



建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材
高等职业教育规划教材

电工技术基本知识 及技能

于昆伦 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材
高等职业教育规划教材

电工技术基本知识及技能

主 编 于昆伦
副主编 周友初
参 编 张 丹 彭 军
邓雪峰 李菊香
主 审 曲桂英



机械工业出版社

本书共分九个单元,内容包括电路的基本概念、交流电路、三相异步电动机及其控制、变压器、安全与接地、建筑供配电与照明技术、常用电工器具、常用电器的安装和调试、照明安装。根据教学及工程实践的需要,每单元后列出了复习思考题与实训练习题,附录中编入了常用的数据图表。

本书可作为高职高专学校建筑电气、建筑工程、建筑装饰、楼宇智能化工程技术、工业电气自动化专业及相关专业教材,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基本知识及技能/于昆伦主编. —北京:机械工业出版社, 2006. 6

(建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材)

高等职业教育规划教材

ISBN 7-111-19101-3

I. 电... II. 于... III. 电工 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 045729 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李俊玲 覃密道 责任编辑:覃密道

版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:张 静 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.75 印张 · 363 千字

0001—4000 册

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379540

封面无防伪标均为盗版

出版说明

2004年10月,教育部、建设部发布了《关于实施建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》,并组织制订了《高等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》),对建筑(市政)工程技术、建筑装饰工程技术、建筑设备工程技术和楼宇智能化工程技术四个专业的培养目标与规格、教学与训练项目、实验实习设备条件等提出了具体要求。

为了配合《指导方案》的实施,我社专门组织召开了研讨会,对指导方案进行了认真讨论,在此基础上,结合各院校教学实际,组织了部分承担建设行业技能型紧缺人才培养培训任务的职业院校和合作企业的人员,联合编写了“建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材”。本系列教材包括建筑工程技术、建筑装饰工程技术、建筑设备工程技术、楼宇智能化工程技术四个专业,将分期分批出版。

由于“技能型紧缺人才培养培训工程”是一个新生事物,各院校在实施过程中也在不断摸索、总结、调整,我们会密切关注各院校的实施情况,及时收集反馈信息,并不断补充、修订、完善本系列教材,也恳请各用书院校及时将使用本系列教材的意见和建议反馈给我们,以使本系列教材日臻完善。

机械工业出版社

前 言

根据《2003—2007 年教育振兴行动计划》中关于大力实施“职业教育与培训创新工程”精神的要求,本书加强了职业技能的培养,力求突出职业教育的特色;全面培养学生的职业素质与职业能力;体现高职高专教育“以就业为导向,能力为本位”的特点;按照建筑施工专业领域技能型紧缺人才培养培训的指导方案,以岗位职业能力为基础来构建教材体系,并力求与职业资格认证相结合,实现零距离上岗。在编写过程中,打破了原有的学科理论体系,构建了职业核心能力型的新的课程体系。本着理论知识够用就行的原则,本书突出实际应用,删除了繁琐的理论推导与计算过程,通俗易懂,图文并茂。本书中的图形符号、文字符号均按新的国家标准编写,并参照了国家近年来颁布的有关建筑电气设计、施工的规程和规范及标准。为了便于教学和学生自学,每单元前都有单元概述和学习目标,每单元后都附有复习思考题。通过本书的学习,使学生具备一定的应用电工技术的基本知识及相应的职业能力,可从事一般民用建筑电气设计和施工管理等工作。

本书可作为高职高专楼宇智能化工程技术专业以及相近专业教材。教学时数建议为 60 学时,3 周的实训。

本书由湖南城建职业技术学院于昆伦副教授任主编。全书共分九个单元,第一、第二单元由湖南城建职业技术学院彭军副教授编写,第三单元由湖南城建职业技术学院周友初编写,第四、第九单元由湖南城建职业技术学院邓雪峰编写,第五单元由广东惠州广播电视大学李菊香编写,第六单元由于昆伦编写,第七、第八单元由湖南城建职业技术学院张丹副教授编写。

全书由黑龙江建筑职业技术学院曲桂英教授任主审。在编写过程中,得到了湖南城建职业技术学院、广东惠州广播电视大学、机械工业出版社以及许多施工单位的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,难免有不妥和谬误之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

单元 1 电路的基本概念	1
课题 1 电路的组成及基本电量	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路的基本物理量	2
1.1.3 电路的工作状态	5
课题 2 电路的基本定律	6
1.2.1 电阻元件和欧姆定律	6
1.2.2 基尔霍夫定律	7
课题 3 直流电路的分析计算	8
1.3.1 简单电路的分析与计算	8
1.3.2 复杂电路的分析与计算	9
【能力训练】电位的测量、基尔霍夫定律的验证	11
单元小结	12
复习思考题	13
单元 2 交流电路	15
课题 1 正弦交流电的基本概念及相量表示法	15
2.1.1 正弦交流电的基本概念	15
2.1.2 正弦量的相量表示法	18
课题 2 单相交流电路	20
2.2.1 单一参数电路元件的交流电路	20
2.2.2 RLC 串联的交流电路	23
2.2.3 R 、 L 串联与 C 并联电路	26
课题 3 三相交流电路	29
2.3.1 三相交流电源	29
2.3.2 三相负载的连接	31
2.3.3 三相电路的功率	35
【能力训练】三相交流电路中负载的连接	36
单元小结	37
复习思考题	38

单元3 三相异步电动机及其控制	40
课题1 三相异步电动机的结构和工作原理	40
3.1.1 电动机的分类	40
3.1.2 三相异步电动机的结构	40
3.1.3 三相异步电动机的工作原理	42
3.1.4 异步电动机的铭牌和主要系列	44
3.1.5 电动机的选择	46
【能力训练】拆卸和组装电动机	49
课题2 三相异步电动机的控制	49
3.2.1 常用控制和保护用低压电器	49
3.2.2 电动机控制电路图的绘制	50
3.2.3 三相异步电动机直接起动控制电路及其控制规律	51
3.2.4 三相笼型异步电动机的减压起动控制电路及其控制规律	53
3.2.5 三相绕线转子异步电动机的起动控制电路及其控制规律	60
3.2.6 三相异步电动机的制动控制电路及其控制规律	62
【能力训练】笼型异步电动机用自耦变压器减压起动控制	66
单元小结	67
复习思考题	68
单元4 变压器	69
课题1 变压器的原理与应用	69
4.1.1 变压器的结构及原理	69
4.1.2 三相变压器的铭牌及参数	76
4.1.3 特殊变压器	78
4.1.4 变压器的维护与故障分析	80
4.1.5 变压器容量的选择	82
【能力训练】参观大型变配电所	84
单元小结	84
复习思考题	85
单元5 安全与接地	87
课题1 电气装置的保护接地和接零	87
5.1.1 接地种类	87
5.1.2 低压配电系统的保护接地与接零	90
课题2 建筑物的防雷	92
5.2.1 雷电的形成及危害	92
5.2.2 建筑物防雷系统的构成	94
5.2.3 防雷系统的安装	95

课题3 安全用电	99
5.3.1 电流对人体的伤害	99
5.3.2 防触电的技术措施	100
5.3.3 电气防火	101
5.3.4 静电、雷电、电磁危害的防护措施	102
5.3.5 电气作业管理措施	102
5.3.6 触电急救措施	102
【能力训练】用接地电阻测量仪实测接地电阻(建筑防雷接地的接地电阻测量)	104
单元小结	104
复习思考题	105
 单元6 建筑供配电与照明技术	 106
课题1 建筑供电系统	106
6.1.1 电力系统简介	106
6.1.2 低压配电系统的几种形式	108
6.1.3 民用建筑及施工工地的供电	109
6.1.4 照明供电方式的选择	110
6.1.5 电力负荷的分类及计算	112
6.1.6 导线的选择	116
课题2 照明技术	117
6.2.1 照明方式	118
6.2.2 照明的种类	118
6.2.3 照明质量与照度标准	119
6.2.4 照度计算	119
6.2.5 照明器具及其布置	122
6.2.6 照明线路	133
6.2.7 动力、照明平面图阅读基础知识	137
【能力训练】某办公楼电气工程图实例阅读分析	141
单元小结	147
复习思考题	147
 单元7 常用电工器具	 148
课题1 常用的电工工具、器具	148
7.1.1 通用工具	148
7.1.2 线路安装工具	151
7.1.3 设备装修工具	153
课题2 常用电工仪表	154
7.2.1 概述	154
7.2.2 指针式万用表	155



7.2.3 数字万用表	156
7.2.4 绝缘电阻表	158
7.2.5 钳形电流表	160
【能力训练】用绝缘电阻表测电动机的绝缘电阻	161
单元小结	162
复习思考题	162
单元 8 常用电器的安装和调试	163
课题 1 常用低压电器的选择与安装	163
8.1.1 开关	163
8.1.2 按钮、行程开关	165
8.1.3 低压熔断器	166
8.1.4 交流接触器	168
8.1.5 热继电器	169
8.1.6 低压断路器	170
8.1.7 漏电保护断路器	172
8.1.8 电动机控制线路的安装	173
课题 2 常用电器设备的安装与调试	175
8.2.1 变压器的安装与调试	175
8.2.2 仪用互感器的安装与调试	181
【能力训练】连接电动机的自锁正转控制线路	186
单元小结	187
复习思考题	188
单元 9 照明安装	189
课题 1 照明线路的安装	189
9.1.1 常用的电工材料	189
9.1.2 电气安装工程与土建施工的配合关系、供电线路的敷设方式	190
9.1.3 导线的连接	208
课题 2 照明灯具和照明电路中设备的安装	214
9.2.1 电气照明器具的安装	214
9.2.2 照明配电箱的安装	216
9.2.3 开关的安装	218
9.2.4 插座的安装	218
9.2.5 电能表的安装	219
9.2.6 漏电保护器的安装	220
【能力训练】照明线路穿管的安装	220
单元小结	220
复习思考题	221

附录	222
附录 A 照明负荷需要系数	222
附录 B 单位面积安装功率	223
附录 C 计算系数 C 值	225
参考文献	226

单元 1 电路的基本概念

【单元概述】

本单元首先介绍电路的基本概念和基本物理量，然后重点讨论基尔霍夫定律和几种常用的电路分析方法。

【学习目标】

掌握电路的基本概念及其主要物理量，能运用电路的基本定律对一般直流电路进行分析计算。

课题 1 电路的组成及基本电量

1.1.1 电路的组成

电路是电流流通的路径，它是由各种电器设备按一定方式连接起来的整体。

实际的电路形式很多，但就其功能而言，主要有两个方面：一是进行能量的转换、传输和分配，如常见的供电电路；二是实现信号的传送和处理，如收音机、电视机等电子电路。

电路一般是由电源、负载和中间环节组成的。电源是将其他形式的能量转换成电能的设备，如电池、发电机，它们分别将化学能与机械能转换为电能。负载是将电能转换成其他形式能量的设备，如电灯、电炉、电动机，它们分别将电能转换成光能、热能和机械能。中间环节是介于电源与负载之间的传输、控制设备及保护装置，如输电导线、开关、熔断器等。

为了方便、清楚地分析、计算电路，在电路中要按照国家的统一规定，用一些简单的图形符号、文字符号来表示各种电路元件，这样画成的图形称为电路图。图 1-1 是几种常见的理想电路元件的图形符号、文字符号。其中，图 a 为电阻元件，图 b 为电感元件，图 c 为电容元件，图 d、图 e 为理想电压源和理想电流源，图 f 为电池的符号。上述元件对外均具有两个端钮，称为二端元件。

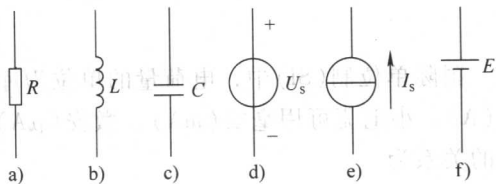


图 1-1 几种电路元件图形符号

图 1-2 为手电筒的电路图。

对于图 1-3 这样较为复杂的电路，常采用以下的术语：

(1) 支路。电路中的每一分支称为支路。图 1-3 电路中，ABE、ACE、ADE 都是支路。

一条支路流过一个电流,称为支路电流,如图中的 i_1 、 i_2 、 i_3 。ABE、ACE 两支路中含有电源,称为有源支路;ADE 支路不含有源元件,称为无源支路。

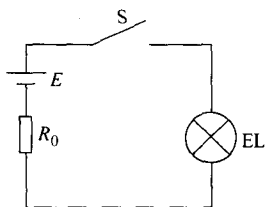


图 1-2 手电筒的电路图

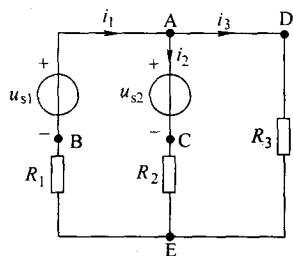


图 1-3 电路示例

(2) 节点。电路中三条或三条以上支路的连接点称为节点。图 1-3 中,有 A 和 E 两个节点。

(3) 回路。电路中任一闭合路径称为回路。图 1-3 中 ABEDA、ABECA 和 ACEDA 都是回路。

(4) 网孔。内部不含支路的回路称为网孔。图 1-3 中 ABECA 和 ACEDA 是网孔,ABEDA 不是网孔,因其内部含有 ACE 支路。

1.1.2 电路的基本物理量

1. 电流

电荷(带电粒子)有规则的定向运动形成电流。单位时间内通过导体某一横截面的电荷量叫电流,用 i 表示。

设在极短的时间 dt 内通过导体横截面 S (图 1-4)的微小电荷量为 dq ,则电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

上式表示电流是随时间而变化的,它是时间的函数。

如果电流的大小和方向均不随时间而变化,则这种电流称为恒定电流,即直流电流,其大小可表示为

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-2)$$

国际单位制(SI)中,电荷量的单位为库仑(C),时间的单位为秒(s),电流的单位为安培(A)。小电流可用毫安(mA)、微安(μ A)作单位,大电流可用千安(kA)作单位,它们之间的关系为

$$1\text{ kA} = 10^3\text{ A}, 1\text{ A} = 10^3\text{ mA} = 10^6\text{ }\mu\text{A} \quad (1-3)$$

习惯上规定正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向为电流的方向,称为实际方向。电流的方向是客观存在的,但在分析较为复杂的直流电路时,往往难于事先判断某支路电流的实际方向;对交流电流而言,其方向随时间而变,在电路中也无法用一个箭头来表示它的实际方向。为此,在分析计算电路时,常任意假定某一方向作为电流的正方向,或称为参考

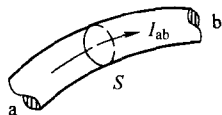


图 1-4 导体中的电流

方向。所选的电流正方向并不一定与电流的实际方向一致。当电流的实际方向与其假定的正方向一致时, 电流为正值(图 1-5a), 反之, 则电流为负值(图 1-5b)。

可见, 引进正方向后, 电流可正可负, 是一个代数量。依正方向和结果的正负, 可确定电流的实际方向。

电流的正方向习惯上用箭头表示, 也可用双下标表示。图 1-4 中的 I_{ab} 表示正方向是由 a 指向 b 的电流。如果正方向选定为由 b 指向 a, 则表示为 I_{ba} , 两者之间相差一个负号, 即

$$I_{ab} = -I_{ba} \quad (1-4)$$

2. 电压

电压是衡量电场力做功能力的物理量。在电路中, 电场力把单位正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功, 称为 a 点到 b 点间的电压, 用 u_{ab} 表示。即

$$u_{ab} = \frac{dw_{ab}}{dq} \quad (1-5)$$

式中, dw_{ab} 表示电场力将 dq 的正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功, 单位为焦耳(J), 电压的单位为伏特(V), 低电压用毫伏(mV)、微伏(μ V)表示, 高电压用千伏(kV)表示, 其关系为

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}, 1\text{V} = 10^3\text{mV} = 10^6\mu\text{V} \quad (1-6)$$

直流时, 式(1-5)应写为

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1-7)$$

电压的实际方向规定为电场力移动正电荷的方向。正电荷被电场力推动, 从 a 点移动到 b 点, 损耗了电位能。a 点为高电位点, b 点为低电位点。电压的方向是从高电位指向低电位的, 故电压又称为电压降。

与电流一样, 在分析计算电路时, 也要给电压任意选定一个正方向。当电压的实际方向与正方向一致时, 求得的电压为正值, 反之为负值, 所以电压也是一个代数量。

在电路图中, 电压的正方向(或称参考极性)有三种表示法: 箭头、双下标与“+”、“-”号, 如图 1-6 所示。

3. 电动势

在电路中, 电能是由电源提供的。电源的作用就是利用它内部的电源力(如电池中的化学力), 将正电荷从电源负极移到电源正极。

电动势是用来衡量电源力对电荷做功能力的物理量, 它在数值上等于电源力把单位正电荷从电源的负极经电源内部移到电源正极所做的功, 用 e 表示, 即

$$e = \frac{dw_{ba}}{dq} \quad (1-8)$$

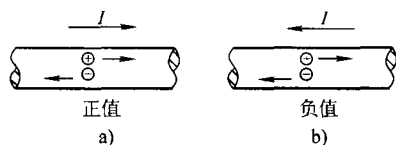


图 1-5 电流的正方向

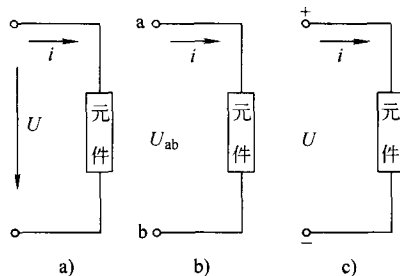


图 1-6 电压正方向表示法

直流时, 表示为

$$E = \frac{W_{ba}}{Q} \quad (1-9)$$

电动势的单位与电压相同, 用伏特(V)表示。

电动势的实际方向规定为正电荷在电源内部移动的方向, 即从负极指向正极的方向, 或者说从低电位指向高电位的方向。

在电路的分析计算中, 也要选定电动势的正方向, 电动势的正方向(或称参考极性)可以用箭头、双下标或“+”、“-”号表示, 如图 1-7 所示。

4. 关联正方向

电压、电流的正方向原则上可任意假定。但为分析问题方便, 对同一个电路或同一个元件, 通常将电流的正方向与电压的正方向假设为一, 即选定电流从电压的参考正极流出, 如图 1-8a 所示。当电压与电流的正方向设为一致时, 称为关联正方向。采用关联正方向后, 电压或电流的正方向只要标示其中一个, 便可知道另一个, 如图 1-8b、c 所示。

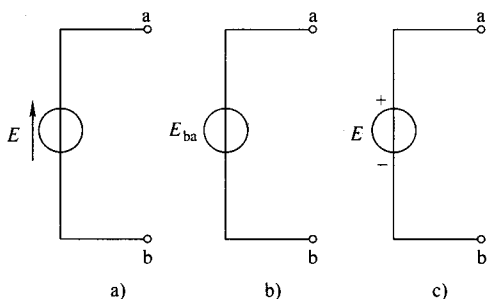


图 1-7 电动势的正方向

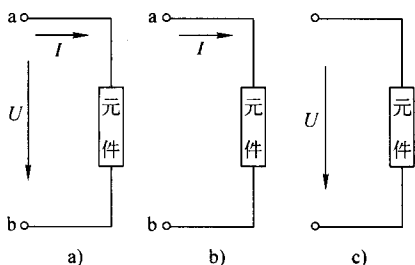


图 1-8 关联正方向

5. 电位

在电路中任选一点 O 作为参考点, 则该电路中某一点 a 到参考点的电压就叫做 a 点的电位, 用 V_a 表示。即

$$V_a = U_{a0} \quad (1-10)$$

电位实际上就是电压, 其单位也是伏特(V)。

电路参考点本身的电位为 0, 即 $V_0 = 0$, 故参考点也称零电位点。

电路中除参考点外的各点的电位, 可以为正值, 也可以为负值。

若将 a 点电位用 V_a 表示, b 点电位用 V_b 表示, 则电压 U_{ab} 为

$$U_{ab} = U_{a0} - U_{b0} = V_a - V_b \quad (1-11)$$

上式说明, 电路中两点间的电压, 等于该两点间的电位差, 所以电压又叫电位差。电路中的参考点是可以任意选择的, 但一经选定, 电路中其他各点的电位也就确定了。参考点选择得不同, 电路中同一点的电位也不同, 但任两点的电位差(即电压)是不变的。

一个电路系统中只能选一个参考点。一般在电子电路中选择多个元件的汇集处为参考点。它们通常与机壳相连。因此在电子电路中参考点常用接机壳符号“⊥”表示, 如图 1-9 所示。在电工技术中, 往

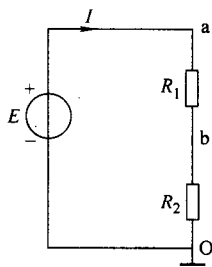


图 1-9 电位

往以大地作为零电位点。

6. 功率和电能

根据电压的定义式(1-5), 如果电场力将正电荷 dq 从一点移到另一点所做的功为 dw , 此两点间的电压为 u , 则有 $dw = udq$ 。电场力在单位时间内所做的功叫做功率, 用 p 表示, 即

$$p = dw/dt = (dw/dq)(dq/dt) = ui \quad (1-12)$$

上式说明, 功率等于电压与电流的乘积。

直流时, 表示为

$$P = UI \quad (1-13)$$

式中, 如果电压的单位为伏特(V), 电流的单位为安培(A), 则功率的单位为瓦特(W)。常用的大功率单位还有千瓦(kW)、兆瓦(MW), 小功率可用毫瓦(mW)表示, 它们的关系是

$$1\text{kW} = 10^3\text{W}, 1\text{MW} = 10^3\text{kW} = 10^6\text{W}, 1\text{mW} = 10^{-3}\text{W} \quad (1-14)$$

对于一般的二端元件, 当电流与电压的正方向关联时, 用 $p = ui$ 计算功率, 当 $p > 0$ 时, 表示该元件吸收功率(起负载作用); 当 $p < 0$ 时, 则表示该元件发出功率(起电源作用)。

根据能量守恒定理, 一个电路中, 一部分元件或电路发出的功率一定等于其他部分元件或电路吸收的功率。或者说, 整个电路的功率是平衡的。式(1-12)可写为

$$dw = p dt$$

在 t_0 到 t_1 的一段时间内, 电路消耗的电能应为

$$W = \int_{t_0}^{t_1} p dt \quad (1-15)$$

直流时, p 为常量, 电路消耗的电能

$$W = P(t_1 - t_0) \quad (1-16)$$

式中, 功率的单位为瓦(W), 时间的单位为秒(s), 电能的单位为焦耳(J)。实用中还常采用千瓦小时(kW·h), 习称为1度电的电能单位, 即

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 1 \text{度电} = (10^3 \times 3600)\text{J} = 3.6 \times 10^6\text{J} \quad (1-17)$$

[例 1-1] 一栋学生公寓, 有 50 个房间, 平均每个房间有功率为 40W 的电灯两盏。如果每天节约用电 1h, 问一个学期(按 150d 计算)可节约多少电能?

解: 各房间电灯的总功率为

$$p = 50 \times 2 \times 40\text{W} = 4\text{kW}$$

一学期可节约的电能为

$$W = pt = 4\text{kW} \times 150 \times 1\text{h} = 600\text{kW} \cdot \text{h} = 600 \text{度电}$$

1.1.3 电路的工作状态

电路在工作时, 可能有三种状态: 开路状态、短路状态、负载状态。

1. 开路(空载)状态

在图 1-10 电路中, 如果开关 S 断开, 电源和负载不构成闭合回路, 这时电路处于空载状态, 又称为开路或断路状态。开路时, 电源的负载电阻相当于无穷大,

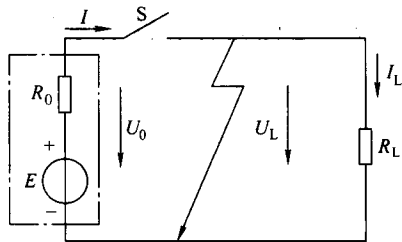


图 1-10 电路状态

电路中无电流, 电源的端电压等于电源的电动势, 电源不输出功率, 即

$$I = 0 \quad U_0 = E \quad P_E = 0 \quad (1-18)$$

2. 短路状态

如果开关 S 合上时, 因为某种原因负载被短接, 则负载电阻等于零。此时电流仅由电源内阻 R_0 所限制, 通常 R_0 很小, 电流会很大, 此时电流称为短路电流, 用 I_s 表示。电路的这一状态称为电路的短路状态, 其特征为

$$I_s = E/R_0 \quad U_L = 0 \quad P_E = I_s^2 R_0 \quad P_L = 0 \quad (1-19)$$

电源短路是一种严重事故, 应尽量避免。同时为限制短路时造成的损坏, 电路中应设置短路保护装置, 通常用熔断器实现短路保护。

3. 负载状态

图 1-10 电路中, 当开关 S 闭合时, 电路接通, 有电流通过负载, 称为负载状态。此时电路中的电流和负载的端电压分别为

$$I_L = E/(R_0 + R_L) \quad (1-20)$$

$$U_L = U_0 = I_L R_L = E - I_L R_0 \quad (1-21)$$

可见, 当电源确定时, 电流的大小取决于负载电阻 R_L , 负载大 (R_L 小) 时, 电流增加; 负载小 (R_L 大) 时, 电流减小。

4. 电气设备的额定值

各种电气设备或电路元件在使用时, 其电压、电流、功率等电量都有规定的使用限额, 称为该设备或元件的额定值。电气设备工作在额定情况下, 叫做额定工作状态。

电气设备规定使用限额的目的是: 保证设备安全、可靠地工作; 使电气设备具有较高的效率和较长的使用寿命。

额定值用下标 N 表示, 通常在电气设备或电路元件的铭牌上标出。

根据电气设备的不同, 额定值的含义不完全相同。白炽灯、电阻炉之类的设备, 只要在额定电压下使用, 其电流和功率就能达到额定值; 而变压器、电动机之类的设备, 即使在额定电压下工作, 其电流和功率也不一定是额定值, 其额定电流是指能长期通过的最大电流, 且在此电流时, 设备的效率最高。

电源设备的额定值包括额定电压 U_N 、额定电流 I_N 、额定容量 S_N 等。

负载的额定值包括额定电压 U_N 、额定电流 I_N 、额定功率 P_N 等。

课题 2 电路的基本定律

1.2.1 电阻元件和欧姆定律

1. 电阻元件

电阻是表示导体对电流起阻碍作用的参数, 用 R 表示。实验表明: 在一定的温度下, 金属导体的电阻由它的长度 l 、截面积 S 及材料决定, 其计算公式为

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-22)$$

式中, l 为导体的长度, 单位为米 (m); S 为导体的截面积, 单位为平方米 (m^2); ρ 为导体

材料的电阻率, 单位为欧·米($\Omega \cdot \text{m}$); 电阻 R 的单位为欧姆(Ω)。大阻值的电阻用千欧($\text{k}\Omega$)、兆欧($\text{M}\Omega$)表示。它们之间的关系为

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega \quad 1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega \quad (1-23)$$

只具有电阻的二端元件称为电阻元件, 简称为电阻, 故“电阻”这个名词有时指电阻元件, 有时指元件的参数。实际中有两种用电设备可看作电阻元件。一种本身就是电阻器, 如电子电路中用的各种电阻及实验室用的标准电阻、滑线变阻器等; 另一种是从理论上可抽象为电阻元件的设备, 如白炽灯、电炉、电烙铁等。

2. 欧姆定律

图 1-11a 为一段电阻电路。实验得出, 电阻中的电流与加在电阻两端的电压成正比, 而与电阻值成反比。即

$$i = u/R \quad (1-24)$$

上式称为欧姆定律。式中, 电压的单位为 V, 电阻的单位为 Ω , 电流的单位为 A。

电阻 R 的阻值是与其两端电压或通过它的电流无关的一个常数, 这样的电阻称为线性电阻。

元件的电压与电流的关系曲线称为该元件的伏安特性曲线, 简称伏安特性。线性电阻的伏安特性是一条通过坐标原点的直线, 如图 1-11b 所示。晶体二极管的伏安特性是一条曲线, 如图 1-12 所示, 它是一个非线性电阻。

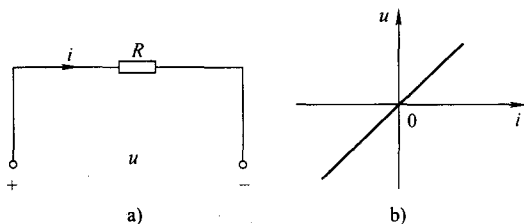


图 1-11 线性电阻元件及其伏安特

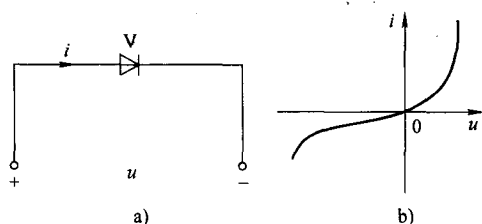


图 1-12 晶体二极管及其伏安特性

1.2.2 基尔霍夫定律

分析、计算电路的基本定律, 除了欧姆定律外, 还有基尔霍夫电流定律和电压定律。一般的电路分析方法都是建立在基尔霍夫定律之上的。

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律也称基尔霍夫第一定律, 简称 KCL。它用来确定连接在同一节点上的各支路电流间的关系。其内容是: 在任一瞬时, 流向某一节点的电流之和应该等于该节点流出的电流之和, 即

$$\sum i_1 = \sum i_2 \quad (1-25)$$

如果规定流入节点的电流为正, 流出节点的电流为负(或者相反), 则在电路的任一节点上, 各支路电流的代数和恒等于零。即有

$$\sum i = 0 \quad (1-26)$$

在图 1-13 电路中, KCL 方程为

$$i_1 - i_2 - i_3 = 0 \quad \text{或} \quad i_1 = i_2 + i_3$$