

高等学校 **电气工程及其自动化专业** 应用型本科系列规划教材

模拟电子技术仿真、实验与课程设计

MONI DIANZI JISHU FANGZHEN SHIYAN YU KECHENG SHEJI

主 编 唐明良 张红梅 周冬芹
主 审 潘银松

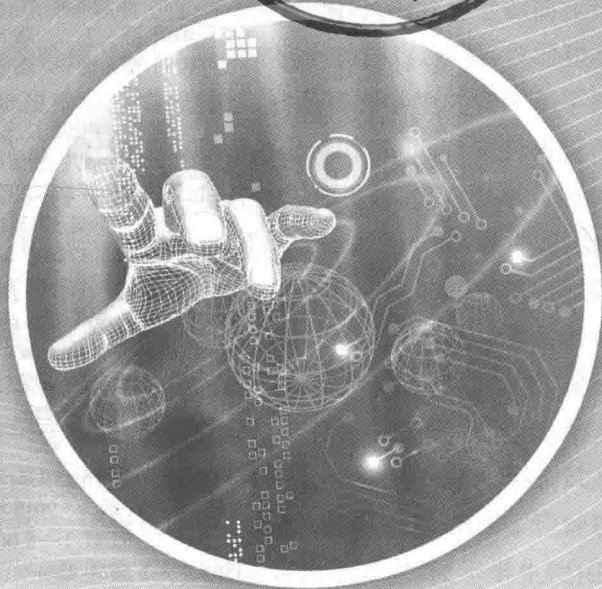


重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

高等学校 **电气工程及其自动化专业** 应用型本科系列规划教材

模拟电子技术仿真、实验与课程设计

主 编 唐明良 张红梅 周冬芹
主 审 潘银松



重庆大学出版社

内容提要

全书共6章,分为3大部分:第一部分是实验基础知识,介绍了实验基本过程、常用实验仪器使用、调试维修方法和 Multisim10 仿真软件应用;第二部分是基础性实验,每个实验项目既有仿真实验又有课堂操作实验加仿真演示,课后配有拓展性仿真实验,引导学生课前进行实验预习,课后进行实验拓展,做到了软、硬件的有机结合;第三部分是课程设计和电子元器件介绍,其详细讲解了电子电路的设计方法、步骤,电路的安装调试方法,常用电子元器件和新型传感器,使学生熟悉模拟电路的应用及具有初步的电路设计能力。最后在附录中给出了常用电子元器件和部分常用集成运放的性能参数,供学生参考。

本书可作为高等院校电气类、电子信息类及其他相近专业本、专科学生模拟电子技术教辅、实验和课程设计教材,也可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术仿真、实验与课程设计/唐明良、张红梅、周冬芹主编。

—重庆:重庆大学出版社,2015.12

高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材

ISBN 978-7-5624-9553-6

I. ①模… II. ①唐…②张…③周… III. ①模拟电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 288355 号

模拟电子技术仿真、实验与课程设计

主 编 唐明良 张红梅 周冬芹

主 审 潘银松

策划编辑:彭 宁

责任编辑:陈 力 版式设计:彭 宁

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

自贡兴华印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:335 千

2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-9553-6 定价:27.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着电子技术的飞速发展,社会与实践对大学生素质培养提出了新的要求,模拟电子技术实验和课程设计的课程是电子技术基础课程中重要的实践性环节,对培养学生理论联系实际的能力起着非常重要的作用。本书是在重庆大学出版社的组织和领导下编写的,按照高等学校电子技术基础课程教学基本要求,结合编者多年电子技术实践教学经验,跟踪电子技术发展的新形势和教学改革不断深入的需要,着重培养学生的实践能力和创新能力。本书编写的宗旨是:根据“教学基本要求”,结合目前各校实验和课程设计的实际需要,做到适应性强、便于学生阅读、有利于学生的能力培养和因材施教。

本书具有下述特点:①以结合工程应用和电子电路设计为主线,以提高学生跟踪新技术的意识和能力为目标,突出了培养应用型人才的目的。②每个实验除包含实验目的、实验仪器和设备、实验原理和思考题外,还包含了3个实验阶段,第一个阶段是用 Multisim 软件进行实验仿真预习,引导学生课前在计算机上进行实验预习,做到提前熟悉实验内容、步骤、仪器和器件;第二个阶段是课堂实验操作,立足培养学生的实际动手能力和基本实验技能;第三个阶段是课后用 Multisim 软件进行仿真拓展性实验,使学生对实验进行深化理解和应用,教师可根据学生情况作不同的要求。这样的安排做到了软、硬件的有机结合,既能培养学生的动手能力,又能使学生加深对电路原理的理解,有利于学生创新能力的培养。实验中所用仪器设备均为通用,便于各校根据实际情况进行选择,适应性强。③课程设计与实验编在一起,便于教师将实验和课程设计有机地结合起来。有些课程设计的内容可当作大型实验去做,安装调试方面的内容可共享,课程设计题目新颖、实用性强,给出了设计思路、系统框图和参考电路,以及安装调试要点,便于学生使用。④为了使学生了解常用元器件,满足课程设计和学生课外制作的需要,第6章专门介绍了常用元器件的识别、型号、测量等。⑤内容和编排上力求针对性、实用性和适用性,突出理论与实

实践的紧密结合,使学生在实践过程中加深对理论知识的巩固,进一步增长知识、提高兴趣、拓展知识深度和应用,有利于学生创新能力的培养,既满足了验证性、提高性、设计性、综合性实验和课程设计的需要,又为研究开发性实验和全国大学生电子设计竞赛提供了条件。

本书由重庆大学城市科技学院唐明良编写第1~3章,并负责全书的组织、修改和定稿,张红梅编写第4章和第6章,周冬芹和张红梅共同编写第5章。

主审由重庆大学潘银松副教授担任,他对本书的编写进行了具体的指导,对书稿进行了逐字逐句非常认真负责的审查,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,加之编写时间仓促,疏漏之处在所难免,诚恳希望各兄弟院校的老师和相关读者提出批评和改进意见。

编者
2015年6月

目 录

第 1 章 模拟电子技术实验基础知识	1
1.1 模拟电子技术实验的性质和基本要求	1
1.2 模拟电子技术实验的操作规程	2
1.3 模拟电路实验箱使用介绍	3
1.4 模拟电路实验基本调试技术	5
1.5 模拟电路故障检查方法	7
第 2 章 Multisim 10 仿真软件及应用	9
2.1 Multisim 10 的基本功能与操作	9
2.2 Multisim 10 的分析方法	18
第 3 章 常用实验仪器简介	29
3.1 万用表	29
3.2 函数信号发生器	34
3.3 示波器	37
3.4 交流电压表	43
3.5 其他虚拟仪器	44
第 4 章 模拟电子技术基础实验与仿真	49
4.1 实验 1 常用低频电子仪器的使用	49
4.2 实验 2 单级低频放大电路	54
4.3 实验 3 射极输出器	64
4.4 实验 4 两级阻容耦合放大电路	69
4.5 实验 5 负反馈放大器	75
4.6 实验 6 差动放大器	79
4.7 实验 7 集成运算放大器的基本运算电路	85
4.8 实验 8 波形发生电路	100
4.9 实验 9 功率放大电路	109
4.10 实验 10 整流滤波及稳压电路	115
第 5 章 模拟电子技术基础课程设计	127
5.1 模拟电子技术课程设计的一般方法和步骤	127
5.2 模拟电子电路安装与调试	129
5.3 课程设计报告及评分标准	132

5.4	设计范例——函数信号发生器的设计	134
5.5	课程设计参考题目	142
第6章 常用电子元器件		154
6.1	电阻器	154
6.2	电容器	159
6.3	电感器和变压器	165
6.4	晶体二极管	172
6.5	晶体三极管	178
6.6	场效应晶体管	182
6.7	常用模拟集成器件	184
6.8	传感器	193
附录		208
附录 1	常用电子元器件型号参数表	208
附录 2	部分常用集成运放选型表	211
参考文献		213

第 1 章

模拟电子技术实验基础知识

1.1 模拟电子技术实验的性质和基本要求

“模拟电子技术实验”是工科电类专业学生的专业基础实验课程,具有很强的工程实践性,它对巩固和加深课堂教学内容,提高学生实际工作技能,培养科学严谨的作风,为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础起着非常重要的作用。在实验过程中,学生往往会发现新问题,产生新的设想,并有利于培养学生的创新意识和创造能力。

本书中的模拟电子技术实验分为:实验预习、课堂实验、课后拓展和整理实验报告 4 个阶段,对每个阶段分别提出下述学习要求。

(1) 实验预习

为避免实验的盲目性,提高实验效率,学生应对实验内容进行预习。步骤如下:

- ①明确实验目的和要求,掌握有关电路基本原理。
- ②拟出实验方法和步骤,并能用电路仿真软件 Multisim 10 进行实验仿真。
- ③初步估算(或分析)实验结果(包括参数和波形)。
- ④写出预习报告。

进行实验前,教师应检查学生预习情况,并进行评价。

(2) 课堂实验

课堂实验是培养学生实际动手能力的重要环节。学生在实验室进行实验,必须达到以下要求:

- ①自觉遵守实验室规则,服从实验指导教师安排。
- ②根据实验内容选择实验仪器和实验装置,按实验方案搭接实验电路,能熟练使用常用电子测量仪器,掌握各种电信号的基本测试方法。
- ③独立完成实验任务,认真记录实验条件和实验数据、波形,分析判断所测数据和波形是否正确。
- ④实验电路出现故障时,应独立思考,并分析故障原因,必要时再向老师求助。
- ⑤发生事故应立即切断电源,并报告实验指导教师,等候处理。

⑥实验完成后,可将实验记录交实验指导教师审阅,经教师审查后,拆除实验线路,恢复并整理实验仪器和设备。

实验中教师应加强巡视,给予必要的指导,检查并考核学生实验情况。

(3) 课后拓展

课后拓展实验是课堂实验的延伸,是对知识的进一步巩固和理解,教师应鼓励学生课后用电路仿真软件 Multisim 10 对拓展性实验进行实验仿真,教师应对仿真结果进行检查和评价。

(4) 实验报告

实验报告是实验工作的全面总结。写报告的过程,就是对电路的设计方法和实验方法加以总结,对实验数据加以处理,对所观察的现象、出现的问题以及采取的解决方法加以分析、总结的过程。实验报告要求文句通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、结论正确、分析合理。对工科学生来说,撰写实验报告是必须具备的一项基本技能。具体要求如下所述。

①列出实验条件,包括实验时间、实验仪器名称型号及编号、实验器材等。

②在预习报告的基础上,对实验的原始数据进行整理,用适当的表格列出测量值和理论值,按要求绘制波形图、曲线图等。

③运用实验原理和掌握的理论知识对实验结果进行必要的分析和说明,得出正确的结论。找出产生误差的原因,提出减少实验误差的措施。

④记录实验中产生的故障情况,说明排除故障的过程和方法,对实验中存在的其他问题进行讨论,并回答思考题。

⑤撰写本次实验的心得体会,并对实验方法、实验电路的选择、教师的教学方法等提出有创意的建议。

科学实验是一项非常严肃的工作,从事实验的每一个人都必须养成严格的实事求是的科学态度和工作作风,在每一个具体的实验环节上,要做到仔细、认真、一丝不苟,同时要严格操作步骤,精确控制实验条件,力争得到正确的实验结果,任何马马虎虎、潦草从事,不负责任的行为都是不允许的。

1.2 模拟电子技术实验的操作规程

与其他许多实践环节一样,模拟电子技术实验也有其基本操作规程。要求学生一开始就应注意培养正确、良好的操作习惯,并逐步积累实验经验,不断提高实验水平。实验室基本操作规程如下所述。

①实验前应认真预习实验有关内容,明确实验目的、任务、了解实验的基本原理,在计算机上进行实验仿真预习。

②学生进入实验室后应按自己的座位就座,在实验过程中,不允许大声喧哗,严禁吸烟和吃东西,严格遵守实验室规程,树立安全第一的思想意识,注意安全用电。

③每次实验教师应在先讲解实验的原理、步骤、要求和注意事项之后,学生才能进行实验。

④学生实验前应开机检查实验仪器仪表工作是否正常,实验中也应随时观察,发现异常现象应立即切断电源,及时报告实验指导教师处理。

⑤学生在进行实验时,必须精力集中,认真操作,不得做与实验无关的事。

⑥爱护仪器设备,严禁无目的地随意摆弄仪器面板上的开关和旋钮以及连接线等;实验结束后,通常只要关断仪器设备电源,而不必将仪器的电源线拔掉。

⑦实验线路接好后学生应自行检查,确认无误后才能通电实验。实验过程中如需重新接线时,必须切断电源,方可操作。

⑧实验操作完毕后,将仪器设备按要求整理好,收拾好实验台,经老师同意后方可离开。

⑨实验室内一切物品及工具未经许可不得私自拆装和拿出室外,违者批评教育,并照价赔偿。

1.3 模拟电路实验箱使用介绍

本书以 SAC-DMS2 型模拟数字电子技术实验箱为例介绍模拟电路实验板的功能及使用,实验箱面板如图 1.1 所示。图中根据功能的不同用白色实线将面板大致划分为 10 个区域,其分别为:电源及信号源区、整流滤波稳压模块、交流放大电路模块、差动放大器模块、运放模块、OCL 功率放大器模块、集成功率放大器模块、备用元件选择区、实验板扩展区和扩展板,下面分别对不同区域进行详细说明。

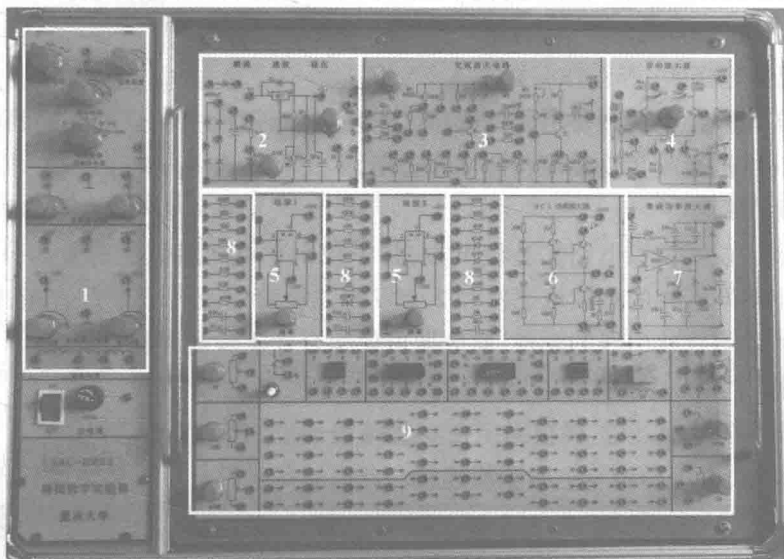


图 1.1 模拟电路实验箱面板图

(1) 电源及信号源区

电源及信号源区包括实验箱的总电源(即红色的开关)、+5 V 电源、±12 V 电源以及±2~±15 V 可调电源,中间的两个插孔是接地插孔。在该区的上方是交直流信号源。本实验箱有电源短路报警功能,实验中一旦听到蜂鸣器响,应立即关闭电源开关,排除短路故障后方可重新开启电源进行实验。

(2) 整流滤波稳压模块

整流滤波稳压模块位于模拟电路实验板左上角区域,包含 3 个小模块:整流、滤波、稳压,

可进行电源的整流、滤波、稳压实验。

(3) 交流放大电路模块

交流放大电路模块位于模拟电路实验板正上方区域,包含一个元件互不相连的单级放大器和一个元件连接好的单级放大器,进行单级放大器实验时须用导线将各个分立的元件连接起来,进行多级放大器实验时则须用导线将第一级放大器和第二级放大器连接起来。

(4) 差动放大器模块

差动放大器模块位于模拟电路实验板右上角区域,由两个 9013 三极管和调零电位器以及其他元件构成,可进行差动放大器实验。

(5) 运放模块

运放模块位于模拟电路实验板中间区域,有两个完全相同的 $\mu A741$ 运放模块:运放 I 和运放 II。可进行集成运放的基本运算实验和其他相关实验。

(6) OCL 功率放大器模块

OCL 功率放大器模块位于模拟电路实验板中间区域,由两个小功率三极管 S8050、C8550 和两个大功率三极管 D1271 以及其他元件构成,可进行 OCL 功率放大器实验。

(7) 集成功率放大器模块

集成功率放大器模块位于模拟电路实验板中间区域,由功放集成电路 TDA230 和外围元件构成,可进行集成功率放大器实验。

(8) 备用元件选择区

模拟电路实验板共有 3 个备用元件选择区,分别位于运放 I 和运放 II 的两边,有电阻、电容、二极管等元件,供运放实验或综合性实验选用。

(9) 实验板扩展区

实验板扩展区位于模拟电路实验板下方,其中有 5 个不同阻值的电位器,1 个扭子开关、1 个继电器、4 个不同管脚的集成块插座和 2 个发光二极管以及若干个针管座,针管座可插接电阻、电容、晶体管等针状引线的元件,此区域可供综合性实验或课程设计用。

(10) 扩展板

扩展板如图 1.2 所示,该扩展板固定在实验箱盖子里,有 6 个 16 脚插座,4 个 14 脚插座,1 个 40 脚实验插座,可用导线与主实验板连接。此区域可供综合性实验或课程设计用。

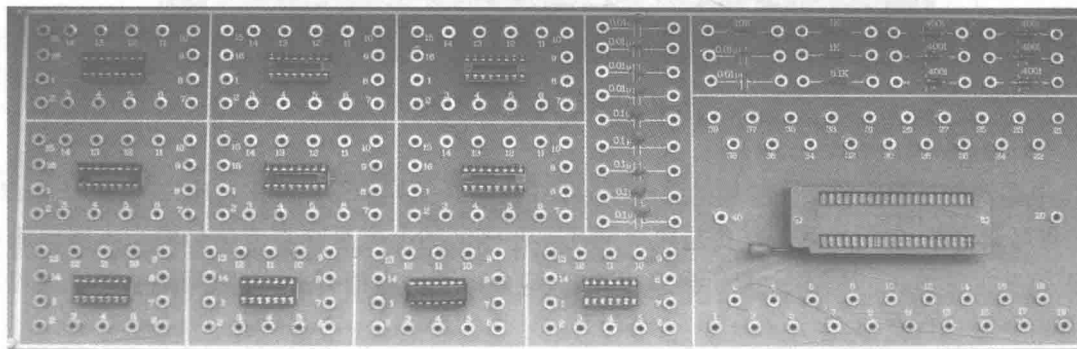


图 1.2 扩展板

1.4 模拟电路实验基本调试技术

实践证明,大多数的电子电路,即使完全按照所设计的电路参数进行安装,甚至已被前人验证是可行的电路,往往也难以实现预期的性能指标。这是因为理论、仿真与实际存在着很大的差异,如所用元件数值的误差、元器件性能的分散性、电路的寄生参数的影响、仪器设备的精度等。因此,必须经过实验测试和调整,才能发现和纠正设计和组装中的不足,使其达到预定的性能指标。所以,掌握电子电路的调试技术对于电子技术工作人员是非常重要的。下面介绍模拟电路实验中基本的调试方法和步骤。

1.4.1 电路的调试

现代的电子电路调试,分为软件仿真调试和硬件实际调试两部分。无论是软件仿真调试还是硬件实际调试,通常都是先进行分调,后进行总调。分调是对构成总体电路的各单元电路进行的调试,使之满足单元电路的个体技术指标。所谓总调,是对由各单元电路构成的总体电路进行的调试,最终使之实现总体技术指标,具体调试的步骤如下所述。

(1) 通电前的直观检测

1) 连线情况

检查连线是否有错连、多连和少连的情况。检查连线一般对照电路图进行,按照一定的顺序,如按电路图从左至右、从上往下的顺序检查,或者按信号流程的顺序检查。但若电路中连线较多,则应以元器件(如运算放大器、三极管)为中心,依次检查其引脚的有关连线。这样即可查出错连、多连和少连的线。为了确保连线的可靠,在查线时,最好使用数字万用表的蜂鸣器挡或指针式万用表的电阻挡对接线作通断检查,可以在元器件的引脚上直接测量,这样可同时查出接触不良的情况。

2) 元器件的安装情况

重点检查集成电路、二极管、三极管、电解电容等有极性的元件,引脚极性是否接错,引脚间有无短接,连接处有无接触不良。

3) 电源与信号源连接情况

①用万用表检查电源与地端有无短路,若有,则必须进一步检查其原因。若无,测量电源电压是否符合要求。

②检查信号源输出的频率、波形、幅度等参数是否符合要求,与电路的连接是否接错。

经过以上各项检查并确认无误后才可通电调试。

(2) 通电调试

1) 通电观察

通电后,首先应观察电路有无冒烟、异味、异响等异常现象,用手摸元器件是否烫手,电源是否有短路现象。如果发现异常现象,应立即关断电源,待排除故障后,重新接通电源。如果无异常,再用万用表测量被测电路的电源电压,和各器件电源引脚电压是否正常,若一切正常,则进入调试环节。

2) 静态调试

调试分为静态调试和动态调试。

静态调试是指在没有外加信号的情况下进行的直流测试和调整工作。通过测试模拟电路的静态工作点,数字电路各输入、输出端高、低电平及逻辑关系等,可以发现损坏的器件,判断电路工作情况,并及时调整更换元器件,使电路工作状态符合要求。

3) 动态调试

动态调试是指在静态调试正常的条件下加入适当频率和幅度的信号所进行的调试工作。对于模拟电路的调试方法是借助示波器、毫伏表等仪器沿信号方向逐级检测各关键点的波形、幅度及其他性能指标是否符合要求。发现与设计不符的情况,应对电路的相关部件进行调整。经调整后的电路,应重新进行静态调试。

4) 指标测试

在调试电路的整个工作中,指标测试既是过程也是结果。指标测试是一项严谨细致的工作,通过对测试数据的分析,能够对设计电路做出完整求实的结论。发现实验电路与设计要求存在差异,要找出原因,及时调整,甚至修正设计方案。为了得到满意的电路、可靠的数据,往往需要重复多次进行指标测试。

(3) 注意事项

为了保证调试效果,减小测量误差,提高测量精度,在调试时需注意下述几点。

- ①应注意万用表、金属工具以及导线等物品的摆放,防止通电后电路与金属导电物品接触发生短路故障。
- ②通电后不要用手去触摸元件的引脚或连线,避免人体静电对器件造成干扰或损坏。
- ③仪器的接地端应和电路的接地端连接在一起,防止测量结果出现误差。
- ④输入信号较弱或频率高时,应尽量使用屏蔽线,连接线尽可能短,减少分布电容的影响。
- ⑤插拔器件、连接或拆除导线,必须在关电状态下操作。
- ⑥测试时,应避免表笔或探头同时触碰器件的相邻引脚,防止造成短路而损坏器件。
- ⑦调试中,要认真观察和测量,做好实验记录,包括记录实验条件、实验现象、信号波形及相位、仪器型号、测试数据等。只有通过大量如实的实验记录,才能及时完善实验电路,才能形成良好的工作作风,才能逐步提高分析问题和解决问题的能力。

1.4.2 电子电路的干扰问题

造成电子电路的干扰原因很多,常见的有:

①接地不当引起的干扰。如接地线的电阻太大时,电路和各部分电流流过接地线会产生一个干扰信号,以致影响电路的正常工作。减小该干扰的有效措施是降低地线电阻,一般采用比较粗的铜线。

②“共地”是抑制噪声和防止干扰的重要手段。所谓“共地”是将电路中所有接地的元器件都要接在电源的电位参考点上。在正极性单电源供电电路中,电源的负极是电位参考点;在负极性单电源供电电路中,电源的正极是电位参考点;而在正负电源供电电路中,以两个电源的正负极串接点作为电位参考点。

③直流电源滤波不佳引入的干扰。各种电子设备一般都是用 50 Hz 电压经过整流、滤波及稳压得到直流电压源。但是该直流电压包含有频率为 50 Hz 或 100 Hz 的纹波电压,如果纹

波电压幅度过大,必然会给电路引入干扰。这种干扰是有规律性的,要减少这种干扰,必须采用纹波电压幅值小的稳压电源或引入滤波网络。

④感应干扰。干扰源通过分布电容耦合到电路,形成电场耦合干扰;干扰源通过电感耦合到电路,形成磁场耦合干扰。这些干扰均属于感应干扰,它将导致电子电路产生寄生振荡。消除和避免这类干扰的方法有两种:一是采用屏蔽措施,屏蔽壳要接地;二是引入补偿网络,抑制由干扰引起的寄生振荡。具体做法是在电路的适当位置接入电阻与电容相串联或单一电容网络,实际参数大小可通过实验调试来确定。

1.5 模拟电路故障检查方法

如果电路丧失了基本功能,或者反映电路特征的某些额定值、性能指标的偏差超出了规定的范围,如放大器无输出或输出波形严重失真等,就可以认为电路出现了故障。

(1) 常见故障原因

1) 测试仪器引起的故障

可能的测试仪器本身就有故障,功能失常或是与电路相连的信号线损坏,使之无法测试;还有可能是操作者对仪器使用不正确而引起的故障,如示波器通道选择错误,结果造成无波形输出。

2) 由电路中元器件本身原因引起的故障

如电阻、电容、晶体管及集成器件等特性不良或损坏。这种原因引起的故障现象经常是电路有输入而无输出或输出异常。

3) 人为引起的故障

如操作者将连线错接或漏接、元器件参数选错、三极管型号选错、二极管或电解电容极性接反等,都有可能导导致电路不能正常工作。

4) 电路接触不良引起的故障

如焊接点虚焊、插接点接触不牢靠、电位器滑动端接触不良、接地不良、引线断线等。这种原因引起的故障一般是间歇式或瞬时出现,或者突然停止工作。

5) 各种干扰引起的故障

所谓干扰,是指外界因素对电路有用信号产生的扰动。干扰源种类很多,如接地处理不当引入的干扰、直流电源因滤波不佳而引入的干扰、感应干扰等。

6) 电源引起的故障

如电源电压不稳定、接触不良、极性接反、对地短路等。

(2) 检查故障的基本方法

1) 直接观察法

直接观察法是指不使用任何仪器,只凭人的视觉、听觉、嗅觉以及直接碰摸元器件作为手段来发现电路有无发烫、冒烟、焦味、打火、开路、短路等现象。观察电路的布局、布线是否合理。观察电子元件的外观有无断裂、变形、损坏,引脚有无错接、漏接、短接。观察仪器仪表的使用挡位、读数方法是否正确。通电观察电源电压、接地点和器件的静态工作点是否正常。

2) 跟踪法

查找故障发生在电路的哪一个环节、哪一条连线,最常用的方法是在被调试电路的输入端接入适当幅度与频率的信号(如 $f=1\ 000\ \text{Hz}$ 的正弦信号),利用示波器,并按信号的流向,从前级到后级逐级观察电压波形及幅值的变化情况,从而找出故障所在。这种方法对各种电路普遍适用,在动态调试电路中更应使用。

3) 比较法

如怀疑某一电路存在问题时,可以将此电路的参数和工作状态与相同的正常电路一一进行对比,从中分析故障原因,判断故障点。

4) 替换法

当故障发生在电路比较隐蔽的地方,无法用常规的方法检查出来时,可用正常的免调试的模块电路或元件替换怀疑有问题的模块电路或元器件。如果故障排除了,说明故障出现在被替换的电路或元器件中,从而可以缩小故障范围,便于查找故障原因。

5) 补偿法

当有寄生振荡时,可用适当容量的电容器使电路各个合适部位通过电容对地短路。如果电容接到某点寄生振荡消失,表明振荡就产生在此点附近或前级电路中。特别要注意,补偿电容要选得适当,不宜过大,通常只要能较好地消除有害信号即可。

6) 短路法

短路法就是采取临时短接一部分电路来寻找故障的方法。短路法对检查断路故障最有效。但值得注意的是,在使用此方法时,应考虑到短路对电路的影响,如对稳压电路就不能采用短路法。

7) 断路法

断路法也是一种缩小故障范围的有效方法,且对检查短路故障最有效。例如,若某稳压电源接入一带有故障的电路使输出电流过大,此时,可分别断开各个供电支路,如果断开某一支路时,电流恢复正常,说明故障就发生在该支路。

在实际调试中,检查和排除故障的方法是多种多样的,上面仅仅列举了几种常用的方法。这些方法的使用可根据设备条件、故障情况灵活掌握,对于简单的故障或许用一种方法即可查找出故障点,但对于较复杂的故障则需采用多种方法,互相协调、互相配合,才能找出故障点。

第 2 章

Multisim 10 仿真软件及应用

2.1 Multisim 10 的基本功能与操作

2.1.1 Multisim 10 系统简介

Multisim 是美国国家仪器公司(NI, National Instruments)推出的一款优秀的电子仿真软件。Multisim 易学易用,便于电子信息、通信工程、自动化、电气控制类专业学生自学、便于开展综合性的设计和实验,有利于培养综合分析能力、开发和创新能力。

该软件主要有下述功能。

①Multisim 是一个原理电路设计、电路功能测试的虚拟仿真软件。

②Multisim 的元器件库提供数千种电路元器件供实验选用。基本器件库包含有电阻、电容等多种元件。基本器件库中虚拟元器件的参数是可以任意设置的,非虚拟元器件的参数是固定的,但是可以选择的。

③Multisim 的虚拟测试仪器仪表种类齐全,有一般实验用的通用仪器,如万用表、函数信号发生器、双踪示波器、直流电源;而且还有一般实验室少有或没有的仪器,如波特图仪、字信号发生器、逻辑分析仪、逻辑转换器、失真仪、频谱分析仪和网络分析仪等。

④Multisim 具有较为详细的电路分析功能,可以完成电路的瞬态分析和稳态分析、时域和频域分析、器件的线性和非线性分析、电路的噪声分析和失真分析、离散傅里叶分析、电路零点分析、交直流灵敏度分析等电路分析方法,以帮助设计人员分析电路的性能。

⑤Multisim 可以设计、测试和演示各种电子电路,包括电工学、模拟电路、数字电路、射频电路及微控制器和接口电路等。可以对被仿真电路中的元器件设置各种故障,如开路、短路和不同程度的漏电等,从而观察不同故障情况下的电路工作状况。在进行仿真的同时,软件还可以存储测试点的所有数据,列出被仿真电路的所有元器件清单,以及存储测试仪器的的工作状态、显示波形和具体数据等。

⑥Multisim 有丰富的帮助功能。

正是因为 Multisim 具有界面友好、功能强大、易学易用的优点,故其在众多仿真软件中脱

颖而出,成为了电类设计开发人员不可缺少的工具之一。利用 Multisim 可以实现计算机仿真设计与虚拟实验,它与传统的电子电路设计与实验方法相比,具有以下特点:设计与实验可以同步进行,可以边设计边实验,修改调试方便;设计和实验用的元器件及测试仪器仪表齐全,可以完成各种类型的电路设计与实验;可方便地对电路参数进行测试和分析;可直接打印输出实验数据、测试参数、曲线和电路原理图;实验中不消耗实际的元器件,实验所需元器件的种类和数量不受限制,实验成本低,实验速度快,效率高;设计和实验成功的电路可以直接在产品中使用。

本书以 Multisim 10 版本为例,介绍其基本功能与操作方法。

2.1.2 Multisim 10 的基本界面

(1) Multisim 10 的主界面

单击“开始”→“程序”→“National Instruments”→“Circuit Design Suite 10.0”→“Multisim”,启动 Multisim 10,可以看到如图 2.1 所示的 Multisim 10 的主界面。

主界面主要由菜单栏、工具栏、缩放栏、设计栏、仿真栏、工程栏、元件栏、仪器栏、电路图编辑窗口等部分组成。

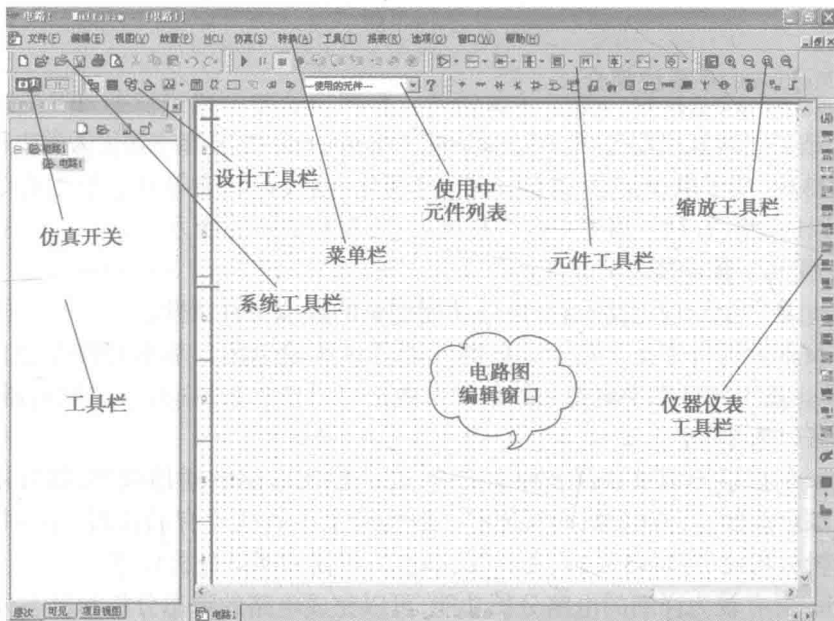


图 2.1 Multisim 10 主界面

(2) Multisim 10 菜单栏

Multisim 10 菜单栏有 12 个主菜单,如图 2.2 所示,菜单中提供了本软件几乎所有的功能命令。

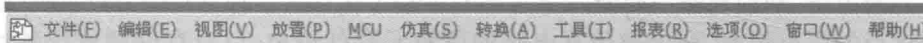


图 2.2 菜单栏

1) 文件菜单

文件菜单提供 19 个文件操作命令,如打开、保存和打印等,文件菜单中的命令及功能如图