

Technology
实用技术

电工电子技术丛书

电工电路

〔日〕岩泽孝治 中村征寿 著

 科学出版社
www.sciencepress.com

电工电子技术丛书

电工电路

〔日〕岩泽孝治 中村征寿 著
李福寿 译
朱承高 校

科学出版社

北京

图字: 01-2000-3438 号

内 容 简 介

本书是“电工电子技术丛书”之一。本书共分9章,主要介绍:电流、电压及其之间的关系,直流电路,复杂电路,电流的热效应和功率,单相交流,符号法和交流电路,三相交流,非正弦波交流,网络等。本书内容简洁、重点突出,辅以大量插图,有很强的参考性。

本书既可供工科院校相关专业师生参考,亦可供电工技术人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电路/(日)岩泽孝治,中村征寿著;李福寿译;朱承高校. —北京:科学出版社,2009

(电工电子技术丛书)

ISBN 978-7-03-024530-4

I. 电… II. ①岩… ②中… ③李… ④朱… III. 电路 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 067636 号

责任编辑:赵方青 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年6月第一版 开本: B5(720×1000)

2009年6月第一次印刷 印张: 12 1/2

印数: 1—5 000 字数: 183 000

定 价: 28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

很多人认为因为电是不能直接用肉眼看到的,所以学起来较难。本书把“肉眼看不到的电”尽量图解化,使认为电是难学的人感到容易学习。

电有各种现象,但大多数都能用电流的作用来说明。电流虽不像水那样,看得到、摸得着,但可以把电路比作水管来进行描述。这样,把电流的各种作用就可以通过图解方式来讲解。

为了弄懂电的作用,电路是第一道必须通过的大门。因此,不管是今后想成为电气专家的人,还是想掌握电气知识的人,都需充分学习电路知识。

本书先从简单电路开始,逐步对复杂电路进行计算。另外,为了使读者对电路容易理解,书中插入了很多图和照片,并且用双色印刷,使读者在视觉上感到舒服些。

本书前半部分为直流电路,后半部分为交流电路。在直流电路部分,学习电路的基本定律和电路计算方法;在交流电路部分,更进一步学会电路的解题方法。全书的内容安排是由岩泽和中村二人共同商讨的,二人按如下分工执笔编写:

第 I 章至第 IV 章 岩泽孝治

第 V 章至第 IX 章 中村征寿

在本书出版之际,谨向在本书策划、编辑过程中给予多方帮助的欧姆社(OHM)的各位编辑表示深切的谢意。

著 者

目 录

第 1 章 电流、电压及其之间的关系	1
1.1 手电筒发光的原理	3
1.1.1 手电筒不亮的时候	3
1.1.2 各部件的作用	3
1.1.3 发光的原理	3
1.1.4 电流的单位	5
1.2 电流的通路	6
1.2.1 电流的流向	7
1.2.2 电流的流通过径	7
1.2.3 电路的图形符号	7
1.3 使电流流通的电压	8
1.3.1 靠电压作用产生电流	8
1.3.2 电动势	8
1.3.3 电压的单位	10
1.3.4 电 位	10
1.3.5 电位差	11
1.4 电流和电压的测量方法	11
1.4.1 用什么测量电流	11
1.4.2 电流表串联接入待测电路	11
1.4.3 用什么测量电压	13
1.4.4 电压表并联接入待测电路	13
1.5 电流和电压的关系	14
1.5.1 欧姆定律	14
1.5.2 电阻的单位	15
1.5.3 电阻使电流难以通过	15

1.5.4	欧姆定律的计算	16
	本章小结	17
第2章	直流电路	19
2.1	电阻的连接方法	21
2.1.1	两个电阻的连接方法	21
2.1.2	串 联	21
2.1.3	并 联	22
2.2	电阻的串联	22
2.2.1	电阻串联时电阻值增大	22
2.2.2	串联等效电阻	23
2.2.3	各电阻上所加的电压	24
2.2.4	串联电路的计算	25
2.3	电阻的并联	26
2.3.1	电阻并联时电阻值减小	27
2.3.2	并联等效电阻	27
2.3.3	各电阻中的电流	28
2.3.4	并联电路的计算	29
2.4	串并联混接电路	30
2.4.1	三个电阻的不同连接	30
2.4.2	串并联电路的等效电阻	31
2.4.3	串并联电路的计算	32
2.5	电流表和电压表的量程扩大	34
2.5.1	电流表和电压表的内部	34
2.5.2	电流表的量程扩大	35
2.5.3	电压表的量程扩大	36
2.6	任何物质都有电阻	37
2.6.1	电气设备中使用的材料	37
2.6.2	各种物质的电阻	38
2.6.3	又粗又短的物体电阻小	39

2.6.4	计算导线电阻	40
2.7	各种电阻器	41
2.7.1	电阻器的作用	41
2.7.2	电阻器的分类	42
2.7.3	固定电阻器的制作和结构	42
2.7.4	色标的读法	43
2.8	电阻的测量方法	44
2.8.1	电阻的测量方法	44
2.8.2	欧姆计原理	45
2.8.3	电压、电流表法	45
2.9	电池的连接方法	46
2.9.1	电池的电压	46
2.9.2	电池中也有电阻	48
2.9.3	电池的串联	48
2.9.4	电池的并联	48
2.9.5	考虑内阻的电路	49
	本章小结	50
第3章	复杂电路	53
3.1	电 桥	55
3.1.1	电桥电路	55
3.1.2	不管 R_5 有无情况不变	56
3.1.3	电桥平衡条件	56
3.1.4	惠斯通电桥	57
3.2	叠加原理	58
3.2.1	叠加原理的举例说明	58
3.2.2	用叠加原理计算电路	59
3.3	基尔霍夫定律	61
3.3.1	两个基尔霍夫定律	61
3.3.2	基尔霍夫第一定律	62

3.3.3	基尔霍夫第二定律	63
3.3.4	电压的正和负	64
3.3.5	基尔霍夫定律的应用步骤	64
3.3.6	应用基尔霍夫定律计算复杂电路	65
本章小结	67
第 4 章	电流的热效应和功率	69
4.1	电流的热效应	71
4.1.1	电变为热	71
4.1.2	焦耳定律	71
4.1.3	热量的计算	72
4.1.4	水温上升所需的热量	73
4.2	功率的计算	74
4.2.1	功 率	74
4.2.2	功率为电压和电流的乘积	75
4.2.3	功率的计算	75
4.2.4	电阻器的容许电流	76
4.3	用电量的计算	78
4.3.1	用电量等于功率和时间的乘积	78
4.3.2	用电量的单位	79
4.3.3	用电量的计算	79
4.4	电源的效率和匹配	81
4.4.1	功率损耗	81
4.4.2	效 率	82
4.4.3	获得最大功率的负载	82
本章小结	83
第 5 章	单相交流	85
5.1	大小和方向随时间而变化	87
5.1.1	正弦波交流的瞬时值	87

5.1.2 正弦波交流的相位和相位差	89
5.2 交流电流的有效值与平均值	90
5.2.1 正弦波交流的有效值	90
5.2.2 正弦波交流的平均值	92
5.2.3 电阻中的电流	93
5.3 线圈中电流的相位滞后	94
5.3.1 线圈中的电流	94
5.3.2 感抗(感性电抗)	96
5.4 电容器中的电流和容抗	96
5.4.1 电容器中的电流	96
5.4.2 容抗(容性电抗)	98
5.5 阻碍交流电流通过的阻抗	99
5.5.1 $R-L$ 串联电路	100
5.5.2 $R-C$ 串联电路	101
5.5.3 $R-L-C$ 串联电路	102
本章小结	105
第 6 章 符号法和交流电路	107
6.1 物理量的矢量表示	109
6.1.1 矢量表示方法	109
6.1.2 矢量计算	111
6.2 单相交流的矢量表示	112
6.3 串联电路的等效阻抗	115
6.3.1 相同元件的串联	115
6.3.2 阻抗的串联	117
6.4 家用电器的并联连接	118
6.4.1 阻抗的并联	118
6.4.2 导 纳	120
6.4.3 阻抗的串并联连接	122
6.5 收音机和电视机中的调谐电路	123

6.5.1	串联谐振电路	123
6.5.2	并联谐振电路	126
6.6	交流电桥	128
6.7	有功功率、无功功率与视在功率	131
6.7.1	单相交流功率	131
6.7.2	交流功率、功率因数和用电量的测量	133
6.7.3	功率因数改善	134
	本章小结	135
第7章	三相交流	137
7.1	用三根线送三组交流电	139
7.1.1	三相交流的产生	139
7.1.2	电源的Y联结和 Δ 联结	141
7.2	对称三相交流的相电压和线电流	142
7.2.1	Y-Y联结	142
7.2.2	Δ - Δ 联结	144
7.2.3	V联结	146
7.3	对称三相功率及其测量方法	146
7.3.1	对称三相功率	146
7.3.2	三相功率的测量	148
7.4	负载阻抗的 Δ -Y变换	150
7.5	单相负载接于三相电源	154
7.5.1	不对称三相交流	154
7.5.2	无中性线的不对称Y-Y联结的三相交流电路	157
	本章小结	158
第8章	非正弦波交流	161
8.1	非正弦波交流的分解	163
8.1.1	非正弦波交流的谐波分析	163
8.1.2	非正弦波交流的有效值	164

8.1.3 非正弦波交流电路的电流	165
8.2 含 L 、 C 电路的暂态现象	166
8.2.1 R - C 串联电路的暂态现象	166
8.2.2 微分电路和积分电路	168
本章小结	168
第 9 章 网 络	171
9.1 交流电路中的基尔霍夫定律	173
9.1.1 直流电路基尔霍夫定律的不同解法	173
9.1.2 交流电路的基尔霍夫定律	174
9.2 复杂电路中的叠加原理和戴维宁定理	176
9.2.1 交流电路的叠加原理	176
9.2.2 戴维宁定理	177
9.3 输入输出电压和电流网络	180
9.3.1 四端网络常数	180
9.3.2 镜像阻抗	181
9.3.3 H 参数	184
本章小结	184

第1章

电流、电压 及其之间的关系

“电”究竟是什么？很难抓住这一问题的实质。但电的各种作用可用电流来说明。

本章先从身边的手电筒着手，追寻一下电流的路径和它的源。为了弄清楚电流的路径，就必须分析电路。

电流是在电压作用下产生的。电流和电压虽不能直接用肉眼看到，但可用电流表和电压表测量。本章使用这些仪表研究电压和电流的关系。电压和电流的关系由欧姆定律表达。欧姆定律在电路计算方面是非常重要的基本定律，应掌握该定律。

1.1 手电筒发光的原理

1.1.1 手电筒不亮的时候

好久没用的手电筒合上开关后不亮,什么原因呢?到电器商店购买新的之前,按下面的步骤检查一下试试看(图 1.1)。

- (1) 干电池还有电量吗?换新电池。
- (2) 看灯丝是否断了。
- (3) 开关接触部件是否太松或生锈而引起接触不良。

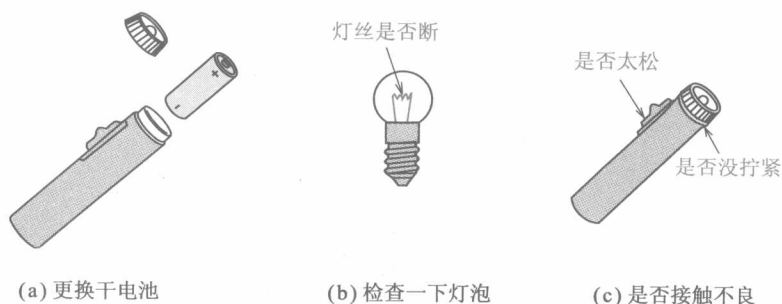


图 1.1 手电筒的检查

1.1.2 各部件的作用

手电筒是由几个部件组成的。其中对发光起作用的主要部件功能如表 1.1 所示。图 1.2 为手电筒的装配图。

表 1.1 各部件的功能

零件	功能
灯泡	发光,发出的光靠透镜和反射板在前方加强
电池	使灯泡发光的电源
金属片	用于连接灯泡和电池
开关	点亮和熄灭灯泡

1.1.3 发光的原理

一合上手电筒的开关就发光,一关断开关光就消失。光靠什么发生的呢?现在把手电筒里与发光有关的部件取出来看一下[图 1.3(a)]。

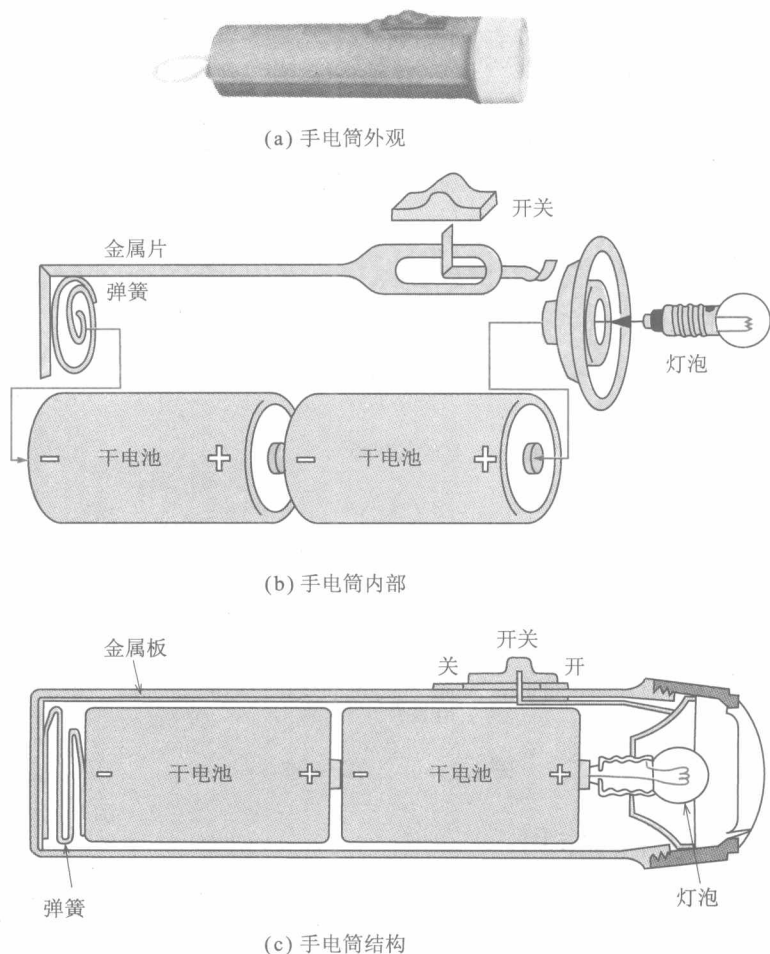


图 1.2 手电筒装配图

干电池和小灯泡用导线连接,连线中间接入开关。为了弄清手电筒工作原理,这里用图 1.3(b)所示的置于水龙头下的水车来进行说明。水龙头的阀门关上时水不流,水车不转。阀门打开时水流下来,使水车转动。水车转动是靠水流的作用。把开关断开状态看作水龙头阀门关闭的状态,而开关合上相当于阀门打开的状态。和水车靠水流而转动同理,灯泡点亮也是靠某种“流”的作用。这种“流”就叫做**电流**。灯泡之所以发光是由于电流通过的缘故。靠电流通过而发光的作用称为**电流发光效应**。表示电流的符号用 I 。

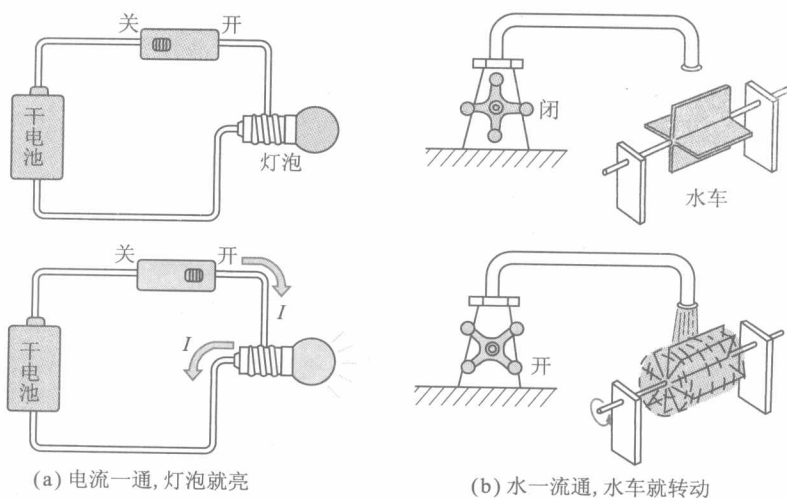


图 1.3 电流使灯泡发光

1.1.4 电流的单位

电流的单位用安[培](简称安), 安的单位符号为(A)。当认为安太大时, 用毫安(mA)(表 1.2)。

$$1\text{mA} = \frac{1}{1000}\text{A} = 10^{-3}\text{A} = 0.001\text{A}$$

$$1\text{A} = 1000\text{mA} = 10^3\text{mA}$$

表 1.2 电流和长度的单位

	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1000000}$
电 流	A	mA	μA
长 度	m	mm	μm

例题 1 0.05A 等于多少毫安?

解答: $0.05 \times 1000 = 50(\text{mA})$

例题 2 200mA 等于多少安?

解答: $200 \times \frac{1}{1000} = 0.2(\text{A})$

当毫安单位也太大时,用微安(μA)。

$$1\mu\text{A} = \frac{1}{1000}\text{mA} = 10^{-3}\text{mA} = 0.001\text{mA}$$

$$= \frac{1}{1000000}\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

$$1\text{mA} = 1000\mu\text{A} = 10^3\mu\text{A}$$

$$1\text{A} = 1000000\mu\text{A} = 10^6\mu\text{A}$$

例题3 0.3mA 等于多少微安?

解答: $0.3 \times 1000 = 300(\mu\text{A})$

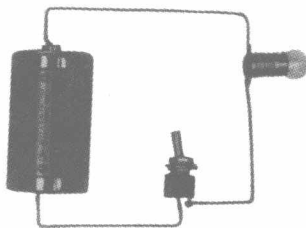
例题4 7000 μA 等于多少毫安?

解答: $7000 \times \frac{1}{1000} = 7(\text{mA})$

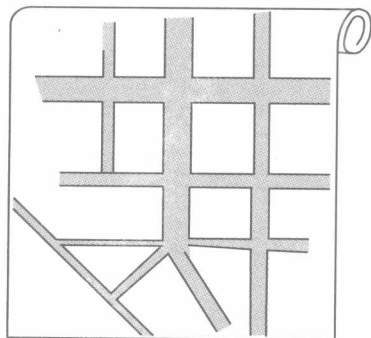
1.2 电流的通路



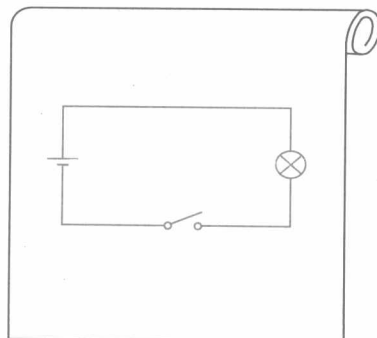
道路



电路



地图



电路图

图 1.4 电路