

高平 主编
傅海军 副主编

DIANZI SHEJI ZHIZUO
WANQUAN ZHIDAO

电子设计制作

完全指导



化学工业出版社

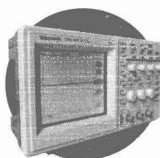
高平 主编
傅海军 副主编

DIANZI SHEJI ZHIZUO
WANQUAN ZHIDAO



电子设计制作

完全指导



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

电子设计制作完全指导 / 高平主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.3

ISBN 978-7-122-04518-8

I. 电… II. 高… III. 电子电路-电路设计-自学参考资料 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 002473 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 顾淑云

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 刷: 北京彩桥印刷有限责任公司

装 订: 北京市顺板装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 18½ 字数 382 千字 2009 年 4 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

电子设计技术在各个领域的应用越来越广泛,地位越来越重要,为各个领域的进步和发展提供了保障。一个完整的设计,不仅要有设计完善的电路原理图,还要有制作各个环节的有效性作为保障。印制电路板中元器件的布局和布线,元器件的可靠性、焊接的可靠性、整机安装的合理性、调试的严密性、各环节的检验质量都将直接影响电子设计的制作质量。在电子产品设计研制成功后,系统还需进行一系列的例行试验,还需建立一整套的安装、焊接、调试文件,这些文件的完善和合理化,将决定生产过程的质量,进而决定产品质量。

本书按照电子线路设计方法、典型仪器的使用技巧、元器件的选用和检测技巧、电子线路仿真设计技术、印制电路板设计制作、焊接技术与技巧、组装技术与技巧、整机安装与调试等内容展开论述,反映了电子系统设计的全过程。力图给工程设计人员一个清晰明了的设计脉络,掌握从电路设计、印制板设计制作、元器件选购、安装、焊接、调试等全过程的技术。

本书力求内容充实,注重实践,通俗易懂,具有系统性、实用性、新颖性、先进性等特点。系统性主要表现在全书系统详尽地介绍了电子设计制作的全过程,每一设计环节的内容都很全面;实用性主要表现在 EWB 仿真方法的运用和典型仪器设备的使用,通过仿真完善电路设计,避免器件的损坏和设计成本的提高,掌握了典型仪器的使用,工程技术人员就可以得心应手地进行测试;新颖性主要表现在运用了现代设计方法,介绍了新型仪器和设备的使用;先进性主要表现在设计方法和设计理念,以及先进的器件和设备应用等方面。

全书编写过程中融入了编者从事工程设计的实践经验,对电子设计制作过程中容易出现问题的部分做了详尽说明和提示,力图使设计人员在设计过程中少走弯路。

本书由江苏大学电气信息工程学院高平主编,傅海军副主编,秦云、李长杰、殷春芳、许波参加编写,由江苏大学李金伴教授主审。

鉴于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

第1章 电子线路设计方法

1.1 电子系统设计基础	1	1.3.1 数字系统的组成	11
1.1.1 电子系统的研发过程	1	1.3.2 数字系统设计步骤	12
1.1.2 电子系统设计的基本原则	2	1.3.3 数字系统的设计方法	15
1.1.3 电子系统设计的要求和流程	3	1.3.4 系统设计与仿真技术	16
1.1.4 电子系统设计方案的选择	4	1.4 现代电子设计方法	17
1.1.5 电子系统设计报告的撰写	5	1.5 常用测量及分析方法	18
1.2 模拟系统设计方法	6	1.5.1 电子测量的内容与特点	18
1.2.1 模拟系统设计步骤	6	1.5.2 电子测量的常用方法	19
1.2.2 模拟系统设计方法	6	1.5.3 电子电路基本参数的测试方法	20
1.2.3 模拟电路的布局与布线技术	9		
1.3 数字系统设计方法	11		

第2章 典型仪器使用

2.1 万用表的使用	26	2.3.2 面板功能说明	45
2.1.1 指针式万用表的测量原理	27	2.3.3 信号发生器工作原理	46
2.1.2 指针式万用表的使用技巧	28	2.3.4 信号发生器使用说明	46
2.1.3 数字万用表的使用方法	29	2.4 多用表	47
2.2 示波器的使用	31	2.4.1 仪器说明	47
2.2.1 模拟双踪示波器工作原理	31	2.4.2 多用表的基本测量	54
2.2.2 模拟双踪示波器的使用	33	2.5 LRC 电桥的使用	60
2.2.3 数字存储示波器的使用	36	2.5.1 仪器说明	61
2.2.4 数字存储示波器的应用实例	41	2.5.2 操作说明	62
2.3 信号发生器	44	2.5.3 使用技巧	64
2.3.1 主要技术指标	44		

第3章 元器件选用和检测

3.1 电子元器件的检测和选用	69	3.1.2 电子元器件的检测和筛选	72
3.1.1 电子元器件的选用	69	3.2 电阻器的使用	75

3.2.1 电阻器的型号命名	75	3.4.4 电感器的检测与选用	97
3.2.2 电阻器的标志方法	76	3.5 半导体分立器件	97
3.2.3 电阻器的优先数系	78	3.5.1 半导体器件的型号命名	98
3.2.4 电阻器的主要技术指标	79	3.5.2 二极管的检测和选用	101
3.2.5 常用电阻器的特点和应用	81	3.5.3 稳压二极管的检测与选用	102
3.2.6 电阻器的判别与选用	83	3.5.4 晶体三极管的检测与选用	102
3.2.7 电位器的型号命名	84	3.5.5 场效应管的检测与选用	103
3.2.8 电位器的主要技术指标	85	3.5.6 单结晶体管的检测与选用	104
3.2.9 常用电位器的结构、特点 和应用	85	3.5.7 晶闸管的检测与选用	104
3.2.10 电位器的判别与选用	86	3.5.8 光电器件的检测与选用	105
3.3 电容器的使用	87	3.6 半导体集成电路	107
3.3.1 电容器的型号命名	87	3.6.1 集成电路的分类	108
3.3.2 电容器的标志方法	88	3.6.2 集成电路的型号命名	109
3.3.3 电容器的主要技术指标	89	3.6.3 集成电路的引脚识别	110
3.3.4 常用电容器的特点及应用	91	3.6.4 集成电路的封装特点 及应用	111
3.3.5 电容器的判别与选用	93	3.6.5 集成电路使用注意事项	111
3.4 电感器	94	3.7 表面安装元器件的使用	112
3.4.1 电感器的标志方法	94	3.7.1 表面安装元器件的分类	112
3.4.2 电感器的主要技术指标	95	3.7.2 表面安装元件	113
3.4.3 常用电感器的特点及应用	96	3.7.3 表面安装器件	117

第4章 电子线路设计仿真

4.1 电路仿真软件的使用	119	4.2.1 Protel 99 SE 的结构体系	133
4.1.1 EWB 的组成和特点	119	4.2.2 Protel 99 SE 的基本操作	135
4.1.2 EWB 的菜单	121	4.2.3 原理图设计	138
4.1.3 元器件和仪器的调用	124	4.2.4 印制电路板设计	144
4.2 印制电路板设计软件的使用	133		

第5章 印制电路板设计制作

5.1 面包板和通用板	149	5.2.4 孔和焊盘的设计	159
5.1.1 面包板和通用板的结构	149	5.2.5 印制电路导线宽度及 间距设计	160
5.1.2 面包板和通用板的使用	151	5.2.6 印制电路板版面设计	164
5.2 印制电路板的设计	152	5.2.7 印制电路板的互连	165
5.2.1 印制电路板设计要求	152	5.2.8 印制电路板地线设计	166
5.2.2 印制电路板的选用	154	5.3 印制电路板的制作	167
5.2.3 印制电路板设计	156		

5.3.1 印制板图纸绘制	167	5.4.1 印制板快速制作系统	175
5.3.2 印制电路板的制作	170	5.4.2 快速转印机的使用	176
5.3.3 印制电路板的加工	173	5.4.3 快速腐蚀箱的使用	178
5.3.4 印制电路板的检验	174	5.4.4 视频高速钻机的使用	179
5.4 印制板制作设备的使用	175	5.4.5 印制板制作操作规程	180

第6章 焊接及其他连接技术

6.1 电路板焊接技术	183	6.5.2 浸焊操作过程	210
6.1.1 焊接前的准备	184	6.6 波峰焊接技术	211
6.1.2 焊接机理和焊接过程	188	6.6.1 波峰焊的优越性	211
6.1.3 焊接质量检验	189	6.6.2 波峰焊接设计要点	212
6.2 焊料与焊剂的使用	190	6.6.3 波峰焊接工艺流程	214
6.2.1 焊料的使用	190	6.6.4 保证焊接质量的关键因素	216
6.2.2 焊剂的使用	193	6.6.5 波峰焊接注意事项	216
6.2.3 阻焊剂的使用	197	6.7 表面焊接技术	217
6.3 焊接质量与缺陷控制	198	6.7.1 表面安装技术的性能特点	217
6.3.1 电路装联质量标准	198	6.7.2 表面安装技术的优越性	218
6.3.2 焊接基本要求	198	6.7.3 表面安装技术的关键因素	219
6.3.3 焊点形成的必要条件	199	6.7.4 表面安装印制板设计和 制造要点	220
6.3.4 合格焊点标准	199	6.7.5 表面安装工艺流程	221
6.3.5 不合格焊点	200	6.8 其他连接技术	223
6.4 手工焊接技术和技巧	201	6.8.1 压接技术	224
6.4.1 焊接工具	201	6.8.2 绕接技术	225
6.4.2 手工焊接技术	203	6.8.3 粘接技术	229
6.4.3 手工焊接要点	206	6.8.4 铆接技术	231
6.5 浸焊技术	209		
6.5.1 浸焊设计要点	209		

第7章 组装技术与技巧

7.1 元器件布局技巧	233	7.3 布线和连线技术	241
7.1.1 元器件的布局原则	233	7.3.1 导线的选用	241
7.1.2 布局方法和要求	234	7.3.2 布线应考虑的问题	242
7.2 典型电路单元的组装与布局	235	7.3.3 导线的布线原则	243
7.2.1 稳压电源的组装与布局	236	7.4 导线的处理技术	245
7.2.2 放大器的组装与布局	237	7.4.1 导线的加工技术	245
7.2.3 振荡回路的组装与布局	238	7.4.2 导线和元器件浸锡	246
7.2.4 高频系统的组装与布局	239	7.4.3 元器件引线的成型	247

7.4.4 线缆的扎制及加工	247	7.5.2 组装单元的划分	251
7.5 电子设备的布局与组装	251	7.5.3 整机布局原则	252
7.5.1 电子设备的组装结构	251	7.5.4 整机组装工艺	253

第8章 整机安装与调试

8.1 整机的安装与调试	255	8.2.6 产品调试	270
8.1.1 整机的安装	255	8.2.7 故障检测方法	271
8.1.2 调试与检测	256	8.3 电子设备的检验	277
8.2 整机调试与检测技术	257	8.3.1 检验基本方法	278
8.2.1 调试与检测仪器的使用	258	8.3.2 验收检验	278
8.2.2 调试工艺	261	8.4 电子产品设计文件	280
8.2.3 调试与检测安全	265	8.4.1 设计文件的编制	280
8.2.4 调试技术	266	8.4.2 电子工程图纸	282
8.2.5 样机调试	267		

参考文献	285
------------	-----

第1章 电子线路设计方法

1.1 电子系统设计基础

系统是由两个以上互相联系、互相制约且各不相同的元件、部件或子系统等单元组成的,是在给定环境下能够完成特定功能的综合实体。系统在功能与结构上具有综合性、层次性和复杂性等基本特征,由此决定了系统特定的设计与分析方法。

电子系统是由电子元器件或部件组成的、能够产生、传输或处理电信号及信息的电路实体,这些系统在功能与结构上具有高度的综合性、层次性和复杂性。

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。典型的电子系统包括通信系统、雷达系统、计算机系统、电子测量系统、自动控制系统等。

电子系统能按特定的控制信号执行所设想的功能,复杂的电子系统可以分成若干个子系统,子系统的每个部件又可分解为由许多元件组成的电路。一个系统可以是另一个系统的子系统。如微型计算机系统就是由微处理器、存储器、键盘及显示器等部件组成的。

1.1.1 电子系统的研发过程

电子系统的研制开发过程包括选题、确定性能指标要求、预设计、实验和修改完善、工艺设计、样机制作、试生产、鉴定或定型以及正式批量生产等各主要环节。

(1) 选题

选题是产品研制的关键步骤。在产品没有正式选型前,选题直接关系到研制工作的难易和产品的经济效益,应特别注意其技术含量和市场前景。

(2) 确定性能指标要求

确定产品的性能指标必须符合标准的要求。没有明确的标准时,可参考相近产品的标准或借鉴行业的通识要求。通常提出一套完整、合理的性能指标并不容易,

其中存在的问题可能要到预设计阶段,甚至试生产或使用后才能发现。产品的性能指标通常要在研制过程中反复修改才能确定。

(3) 预设计

预设计包括制订总体方案、落实各环节的具体电路的电路图、计算相应的参数值、绘制总电路图和软件设计流程框图等。

(4) 实验、修改和完善

将预设计中得到的电路和设计的软件进行实验,确定可行部分,查找存在问题,进行分析、修改,完善硬件和软件设计。

(5) 工艺设计

工艺设计包括设计电路板的布线、编写插件板、面板等各部件之间的接线表及绘制各插头、插座的接线图和机箱加工图等。

(6) 试生产

样机制作完成后,可根据具体情况试生产若干台,并交使用单位试用。若发现问题,应及时改进。

(7) 产品鉴定或定型

及时修改设计方案,解决试生产和产品试用中存在的问题,设计、生产出合格的定型产品,再进行鉴定。

(8) 批量生产

在确信有令人满意的经济效益的前提下,才能将设计合理、功能完善、指标合格、质量可靠的电子产品投入批量生产。

1.1.2 电子系统设计的基本原则

电子系统设计时应遵循以下几个原则。

(1) 满足系统的功能和性能指标要求

设计必须完全满足系统的功能特性和技术指标要求,这是电子系统设计必须满足的基本条件。

(2) 简化电路设计和提高经济性

在满足电子系统的功能和性能要求的情况下,简单的电路设计不仅可以提高系统的经济性,而且可以提高系统的可靠性,因此,电路设计应在满足性能要求的前提下尽量简化,采用系统集成技术是简化系统电路的最佳方法。

(3) 提高系统的集成度

最大限度地提高系统的集成度也是电子系统设计应当遵循的一个重要原则。高集成度的电子系统,必然具有抗干扰性好、可靠性高、制造工艺简单、质量容易控制以及性能价格比高等一系列优点。

(4) 调试应简单易行

电子系统设计者在设计电路时,必须考虑调试的问题,以降低调试工作强度,

节省调试成本, 保证系统的质量。

(5) 要求的生产工艺简单

生产工艺是电子系统设计者应当考虑的一个重要问题, 无论是批量生产的产品还是样品, 生产工艺对于电路的制作与调试都是相当重要的一个环节。

(6) 具有良好的抗干扰性能

良好的抗干扰性能是现代电子电路应具备的基本特性, 电子系统应具有良好的抗干扰能力, 确保系统正常工作。

(7) 提高系统的可靠性

电子系统的可靠性要求与系统的实际环境等因素有关, 是以概率统计为基础的, 是一种定性估计, 所得到的结果只能是统计意义的数值。电子系统可靠性的计算方法和计算结果与设计人员的实际经验有关, 设计人员积累的经验, 将直接影响设计可靠性水平的提高。

(8) 提高性能价格比

性能价格比是进行电子系统设计时必须考虑的一个问题, 较高的性价比不仅可以使产品的性能满足广大用户的需求, 而且可以降低成本, 提高效益。

(9) 操作应简便

操作简便是现代电子系统的重要特征, 操作简便的电子系统不仅可以让用户很快掌握使用技术, 而且可以节约培训费用, 这样的电子产品才能受到用户的青睐。

1.1.3 电子系统设计的要求和流程

电子系统设计是指在提出设计任务或题目后, 按照给定的技术指标和功能要求设计电子系统电路的过程。设计时应按照仔细审题, 分析技术指标, 规划总体框图, 分配技术指标, 确定模块, 设计单元电路, 进行计算机仿真、实验, 整机联调和测试技术指标, 排除故障, 完善电路设计等步骤进行, 如图 1.1 所示。

(1) 仔细审题, 分析技术指标

接到设计任务后, 应仔细审题, 研究设计要求和各项技术指标的含义, 理解用户的需求, 这是完成电子系统设计的前提, 有利于设计工作的进行, 使得设计时少走弯路。

(2) 规划总体框图, 进行功能分配

审题完成后, 便可进行方案设计、论证, 通过查阅参考文献和资料, 借鉴相关的经验, 规划、绘制设计总体框图, 将制定的方案按照功能划分为若干相互关联的模块, 确定各模块的功能和技术指标。

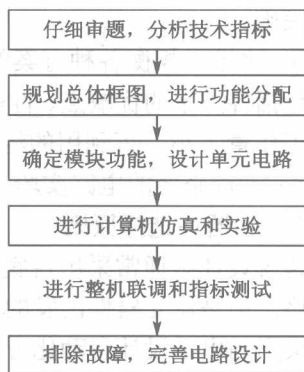


图 1.1 电子系统的设计要求和流程

(3) 确定模块功能, 设计单元电路

根据各模块的功能和技术指标要求, 确定模块中的单元电路设计, 可以参考典型电路, 选择合适的元器件。

(4) 进行计算机仿真和实验

单元电路设计完成后, 可用计算机进行单元电路的仿真, 修改电路参数, 测试电路的性能指标, 在此基础上进行电路的搭试和实验。

(5) 整机联调和指标测试

整机联调是电子线路设计的重要环节, 主要完成各级电路的连接和调试, 通常按照信号流向进行级联、调试和测试, 直至整机调试全部完成。

(6) 排除故障, 完善电路设计

在整机调试和测试过程中, 及时发现和排除电路故障, 完善电路和系统的设计, 修改和调整电路参数, 使整机满足功能和技术指标要求。

1.1.4 电子系统设计方案的选择

电子系统设计任务确定后, 可根据系统的功能要求、技术指标和用户需求, 规划多种设计方案, 并从中选择一种简单、合理的方案进行实施。方案选择十分重要, 只有采用了合理的设计方案才能得到品质优良的设计产品。

1.1.4.1 电子系统设计方案选择程序

在得到一个设计课题后, 通常需要经过以下几个工作程序。

- ① 认真分析设计要求, 确定所需设计的对象或系统的主要功能和技术指标, 确定系统实现的原理和方法。
- ② 收集、阅读相关的文献资料, 通过查阅各种教材的相关内容、期刊杂志上的相关文章、查询网上现存资料等方法 and 手段积累经验和资料。
- ③ 比较现有可以借鉴的资料或方案, 构思、规划适合设计任务要求的各种方案, 力图在实现原理、方法、电路、性能等方面在完成基本设计任务要求的基础上有所突破。
- ④ 比较、权衡各种方案的利弊, 选择最终的合理、可行的实现方案。考虑的因素包括各方案的优缺点、性能指标的可靠性、抗干扰能力、元器件的价格和性能、设计工作量大小、可利用的经验和资源等。
- ⑤ 进行必要的电路实验, 选定最终方案。

1.1.4.2 元器件选择原则

传统设计中通常采用自底向上的设计方法, 从单元电路到模块电路, 再到小系统电路, 都是从元器件出发的, 元器件的选择是电子系统设计的重要内容。现代设计所采用的电子设计自动化方法通常采用自顶向下的设计方法, 虽然首先考虑电路实现的原理方法, 不着眼于元件, 但电路的输入通道及其他部分还要选择其他辅助器件, 电路设计中同样面临元器件的选择。

电子元器件的种类繁多,新产品层出不穷。在具体选择元器件进行设计时,应充分了解和掌握元器件的品种、型号、功能、性能、价格等参数和资料,把握设计的主动权。选择元器件时应坚持以下原则。

① 根据电路的功能和原理选择器件品种,如实现信号取样选用 A/D 电路,实现数据记忆用存储电路,实现功率放大用功放电路。

② 根据电路性能指标选择器件的具体型号和参数。通过计算、分析或依据经验数据,所选器件应满足每一个单元电路对器件性能和指标的要求。

③ 根据电路的应用环境选择器件的体积、重量、大小等。

④ 根据设计对象的性能和成本要求选择器件的档次。

⑤ 尽量使用集成电路,少用分立元件。但在高频宽带放大、高压、大电流电路等场合,分立元件仍具有一定的优势。

⑥ 专用集成电路选择的针对性强,而通用集成电路选择的原则是根据电路的功能要求选择器件的功能,根据电路的性能指标选择器件的型号和规格。

⑦ 电阻的选择应根据应用电路的具体情况确定。电阻的参数主要包括阻值和额定功率,确定参数时应考虑环境温度变化和电压变化情况,按最不利情况确定参数,工作电压、电流、频率、功率应控制在允许范围内并留有适当的裕量。

⑧ 电容器的基本参数是耐压和标称容量,选择容量时按电路计算值选取并在实际使用中进行调整,耐压留有适当的裕量,并注意耐压值不应引起电容容量的大幅变化。

⑨ 各单元电路级联时,应注意电路的电气特性匹配、信号的耦合方式和时序匹配等方面的问题。

1.1.5 电子系统设计报告的撰写

在整个电子系统设计完成并在仿真、实验完成后,应整理出相关的设计文件,内容包括电子系统设计报告、完整的电路原理图、详细的元器件清单、详细的源程序清单、功能和技术性能测试结果、调试说明以及用户使用说明书等。

设计报告所要求的基本内容通常包括表 1.1 所示的几个方面。

表 1.1 电子系统设计报告撰写内容

章 节	名 称	包含的具体内容
第 1 章	课题任务与要求	设计题目 设计任务与要求
第 2 章	系统概述	针对设计任务和指标要求提出可能采用的几种方案 进行各种方案的比较,对确定的最终方案进行可行性论证 画出系统原理框图,说明设计思路和工作原理
第 3 章	单元电路设计与分析	说明各单元电路的选型、工作原理、指标分配 计算元器件的参数、提供元器件的型号

续表

章节	名称	包含的具体内容
第4章	进行仿真和实验	进行源程序的编写, 提供说明资料 进行电路仿真, 提供仿真波形
第5章	安装调试与测量数据分析	说明安装、调试中的技术问题, 记录调试中出现的现象、数据和波形 分析存在问题的原因、解决方法和效果 说明软件仿真调试中存在的问题、产生的现象、解决方法和效果 说明测量仪器的名称、型号、测量数据的图标和结果分析
第6章	结束语	总结、陈述设计制作的结论性意见, 总结收获体会, 提出进一步改进意见
附录		列出总原理图、元器件清单、参考文献

1.2 模拟系统设计方法

电子系统的种类较多, 总体上可分为模拟系统、数字系统和模数混合系统三大类。不同类型的电子系统设计时, 设计方法和设计步骤不尽相同, 应根据系统的要求具体问题具体分析, 规划设计方法。

1.2.1 模拟系统设计步骤

在进行模拟系统设计时, 通常可按下述步骤考虑。

- ① 根据设计要求进行任务分析和方案比较, 确定总体方案。
- ② 将系统划分为若干相对独立的功能模块, 画出系统的总体组成框图。
- ③ 以实现各功能块的集成电路为中心, 通过选择和计算完成各个功能单元外接电路与元件的配置。
- ④ 进行单元之间核算及电路的整体配合与调整, 以得到切合实际的系统整体电路原理图。
- ⑤ 根据上述两步的结果, 重新核算系统的主要指标, 检查是否满足要求且留有一定裕量。
- ⑥ 画出系统元器件布置图和印制电路板的布线图, 并考虑其测试方案, 设置相关的测试点。

1.2.2 模拟系统设计方法

(1) 总体方案确定

首先应全面分析电子系统设计任务书要求, 明确系统功能、技术指标, 根据已掌握的知识和资料, 将总体系统按功能合理地分解成若干个子系统或单元电路, 画

出由各个单元电路框图相互连接而形成的系统原理框图。

电子系统总体方案的选择将直接决定电子系统设计的质量。因此,在进行总体方案设计时,设计人员应勤思考、多分析,确定不同的实现方案,进行比较、筛选,按照性能稳定性、工作可靠性、电路结构、成本、功耗、调试维修等方面的优越性,选择最佳方案。

(2) 单元电路设计

在进行单元电路设计时,设计人员必须明确各个单元电路的具体要求,详细拟定和分配单元电路的性能指标,认真考虑各单元之间的相互连接,注意前后级单元之间信号的传递方式和匹配等问题,尽量少用或不用电平转换等接口电路,同时应使各单元电路的供电电源尽可能一致,以使整个电子系统简单可靠。

此外,设计应尽量选择现有的、成熟的电路来实现单元电路的功能。如果没有完全满足要求的现成电路可以参考,则可在现有的、与设计要求相近的电路适当修改或改进,否则只能自行设计。

考虑到电子系统微型化、小型化、高可靠性等发展趋势以及方便调试,单元电路应尽可能由集成电路组成。

(3) 参数设计

在进行电子电路设计时,设计人员应根据电路的性能指标要求决定电路中选用的元器件的参数。通常满足电路性能指标要求的元器件的理论参数值不是唯一的,设计时应根据元器件性能、价格、体积、通用性和货源等方面灵活选择。

计算电路参数时应注意:确定元器件工作电流、电压和功率等参数时,应从最不利的工作条件考虑,留有适当的余量;元器件的极限参数必须留有足够的余量,通常取额定值的1.5~2倍;确定电阻、电容参数的取值,应根据阻容器件的标称序列选取计算值附近的标称值,同时电阻的阻值和电容的容量选取应适当控制(如电阻的阻值通常控制在 $1\text{M}\Omega$ 以内;电解电容通常控制在 $1\sim 2000\mu\text{F}$ 之间;非电解电容通常控制在 $100\text{pF}\sim 0.47\text{F}$ 之间);在保证电路达到性能指标要求的前提下,应尽量减少元器件的品种、价格及体积等。

(4) 元器件的选择

在确定电子元器件时,应全面考虑电路处理信号的频率范围、环境温度、空间大小、成本高低等诸多因素。

优先选择集成电路。由于集成电路具有体积小、功能强的特点,选用集成电路可以增强电子电路可靠性,方便电子产品的安装调试,大大简化电子电路的设计。随着模拟集成技术的不断发展,适用于各种场合下的集成电路不断涌现,电子系统设计可通过集成电路外加极少量的元器件,方便地实现要求的功能。

例如,目前在放大器设计中,利用集成运算放大器可构成性能良好的放大器;在进行直流稳压电源设计时,可以采用性能更稳定、工作更可靠、成本更低廉的集成稳压器。

电阻器和电容器是两种最常见的元器件,它们种类繁多,性能迥异,应用的场

合也各不相同,设计时应正确选择。设计人员应熟悉各种电阻器和电容器的主要性能指标和特点,根据电路要求,正确、合理地选择阻容器件。

选择使用分立半导体元件时,首先应熟悉这些元件的性能,掌握它们的应用范围,然后根据电路的功能要求和元器件在电路中的工作条件(如通过的最大电流、最大反向工作电压、最高工作频率、最大消耗的功率等)确定元器件型号。

(5) 计算机模拟仿真

计算机技术的飞速发展使得电子系统的设计方法发生了很大变化,电子设计自动化技术(EDA)已成为现代电子系统设计的必要手段。在计算机上利用EDA软件,可对各种电子电路进行运行、调试、测量,进而进行修改,提高电子设计的效率,保证设计电路的正确性和设计参数的精确度,同时降低了调试成本,节约了设计费用。

(6) 实验

电子设计需要考虑的因素和问题很多,电路在计算机上进行仿真模拟时所选用的元器件参数与实际器件存在一定差别,因此经过计算机仿真的电路,还有必要进行实验,通过实验发现仿真中没有表露的问题,并采取措施加以解决。

若性能指标达不到要求,应深入分析问题所在,调整相关的单元电路,更换元器件或修改元件参数,或重新设计和选择,直到电路的功能和性能指标完全满足要求为止。

(7) 电路原理图绘制

电路原理图是在总框图、单元电路设计、参数计算和元器件选择的基础上绘制的,是组装、调试、印刷电路板设计和维修的依据。目前,绘制电路原理图通常利用电子线路设计软件完成,如Protel等,有利于电路调试和印制电路板的设计。原理图也可以通过绘图软件完成,如Visio等。

绘制电路图时要注意以下几个方面的内容。

① 为了便于读图,电路原理图应尽可能画在同一张图纸上,通常从输入端画起,从左往右或自上而下按信号的流向依次画出各单元电路,同时注意信号的流向。对于比较复杂的电路图,应将主电路图画在一张或数张图纸上,并在各图所有端口标注上标号或信号名,说明各图纸之间的连线关系,通常按照“同名相连”的原则进行标注。

② 电路原理图应紧凑和协调,要求布局合理、排列均匀。图中元器件的符号应标准化,元件符号旁边应有器件标号,同时标出型号和参数。集成电路通常用方框表示,在方框内标出它的型号,在方框的两侧标出每根连线的功能和引脚号。

③ 连线一般画成水平线或垂直线,并尽可能减少交叉和拐弯。对于相互交叉的线,若线与线相连,则应在交叉处用圆点标出;如果交叉线互不相连,则不应加标点。对于连接电源负极的连线,通常用接地符号表示;对于连接电源正极的连线,需标出电压值。

(8) 制作印制电路板

印制电路板是电子系统中的重要部件之一,由绝缘基板、导电铜箔构成的连接导线、焊盘、金属化孔、金属镀层、助焊剂和阻焊剂等组成,提供各种元器件固定、装配的机械支撑,实现各种元器件之间的布线和电气连接,为元器件的安装、检查、维修提供字符图,为自动焊接技术提供阻焊图。

在印制电路板设计前,必须掌握印制电路板各方面的知识,熟悉相关的技术标准,在元器件的布局和印制板的布线中考虑电磁兼容性,才能设计出高质量的印制电路板。

电路初设计或样机制作时,印制电路板可以自己制作,电路设计完善后,将用计算机设计制作的PCB图送印制电路板生产厂家加工印制电路板。

(9) 装配调试并编制相关文件

完成电路的装配、调试,在电子系统设计、仿真、调试完成后,为了满足车间的生产要求,方便技术工人或其他技术人员进行装配、焊接、调试、检验,必须编制成套的生产工艺文件。编制时必须严格按照标准要求进行,叙述应直接明了,言简意赅,不得出现错误信息和容易造成误解的内容。

1.2.3 模拟电路的布局与布线技术

印制电路板设计的质量对电子系统的稳定性和可靠性影响很大,在电子线路设计中,如果元器件的安装方式和布线不合理,可能对整个电路产生干扰,要使电子电路获得最佳性能,合理布线和正确安排元器件的布局十分重要。

(1) 电路系统布局

如何按设计原理图设计并组装印制电路板,是用一块电路板还是用多块电路板,各部分的放置位置的确定,电路板上电路元件如何布置等,都属于电路安装布局的问题。

电子系统的安装布局包括电子电路整体结构布局和电路板上元器件安装布局。

整体结构布局应从全局出发,决定电子系统各部分的空间位置。例如,电源变压器、电路板、执行机构、指示灯与显示部分、操作部分以及其他部分等,整体布局时应进行反复比较,确定最终布局方案。

(2) 印制电路板元器件的布局

在印制电路板上按电路图把元器件组装成电路,电路元器件焊接在印制板上,必须考虑元器件在电路板上的结构布局。布局的合理与否不仅影响电路板的外观、走线、调试和维修,也会影响电路板的电气性能。

(3) 模拟电路的布线技术

电子线路连线布置的原则是将电路的输入线与输出线、强信号线与弱信号线、高频电路与低频电路等分开走线,其间应保持足够大的距离,以避免相互干扰。布线时应设法减小电路中的分布电容、杂散电感。

模拟电路布线通常应作以下处理。