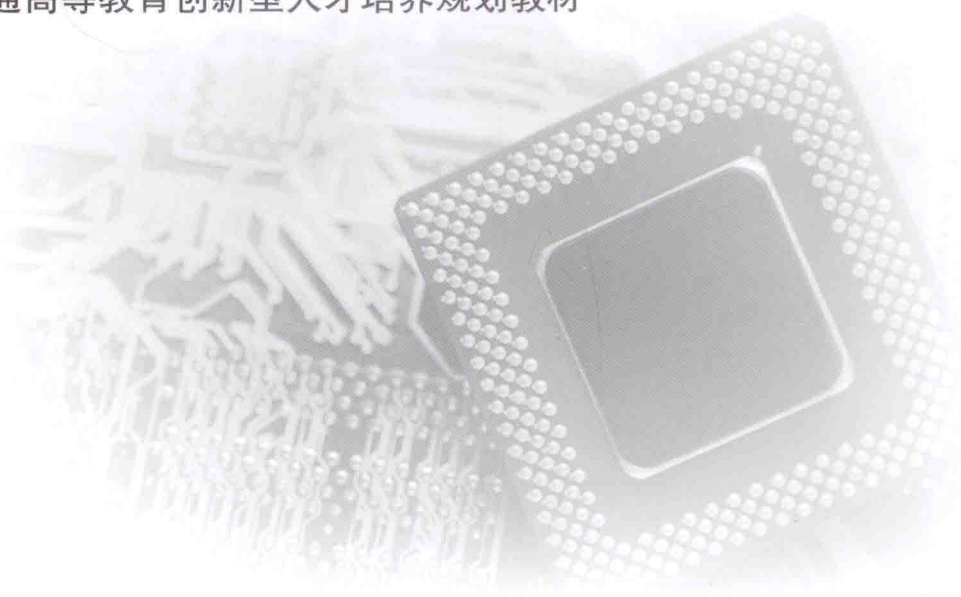




普通高等教育创新型人才培养规划教材



电工及工业电子学实验

DIANGONG JI GONGYE
DIANZIXUE SHIYAN

张远岐 王相海 编



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

内容简介



普通高等教育创新型人才培养规划教材

电工及工业电子学实验

张远岐 王相海 编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是独立设课的电工及工业电子学实验课程教材,已在教学实践中使用多年,本次出版进行了比较全面的修订。全书共分为8章,包括仪器仪表的使用、电路基础、电机与控制、模拟电子线路和数字电子线路等部分。第1章~第3章为实验基础知识和仪器仪表的介绍;第4章为电路基础实验,共有8个实验可供选做;第5章为电器控制实验,共有5个实验可供选做;第6章为电子技术实验,内容包含模拟电子线路和数字电子线路两部分,共有20个实验可供选做;第7章为仿真实验,共有5个实验可供选做;第8章为设计性实验示例,编写了两个设计性实验的实例,便于学生在设计性实验中参考。

本书适用于高等学校非电专业的电工及工业电子学实验、电工学实验等课程,也可供其他类型学校有关专业的学生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工及工业电子学实验 / 张远岐, 王相海编. — 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-5124-1639-0

I. ①电… II. ①张… ②王… III. ①电工技术—实验—高等学校—教材②电子技术—实验—高等学校—教材
IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 265561 号

版权所有,侵权必究。

电工及工业电子学实验

张远岐 王相海 编

责任编辑 王 瑛 苏永芝

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:11 字数:282 千字

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-1639-0 定价:24.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

本书是为本科非电类专业“电工及工业电子学”课程而编写的实验指导书(其他专业也可选用)。为了培养学生的工程实践能力,提高独立分析问题、解决问题和综合运用知识的水平,提高本课程的教学质量,适应实验教学改革的要求,满足学生在开放式实验教学中对教材的需求,编者按教学大纲基本要求并结合学院电工实验室现有的电工仪表、电子仪器及实验装置的实际情况编写了此书。书中内容包括:基础知识、测量误差与常用仪器仪表的使用,实验项目内容、电子线路 CAD 及附录等。

本书既是实验指导书,又是实验基本技能的培训教材,对培养学生理解和掌握最基本的、最关键的、最需要的基本知识、基本概念、基本操作技能和工程应用等方面给以指导,同时对实验各个环节的组织及实验方法等都进行了许多新的探索。

本书基本知识部分对学生在实验中可能遇到的问题,如何理解和解决,如何确切地掌握仪器、仪表的使用做了详细的说明。

本书实验内容部分是按照实验的顺序编写的,标明了必做项目和选做项目,并依据由浅入深的原则,形成验证性、设计性、综合和研究性及 EWB 仿真设计等共计三十六个实验项目,使学生在预习实验上更加方便,并在书中给出了实验的评分标准,让学生明白怎样才能做好各项实验。

本书是编者在原有实验指导书的基础上进行改编整理,并根据现有实验设备,对实验项目进行了调整、充实而成。此书参考了原来的《电工及工业电子学实验指导》。在编写过程中得到电工教研室和电工实验室各位老师的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,水平有限,书中不妥、漏误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 5 月

于沈阳

目 录

第 1 章 实验基础知识	1	2.5 实验数据的处理	21
1.1 实验程序	1	2.5.1 表格法	21
1.1.1 课前预习阶段	1	2.5.2 图示法	21
1.1.2 实验阶段	1	2.6 实验故障及一般排除方法	22
1.1.3 编写实验报告阶段	2	2.6.1 实验故障及故障产生的原因	22
1.2 实验规范的培养	3	2.6.2 实验故障的一般排除方法	23
1.3 元器件的识别及使用中应注意的问题	4	2.7 实验安全事项	23
1.3.1 电阻器的标称值和允许误差的标注方法	4	2.7.1 如何防止触电, 确保人身安全	23
1.3.2 电容器标称值的标注方法	5	2.7.2 如何确保设备安全	24
1.3.3 电感器	6	第 3 章 常用仪器及实验装置	27
1.3.4 国产半导体集成电路型号命名方法	7	3.1 数字示波器的使用手册	27
1.3.5 使用中应注意的问题	8	3.2 数字信号发生器使用说明	34
第 2 章 测量误差与常用仪器仪表	10	3.2.1 数字信号发生器基本原理概述	34
2.1 电工仪表的误差及准确度	10	3.2.2 TFG2000G 系列信号发生器的前后面板	35
2.1.1 仪表的误差	10	3.2.3 屏幕显示说明	35
2.1.2 仪表准确度等级的确定	10	3.2.4 使用说明	38
2.1.3 仪表正常工作条件	10	3.3 数字交流毫伏表的使用	46
2.2 测量误差与测量结果的误差分析估算	11	3.3.1 按键和插座	46
2.2.1 测量误差	11	3.3.2 指示灯	47
2.2.2 测量结果的误差分析估算	11	3.3.3 液晶显示屏	47
2.3 实验测量常识	13	3.3.4 开 机	47
2.3.1 读图的基本步骤	13	3.4 电工实验装置结构简介	48
2.3.2 分析方法	14	3.4.1 基本原理及使用	48
2.3.3 测量方法	14	3.4.2 实验台面板及挂箱	50
2.3.4 电路实验中的常识	15	第 4 章 电工实验	58
2.4 电路与常用仪器、仪表的正确连接	16	4.1 伏安特性的测定	58
2.4.1 电路的正确连接	17	4.1.1 实验目的	58
2.4.2 常用仪表、仪器的正确连接	18	4.1.2 实验仪器与设备	58
		4.1.3 实验原理与说明	58
		4.1.4 实验任务与步骤	59

4.1.5	注意事项	61	4.6.4	实验任务与步骤	77
4.1.6	思考题	61	4.6.5	实验注意事项	79
4.1.7	预习要求	61	4.6.6	思考题	79
4.2	电路基本定律及定理的验证	61	4.6.7	预习内容	80
4.2.1	实验目的	61	4.7	RC 电路频率特性的研究	80
4.2.2	实验仪器与设备	61	4.7.1	实验目的	80
4.2.3	实验原理与说明	61	4.7.2	实验仪器与设备	80
4.2.4	实验任务与步骤	63	4.7.3	实验原理与说明	80
4.2.5	注意事项	65	4.7.4	实验任务与步骤	81
4.2.6	思考题	65	4.7.5	注意事项	83
4.2.7	预习要求	65	4.7.6	思考题	84
4.3	单相交流电路参数的测量	65	4.7.7	预习内容	84
4.3.1	实验目的	65	4.8	一阶 RC 电路过渡过程的研究	84
4.3.2	实验仪器与设备	65	4.8.1	实验目的	84
4.3.3	实验原理与说明	66	4.8.2	实验仪器与设备	84
4.3.4	实验任务与步骤	67	4.8.3	实验原理与说明	84
4.3.5	注意事项	68	4.8.4	实验任务与步骤	86
4.3.6	思考题	68	4.8.5	实验注意事项	87
4.3.7	预习要求	68	4.8.6	思考题	88
4.4	单相变压器及其参数的测量	69	4.8.7	预习内容	88
4.4.1	实验目的	69	第 5 章 电器控制实验		89
4.4.2	实验仪器与设备	69	5.1	三相异步电动机的继电器接触器控制	
4.4.3	实验原理与说明	69			89
4.4.4	实验任务与步骤	70	5.1.1	实验目的	89
4.4.5	注意事项	71	5.1.2	实验仪器与设备	89
4.4.6	思考题	71	5.1.3	实验原理与说明	89
4.4.7	预习要求	71	5.1.4	实验任务与步骤	89
4.5	三相交流电路的研究	72	5.1.5	注意事项	91
4.5.1	实验目的	72	5.1.6	思考题	91
4.5.2	实验仪器与设备	72	5.1.7	预习内容	91
4.5.3	实验原理与说明	72	5.2	电动机点动与长动控制电路的设计	
4.5.4	实验任务与步骤	73			91
4.5.5	注意事项	75	5.2.1	实验目的	91
4.5.6	思考题	75	5.2.2	实验仪器与设备	92
4.5.7	预习要求	75	5.2.3	实验设计要求	92
4.6	示波器和信号发生器的使用	75	5.2.4	实验报告	92
4.6.1	实验目的	75	5.2.5	思考题	92
4.6.2	实验仪器与设备	76	5.3	三相电动机定时自动 Y/ Δ 变换	
4.6.3	实验原理与说明	76		起动电路的研究	92

5.3.1 实验目的	92	6.3.3 实验原理与说明	105
5.3.2 实验设备	92	6.3.4 实验任务与步骤	106
5.3.3 设计要求	92	6.3.5 实验注意事项	108
5.3.4 实验报告	93	6.3.6 思考题	108
5.3.5 思考题	93	6.3.7 预习要求	108
5.4 三相异步电动机的电子控制	93	6.4 两级负反馈放大电路	108
5.4.1 实验目的	93	6.4.1 实验目的	108
5.4.2 实验仪器与设备	93	6.4.2 实验仪器与设备	108
5.4.3 预习要求	93	6.4.3 实验原理与说明	108
5.4.4 实验原理	93	6.4.4 实验任务与步骤	109
5.4.5 实验内容	94	6.4.5 实验注意事项	111
5.4.6 注意事项	95	6.4.6 思考题	111
5.4.7 思考题	95	6.4.7 预习要求	111
5.5 电子式三相异步电动机缺相保护 电路的设计	95	6.5 直流稳压电源	111
5.5.1 实验目的	95	6.5.1 实验目的	111
5.5.2 实验设备	95	6.5.2 实验仪器与设备	111
5.5.3 设计要求	96	6.5.3 实验原理与说明	112
5.5.4 实验报告	96	6.5.4 实验任务与步骤	112
6 第 6 章 电子技术实验	97	6.5.5 实验注意事项	116
6.1 晶体管单管放大电路	97	6.5.6 思考题	116
6.1.1 实验目的	97	6.5.7 预习要求	116
6.1.2 实验仪器与设备	97	6.6 编码器和译码器	116
6.1.3 实验原理与说明	97	6.6.1 实验目的	116
6.1.4 实验任务与步骤	99	6.6.2 实验仪器与设备	116
6.1.5 实验注意事项	100	6.6.3 实验原理与说明	116
6.1.6 思考题	100	6.6.4 实验任务与步骤	121
6.1.7 预习要求	101	6.6.5 注意事项	122
6.2 集成运算放大器的应用	101	6.6.6 思考题	122
6.2.1 实验目的	101	6.6.7 预习要求	122
6.2.2 实验仪器与设备	101	6.7 触发器及其应用	122
6.2.3 实验原理与说明	101	6.7.1 实验目的	122
6.2.4 实验任务与步骤	102	6.7.2 实验仪器与设备	122
6.2.5 注意事项	104	6.7.3 实验原理与说明	122
6.2.6 思考题	104	6.7.4 实验任务与步骤	125
6.2.7 预习要求	104	6.7.5 注意事项	126
6.3 集成门电路及其应用	104	6.7.6 思考题	127
6.3.1 实验目的	104	6.7.7 预习要求	127
6.3.2 实验仪器与设备	105	6.8 声控灯电路	127
		6.8.1 实验目的	127

6.8.2 实验仪器与设备	127	6.15 智力竞赛抢答器逻辑电路的设计	136
6.8.3 实验原理	127	6.15.1 实验目的	136
6.8.4 实验内容	128	6.15.2 实验仪器与设备	136
6.8.5 注意事项	128	6.15.3 设计要求	136
6.8.6 思考题	129	6.15.4 实验报告	136
6.8.7 预习要求	129	6.16 数字密码锁电路的设计	136
6.9 红外发射与接收管的应用	130	6.16.1 实验目的	136
6.9.1 实验目的	130	6.16.2 实验仪器与设备	137
6.9.2 实验仪器与设备	130	6.16.3 设计要求	137
6.9.3 实验原理	130	6.16.4 实验报告	137
6.9.4 实验内容	131	6.17 JK 触发器的应用	137
6.9.5 预习要求	132	6.17.1 实验目的	137
6.10 温度/电压转换电路的研究	132	6.17.2 实验仪器与设备	137
6.10.1 实验目的	132	6.17.3 设计要求	137
6.10.2 实验仪器与设备	133	6.17.4 实验报告	137
6.10.3 设计要求	133	6.18 节日彩色流水灯控制电路	138
6.10.4 实验报告	133	6.18.1 实验目的	138
6.11 集成运算放大器的应用电路设计	133	6.18.2 设计要求	138
6.11.1 实验目的	133	6.18.3 实验仪器与设备	138
6.11.2 实验仪器与设备	133	6.18.4 实验报告	138
6.11.3 设计要求	133	6.19 电子秒表电路的设计	138
6.11.4 实验报告	134	6.19.1 实验目的	138
6.12 交流电过压/欠压保护电路	134	6.19.2 设计要求	138
6.12.1 实验目的	134	6.19.3 实验仪器与设备	138
6.12.2 实验仪器与设备	134	6.19.4 实验报告	139
6.12.3 设计要求	134	6.20 宽度可调的矩形波发生电路	139
6.12.4 实验报告	134	6.20.1 实验目的	139
6.13 直流恒流源电路的实现	135	6.20.2 实验仪器与设备	139
6.13.1 实验目的	135	6.20.3 设计要求	139
6.13.2 实验仪器与设备	135	6.20.4 实验报告	139
6.13.3 设计要求	135	第7章 仿真实验	140
6.13.4 实验报告	135	7.1 Multisim2001 的基本界面	140
6.14 三相交流电源相序检测电路的设计	135	7.2 Multisim2001 的使用	141
6.14.1 实验目的	135	7.2.1 搭建电路及电路的编辑	141
6.14.2 实验仪器与设备	135	7.2.2 常用虚拟仪器仪表的使用	142
6.14.3 设计要求	135	7.3 复杂直流电路仿真实验	143
6.14.4 实验报告	136	7.3.1 实验目的	143

7.3.2 实验原理.....	144	8.1.2 设计要求.....	151
7.3.3 实验步骤.....	144	8.1.3 万用电表工作原理及参考电路	151
7.3.4 仿真要求.....	146	8.1.4 电路设计.....	154
7.3.5 思考题.....	146	8.1.5 实验元器件选择.....	154
7.3.6 预习要求.....	146	8.1.6 注意事项.....	154
7.4 正弦交流电路的功率仿真实验	146	8.1.7 报告要求.....	154
7.4.1 实验目的.....	146	8.2 电子验票器电路的设计.....	155
7.4.2 实验原理.....	146	8.2.1 实验目的.....	155
7.4.3 实验步骤.....	146	8.2.2 实验仪器与设备.....	155
7.5 组合逻辑电路设计与分析.....	147	8.2.3 设计要求.....	155
7.5.1 实验目的.....	147	8.2.4 电路设计.....	155
7.5.2 实验原理.....	148	8.2.5 实验原理图设计.....	156
7.5.3 实验步骤.....	148	8.2.6 实验数据及分析.....	157
7.5.4 思考题.....	150	8.2.7 实验总结及体会.....	157
第8章 设计性实验示例	151	附录 A 集成芯片端子图	158
8.1 用运算放大器组成万用电表的 设计与调试.....	151	附录 B 新旧电子电路符号对照表	161
8.1.1 实验目的.....	151	附录 C 常用电机电器的图形符号	162
		参考文献	163

第1章 实验基础知识

1.1 实验程序

实验程序一般分为课前预习、实验、编写实验报告三个阶段。

1.1.1 课前预习阶段

实验能否顺利进行和达到预期效果,取决于认真预习和充分准备,尤其是思想准备。实验是培养科技人才能力、素质的必经之路,一定要认真对待。从第一个实验开始就要严格要求自己,不仅要认真按要求去做,而且要从学会测量方法及仪器、仪表、设备的正确使用做起,能真正学会解决实验中的问题,逐渐培养自己学以致用能力。因此课前预习一定要做到:

(1) 必须认真阅读实验指导书和复习有关理论知识,查阅有关资料,明确实验目的、任务,彻底弄清实验原理、具体内容和要解决的问题,需观察什么现象,测量哪些数据,明确采取的方法和正确的操作步骤等。

(2) 尽可能熟悉仪器、仪表、设备的工作原理和技术性能、额定指标和主要特性,以及正确的使用方法和条件,牢记使用当中应注意的问题。

(3) 准备好实验待测数据的记录表格与计算工具,并预先计算出待测量的数值范围。这些数值范围既可作为仪表量程、仪器参数选择的依据,又可作为实验中随时与测量值进行比较和分析的依据。

(4) 牢记实验中应注意和要解决的问题,以及可能出现的现象,做到心中有数,实验才能达到事半功倍的效果。

1.1.2 实验阶段

实验是对每位同学综合能力的培养和考验。聪明人能利用每一个可能利用的机会来充实、锻炼、提高自己,而糊涂人则把来之不易的机会白白扔掉;聪明人宁可重做三遍,也不去抄取别人的数据和结论,而糊涂人以轻取别人的数据和结论为“便宜”,浪费自己的时间而走过场;聪明人每次都踏踏实实地去做、去测,收获永远是自己的,而糊涂人毫不吝惜地扔掉了不该扔掉的,造成了自己的损失。

希望每位同学从第一个实验开始,就养成只要干一件事,就尽量把它彻底干好的习惯,不仅会测了、会用了、会算了,更要知道为什么要这样测、这么用、这么算。多问几个为什么(问自己、问老师、问书本),遇到问题多想一些办法,多出一些主意,处处体现出分析问题和解决问题的水平和能力,使每次实验都确有收获。

实验阶段具体步骤:

(1) 实验操作前

实验操作前要认真听老师讲的具体要求,即实验中要看的、用的、测的、算的、做的都是什么?应怎样去看、去用、去测、去算?实际操作步骤、方法、条件是什么?理论根据又是什么?

怎样解决实验中的问题?怎样能保证安全?注意事项是什么?这些都清楚了,再进行具体操作。对于没听清听懂的事项要及时发问,千万不要不懂就操作,以避免造成不应该发生的意外和损失。

(2) 实验操作和测量过程

实验操作和测量过程中应做到以下几点:

① 做好测量前的各种准备工作。首先一一核对实验台上的仪器、仪表和设备,核对实验单元设备的名称、规格、型号,检查它们的外表有否损坏。然后按正确的使用要求,合理摆放整齐,使之既便于操作又便于观察、测量和读数,而又不相互影响。各仪表选择量程,调好机械零位。各种电源保证从0起调。各仪器旋钮放在合适的起始位置后,再接通示波器、电子管毫伏表等有源器件的工作电源,进行预热。

② 按实验内容要求进行电路参数选择和电路的正确连接,线路连接好后要先经自查无误,再请教师复查,必须经教师同意后才可接通电源。

③ 接通电路电源的同时一定要注意观察各仪表和设备等的指示现象是否正常,有无反转、过量程,有无冒烟、发热、有焦味、异常声响等。如有异常,应立刻切断电源仔细检查,待异常排除后再重新接通电源。

④ 测量读数时要看准各仪表指针所指格数,仪表满量程时的指示值到底是多少,仪表显示值的数量和单位一定要搞清、记准,并按要求逐项进行测量和记录,尤其是关键数、特殊点、拐点的数值一定要测准记清。

(3) 实验课收尾

完成全部规定的实验项目后,首先断开各带电部分电源(各仪器、有源器件的工作电源可先不断开),再认真检查实验记录的项目、数量、单位是否正确,与预算值是否相符,有无漏测,需画曲线的点是否选择合理,关键点、拐点是否测准,是否都符合规律;经自查计算、分析认为正确无误,再请老师复查,待老师在原始记录上签字通过后,先切断各工作电源和实验台上的总电源,方可进行拆线,记录各实验仪器、仪表、设备的名称、型号、量程、编号,把桌面和座椅等整理归位,经老师验收后方可离开。对于没有客观原因的错误测量和数据记录,应该重测。

1.1.3 编写实验报告阶段

实验报告是实验工作的全面总结,是分析和提高的重要阶段。用确切简明的形式,将实验结果完整、真实地表达出来,对实验工作总结、经验交流、科研成果推广、学术评议起着至关重要的作用。科技工作者、教师、工程技术人员、大学生能否写好实验报告,也是体现其基本功和科研能力的一个重要方面,为此要注意下列要点:

(1) 实验报告的编写。要求文理通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、分析合理(包括数据整理、结果分析、误差估计等)、结论正确。书写格式要规范化,电路图、测试表格要用尺画,需使用统一的实验报告用纸。编写实验报告时,对于统一要求以外的部分,应按每个实验的“实验报告要求”进行补充。

(2) 实验报告中的曲线、图要画在预定位置或坐标纸上,选取比例要适当,坐标轴要注明单位,绘图时关键点、拐点和特征点一定要绘出,还要尽量使绘出的曲线光滑均匀。

(3) 实验中的故障记录。实验中如果发生故障,应在报告中写明故障现象,分析产生故障的原因,记录排除故障采取的措施和方法等。

1.2 实验规范的培养

作风和习惯的好坏是事情成功与否的前提和关键,进行实验也是如此。所以要想真正做好实验并确有提高和收获,必须养成以下的良好作风和习惯:

(1) 接通、断开电源要与合作者打招呼。养成对个人和他人安全绝对负责的习惯。实验时要养成手不乱摸乱碰和始终只摸拿绝缘部分的习惯。

(2) 连接线路要做到心中有图。要养成背图接线的习惯,电路图记不清,背不下来,先不进行连接。根除未看懂、对不上号就盲目胡乱接线的不良作风和习惯。

(3) 接线后要及时清理现场。养成接线后随时拿开多余导线、导体,及时清理现场和认真进行自查、互查,不放过任何可疑点的作风和习惯。

(4) 做到事事心中有数。养成认真预习、计算及测量每个数据,每进行一步都做到心中有数的习惯。克服对其结果不知是否正确合理,是否符合规律,盲目操作与测量的不良习惯。

(5) 每次用表前都要仔细查看。每次使用仪器、仪表前都要仔细查看是否拿错、用错,检查仪表起始位置、量程范围是否选择正确合理,测量接线是否连接准确无误。克服不管不顾,拿起来就用就测的不良习惯。

(6) 要进行预通电。预通电是指在各项检查无误后,先试通电(如果电源电压可调,应从0 V或低电压开始逐渐加到测试电压)。通电瞬间,一定要聚精会神,眼观六路,耳听八方,听、看、闻全方位观察和判断各种现象正常与否,各表指示是否符合规律。养成观察全部现象正常无误后,再按要求逐项进行测试的习惯。

(7) 认真读取和记录数据。实验中数据记录很关键,要养成数量级、量纲、单位、条件一起记的习惯,边记边核算并与预算值进行比较,弄清判断所记数据是否符合规律、是否合理的根据和理由。克服总想看别人的数据,总想问老师对不对,而自己心中没数的毛病。养成宁可重做三遍,也决不抄取别人数据的好习惯。

(8) 要真正投入、善始善终。无论做什么实验,都要养成有头有尾、亲自动手做好每个实验的作风和习惯。克服自己糊弄自己,把自己当成局外人,既讲不清道理,又不上心,什么都干不好,也不想干的懒人习气。克服凑数、跟着看、抄结果的不良作风和习惯。

(9) 事故的判断处理。养成遇到事故、异常现象时头脑冷静、判断准确、处理果断的习惯。不仅能迅速断电保护现场,积极主动进行回忆、分析、查找原因,提出排除故障的方法,还能吸取教训,增强自信。

(10) 注意能力、素质的提高。整个实验过程都要有意识地注重自身科研素质和能力的提高,培养自己既思路敏捷,又动作娴熟准确;既有充实的理论基础,又有分析问题和解决实际问题的能力。养成既能讲清道理,又能出高招,想出更好、更科学方法的习惯。

(11) 做好实验后的整理工作。实验结束要养成及时清理归位,并对实验中所发生的事情详细记录的习惯。发现了什么问题,是如何解决的,或者提出合理建议、办法,尽量做到给下一组同学留下提示或宝贵意见,为他们创造更方便有利的条件。克服出了问题不说明,弄坏了东西不吭声,有意无意给下一组同学添麻烦出难题或根本不负责任的坏习惯。

1.3 元器件的识别及使用中应注意的问题

1.3.1 电阻器的标称值和允许误差的标注方法

电阻器的标称值和允许误差的表示方法有三种。

1. 直标法

直标法是将电阻的阻值直接用数字标注在电阻上。例如— 2Ω —表示该电阻为 2Ω 。

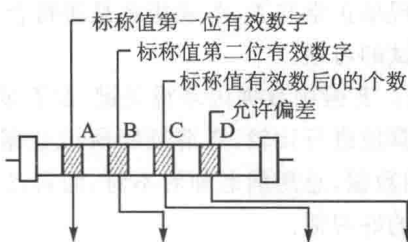
2. 文字符号法

文字符号法是将阿拉伯数字和字母符号按照一定规律组合来表示电阻值的方法。文字符号法规定:用于表示阻值时字母符号 M、K、 Ω 之前的数字表示阻值的整数值,之后的数字表示阻值的小数值,字母符号表示小数点的位置和阻值单位。例如,以 $1M0$ 表示该电阻阻值为 $1.0M\Omega$, $4K7$ 表示该电阻值为 $4.7k\Omega$, $\Omega 22$ 表示该电阻值为 0.22Ω 。

3. 色环标注法

色环标注法是用不同颜色的色环在电阻器表面标称阻值和允许偏差。紧靠电阻体一端头的色环为第一环,露着电阻体本色较多的另一端头为末环。

普通电阻器用四条色环表示标称阻值和允许偏差,其中第一、二环是有效数字,第三环是 10 的倍率,第四环是色环电阻器的误差范围,如图 1-3-1 所示。

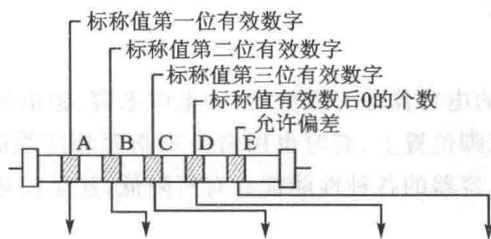


颜色	第一有效数	第二有效数	倍率	允许偏差/%
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	± 1
红	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	10^6	± 0.25
紫	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	$-20 \sim +50$
金			10^{-1}	± 5
银			10^{-2}	± 10
无色				± 20

图 1-3-1 两位有效数字的阻值色环标志法

例如,某四色环电阻的颜色从左到右依次是红、黄、棕、金,则该电阻标称值为 $24 \times 10^1 = 240 \Omega$,误差为 $\pm 5\%$ 。

精密电阻器用五条色环表示标称值和允许偏差,其中前三环是有效数字,第四环是10的倍幂,第五环是色环电阻器的误差范围,如图1-3-2所示。



颜色	第一有效数	第二有效数	第三有效数	倍率	允许偏差/%
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	± 1
红	2	2	2	10^2	± 2
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	± 0.5
蓝	6	6	6	10^6	± 0.25
紫	7	7	7	10^7	± 0.1
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	$-20 \sim +50$
金				10^{-1}	± 5
银				10^{-2}	± 10

图1-3-2 三位有效数字的阻值色环标注法

例如,某五色环电阻的颜色从左到右依次是蓝、灰、黑、橙、紫,则该电阻标称值为 $680 \times 10^3 = 680 \text{ k}\Omega$,误差为 $\pm 0.1\%$ 。

1.3.2 电容器标称值的标注方法

电容器的容量单位为 pF、nF、 μF (有时“F”不标出)。它们之间的具体换算为: $1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF}$ 。

通常当 $C < 1000 \text{ pF}$ 时以 pF 为单位标注,例 22 pF 。当 $C > 1000 \text{ pF}$ 时以 μF 为单位标注,例 $0.047 \mu\text{F}$ 。

1. 文字符号直标法

(1) $C < 1 \mu\text{F}$ 不标单位,电容量标称值只有整数,它的单位是 pF。例如,200 就是 200 pF ; 1000 就是 1000 pF 。

电容量标称值只有小数,它的单位是 μF 。例如,0.01 就是 $0.01 \mu\text{F}$,0.47 就是 $0.47 \mu\text{F}$ 。

(2) $C > 1 \mu\text{F}$ 不标单位, 它的单位是 μF 。例如: $1 \mu\text{F}$, $47 \mu\text{F}$ 等。

2. 代码标志法

对于体积较小的电容器常用三位数字来表示其标称容量值, 前两位是标称容量的有效数字, 第三位是乘数, 表示乘以 10 的幂次数, 容量单位是 pF。例 222 为 $2\ 200 \text{ pF}$; 103 为 $0.01 \mu\text{F}$; 104 为 $0.1 \mu\text{F}$; 105 为 $1 \mu\text{F}$ 。

3. 极性

电容器中有许多类型的电容器是有极性的, 如电解电容、钽电容等, 一般极性符号(“+”或“-”)都直接标注在相应端脚位置上, 有时也用箭头来指明相应端脚。在使用电容器时, 要注意不能将极性接反, 否则电容器的各种性能都会有所降低, 甚至损坏。

1.3.3 电感器

用导线在绝缘骨架、磁芯或铁芯上绕制而成的能产生电感作用的电子元器件统称电感器, 它通电后具有储存磁能的作用。

电感器通常分为两类: 一类是应用自感作用的电感线圈, 另一类是应用互感作用的变压器。

1. 电感线圈

(1) 特性、种类及用途

电感线圈具有阻碍交流电通过的特性, 其呈现的阻碍作用可用感抗来表示 $X_L = 2\pi fL$, 频率越高感抗越大。

电感线圈的用途极为广泛, 例如, LC 滤波器、调谐放大器、去耦电路等都会用到电感线圈。

电感线圈种类很多, 按结构特点可分为单层、多层、蜂房、带磁芯及可变电感线圈; 按用途可分为高频天线线圈、低频阻流圈、高频阻流圈和振荡线圈等。

(2) 型号命名法

电感线圈型号由四部分组成:

第一部分: 主称, 用字母表示(其中 L 表示线圈, ZL 表示高频或低频阻流圈);

第二部分: 特征, 用字母表示(其中 G 表示高频);

第三部分: 型式, 用字母表示(其中 X 表示小型);

第四部分: 区别代号, 用字母表示。

例如, LGX 型即为小型高频电感线圈。

(3) 主要参数

① 电感量 L 和允许误差。电感量 L 是表示线圈产生自感应能力的一个物理量。电感量单位是亨利(H)。电感量和线圈的匝数、直径及有无磁芯有关。线圈串联时 $L_{\text{总}} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$, 线圈并联时 $L_{\text{总}} = \frac{1}{1/L_1 + 1/L_2 + \dots + 1/L_n}$

② 品质因数。是表示线圈质量的参数, 用字母 Q 表示, 它等于线圈的感抗和直流电阻的比值, 即:

$$Q = \frac{2\pi fL}{R} = \frac{\omega L}{R}$$

Q 值越高,线圈的损耗就越小,质量越好。线圈 Q 值通常为几十至几百。

③ 额定电流。电感器长期工作允许通过的最大电流。若工作电流超过额定电流,则电感器就会因发热而使性能参数发生改变,甚至还会因过流而烧毁。

④ 分布电容。线圈匝与匝之间,线圈与磁芯、底板间,线圈与屏蔽罩之间的电容称分布电容。分布电容的存在,使线圈的 Q 值减小,稳定性变差。因此,分布电容越小越好。

2. 变压器

变压器是电磁能量转换器件,它的主要作用是变换电压、电流和阻抗,还可以使电源和负载之间进行隔离。

(1) 种 类

变压器按用途可分为调压变压器、电源变压器、低频变压器、中频变压器、高频变压器和脉冲变压器。按变压器的铁芯和线圈结构可分为芯式、壳式、环形、金属箔变压器;按电源相数可分为单相、三相、多相变压器;按防潮方式可分为开放式、灌封式、密封式变压器等。

(2) 型号命名

变压器型号由三部分组成:

第一部分:主称,用字母表示。如 DB 表示电源变压器, CB 表示音频输出变压器, RB 表示音频输入变压器, GB 表示高压变压器。

第二部分:功率,用数字表示。计量单位用 KVA 或 W 标志,但 RB 型变压器除外。

第三部分:序号,用数字表示。

例如 DB-60-2 表示功率为 60 VA 的电源变压器。

(3) 主要参数

① 额定功率和额定频率。由于变压器的负载不是纯电阻性的,一般用伏安值表示变压器的容量(额定功率)。计量单位用伏安(VA)。

② 额定电压和变压比。变压比是指初级线圈电压与次级线圈电压的比值,它等于初级和次级线圈的匝数比。

$$n = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

③ 效率。变压器的输出功率 P_2 和输入功率 P_1 的比值叫变压器的效率,即

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

变压器的参数都直接标在外壳上。

1.3.4 国产半导体集成电路型号命名方法

本标准适用于按半导体集成电路系列和品种的国家标准所生产的半导体集成电路(以下简称器件)。

1. 型号的组成

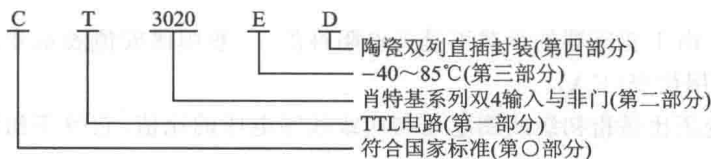
器件的型号由五部分组成。其五个组成部分的符号及意义如表 1-3-1 所列。

表 1-3-1 半导体集成电路型号命名方法

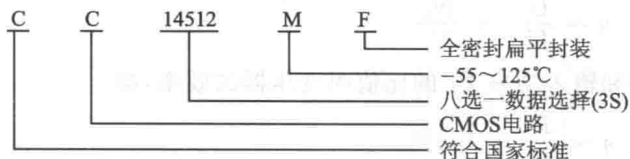
第○部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示器件 符合国家标准		用字母表示器件 的类型		用阿拉伯数字 表示器件的系 列和品种代号	用字母表示器件的 工作温度范围		用字母表示 器件的封装	
符 号	含 义	符 号	含 义		符 号	含 义	符 号	含 义
C	中国制造	T	TTL		C	0~70℃	W	陶瓷扁平
		H	HTL				B	塑料扁平
		E	ECL				F	全密封扁平
		C	CMOS				D	陶瓷直插
		F	线性放大器				P	塑料直插
		D	音响、电视电路				J	黑陶瓷直插
		W	稳压器				K	金属菱形
		J	接口电路				T	金属圆形
		B	非线性电路				⋮	⋮
		M	存储器					
		U	微型机电路					
		⋮	⋮					

2. 示 例

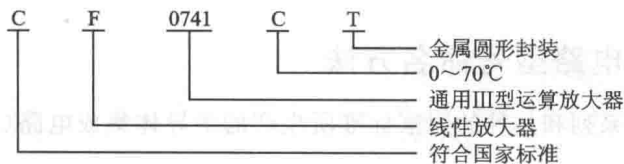
(1) 肖特基 TTL 双 4 输入与非门



(2) CMOS 八选一数据选择器(3S)



(3) 通用运算放大器



1.3.5 使用中应注意的问题

(1) 电容器在使用前应先检查电容器外引线是否开路或短路。有极性的电解电容器通常是在电容外壳上标有(+)极性和(-)极性,加在电容器两端的电压不能反向,若反向电压作用在电容上,则原来正极金属箔上的氧化物(介质)会被电解,并在负极金属箔上形成氧化物,在这个过程中将出现很大的电流,使得电解液产生气体聚集在电容器内,轻者会导致电容器损