

专著

国际化专业试点班指导用书

ZHUANZHU

电路基础与产品制作

王滦平 著

ZHUANZHU

西北工业大学出版社

国际化专业试点班指导用书

DIANLU JICHU YU CHANPIN ZHIZUO

电路基础与产品制作

王滦平 著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是一部依据企业岗位需求、以培养学员职业素质和职业能力为目标、借鉴德国职业技术教育经验而编写的面向应用型本科及高等职业技术教育教学的教材。

全书共选取4个电类实际操作项目,包括电的发明与电器应用、无线电能传输装置制作、LED闪光灯电源制作和烟雾报警器制作,详尽演示了电路安装与调试制作的过程。

本书可作为应用型本科院校及高等职业院校相关专业的教材,也可作为本科毕业生就业岗前培训以及职业鉴定机构中、高级电工培训、鉴定教材。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础与产品制作/王滦平著. —西安:西北工业大学出版社, 2016.8
ISBN 978-7-5612-4948-2

I. ①电… II. ①王… III. ①电路理论—教材 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 182987 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:6.5

字 数:151 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

前言

本书是一部依据企业岗位需求、以培养学员职业素质和职业能力为目标、借鉴德国职业技术教育经验而建构的面向应用型本科及高等职业技术教育教学的教材,较为深层次地传承了德国职业技术教育的风格。

本书形式上采用独立项目驱动,针对方法点、知识点、技能点对学员进行行为引导,试图引导学员在面对项目时像笔者那样去思考、去解决问题、去提高项目质量、去降低项目成本。

内容上采取“实、理、训”一体,先实后理、训的次序,但凡制作一个项目,都是将项目所需的元件、工具、设施准备齐,经过简单的熟悉、测量后再进行原理讲解,最后进行制作、调试和总结。免除了学员死记硬背的方法,一切在感知的基础上理解、操作。

本书方法上类似“归纳法”,即先发散后集中的制作思路,完全符合产品研发的客观规律。比如制作烟雾报警器,制作之前没有给学员立规矩:“必须掌握三极管的放大原理和继电器的控制原理”,而是循循善诱地引导学员由浅入深地操作,项目结束时,各个学员之间要组成小组深入交流、总结。总结是项目的“高潮”,也是学习过程的“高潮”。在一次 U17 足球世界杯的闭幕式上,国际足联前主席阿维兰热说过这样一段话:“我想向年轻的朋友们提一个问题,为什么在你们的比赛中大多数进球发生在上半场,而在成人世界杯上进球多发生在下半场或加时赛?我以为,这是因为你们一上来就全力进攻而成年人一上来更多的注意力会集中于试探对方所造成的。”没有总结就没有本次的成功,通过总结,学员可以从其他学员那里获取自己做项目时未曾感知到的经验或教训。

本书指导思想上尊重企业导向地位、以技能大赛为平台构建创新型职业教育课程模式。尊重企业导向地位就是市场需要什么就学做什么,长期保持课程高热度不减;以技能大赛为平台就是让技能大赛内容进课堂,与时俱进、攀登前沿,让学员的方法、知识、技能与就业岗位需求无缝对接。

全书共选取 4 个电类实际操作项目,详尽演示电路安装与调试制作的过程。

项目一为电的发明与电器应用,主要是由教师和学员一起重温电发展史上的一些经典实验,如摩擦起电、法拉第电磁感应定律、变压器传输实验等。

项目二为无线电能传输装置制作,是一个完整项目,选自 2014 年天津大学生电子设计大赛本科组赛题。制作这样一个项目的过程,分为 5 个学习情境、14 个学习任务,涉及钳子、镊子、多孔线路板、面包板、电阻、电容、电感、互感、二极管、整流桥、稳压块等工具和电子元器件。该项目的制作以教师演示、学员模仿为主。

项目三为 LED 闪光灯电源制作,是一个完整项目,选自 2015 年全国大学生电子设计大赛高职组赛题。这个项目要求学员在教师的指导下半独立完成。项目的制作过程分为 3 个学习情境、9 个学习任务,涉及 555 定时芯片、JK 触发器、XL6003 芯片等器件,工具沿用项目二的工具。

项目四为烟雾报警器制作,是一个完整项目,也是一道考试题,选自 1996 年天津中德培训

中心夏季联考试题, 考试合格者颁发 IHK(德国手工业协会) 资格认证证书。这个项目要求学员独立完成。项目涉及继电器、三极管、整流桥、稳压块、741 集成运放等器件, 工具沿用项目二的工具。

通过对内容的介绍可以看出本书的特色: 以做为第一要务, 所做的一切必须置身于和实际岗位相同或相近的情境中, “做” 过之后一定要有符合客观实际的总结。总结之后发现需要重复再做同一项目的, 必须重复再做, 考试必须在实验台上进行。本书覆盖了技工至本科之间的技能训练需求。

由于水平所限, 书中不足之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

著 者

2016 年 5 月于天津海河教育园区

目 录

学习项目一 电的发明与电器应用.....	1
学习情境一 电的发明.....	1
学习情境二 电器应用.....	2
学习项目二 无线电能传输装置制作.....	5
学习情境一 二极管照明电路.....	7
学习情境二 变流电路(1)——交流变直流.....	16
学习情境三 选频及无线传输电路	26
学习情境四 变流电路(2)——直流变交流.....	33
学习情境五 电路仿真实验	37
学习项目三 LED 闪光灯电源制作	46
学习情境一 恒流源电路	47
学习情境二 脉动波形产生电路	53
学习情境三 脉冲计数控制电路	58
学习项目四 烟雾报警器制作	64
学习情境一 直流电源电路	65
学习情境二 比较判别电路	70
学习情境三 放大驱动电路	83

全书导航

前期必备基础

直流电压源、交流电压源、万用表的使用

后期能力展望

我们总是认为学员的基础满足课程要求。我们也总是认为拥有任何好基础的学员都能从本课中获得裨益

学习项目二：无线电能传输装置制作
二极管照明电路、交流变直流电路、选频及无线传输电路
直流变交流电路、电路仿真实验

学习项目三：LED闪光灯电源制作
恒流源电路、脉动波形产生电路
脉冲计数控制电路

学习项目四：烟雾报警器制作
直流电源电路、比较判别电路
放大驱动电路

目设（之联书
'定教'用'中
项项师'可的
目目指再选三个
四二导从择完整
为为—另其中
考演'外'整
试示第两个任何
项项三一个项目
目'项目（二、
考项目目、三、
试目用于选、四
是于学之于一（
学学员教师既
习员独于演互
半立学示相
独操生（独
立作半学立
制（考试）员又
作项'立模内
项本操仿在
书作—关

支撑专业

电气自
动化

能源技
术专业

数控维
修专业

航天器
专业

物联网
专业

学习项目一 电的发明与电器应用

学习情境一 电的发明

实验一 摩擦起电

实验器材:玻璃棒、橡胶棒、丝绸、毛皮、纸屑。

“电”这个名词是由希腊语“琥珀”转来的。人类最早发现的电现象是摩擦起电现象。公元前 600 年左右,有个叫泰勒斯的希腊人,经过仔细的观察和思索,他注意到挂在颈项上的琥珀首饰在人走动时不断晃动,频繁地摩擦身上的丝绸衣服,从而得到启发。经过多次实验,泰勒斯发现用丝绸摩擦过的琥珀确实具有吸引灰尘、绒毛、麦秆等轻小物体的能力。于是,他把这种不可理解的力量叫作“电”。

1752 年美国富兰克林(Franklin,1706—1790 年)用风筝实验证明雷和摩擦起电性质相同,因而发明了避雷针。

1752 年 6 月的一天,阴云密布,电闪雷鸣,一场暴风雨就要来临了。富兰克林和他的儿子威廉一起,带着上面装有一个金属杆的风筝来到一个空旷地带。富兰克林高举起风筝,他的儿子则拉着风筝线飞跑。由于风大,风筝很快就被放上高空。刹那间,雷电交加,大雨倾盆。富兰克林和他的儿子一起拉着风筝线,父子俩焦急地期待着,此时,刚好一道闪电从风筝上掠过,富兰克林用手靠近风筝上的铁丝,立即掠过一种恐怖的麻木感。他抑制不住内心的激动,大声呼喊:“威廉,我被电击了!成功了!成功了!我捉住‘天电’了!”随后,他又将风筝线上的电引入莱顿瓶中。回到家里以后,富兰克林用雷电进行了各种电学实验,证明了天上的雷电与人工摩擦产生的电具有完全相同的性质。

1785 年法国库仑(Columb,1736—1806 年)发现带电体相互间的静电平方反比定律及磁极间之磁力,即库仑定律。

1799 年意大利伏特(Volta,1745—1827 年)发明电堆及电池。

1820 年法国安培(Andre Marrie Ampere,1775—1836 年)发现电流与所生磁场强度定律,并提出右手螺旋定则。

1821 年法拉第(Farady,1791—1867 年)完成了第一台电动机的发明。

在这两年之前,丹麦奥斯特(1777—1851 年)已发现如果电路中有电流通过,它附近的普通罗盘的磁针就会发生偏移。法拉第从中得到启发,认为假如磁铁固定,线圈就可能会运动。根据这种设想,他成功地发明了一种简单的装置。在装置内,只要有电流通过线路,线路就会绕着一块磁铁不停地转动。事实上法拉第发明的是第一台电动机,是第一台使用电流将物体运动的装置。虽然装置简陋,但它却是今天世界上使用的所有电动机的祖先。

1823 年法国安培发表有关电流相互作用的数学理论。

1827 年德国欧姆(Georg Simon Ohm, 1787—1854 年)发现欧姆定律。

1831 年英国法拉第(Faraday, 1791—1867 年)发现电磁感应现象(见图 1.1)。

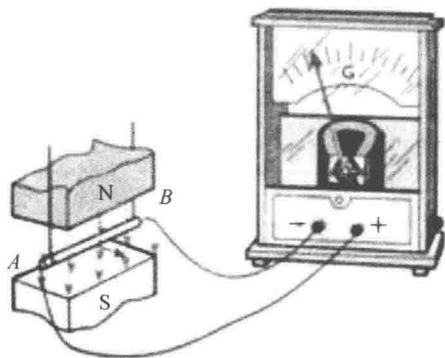


图 1.1 电磁感应现象

实验二 电磁感应实验

实验器材:马蹄形磁铁、检流计、金属导体、导线。

电磁感应(electromagnetic induction)是指放在变化磁通量中的导体会产生电动势。此电动势称为感应电动势或感生电动势,若将此导体闭合成一回路,则该电动势会驱使电子流动,形成感应电流(感生电流)。由此他发明了世界上第一台能产生连续电流的发电机。

1840 年英国焦耳(Joule, 1818—1889 年)发现焦耳热定律。

至此,电的历史开始从电的发明转向电器应用的辉煌时代。

电的发明使得人类工业社会进入到了一个崭新的时代,促进了冶金技术、化工技术的发明,促进了以重工业为基础的工业的发展,如钢铁工业、冶金工业、化学工业等等。

学习情境二 电器应用

经过艰苦努力,人类终于控制了“电”这一自然能源,接下来,先驱大师们便开始了电器应用的竞赛。

1876 年美国贝尔(1847—1922 年)发明了电话。

1879 年美国爱迪生(1847—1931 年)发明了世界上第一只实用的白炽灯泡。

自爱迪生发明了电灯后,为了给电灯供电,各地的发电厂才迅速发展起来。

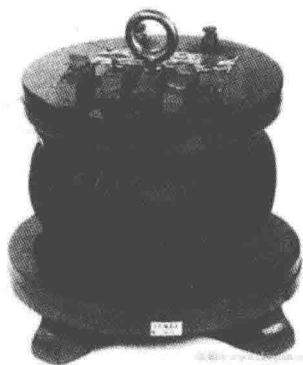
1882 年美国在纽约曼哈顿地区投运的珍珠街发电厂被称为世界最早的发电厂,它拥有 6 台 120 kW 的蒸汽机发电机组。

实验三 电力传输实验

实验器材:交流电源、变压器、白炽灯、导线。

1885 年 5 月 1 日,匈牙利布拉佩斯国家博览会开幕,一台 150 V, 70 Hz 单相交流发电机发出的电流,经过 75 台岗茨工厂 5 kV · A 变压器(闭路铁芯,并联,壳式,见图 1.2)降压,点燃

了博览会场的 1 067 只爱迪生灯泡,其光耀夺目的壮观场面轰动了世界。因此,后来人们把 1885 年 5 月 1 日作为现代实用变压器的誕生日而加以纪念。



—图 1.2 Z-D-B 变压器(1885 年)

1886 年 3 月 20 日,美国第一条交流输电线建成投入运行,这标志着美国电气时代的真正开始。

1946 年,美国宾夕法尼亚大学毛琪利与爱克特发明了世界上第一台计算机(见图 1.3),计算机的名字叫作 ENIAC。这种使用真空管的计算机称为第一代计算机。

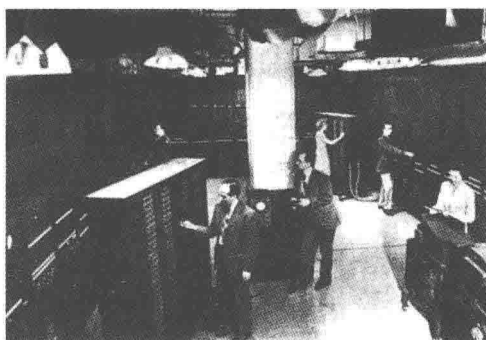
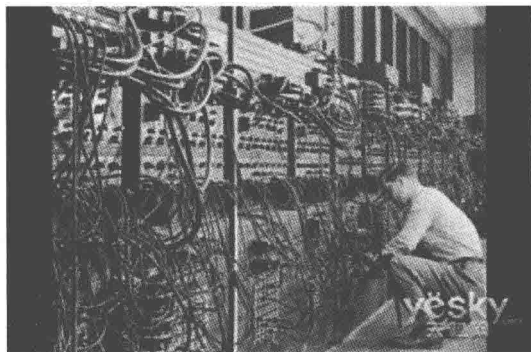
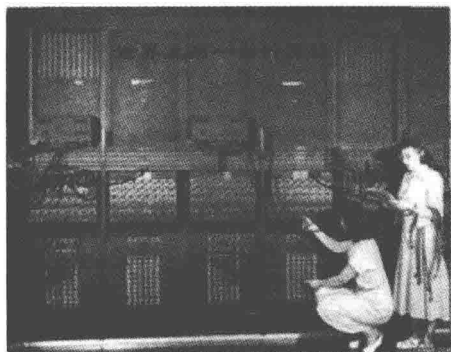


图 1.3 世界上第一台计算机

这部机器使用了 18 800 个真空管,长 50 ft(1 ft=0.304 8 m),宽 30 ft,占地 1 500 ft²,重达 30 t。

实验四 晶体管放大电路

实验器材:直流电源、晶体管、电阻若干、导线、小灯泡。

1947年,著名的贝尔实验室成功地研制了第一只晶体管(见图1.4)。1958年9月,第一个集成电路研制成功。

20世纪70年代后期,超大规模集成电路(见图1.5)研制成功,主要用于制造存储器和微处理机。由此,人类开始迈入信息时代。

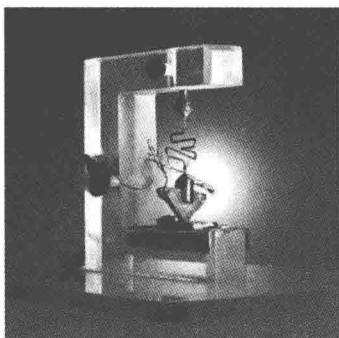


图 1.4 世界上第一只晶体管

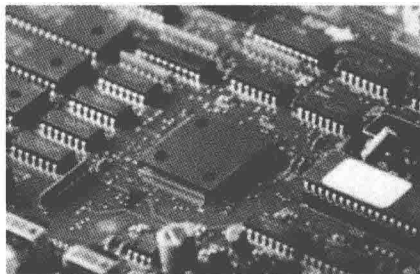


图 1.5 超大规模集成电路

学习项目二 无线电能传输装置制作

本项目(见表 2.1A 及表 2.1B)选自 2014 年天津市大学生电子设计竞赛本科组试题。

表 2.1A 项目导航

现代学徒制： 做！先做后知，知而再做	做中教	四步教学法：1. 准备；2. 演示；3. 指导；4. 学生独立做
		1. 测试发光二极管的工作电流，测试结束后，将该电路装配在线路板上； 2. 在面包板上安装点阵二极管照明电路，做完实验后，将元件取下焊接并装配在线路板上； 3. 在面包板上搭好半波整流电路，接通电源用示波器观察负载电压； 4. 在面包板上搭好全波整流电路，接通电源用示波器观察负载电压； 5. 在线路板上焊接安装好桥式整流电路，接通电源用万用表测量负载电压； 6. 在面包板上搭好半波整流电路，接入滤波电容，接通电源用万用表测量负载电压； 7. 在安装好桥式整流电路的线路板上焊接接入滤波电容，接通电源用万用表测量负载电压值； 8. 在面包板上搭建稳压管稳压电路，输入直流电压并稍有波动，有示波器观测输出； 9. 将 7812 集成稳压器焊接安装在线路板上，与整流、滤波、二极管照明电路组成完整系统并调试
	做中学	五段式：1. 和教师一起准备；2. 模仿教师动作；3. 教师指导下操作；4. 总结交流(吸取他人经验教训、完善自己)；5. 独立操作
		1. 测试发光二极管的工作电流，测试结束后，将该电路装配在线路板上； 2. 在面包板上安装点阵二极管照明电路，做完实验后，将元件取下焊接并装配在线路板上； 3. 在面包板上搭好半波整流电路，接通电源用示波器观察负载电压； 4. 在面包板上搭好全波整流电路，接通电源用示波器观察负载电压； 5. 在线路板上焊接安装好桥式整流电路，接通电源用万用表测量负载电压； 6. 在面包板上搭好半波整流电路，接入滤波电容，接通电源用万用表测量负载电压； 7. 在安装好桥式整流电路的线路板上焊接接入滤波电容，接通电源用万用表测量负载电压值； 8. 在面包板上搭建稳压管稳压电路，输入直流电压并稍有波动，有示波器观测输出； 9. 将 7812 集成稳压器焊接安装在线路板上，与整流、滤波、二极管照明电路组成完整系统并调试； 10. 写出实训报告，总结方法、知识、技能点的收获

表 2.1B 项目元器件清单

序号	物资名称	规格型号		生产厂家	单位	数量	预计金额
1	漆包线	0.8 mm ²			米	10	
2	稳压块	7805			个	1	
3	发光二极管	扁平式/1 W			个	2	
4	电容	470 μF/35 V			个	1	
5	电容	0.33 μF/25 V			个	1	
6	电容	47μF/50 V			个	1	
7	电阻	150 Ω/0.25 W			个	1	
8	电阻	1 MΩ			个	1	
9	电阻	2 MΩ			个	1	
10	电阻	1 kΩ			个	1	
11	晶振	2 MHz			枚	1	
12	二极管	1N4007			个	8	
13	场效应管	IRF540N			个	1	
14	六反相器	CD4069			片	1	
15	CD4069 插座	双列直插式、14 管脚			片	1	
16	线路板	37×55 孔			块	1	
17	焊锡丝	1 mm ²			米	50	

一、目标

设计并制作一个磁耦合谐振式无线电能传输装置，其结构框图如图 2.1 所示。

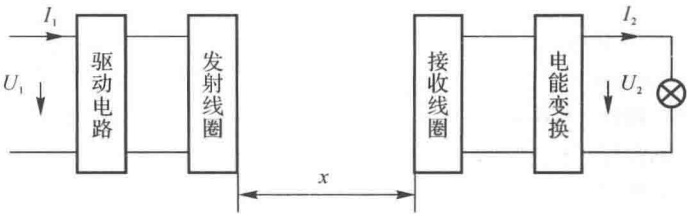


图 2.1 电能无线传输装置结构框图

二、要求

- (1)保持发射线圈与接收线圈间距离 $x=10\text{ cm}$ 、输入直流电压 $U_1=15\text{ V}$ 时，接收端输出直流电流 $I_2=0.5\text{ A}$ ，输出直流电压 $U_2\geq 8\text{ V}$ ，尽可能提高该无线电能传输装置的效率 η 。
- (2)输入直流电压 $U_1=15\text{ V}$ ，输入直流电流不大于 1 A ，接收端负载为 3 只并联 LED 灯

(白色、1 W)。在保持 LED 灯不灭的条件下,尽可能延长发射线圈与接收线圈间距离 x 。

三、说明

(1)发射与接收线圈为空心线圈,线圈外径均 (20 ± 2) cm;发射与接收线圈间介质为空气。

(2) I_2 应为连续电流。

(3)测试时,使用 15 V 直流电源或 12 V 交流电源。

(4)在要求(1)效率测试时,负载采用可变电阻器;效率 $\eta = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \times 100\%$ 。

(5)制作时须考虑测试需要,合理设置测试点,以方便测量相关电压、电流。

学习情境一 二极管照明电路

本学习情境包含三项学习任务,主要要求是按实训任务规定完成电路的制作。

学习任务一 单二极管照明电路

1. 发光二极管

二极管照明电路是指利用发光二极管作为光源的电路。发光二极管大致可分为半导体发光二极管(LED)及有机发光二极管(OLED)两种。目前用在照明上的主要是半导体发光二极管。

单颗发光二极管的光度比传统灯泡低很多,所以一个二极管照明灯泡通常会包含多颗发光二极管。由于二极管是使用直流电(DC)驱动,因而 LED 灯泡内通常设有电路,以将日常使用的交流电(AC)转为直流电供电给灯泡内的 LED。此外,高温会损坏 LED,故 LED 灯泡一般会配以散热片等散热配件。已有厂商推出照明用的高功率 LED 芯片,只需 100 W 的电力,就能发出 7 527 lm 的光度。

(1)认识发光二极管。LED(见图 2.2 和图 2.3)是一个低电压的半导体产品,过高的电压会导致损坏,需要额外电路来控制电压和电流供应。这个电路包括一连串的二极管和电阻,以控制电压的极性和限制电流。

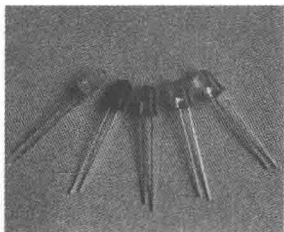


图 2.2 发光二极管

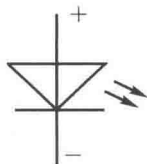


图 2.3 发光二极管符号

确定 LED 负极的方法:较短的一只管脚为负极。

LED 是单向导通的二极管。如果接反了,它就不能工作了。

(2)发光二极管工作电路。千万不要将 LED 直接接在电源上,这样不仅不会比一个正常

工作的 LED 看上去亮,反而会烧坏 LED。

要想使一只 LED 正常工作必须给它串联一个适当阻值的电阻和它一起接到电源上,这只电阻的作用是给二极管提供正常的电流,这只电阻称为限流电阻,如图 2.4 所示。

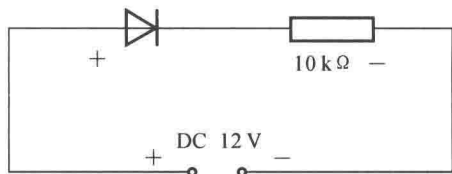


图 2.4 二极管限流电路

2. 电阻元件

(1)电阻概念及符号。电荷在物体里运动会形成电流,电流流动时会受到一定的阻力,这种阻力叫电阻。电阻器是人类有意识设计制造出的一个限流元件,将电阻器接在电路中,它可限制流过它及所连支路的电流大小。电阻器简称为电阻(见图 2.5、图 2.6)。

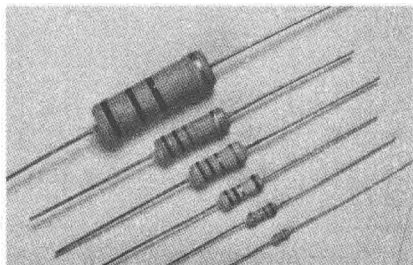


图 2.5 电阻

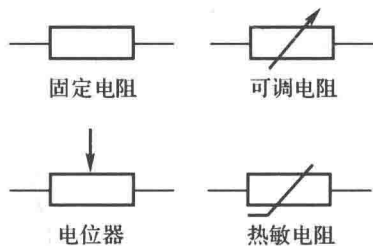


图 2.6 电阻符号

电阻的计量单位是欧姆,欧姆的符号是一个大写的希腊字母 Ω 。

$$1 \text{ M}\Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 10^6 \Omega$$

(2)电阻标识。电阻器上标注的色标(色环)表明了电阻的阻值和精度特性(见图 2.7)。

前三条色环表示电阻阻值的有效数字。

倒数第二环,表示倍乘 10 的幂次。色环电阻最后一位,表示误差(精度)。这个规律有一个巧记的口诀:棕一红二橙是三,四黄五绿六为蓝,七紫八灰九对白,黑是零,金五银十表误差。

例如,红、黄、棕、金表示 240Ω 。

色环电阻分四环和五环,通常用四环。

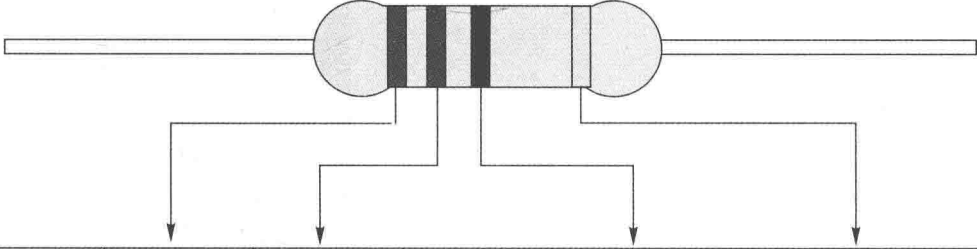
倒数第二环,可以是金色(代表 $\times 0.1$)和银色的(代表 $\times 0.01$),最后一环误差可以是无色(20%)的。

五环电阻为精密电阻,前三环为数值,最后一环还是误差色环,通常也是金、银和棕三种颜色,金的误差为 5%,银的误差为 10%,棕色的误差为 1%,无色的误差为 20%,另外偶尔还有以绿色代表误差的,绿色的误差为 0.5%。精密电阻通常用于军事、航天等方面。

色环实际上是早期为了帮助人们分辨不同阻值而设定的标准。现在应用还是很广泛的,如家用电器、电子仪表、电子设备中常常可以见到。但色环电阻由于比较大,不适合现代高度集成的性能要求。

有一电阻器,色环颜色顺序为棕、黑、橙、银,则该电阻器标称阻值为: 10×10^3 , $\pm 10\%$,即 $10 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ 。

数值的读取方法



颜色	第一段	第二段	第三段	乘数	误差	
黑色	0	0	0	1		
棕色	1	1	1	10	$\pm 1\%$	T
红色	2	2	2	100	$\pm 2\%$	G
橙色	3	3	3	1k		
黄色	4	4	4	10k		
绿色	5	5	5	100k	$\pm 0.5\%$	D
蓝色	6	6	6	1M	$\pm 0.25\%$	C
紫色	7	7	7	10M	$\pm 0.10\%$	B
灰色	8	8	8		$\pm 0.05\%$	A
白色	9	9	9			
金色				0.1	$\pm 5\%$	J
银色				0.01	$\pm 10\%$	K
无色					$\pm 20\%$	M

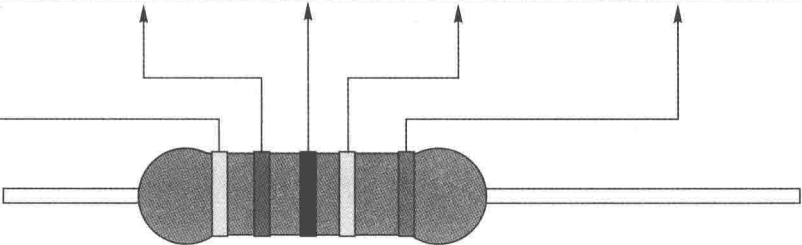


图 2.7 电阻色标

3. 万用表和面包板

(1) 万用表使用。万用表中的欧姆表使用:用欧姆表测量电阻阻值(见图 2.8 和图 2.9)。

1) 将功能/量程选择开关旋到欧姆挡,如图 2.8 所示。

2) 将红、黑表笔分别插入 $V\Omega\text{Hz}$ 和 COM 输入端。

3) 将表笔线的测试端并联到被测电阻上,被测电阻值将同时显示在显示屏上。

4) 在手动模式下,如果显示屏显示“OL”,则表示被测电阻值已经超过当前量程的最大测量值,请选择更高的量程来完成此次测量。

5) 从显示屏上读取当前测量结果。

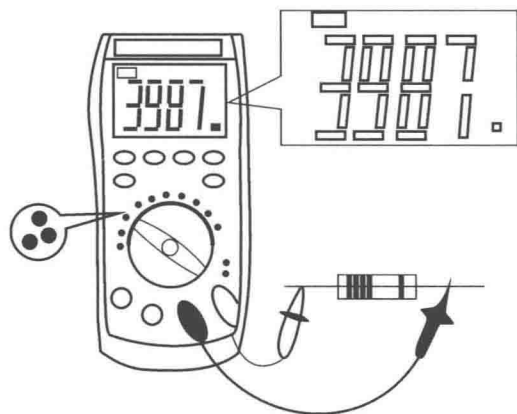


图 2.8 万用表中的欧姆表

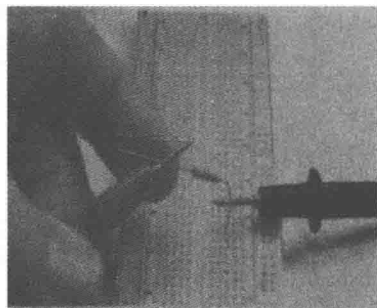


图 2.9 用欧姆表测量电阻

(2)认识面包板。面包板(也叫集成电路实验板,见图 2.10)是电路实验中一种常用的具有多孔插座的插件板,在进行电路实验时,可以根据电路连接要求,在相应孔内插入电子元器件的引脚以及导线等,使其与孔内弹性接触簧片接触,由此连接成所需的实验电路,是用于搭试电路的重要工具。

实训任务:测试发光二极管的工作电流。

在面包板上搭好电路(见图 2.11),用万用表中的电流表测试电路中的电流。测试结束后,将该电路装配在线路板上。

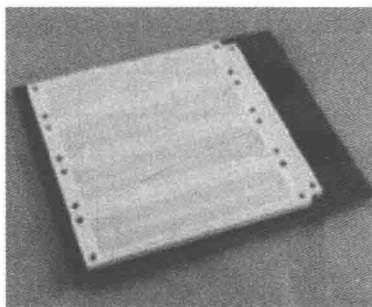


图 2.10 面包板

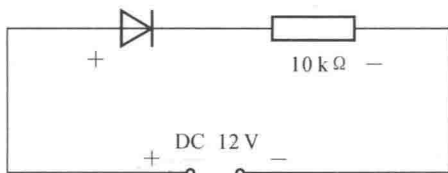


图 2.11 测试发光二极管工作电流电路

学习任务二 线路板安装调试

1. 电烙铁使用

电路板焊接工序很多人会认为不重要,随意拿起电烙铁将熔锡放在须接合的地方便完工,这样会造成有假焊锡及接触不良的现象;若担心锡接合得不牢固,电烙铁较长时间接触焊点,会造成被焊的零件长期受热损坏或铜电路与基板脱离,或铜电路断裂,造成断路。

锡是低温易熔及易老化的焊料,温度低时,锡呈现胶状不黏,令线路板的铜箔与零件脚造成假焊。温度适中时,在焊嘴的锡呈半圆粒状,有反光面,是黏着力最佳的时候,迅速将零件脚与底板电路焊接。温度过高时,锡呈圆粒状,锡点表面的色泽呈哑色,有皱纹,表示锡已老化,会造成假焊点出现。因此,从烙铁嘴的锡粒形状可知何时焊接是最好的时候,制作的成功率是