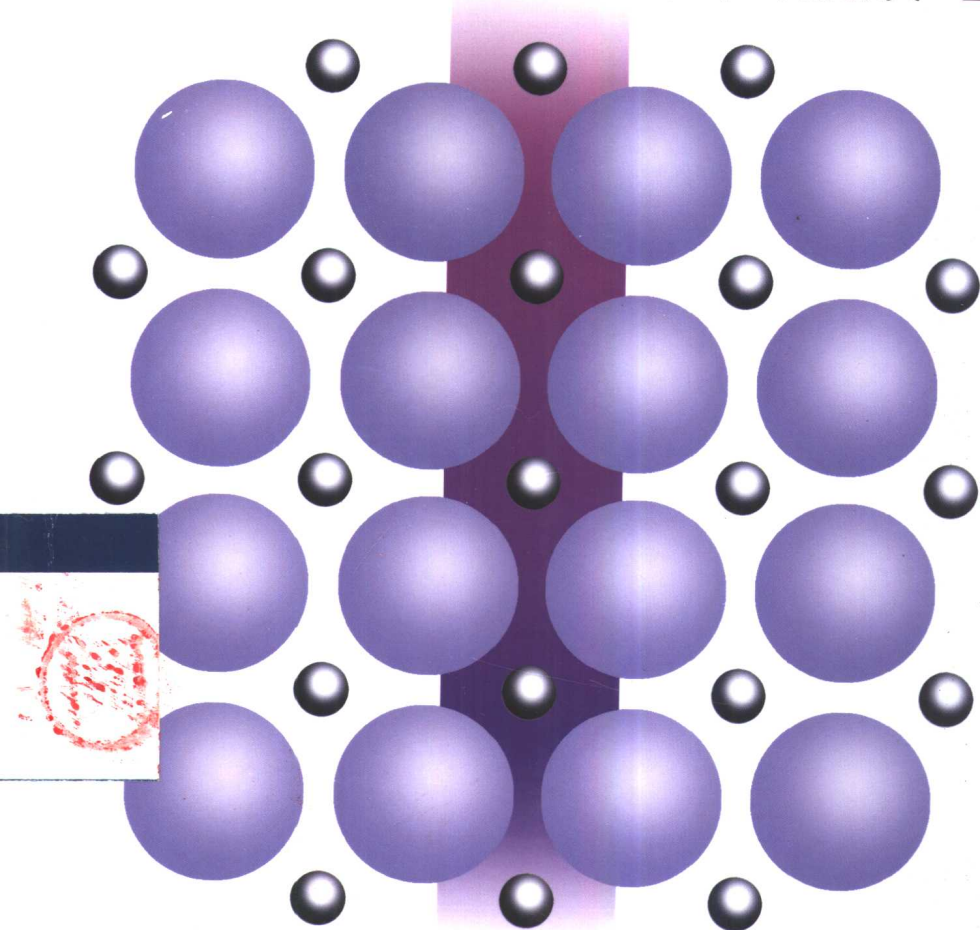


OHM 电子电气入门丛书

图
解

电气理论

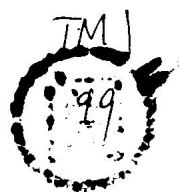
〔日〕 福田 务 栗原 丰 向坂荣夫 著



科学出版社

OHM社

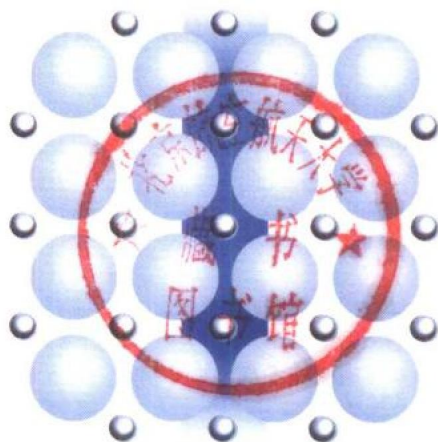
00129181



OHM 电子电气入门丛书

图解 电气理论

[日] 福田 务 栗原 丰 向坂荣夫 著
程君实 译
朱承高 校



科学出版社 OHM 社

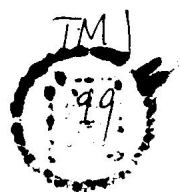
2001 北京

FROS/12



北航 C0547794

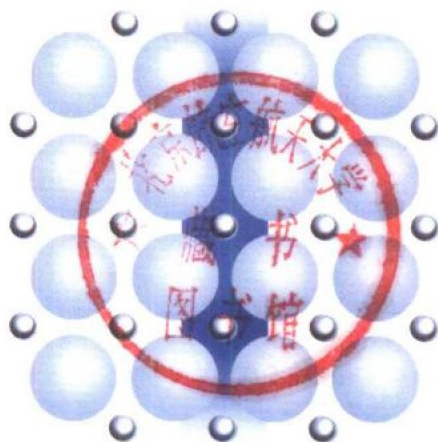
00129181



OHM 电子电气入门丛书

图解 电气理论

[日] 福田 务 栗原 丰 向坂荣夫 著
程君实 译
朱承高 校



科学出版社 OHM 社

2001 北京

FROS/12



北航 C0547794

图字:01-2000-3436 号

Original Japanese edition

Etoki Denki Riron

by Tsutomu Fukuda, Yutaka Kurihara and Shigeo Kousaka

Copyright © 1980 by Tsutomu Fukuda, Yutaka Kurihara and

Shigeo Kousaka

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and

Science Press

Copyright © 2000

All rights reserved

本书中文版版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき 電気理論

福田 務 栗原 豊 向坂栄夫 オーム社 2000 第1版25刷

图书在版编目(CIP)数据

图解电气理论/[日]福田 务、栗原 丰、向坂荣夫著;程君实译.

-北京:科学出版社,2001

(OHM 电子电气入门丛书)

ISBN 7-03-009003-9

I. 图… II. ①福…②栗…③向…④程… III. 电 I-理论-图解

IV. TM1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 81347 号

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2001 年 5 月第 一 版 开本: 850 × 1168 1/32

2001 年 5 月第一次印刷 印张: 8 3/4

印数: 1—5 000 字数: 227 000

定 价: 24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

常常听到读者这样的呼声,他们说虽然想学习电工学,但电气理论实在太抽象,难以理解。确实,对于开始想学习电工学的读者来说,正因为电本身看不见抓不着,似乎很难降伏。

但是,本书所编写的有关直流及交流的基础理论,都是一些容易理解的内容,只要循序渐近地努力学习,这些内容谁都能够掌握。

对于今后有志于学习电工学的读者,本书选择了直流电路、电与磁、静电和交流电路有关的基础知识详细地加以说明,作为入门的向导。另外,本书编入了尽可能多的附图及照片,采用套色印刷,以便于初学者通过看图就能够理解书中的内容。

本书按照惯例,每一章有一个小结。本书可用作学习参考或教材。时代在前进,但电气理论的定律和法则总是起着指导作用,希望不要仅仅把目光对准眼前的电气产品,也要专心于基础理论的学习。

期待着本书能够使读者增加对电工学的兴趣,增强自己的实力。

本书各篇的执笔分工如下:

第Ⅰ章及第Ⅱ章 栗原 丰

第Ⅲ章 福田 务

第Ⅳ章 向坂荣夫

最后对为了本书的出版而不辞辛劳并给予指导和帮助的欧姆社(OHMSHA)各位表示衷心感谢。

作 者

目 录

I 直流电路	12
1.1 电的本质	12
物质的构成/从周期表看电的性质/电子的行为	
1.2 电流、电压与电阻	17
什么是电流/什么是电压/什么是电阻	
1.3 电动势	21
电动势如何产生/各种电池	
1.4 电路构成	25
电路/电路图的表示方法	
1.5 欧姆定律	27
电流与电压成正比/导体的电阻:电阻温度系数及电阻率	
1.6 电阻串、并联电路	31
电阻串联/电阻并联/串并联的等效电阻	
1.7 直流电路的计算	35
电阻上的电压降/电阻并联电路的电流与电压的关系/电阻串并联电路的电流与电压的关系	
1.8 分压与直流电压表	40
分压与直流电压表/电压表与倍压器	
1.9 分流及直流电流表	44
分流/分流器与直流电流表	
1.10 电路的特殊解法	48
利用电桥测量电阻/基尔霍夫定律/叠加原理	
1.11 功率	56
电产生热/功率用电流与电压的乘积表示/电能的表示方法	
1.12 电 解	61

液体中电流能通过吗? /有关电解的法拉第定律/电解的应用	
1.13 电池构造及正确的使用方法	66
从电池中为什么能得到电流? /电池的种类/电池的正确使用方法	
1.14 充电的方法	70
电池的使用方法/铅蓄电池的容量及放电率/铅蓄电池的充电方法	
本章小结	75

II 电与磁

2.1 磁铁的磁场	78
磁极与磁铁的性质/磁力与磁场的关系/磁通与磁场的关系/在地球上为何磁针指南北?	
2.2 金属磁化的条件	83
什么样的金属能构成磁铁/构成磁铁的原因/磁化强度/真空中磁场的强度	
2.3 电流产生磁场	88
电流流过导线而产生磁场/电流的方向决定磁场的方向/磁场强弱	
2.4 磁路构成	93
磁路的原动力是磁通势/磁路中的磁阻/磁路计算	
2.5 线圈产生电动势	98
磁通变化在线圈中产生电动势/感应电动势的方向与大小/线圈中流过电流也产生电压	
2.6 直流电动机的旋转原理	103
磁场与电流的组合/电磁力的方向/电磁力的大小/磁电式仪表的原理	
2.7 阿拉戈圆盘	108
导体在磁场中移动会产生电动势/感应电动势的方向/产生的电动势大小/右手定则的应用/阿拉	

戈圆盘及应用

2.8 作用于平行导体的力	113
电流流过平行导体会产生力/作用于平行导体的电磁力/为什么会产生线圈的振动音	
2.9 变压器的原理	116
相邻绕组中产生感应电动势/变压器的结构/变压器铁心用薄硅钢片叠成	
2.10 磁性材料的基本性质	121
磁性材料的磁特性/磁性材料的种类	
本章小结	125

III 静 电

3.1 电 荷	130
摩擦为什么会生电? /电子移动形成电流/由于带电使质量变化了吗? /非导体容易摩擦生电	
3.2 电荷之间的作用力	135
库仑定律/静电感应与静电屏蔽/所谓电场	
3.3 电容器的构造	141
储存电荷的电容器/电容器的构造	
3.4 电 容 量	145
电容器的电容量/电荷 Q 、电容量 C 与电压 V 的关系/大量储存电荷的条件	
3.5 电容器串并联	149
电容器并联/电容器串联/电容器串并联	
3.6 静电的利用	155
静电的应用范围	
本章小结	159

IV 交流电路

- 4.1 直流与交流的比较 162
 身边的直流与交流/直流与交流的性质/交流波形的正负与零/直流与交流的电源符号
- 4.2 正弦交流的产生 167
 均匀磁场中线圈的移动/交流的产生/产生的电动势用 $\sin$ 表示/正弦交流/正弦波以外的波形/速度与角速度
- 4.3 正弦交流电的表示方法 174
 频率与周期/瞬时值与最大值/平均值表示/一般用有效值表示电压及电流/角频率与电角度
- 4.4 相 位 181
 所谓相位/ e 与 i 的相位差/相位超前与滞后/瞬时表达式与相位
- 4.5 用矢量及复数表示交流 186
 电流 i_1 与 i_2 的合成/利用瞬时表达式进行合成/利用波形进行合成/矢量表示/复数表示
- 4.6 阻碍交流电流的元件 195
 电阻与阻抗/纯电阻电路/纯电感电路/纯电容电路
- 4.7 频率与电抗的关系 202
 感抗与频率/电气铁道的阻抗板/容抗与频率/收音机电路的旁路电容器/电抗与相位
- 4.8 交流电路的基本计算 208
 RLC 串联电路/RLC 并联电路/电气产品的基本组成要素
- 4.9 电路的特殊现象 215
 $\omega L = 1/(\omega C)$ 的含义/串联谐振频率/电压增大作用/谐振曲线与选择性/并联谐振
- 4.10 交流功率与功率因数 222
 交流电路的功率计算/电气设备容量/什么是功率因数/电力公司与功率因数/功率计算式

4.11 便携式功率表及功率测量	230
功率表的使用方法/功率表的接线端与插头/功率表的接法/功率表的读数与倍率/25/50[A]的含义/电流线圈及电压线圈的 $\pm$ 端	
4.12 安全用电	235
▽ 标记与⊕ 标记/注意多路布线/连接处的松动/注意限流器的颜色/地线连接	
4.13 为什么采用三相交流?	239
插座中是两根电线/三相交流的产生与性质/三相交流的表示方法/六根导线可以精简为三根/三相交流的相序	
4.14 三相联结的种类	244
星形联结/三角形联结/V 联结/三相联结的组合	
4.15 三相交流电路的基本计算	251
对称三相电路/Y-Y 电路/ Δ - Δ 电路/Y- Δ 电路及 Δ -Y 电路/Y- Δ 的相互变换	
4.16 三相交流电路的功率及测量	258
三相功率/功率公式中的常数 3 与 $\sqrt{3}$ 的区别/三相视在功率及功率因数/两功率表法/功率表指针反转	
4.17 旋转磁场与感应电动机	264
轮子旋转/磁铁旋转产生的磁场/三相交流产生旋转磁场/旋转磁场反转	
4.18 不对称三相电路	269
不对称三相电路/不对称三相电路的求解方法/Y 联结与 Δ 联结的负载	
4.19 非正弦交流	273
所谓非正弦/非正弦交流的分解/基波与高次谐波	
本章小结	276

I

直流电路

一般情况下,掌握电的本质是比较困难的,但它的效应却是用眼睛可以观察到的。

确实,在开始学习电的时候,与做一样东西相比,也许难以理解。但了解了电的性质后,就可以知道身边的电气设备或电器与电的关系。

在本章中将学习便携式收音机或计算器使用的电,即与直流电有关的内容,包括它的产生、电压电流及电阻的关系等,还学习电的效应,即热效应及化学效应的基础知识。另外,照像机的曝光表及手表用的电源和汽车的电源都使用电池,因此本章中还将学习这些电池的结构及使用方法。

1.1 电的本质

我们身边的电是怎样产生的？

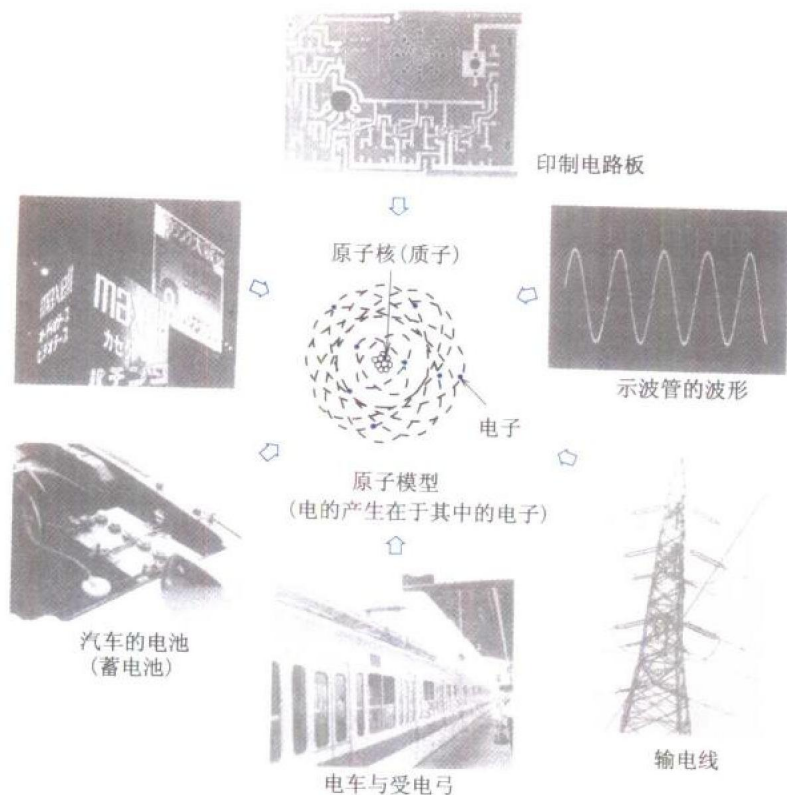


图 1.1 电的各种应用

由于在我们身边到处都使用电,因此有时也可能不知道电的宝贵之处。有一则报道也许让我们记忆犹新,那就是在纽约曾经发生过停电,那时市民在那巨大的大厦中面对寒冷、黑暗及不安呈现出了极度的烦恼。另外,电影《高耸的地狱》中所见到的停电灾难在今日的社会中是否会发生,任何时候这都是一个悬念。所以说电有时成为我们生活中的重要“食粮”,有时也会成为露出獠牙的“恶魔”。在本节中将阐明电的本质。

1.1.1 物质的构成

包括我们的身体在内,一切物质若一直细分下去,最后是称为分子的粒子。分子用肉眼几乎看不见,但其还分别具有各物质的性质。若再将物质的分子细分下去,则可以知道,是由称为原子的东西构成。原子与分子不同,其本身不具有各种物质的性质,若干个原子复杂地组合起来构成分子(参见图 1.2)。

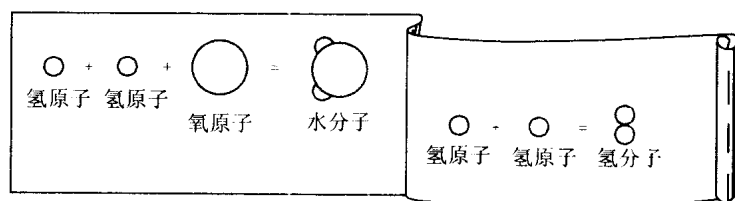


图 1.2 从原子到分子

到 19 世纪为止,认为物质的构成单位是原子,但根据英国科学家汤姆森的实验可知,从原子中会放出更小的超微粒子,该粒子命名为电子。以后根据各种研究的结果知道,构成物质的原子是以原子核为中心,电子沿一定轨道绕原子核旋转。再进一步研究可知,原子核中由带正电的质子及不带电的中子构成,而电子带负电。一般原子中原子核具有的质子(正电)数与电子(负电)数相等,相互吸引,形成不带电的中性(参见图 1.3)。

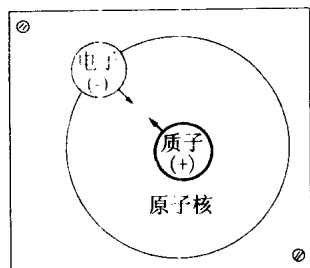


图 1.3 电子与质子的中和

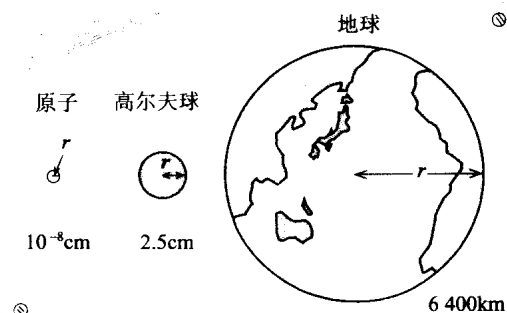


图 1.4 原子的大小

若比较原子与电子的大小,则如图 1.4 所示,原子与高尔夫球的比例和高尔夫球与地球的比例相当。原子核的大小约为原子直径的 $1/10000$,是质子与中子的紧密结合体。电子的质量为 $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 左右,大小及重量几乎可以忽略,而电量与质子所具有的电量相同。

1.1.2 从周期表看电的性质

原子是物质的基本单位,由原子核与电子构成,根据其不同组合,形成各种物质。将该物质称为元素,包括天然及人工的在内大约有 100 多种。对于性质类似的元素组,若观察其电子排

列,发现有周期性现象。将其归纳形成周期表,图 1.5 为周期表的一部分,表中原子序数与电子数一致。

原子序数 → 13 符 号 → Al 元 素 名 → 铝 原 子 量 → 26.9815 电 子 排 列 → $2 \cdot 8 \cdot 3$			
28 Ni 镍 58.70 $2 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 2$	29 Cu 铜 63.546 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 1$	30 Zn 锌 65.38 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 2$	31 Ga 镓 69.72 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 3$
	47 Ag 银 107.868 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 18 \cdot 1$	48 Cd 镉 112.41 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 18 \cdot 2$	

图 1.5 元素周期表的一部分

图 1.6 所示为铜(电子数 29,电子排列 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 1$)。电子所绕的轨道从靠近原子核起向外依次命名为 K, L, M, N...壳

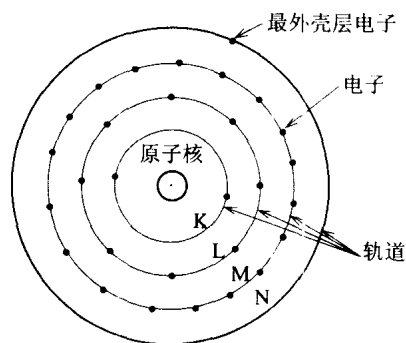


图 1.6 铜的原子模型

表1.1 电子壳层及电子数

壳层(编号)	能够具有的电子数(n)
K(1)	2
L(2)	8
M(3)	18
N(4)	32
O(5)	50

$$n = 2p^2$$

n : 电子数 p : 轨道编号