



高等学校电子与通信工程类专业“十三五”规划教材  
电子信息实验及创新实践系列教材

# 电路与电子技术 基础实验教程

主 编	李淑明	严 俊	刘贤锋
副主编	姜玉亭	李晓冬	蔡春晓
	张 明	唐 甜	孟德明
	李燕龙		



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

高等学校电子与通信工程类专业“十三五”规划教材  
电子信息实验及创新实践系列教材

## 电路与电子技术基础实验教程

主 编 李淑明 严 俊 刘贤锋  
副主编 姜玉亭 李晓冬 蔡春晓 张 明 唐 甜  
孟德明 李燕龙

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书共分8章。第1章为基础知识,总体概述一些电路的基本实验方法;第2章主要介绍仿真软件Multisim 10的基本知识;第3章为常用仪器知识,着重介绍数字信号源、数字存储示波器、数字万用表等仪器的使用方法;第4章为元器件知识,介绍元器件的基本知识;第5章为电路分析基础实验,介绍电路测量的一般原理与方法;第6章为模拟电子技术实验,通过这部分实验,学生可掌握模拟电路的一些基本理论,并会搭建和测量电路;第7章为数字逻辑电路实验,该章旨在培养学生的一些基本的数字电路基本知识;第8章为综合设计性实验,主要是让学生掌握电路设计的基本方法。

本书可作为高等学校计算机类、自动控制及电子技术应用等专业本、专科生的实验教材,也可作为其他理工电气信息类专业的实验教材,还可供相关专业的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术基础实验教程/李淑明,严俊,刘贤锋主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2017.3

ISBN 978-7-5606-4417-2

I. ①电… II. ①李… ②严… ③刘… III. ①电路—实验—高等学校—教材 ②电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TM13-33 ②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第044702号

策 划 邵汉平

责任编辑 买永莲

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西利达印务有限责任公司

版 次 2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13.5

字 数 319千字

印 数 1~3000册

定 价 25.00元

ISBN 978-7-5606-4417-2/TM

**XDUP 4709001-1**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

# 前 言

“电路与电子技术基础”、“电工与电子技术基础”以及“电子技术”是工科计算机、机械电子工程、工业工程等非电类专业的重要基础课程，与该课程相对应的实验是学习和掌握电子器件及基本电路的实践性环节。本书即针对这些课程而编写的实验教程，通过学习本书，学生可掌握元器件和仪器使用的一些基本知识以及一些基本实验方法和实验技能，从而提高其理论与实践能力。

本书内容主要分为两大部分。前四章为基本理论，主要介绍了 Multisim 仿真软件、常用测量仪器的原理与使用方法(包括万用表、直流稳压电源、DDS 信号发生器、交流毫伏表、数字示波器等)，以及常用元器件的识别与测量(包括电阻、电容、电感等)；后四章为实验部分，主要有电路分析基础实验(包括常用测量仪器的使用、元器件识别与测量、直流电路测量、动态电路、正弦电路、功率因数提高等项目)，模拟电子技术实验(包括单级放大电路、差动放大电路、负反馈放大电路、集成运算放大器、整流滤波与稳压电源等项目)，数字逻辑电路实验(包括 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试、组合逻辑电路的设计与测试、数据选择器及其应用、计数器及其应用、555 时基电路及其应用等项目)，设计性实验(包括音频功率放大器的设计与制作、集成电路、分立元件混合放大器的设计、单级放大电路的设计与制作、集成运算放大器应用电路设计、LED 手电筒的设计与制作等项目)。

根据各院系开设实验的要求，本书实验内容如下：

包含课程	实验项目	实验开设内容
电路分析 基础实验	仪器使用	常用仪器使用(一)
		常用仪器使用(二)
	元件实验	基本元件的识别与测量及点电压法测二极管曲线特性
	直流电路	基尔霍夫定律、叠加定理
		戴维南定理
	动态电路	1 阶 RC 电路的阶跃响应
	正弦电路	电感、电容的交流阻抗的测量
功率因数的提高	提高供电设备的能量利用	
模拟电子 技术实验	单级放大电路	静态工作点的调试及测量方法
	差动放大电路	恒流源的差动放大电路静态工作点的调试和主要指标测试
	负反馈放大电路	负反馈放大电路连接、调试、测量
	集成运算放大器	集成运算放大器基本测量方法
	整流滤波与稳压电源实验	稳压源的工作过程

续表

包含课程	实验项目	实验开设内容
数字逻辑 电路实验	TTL 集成逻辑门的逻辑功能 与参数测试	TTL 与非门等电路主要参数的测试方法
	组合逻辑电路的设计与测试	利用不同门设计组合逻辑电路以及对组合逻辑 电路进行测试
	数字选择器及其应用	数据选择器的功能和使用方法及应用
	计数器及其应用	任意模值的计数器设计以及级联扩展的方法
	555 时基电路及其应用	555 定时器构成单稳态、多谐振荡电路等
设计性实验	音频功率放大器的设计与制作	利用 TDA2030A 芯片设计一款音频功率放大器
	集成电路、分立元件混合 放大器的设计	根据设计要求, 制作分立器件音频功放
	单级放大电路的设计与制作	根据要求设计合适的放大电路并测试参数
	集成运算放大器应用电路的设计	利用运放的性质, 设计达到要求的电路
	LED 手电筒的设计制作	制作一款简单的 LED 手电筒

教师可以根据专业需要, 在本书中选取相对应的实验项目。

本书由李淑明、严俊、刘贤锋担任主编, 姜玉亭、李晓冬、蔡春晓、张明、唐甜、孟德明、李燕龙担任副主编。本书的编写还得到了党选举和黄品高的大力支持, 他们提出了很多宝贵意见, 在这里向他们表示感谢!

由于编者水平有限, 书中不足之处在所难免, 恳请广大读者指正!

编者

2016 年 9 月

于桂林电子科技大学教学实践部

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 实验课程的学习目的及相关要求 .....	1
1.2 实验报告要求 .....	3
1.3 电子测量的基本知识 .....	5
1.4 实验电路的连接及故障处理 .....	6
1.5 实验室安全守则 .....	8
<b>第 2 章 仿真软件 Multisim 10 使用介绍</b> .....	9
2.1 Multisim 10 基本操作 .....	9
2.2 Multisim 10 电路创建与仿真 .....	19
<b>第 3 章 仪器知识</b> .....	24
3.1 信号发生器 .....	24
3.2 毫伏表 .....	35
3.3 数字万用表 .....	36
3.4 直流稳定电源 .....	42
3.5 示波器 .....	46
3.6 频率特性测试仪 .....	54
<b>第 4 章 元器件知识</b> .....	63
4.1 电阻器 .....	63
4.2 电容器 .....	68
4.3 电感器 .....	73
4.4 晶体二极管 .....	75
4.5 晶体三极管 .....	78
4.6 贴片元件 .....	83
<b>第 5 章 电路分析基础实验</b> .....	88
实验一 常用测量仪器使用实验(一) .....	88
实验二 常用测量仪器使用实验(二) .....	92
实验三 基本元器件的识别与测量 .....	93
实验四 点电压法测量的二极管特性曲线 .....	96
实验五 直流电路测量 .....	98
实验六 一阶 RC 电路的阶跃响应 .....	107
实验七 正弦电路实验——电容、电感交流阻抗、阻抗角的测量 .....	118
实验八 功率因数的提高 .....	124
<b>第 6 章 模拟电子技术实验</b> .....	128
实验一 单级放大电路 .....	128
实验二 差动放大电路 .....	135
实验三 互补对称功率放大器 .....	143

实验四	集成运算放大器的应用 .....	149
实验五	整流滤波与稳压电源 .....	161
<b>第 7 章</b>	<b>数字逻辑电路实验 .....</b>	<b>167</b>
实验一	TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试 .....	167
实验二	组合逻辑电路的设计与测试 .....	173
实验三	数据选择器及其应用 .....	177
实验四	计数器及其应用 .....	181
实验五	555 时基电路及其应用 .....	186
<b>第 8 章</b>	<b>综合设计性实验 .....</b>	<b>192</b>
实验一	音频功率放大器的设计与制作 .....	192
实验二	集成电路、分立元件混合放大器的设计 .....	196
实验三	单级放大电路的设计与制作 .....	200
实验四	集成运算放大器应用电路的设计 .....	202
实验五	LED 手电筒的设计制作 .....	204
<b>参考文献</b>	.....	<b>210</b>

# 第 1 章 绪 论

实验课是高等理工科教学的一个重要实践环节，“电路与电子技术基础实验”课程的教学过程由实验预习、课内操作与辅导、实验报告三个环节组成，它可加强学生对理论课的学习。

## 1.1 实验课程的学习目的及相关要求

### 一、学习目的

(1) 培养学生观察实验现象和处理实验数据的能力，巩固和加深理解所学理论知识，并提高灵活运用理论知识分析与解决实践问题的能力。

(2) 培养学生实事求是、一丝不苟、认真严谨的科学态度。

(3) 训练学生的基本实验技能，如正确使用常见的仪器仪表、电子器件及相关设备，掌握安全用电知识及一些基本的电工测试技术、实验方法和数据的分析处理方法等。

(4) 培养并提高学生的科学实验素养，主动研究的探索精神和遵守纪律、爱护公共财产的优良品德。

### 二、相关要求

#### 1. 课前预习

学生在每次实验课前必须认真预习实验相关内容，复习与本次实验相关的理论知识。否则，实验的进行将事倍功半，而且有损坏仪器和发生人身事故的危险。每次上实验课之前老师都应检查学生的预习情况。

(1) 明确实验目的以及实验内容，掌握与实验有关的基本理论，掌握实验仪器和设备的使用方法，知道实验的操作程序以及注意事项等。

(2) 写出实验预习报告，内容包括实验目的、实验原理、实验电路、数据记录表等。

(3) 在预习过程中如果遇到疑问，在预习报告中做记号，以便在上实验课时问老师或与同学讨论，从而解决问题。

#### 2. 课内学习

良好的上课习惯和正确的操作方法是实验顺利进行的有效保证。为此，可参照下列程序进行实验：

(1) 实验操作前，老师要进行 15~20 分钟的实验相关知识的讲授，学生应该认真听课



并做笔记。

(2) 实验接线前,应先检测导线、检查设备。

(3) 实验中所用的仪器、仪表、实验板以及开关等,应根据连线清晰、调节顺手和读数观察方便的原则合理布局。

(4) 接线应遵循以某个部件为中心“先串联后并联”、“先主后辅”的原则(检查电路时,也应按这样的顺序进行),先接无源部分再接有源部分,不得带电接线。接线前,应先将所有电源开关断开;为避免过电流、过电压损坏设备和元件,接线前应将可调设备的旋钮、手柄置于最安全的位置。

(5) 接线时电路的走线位置要合理,接触要良好,并避免一个接线柱上连接三根以上的导线(可将其中的导线分散到等电位的其他接线柱上)。接好线路后,应先自行检查,确认没有问题才能接通电源。改接线路时,必须先断开电源。

(6) 实验中要胆大心细,一丝不苟,认真观察现象,同时分析研究实验现象的合理性。若发现异常现象,应立即切断电源,查找原因,或找老师一起分析原因,查找故障。

(7) 实验完毕,先切断电源,但不能拆除电路连线,指导老师审核、签字并确认测量数据没有问题后再拆线,整理好导线并将仪器设备摆放整齐,搞好实验台卫生。

(8) 要爱护公物,注意仪器设备及人身安全。

### 3. 课后实验报告的整理

实验报告的整理工作主要是实验数据的处理、实验报告的编写(紧跟着预习报告)及完善,其内容应包括数据处理(实验数据及计算结果的整理、分析,并找出误差原因)、曲线绘制、分析讨论、实验思考题等。

## 三、实验安全及注意事项

电路与电子技术实验中经常使用 220 V 的交流电源,为避免发生触电和损坏仪器设备的严重事故,在实验中必须严格遵守安全操作规程,以确保实验过程中的人身安全和设备安全。

(1) 不擅自接通电源,不触及带电部分及裸露线路;严格遵守“先接线后通电”、“先断电后拆线”的操作顺序。

(2) 使用电子仪器时应先熟悉仪器使用方法,了解各种旋钮的作用;使用仪表时应选择适当量程。

(3) 发现异常现象(设备发热、产生焦味、电机转动声音不正常,以及电源短路保险丝熔断发出响声等)时应立即断开电源,保持现场,并报告指导老师。造成仪器设备损坏者,需如实向老师反映情况并配合老师记录相关情况。

(4) 注意仪器设备的规格、量程和操作规程。不了解性能和用法时,不得使用该设备。

(5) 搬动仪器设备时,必须双手轻拿轻放。

(6) 谨防电容器间放电放炮事件。电容通电时,人与电容应保持一定距离,尤其对容值较大的电容,因电容极性接反或耐压等级不够而被击穿时,易发生放炮崩人事件;不要随便触摸没有与电源接通和空放着的高电压、大电容的两端,防止带电电容通过人体放电。

总之,实验中应当遵守规程,认真细致,反应快捷,同时保持实验室应有的和谐与安静。

## 1.2 实验报告要求

“电路与电子技术基础实验”可以分为验证性实验和设计性实验。验证性实验是指对研究对象有了一定了解，并形成了一定认识或提出了某种假说，为验证这种认识或假说是否正确而进行的一种实验。验证性实验强调演示和证明科学内容的活动，科学知识和科学过程分离，与背景无关，注重探究的结果(事实、概念、理论)，而不是探究的过程。设计性实验则是指给定实验目的要求和实验条件，由实验者自行设计实验方案并加以实现的实验。其目的在于激发实验者学习的主动性和创新意识，培养实验者独立思考、综合运用知识和文献、提出问题和解决复杂问题的能力。因此，实验的性质不同，对实验报告的要求也不尽相同。

### 一、验证性实验

#### 1. 预习报告内容

实验预习报告是实验总结的一部分，必须包括以下内容：

(1) 实验名称。

(2) 实验目的：明确通过该实验要达到什么目的，要验证什么理论，需要通过测量什么参数来验证该理论。

(3) 实验原理：仔细阅读实验教材及相关理论文献，清楚实验所要验证的理论和实验中测量方法所依据的基本原理。

(4) 实验仪器设备：使用实验仪器设备之前，要仔细阅读有关的仪器使用说明，掌握其使用方法。

(5) 实验内容、步骤与电路图：认真分析实验电路，并根据实验内容、步骤，进行必要的计算，仔细考虑测量中有什么要求，并估算各参数的理论值，以便在实验过程中做到“心中有数”。

(6) 思考题：对于实验中提出的思考题，应尽量通过仿真或搭建电路来进行求证，或查找资料进行求解。

(7) 原始数据记录表格：该部分是指导老师考证实验效果的依据之一，应保证表格干净、整齐。

(8) 实验操作注意事项。

这部分内容要求简洁、明了。因为预习是一个对实验准备的过程，不需要实验者把实验教材原封不动地抄写一遍。实验者应结合自己的理解，用自己的语言简要地完成实验预习报告。

#### 2. 总结报告内容

实验总结报告是在预习报告的基础上进行加工处理，是对实验过程的全面总结，是评定实验成绩的重要依据，必须认真书写。其内容应包括：

(1) 实验数据的处理：对实验课程中老师签字确认的实验数据进行处理和误差计算并分析。

(2) 曲线图或波形图的绘制：应使用坐标纸绘制；绘制曲线或波形图时，应选用坐标系，合理选择坐标分度，标明坐标名称和单位，将测量点标注在坐标系中并连接起来，此时曲线不光滑，用直觉法或分组平均法修匀曲线。

(3) 回答相关实验教材中的思考题。

(4) 实验结果的总结：包括实验结论(用具体数据和观察到的现象说明所验证的理论)，实验现象的解释和分析，实验过程中遇到的困难及其解决方法，对实验的认识、收获以及改进意见等。

(5) 相关实验教材中对总结报告提出的其他要求。

(6) 把老师签字的实验原始数据作为附录页，附在总结报告后面。

## 二、设计性实验

### 1. 预习报告内容

做设计性实验前，实验者必须明确实验的目的和任务，并在预习阶段设计出实验方案，所以，预习在设计性实验中显得尤为重要。设计性实验必须包括以下内容：

(1) 实验名称。

(2) 已知条件：设计性实验可给出的条件，例如提供的电子元器件、测量仪器等。

(3) 主要技术指标：实验实现要达到的主要技术参数，例如频带大小、增益大小、信噪比等。

(4) 实验所需仪器。

(5) 电路工作原理，具体的电路设计方案：根据实验的已知条件及主要技术指标给出实验实施方案，包括实验步骤、内容及实验电路图。此过程中，实验者应仔细查阅并消化相关文献手册，方可提出可行的实验方案。

(6) 列出实验需测试的技术指标，以便实验时对其测量。

### 2. 总结报告内容

设计性实验总结报告主要包括以下内容：

(1) 电路组装、调试及测量：电路组装所使用的方法，包括组装的布线图等；调试电路的方法和技巧；调试时所使用的主要仪器；测量的数据和波形的记录；列出调试、测量成功后的各元件参数。

(2) 故障分析及解决的方法：在电路组装、调试、测试时出现的故障及其原因和排除方法。

(3) 测量数据的计算和处理，以及对其结果的讨论与误差分析。

(4) 思考题的回答。

(5) 总结设计电路的特点和方案的优、缺点，指出课题的核心及实用价值，提出改进意见并展望。

(6) 参考文献。

(7) 实验的收获和体会。

总之，书写实验报告时，要求思路清晰、文字简洁，图表正规、清楚；尊重实验原始数据，即不可随意涂改实验原始数据，且计算准确，结论合理，并进行必要的分析与研究。

实验报告一律采用学校统一印制的实验报告纸，并于下一次实验时交给指导老师。要求每位实验者用自己的理解来完成，切忌抄袭。

## 1.3 电子测量的基本知识

### 一、电子测量

测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。在这个过程中，借助专门的设备把被测对象直接或间接地与同类已知单位进行比较，取得用数值和单位共同表示的测量结果。从广义上来说，凡是利用电子技术进行的测量都可以说是电子测量。从狭义上讲，电子测量是指在电子学中测量有关电的量值，包括以下几方面的内容：

(1) 电路参数的测量：指的是对电阻、电感、电容、阻抗、品质因数、损耗率等参量的测量。

(2) 信号特性的测量：指的是对频率、周期、时间、相位、调制系数、失真度等参量的测量。

(3) 能量的测量：指的是对电流、电压、功率、电场强度等参量的测量。

(4) 电子设备性能的测量：指的是对通频带、放大倍数、衰减量、灵敏度、信噪比等参量的测量。

(5) 特性曲线的测量：指的是对幅频特性、相频特性、器件特性等参量的测量。

上述各种参量中，频率、时间、电压、相位、阻抗等是基本参量，其他的为派生参量。电压则是最基本、最重要的测量内容。

### 二、几种基本电参量的意义及表示

(1) 直流电压(或电流)。直流电压(或电流)是指其大小不随时间变化的信号，用符号“DC”或“—”表示。典型的直流电压有干电池的电压、直流稳压电源的电压，如果用这些电压加在纯电阻电路中，得到的电流就是直流电流。

(2) 交流电压(或电流)。交流电压(或电流)的大小是随时间周期变化的，用符号“AC”或“~”表示。市电就是典型的交流电压，除此之外，函数信号发生器产生的方波、三角波也是交流电压。交流电压一般用幅度、峰峰值、有效值来表示，除此之外还有波形系数、波峰系数等表示法。

(3) 幅度。一个周期性交流电压  $U(t)$  在一个周期内相对于直流分量所出现的最大瞬时值称为该交流电压的幅度  $U_m$ 。

(4) 峰值。峰值就是一个周期中信号的最大值  $U_p$ 。在直流分量为 0 的时候它等于幅度。

(5) 峰峰值。峰峰值即波峰到波谷的差，用  $U_{pp}$  表示。

峰值、幅度与峰峰值的关系如图 1-1 所示。

(7) 有效值。如果一个交流电通过一个电阻在一个周期时间内所产生的热量和某一直流电流通过同一电阻在相同的时间内产生的热量相等，那么这个直流电的量值就称为交流电的有效值，用  $U_{rms}$  表示。比如我们生活中使用的市电电压 220 V，也是指供电电压的有效

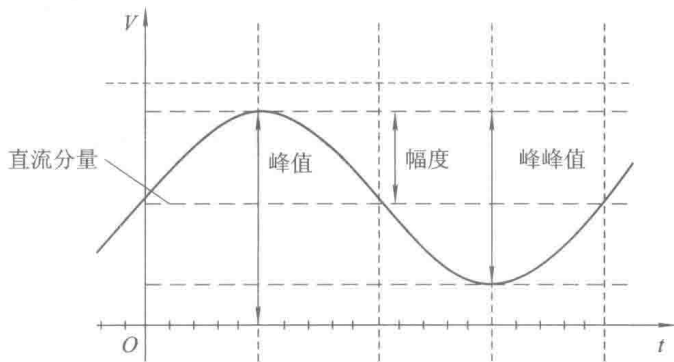


图 1-1 峰值、幅度与峰峰值的关系

值，对于正弦信号，有  $1U_{pp} = 2\sqrt{2}U_{rms}$ ， $1U_{pp} = 2$  振幅。

注意，一般没有特别说明时，交流电压的测量值都是指有效值，用  $U_{rms}$  表示。

(8) 交流信号的表征。通常用电压、电流或功率来表示一个信号。

## 1.4 实验电路的连接及故障处理

### 一、实验电路连接的注意事项

(1) 检查连线情况。不管是安装在万能板上还是印制板上的电路，即使连线数量不是很多，也难免发生错接、少接和多接线的情况。检查连线一般可直接对照电路安装图进行，但若电路中的连线较多，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，这样不仅可以查出错接或少接的线，而且也较易发现多余的连线。为了确保连线的可靠，在查线的同时，还可以使用万用表电阻挡对连线进行通断检查，而且最好直接在器件引脚处测量，这样可同时查出“虚焊”隐患。

(2) 检查元器件的安装情况。重点应该检查集成运放(集成运算放大器的简称)、三极管、二极管、电解电容、电源的正/负等引脚和极性是否接错，以及引脚间有无短接，同时还需检查元器件焊接处是否可靠。

(3) 检查电源输入端与公共接地端之间有无短接。通电前，还需用万用表检查电源输入端与地之间是否存在短接，若有，则必须进一步检查其原因。

(4) 检查电源。检查直流电源、信号源、地线是否连接正确；检测直流电源、信号源的波形数据是否符合要求。

### 二、实验电路的故障处理

实验中各种故障是难免的，通过对电路简单故障的分析、具体诊断和排除，可以提高操作者分析问题和解决问题的能力。

在实验电路中，常见的故障多属参数异常、开路、短路等三种类型。这些故障通常是由于接错电路、元器件损坏、实验仪器使用条件不符或数值给定不当、接触不良或导线内部断路等因素造成的。还有些不明显的故障需要根据实验数据进行判断，在没有错测、错

读、错记和漏测的前提下,如果所读取的数据与估计值误差过大,应该考虑为实验故障。不论何类故障,如不及早发现并排除,都会影响实验的正常进行,甚至造成严重损失。

故障检测的方法很多,一般是根据故障类型确定部位,缩小范围,再在范围内逐点检查,最后找出故障点并予以排除。

(1) 明显的故障可以通过感官发现,气味、声响、温度等异常反应一旦出现,应立即切断电源,找出故障点。

(2) 检查电路接线有无错误,依次检查电源进线、保险丝、电路输入端子各部分有无电压,是否符合要求。

(3) 用万用表(电压挡或电阻挡)在通电或断电状态下检查电路故障。

- 通电检测法:用万用表电压挡(或电压表)在接通电源情况下进行故障检测,根据实验原理,电路中某两点应该有电压而万用表测不出,或某两点不应该有电压而万用表测出了,那么故障就在此两点间。

- 断电检测法:用万用表电阻挡在断开电源情况下进行故障检测,根据实验原理,电路中某两点应该导通(或电阻极小)而万用表测出开路(或电阻很大),或两点间应该开路(或电阻很大)而测得的结果为短路(或电阻很小),则故障在此两点间。

(4) 用示波器在通电状态下检查电路故障。用示波器从信号源输入端到信号输出端逐级检查波形,哪级的波形与正常波形不同,故障就在此级。

在选择检测方法时,要针对故障类型和实验线路结构进行选择,如短路故障或电路工作电压较高(200 V 以上),不宜用通电法检测。因为这两种情况存在时,有损坏仪表、元件和触电的可能。当被测电路中含有微安表、场效应管、集成电路、大电容等元件时,不宜用断电法(电阻挡)检测。

### 三、数字电路测试及故障查找、排除

#### 1. 数字电路测试

数字电路静态测试是指给定数字电路若干组静态输入值,测定数字电路的输出值是否正确。数字电路状态测试的过程是在数字电路设计好后,将其安装连接成完整的线路,把线路的输入接到电平开关上,线路的输出接到电平指示灯(LED),按功能表或状态表的要求,改变输入状态,观察输入和输出之间的关系是否符合设计要求。

数字电路电平测试是测量数字电路输入与输出逻辑电平(电压)值是否正确的一种方法。数字逻辑电路中,对于 74 系列 TTL 集成电路要求,输入低电平 $\leq 0.8$  V,输入高电平 $\geq 2$  V。74 系列 TTL 集成电路输出低电平 $\leq 0.2$  V,输出高电平 $\geq 3.5$  V。

静态测试是检查设计与接线是否正确无误的重要一步。

动态测试就是在静态测试的基础上,按设计要求在输入端加动态脉冲信号,观察输出端波形是否符合设计要求。

#### 2. 故障查找与排除

在数字逻辑电路实验中,出现问题是难免的,重要的是分析问题,找出问题的原因,从而解决问题。一般地说,产生问题(故障)的原因有三方面,即器件故障、接线错误和设计错误。

(1) 器件故障。器件故障是器件失效或接插问题引起的故障,表现为器件工作不正常,这需要更换一个好器件。器件接插问题,如引脚折断或器件的某个(或某些)引脚没有插到插座中等,也会使器件工作不正常。器件接插错误有时不易发现,需要仔细检查。判断器件失效的方法是用集成电路测试仪测试器件。需要指出的是,一般的集成电路测试仪只能检测器件的某些静态特性。对于负载能力等静态特性和上升沿、下降沿、延迟时间等动态特性,一般的集成电路测试仪不能测试。测试器件的这些参数,须使用专门的集成电路测试仪。

(2) 接线错误。在教学实验中,最常见的接线错误有漏线错误和布线错误。漏线的现象往往是忘记连接电源和地、线路输入端悬空。悬空的输入端可用三状态逻辑笔或电压表来检测。一个理想的 TTL 电路逻辑“0”电平为  $0.2\sim 0.4\text{ V}$ ,逻辑“1”电平为  $3.6\sim 5\text{ V}$ ,而悬空点的电平大约为  $1.6\sim 1.8\text{ V}$ 。CMOS 的逻辑电平等于实际使用的电源电压,0 逻辑电平等于  $0\text{ V}$ 。接线错误会使器件(不是 OC 门)的输出端之间短路。两个具有相反电平的 TTL 集成电路输出端,如果短路,将会产生大约  $0.6\text{ V}$  的输出电压。

## 1.5 实验室安全守则

学生进入实验室后,应该遵守该实验室安全守则,听从老师的指导,规定如下:

- (1) 不准穿拖鞋或赤脚进入实验室,以防止漏电引起事故。
- (2) 使用仪器前必须了解其性能、操作方法及注意事项,在使用中则应严格遵守。
- (3) 实验时接线要认真,仔细检查,确保无误才能通电;初学或没有把握时应经指导老师检查后再通电。
- (4) 实验时应注意观察,若发现有破坏性异常现象(如器件冒烟、发烫或有异味),应立即关断电源,保持现场,报告指导老师,找出原因,排除故障并经指导老师同意后才能继续实验。如果发生事故(如器件或设备损坏),应主动填写事故报告单,服从处理决定(包括经济赔偿),并自觉总结经验,吸取教训。
- (5) 实验过程中需要改接线时,应先关断电源,然后才能拆线和接线。
- (6) 在进行焊接实验时,电烙铁的使用应该规范,注意防止烙铁烫伤和烫坏其他设备。
- (7) 实验结束后,必须将仪器电源关断,并将工具、导线等按规定整理好,保持桌面干净,老师签收后才可离开实验室。
- (8) 在实验室不可大声喧哗、打闹,不可做与实验无关的事,避免事故发生。
- (9) 遵守实验室纪律,不乱拿其他组的东西,不在仪器设备或桌面乱写乱画,爱护一切公物,保持实验室的整洁。

## 第 2 章 仿真软件 Multisim 10 使用介绍

Multisim 10 是基于 PC 平台的电子设计软件,支持模拟和数字混合电路的分析和设计,创造了集成的一体化设计环境,把电路的输入、仿真和分析紧密地结合起来,实现了交互式的设计和仿真,是 IIT 公司早期 EWB 5.0、Multisim 2001、Multisim 7、Multisim 8. x、Multisim 9 等版本的升级换代产品。

Multisim 10 提供了功能更强大的电子仿真设计界面,能进行包括微控制器件、射频、PSPICE、VHDL 等方面的各种电子电路的虚拟仿真,并提供了更为方便的电路图和文件管理功能,且兼容 Multisim 7 等,可在 Multisim 10 的基本界面下打开在 Multisim 7 等版本软件下创建和保存的仿真电路。

### 2.1 Multisim 10 基本操作

Multisim 10 基本界面如图 2-1 所示,包括菜单栏、标准工具栏、元器件工具栏、虚拟仪器工具栏、设计管理窗口和仿真工作平台等几大部分。

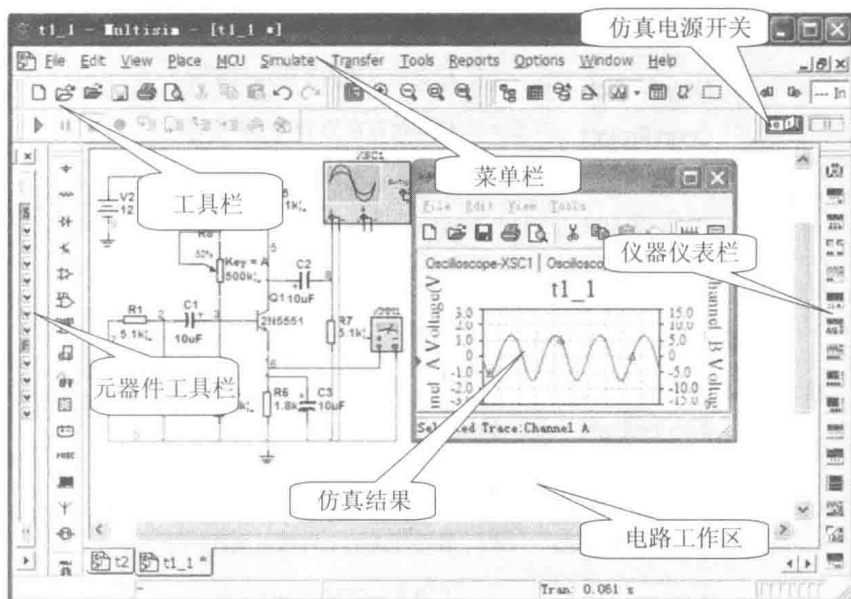


图 2-1 Multisim10 基本界面



## 一、Multisim 10 菜单栏

菜单栏(图 2-2)包括了该软件的所有操作命令,从左至右为 File(文件)、Edit(编辑)、View(视图)、Place(放置)、MCU、Simulate(仿真)、Transfer(文件输出)、Tools(工具)、Reports(报表)、Options(选项)、Window(窗口)和 Help(帮助)。

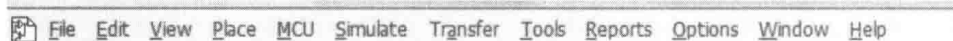


图 2-2 Multisim 10 菜单栏

菜单栏中的 File(文件)菜单、Edit(编辑)菜单、View(视图)菜单、Place(放置)菜单、Simulate(仿真)菜单、Tools(工具)菜单、Options(选项)菜单、Window(窗口)菜单,分别如图 2-3~图 2-10 所示。



图 2-3 文件菜单