



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

电工电子实验精品系列

模拟电子技术实验教程

MONIDIANZIJIISHU SHIYAN JIAOCHENG

房国志 主 编 >>



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

014005512

TN710-33
54

普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电工电子实验精品系列

内容简介

模拟电子技术实验教程

房国志 主编
王柏生 赵祥敏 李明 副主编



TN 710-33

54

哈尔滨工业大学出版社



北航

C1693387

内 容 简 介

本书是按照高等学校电子技术实验和课程设计的教学要求,结合作者多年的实践教学经验和研究成果编写的。本书共分5章,包括:模拟电子技术的实验方法,常用电子电路的基本测量方法、设计方法和调试方法,模拟电子技术基础型实验、设计型实验和综合型实验。基础型、设计型和综合型3个层次的实验有机结合贯穿于每一个实验项目,其中融入了编者多年的实验教学经验和注意事项。本书以这些实验、设计项目为载体,培养学生运用所学知识解决实际问题的能力,掌握科学研究与工程实践的基本方法,旨在提高学生的实践和创新能力。

本书可作为普通高等学校电气、电子、通信和计算机等电类各专业电子技术实验和课程设计的教材或教学参考书,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验教程/房国志主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5603-4187-3

I. ①模… II. ①房… III. ①模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教材
IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 169923 号

策划编辑 王桂芝 任莹莹
责任编辑 李长波
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 黑龙江省党校印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 9 字数 168 千字
版 次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-4187-3
定 价 22.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

普通高等教育“十二五”创新型规划教材
电工电子实验精品系列
编 委 会

主 任 吴建强

顾 问 徐颖琪 梁 宏

编 委 (按姓氏笔画排序)

尹 明 付光杰 刘大力 苏晓东

李万臣 宋起超 果 莉 房国志

序

电工、电子技术课程具有理论与实践紧密结合的特点,是工科电类、非电类各专业必修的技术基础课程。电工、电子技术课程的实验教学在整个教学过程中占有非常重要的地位,对培养学生的科学思维方法、提高动手能力、实践创新能力及综合素质等起着非常重要的作用,有着其他教学环节不可替代的作用。

根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020)》及《卓越工程师教育培养计划》“全面提高高等教育质量”、“提高人才培养质量”、“提升科学研究水平”、支持学生参与科学研究和强化实践教学环节的指导精神,我国各高校在实验教学改革和实验教学建设等方面也都面临着更大的挑战。如何激发学生的学习兴趣,通过实验、课程设计等多种实践形式夯实理论基础,提高学生对科学实验与研究的兴趣,引导学生积极参与工程实践及各类科技创新活动,已经成为目前各高校实验教学面临的必须加以解决的重要课题。

长期以来实验教材存在各自为政、各校为政的现象,实验教学核心内容不突出,一定程度上阻碍了实验教学水平的提升,对学生实践动手能力的培养提高存有一定的弊端。此次,黑龙江省各高校在省教育厅高等教育处的支持与指导下,为促进黑龙江省电工、电子技术实验教学及实验室管理水平的提高,成立了“黑龙江省高校电工电子实验教学研究会”,在黑龙江省各高校实验教师间搭建了一个沟通交流的平台,共享实验教学成果及实验室资源。在研究会的精心策划下,根据国家对应应用型人才培养的要求,结合黑龙江省各高校电工、电子技术实验教学的实际情况,组织编写了这套“普通高等教育‘十二五’创新型规划教材·电工电子实验精品系列”,包括《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电路原理实验教程》《电工学实验教程》《电工电子技术 Multisim 仿真实训》《电子工艺实训指导》《电子电路课程设计与实践》《大学生科技创新实践》。

该系列教材具有以下特色:

1. 强调完整的实验知识体系

系列教材从实验教学知识体系出发统筹规划实验教学内容,做到知识点全面覆盖,杜绝交叉重复。每个实验项目只针对实验内容,不涉及具体实验设备,体现了该系列教材的普适通用性。

2. 突出层次化实践能力的培养

系列教材根据学生认知规律,按必备实验技能—课程设计—科技创新,分层次、分类型统一规划,如《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电工学实验教程》《电路原理实验教程》,主要侧重使学生掌握基本实验技能,然后过渡到验证性、简单的综合设计性实验;而《电子电路课程设计与实践》和《大学生科技创新实践》,重点放在让学生循序渐进掌握比较复杂的较大型系统的设计方法,提高学生动手和参与科技创新的能力。

3. 强调培养学生全面的工程意识和实践能力

系列教材中《电工电子技术 Multisim 仿真实践》指导学生如何利用软件实现理论、仿真、实验相结合,加深学生对基础理论的理解,将设计前置,以提高设计水平;《电子工艺实训指导》中精选了 11 个符合高校实际课程需要的实训项目,使学生通过整机的装配与调试,进一步拓展其专业技能。并且系列教材中针对实验及工程中的常见问题和故障现象,给出了分析解决的思路、必要的提示及排除故障的常见方法,从而帮助学生树立全面的工程意识,提高分析问题、解决问题的实践能力。

4. 共享网络资源,同步提高

随着多媒体技术在实验教学中的广泛应用,实验教学知识也面临着资源共享的问题。该系列教材在编写过程中吸取了各校实验教学资源建设中的成果,同时拥有与之配套的网络共享资源,全方位满足各校实验教学的基本要求和提升需求,达到了资源共享、同步提高的目的。

该系列教材由黑龙江省十几所高校多年从事电工电子理论及实验教学的优秀教师共同编写,是他们长期积累的教学经验、教改成果的全面总结与展示。

我们深信:这套系列教材的出版,对于推动高等学校电工电子实验教学改革、提高学生实践动手及科研创新能力,必将起到重要作用。

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会副主任委员

中国高等学校电工学会理事长

黑龙江省高校电工电子实验教学研究会理事长

哈尔滨工业大学电气工程及自动化学院教授

吴建强

2013 年 7 月于哈尔滨



前言

《模拟电子技术实验教程》是在黑龙江省教育厅高教处的统一立项和指导下,在黑龙江省电工电子实验教学研究会统一组织下,总结黑龙江省各高校多年来的模拟电子技术实践教学改革经验,跟踪电工电子技术发展新趋势,并结合以往电工电子系列实验讲义和参阅相关资料的基础上,针对加强学生实践能力和创新能力培养的教学目标编写完成的。

模拟电子技术是理工类高等院校电类专业本科生重要的专业技术基础课,具有很强的实践性。本书是根据教育部十二五规划纲要对高等教育“强化实践教学环节”的要求,针对普通高等学校电气、电子类和其他相近专业本科学生的具体情况,按照电子技术实验的教学要求,结合作者多年的实践教学成果和经验,编写的大众化本科生实验教材。本书主要特色有:

1. 实验内容循序渐进,由浅入深,由基本到综合。根据不同的教学目的和训练目标,按照基础型、设计型和综合型组织实验教学内容,三者有机结合,使得实验具有一定的层次性和完备性。实验项目主要包括实验目的、实验预习要求、实验仪器设备、实验原理、实验内容及思考题等。本书将基础实验与设计实验有机结合,同一个实验也是按由浅入深,由基础到综合。这样可针对不同教学对象选择实验教学内容,有利于因材施教,提高学生的动手能力并强化学生的实践技能。

2. 模拟电子技术实验增设了一项在通用线路板上焊接单相桥式整流滤波电路的实验项目。通过基本焊接技术和实验技能的培训,既能培养学生的实践意识,又能为后续实验教学、课程设计和电子实习等打下良好基础。

3. 结合多年实验教学经验,针对实验中的常见问题和故障现象,给出了需要注意的温馨提示及排除故障的常规方法。

参加本书编写的教师多年从事电子技术课程的教学改革与实践,具有丰富的电子技术课程的教学和实践经验。本书由房国志组织和统稿,并负责了部分设计型实验的编写。第1章、第2章和综合型实验由王柏生编写,基础型实验由赵祥敏编写,部分设计型实验由李明编写。

在此感谢所有支持和参与该书出版的单位和同志,在编写过程中参阅或引用了部分参考资料,在此对这些作者表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大师生给予批评指正。

编者

2013年5月



目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 实验教学的基本要求	1
1.2 模拟电子技术实验的目的	2
1.3 模拟电子技术实验的方法	3
1.4 电子电路的基本测量方法	9
第 2 章 常用电子电路的设计和调试方法	12
2.1 常用电子电路的设计方法	12
2.2 常用电子电路的调试方法	15
第 3 章 模拟电子技术基础型实验	20
3.1 实验一 常用电子仪器的使用	20
3.2 实验二 单管共射极放大电路	23
3.3 实验三 晶体管两级放大电路	30
3.4 实验四 场效应管放大电路	33
3.5 实验五 负反馈放大电路	38
3.6 实验六 射级跟随器	42
3.7 实验七 差动放大电路	46
3.8 实验八 RC 正弦波振荡器	51
3.9 实验九 集成运算放大器的应用——模拟运算电路	53
3.10 实验十 集成运算放大器的应用——电压比较器	60
3.11 实验十一 功率放大器	65
3.12 实验十二 直流稳压电源	69
第 4 章 模拟电子技术设计型实验	76
4.1 实验一 静态工作点稳定电路的设计	76
4.2 实验二 模拟运算电路设计	81
4.3 实验三 负反馈放大电路的设计	86
4.4 实验四 频率和幅值可调的 RC 正弦波振荡电路	89
4.5 实验五 有源滤波电路	92



第5章 模拟电子技术综合型实验 99

5.1 实验一 非正弦信号发生器.....	99
5.2 实验二 温度监测及控制电路	103
5.3 实验三 用集成运算放大器组成万用电表	110
5.4 实验四 半导体三极管 β 值测量仪	116
5.5 实验五 模拟乘法器	122

参考文献..... 132

1	第一章 绪论	1.1
1	1.1 本书的基本情况和特点	1.1
2	1.2 本书的编写原则	1.2
3	1.3 本书的编写方法	1.3
4	1.4 本书的编写过程	1.4
5	1.5 本书的编写人员	1.5
6	1.6 本书的编写时间	1.6
7	1.7 本书的编写地点	1.7
8	1.8 本书的编写单位	1.8
9	1.9 本书的编写目的	1.9
10	1.10 本书的编写意义	1.10
11	1.11 本书的编写原则	1.11
12	1.12 本书的编写方法	1.12
13	1.13 本书的编写过程	1.13
14	1.14 本书的编写人员	1.14
15	1.15 本书的编写时间	1.15
16	1.16 本书的编写地点	1.16
17	1.17 本书的编写单位	1.17
18	1.18 本书的编写目的	1.18
19	1.19 本书的编写意义	1.19
20	1.20 本书的编写原则	1.20
21	1.21 本书的编写方法	1.21
22	1.22 本书的编写过程	1.22
23	1.23 本书的编写人员	1.23
24	1.24 本书的编写时间	1.24
25	1.25 本书的编写地点	1.25
26	1.26 本书的编写单位	1.26
27	1.27 本书的编写目的	1.27
28	1.28 本书的编写意义	1.28
29	1.29 本书的编写原则	1.29
30	1.30 本书的编写方法	1.30
31	1.31 本书的编写过程	1.31
32	1.32 本书的编写人员	1.32
33	1.33 本书的编写时间	1.33
34	1.34 本书的编写地点	1.34
35	1.35 本书的编写单位	1.35
36	1.36 本书的编写目的	1.36
37	1.37 本书的编写意义	1.37
38	1.38 本书的编写原则	1.38
39	1.39 本书的编写方法	1.39
40	1.40 本书的编写过程	1.40
41	1.41 本书的编写人员	1.41
42	1.42 本书的编写时间	1.42
43	1.43 本书的编写地点	1.43
44	1.44 本书的编写单位	1.44
45	1.45 本书的编写目的	1.45
46	1.46 本书的编写意义	1.46
47	1.47 本书的编写原则	1.47
48	1.48 本书的编写方法	1.48
49	1.49 本书的编写过程	1.49
50	1.50 本书的编写人员	1.50
51	1.51 本书的编写时间	1.51
52	1.52 本书的编写地点	1.52
53	1.53 本书的编写单位	1.53
54	1.54 本书的编写目的	1.54
55	1.55 本书的编写意义	1.55
56	1.56 本书的编写原则	1.56
57	1.57 本书的编写方法	1.57
58	1.58 本书的编写过程	1.58
59	1.59 本书的编写人员	1.59
60	1.60 本书的编写时间	1.60
61	1.61 本书的编写地点	1.61
62	1.62 本书的编写单位	1.62
63	1.63 本书的编写目的	1.63
64	1.64 本书的编写意义	1.64
65	1.65 本书的编写原则	1.65
66	1.66 本书的编写方法	1.66
67	1.67 本书的编写过程	1.67
68	1.68 本书的编写人员	1.68
69	1.69 本书的编写时间	1.69
70	1.70 本书的编写地点	1.70
71	1.71 本书的编写单位	1.71
72	1.72 本书的编写目的	1.72
73	1.73 本书的编写意义	1.73
74	1.74 本书的编写原则	1.74
75	1.75 本书的编写方法	1.75
76	1.76 本书的编写过程	1.76
77	1.77 本书的编写人员	1.77
78	1.78 本书的编写时间	1.78
79	1.79 本书的编写地点	1.79
80	1.80 本书的编写单位	1.80
81	1.81 本书的编写目的	1.81
82	1.82 本书的编写意义	1.82
83	1.83 本书的编写原则	1.83
84	1.84 本书的编写方法	1.84
85	1.85 本书的编写过程	1.85
86	1.86 本书的编写人员	1.86
87	1.87 本书的编写时间	1.87
88	1.88 本书的编写地点	1.88
89	1.89 本书的编写单位	1.89
90	1.90 本书的编写目的	1.90
91	1.91 本书的编写意义	1.91
92	1.92 本书的编写原则	1.92
93	1.93 本书的编写方法	1.93
94	1.94 本书的编写过程	1.94
95	1.95 本书的编写人员	1.95
96	1.96 本书的编写时间	1.96
97	1.97 本书的编写地点	1.97
98	1.98 本书的编写单位	1.98
99	1.99 本书的编写目的	1.99
100	1.100 本书的编写意义	1.100



1.1 实验教学的基本要求

在每次实验之前,学生须仔细阅读本实验指导书的相关内容,明确实验目的及要求;明确实验步骤、需要测试的数据及观察的现象;复习与实验内容有关的理论知识;预习仪器的使用方法和操作规程及注意事项;做好预习要求中提出的其他事项。

- (1) 遵守实验室规则, 注意人身和仪器设备的安全。
- (2) 实验开始前, 应先检查本组的元器件设备是否齐全完备, 了解元件使用方法、结构及组成和接线要求。

(4) 接线前应将元件合理布置,然后按电路图接线。实验电路走线、布线应简洁明了,便于测量。

(6) 实验中应严格遵循操作规程,改接线路和拆线一定要在断电的情况下进行,绝对不允许带电操作。如发现异常声、味或其他事故情况,应立即切断电源,报告指导教师检查处理。

(7) 测量数据或观察现象要认真细致, 实事求是。使用仪器仪表要符合操作规程, 切勿乱调旋钮、挡位, 注意仪表的正确读数。

(8) 未经许可,不得动用其他组的仪器设备或工具等物。

(9) 实验结束后,实验记录交指导教师查看并认为无误后,方可拆除线路。最后,应清理实验桌面,清点仪器设备。

(10) 爱护公物,发生仪器设备等损坏事故时,应及时报告指导教师,按有关实验管理规定处理。

(11) 自觉遵守学校和实验室管理的其他有关规定。

1.1.3 实验总结与实验报告

每次实验结束后,应对实验进行总结,即:整理实验数据,绘制波形和图表,分析实验现象,撰写实验报告。实验报告除写明实验名称、日期、实验者姓名、同组实验者姓名外,还包括:实验目的;实验仪器、设备、电子元器件(名称、型号);实验原理;实验主要步骤及电路图;实验记录(测试数据、波形、现象);实验数据整理(按每项实验的“实验报告要求”进行计算、绘图、误差分析等);回答每项实验的有关问题。

1.2 模拟电子技术实验的目的

“模拟电子技术实验”是高等学校电子类及相关专业学生的专业基础实验课程,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,以及为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础发挥重要作用。本实验课程应与“模拟电子技术”理论课程密切配合,按照基础型实验、设计型实验和综合型实验三个层次安排,理论课教师应参加实验课指导,了解实验全过程,综合考虑实验方案。实验课教师要及时了解理论课的进程及其更新内容,负责实施改革方案。

通过实验教学达到以下目的:

(1) 使学生正确熟练使用常用电子仪器、仪表。常用的仪器仪表有:双踪示波器、函数信号发生器、频率计、万用表、交流毫伏表、直流数字电压表和毫安表、直流可调稳压电源、直流可调信号源及工频低压交流电源等。

(2) 培养学生对模拟电子电路进行基本特性测试的能力。

(3) 培养学生具有正确处理实验数据、分析误差的能力。

(4) 培养学生具有初步调试、检查、分析和解决模拟电子电路中常见故障的能力。

(5) 培养学生能独立写出科学、严谨、文理通顺的实验报告。

(6) 培养学生具备一定的创新性思维与独立分析处理实际问题的能力。

1.3 模拟电子技术实验的方法

模拟电子技术实验内容非常广泛,其实验方法也多种多样,包含有多方面的内容。这里就不一一介绍了,本节只介绍基本实验方法。

1.3.1 测量仪器、仪表的选择和使用

在模拟电子技术实验中,能够顺利完成实验任务,保证应有的测量精度,与测量仪器、仪表的正确选择和使用是分不开的。

1. 测量仪器、仪表的正确选择

测量仪器、仪表种类繁多,而模拟电子技术各实验的内容对测量仪器、仪表的种类、性能要求也不尽相同。因此,如何在众多测量仪器、仪表中,能准确地选择出符合实验需要的测量仪器或仪表,这也不是太容易的事。要做到正确选择仪器、仪表,必须掌握三方面知识。首先必须了解各种常用仪器、仪表的工作原理,掌握其主要技术性能,并能熟练使用。其次,必须了解测试仪器、仪表的应用场合和使用条件,被测电路的性能指标要求及对仪器、仪表的要求。最后,也是很重要的一点,就是必须掌握测量仪器、仪表的选择原则。

选择仪器、仪表时,首先应注意,要选择的仪器、仪表,它的性能指标应符合被测电路的需要。也就是说,所选仪器、仪表的性能指标应能满足被测电路的要求。一般情况下,应从仪器、仪表的型号类型、工作频率、电压范围、测量精度和阻抗要求等方面全面考虑。其次,所选的仪器、仪表,在满足被测电路性能要求的前提下,应力求测量手段先进,测量方便、可靠。第三,对不同的测量仪器、仪表,应该有所侧重。

(1) 信号发生器的选择。

信号发生器的选择,一般要根据测量方案的需要,从输出信号的波形、频率范围、输出阻抗、输出信号的幅度等几方面来综合考虑。对模拟电路的实验来说,大多数实验需要的是正弦波信号,因此,可以选择一般的正弦波信号发生器,也可以选择函数信号发生器或多用途信号发生器。对数字电路实验来说,大多数需要的是脉冲信号,因此,一般应选择脉冲信号发生器或函数信号发生器和多用途信号发生器。但要注意三个问题:一是脉冲信号输出的幅度应满足被测实验电路是TTL电平还是CMOS电平或其他电平的需要;二是输出脉冲信号的占空比应满足被测电路的需要;三是输出脉冲信号的前、后沿的上升、下降的时间应符合实验电路的需要。

(2) 数字频率计的选择。

对模拟电路实验来说,只要根据频率测量范围和输入灵敏度的要求进行选择就可以了;对



数字电路实验来说,除了注意上述两点之外,还应注意有时需要满足脉冲周期、频宽等被测电路的需要。

(3) 示波器的选择。

对模拟电路的实验来说,应当注意频率使用的范围、输入阻抗的要求和能否满足对被测电路进行定量测量时的各种要求;对数字电路实验来说,除上述要求外,还要注意满足对被测脉冲信号进行前后沿、脉宽等参数的观察和测量的需要。

(4) 交流电子电压表的选择。

交流电子电压表,通常在模拟电路的实验中使用,在进行选择时,要求其测量电压的范围、使用的频率范围、基本误差及输入阻抗等满足被测实验电路的需要。在选择直流稳压电源时,要注意其输出的直流电压范围和带负载能力,要求满足被测电路的需要。

2. 测量仪器、仪表的正确使用

在实验中用到的测量仪器、仪表很多,每种仪器、仪表都有自己的特点和使用方法。但在使用时,一般都应注意以下几个问题:

(1) 详细阅读仪器使用说明,掌握使用方法。

(2) 仪器、仪表在接通电源之前,要全面检查仪器、仪表各开关、旋钮的位置是否正确,观察是否有松动、滑位、错位现象,发现后应及时处理,以免在使用中出现测量错误,损坏仪器、仪表和出现伤害事故。

(3) 要注意仪器、仪表的预热。

电子仪器一般都要经过预热,才能使仪器、仪表工作性能稳定,达到规定的技术指标,否则将影响测量误差。预热时间的长短一般要根据仪器、仪表的要求确定。

(4) 根据仪器、仪表的要求,在使用前要进行校准或调零。

有些仪表在使用前要进行调零。调零的原则是,当无任何信号输入时使其指示为零或规定值。调零的方式有机械调零和电气调零两种,机械调零在先。

有些仪器在使用前,特别在定量测试前,要进行校准。校准方法可根据仪表要求进行。

(5) 严格遵守操作规程,注意安全使用。

在实验中,严格按各仪器的要求进行操作,特别在高电压、大电流的测量中,更应注意安全。操作中认真观察,出现异常应立即报告、及时处理,避免损坏仪器或出现人身事故。

(6) 正确使用仪器、仪表的连接线。

对于非平衡式仪器、仪表,如信号发生器、毫伏表、示波器和频率计等,它们一般都有两根连线,其中一根为地线,一般与仪器机壳接在一起;另一根为输出(或输入)信号线,接在仪器

内部的输出(或输入)端子上。用电缆线或屏蔽线作为连接线时,电缆线或屏蔽线的芯线作为信号线用,而电缆线或屏蔽线外面的屏蔽层(金属网)作为地线用,把各仪器、仪表与实验电路相连接组成实验系统时,应把所有仪器、仪表的地线与实验电路的地线相连,千万不要把一种仪器或仪表的信号线接到实验电路的地线上。那种认为交流仪器或仪表的输出(或输入)两根线中没有正负,可以随便连接的想法是错误的。

对某些输入阻抗高的仪表应注意输入线的连接顺序,如指针式电子电压表,因其输入阻抗很高,如果在使用时,先接输入信号线,后接输入的地线;或者在拆线时,先拆地线,后拆信号线,则将在电压表的输入端产生很大的感应信号输入,导致电压表指示很大甚至指针被打断。因此在使用时,应先接地线,后接信号线;在拆线时,先拆信号线,后拆地线。又如示波器的输入阻抗很高,在示波器输入端悬空,或用手触摸示波器输入端的信号端时,都将在示波器上显示交流信号波形。因此在接线时一定要注意连接正确与接牢,否则在测量时将造成测量错误。同时,高输入阻抗的仪表,在进行高灵敏度测量时,一定要注意接线要短。

1.3.2 模拟电子技术实验的基本方法

模拟电子技术实验所用的器件,通常包括分立元件、集成元件和特殊器件三类。这里结合不同器件的特点,介绍基本的实验方法。

1. 模拟电子技术实验的一般步骤

(1) 确定实验电路。

根据实验题目和技术指标的要求,利用所学理论知识和查阅有关资料,经过分析对比,确定实验电路形式,画出框图和电路原理图。

(2) 完成电路设计。

根据确定的电路,进行必要的理论设计和计算。确定和选用电路元件的规格、型号和规范值。

(3) 安装电路。

根据实验电路的特点和性能要求,按照合理布局和安装电路的工艺要求,用面包板(或实验箱相应位置)搭出合适的电路。

(4) 确定调试的方法、步骤,选择合适的测量仪器、仪表。

根据电路的原理和特点,研究和确定调试方法、步骤,并根据调试要求,选用合适的测量仪器、仪表。

(5) 调试电路、排除故障。

为保证顺利完成实验任务,必须把实验电路调试到正常工作状态,为此,必须对调试电路在调试过程中出现的各种异常现象或故障进行冷静分析,找出原因,确定解决办法,完成调试工作。

(6) 电路性能指标的测量。

在电路正常工作的基础上,根据实验任务和技术指标的要求,确定性能指标的测量方案、测量框图,列出具体的测量方法、步骤,测量和记录实验数据,并对测量结果进行分析、计算和对比,以确定是否需要对电路作进一步的设计、调整与修改,最后使电路达到规定的技术指标。

2. 模拟电子技术实验电路的连接

要想顺利地完成任务,就必须有一个完整的、正确的实验电路。模拟电路实验内容繁杂,调试条件不相一致,因此,在实验电路的组装过程中,会存在各种各样的实际问题,这里仅就在电路的连接过程中应注意的几个问题进行介绍。

实验底板是实验电路的重要组成部分,在低频模拟电路实验中,常用的实验底板有面包板、万能板与实验箱插接元件底板等,在使用时要弄清底板的结构,防止出现漏接或短接现象。

实验所用的元件,在接入电路之前,一定要进行核对、测试。常用的电阻、电容虽然都给出了标称值,但在接入电路之前一定要对其数值、种类及主要性能指标进行核对,看其是否满足电路的要求。常用的有源器件如晶体管和集成电路,虽然都有明确的规格、型号要求,但其电性能指标是存在离散性的,在使用之前必须进行逐一测试,了解其性能情况,以便作为检查实验技术指标、分析实验数据误差的依据,为顺利完成实验任务做好准备。

元件在实验底板上的布局、连接对电路的性能影响很大,不同的实验电路,对元件的布局 and 连接要求也不同,一般应注意以下几点:

(1) 元件布局要合理,力求调节、测试方便及安全。一般以单元电路为格局,以有源器件为核心,合理安排输入、输出、正负电源及各种可调元件的位置,注意布局对电路性能的影响。

(2) 布线应合理,既考虑布线对性能的影响,又应注意整齐、美观。布线尽量做到直、短,尤其高频时更是如此。布线应敷在实验板上,防止悬空和松动。

(3) 元件安装时应注意将标称值朝上或朝外,并与布线散开,同时还要注意某些元器件的极性。

(4) 连接应注意线径要符合面包板的要求。低频时可用单芯线,高频适宜用多芯线,并注

意裸线长度应在 5 mm 左右。

(5) 要共地,并注意接地方式,尤其高频更应注意。

(6) 为便于检查,连线的颜色应力求有规律。通常正电源线引线用红色,地线引线用黑色。

3. 电路的调整与测试

此部分内容将在第 2 章进行介绍。

4. 实验故障的检查

模拟电路实验内容很广泛,实验故障的现象、原因及检查处理的方法也各不相同。这里仅对故障产生的原因、检查故障的原则和方法做一般性的介绍。

(1) 故障产生的原因。

产生故障的原因很多,常见的主要有以下几种:

① 实验元器件的故障。这里有三方面原因:一是元器件本身的数值、规格、型号、性能不符合实验的要求;二是元器件本身经长时间使用所产生的性能老化、变值、失效等;三是使用不当造成(例如接错、极性接反等)。

② 布线错误。实验中这种故障占很大比重,主要故障有:接错、漏接、接触不良和布线不合理造成的故障等。

③ 仪表使用错误。主要有仪表的开关或旋钮的挡位不对(错位、滑位)、使用方法不对、读数不对等。

④ 其他原因。常见的有:忘记接地线或接地方式不对,供电电压不对或接错等。

(2) 检查故障的原则。

检查故障应当遵循“由大到小,由外到内,由简单到复杂”的原则。

通常实验系统由实验电路和测试仪器、仪表组成。由于实验内容不同,实验电路有的简单,有的复杂,有单级的电路,也有多级的电路。实验所用仪器、仪表,在很多情况下,都是由直流稳压电源、函数信号发生器、交流毫伏表、示波器及其他相关仪器、仪表等共同连在一起,因此实验系统有时范围很大。当处理故障时,首先按照由大到小的原则,逐渐缩小故障的范围,最后把故障缩小到某一局部。

(3) 检查故障的方法。

通过测试仪器、仪表,如示波器、毫伏表或万用表,按信号流程对实验电路的各部分分别检查,根据异常情况判断出故障的部位。实验系统包括许多部分,检查、处理故障的顺序,首先应从实验电路的外部做起,先检查各种测试仪器、仪表及其连线,再检查实验电路的外部连线(电

源线、地线),最后深入到实验电路的内部进行检查,判断故障部位。

在实验中,实验故障多种多样,有简单的也有复杂的。为了尽快查出故障,首先应从简单、最容易的故障开始查起,然后再逐渐深入,处理复杂故障。不要一开始就把故障想象得很复杂,以免耽误了故障的检查。

常用的故障检查法有两种,即观察检查法和测量检查法。

① 观察检查法。首先不要接通电源。凭视觉观察查线,检查的步骤是,先检查实验电路的电源线和地线、输入线和输出线是否正常,然后以有源器件为核心,按信号流程,依次逐级检查。检查各级元件的数值、规格、型号是否正确,有无错接、漏接、极性接反等情况,各种接线有无接错、漏接情况,各种仪表的连线及开关、旋钮的挡位是否正常等。

② 测量检查法。利用观察检查法仍未发现故障,可采用测量检查法进行检查。这里又可分为静态检查和动态检查两种情况。

A. 静态检查。在观察检查法的基础上,首先不接通电源。利用万用表的电阻挡检查实验电路中某些点对地的阻值,然后根据阻值的大小,分析出故障产生的原因或找出检查故障的办法。在此基础上,可接通直流电源,观察电路有无异常现象(发热、冒烟等),然后利用万用表直流电压挡,测量实验电路中各点的电位,再进行分析、比较,查出故障。

在静态检查时,特别要注意电路中有源器件电源的检查,确保各管脚电源可靠地加上,并根据各管脚电位的大小和极性判断电路是否正常工作。例如,对于阻容耦合放大器,应根据各管的基极电位、发射极电位、集电极电位的大小和极性,判断放大器是工作在放大区、饱和区,还是截止区。尤其是集成运放,一般都是双电源供电,应重点检查正负电源,电源的地和运放的地是否相连。

B. 动态检查。在静态检查的基础上,利用示波器、交流毫伏表或万用表,对实验电路中各点的电位、电流或波形进行测量,为分析、检查故障提供依据,进行逐级逐点检测,然后根据信号的波形及幅度,判断电路是否正常工作或检查出故障点。

在进行动态检查时,特别要对电路本身是否存在自激振荡,是否存在外界干扰(如交流电,电台、电视台邻近工作电路,各种电器及其他外界干扰)等进行分析、检查,以便对故障作出可靠判断。

利用测量检查法检查故障时,一方面要根据故障现象和实验原理进行有针对性的测量,另一方面还要灵活运用所学理论知识,分析测量结果,从中发现问题,进而检查出故障产生的原因。在检查分析故障时,静态检查和动态检查有时是交叉进行的。

实验中的故障各种各样,分析、检查故障的方法也是多种多样的。一般应根据具体情况,