

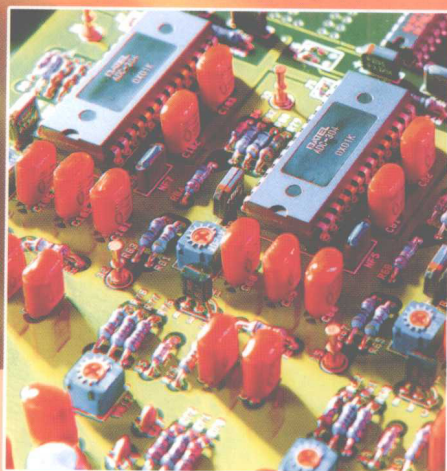


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电工及电子实验

(非电类专业)

朱承高 吴月梅 主编
叶挺秀 主审



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

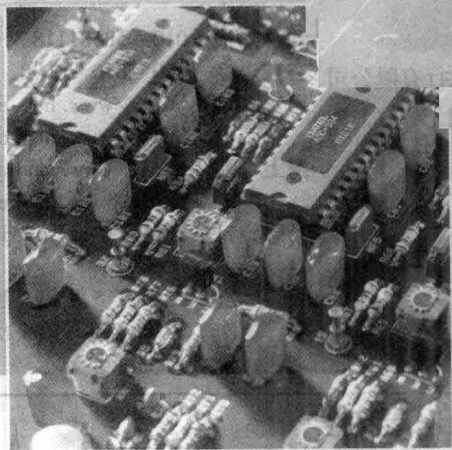
电工及电子实验

Diangong ji Dianzi Shiyan

(非电类专业)

朱承高 吴月梅 主编

叶挺秀 主审



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是独立设课的电工及电子实验课程教材,内容包括电路基础、电机控制、模拟电路、数字电路等部分,全书共分26章。第1章为实验绪论课的内容。第2章~第8章为电路基础,内容有直流电阻网络、单相交流电路、谐振电路、RC网络频率特性、三相交流电路、RC电路暂态过程、电感电路暂态过程等。第9章~第13章为电机控制,内容有铁心线圈及变压器、三相异步电动机的使用、异步电动机的控制装置、可编程控制器、可编程控制器系统等。第14章~第20章为模拟电路,内容有单管电压放大、集成运算放大、有源滤波、低频功率放大、信号发生电路、直流稳压电源、可编程模拟集成电路等。第21章~第26章为数字电路,内容有集成逻辑门、组合逻辑器件、触发器、移位寄存器、计数器、脉冲波形的产生、数模转换和模数转换、直流数字电压表等。

本书每章包括2~3个实验题材,并把概念叙述、原理介绍、器件性能、仪器使用、实验要求等组合在一起。学生通过预习,自行拟定实验目的、实验方案、实验步骤、注意事项等,并根据要求编写预习报告参加实验。本书对学生的自学能力和独立工作能力有一定的要求。

本书适用于高等学校非电类专业的电工学实验课程,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

电工及电子实验/朱承高,吴月梅主编. —北京:
高等教育出版社,2010.5
非电类专业
ISBN 978-7-04-029095-0

I. ①电… II. ①朱…②吴… 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(2010)第060805号

策划编辑 金春英 责任编辑 曲文利 封面设计 于文燕
责任绘图 尹莉 版式设计 余杨 责任校对 刘莉
责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 肥城新华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 29.75
字 数 730 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年5月第1版
印 次 2010年5月第1次印刷
定 价 40.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29095-00

前 言

理论教学是通过教师在课堂上的知识传授来使学生获取并掌握知识的,是一种间接的学习过程。而实践教学则是学生在教师的引导下,通过自身的实践、观察与思考来认识客观现象,并通过分析、研究和探索来掌握事物发展的规律获取知识,是一种直接的学习过程。我们在求学的过程中,不可能仅仅是间接地寻求知识而没有直接体验,也不可能事事都去实践,这在环境、条件、时间上都不允许。所以只能把二者结合起来,既有理论知识又有实践知识,通过充实自己的实际经验,加深对理论的理解,特别对于理工科的学生,所掌握的知识必须在他们的实践能力上来体现,因此直接学习过程和实践能力的培养尤为重要。

实验教学是实践性教学环节之一。实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是训练他们的实验技能及组织实验和设计实验的能力,树立工程实际的观点和严谨的科学作风,使学生能独立进行实验,并在实验中进行研究与探索、分析与思考,最终提高自己的认识水平,掌握客观规律,提高研究与设计能力。

在当今时代,电工技术及电子技术的应用已使国民经济和科学技术的发展日新月异,认识电工技术、电子技术的原理并掌握其应用是所有理工科学生必须做到的。对于非电类专业的学生,学习电工与电子技术的目标应该是把这些知识应用于本专业的学习和研究,促进相关专业的发 展并提高自身的科技素质,力争使自己成为既懂电又懂专业知识的新型科技人才。

本教材的编写理念是使学生“见多识广”,并能比较灵活地参与实验,力求激发学生的“好奇心”和“学习兴趣”,引导其主动地进行实验课学习,并对不同的条件、不同的对象采用比较灵活的做法,使学生摆脱被动、刻板的学习状态。

本教材共有 26 章。每章有一个主题,编入了 2~3 个相互基本独立但有一定关联的实验题材,全部完成这些题材约需 4 学时。这些实验题材内容包括电工技术、电子技术,既有传统的又有现代的,既有理论研究的又有设计开发的;所用到的仪器仪表、实验装备的类型也比较多,基本上反映了当前的科技发展水平。上实验课时,可视情况安排不同基础的学生完成其中的一或二个题材,对于能力较强、成绩优秀并有兴趣的学生,可让其在实验室开放时间内选做余下的实验题材。当然不同的实验工作量对应的成绩也有差别,这对学生有一定的吸引力,另外对基础差的学生压力也不会过大,即要通过考核比较容易,要优秀则有一定难度。

本教材适用于独立开设的电工及电子实验课程,实验课程的独立开设使实验教学能根据自身特点及客观条件进行整合与发展,能充实理论课未能包含的新内容,能拓宽知识面,并促使学生重视实验教学。

本教材由上海交通大学电工电子技术中心组织编写,全书由朱承高、吴月梅负责整理及统稿并担任主编。参加编写工作及提供素材的还有付桂荣、许巧燕、丁祝伟、俞泓、沈其英、吴雅美、邵群等诸位老师,本书的编写得到了中心领导和其他老师的支持和帮助。

本教材由浙江大学叶挺秀教授主审。叶教授审稿极为仔细,对系统、内容及各细节均提出了中肯的意见,并改正了不少疏漏之处,使教材增色不少,在此表示衷心的感谢。

· II · 前 言

由于电工技术、电子技术领域内容广泛,新技术、新器件不断涌现,限于编者的阅历及水平,在书中难以全面反映,另外本书初稿虽经多次审校及修改,在原理的理解及文字表述等方面还会有一些不妥之处,恳请使用本书的读者不吝指正。

联系网址:<http://eelab.sjtu.edu.cn>

编者

2009 年 12 月于上海

学生实验守则

- 一、实验前必须认真预习,写好预习报告。
- 二、实验电路接通市电电源前,应由教师检查线路。
- 三、操作时注意人身安全,不得触及带电金属部分,严禁带电拆线及改接线。
- 四、爱护仪器设备,不要随意动用与实验无关的设备。
- 五、按照技术规范及操作说明使用仪器设备,防止设备事故。
- 六、保持实验室环境整洁,不洒落垃圾纸屑,不随地吐痰,严禁吸烟。
- 七、实验结束,断开电源,拆除线路,做好整理工作。

目 录

第 1 章 走进电工电子实验中心	1		
1.1 熟悉实验室环境	1		
1.2 认识实验桌及电源	2		
1.3 认识导线和电路元件	4		
1.4 了解实验课是怎样进行的	10		
1.5 实验中的安全操作	13		
1.6 一个典型实验项目的预习 和总结报告	13		
第 2 章 熟悉直流电阻网络	16		
2.1 概述	16		
2.2 了解直流仪表的工作原理及 直流电流、电压的测量方法	17		
2.3 熟悉直流稳压、稳流电源和 数字万用表的使用	18		
2.4 实验题材一 线性网络的 基本性质——齐次性和叠加 定理	23		
2.5 实验题材二 线性有源二端 网络的等效变换——等效 发电机定理	24		
2.6 实验题材三 认识电桥 电路——平衡电桥与 不平衡电桥	25		
2.7 总结对直流电阻网络的认识	27		
2.8 用仿真软件分析直流电阻 网络	27		
第 3 章 了解单相正弦交流供电 电路	37		
3.1 概述	37		
3.2 了解交流仪表的工作原理及 交流电流、电压和功率的测 量方法	39		
3.3 了解漏电保护开关、单相电度 表和单相接触式调压变压器 的使用	41		
3.4 实验题材一 试接一套单相 住宅供电电路	44		
3.5 实验题材二 测定交流阻抗 参数——相量图法和三表法	46		
3.6 实验题材三 荧光灯交流电路 及功率因数提高	48		
3.7 总结对单相交流供电电路的 认识	50		
第 4 章 观察正弦交流电路中的 谐振	51		
4.1 概述	51		
4.2 了解函数信号发生器和交流 毫伏表的使用	54		
4.3 实验题材一 串联谐振 电路	59		
4.4 实验题材二 并联谐振 电路	59		
4.5 实验题材三 谐振滤波	60		
4.6 总结对正弦交流谐振电路的 认识	61		
4.7 正弦交流谐振电路的仿真	62		
第 5 章 了解正弦交流 RC 网络的频率 特性	66		
5.1 概述	66		
5.2 实验题材一 RC 低通和高通 电路	68		
5.3 实验题材二 RC 带通和带阻			

电路	70	* 第 8 章 观察含有电感线圈电路中的暂态过程	107
5.4 实验题材三 RC 补偿分压器	73	8.1 概述	107
5.5 总结对 RC 网络频率特性的认识	74	8.2 实验题材一 电感线圈与交流电源的接通与断开	108
5.6 RC 网络频率特性的仿真	75	8.3 实验题材二 电感线圈与交流电源的接通与断开	109
第 6 章 了解三相正弦交流供电电路	81	8.4 实验题材三 RLC 串联电路的充放电过程	111
6.1 概述	81	8.5 总结 RL 、 RLC 电路中暂态过程产生的原因及暂态过程的规律	114
6.2 了解三相交流电路中电流、电压、功率的测量方法	83	8.6 含有电感线圈电路暂态过程的仿真	115
6.3 实验题材一 了解实际的三相负载接入电网的方式	84	第 9 章 研究铁心线圈与变压器	118
6.4 实验题材二 三相负载的星形联结	86	9.1 概述	118
6.5 实验题材三 三相负载的三角形联结	87	9.2 了解交流铁心线圈及变压器的结构	121
6.6 总结对三相正弦交流供电电路的认识	88	9.3 实验题材一 交流铁心线圈的研究	123
第 7 章 观察一阶 RC 电路中的暂态过程	89	9.4 实验题材二 单相变压器	124
7.1 概述	89	9.5 实验题材三 不接触式输电能的研究	127
7.2 了解数字存储示波器的使用	90	9.6 总结从空心电感线圈到单相变压器的演变及变压器的性能、应用	127
7.3 数字存储示波器的应用举例	95	第 10 章 熟悉三相异步电动机的使用	129
7.4 实验题材一 RC 电路的充放电过程	98	10.1 概述	129
7.5 实验题材二 微分电路和积分电路	100	10.2 了解钳形电流表和兆欧表的使用	130
7.6 总结一阶 RC 电路中暂态过程产生的原因及暂态过程的规律	102	10.3 了解基本控制电器	132
7.7 暂态过程的仿真结果与实验结果的比较	102	10.4 实验题材一 三相异步电动机的基本使用操作	137
		10.5 实验题材二 三相异步电动机的直接起动控制电路	138

10.6	实验题材三 三相异步电动机的正、反转控制电路	140	第14章	了解单管电压放大电路	209
10.7	总结对使用三相异步电动机及继电器-接触器控制的认识	143	14.1	概述	209
第11章	了解现代异步电动机控制装置的使用	145	14.2	熟悉程控直流稳压电源、函 数信号发生器、光标直读 通用示波器的使用	212
11.1	概述	145	14.3	实验题材一 双极晶体管 电压放大电路	226
11.2	实验题材一 三相异步电动机的变频调速	148	14.4	实验题材二 单管电压放 大电路的负反馈	233
11.3	实验题材二 三相异步电动机的软启动	163	14.5	实验题材三 射极输出器 和源极输出器	237
11.4	总结对现代异步电动机控制装置的认识	166	14.6	总结单管电压放大电路的 性能特点	240
第12章	了解可编程控制器	167	14.7	单管电压放大电路仿真结 果与实验结果比较	241
12.1	概述	167	第15章	熟悉集成运算放大器	245
12.2	可编程控制器的编程	170	15.1	概述	245
12.3	三菱FX _{2N} 系列机型简介	181	15.2	熟悉集成运算放大器实验 接线板	247
12.4	实验题材一 熟悉基本逻辑指令	183	15.3	实验题材一 线性运算 电路	248
12.5	实验题材二 三相异步电动机的正反转控制	191	15.4	实验题材二 合成电抗 电路	253
12.6	实验题材三 三相异步电动机的顺序控制	194	15.5	实验题材三 电压比较 电路	254
12.7	总结可编程控制器的认识	198	15.6	总结对集成运算放大器 基本使用的认识	260
第13章	设计可编程控制系统	199	第16章	了解有源滤波电路	261
13.1	概述	199	16.1	概述	261
13.2	实验题材一 小车循环往返控制	200	16.2	实验题材一 二阶低通滤波 电路和二阶高通滤波电路	262
13.3	实验题材二 交通信号灯的自动控制	203	16.3	实验题材二 二阶带通滤波 电路和二阶带阻滤波电路	267
13.4	实验题材三 舞台艺术灯饰的自动控制	205	16.4	实验题材三 压控电压源 二阶滤波电路的设计	272
13.5	总结可编程控制器系统的设计	208	16.5	总结有源滤波电路的特点	274

16.6	二阶有源滤波电路的仿真	275	20.2	了解 ispPAC20 器件的结构及功能	322
第 17 章	熟悉低频功率放大电路	277	20.3	了解 ispPAC20 器件的编程方法	326
17.1	概述	277	20.4	实验题材一 用 ispPAC20 构成二级放大电路	332
17.2	实验题材一 OCL 功率放大电路	281	20.5	实验题材二 用 ispPAC20 构成低通有源滤波器	336
17.3	实验题材二 OTL 集成功率放大器 LM386	284	20.6	实验题材三 用 ispPAC20 构成函数信号发生器	338
17.4	实验题材三 集成功率放大器 TA7240P 的应用	287	20.7	总结对可编程模拟电路的认识和使用	339
17.5	总结对低频功率放大电路工作原理和应用的认识	290	第 21 章	熟悉集成逻辑门的逻辑功能与应用	341
第 18 章	熟悉信号发生电路	291	21.1	概述	341
18.1	概述	291	21.2	熟悉数字逻辑电路实验装置	341
18.2	实验题材一 RC 文氏电桥正弦波发生电路	293	21.3	实验题材一 集成逻辑门电路的逻辑功能	347
18.3	实验题材二 矩形波、三角波发生电路	295	21.4	实验题材二 特殊门电路的使用	350
18.4	实验题材三 集成函数信号发生器 8038 的使用	299	21.5	实验题材三 简单组合逻辑电路的设计	357
18.5	总结信号发生电路的原理和功能	303	21.6	总结逻辑门电路的逻辑功能及组合逻辑电路的设计	361
第 19 章	熟悉直流稳压电源	305	第 22 章	熟悉组合逻辑器件	363
19.1	概述	305	22.1	概述	363
19.2	实验题材一 整流、滤波电路	305	22.2	实验题材一 编码器和译码器	364
19.3	实验题材二 直流稳压电路	310	22.3	实验题材二 数据选择器和数据分配器	374
19.4	实验题材三 集成稳压器	315	22.4	实验题材三 数值比较器和 4 位全加器的应用	379
19.5	总结直流稳压电源的组成及性能	319	22.5	总结对组合逻辑电路器件逻辑功能的认识	383
第 20 章	了解可编程模拟集成电路	321			
20.1	概述	321			

第 23 章 熟悉集成触发器和移位寄存器	385	25.2 实验题材一 用基本门电路构成多谐振荡器	423
23.1 概述	385	25.3 实验题材二 用 555 集成定时器构成多谐振荡器	427
23.2 实验题材一 了解触发器的逻辑功能	388	25.4 实验题材三 单稳态触发器及施密特触发器	433
23.3 实验题材二 用触发器组成时序逻辑电路	393	25.5 总结产生脉冲波形和整形的方法	439
23.4 实验题材三 熟悉集成移位寄存器的使用	399		
23.5 总结触发器的逻辑功能及寄存器的原理和应用	401	第 26 章 熟悉数模转换和模数转换电路	441
第 24 章 熟悉集成计数器	403	26.1 概述	441
24.1 概述	403	26.2 实验题材一 倒 T 形电阻网络数模转换器	442
24.2 实验题材一 二进制计数器的构成	406	26.3 实验题材二 逐次逼近型模数转换器	446
24.3 实验题材二 十进制计数器及译码、显示	412	26.4 实验题材三 双积分型模数转换器及直流数字电压表	451
24.4 实验题材三 N 进制计数器	417	26.5 总结对 D/A 转换及 A/D 转换的认识	458
24.5 总结集成计数器的构成及应用	422		
第 25 章 了解脉冲波形的产生和整形	423	参考书目	460
25.1 概述	423		

走进电工电子实验中心

同学们,欢迎来到电工电子实验中心上实验课。熟悉实验室的环境,了解实验课是怎样进行的,并充分做好实验课的课前准备工作,是初次来上课的同学必须要做的。在这一章里将介绍实验室及实验课的情况,希望同学们认真阅读,如有问题可在实验课前询问指导教师。

1.1 熟悉实验室环境

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

电工电子实验中心面向全校各专业开设电类基础实验课,包含直流电路实验室、交流电路实验室、电机控制实验室、可编程控制实验室、变频器实验室、传感器实验室、模拟电子技术、数字电子技术实验室,以及单片机实验室、可编程器件实验室、大规模集成电路实验室、计算机房等,可以开设电路基础、模拟电子技术、数字电子技术、电工学、单片机、电子系统设计等实验课,还有专门的创新实验室,可供同学们参与各种项目的创新实验及各种电子设计竞赛项目。

电工电子实验中心具有优越、宽敞、明亮的实验环境,一流的实验设备,教学经验丰富的专职老师,在图 1.1.1 中可以看到部分实验室的内景。同学们在这里认真学习以后一定会增长不少见识,在实践能力、思考方法等方面会有不小的收获。



(a)



(b)

图 1.1.1 实验室内景

(a) 电子技术实验室 (b) 直流电路实验室

在这里除了强电实验因所用实验操作电源是 380/220 V,操作时需要安全监督、检查,为两人一组外,其余弱电实验都是一人一组,这样使每个同学都能平等地得到实践的锻炼。在实验教材中提供了丰富的实验题材供同学们选择,希望同学们不仅是在规定的课内时间,还能在课外时间来实验室进行实验,在实验过程中的经历和经验对同学们日后的工作将是有益的。

1.2 认识实验桌及电源



1.2.1 实验桌

1. 通用实验桌

根据实验内容的不同,实验桌也有不同的样式,大部分实验桌需要用仪器仪表对实验电路及实验装置进行测试,其实验装备的主体是便携式仪器仪表,实验桌如图 1.2.1 所示,桌面大小约为 $0.8\text{ m} \times 1.6\text{ m}$,由于目前电子仪器的外形及重量已大为减小,而且为一人一组,所以一般已能满足使用要求,并显得比较宽松。实验桌上放置一套通用实验仪器,一台计算机显示器及键盘。做实验时根据实验要求选用其中的一部分或全部,实验结束后应将仪器仪表的电源全部断开,并将它们整理就位。



图 1.2.1 通用实验桌

在实验桌面下的抽屉中放置实验用的接线及实验接线板,在两侧的橱门内放置计算机主机及备用仪器、仪表、接线板等。实验过程中不要擅动与本实验无关的仪器设备及备用装备,以免发生不必要的损坏及差错。

每组实验桌所配置的计算机可以让同学们了解实验要点及仪器设备的使用方法,但并不是说同学们可以不经充分预习而依赖计算机的提示进行实验,如果这样就使有限的课内时间的利用效率很低,可能在规定的时间内无法完成实验,也不能对实验现象及实验结果进行深入的分析与思考,使用计算机的目的是解决临时产生的一些疑问,让同学自助答疑,克服教师人手不足的困难。利用计算机还可以让同学进行电路仿真操作,解决一部分实验任务的需要。

在一部分实验室里,每组的计算机还连成一个室内局域网,可以实现师生之间交流,并由教师发布消息,以克服实验室过长、过大,学生看不清黑板提示及实验中注意力不集中等情况。

2. 强电实验桌

强电实验的实验桌如图 1.2.2 所示,实验用的仪表以及各种线路板都接近垂直地安装在挂箱上,众多挂箱都挂在屏上,实验屏的左端为电源装置,由空气开关控制整个实验屏电源的通断。采用此种方式固定实验线路板及仪表的主要原因是便于实验者观察与操作,接线容易固定,查线也比较方便,避免因接线的拉扯而摔坏线路板、实验元器件。在需要用计算机编程的实验室都配有计算机。

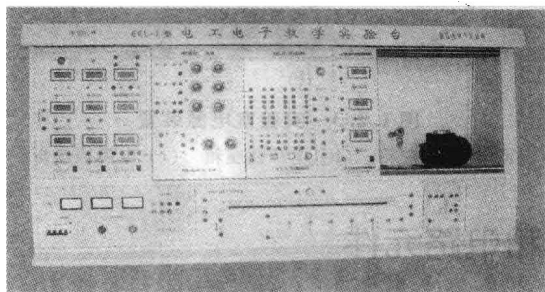
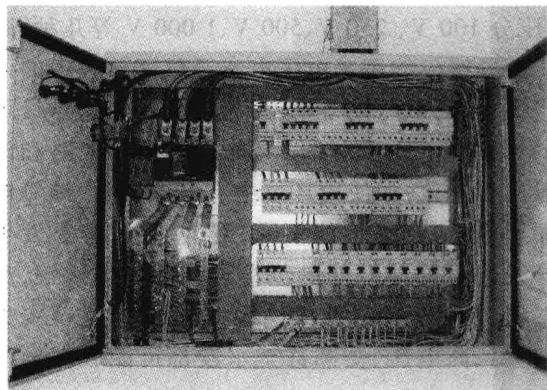


图 1.2.2 强电实验桌

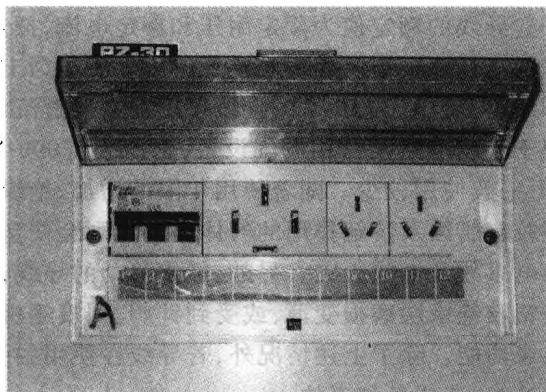
在实验桌面下的抽屉及橱门内同样放置一些实验接线、备用仪器及接线板、计算机主机等,在做实验时同学们不要擅动与本实验无关的装备,以免发生一些不必要的损坏及差错。

1.2.2 电源

每个实验室的实验电源与照明、办公用电源是分别供电的,实验电源是由楼层的电源室向各实验室提供的三相五线制 380/220 V 电源,送进各实验室前面的总电源控制箱,如图 1.2.3 所示。电源控制箱就通过实验室内墙上的线槽将电源分路供给各电源插座箱,然后再从插座箱供电到各实验桌背后的移动式电源插座板上,供仪器仪表使用。在各个供电装置中都带有开关及过载或短路保护机构,一旦发生过载或短路事故,电源自动断开。



(a)



(b)



(a) 电源控制箱 (b) 电源插座箱 (c) 电源插座板

1.3.1 导线

导线是每个实验必须使用的,用以连接电路并起传输电流、电压及电信号的作用。虽然实验室已为每组同学配备了适用的导线,但同学们仍应了解导线的选用知识。

1. 普通导线

普通导线是用来传输电流的,通常都是铜芯塑胶线,一般分单芯线和多芯线。单芯线只有一股铜芯,但线径较粗,俗称硬线,用于线路的固定连接,导线弯折后容易定形;多芯线的内芯由多股细铜芯绞合而成,每股铜芯的直径为 0.15 mm,要求特别柔软的为 0.07 mm,用于可移动连接,俗称软线。在实验中所用的连接线都是多芯线。

(1) 额定电压

导线的额定值为额定耐压和额定电流,额定耐压分 100 V、250 V、500 V、1 000 V 等几种,耐压的高低取决于所用塑胶绝缘厚度。耐压为 100 V 的导线仅能用于电子电路及仪器仪表中的低压线路,耐压为 250 V 的导线可用在一般直流电路及单相低电压设备中,耐压为 500 V 的导线可用于三相电路及三相电气设备,耐压为 1 000 V 的导线则用于 500 V 以上电压等级的电路和设备,一般使用较少。随着使用年限的增加,绝缘材料逐步老化,如使用环境中存在酸、碱、盐、油等对塑胶有腐蚀及溶解作用的气体、液体,则会使塑胶加速老化,绝缘性能下降,漏电增加,容易发生触电事故及电气火灾。另外,经常移动的导线,或导线虽不移动但外皮经常与移动物体接触,产生塑胶绝缘层磨损变薄,或受到针刺、划痕等机械损伤,都可能使导线的绝缘性能下降,甚至丧失绝缘功能。除了上述情况外,若导线在使用中受到高温、高电压、受潮甚至水浸都可能破坏导线的绝缘,造成各种事故。

为此,对于处在各种不良环境下的导线应选用具有双重绝缘的塑胶护套线,或强化绝缘的专

用塑胶线。塑胶护套线是在塑胶线的外面再套上一层独立的塑套管,在套管内最多套入 4 根塑胶线,套管的耐压等级与内包的塑胶线相同。塑胶护套主要用来防护外部环境对塑胶线的损伤,同时也起到加强绝缘的作用。一般在实验室内进行电路及电子技术实验时,因环境较好,连接线都采用普通塑胶软线,若在有旋转机械或直线运动机械的强电环境中,则应采用塑胶护套或加强绝缘特别柔软的塑胶线。

在一般环境下,塑胶线使用年限达 10 年就应该进行绝缘检查,主要检查其耐压等级及绝缘电阻是否达标,若有一项不达标应予以淘汰。对于大批量的导线可用抽检的方法决定。

平时使用不当也可能造成导线绝缘损坏。例如,弯折挤压过度,长期在高温或低温条件下使用,长期过电流等,如发现导线绝缘层磨损、变形、开裂,就应予以废弃。另外,市场上的一些劣质导线往往在生产中加入了再生塑胶、减薄塑胶层厚度以节省成本,在使用中极易因绝缘性能不达标而造成事故。

(2) 额定电流

导线的额定电流值即允许通过的最大电流值,取决于通电导线的温升,而温升的高低又与环境温度、散热条件、导线的内阻有关,需要根据其芯线截面积、敷设或使用条件,环境温度等查阅有关手册。

在实验中常用的移动软线的芯线标称截面积有 0.5 mm^2 、 0.75 mm^2 、 1 mm^2 、 1.5 mm^2 、 2 mm^2 等规格,在常温及通风良好的环境下,其单线安全电流密度约为 11 A/mm^2 ,若有多线平行或绞合使用,因散热条件变差,所以安全电流密度应适当减小。塑胶线的最高工作温度为 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$,超过此值塑胶层将因加速老化、变性、熔融而损坏。某些劣质导线因所用铜芯线材料杂质多、电阻大、发热损耗大,而塑胶层的耐温又差,因此安全电流密度达不到规定值。

2. 屏蔽线

屏蔽线是专门用于传输电信号的,由于信号本身的功率很小,属于弱电范围,其芯线很细,绝缘层较薄,但绝缘材料的性能较好,有的屏蔽线耐压可达 500 V ,允许传输电压较高的测试信号。

屏蔽线通常为单芯线,在单芯线绝缘层外面包一层金属丝网称为屏蔽层,使用时应将屏蔽层接地,可以阻挡空间的杂散电磁场的辐射干扰,使之不影响芯线中传输的电信号,也可以防止芯线中的电信号不向外辐射。

对用于高频信号传输的屏蔽线,还有一定的传输参数指标的要求,例如传输线的特性阻抗、频率特性、延迟性能等,所以一般低频电子电路中使用的屏蔽线是不适合用在高频电路的,否则容易引起高频传输信号的畸变。

在可移动条件下使用的屏蔽线,其屏蔽层外还加套塑胶护套,以对屏蔽线起保护作用。在实验中,屏蔽线主要用于测量仪器与线路板之间的连接,而在线路板内部因距离很近,信号传输不必用屏蔽线。

1.3.2 电路元件

通常电路元件是指电阻元件、电容元件、电感元件,这些元件在电路中都不起电源的作用,所以是一种无源元件。而电路中还有一些电子器件如各种半导体二极管、晶体管等,它们的性能一般都具有非线性的特点,即用以描述电流与电压之间关系的参数不是常数,也就是两者之间的关

系还受到其他因素的影响,不能简单地用一个参数来表述。有关电子器件的特性、参数与应用,将在电子技术实验中了解。

1. 电阻元件

电阻元件通常是各种实际的电阻器在电路中的泛称,电阻特性就是指通电以后电阻两端就有电压降,并具有电功率损耗使电阻器发热升温。在常温下电阻器的电流与端电压成正比,电阻值为常数,在温度有较大幅度升高或降低时,电流与端电压不再成正比,电阻值将随温度的变化而变化。

(1) 分类

在电路中常用的电阻元件有固定电阻及可变电阻两种,主要用作分压、调压、降压、分流、限流或组成各种网络,用来控制和调节电路中的电流或用作消耗电能的负载。固定电阻器一般有线绕和非线绕两种构造,前者由电阻丝在陶瓷骨架上制成,一般额定功率较大,电阻值较精确,但体积大、价格高;后者可在陶瓷芯管表面上喷涂导电薄膜并刻螺线制成,称为薄膜电阻;或用瓷粉掺和碳粉加上树脂固化成形,称为实芯电阻,其电阻值误差较大,价格便宜。

可变电阻通常称为电位器,同样有线绕和非线绕两种,前者体积大、功率大,阻值精确、不易磨损,但价格贵;后者则相反,并在电子线路中大量使用。固定电阻和可变电阻外形结构如图 1.3.1 所示。

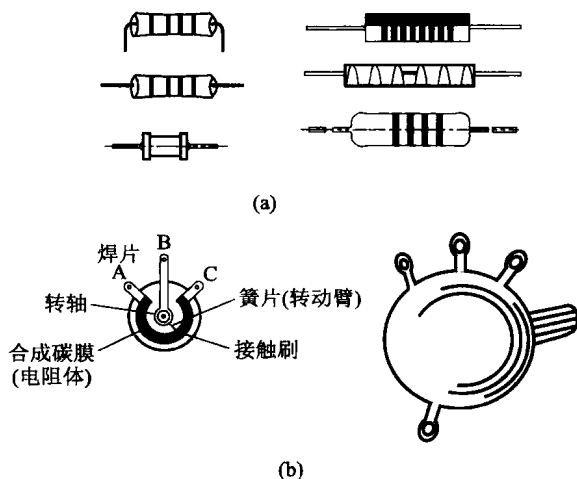


图 1.3.1 电阻器的外形结构
(a) 固定电阻 (b) 可变电阻(电位器)

(2) 主要参数

通常电阻器都有两个额定值指标来确定其正常的工作条件。一种是用额定电压和额定功率,例如各种照明灯具和电热器具;另一种是用额定电阻和额定功率,例如在电子电路中普遍使用的电阻器。有了两个额定值,则另外的额定参数如额定电流、额定电阻或额定电压都可以利用欧姆定律及焦耳-楞次定律计算得到。

电阻器的主要参数有额定功率、电阻标称值及容许误差。

① 额定功率 是电阻器在长期连续通电情况下允许消耗的最大功率,一般有 $1/20\text{ W}$ 、 $1/8\text{ W}$ 、 $1/4\text{ W}$ 、 $1/2\text{ W}$ 、 1 W 、 2 W 、 5 W 、 10 W 以及 25 W 、 50 W 、 100 W 等。 2 W 以下的电阻器根