操作方便,除了具有原理图和印制电路板设计功能外,还增加了很多高端功能。

电路原理图虽然不是实际接线图,并非代表各元器件和连线的实际位置,但是,原理图应能清晰、明确地反映电路的组成、工作原理、各部分之间的关系以及各个信号的流向。因此,图纸的布局、符号、文字标准都应规范统一。

印制电路板图是实际的接线图,应反映各元器件和连线的实际位置,所以,各元器件的封装应与印制电路板图中的封装一致,否则会导致无法安装。绘制印制电路板图时应注意电路的整体结构布局和元器件安装布局。布局的优劣不仅影响电路板的美观、调试和维修,对系统电气性能也有一定影响。

电路的安装与调试在电子工程技术中占有重要地位。任何设计方案都要经过安装、调试和修改后才能成型,系统设计实验亦是如此。要取得满意的实验效果,不仅要求电路原理和测试方法正确,还与电路安装的合理性紧密相关。另外,在系统安装完毕后,认真、细致的调试也是必不可少的。调试中常用的仪器仪表有万用表、示波器、信号发生器、逻辑分析仪等。只有经过调试,系统才能获得满意的性能。

调试分为模块调试和整体调试。首先应按照功能划分对各模块分别进行调试。分块调试可以缩小问题出现的范围,便于解决。调试时最好按信号流向逐块进行。模块调试完成后再进行整体调试。目前的电子系统往往包含模拟电路、数字电路和微机控制系统等三部分,由于它们对输入信号的要求各不相同,因此一般不要直接联调和总调,而应先分三部分分别进行调试,再进行整机调试。

5. 系统性能指标测试

软硬件联合调试后,需测试系统的整体性能指标,看是否满足误差、精度、测量范围等方面的技术要求。如果不满足,需分析原因并对系统软硬件结构或相关元器件进行局部修改或更换。若有些是设计方案先天不足造成的问题,则可能要推翻重来。

1.3.3 设计文档

每一级设计结果都应保存相应的图纸和文件,包括方框图、流程图、单元电路图、总体电路原理图等。PLD 设计应有顶层原理图、模块原理图和代码(用硬件描述语言设计时)。单片机设计应有程序流程图和相关注释。

设计报告是设计完成后需要提交的重要文档。设计报告全面总结和归纳设计、安装、调试步骤和技术参数,可将实践内容提升到理论高度。设计报告通常应包括:

(1) 设计题目。

(2) 设计任务与要求。

(3) 摘要。这部分用简练的文字概括主要的设计思路、特色和结果。

(4) 方案选择与论证。这部分提出原理性方案并比较论证,给出设计思路和软硬件的总体划分情况,对原理框图分解、细化,画出比较具体的总体方案框图,其中的每一小框图应能用一个比较简单的单元电路来实现。

(5) 单元电路设计和系统原理图。这部分应给出单元电路的结构、选择的具体元器件

并确定相关参数,如需要,还应给出系统的相关算法,绘制系统电路原理图、程序流程图,给出完整的 PLD 设计文件,并做出详细的解释说明。

(6) 使用的主要仪器仪表和调试方法。这部分根据题目的设计要求确定系统功能的验证方法及系统性能指标的测试方法,列出测试所用仪器仪表的名称、型号及主要技术指标,根据题目的设计要求列表记录所测试的原始数据,并说明调试中出现的问题及其分析和解决方法。

(7) 测试结果与分析。这部分对原始数据进行必要的处理(列表、画图),可利用一些具有统计功能的软件(如 Origin、Excel 等)计算误差,说明误差来源,论证测试结果的正确性,通过测试结果分析、总结系统的优缺点和存在的问题并提出改进意见。

(8) 总结。

(9) 参考文献。

第2章 硬件开发平台介绍

目前的电子产品以智能化、小型化居多,以微控制器为核心的单片机应用系统在电子系统设计中较为常见。本实验的系统设计主要以 51 系列单片机为核心,因此我们首先从认识系统开发的硬件平台入手,跟随实验教程一步一步学习,最终搭建出一个完整的电子系统。

2.1 学习机适用对象和特色

为配合实验,我们特研制了“多功能电子学习机”。本学习机作为一个电子产品的开发平台,以 51 系列单片机开发系统为核心,提供众多模块,包括 8 个逻辑指示器、8 个逻辑开关、7 段数码管、液晶显示器、A/D 转换器、D/A 转换器、IC 卡、温度传感器、时钟日历、数码管专用芯片等。此外,还有 +5V、+12V、-12V 直流电源和 1800 孔的面包板。学习机自成体系,可方便地与微机连接(可使用 KEIL51 进行软件仿真和硬件仿真),具有 RAM 掉电保护功能,可手动(键盘监控)操作。

该学习机的设计尽可能地满足电类专业学生或科研人员的需要,同时完全兼顾电大、函大及电子技术业余爱好者的需要。由于有单片机开发系统作为该设备的核心,并配以常用器件、简易方波信号源、逻辑开关、逻辑指示器、可灵活使用的面包板,因此使用范围很宽,适用于在校本科生、研究生、教师、科研人员、电子业余爱好者及各种电子培训。

2.2 系统结构

多功能电子学习机由 30 个模块构成,系统结构如图 2-1 所示。图中,1 和 2 为单片机最小系统,3 为 KEIL51 通信模块,4 为键盘显示模块,5 为面包板,6 为逻辑指示灯,7 为逻辑开关,8 为用户直流源,9 为公共地,10 为用户按键,11 为用户数码管,12 为模/数转换器,13 为数/模转换器,14 为 IC 卡模块,15 为日历电路模块,16 为字符液晶显示模块,17 为点阵液晶显示模块,18 和 21 为可编程逻辑器件及其下载线接口电路,19 为有源晶振,20 为 555 电路,22 为蜂鸣器,23 和 24 分别为 74LS245 和 74LS573,25 为专用 LED 显示器电路,26 提供了地址低 8 位的引出插孔,27 为预留 I/O 端口地址译码电路,28 为系统电源接入口,29 为单总线温度传感器,30 为系统复位按键。

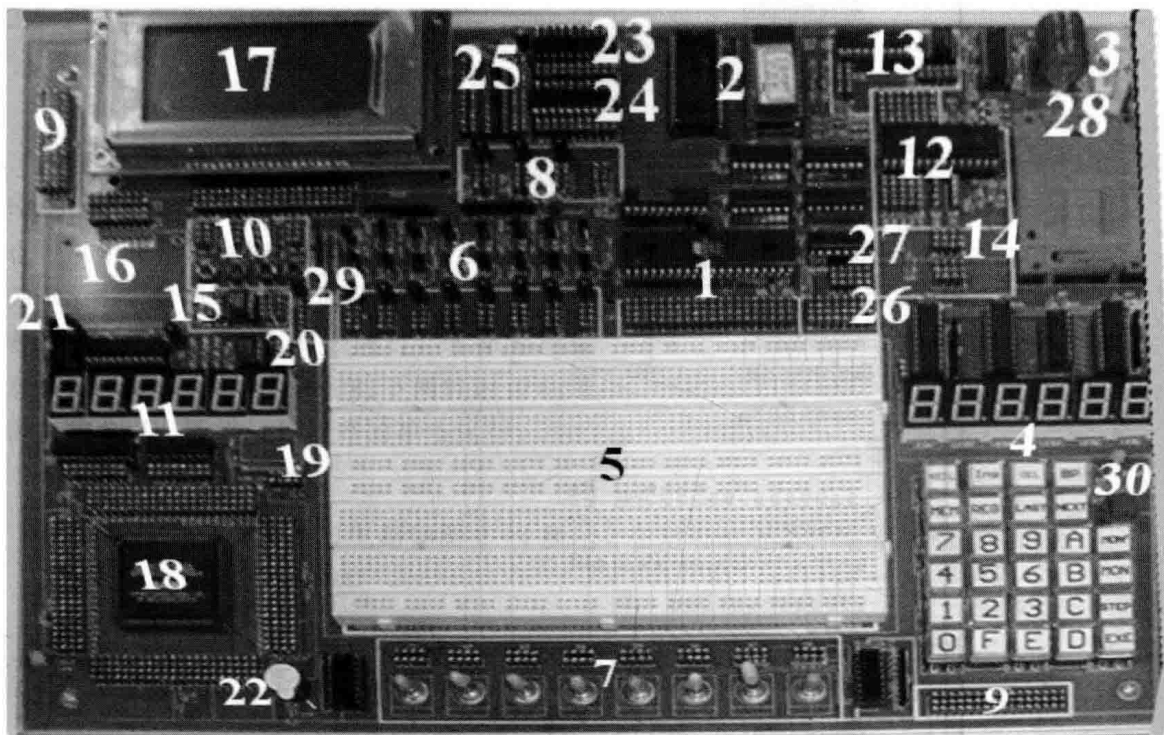


图 2-1 多功能电子学习机的系统结构

2.2.1 核心单片机最小系统

多功能电子学习机的核心电路如图 2-2 所示，电路中使用 AT89C52 单片机作为系统核心。该系列单片机具有 32 个 I/O 口、8 KB 内部程序存储器、3 个定时/计数器、8 个中断源，片内 RAM 为 256 B。单片机附近是其 40 个引脚的引出插孔，供用户使用。SW1 是单片机选择开关，短接左两针选用 AT89C52 单片机的内部程序存储器，短接右两针选用外部程序存储器（此种情况下，必须使用外部程序存储器，该学习机将 JXMON51 监控固化在 27C128 EPROM 中，占用程序存储器空间为 0000H~3FFFH）。单片机下方是其对应于单片机的引出线，共有 4 行，其中下边两行自左至右分别与单片机的 1~20 对应，上边两行自右至左分别与单片机的 21~40 对应。学习机具有两种使用方式：一种方式是以 Windows 环境下的 KEIL51 作为编译器、调试器，KEIL51 支持 C 语言和汇编语言编程，用户可以用串行线将学习机与 PC 连接起来，使用方法如同常用的开发器；另一种方式是脱离 PC，直接用系统上的键盘操作，这种方式只支持汇编语言编程。无论在何种方式下，RAM62256 都作为用户程序或数据存储区，其地址空间为 8000H~FFFFH（注意：该地址空间为外部程序存储器和外部数据存储器所公用，换句话说，用户可以将该地址空间作为外部程序存储器地址或外部数据存储器地址，但不能互相重叠）。