



普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 电子系统设计

马建国 等编著

高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 电子系统设计

马建国 等编著



高等教育出版社

## 内 容 提 要

本书是作者在多年教学实践与科研设计的基础上编写的。内容包括电子系统设计基础、电子电路的加工与调试基础、模拟系统与数字电子电路设计、现代数字系统设计以及系统混合设计等章节,并配有常用电子元器件、典型电路、常用传感器、常用驱动器件与典型电路等丰富的设计参考资料。本书在编写风格上尽量考虑到学生易学、教师易教等特点,设计举例尽量典型性与丰富多彩相结合,设计练习也尽量考虑到不同专业对教学要求的特点,由基本设计方法介绍、典型设计实例和设计练习题目组成。

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,可用作信息类专业的课程设计、综合设计、电子系统设计概论等课程的教学参考书,部分内容可作为毕业设计的设计选题,也可以作为电子工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计 / 马建国等编著. — 北京:高等教育出版社,2004.1

ISBN 7-04-013028-9

I. 电... II. 马... III. 电子系统—系统设计—高等学校—教材 IV. TN02

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第091952号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-82028899		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京民族印刷厂

---

开 本	787×960 1/16	版 次	2004年1月第1版
印 张	25.75	印 次	2004年1月第1次印刷
字 数	480 000	定 价	31.60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**

# 前 言

微电子技术、计算机技术的飞速发展不但使电子产品的小型化、微型化进程加快,而且给电子产品的设计也带来了前所未有的变革。对于电子技术的学习,不能只停留在理论学习层面,还需要对电子系统的设计方法、实验技术、仿真技术、制作与加工技术、测试与调试技术进行全面的学习,更重要的是要将上述内容应用到电子系统的设计中来。正是:“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。”

编写本书我们有如下几个方面的考虑:

1. 尽量让学生通过本课程的学习,对电子产品的设计、制作、加工和调试有一个系统的、完整的概念。

2. 在理解与掌握电子系统设计的基本方法基础上,尽量让学生对现代电子系统的设计方法有一定程度的训练。

3. 考虑到不同专业的需要,在选题上尽量丰富、广泛。而且鼓励同一设计题目使用不同的设计方案完成,并进行方案比较。

4. 设计练习由浅入深,可供不同层次、不同专业、不同阶段的设计选用。

5. 为了方便学生查找元器件等有关资料,附录中给出了常用电子元器件、典型电路、常用传感器、常用驱动器件与典型电路等设计参考资料。

6. 本课程由理论教学和设计练习构成,建议安排四个星期的专门时间(或者两次两个星期的时间),也可以安排64学时的教学。在学习完电子技术(模拟和数字)并初步掌握了电路设计软件之后开设本课程,理论教学与设计训练的时间建议为1:4。

本书由马建国主编。参加编写的有王焄(第1章)、张华(第2章)、张江梅(第3章)、胡莉(第4章)、刘桂华(第5章)、马上(第6章)、附录(李家会),由马建国统稿。

本书由清华大学董在望教授主审,参加审稿工作的有邹新杰、习重华。一些研究生与本科生参加了本书的作图与设计验证工作,在此表示感谢。

编者  
2003年5月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

策划编辑	韩 颖
责任编辑	李 刚
封面设计	李卫青
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚
责任校对	杨雪莲
责任印制	陈伟光



# 目 录

<b>第 1 章 电子系统设计基础</b> .....	1
1.1 导言 .....	1
1.1.1 电子设计概述 .....	1
1.1.2 现代电子设计的特点 .....	3
1.2 电子系统设计概述 .....	5
1.2.1 电子系统的设计步骤 .....	5
1.2.2 电子系统设计方法 .....	10
1.3 系统设计与系统仿真技术 .....	12
1.4 板卡设计与板卡仿真技术 .....	14
1.4.1 印制电路板设计的基本过程 .....	15
1.4.2 电路板设计基本概念 .....	17
1.5 芯片设计与仿真技术 .....	20
1.5.1 芯片设计概述 .....	20
1.5.2 可编程器件设计步骤 .....	21
1.6 系统综合设计基础 .....	23
1.6.1 电子系统综合设计概述 .....	23
1.6.2 专用数字集成电路综合设计概述 .....	25
参考文献 .....	26
<hr/>	
<b>第 2 章 电子电路的加工及调试基础</b> .....	28
2.1 电路板的设计与制作 .....	28
2.1.1 印制电路板简介 .....	28
2.1.2 印制电路板 .....	29
2.1.3 印制电路板设计基础 .....	31
2.1.4 印制电路板的加工 .....	36
2.2 元器件的焊接 .....	40
2.2.1 焊接技术与锡焊 .....	40
2.2.2 焊接机理 .....	40
2.2.3 电烙铁的分类结构与选用 .....	42
2.2.4 焊接材料 .....	45
2.2.5 手工锡焊基本操作 .....	50
2.2.6 工业生产锡焊技术 .....	53

2.2.7 电子焊接技术的发展 .....	55
2.3 表面安装与微组装技术 .....	56
2.3.1 安装技术与表面安装 .....	56
2.3.2 微组装技术简介 .....	60
2.4 元器件的选择及资料获取 .....	60
2.4.1 几类常用元器件 .....	60
2.4.2 元器件资料的获取 .....	72
2.5 接地技术 .....	72
2.5.1 接地电阻 .....	72
2.5.2 关于一点接地 .....	73
2.6 电磁干扰及抑制 .....	75
2.6.1 电磁干扰的产生 .....	75
2.6.2 电磁干扰的抑制 .....	76
2.7 调试与检测技术 .....	79
2.7.1 调试与检测技术基础 .....	79
2.7.2 调试与检测安全 .....	81
2.7.3 调试技术 .....	84
2.8 故障诊断技术 .....	87
2.8.1 观察法 .....	87
2.8.2 测量法 .....	88
2.8.3 跟踪法 .....	91
2.8.4 替换法 .....	91
2.8.5 比较法 .....	92
参考文献 .....	93
<b>第3章 模拟系统设计 .....</b>	<b>95</b>
3.1 概述 .....	95
3.1.1 模拟系统的组成 .....	95
3.1.2 模拟电路设计的主要任务和基本方法 .....	95
3.2 电源设计电路 .....	96
3.2.1 引起稳定电源输出不稳定的主要原因 .....	96
3.2.2 稳压电源技术指标 .....	96
3.2.3 稳压电源的分类 .....	98
3.2.4 串联反馈调整型稳压电源 .....	99
3.2.5 集成稳压电源 .....	100
3.2.6 开关直流稳压电源 .....	102
3.2.7 保护电路部分 .....	107
3.3 基本放大电路及信号处理电路设计 .....	108

3.3.1	功率放大器的设计	108
3.3.2	信号处理典型电路	112
3.4	信号发生及输出电路设计	115
3.4.1	信号发生典型电路	115
3.4.2	输出电路	118
3.5	模拟电子电路设计举例	121
3.5.1	串联反馈调整型稳压电源设计	121
3.5.2	低频功率放大器的设计	125
3.5.3	臭氧发生器电路设计	128
3.5.4	电子系统的数控直流稳压电源的设计	134
3.6	模拟电子电路设计典型题目及要求	140
3.6.1	直流稳压电源	140
3.6.2	脉冲调宽型伺服放大器	143
3.6.3	电压/频率变换器	145
3.6.4	多路防盗报警器	146
3.6.5	音乐彩灯控制器	148
3.6.6	电子配料秤	149
3.6.7	温度测量与控制器	151
<hr/>		
<b>第4章</b>	<b>数字电子电路设计</b>	<b>154</b>
4.1	组合逻辑电路设计	154
4.1.1	用SSI器件设计组合逻辑电路	154
4.1.2	用MSI器件设计组合逻辑电路	154
4.2	时序逻辑电路设计	155
4.2.1	用SSI器件设计时序逻辑电路	155
4.2.2	用MSI中规模时序逻辑器件构成时序逻辑电路	156
4.3	存储器技术	156
4.3.1	半导体存储器的种类	156
4.3.2	半导体存储器的应用	157
4.4	数字电路设计举例	178
4.4.1	数字电路系统设计方法	178
4.4.2	综合的数字电路设计举例	182
4.5	数字电路设计题目	213
4.5.1	集成数字式闹钟	213
4.5.2	800 m 赛跑第一名计时电路	214
4.5.3	灌药颗粒计数控制系统	214
4.5.4	数字显示电阻测量仪	215
4.5.5	简易数字相位计	215



4.5.6	逻辑电路控制的公共汽车语音报站器	215
4.5.7	逐音彩灯控制器	216
4.5.8	家用风扇控制器	216
4.5.9	数字式波形发生器	217
4.5.10	简易程序控制器	217
4.5.11	可编程时间顺序控制器	218
4.5.12	简易电子琴	218
4.5.13	脉冲按键电话按键显示器	218
4.5.14	心率数字计	219
4.5.15	视频信号切换器	219
4.5.16	音响数字控制器	219
4.5.17	电子活动靶红外线光电打靶游戏器	220
4.5.18	电子调光控制器	220
4.5.19	中文字符显示器	220
4.5.20	数字式秒表	221
4.5.21	数字存储示波器	221
4.5.22	16路数显报警器	221
4.5.23	数字钟的设计	222
4.5.24	音乐教室控制台的设计	222
4.5.25	数显脉搏测试电路的设计	223
4.5.26	双向流动彩灯控制器的设计	223
4.5.27	智力竞赛抢答计时器的设计	223
4.5.28	数字式函数发生器	224
4.5.29	无线报警系统的设计	224
4.5.30	电子密码锁的设计	225
4.5.31	电子秤的设计	225
4.5.32	市内电话计费电路的设计	226
4.5.33	自动电梯控制系统的设计	226
4.5.34	电表 IC 卡管理装置的设计	226
	参考文献	227
<hr/>		
<b>第 5 章</b>	<b>现代数字系统设计</b>	<b>228</b>
5.1	现代数字系统设计概述	228
5.2	现代数字系统设计的方法	231
5.2.1	原理图设计	231
5.2.2	程序设计方法	231
5.2.3	状态机设计	233
5.2.4	波形输入法	234

---

5.2.5 功能模块输入法	234
5.2.6 IP 模块使用	235
5.2.7 基于平台的设计方法	235
5.3 现代数字系统设计的流程	236
5.3.1 设计准备	237
5.3.2 设计输入	237
5.3.3 设计处理	238
5.3.4 设计校验	238
5.3.5 器件编程	239
5.4 设计与仿真工具	239
5.4.1 设计与仿真软件选择	240
5.4.2 Foundation 软件简介	241
5.4.3 Foundation 软件使用	243
5.5 系统设计实例	270
5.5.1 功能要求	270
5.5.2 结构设想	271
5.5.3 设计输入	272
5.5.4 设计验证	281
5.6 数字电路和数字系统实验	283
5.6.1 计数器实验	283
5.6.2 交通灯控制器	284
5.6.3 扫描数码显示器	285
5.6.4 彩灯控制器	286
5.6.5 频率计	287
5.6.6 数字钟	289
5.6.7 定时闹钟	290
5.6.8 音乐门铃	291
5.6.9 乘法器设计	292
5.6.10 FIR 有限冲击响应滤波器	294
参考文献	295
<b>第 6 章 系统混合设计</b>	<b>297</b>
6.1 模拟/数字混合系统设计	297
6.1.1 模拟输入信道	298
6.1.2 数字输入信道	309
6.1.3 模拟输出信道	312
6.1.4 数字输出信道	320
6.2 系统抗干扰技术	321

6.2.1	光电耦合与隔离	321
6.2.2	变压器耦合隔离放大器	326
6.2.3	其他抗干扰措施	329
6.3	SOC 问题	333
6.3.1	SOC 的概念	333
6.3.2	SOC 的现状	334
6.3.3	SOC 的发展与未来	334
6.4	设计举例	336
6.4.1	自动往返小汽车	336
6.4.2	数字温度测量电路设计	340
6.5	设计题目选编	346
6.5.1	集成函数发生器和数字频率计	346
6.5.2	水位控制器	346
6.5.3	快门速度检测器	347
6.5.4	简易晶体管特性曲线测试仪	347
6.5.5	汽车里程油耗计算器	348
6.5.6	远程监测/控制器	348
6.5.7	出租车计价器的设计	349
6.5.8	音乐门铃的设计	350
6.5.9	音乐演奏器的设计	351
6.5.10	自行车里程表的设计	352
6.5.11	高层楼房物业管理系统的	352
6.5.12	单次波形数据采集与观测电路的硬件设计	353
6.5.13	公共场所安全报警系统的设计	353
6.5.14	会议大厅电器遥控系统的设计	354
6.5.15	公共汽车自动报站系统的设计	354
6.5.16	航海模型遥控电路的设计	355
6.5.17	用 V/F 与 F/V 变换器构成隔离放大器	355
<b>附录</b>		356
附录 1	阻容元件	356
附录 2	数字集成电路简介	359
附录 3	常用敏感元件	376
附录 4	国产半导体器件命名方法	384
附录 5	常用功率器件	385
附录 6	常用模拟电路	398

# 第 1 章 电子系统设计基础

## 1.1 导 言

### 1.1.1 电子设计概述

电子系统分为模拟型、数字型及两者兼而有之的混合型三种,无论哪一种电子系统,它们都是能够完成某种任务的电子设备。通常把规模较小、功能单一的电子系统称为单元电路,实际应用中的电子系统由若干单元电路构成。一般的电子系统由输入、输出、信息处理三大部分组成,用来实现对信息的采集处理、变换与传输功能。图 1.1.1 为电子系统基本组成方框图。

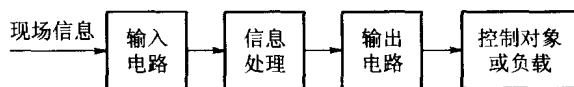


图 1.1.1 电子系统方框图

从系统的角度看,电子系统是能按特定的控制信号,执行所设想的功能,由一组元器件(通常是电子元器件)连成的一个整体。从单级放大器到最复杂的计算机等很多设备都可以称为一个电子系统。可以将很多元器件集成为一个功能单元,再用若干个功能单元去描述一个系统。在认识、理解与设计电子系统的过程中,这样的功能单元常常不用给出详细的内部结构,而只需从输入、输出特性去描述,这就需要用到黑箱辨识法。

黑箱辨识方法是系统科学中的主要方法之一。人们在从事科学研究时,常常会遇到一些需要认识或控制的系统(称为客体)。由于种种条件限制,这些客体的内部结构和机理尚不能或不便被直接观察到,好像一个不透明的密封箱子,将这种客体称为黑箱(Black Box)是极其形象的。所谓黑箱辨识方法,就是通过考察黑箱的输入、输出及其动态过程,而不是通过直接考察其内部结构,来定量地研究黑箱的功能特性、行为方式,从而探索其内部结构和机理。

### 1. 黑箱的确认

黑箱辨识方法包括三个基本步骤,即黑箱的确认、黑箱的考察和建立黑箱模型。

由于任何事物和过程都处于相互联系、相互作用之中,因此首先必须把作为黑箱的研究客体从环境中分离出来。这种分离采用相对孤立的原则,在分离时要判定它与环境之间的边界,同时要确定它与环境的通道以及通过通道传输的相互作用,并将研究客体所受到的环境影响作为通道的输入,而将研究客体对环境的影响作为通道的输出。这种用相对孤立原则确认黑箱的方法,可用图1.1.2描述,其中 $S$ 是研究客体, $E$ 是周围环境。当确定了边界和通道后,黑箱便可确认,其中 $X_i(t)$  ( $i=1,2,\dots,m$ )是一组输入, $Y_i(t)$  ( $i=1,2,\dots,n$ )是一组输出。

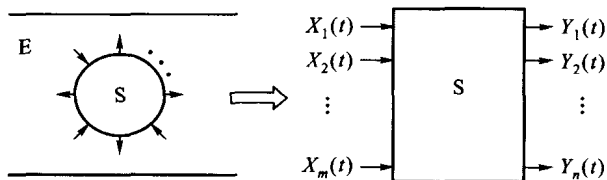


图 1.1.2 黑箱的确认

### 2. 黑箱的考察

黑箱的考察就是通过观测和实验来考察黑箱的输入、输出及其动态过程。观测法是在系统不加外界干预的情况下测量其输入和输出,取得输入和输出变化的数据。为了使系统的特性更明显地表现出来,往往采用实验法,即主动地去激励黑箱,有目的地在黑箱的通道输入端选加一些典型的激励信号。在弱电控制系统中,这些激励信号可以是一组单位阶跃信号、正弦波信号、脉冲或数字信号等。然后测量相应的输出响应,以便从中取得大量的可分析信息,作为认识黑箱的根据。在电子系统的设计中激励信号也常常是依据物理模型而构建的典型逻辑过程。

### 3. 建立黑箱模型

利用观测和实验所取得的系统输入、输出数据,建立黑箱模型,例如机理等效图模型、动态登记表和数学模型等。然后根据模型研究的结果,对黑箱的种种特性进行定量描述,并对黑箱的内部结构和机理做出判断,对系统的未来行为做

出预测。

完整的电子设计过程包括概念级、功能级和技术级设计以及针对多种设计在制造和使用阶段的反馈信息的再设计。一般而言,工程问题呈现病态性和多解性的特征,要处理好此类工程问题,设计人员应该具备处理病态问题的能力、应用某种设计策略的能力、运用发散式与并行式思维的能力以及使用文字和非文字手段表达技术思想的能力。

### 1.1.2 现代电子设计的特点

人类要改造自然就要进行设计。针对预定的目标经过一系列规划、分析和决策,产生相应的文字、数据、图形等信息,这就是设计。然后通过实践转化为某项工程或者通过制造成为产品。产品设计过程从本质上是一个创新过程,是将创新构思转化为有竞争力的产品的过程。从工程的角度来看,设计这个词有两种概念。广义的概念指的是发展过程的安排,包括发展的方向、程序、细节及达到的目标。狭义的概念指的是将客观需求转化为满足该需求的技术系统的活动,各种产品包括电子产品的设计即属此种概念。

20世纪60年代以来,人们由工程技术领域总结来的现代设计方法对电子设计工作起到了极大的推动作用。现代设计是过去长期的传统设计活动的延伸和发展,是随着设计实践经验的积累,由个别到一般、具体到抽象、感性到理性,逐步归纳、演绎、综合而发展起来的。由于科技进步的速度日益增快,特别是计算机的高速发展,人们在掌握事物的客观规律和人的思维规律的同时,运用相关的科学技术原理,进行过去长期以来难以想象的综合集成设计计算,使包括电子产品设计在内的设计工作产生了质的飞跃。

现代电子设计主要有下列特点:

#### 1. 系统性

现代设计方法是逻辑的系统的设计方法。目前有两种体系,一种是德国倡导的设计方法学,用从抽象到具体的发散的思维方法,以“功能—原理—结构”框架为模型的横向变异和纵向综合,用计算机构造多种方案,评价选出最优方案;一种是美国倡导的创造性设计学,在知识、手段和方法不充分的条件下,运用创造技法,充分发挥想象,进行辩证思维,形成新的构思和设计。

传统设计方法是经验、类比的设计方法。用收敛性的思维方法,过早地进入具体方案,功能原理分析既不充分又不系统,不强调创新,也很难得到最优方案。

#### 2. 社会性

现代电子设计开发新产品的整个过程,从产品的概念形成到报废处理的全

寿命周期中的所有问题,都要以面向社会、面向市场为指导思想全面考虑解决。设计过程中的功能分析、原理方案确定、结构方案确定、造型方案确定,都要随时按市场经济规律进行尽可能定量的市场分析、经济分析、价值分析,以并行工程方法指导企业生产管理体制的改革和新产品设计工作。

传统设计是由专业技术主管指导设计,设计过程中注意技术性,设计试制后进行经济分析、成本核算,很少考虑社会性问题。

### 3. 创造性

现代电子设计强调激励创造冲动,突出创新意识,力主抽象设计构思、扩展发散的设计思维、多种可行的创新方案、广泛深入的评价决策,集体运用创造技法,探索创新工艺试验,不断寻求最优方案。

传统设计一般是封闭收敛的设计思维,过早进入定型实体结构,强调经验类比,直接主观的决策。

### 4. 最优化

现代电子设计重视综合集成,在性能、技术、经济、制造工艺、使用环境等各种约束条件下,在广泛的学科领域之中,通过计算机以高效率综合集成最新科技成果,寻求最优方案和参数。

传统设计属于自然优化。在设计—评定—再设计……的循环中,凭借有限设计人员的知识、经验和判断力选取较好方案。由于人和效率的限制,传统方法难以对多变量系统在广泛的影响因素下进行定量优化。

### 5. 动态化

现代电子设计在静态分析的基础上,考虑使用环境中的随机变量,进行动态多变量最优化。根据概率论和统计学方法,针对离散性因素,用各种设计方法进行可靠性设计。

传统设计以静态分析和少变量为主,将应用环境因素作集中处理,由此考虑安全系数,与实际工况相差较远。

### 6. 人性化

现代电子设计强调产品内在的实用性、外观的美观性、艺术性、时尚性,在保证产品物质功能的前提下,要求对用户产生新颖舒畅等精神功能。从人的生理和心理特征出发,通过功能分析、界面安排和系统综合,考虑满足人一机—环境等之间的协调关系,发挥系统潜力,提高效率。

传统设计往往强调产品的物质功能,忽视或不能全面考虑精神功能。凭经



验或自发地考虑人一机—环境等之间的关系,强调训练用户来适应机器的要求。

## 7. 智能化

现代电子设计认为,人的智能在生物界最高,通过知识和信息的获取、推理和运用,能解决极复杂的问题。在已认识的人的思维规律基础上,以计算机为主模仿人的智能活动,能够设计出高度智能化的产品。

传统设计在局部上自发地运用了某些仿生规律,但这很难达到高度智能化的要求。

## 8. EDA 化

20 世纪 70 年代以来,随着计算机应用技术与集成电路(IC)制造工艺的发展,电子系统设计中的分析与综合工作可以更多地被计算机自动完成,这使得人们的创新思想在电子系统的开发中得到了更深更广的发挥。EDA 工具的使用也大大提高了设计的精度、稳定性和效率。设计成果的修改与交流极为方便。

传统设计是人工计算绘图,使用简单的工具,设计的精度、稳定性和效率都受限制。

# 1.2 电子系统设计概述

对于模拟电子系统,输入电路主要起到系统与信号源的阻抗匹配、信号的输入与输出连接方式的转换、信号的综合等作用,输出电路主要解决与负载或被控对象的匹配和输出足够大的功率去驱动负载的问题。而对于数字电子系统,输入与输出电路主要解决与现场信号和控制对象的接口问题,输入电路往往由 A/D 转换器组成,而输出电路则由 D/A 转换器加功率驱动器组成。

### 1.2.1 电子系统的设计步骤

电子系统的设计方法,没有一成不变的规定的步骤,它往往与设计者的经验、兴趣、爱好密切相关,为了便于理解,这里把总的设计过程归纳为以下 5 个技术环节,一般的设计流程如图 1.2.1 所示。

#### 1. 课题分析

依据设计任务的物理意义,从全局思考,做好

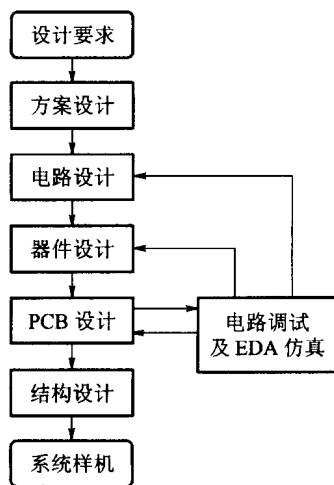


图 1.2.1 电子系统设计流程

充分地调查研究,弄清系统所要求的功能、性能指标以及目前该领域中类似系统所达到的水平,有没有能完成技术指标所要求功能的类似电路可供借鉴。如果有这样的电路,则要考虑需经何种改动或电路参数需要哪些设计计算,电路性能即可达到指标要求,从而对课题的可行性做出判断。

## 2. 方案论证

按照系统总的要求,把电路划分成若干个功能块,从而得到系统方框图。每个方框即是一个单元电路,按照系统性能指标要求,规划出各单元电路所要完成的任务,确定输出与输入的关系,决定单元电路的结构。为完成总的任务由系统方框图到单元电路的具体结构应是多解的,在这个过程中要敢于探索、勇于创新,争取方案设计合理、可靠、经济、功能齐全、技术先进。并且对方案要不断进行可行性和优缺点的分析,最后设计出一个完整框图。

## 3. 单元电路的设计、参数计算和元器件选择

根据系统指标和功能框图,明确任务,进行各单元电路的设计、参数计算和元器件选择。

### (1) 单元电路设计

单元电路是整机的一部分,只有把各单元电路设计好才能提高整体设计水平。

每个单元电路设计前都应明确本单元电路的任务,详细拟定出单元电路的性能指标、与前后级之间的关系。分析电路的组成形式。具体设计时,可以模仿成熟的先进的电路,也可以结合部分单元的电路实验、计算机仿真实验或进行创新或改进,但都必须保证性能要求。而且不仅单元电路本身要设计合理,各单元电路之间也要相互配合,注意各部分的输入信号、输出信号和控制信号的关系。

### (2) 参数计算

为保证单元电路达到功能指标要求,需要用电子技术知识对参数进行计算,例如放大电路中各电阻值、放大倍数,振荡器中各电阻、电容、振荡频率等参数。只有很好地理解电路的工作原理,正确运用计算公式,计算的参数才能满足设计要求。

参数计算时,同一个电路可能有几组可选的数据,注意选择一组既能完成电路设计功能又能实现性能最优的参数。

计算电路参数时要注意下列问题:

- 元器件的工作电流、电压、频率和功耗等参数要能满足电路指标的要求。
- 元器件的极限参数必须留有足够裕量,一般应大于额定值的1.5倍。
- 普通电阻器和普通电容器的参数应选择计算值附近的标称值。