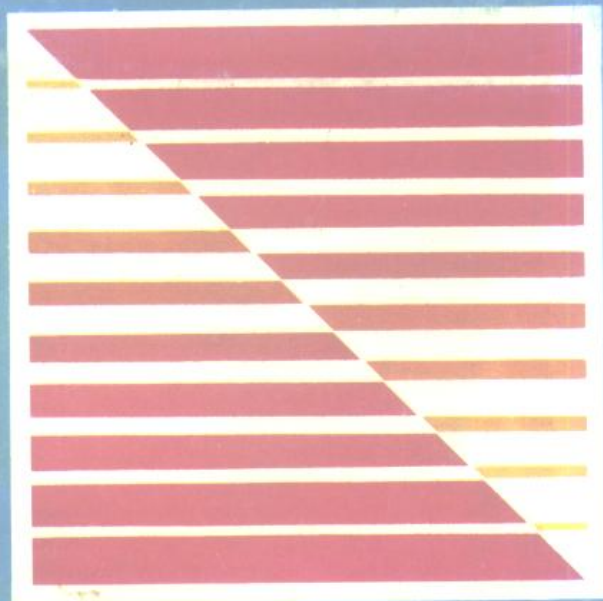


最新电工原理

日本东京电机大学 编著
邸元春 译



兵器工业出版社

最新电工原理

日本东京电机大学编著

邸元春 译

兵器工业出版社

(京)新登字 049 号

内 容 简 介

本书共 16 章, 全面阐述了电流与电压、欧姆定律、电功率与电能、电阻、克希霍夫定律、电流的化学效应、磁场、电磁效应、磁路、电磁感应、静电、静电电容与电介质、电容器、电子及其应用、放电现象以及其它电效应等内容。

此书适合初高中学生阅读, 也可供自学者参考。

最新电工原理

日本东京电机大学编著

邸元春 译

兵器工业出版社出版发行

(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

北苑印刷厂印装

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.625 字数: 193.75 千字

1992 年 8 月第 1 版 1992 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~10000 定价: 6.00 元

ISBN 7-80038-453-5/TM·18

译 者 序

本书由日本东京电机大学编著。共 16 章，全面阐述了电流与电压、欧姆定律、电功率与电能、电阻、克希霍夫定律、电流的化学效应、磁场、电磁效应、磁路、电磁感应、静电、静电电容与电介质、电容器、电子及其应用、放电现象以及其它电效应等内容。

此书不仅深入浅出、通俗易懂，而且内容新颖，反映现代电磁学的最新进展。在日本，该书深受欢迎，曾再版 57 次。为了将该书介绍给中国读者，译者不计报酬，义务将该书译成中文。在翻译出版过程中，日本东京电机大学出版社局长家村睦夫先生给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

译 者

1991 年 3 月 15 日

目 录

第一章 电流与电压	(1)
1.1 电荷	(1)
1.2 电与物质	(2)
1.3 电荷的产生	(4)
1.4 电量	(4)
1.5 电流	(5)
1.6 导体与绝缘体	(5)
1.7 电流强度	(6)
1.8 电流效应	(7)
1.9 电流强度与电量的关系	(8)
1.10 电位及电位差	(8)
1.11 电源与电动势	(9)
1.12 电路	(10)
第二章 欧姆定律	(11)
2.1 电阻与欧姆定律	(11)
2.2 电导	(13)
2.3 电阻的联接方法	(13)
2.4 串联电路的计算	(14)
2.5 并联电路的计算	(17)
2.6 串并联电路的计算	(22)
2.7 电源的内电阻	(23)
2.8 端电压与内部压降	(25)

2.9	电路中的电压降	(26)
2.10	电流表及电压表的接法	(28)
第三章	电功率与电能	(31)
3.1	电功率	(31)
3.2	电功	(32)
3.3	电功率表及电度表	(33)
3.4	电流的热效应, 焦耳定律	(34)
3.5	电源的功率与输出	(35)
3.6	效率	(37)
第四章	电阻	(38)
4.1	电阻率	(38)
4.2	物体的形状引起的电阻变化	(39)
4.3	温度引起的电阻变化	(40)
4.4	电线、电缆	(44)
4.5	电阻丝	(46)
4.6	绝缘电阻	(46)
4.7	绝缘电阻的测量	(48)
4.8	接触电阻	(48)
4.9	额定电流, 保险丝	(49)
第五章	克希霍夫定律	(50)
5.1	电动势的正负	(50)
5.2	电压降的正负	(51)
5.3	克希霍夫第一定律	(52)
5.4	克希霍夫第二定律	(53)
5.5	克希霍夫定律的应用 1	(56)
5.6	网状回路的求解	(59)
5.7	克希霍夫定律的应用 2	(60)

5.8	电池的联接法	(62)
5.9	电池的接法与电流	(63)
5.10	不同电动势的电池并联	(67)
5.11	惠登斯电桥	(68)
第六章	电流的化学效应	(70)
6.1	电流的化学效应	(70)
6.2	离子	(71)
6.3	法拉第电解定律	(72)
6.4	电解的应用	(74)
6.5	一次电池的原理	(75)
6.6	电池的局部作用	(76)
6.7	极化作用	(77)
6.8	蓄电池(二次电池)	(78)
6.9	电池的容量与放电率	(80)
第七章	磁	(81)
7.1	磁铁及磁性	(81)
7.2	磁体	(81)
7.3	磁极	(81)
7.4	磁极间的相互作用	(82)
7.5	库仑定律	(82)
7.6	磁感应	(84)
7.7	磁场及磁场强度	(84)
7.8	磁势(位)及磁位差(磁势差)	(86)
7.9	磁力线	(88)
7.10	磁力线的性质	(90)
7.11	从磁极发出的磁力线总数	(90)
7.12	磁针指示南北的理由	(91)

7.13	磁分子学说	(92)
7.14	磁偶极子与磁偶极矩	(93)
7.15	磁化强度	(94)
7.16	磁化线	(96)
7.17	磁通	(97)
7.18	磁通密度, 磁化强度与磁场强度的关系	(98)
7.19	自然退磁	(99)
7.20	导磁率, 相对导磁率, 相对磁化率	(100)
7.21	磁屏蔽	(102)
7.22	磁场中蓄存的能量	(102)
7.23	温度对强磁体的影响	(105)
7.24	磁化曲线(BH 曲线)	(105)
7.25	磁滞	(106)
第八章	电磁效应	(111)
8.1	电流的磁效应	(111)
8.2	直导线电流的磁场	(111)
8.3	线圈的磁场	(112)
8.4	磁力线方向的测定方法	(113)
8.5	毕奥-萨瓦特定律	(115)
8.6	电流在磁场中的受力方向	(117)
8.7	电流与磁场间的作用力大小	(118)
8.8	电流与电流之间的相互作用力	(120)
8.9	电流的机械功与机械功率	(121)
8.10	无限长直导线的磁场强度	(123)
8.11	无限长线圈的磁场	(124)
8.12	电磁铁	(126)
8.13	电流流过平行直导线时的相互作用力	(127)

第九章 磁路	(129)
9.1 磁路与电路	(129)
9.2 磁位差与磁动势	(129)
9.3 磁场的强度和磁位降的关系	(132)
9.4 磁阻	(133)
9.5 磁阻的合成	(135)
9.6 磁动势、磁位差、磁位降的关系	(136)
9.7 漏磁通	(137)
9.8 磁动势的计算	(138)
9.9 磁动势及磁位差的实际计算举例	(139)
第十章 电磁感应	(142)
10.1 电磁感应	(142)
10.2 链接及链接数	(143)
10.3 感应电动势的方向	(144)
10.4 感应电动势的大小	(146)
10.5 导体运动产生的电动势	(149)
10.6 互感	(152)
10.7 相互感应	(153)
10.8 自感作用及自感	(155)
10.9 自感及互感算法	(156)
10.10 线圈内蓄藏的电磁能	(161)
10.11 过渡电流	(163)
10.12 耦合系数	(164)
10.13 变压器	(166)
10.14 感应线圈	(167)
10.15 涡流	(168)
10.16 趋肤效应	(171)

第十一章	静电	(174)
11.1	静电力库仑定律	(174)
11.2	静电感应	(175)
11.3	电场及电场强度	(176)
11.4	电力线	(178)
11.5	电位及电位差	(179)
11.6	等电位面	(182)
11.7	大地为零电位的原因	(184)
11.8	电场强度与电位梯度	(185)
11.9	电场高斯定理	(186)
11.10	导体内部的电位及电场	(190)
11.11	静电屏蔽	(191)
第十二章	静电电容及电介质	(193)
12.1	静电电容	(193)
12.2	空气中的电容	(194)
12.3	电介质的介电常数及相对介电常数	(197)
12.4	极化	(198)
12.5	极化力线, 极化和电场强度的关系	(200)
12.6	电通量	(201)
12.7	电介质中的电场和高斯定理	(204)
12.8	电介质中的高斯定理的应用	(205)
12.9	电介质的绝缘击穿	(207)
12.10	分层绝缘	(208)
第十三章	电容器	(211)
13.1	电容器	(211)
13.2	电容器的构造	(212)
13.3	电容器的并联接法	(213)

13.4	电容器的串联	(214)
13.5	串联电容器上的电压分布	(216)
13.6	交流电动势产生的充电电流	(217)
13.7	施加直流电压时的过渡现象	(218)
13.8	电容器蓄存的能量	(221)
第十四章	电子及其应用	(224)
14.1	电子	(224)
14.2	电子发射	(225)
14.3	真空中的电子运动	(230)
14.4	均匀磁场中的电子运动	(234)
14.5	固体中的电子	(236)
第十五章	放电现象	(248)
15.1	原子的激发与电离	(248)
15.2	火花放电	(249)
15.3	电晕放电	(251)
15.4	辉光放电	(252)
15.5	电弧放电	(254)
第十六章	其它电效应	(257)
16.1	热电效应	(257)
16.2	压电现象	(260)
16.3	磁致伸缩现象	(260)
16.4	半导体的整流作用	(261)
16.5	光电效应	(262)
16.6	磁场对电阻的影响	(263)

第一章 电流与电压

1.1 电荷

众所周知，用绸布磨擦干燥的玻璃棒，玻璃棒和绸布都能吸引小纸片等轻小物体。这是由于磨擦使玻璃棒和绸布分别带电的缘故。这时我们说：玻璃棒和绸布产生了电荷，或者说带电。

玻璃棒或绸布上所带的电叫磨擦电，用细线将绸布磨擦过的两根玻璃棒水平垂吊，互相靠近，便看到两根玻璃棒互相排斥，反之用绸布去靠近玻璃棒，两者便互相吸引。

由上可知，玻璃棒和绸布所带电荷种类不同，我们把玻璃棒所带电荷叫正电荷（阳电荷）用“+”号表示，绸布上所带电荷叫做负电荷（阴电荷）用“-”号表示。

两物体由于磨擦，是带正电荷或带负电荷，是由于互相磨擦的物体种类不同而不同。一定的物质所带的电荷并不是固定不变的，它们之间有以下带电顺序：

毛皮，玻璃，云母，绸，棉布，木材，塑料，金属（铁，铜，银），硫磺，胶木。

在上述材料中，任意两个互相磨擦，其结果是上一种材料带正电荷，下一种材料带负电荷。例如：用毛皮磨擦玻璃棒，毛皮带正电荷，玻璃棒带负电荷。电荷有正负两种，并且因为带正电荷的两个玻璃棒互相排斥，带正电荷的玻璃棒与带负电荷的绸布互相吸引，所以电荷有下述性质：

同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

1.2 电与物质

电是什么？电是怎样产生的？过去对这个问题有各种各样的猜测，随着物理学的发展，人们对其本质有了明确的认识，现做如下解释：

一般认为全部物质由分子组成，分子是原子的集合，而原子进一步由带正电的原子核与带负电的电子组成。原子的形式如图 1.1 那样，中间是带正电的原子核，在原子核的周围是带负电的电子，正像地球或其它行星按一定的轨道围着太阳旋转一样。可是一般的物质的原子核所具有的正电荷和电子所具有的负电荷正好相等而互相抵消，即呈中性状态，并且像氢、钠那样由于原子的种类不同，原子核的结构也不同。

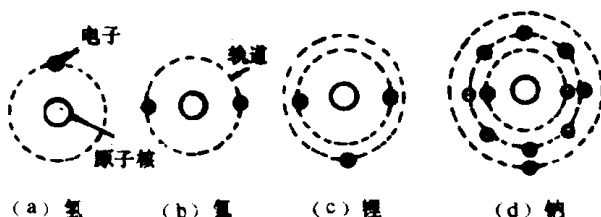


图 1.1 原子的构造

氢原子的构造如图 1.1 (a) 所示，是由一个电子和原子核构成的，把氢原子核做为一个特例叫质子。

除氢以外的物质的原子核就不单纯是由一个质子组成的了，如图 1.2 所示，它是由与围绕原子核旋转的电子 $\ominus$ 数相等的质子 $\oplus$ 和不呈电性的中子组成。除此之外，还需要研

究介子以及各种微粒子成分。但是，对我们学习电磁学来说，最重要的是带正电的质子与带负电的电子，关于这些可做如下描述。

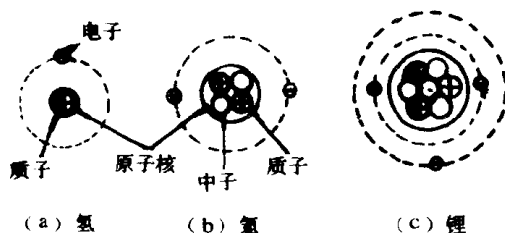


图 1.2 原子核的构造

(1) 电子与电子或质子与质子之间因具有同种电荷而互相排斥，电子与质子之间因具有异种电荷而相互吸引，像地球具有引力一样，这是做为自然现象而存在的一个性质。

(2) 一个电子的质量是非常小的，是 $9.109 \times 10^{-31} \text{kg}$ 。例如，电子的质量和一滴水相比，好象海岸的一粒砂子和地球相比一样的小，而且一个电子带有 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 的负电荷（参见 1.4 节）。

(3) 一个质子的质量比电子大的多，是 $1.673 \times 10^{-27} \text{kg}$ ，约是电子的 1840 倍，但带有与电子相等的正电荷。

(4) 在一般物质的原子中，电子与质子的数量相等，分别带有等量的正电荷与负电荷，并且相互吸引，牢固的吸合在一起，呈中性状态。

(5) 在构成原子的电子中，特别是在最外侧轨道旋转的电子，由于离原子核较远，原子核对它的束缚力较弱，容易离开原子，在物质内部自由运动。像这样离开原子的电子叫做自由电子。各种各样的电现象固然很多，但这些都是自

由电子作用而产生的。

1.3 电荷的产生

如前节所述，普通原子或它们的集合物，呈中性状态。但是一单原子内部电子与质子数失去平衡，就呈现出电性。

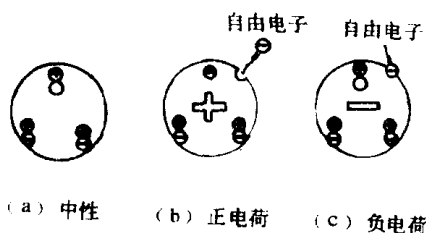


图1.3 电荷的产生

如图 1.3 (b)，自由电子一单脱离，图 1.3 (a) 中所示中性物质的质子数就多于电子数，物质带有正电；反之电子若来填充，负电荷便多于正电荷数，物质便带有负电。

如 1.1 节所述，若正电荷（或负电荷）过剩，物质就带正（或负电）。用绸布磨擦玻璃棒，因磨擦所给予的能量使温度上升，因此自由电子比较容易脱离玻璃棒向绸布转移，于是玻璃棒质子数多于电子数而带正电，绸布的电子数多于质子数而带负电，其结果，电荷显出正性与负性，同种电荷便互相排斥，异种电荷便互相吸引。

1.4 电量

带电物体所具有电荷的多少叫电量，单位用库仑 (C) 表示。

如 1.2 节所述，一个电子带有 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 的电量。如果某物质多出 10 个电子，那么就具有 $1.602 \times 10^{-18} \text{C}$ 的

负电荷；反之，若某物质少 10 个电子，那么就具有 $1.602 \times 10^{-18} \text{C}$ 的正电荷。因此，1C 的电量就等于缺少 $1\text{C} / (1.602 \times 10^{-19}) \text{C} = 0.624 \times 10^{19}$ 个电子所呈现的电量。

1.5 电流

如图 1.4 所示，将带正电荷的物质 A 与带负电荷的物质 B 用导线直接相联，由于两种电荷的吸引力，B 的负电荷（自由电子）被 A 的正电荷吸引而移动，两者便中和，即产生由 B 向 A 的电子流，这时我们说电流沿导线从 A 流向 B。

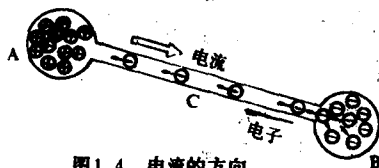


图 1.4 电流的方向

过去不明白自由电子移动形成电流这一性质，因此把正电荷移动的方向简便的定为电流的方向，长期以来在解释各种电现象时，这样应用也成为习惯，其结果直到现在，仍然习惯把与电子流动相反的正电荷流动方向定为电流方向。

1.6 导体与绝缘体

如图 1.4 所示，把具有正负电荷的两物体用导线联结起来，就有电子移动而产生的电流，但是若不用导线联结这两物体，两者仍旧处在空气中，电流不能通过空气流动，电荷就不变化。

这说明导线能通过电荷，空气不能通过电荷，因此我们把容易通过电荷的物体叫导体，空气不容易通过电荷，因此

叫非导体或绝缘体。

所有的物质，大体上可分为导体与绝缘体，金属和盐、酸、碱的水溶液以及人体等是导体，干燥的空气、玻璃、胶木、酚醛塑料、石蜡等是绝缘体。

因为导体具有的自由电荷多，所以容易通过电流，但是对于电荷的通过，多少也存在着电阻。绝缘体内也存在着极少数自由电荷，也能通过少量电流。所以导体和绝缘体不是绝对的，只是两者之间存在着显著的差别。还有些物质的导电性能介于导体与绝缘体之间，如硅、锗等，我们把它们叫做半导体。

在我们使用的金属导体中，银最容易通过电荷，所以是良导体，其次是铜、金、铝。由于经济上的关系，最常使用的导体是铜和铝。流过导体的电流，超过规定的限度，就容易发生危险。因此，用绝缘体将导体被覆起来，并增加了导体的强度，这叫做绝缘。

1.7 电流强度

导体内的任意一点在单位时间内通过的电量叫电流强度。单位是安培（符号 **A**）即：把 1s 内通过 1C 的电量的电流强度定为 1A。

因此，电荷 $Q[C]$ 在 t 时间内，以相等的比例通过导体时，在导体内任意一点电流强度的大小 I 可用下式表示：

$$I = \frac{Q}{t} \quad [A] \quad (1.1)$$