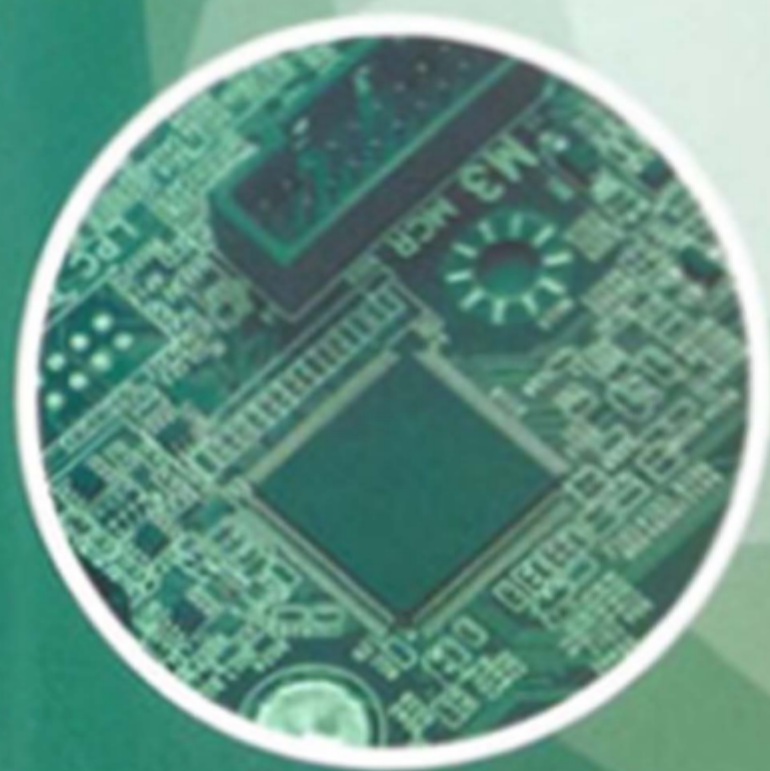


模拟电子技术实验

主 编○曹 晖 钟化兰
副主编○徐 征 袁世英 张红丽 石 杰



山东大学出版社

模拟电子技术实验

主 编 曹 晖 钟化兰

副主编 徐 征 袁世英 张红丽 石 杰

西南交通大学出版社

• 成 都 •

内容简介

本书是根据高等院校工科专业模拟电子技术实验课程的要求,结合工程教育专业认证,遵循以学生为中心,为培养学生的实验操作能力和综合设计能力而编写的。

全书共分5章:第1章是模拟电子技术实验基础知识,介绍了模拟电子技术实验常用的方法和技术;第2章是模拟电子技术基础型实验项目;第3章是提高型实验项目;第4章是综合设计型实验项目;第5章是Multisim14仿真实验项目,介绍了7个模拟电子电路实验,使学生学会并掌握Multisim14在模拟电子技术仿真中的应用。

本书内容丰富,层次分明,可作为高等院校工科各专业模拟电子技术实验教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验 / 曹晖, 钟化兰主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2021.8
ISBN 978-7-5643-8067-0

I. ①模… II. ①曹… ②钟… 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(2021)第117103号

Moni Dianzi Jishu Shiyān

模拟电子技术实验

主编 曹晖 钟化兰

责任编辑 赵永铭

封面设计 曹天擎

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段111号
西南交通大学创新大厦21楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 13.75

字数 319 千

版次 2021年8月第1版

印次 2021年8月第1次

定价 39.80 元

书号 ISBN 978-7-5643-8067-0

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

内容简介

本书是根据高等院校工科专业模拟电子技术实验课程的要求，结合工程教育专业认证，遵循以学生为中心，为培养学生的实验操作能力和综合设计能力而编写的。

全书共分五章：第 1 章是模拟电子技术实验基础知识，介绍了模拟电子技术实验常用的方法和技术；第 2 章是模拟电子技术基础型实验项目；第 3 章是提高型实验项目；第 4 章是综合设计型实验项目；第 5 章是 Multisim14 仿真实验项目，介绍了 7 个模拟电子电路实验，使学生学会并掌握 Multisim14 在模拟电子技术仿真中的应用。

本书内容丰富，层次分明，可作为高等院校工科各专业模拟电子技术实验教材使用。

P/前言

reface

本书严格按照教育部工科电工课程指导委员会关于模拟电子技术课程实验教学的要求，结合当前高校参与工程教育专业认证，明确工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求。本书以新的模拟电子技术实验教学大纲为基础编写实验教学的整个过程。新大纲要求从实验预习、实验操作、实验报告等方面，对学生的实验教学进行全程量化。在构建实验项目时，完全按照这几个方面完成，特别是实验预习，进行了量化处理。同时强调工程应用培养中的仿真过程锻炼，要求学生在预习过程中掌握仿真，为以后的工程应用打好基础。

本书共分 5 章。第 1 章是模拟电子技术实验基础知识，介绍了模拟电子技术实验常用的方法和技术；第 2 章是模拟电子技术基础型实验项目；第 3 章是提高型实验项目；第 4 章是综合设计型实验项目；第 5 章是 Multisim14 仿真实验项目，介绍了 7 个模拟电子电路实验，使学生学会并掌握 Multisim14 在模拟电子技术仿真中的应用。

本教材的编写，力求达到如下特点：

(1) 内容丰富，层次分明。设计的实验项目，适合不同层次、不同条件的实践教学需要。

(2) 与实验课程教学改革紧密结合。综合设计型实验适合于开放性实验的要求，符合培养学生动手能力、工程实践能力和创新能力的教改目标。

(3) 结合工程教育专业认证要求专业课程体系设置，严格按照新的大纲的要求编写。

本书由曹晖、钟化兰担任主编，负责全书的组织和定稿，徐征、袁世英、张红丽、石杰担任副主编，协助编撰工作。曹晖负责编写第 1 章，第 2 章的实验 1、实验 2、实验 3；第 3 章的实验 1、实验 2，第 5 章的实验 1、实验 2。钟化兰负责编写第 2 章的实验 4、实验 5、实验 6；第 5 章的实验 3、实验 4。徐征负责编写第 3 章的实验 3、实验 4、实验 5、实验 6。袁世英负责编写第 2 章的

实验 7、实验 8、实验 9、实验 10、实验 11。张红丽负责编写第 4 章的实验 1、实验 2、实验 3、实验 4。石杰负责编写第 4 章的实验 5、实验 6、实验 7、实验 8。樊辉娜(江西机电职业技术学院)负责编写第 5 章的实验 5、实验 6、实验 7。江西科技师范大学的殷志坚教授审阅了全书,提出了很多宝贵的意见和建议。学校的相关部门负责同志、西南交大出版社对本书编写工作给予了许多支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

本书在编写构思和选材过程中参考了国内外诸多的文献资料,在此向文献资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者学识能力有限,书中难免存在疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2021 年 5 月

C / 目录 ontents

第 1 章 模拟电子技术实验基础知识

1.1 模拟电子技术实验须知	001
1.2 常用仪器仪表的原理及使用	008
1.3 模拟电路实验箱	036
1.4 常用电子元器件介绍	041
1.5 电信号基本参数的测量方法	065
1.6 噪声干扰以及采取的措施	074

第 2 章 模拟电路基础型实验

实验 1 常用电子仪器的使用	078
实验 2 晶体管共射极单管放大器	082
实验 3 场效应管放大器	091
实验 4 负反馈放大器	096
实验 5 差动放大器	101
实验 6 集成运算放大器参数测试	105
实验 7 集成运放的应用 (一)	111
实验 8 集成运放的应用 (二)	116
实验 9 RC 正弦波振荡器	120
实验 10 OTL 功率放大器	125
实验 11 串联型晶体管稳压电源	129

第 3 章 模拟电路提高型实验

实验 1 共射极放大器的设计	135
----------------------	-----

实验 2	多级交流放大器的设计	141
实验 3	仪用放大器的设计	148
实验 4	有源滤波器的设计	151
实验 5	函数发生器的设计	160
实验 6	直流稳压电源的设计	165

第 4 章 模拟电路综合设计型实验

实验 1	模拟集成运算放大器组成万用电表的设计	172
实验 2	晶体管 β 值自动测量分选仪	175
实验 3	多路防盗报警器	177
实验 4	集成运算放大器简易测试仪	179
实验 5	温度测量与控制器	181
实验 6	电子配料称	181
实验 7	扩音机的设计	182
实验 8	电压/频率变换器的设计	183

第 5 章 Multisim14 在模拟电路实验中的应用

实验 1	Multisim14 电路仿真软件的使用入门	184
实验 2	晶体管单管放大电路的测量	189
实验 3	晶体管输出特性曲线的测量	194
实验 4	有源滤波器特性曲线的测量	196
实验 5	集成运放的参数测试	203
实验 6	RC 桥式正弦波振荡电路	206
实验 7	直流稳压电源的设计和调测	210

参考文献		214
------	--	-----

第 1 章 模拟电子技术实验基础知识

1.1 模拟电子技术实验须知

1.1.1 电子电路实验的意义、目的要求

模拟电子技术是一门工程性和实践性很强的课程，而模拟电子技术实验是该课程的重要教学环节之一。模拟电子技术实验就是按教学、生产和科研的具体要求对所设计的电子电路进行安装、调试与测试的过程。在实验过程中，既能验证理论的正确性和实用性，又能从中发现理论的近似性和局限性。在实验过程中，往往可以发现新问题，产生新的设想，既促使电子电路和应用技术的进一步发展，又培养了学生的创新意识和创造能力。

目前，电子技术的发展日新月异，新器件、新电路相继产生并迅速转化为生产力。要认识和掌握应用种类繁多的新器件和新电路，最为有效的途径就是进行实验。通过实验，可以分析器件和电路的工作原理，完成性能指标的检测，可以验证和扩展器件、电路的性能或功能的使用范围；可以设计并制作出各种实用电路、实用产品。可见，熟练掌握模拟电子技术实验技术，对从事电子技术工作的人员来说是至关重要的。

通过模拟电子技术实验可以巩固和加深电子技术的基础理论和基本概念，使学生受到必要的基本实验技能的训练，学会识别和选择所需的元器件，设计、安装和调试实验电路，分析实验结果，从而提高实际动手能力、分析问题和解决问题的能力。使学生达到下述要求：

(1) 看懂基本电子电路图，具有分析电路的能力；具有合理选用元器件并构成小系统电路的能力。

(2) 掌握查阅和利用技术资料解决实际问题的方法；具有分析和排除基本电子电路一般故障的能力。

(3) 正确使用常用电子仪器，如示波器、信号发生器、数字万用表、稳压电源等；掌握常用电子测量仪器的选择、仪器说明书的使用和仪器的使用方法；掌握各种电信号的基本测试方法。

(4) 能够根据实验任务拟定实验方案，独立完成实验，写出严谨的、有理论分析的、实事求是的、文字通顺和字迹端正的实验报告。

(5) 具有严肃、认真的工作习惯和实事求是的科学态度；初步具有正确处理实验数据、分析误差的能力。

(6) 掌握实验室的安全用电常识。

1.1.2 模拟电子技术实验环节

模拟电子技术实验分三个层次进行：

(1) 验证性实验。它主要是以电子元器件特性参数和基本单元电路为主。根据实验目的、实验电路，运用仪器设备，按照较详细的实验步骤，通过实验操作来验证模拟电子技术的有关理论，从而进一步巩固学生的基本知识和基本理论。

(2) 提高性实验。它主要根据给定的实验由学生自行选择测试仪器，拟定实验步骤，完成规定的电路性能指标测试任务，从而进一步掌握电路的工作原理。

(3) 综合性和设计性实验。学生根据给定的实验题目、内容和要求，自行设计实验电路，选择合适的电子元器件来组装实验电路，拟定出调整测试方案，最后达到设计要求。通过这个过程，培养学生综合运用所学知识解决实际问题的独立工作能力。

为了达到上述模拟电子技术实验的预期目的和实验效果，可以通过课内实验与课外实践相结合，利用课外学习 EWB、Multisim14 虚拟仿真设计软件的使用，并进行仿真实验练习，提高学生综合应用能力。课内必须做好实验前的预习、进行实验和实验报告等几个主要环节。

1.1.2.1 实验预习

实验能否顺利进行并收到预期的效果，很大程度上取决于实验前的预习和准备工作是否充分。因此每次实验前，必须仔细阅读实验教材，明确本次实验的目的与任务，掌握必要的实验理论和方法，了解实验内容和实验设备的使用方法。

对不同类型实验在实验前应具有不同的预习要求，具体的预习报告的要求如下：

1. 验证性实验

(1) 首先搞清实验目的，熟悉所用仪器设备，根据《模拟电子技术》所学的理论知识，弄清电路的工作原理及各元器件的作用。根据器件手册查出所用器件的外部引脚排列、主要参数等。

(2) 认真预习实验内容、实验步骤和测试方法，设计实验数据记录表格等。

(3) 回答有关的思考题。

2. 提高性实验

(1) 在搞清实验目的、实验内容及要求的基础上，列出本次实验所需仪器、仪表等设备。

(2) 拟定详细的实验步骤，包括调试步骤和测试步骤，设计实验数据记录表格等。

3. 综合设计性实验

(1) 根据教师对本次实验提出的要求，结合自己学习的实际情况，认真选择实验方案。

(2) 根据方案要求，设计或选用实验电路和测试电路。设计电路时，计算要正确，

步骤要清楚，画出的电路图要整洁，元器件符号要标准化，参数要符合系列化标准值。

- (3) 本次实验所用元器件、仪器、仪表和详细清单，在实验前一天交实验室。
- (4) 确定详细的实验步骤，包括实验电路的调试步骤和测试步骤。
- (5) 设计实验数据记录表。

1.1.2.2 实验过程

正确的操作程序和良好的工作方法是实验顺利进行的保证。因此，实验时要求做到：

(1) 按编号固定各自的实验台进行实验。进入实验室后，认真检查本次实验使用元器件的型号、规格和数量是否符合要求，检查所用电子仪器设备的状况，若发现故障应报告指导教师及时排除，以免耽误上课时间。

(2) 认真听取指导教师对实验的介绍。

(3) 根据实验电路的结构特点，采用合理的接线步骤。一般按“先串联后并联”“先接主电路后接辅助电路”的顺序进行，以避免遗漏和重复。接线完毕，要养成自查的习惯。

(4) 实验电路接好后，检查无误方可接入电源（注意：接入电源前要调整好电源，使其大小和极性满足实验要求）。要养成实验前“先接实验电路后接通电源”，实验完毕后，“先断开电源后拆实验电路”的操作习惯。

(5) 电路接通后，不要急于测定数据，要按实验预习时所预期的实验结果，概略地观察全部现象以及各仪表的读数变化范围。然后开始逐项实验，测量时要有选择地读取几组数据（为便于检查实验数据的正确性，实验时应带计算器）。读取数据时，要尽可能在仪器仪表的同一量程内读数，减少由于仪器仪表量程不同而引起的误差。

(6) 如实验中要求绘制曲线，至少要读取 10 组数据，而且在曲线的弯曲部分应多读几组数据，这样画出的曲线就比较平滑准确。

(7) 测量数据经自审无误后交指导教师复核，经检查正确后才拆掉电路，避免因数据错误需要重新接线测量，而花费不必要的时间。

(8) 实验结束后，应做好仪器设备和导线的整理以及实验台面的清洁工作，做到善始善终。

1.1.2.3 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、所出现的问题以及采取的解决方法加以分析、总结的过程。实验报告要求文理通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、结论正确、分析合理。

对于工科学生来说，撰写实验报告是一种基本技能训练，通过写实验报告，能够深化对基础理论的认识，提高对基础理论的应用能力；提高记录、处理实验数据，分析与判断实验结果的能力；培养严谨的学风和实事求是的科学态度；锻炼科技文章的写作能力等。因此，撰写实验报告是实验工作不可缺少的一个重要环节，不可忽视。具体要求如下：

- (1) 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，按要求绘制好波形图、曲线图等。

(2) 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，从而得出正确的结论。

(3) 对实验中存在的一些问题进行讨论，并回答思考题。

1.1.3 实验电路安装与调试技术

1.1.3.1 实验电路安装

目前，实验室广泛应用插件实验板（面包板）进行实验电路安装调试。因此必须掌握实验电路的安装方法。

1. 插件实验电路板的使用方法

一般插件板如图 1.1.1 所示。每块插件电路板中央有一凹槽，是为直接插入集成电路器件而设置的。凹槽两边各有小孔，每列小孔的 5 个小孔相互连通，插件电路板的上、下各有一排相互连通的小孔，一般可作为电源线或地线插孔用（注意不同型号的插件电路板上、下两排的插孔连通方式是不同的，使用时应先用万用表判别其连通方式）。

目前，插件电路板有好多种规格。但不管哪一种，其结构和使用方法大致相同，即每列 5 个插孔内均用一块磷铜片相连。这种结构造成相邻两列插孔之间分布电容大。因此，插件电路板一般不适用于高频电路实验中。

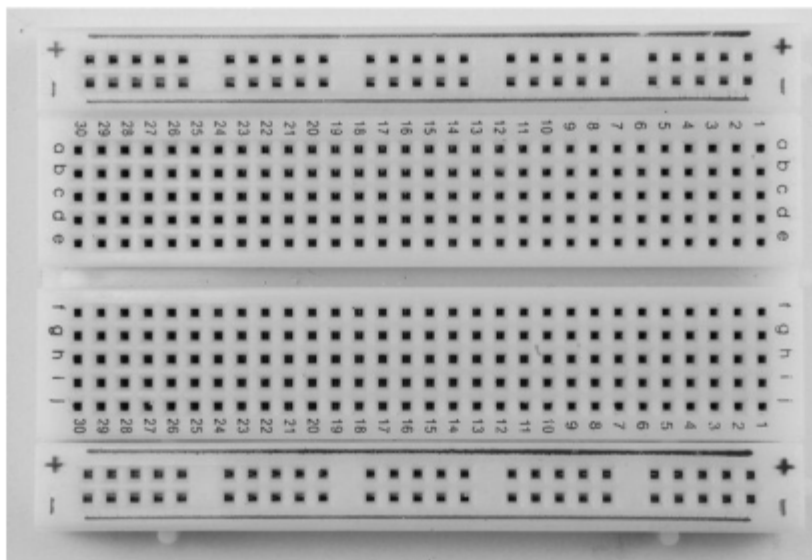


图 1.1.1 SYB-400 型插件板实物图

使用插件电路板时要注意清洁。切勿将焊锡或其他异物掉入插孔内，用毕要用防护罩包好，以免灰尘进入插孔造成接触不良。

2. 集成电路的安装

为防止集成电路受损，在插件电路板上插入或拔出时要非常细心。插入时应使器件的方向一致，缺口朝左，使所有引脚均对准插件电路板上的小孔，均匀用力按下，拔出时，最好用专用拔钳，夹住集成块两头，垂直往上拔起，或用小起对撬，以免其受力不

均匀使引脚弯曲或断裂。

3. 电路的安装

采用插件电路板安装实验电路板时，元器件的安装方式可根据实验电路的复杂程度灵活掌握。但安装电路时均应注意以下几点：

(1) 通常实验板左端为输入、右端为输出。应按输入级、中间级、输出级的顺序进行安装。

(2) 同一块实验板上的同类元器件应采用同一安装方式，距实验板表面的高度应大体一致。若采用立式安装，元器件型号或标称值应朝同一方向，而卧式安装的元器件型号或标称值应朝向上方，集成电路的定位标志方向应一致。

(3) 凡具有屏蔽罩的磁性器件，如中频变压器等，其屏蔽罩应接到电路的公共地端。

(4) 元器件的引线一般不宜剪得过短，以利于重复利用。

1.1.3.2 布线的一般原则

元器件之间的连接均由导线完成。所以，合理布线的基础是合理地布件。布件不合理，一般布线也难于合理。

一般布线原则如下：

(1) 应按电路原理图中元器件图形符号的排列顺序进行布件，多级实验电路要成一直线布局，不能将电路布置成“L”或“π”字形。如受实验板面积限制，只能布成上述形状，则必须采取屏蔽措施。

(2) 布线前，要弄清管脚或集成电路各引出端的功能和作用。尽量使电源线和地线靠近实验电路板的周边，以起一定的屏蔽作用。

(3) 信号电流强的与弱的引线要分开；输出与输入信号引线要分开，还要考虑输入、输出引线各自与相邻引线之间的相互影响，输入线应防止邻近引线对它产生干扰（可用隔离导线或同轴电缆线），而输出线应防止它对邻近导线产生干扰；一般应避免两条或多条引线互相平行；所有引线应尽可能地并避免形成圈套状或在空间形成网状；在集成电路上方不得有导线（或元件）跨越。

(4) 所用导线的直径应和插件电路板的插孔粗细相配合，太粗会损坏插孔内的簧片，太细易接触不良；所用导线最好分色，以区分不同的用途，即正电源、负电源、地、输入与输出用不同颜色导线加以区分，如习惯上正电源用红色导线、地线用黑色导线等。

(5) 布线应有步骤地进行，一般应先接电源线、地线等固定电平连接线，然后按信号传输方向依次接线并尽可能使连线贴近实验面板。

1.1.3.3 电路调试和故障的排除

1. 电路的调试

电路安装完毕后，必须经过调试才能正常工作。通常采用以下两种调试电路的方法。第一种是采用边安装边调试的方法。把一个总电路按框图上的功能分成若干单元电路分别进行安装和调试，在完成各单元电路调试的基础上逐步扩大安装和调试的范围，最后

完成整机调试。对于新设计的电路，此方法既便于调试，又能及时发现和解决问题，该方法适合于课程设计中采用。第二种方法是整个电路安装完毕后，实行一次性调试。这种方法适合于定型产品。

调试时应注意做好调试记录，准确记录各部分的测试数据和波形，以便于分析和运行时参考。一般调试步骤如下：

(1) 通电前检查。

电路安装完毕后，首先应检查电路各部分的接线是否正确，检查电源、地线、信号线、元器件的引脚之间有无短路，器件有无接错。

(2) 通电检查。

接入电路所要求的电源电压，观察电路中各部分器件有无异常现象。如果出现异常现象，应立即关断电源，待排除故障后方可重新通电。

(3) 单元电路调试。

在调试单元电路时应明确本部分的调试要求，按调试要求测试性能指标和观察波形。调试顺序按信号的流向进行，这样可以把前面调试过的输出信号作为后一级的输入信号，为最后的整机统调创造条件。电路调试包括静态和动态调试，通过调试掌握必要的数据、波形、现象，然后对电路进行分析、判断、排除故障，完成调试要求。

(4) 整机统调。

各单元电路调试完成后就为整机调试打下了基础。整机统调时应观察各单元电路连接后各级之间的信号关系，主要观察动态结果，检查电路的性能和参数，分析测量的数据和波形是否符合设计要求，对发现的故障和问题及时采取处理措施。

2. 电路故障的排除

电路故障的排除可以按下述 8 种方法进行。

(1) 信号寻迹法。寻找电路故障时，一般可以按信号的流程逐级进行。在电路的输入端加入适当的信号，用示波器或电压表等仪器逐级检查信号在电路内各部分传输的情况，根据电路的工作原理分析电路的功能是否正常，如果有问题，应及时处理。调试电路时也可以从输出级向输入级倒推进行，从电路最后一级的输入端加入信号，观察输出端信号是否正常，然后逐级将适当信号加入前面一级电路输入端，继续进行检查。这里所指的“适当信号”是指频率、电压幅值等参数应满足电路要求，这样才能使调试顺利进行。

(2) 对分法。把有故障的电路分为两部分，先检查这两部分中究竟是哪部分有故障，然后再对有故障的部分对分检测，一直到找出故障为止。采用“对分法”可减少调试工作量。

(3) 分割调试法。对于一些有反馈的环形电路，如振荡电路、稳压电路，它们各级的工作情况互相有牵连，这时可采取分割环路的方法，将反馈环去掉，然后逐级检查，可更快地查出故障部分。对自激振荡现象也可以用此法检查。

(4) 电容器旁路法。如遇电路发生自激振荡或寄生调幅等故障，检查时可用一只容量较大的电容器并联到故障电路的输入或输出端，观察对故障现象的影响，从而分析故障的部位。在放大电路中，若旁路电容失效或开路，将使负反馈加强，输出量下降，此

时用适当的电容并联在旁路电容两端，就可以看到输出幅度恢复正常，也就可以断定是旁路电容的问题。这种检查可能要多处试验才有结果。这时要细心分析引起故障的原因，这种方法也用来检查电源滤波和去耦电路的故障。

(5) 对比法。将有问题的电路状态、参数与相同的正常电路进行逐项对比。此方法可以较快从异常的参数中分析出故障。

(6) 替代法。把已调试好的相同的单元电路代替有故障或有疑问的单元电路（注意共地）。这样可以很快判断故障部位。有时，元器件的故障不很明显，如电容漏电、电阻变质、晶体管和集成电路性能下降等。这时用相同规格的优质元器件逐一替代实验，就可以具体地判断故障点，加快查找故障点的速度，提高调试效率。

(7) 静态测试法。故障部位找到后，要确定是哪一个或哪几个元件有问题，最常用的是静态测试法和动态测试法。静态测试法是用万用表测试电阻值、电容漏电、电路是否断路或短路，晶体管和集成电路各引脚电压是否正常等。这种测试是在电路不加信号时进行的，所以叫静态测试。通过这种测试可发现元器件的故障。

(8) 动态测试法。当静态测试法还不能发现故障原因时，可以采用动态测试法。测试时在电路的输入端加上适当的信号再测试元器件的工作情况，观察电路的工作状况，分析、判断故障原因。

1.1.4 实验安全措施及注意事项

1.1.4.1 实验安全措施

为了人身与设备安全，保证实验顺利进行，进入实验室后要遵守实验室的规章制度和实验室安全规则。

1. 人身安全

(1) 实验时不得赤脚；各种仪器设备应有良好的接地。

(2) 仪器设备、实验装置中通过强电的连接导线应有良好的绝缘外套，芯线不得外露。

(3) 在进行强电或具有一定危险性的实验时，应有两人以上合作；测量高压时，通常采用单手操作并站在绝缘垫上。在接通交流 220 V 电源前，应通知实验合作者。

(4) 万一发生触电事故时，应迅速切断电源，如距电源开关较远，可用绝缘器具将电源线切断，使触电者立即脱离电源并采取必要的急救措施。

2. 仪器安全

(1) 使用仪器前，应认真阅读使用说明书，掌握仪器的使用方法和注意事项。

(2) 使用仪器时，应按照要求正确接线。

(3) 实验中要有目的地扳（旋）动仪器面板上的开关（或旋钮），扳（旋）动时切忌用力过猛。

(4) 实验过程中，精神必须集中。当嗅到焦臭味、冒烟和火花、听到“劈”声、感到设备温度过高或出现保险丝熔断等异常现象时，应立即切断电源，在故障未排除前不得再次开机。

(5) 搬动仪器设备时, 必须轻拿轻放; 未经允许不得随意调换仪器, 更不准擅自拆卸仪器设备。

(6) 仪器使用完毕, 应将面板上各旋钮、开关置于合适的位置, 如万用表功能开关应旋至“OFF”位置等。

1.1.4.2 实验注意事项

为了保证实验顺利进行, 进入实验室后要遵守实验室的规章制度, 应做到如下几点:

(1) 实验课不迟到, 旷课及早退。没有预习报告或无故迟到 15 min 以上者均不得参加本次实验。

(2) 未经指导教师同意不得乱拿其他组的仪器和设备。

(3) 实验时要严肃、认真、仔细观察实验现象, 做好记录, 实验结果经指导教师审阅签字, 并检查仪器正常后, 方可拆除实验接线, 整理好所用的仪器, 设备及工作台, 填写实验仪器使用记录表后方可离开实验室。

(4) 实验时, 先开总电源开关, 后开仪器电源开关。实验完成后, 先关仪器电源开关, 后关电源总开关。

(5) 实验时必须认真、仔细, 严格遵守实验操作规程, 认真检查接线是否正确, 加电之前必须确认电源电压符合要求, 极性连接无误, 并且经指导教师许可后, 才可通电, 以免出现由于接线错误而造成的不必要的损失。

(6) 实验中若发现有不正常情况, 如打火、冒烟或其他事故时, 应立即切断电源, 保持现场, 立即向指导教师或实验室负责人报告。

(7) 实验中若由于粗心大意或违反实验操作规程损坏仪器、设备, 必须及时报告, 认真检查原因, 从中吸取教训, 并按规定处理。

(8) 要养成在测试或测量操作时打开电源, 在其他情况下及时关掉电源的好习惯。

1.2 常用仪器仪表的原理及使用

1.2.1 数字万用表的原理及使用

万用表是一种最常用的测量仪表, 以测量交/直流电压、交/直流电流和电阻为主。国家标准中称为复用表。有些万用表还可以用于测量电容、电感及半导体晶体管的直流电流放大倍数等。

万用表的种类很多, 根据测量结果的显示方式不同, 可分为模拟式(指针式)和数字式两大类。由于数字式万用表越来越普及, 而且实验室配备的基本为数字式万用表, 本节只介绍数字式万用表的原理及使用。

1.2.1.1 数字式万用表

数字式万用表的测量过程是先由转换电路将被测量转换成直流电压信号, 由模/数

(A/D)转换器将电压模拟量变换成数字量,然后通过电子计数器计数,最后把测量结果用数字直接显示在显示器上,测量原理如图 1.2.1 所示。

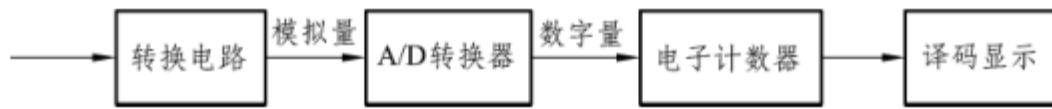


图 1.2.1 数字式万用表的测量原理

1. 数字式万用表的直流电压挡

数字式万用表内部主要是由一个双斜积分式数字万用表的直流电压挡组成的,如图 1.2.2 所示。

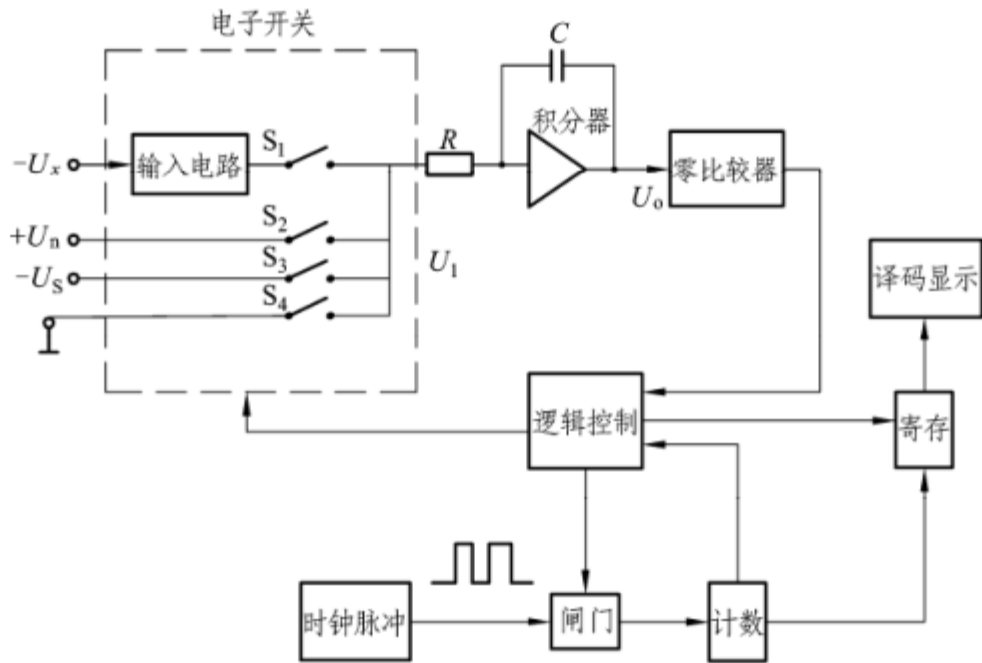


图 1.2.2 双斜积分式数字万用表的直流电压挡的组成

图 1.2.2 中 U_x 为被测电压, U_n 为基准电压, 逻辑控制电路控制测量顺序。双斜积分式数字万用表的直流电压挡的测量过程分以下三个阶段, 如图 1.2.3 所示。

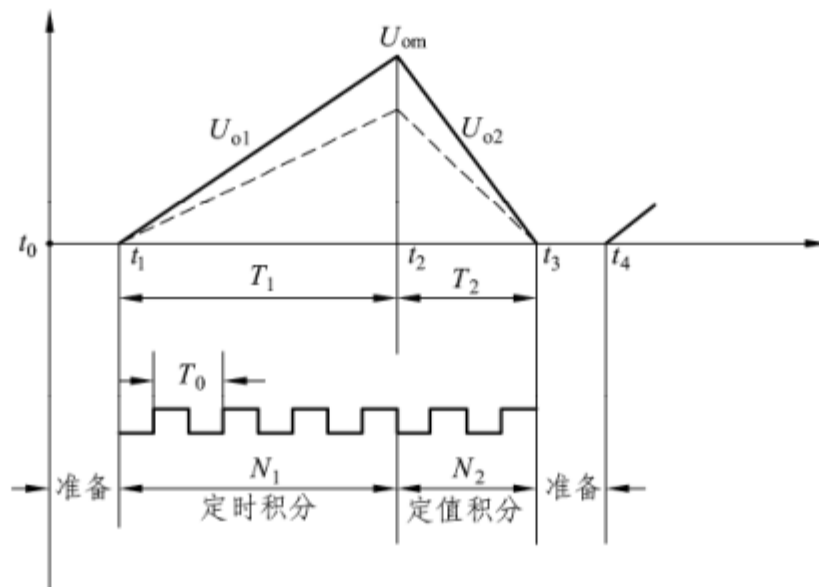


图 1.2.3 双斜积分式数字万用表的直流电压挡的工作波形