



应用型本科规划教材

DIANZI SHEJI
CHANGYONG MOKUAI YU SHILI

电子设计常用模块与实例

◆ 陈庭勋 楼然苗 胡佳文 编著

电子设计常用模块与实例

陈庭勋 楼然苗 胡佳文 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子设计常用模块与实例 / 陈庭勋等编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2013.9
ISBN 978-7-308-12225-2

I. ①电… II. ①陈… III. ①电子电路—电路设计
IV. ①TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第214043号

内容简介

本书针对电子综合设计的技术问题,除了简单介绍电子综合设计的一般方法、工具和装配工艺外,重点以模块构建形式入手,将电子综合设计中可能采用的硬件电路分作线性放大、电压比较、信号产生、信号处理、功率驱动、参数转换等六个类别25种使用方向逐一介绍,并通过实用性设计举例说明了模块构建法设计的规律和技术处理方法,反应了电子设计中软、硬件的配合模式。书中除了经典电子电路外,还有大量自行设计开发的实用电路,从简单到复杂,涉及面较广。

本书内容简化了理论性描述,偏重于硬件电路设计,突出实际应用,体现出较好的电子综合设计资料价值,可作为高校电类专业学生电子综合设计实践教材或电子设计竞赛的培训教材,也可作为电子技术人员设计参考用书。

电子设计常用模块与实例

陈庭勋 楼然苗 胡佳文 编著

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路148号 邮政编码310007)

(网址:<http://www.zjupress.com>)

排版 杭州好友排版工作室

印刷 富阳市育才印刷有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 15

字数 365千

版次 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

书号 ISBN 978-7-308-12225-2

定价 30.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式:(0571)88925591, <http://zjdxcbbs.tmall.com>

电子设计是建立在现代电子技术的基础上,特别是按照现有硬件条件来解决实际问题的一门技术学科。电子设计涉及的行业领域比较广泛,其相互之间有一定的内在联系。本书综合了长期以来在电子设计实践中的经验和电子设计教学中的经验,梳理出适合传授、交流的若干电子设计基本模块和一些设计学习规律。本书内容编辑的基本原则是希望与传统的电子技术类教材形成互补关系。传统的电子技术类教材主要从电路工作原理出发,理解电路的工作过程、组成要素等,本书则侧重于应用的角度,组织各类适合应用的电子电路,选择符合设计需要又便于实现的类型,组成功能完整的结构电路。

全书共分四章,分别是:电子综合设计概述、电子设计基本模块电路、日常应用电路、电子设计实例。内容方面由前到后逐步具体和全面。第一章电子综合设计概述,主要介绍电子设计的一般方法、过程、工具和装配工艺等,明确电子设计的环境条件和一般规律。第二章电子设计基本模块电路,对电子设计的基本硬件模块做了全面的归纳,将基本的硬件电路分作六个类别进行介绍,分别是线性放大电路、电压比较电路、信号产生电路、信号处理电路、功率驱动电路、参数转换电路。并按照 25 种使用方向逐一进行了介绍。第三章日常应用电路,以第二章的模块电路为基础,结构上做适当的补充和扩展,形成日常可应用的简单功能电路,如电源电路、自动照明的开关电路、参数检测电路等。第四章电子设计实例,比较详细地介绍了电子设备装置的设计过程、功能实现方法、技术性能的把握要点等,书中列举了七个最近在教学中涉及的电子设计装置,既有实用性又具备较好的训练效果,具有一定借鉴作用。

本书在内容的选择上,力求全面、完整、实用,以目前实际应用的需要考虑。电子设计既要有经典的电子电路做支撑,如放大电路、电压比较电路、信号产生电路等,又要突显功能的新型性。模块电路基本上都是经典电路,它是电子设计的基础。第三章、第四章中涉及到的应用电路都是目前结构比较大、比较新的电子装置,其中大多是根据大学生电子设计竞赛中的选题,或者是作者自己想要设计开发的电子装置中筛选而来。也有一些是长期积累下来,并且结合现有电子技术条件经过改进的典型电路。

本书硬件电路部分主要由陈庭勋编著,程序处理及相关电路部分由楼然苗、胡佳文编著。

书中所涉及的应用电路全部经过作者的实际研制、测试,电路的工作效果真实、可靠,具有一定的先进性。有一些附有简单测试结果,也有一些附有详细测试数据,供读者参考。当

然,电路的工作效果不仅仅决定于电路结构,还与 PCB 布局、制作方法、所采用的器件密切相关,不同条件下得到的测试结果可能会有差异。

本书着重于处理电子设计技术问题。电子设计技术在不断发展中,随着现代电子器件的推陈出新,所构成的电子电路也会有相应变化,本书中所设计的电路结构也需要不断更新、改进,欢迎读者与我们一起探索、研究与交流。由于时间仓促,书中难免会有错误和不足之处,敬请读者批评指正!

编著者

于浙江海洋学院

2013年8月

第一章 电子综合设计概述	1
第一节 电子综合设计的基本内容	1
第二节 电子综合设计方法	3
一、电子综合设计的过程	3
二、电子设计的技术途径	4
三、电子设计中电路配置的基本方法	5
四、现代电子系统设计的方法及工具	6
五、电子线路可制造性设计	8
第三节 电子系统的基本构成	10
第二章 电子设计基本模块电路	12
第一节 线性放大基础电路	12
一、基本线性放大电路	12
二、具有幅度限制能力的线性放大电路	13
三、低频光耦隔离放大电路	16
四、音频功率放大电路	18
第二节 电压比较及电压钳制基础电路	19
一、电压比较电路	20
二、电压比较电路应用举例	22
三、RC 定时电路	24
四、电压钳制电路	26
第三节 信号产生基础电路	27
一、正弦信号产生电路	27
二、脉冲信号产生电路	37
三、阶梯波信号产生电路	45
四、噪声发生电路	46
第四节 信号处理基础电路	47
一、有源滤波电路	47
二、移相电路	51
三、信号运算电路	53
四、信号调制电路	60

第五节 功率基础电路	66
一、单管激励电路	66
二、双管推挽式功率电路	66
三、双管半桥式功率电路	67
四、双管互补式功率电路	67
五、四管全桥式功率电路	67
第六节 转换基础电路	71
一、电压转电流——恒流电路	71
二、DC-DC 变换	72
三、电流检测与保护	77
四、传感电路	80
第三章 日常应用电路	86
第一节 直流电源	86
一、便携式太阳能电源	86
二、12V 升压至 220V 的直流电源	88
三、直流降压电源模块	90
四、电池充电电源	91
第二节 照明灯及指示灯电路	92
一、基于 LNK306 的 LED 照明灯电路	92
二、日光灯电子镇流器电路	93
三、热释感应自动照明灯电路	94
四、欠压闪烁指示灯电路	94
第三节 检测仪表	96
一、20kHz 赛道电流检测器	96
二、感应式工频电流表	96
三、相位差计	96
第四节 小规模专用电路	100
一、固体录音电路	100
二、语音录音门铃	104
三、100MHz 载波 ASK 调制电路	105
第四章 电子设计实例	108
第一节 D 类功率放大器的设计	108
一、D 类功率放大器工作特点	108
二、小功率 D 类放大器的设计	110
三、小功率 D 类放大器的制作与测试	117
四、大功率 D 类功率放大器设计	121
第二节 正弦交流电源变换器设计	123

一、正弦交流电源变换器的设计目标	123
二、开环式正弦交流电源变换器的基本组成	125
三、闭环自激型逆变器	130
第三节 直流电子负载设计	137
一、设计方案选择	137
二、硬件电路的实现	138
三、程序设计	142
四、电路调试	142
第四节 微弱信号检测装置设计	143
一、设计任务与要求	143
二、设计方案确定	144
三、检测装置硬件电路设计	145
四、程序设计	148
五、测试方案与测试结果	149
第五节 声音定位系统设计	150
一、设计任务与要求	150
二、系统设计的基本方案	151
三、硬件电路设计	153
四、程序设计	155
五、测试方案与测试结果	155
第六节 金属探测器设计	157
一、金属探测器设计原理	157
二、能耗型金属探测器	159
三、频差式金属探测器	161
第七节 电缆长度快速测量仪设计	163
一、电缆长度电测量原理	163
二、电缆长度快速测量仪组成框图	165
三、窄脉冲发生电路	165
四、工作时序设计	167
五、单片机显示电路	169
六、电源电路	170
七、误差因素分析	171
八、快速测量仪电路工作效果	173
参考资料	174
附录一 电子元器件常见封装	175
附录二 常用电子元件及其主要参数	180

附录三 单片机相关程序	183
1. 相位差计程序	183
2. 声音定位程序	187
3. 直流电子负载控制程序	204
4. 电缆长度测量程序	219
附录四 应用实例之元件清单	226
1. 小功率 D 类放大器元件清单	226
2. 闭环自激式交流电源变换电路元件清单	227
3. 数控直流电子负载元件清单	228
附录五 闭环自激型交流逆变电路原理图	230
1. 部分电路图	230
2. 电缆长度快速测量仪电原理总图	231
3. 电缆长度快速测量仪 PCB 图	232

第一章 电子综合设计概述

第一节 电子综合设计的基本内容

当今,电子技术在各个领域都有所应用,电子技术付之实际应用必定要经过设计环节。有一些电子设计比较简单,如电子技术课程设计。通常课程设计所涉及知识面比较单一,是针对某一门课程的知识范畴而进行的,是强化对课程知识的掌握。而电子系统设计相对复杂一些,涉及知识点多,涉及面范围会大一些。电子综合设计是电子系统设计的基础,是以实际应用为目标,涉及多门课程知识的综合运用、多种电路的合理组合。因此,电子综合设计要求学生有宽广的知识面,与高等数学、电路分析、电路技术基础、高频电子线路、自动控制、信号与系统、微机原理、传感与检测这几门课程有着密切联系。要掌握各种功能的电子电路,会灵活地对其进行综合。同时,还应当具备一定的基础技能,如电路图绘制能力、计算机仿真技术、电路板制作技术、文档处理能力等。电子综合设计重于应用,这类设计在工业生产、日常生活中可以找到很多设计内容,是一门实践性较强的课程。电子设计从很粗糙的大类上可以分为信号处理类、控制类、执行类等,其中信号处理类的内容较多,包括信号产生、信号获取、信号放大、信号调制与解调等。

电子综合系统的设计一般包含硬件电路设计和软件设计两大部分,而且这二者是密切结合的,要按同一个设计目标和设计思想进行。通常认为硬件电路是电子设计的基础,但采用硬件电路完成某一功能往往比较复杂,电路连接麻烦,实现难度高,所以有一些电路功能以单片机为基础的软件来实现,也有一些通过软件处理电路的连接关系,如FPGA器件等。总体上说,要进行电路设计,必须懂得各类硬件电路的功能和实现技术,这也就是说“硬件电路是电子设计的基础”的原因。不管多么复杂的电路,都是在简单的单元电路基础上组合起来的。从电路的作用上划分,电子单元电路类型大致可以分RC电路、LC谐振电路、线性放大电路、电压比较电路、稳压电路、开关电路、逻辑处理电路、信号产生电路、信号处理电路、触发电路、计数电路、显示电路、驱动电路等类,还有一些专用电路,如传感器电路等。其中RC电路、LC电路、二极管电路、放大电路是各类单元电路的工作基础,放大电路和信号产生电路的结构变化最多,信号处理电路又可以有许多细分,如滤波电路、运算电路、调制电路等。电子综合设计的难度基本上在于对各类电子电路功能的理解和性能的把握。电子电路种类繁多,性能各异,结构变化灵活,对各种功能的电路掌握得越多、理解得越透彻,电路设计就会显得越容易。

要灵活地应用各类电路,需要抓住电子电路工作的本质。一个电子电路的名称往往不能完全代表电路的工作本质,因而不能局限于名称去应用电路类型,而是要从电子电路的核

心作用出发,灵活进行组合搭配。如步进电机驱动芯片原本是为驱动电机而设计的,根据它能够提供脉冲电压、脉冲电流的工作特点,可以用来设计脉冲电压源或脉冲电流源。飞思卡尔智能汽车比赛中电磁车跑道供电的电源基本上是采用该芯片制作的。又如 BISS0001 芯片原本是为热释红外感应器件设计的控制芯片,由于它的内部集成了许多功能电路,也可用来做触发定时器。还有,电路中最初始的稳定电压值往往是由稳压二极管提供,但低电压的稳压二极管的电压稳定性并不理想,还不如采用二极管正向导通获得低电压。例如需要近 3V 的电压可采用白色发光二极管,需要近 2V 的电压可采用红色或绿色发光二极管,需要 1V 的电压可采用红外发光二极管,需要 0.7V 左右的电压可采用硅二极管,需要 0.2V 左右的电压可采用肖特基二极管等等。在电子综合设计中,这种芯片功能的扩展应用是十分频繁的。

在电子综合设计中,要善于对电路结构进行合理调整。用于某一个设计的电路更改到另一个应用当中,由于目标要求、性能指标的不同,往往需要做一些变化、更改,这就要求在充分理解电路结构、工作原理的基础上,对电路做一些必要的调整。具备了这一能力,就可以在掌握比较简单的电路种类的基础上,根据给定的条件,设计出多种功能的电路结构,合理应用于各类环境。例如对于图 1-1 所示的标准的延迟式振荡电路,是适用于双电源供电方式的,它有三个电源连接点:电源正极、电源负极、地线。但如果给定的只有一个电源,那么,要抓住原本电路中的地线是处于电源正极与负极的中间电位这一特征,通过电阻分压方式重新设置一个中间电位,作为接地点使用,如图 1-2 所示。这一重新设置的中间电位并不一定是电源电压的二分之一,允许偏离二分之一电源电压多少值,要视运算放大器芯片的类型而定,视电路工作过程中电压变化的动态范围而定。

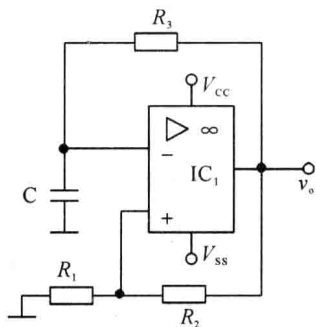


图 1-1 延迟式 RC 振荡标准电路

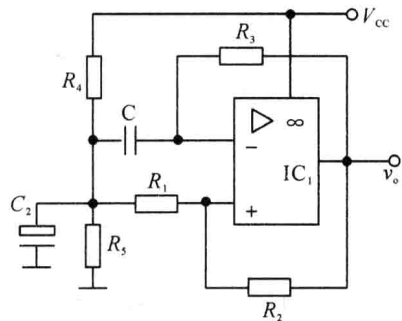


图 1-2 可用于单电源的振荡电路

在一个小型的电子系统中,有的以数字技术为主,有的则以模拟技术为主,使用的侧重点有所不同。但在一个大型的电子系统中,一般模拟部分所占的比例较少,只在信号输入输出等局部起主要作用,更多的是数字部分。一个完整的电子综合设计所考虑的问题必须十分具体、非常细致,对电路的工作原理、工作过程的理解要透彻。

电路设计讲究用尽量简单的电路完成所需要的全部功能。这里所说的“简单”可以有多种理解:有的是指电路结构简单;有的是指电路规模小,所用器件数量少;有的是指采用的器件通用化;有的是指成本低廉。在不同的设计中各有侧重。

第二节 电子综合设计方法

一、电子综合设计的过程

电子综合设计过程类同于电子系统设计的过程。在大多数情况下,电子系统设计采用自上而下的设计方法,这里的“上”是指最终能达到的功能,“下”是指具体的电路、电子器件等。设计人员根据用户要求进行设计。一般在接到项目时,对方都有具体设计的要求,然而,有时客户对自己的要求并不是很清楚,或者不知道是否容易实现,这就需要同客户详细交流。这个工作是必须由设计人员自己去完成,否则对以后设计会带来问题。用户的要求一般表示为无二义性的自然语言、硬件描述语言以及系统的总体技术指标等,以系统要求书或系统说明书方式提供。这些属于明确用户设计要求时段,可称为设计准备阶段。根据客户类型,可分为两种,一种是生产型,另一种是开发型(自用设备)。对于生产型来说,对成本控制要求很高,设计人员要了解相关器件价格、供应情况,要选用容易采购的元件,也要学会依不同的价格设计电路。而自用设备主要要求性能,因此要考虑这些侧重点来进行设计。

接着设计人员会根据对设计要求的理解及系统可能的工作方式、结构等知识构成系统总体方框图。在构成总体方框图时应不断地消化并理解用户要求,必要时与用户磋商讨论,进一步明确一些可能存在的不明确的地方,补充一些设计要求中未曾列出的必要的技术要求、指标等。总体方框图可由若干个方式框构成,每一个方框都是一个功能相对单一的子系统。根据设计要求及指标同时确定每个子系统的性能指标,这个阶段可称为处理阶段。

然后,设计人员应对总体方框图中的每一个方框(子系统)的结构进行分析及设计。根据它在系统工程中的功能及指标构成该方框(子系统)的详细方框图,要使详细方框图中的每个小方框都能落实到集成电路或某一特定功能电路的层次,同时规定一些关键器件的指标以保证该子系统的性能指标的实现。通常把这个阶段称为实现阶段。至此,已完成了系统设计的理论部分。设计之前要将所有的相关资料研究清楚,不要急于设计、布线、编程。要用的资料也要提前准备好,并作保留备查。对于生产型项目来说,选择方案时以简为好,尽量使用成熟的技术,不要采用很多新的芯片,以免带来太多不可估计因素。布线时要考虑生产的方便以及相关的问题,要了解对方的生产过程,如是否采用贴片元件?采用什么焊接方式?等等。对于开发型项目来说,则要尽量使用新技术,以提高性能,也为以后做技术储备。

这一自上而下的设计是一个逐步细化、分解、不断求精的过程,但并不是单方向的。在下一级的设计过程中可能会发现上一级的矛盾或不足,从而需要反过来对上一级的设计加以修正。完成理论设计后,下一步的工作就是根据框图及要求,采购器件、设计印刷电路板,装配调试。如果在调试中发生问题还要修改部分设计及更换器件,以保证性能符合要求。最后还应完成必需的设计报告、测试报告及各种文档资料整理,从而完整地结束系统的设计过程。图 1-3 为一般电子设计流程图。

目前有许多电子系统还涉及软件的设计,软件的设计有其独特性,一般在子系统中,将软件与硬件进行分工安排,统一要求,同步进行。

不管是大型电子系统设计,还是小型电子产品的设计,其设计过程基本一致,只是工作

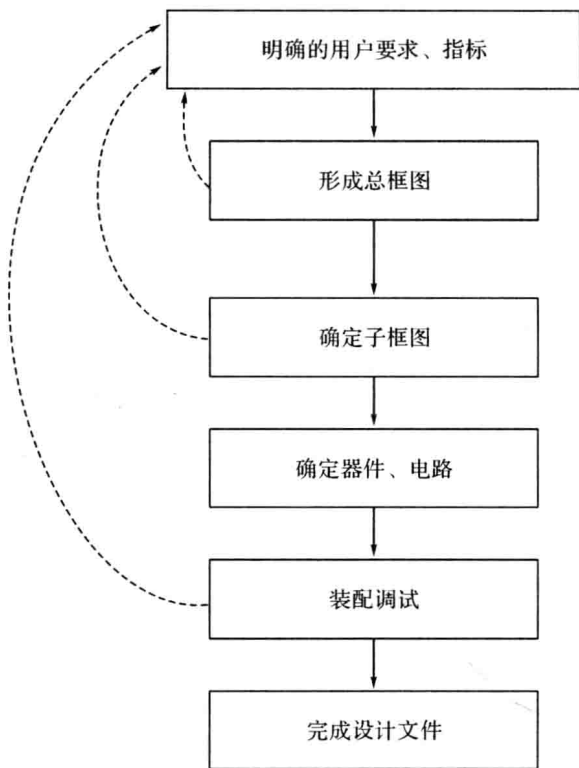


图 1-3 电子设计流程图

量有所不同。

二、电子设计的技术途径

电子设计过程中,总会出现不同的问题。学会对问题现象的分析十分必要,找准问题产生的原因是关键,再结合自己的技术储备,采取适当方法加以解决。这种分析、解决问题的能力就是技术水平。现代电子技术的发展程度,使得对于不同的技术要求总有应对的办法。

全面掌握各类电子线路的功能,是电子设计的技术基础,也是决定设计质量的根本所在。虽然电路种类繁多,从实现的功能上看有其一定的规律性:如需要短时间的延时,往往采用 RC 电路或 LC 电路,对于长时间的延时,则需要采用计数的形式;对于抬升电压的要求,往往采用电磁转换来实现;要稳定电压就需要采用电压反馈;需要稳定电流得采用电流反馈;对于单电压值判断,一般采用单个电压比较电路;对于区间电压判断,应采用窗孔电压比较电路;对于更多分段电压的区分,则要采用 A/D 转换电路。从电路工作状态上处理,其技术含量更高,难度更大,但也有一定规律:如对于噪声干扰的消除,一般是通过低通滤波电路来实现,实际是减缓电路响应速度;对于反馈系统振荡现象的消除,一般是通过提高反馈系统的响应速度来完成;要提高电路的响应速度,除了采用高速器件外,更重要的是让器件工作在连续变化状态;有时还可以借助 L 、 C 元件的相移特性提早获取变化信息,提高环路的响应速度;对于低压大电流的开关控制,电子开关比机械开关更加实用,便于控制;对于振铃的消除往往通过 RC 耗能电路耗散其能量,达到减震的目的;对于频率变换与信号调制,总是采用非线性电路来实现。

电子设计的技术途径就是将所需要功能的电路进行有机组合。我们对电子电路的认识一般都是从功能上进行理解并加以区分。每一类电子电路有其特定的功能和工作条件,电子设计的过程实际上就是对照技术目标,逐个搬用合适的电子电路进行组装的过程。将电路进行组合时,既要选择合适功能的电路,还必须满足这些电路的工作条件。

当今的电子技术发展更多体现在新器件的推出,器件性能的提高上。因此,设计人员需要了解最新电子器件的发展情况,熟悉新器件,便于自己有更多、更好的选择余地,能够把握更高的技术指标。如对于开关电源的 PWM 控制芯片,有简单调整的 PWM 芯片、线性调整的 PWM 芯片,有准谐振型的 PWM 芯片,有谐振型的 PWM 芯片,有电位分离输出的 PWM 芯片等。目前有上百个型号,几十个种类,设计中选择余地较宽。

三、电子设计中电路配置的基本方法

1. 问题解决法

不同的电子电路具有不同的功能,可以起到不同的作用。要解决某一问题、实现某一功能等需要采用合适的电路模块。因此,对种类功能电路应该有比较全面的了解,以便能够灵活取用。当一个问题可以使用多种电路进行解决时,往往选择结构简单、性能稳定的电路。当然,电路结构及器件材料的选择也要与生产成本结合起来考虑,以实现指标为底线。

2. 工程规范法

有时单独从电路工作原理上看,很难确定选择某一种的电路结构最合适。如 A、B、C 三类电路都可以采用的情况下,从原理上无从选择,这就需要建立一个工作规范,规定使用其中的某一种结构。又如,大家都知道输电能力与材料颜色无关,但工程上一般正极采用红色线,负极采用黑色线等。按照规范来设计电路会给生产和使用带来很大方便。

从电路工作的安全性考虑,当某一部分电路工作不正常时,或者某一模块连接不良时,其他电路也能够工作在安全状态。

例如对电源输出电压的控制,反馈系统可以改变 RW_1 调整取样电压值,也可以改变 RW_2 调整参考电压值,采用何种方式? 需考虑在调节部件接触不良时,能够以低电压为标准输出,防止过高电压损坏负载。由此配置电路结构。图 1-4 中, RW_1 所连接的必定是负反馈端,选用 RW_2 调节电压更加安全,当电位器接触不良时,总是使得电源输出电压变低,避免电源输出过高电压损坏负载。

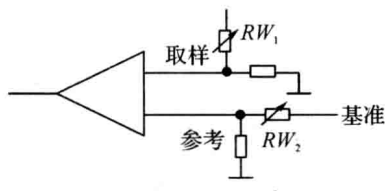


图 1-4 调压电阻的接入位置

又如功率电路的控制中,当控制插件连接不良时,让功率输出电路处于关闭状态,防止功率电路失控后造成严重后果,由此为目标配置电路结构,是工程设计的基本要求。如图 1-5 所示的控制电路中,若运放输出高电位对应输出高功率,则控制电压应该从同相端输入,且将同相端通过电阻连接至地线。这样,在未输入控制电压时,或者控制模块连接不良时,被控制的功率电路是处于关闭状态的。又如图 1-6 所示电路,要在电压比较器的参考电压端接入电源指示灯 D,若输出端高电平对应高功率输出,则图 1-6(a) 的接法不妥。一旦发光二极管 D 损坏(发光二极管比电阻更容易损坏),或者未连接发光二极管等原因,都会造成处于最大功率输出状态而无法自动调整。电路应该改为图 1-6(b) 的连接方式比较安全。

这些问题不能简单地从原理进行处理,需要建立一套工程规范要求,按照工程规范进行设计工程可以排除设计人员所没考虑到的疏漏。

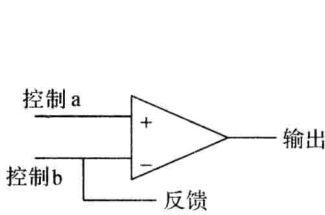


图 1-5 控制电压输入位置

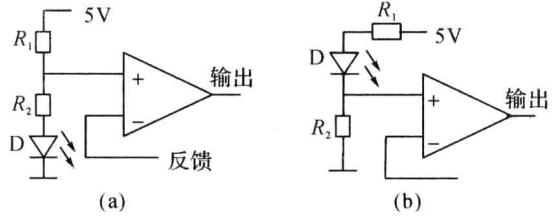


图 1-6 电源指示灯的连接

3. 尽量采用集成规模大一些的集成电路

使用集成度高的集成电路,可以减少连接器件,减少走线量,简化电路板结构,提高电路工作可靠性。所以,电子设计中要尽量使用集成规模大的集成电路,这就需要设计人员多了解当前集成电路所处的状态,多了解新器件,多积累器件使用技术,使得在设计过程中有更多的比较空间和选择余地。比如要产生若干个频率的高频正弦信号,可以采用电容三点式 LC 振荡器、变压器反馈式 LC 振荡器、晶体振荡电路等,如果由独立元件组合而成,电路会比较烦琐,而且频率稳定度也较低。如果采用 CD4060 芯片,只要极少量外围器件,包括必需的 LC 谐振回路,就可以输出若干正弦信号,而且频率稳定度极好。又比如带有 AD 转换和 PWM 功能的单片机总比单纯程序处理功能的单片机更加实用。

4. 适当选用新器件

电子器件总是往功能强、性能优的方向发展,使用新型电子器件有助于提高产品的技术性能和指标。但在新产品设计中不宜大量使用新器件,技术人员对新器件的了解和掌握需要有一个过程,若同时大量使用新器件,因为对新器件了解不够全面,容易造成所设计的产品性能指标不能很好把握,以至于达不到理想要求。

四、现代电子系统设计的方法及工具

随着集成电路的发展,电子系统设计的复杂程度也在相应提高,简单的手工设计方法已无法满足现代电子系统设计的要求。因此,许多公司纷纷研制采用自上而下设计方法的计算机辅助设计系统,即 EDA 技术。EDA 设计软件已经过几代改进,新一代的 EDA 软件已经实现了真正的设计自动化,但现在只限于数据处理、通信及多媒体领域。

由于模拟信号的复杂性,决定了模拟电路的复杂性,在设计自动化方面,还达不到数字电路设计的水平。因此,在采用计算机辅助设计系统的同时,设计的质量在很大程度上还依赖于设计人员的技术水平、经验等。设计人员必须注重积累自己的经验,提高自己的技术水平,不能完全依赖现代设计工具,这是一个具有很高技术含量的领域。

在电路的设计方面,目前比较流行的辅助设计工具是由 Protel 升级而来的换代产品 Altium Designer Summer *, 其电路设计软件的功能最全面,市场占有率最高,这是一个十分有效的电子设计软件。它的前身 Protel 电路设计软件注重于 PCB 制作,而换代后的 Altium Designer Summer * 更注重于电子设计自动化的功能,特别是针对 FPGA 器件的设计、针对微型机的嵌入式工程设计等,都属于 EDA 软件中的一种,它具有仿真、制图、出图等多

种功能。图 1-7 是 Altium Designer Summer 9 的 PCB 工程设计界面,图 1-8 是 Altium Designer Summer 9 的 FPGA 工程设计界面。除此之外,还有许多其他类型的 EDA 软件,如 EWB 仿真软件、PowerPCB 工具软件等,但它们在工业应用中占有的份额要低得多。

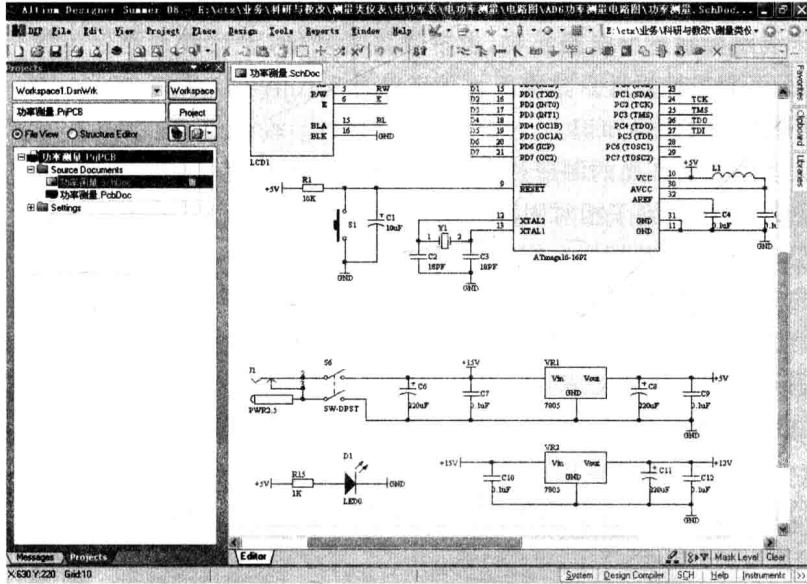


图 1-7 PCB 工程设计界面

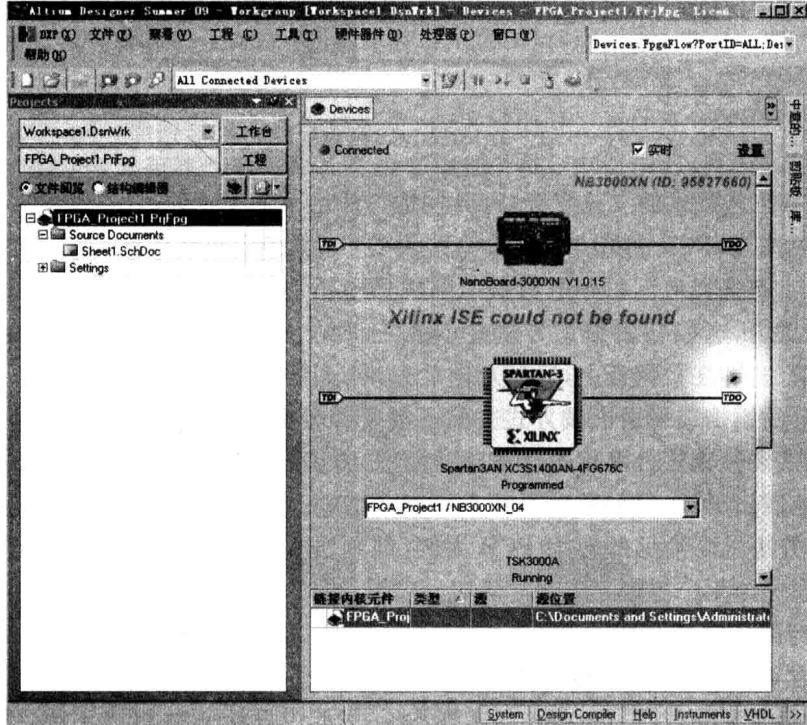


图 1-8 FPGA 工程设计界面

本书中所用到的大多数电路是在 Altium Designer Summer 9 的 PCB 工程软件中绘制的,文档编辑过程非常方便。

五、电子线路可制造性设计

一个电子线路要制造出电路实物,发挥预定的功能,设计就不能仅仅停留在原理设计上,还必须进行可制造性设计。这需要设计者熟悉现代电子产品制造工艺、电子元器件规格封装、PCB 设计方法技巧等知识。

目前绝大多数电子产品的制造依托印刷线路板(PCB)为基础(如图 1-9 所示),在电子线路系统中 PCB 主要起到了相对固定电子元器件和承担电气连接两大功能。PCB 结构上可分为多个层,一般都有基板层和铜箔层,基板层主要提供机械强度,铜箔层主要承担电气连接。复杂的 PCB 可能有两个或两个以上的铜箔层,之间用绝缘材料隔开。多数 PCB 在外表面的铜箔层上有阻焊油漆层保护铜箔,在焊盘位置会有喷锡或镀金层,在阻焊层之上还有丝印层印刷元器件符号和文字。PCB 从机械特性上分有刚性和柔性,从基板材料上分有纸基(便宜)、玻璃纤维板(性价比高)、铝基(散热好)、聚酯薄膜(柔性)等。

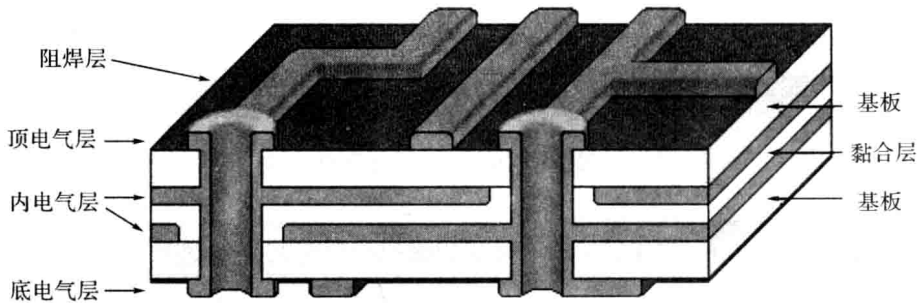


图 1-9 四层 PCB 结构剖面图

由于 PCB 工艺技术的飞速发展,PCB 制造方法已不下于十种,分类也很复杂,但从基本 PCB 制造工艺来看,PCB 制造方法可分为两大类,即加成法和减成法。加成法是指在未敷铜箔的基材上,有选择地沉积导电材料而形成导电图形的 PCB,有丝印电镀法、粘贴法等,不过,目前在国内,这种 PCB 制造方法并不多见,所以一般我们所说的 PCB 制造方法都为减成法。减成法,即在敷铜板上,通过光化学法,网印图形转移或电镀图形抗蚀层,然后蚀刻掉非图形部分的铜箔或采用机械方式去除不需要部分而制成 PCB。PCB 减成法常见可分两类,即雕刻法和蚀刻法。雕刻法:用机械加工方法除去不需要的铜箔,在单件试制或业余条件下可快速制出 PCB。蚀刻法:采用化学腐蚀方法减去不需要的铜箔,这是目前最主要的 PCB 制造方法。以常见的双面 PCB 为例,蚀刻法主要的工艺流程有:开料—钻孔—沉铜—菲林覆膜—蚀刻—褪膜—盖油—丝印—喷锡(或镀金)—锣边。

PCB 生产的依据是 PCB 文件,PCB 设计就是把设计好的电路原理图变成 PCB 文件。这是一个包含许多知识、经验技巧的过程,有很多原理上行得通的东西在工程中却难以实现,或是别人能实现的东西另一些人却实现不了,因此说设计一块 PCB 不难,但要设计一块好的 PCB 却不是一件容易的事情。弱电电子领域的两大难点在于高频信号和微弱信号的处理,在这两方面 PCB 设计制作水平对电路性能的影响就显得尤其重要。