

电 学 基 本 知 识 18 章

[日] 高桥昭二 著

关醒凡 译

符春英 校

机 械 工 业 出 版 社

本书是根据日本1979年出版的《现代人的常识—电学基本知识18章》一书的修订版译出的。

现在已进入了电子时代。在我们的生活中一刻也离不开电。本书就是为生活在这样时代的人们能对电有基本的了解而编写的。内容以电学基本知识和家用电器设备为主，从干电池到微型计算机，取材十分广泛。本书编写得生动具体，有理论有实际，是一本有益的科学普及读物，可供具有中学文化水平的读者阅读。

電気学入門基本18章

高橋昭二

〈株〉電波新聞社

1979年 第3刷発行

• • •

电学基本知识18章

高桥昭二 著

关醒凡 译

符春英 校

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

•

开本 787×1092 1/32·印张 7·字数 150 千字

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数 00,001—11,815·定价 1.45 元

•

统一书号：15033·6203

目 次

第 1 章 电是怎样产生和怎样流动的.....	1
1 电是怎样产生的	1
2 鉴别正负电的实验	2
3 库仑定律	3
4 什么是电流	4
5 物质的构造和自由电子	5
6 一安培是什么意思	6
7 电压和伏特	7
8 电动势和电源	8
第 2 章 干电池和蓄电池的原理与使用方法.....	10
1 什么是电池	10
2 一次电池和二次电池	10
3 什么是干电池	11
4 干电池不许并联	12
5 干电池不要连续使用	14
6 正确使用干电池的方法	15
7 应当了解负荷状态下的干电池电压	16
8 干电池的类型	16
9 新型干电池	17
10 蓄电池的构造	18
11 放电和充电	19
12 镍镉蓄电池	19
第 3 章 欧姆定律及其应用.....	21
1 什么是电阻	21
2 电阻和欧姆 (Ω)	21

3 欧姆定律	22
4 电流(A)、电压(V)和电阻(Ω)	22
5 关于欧姆定律的小插曲	23
6 欧姆定律和合成电阻	23
第4章 电阻的种类及使用方法	28
1 “长而粗”和“短而细”	28
2 一百斤棉花和一百斤铁哪一个重呢	29
3 电阻率和欧姆厘米	29
4 电气行业对电导率的重视胜过电阻	31
5 常用电阻器	31
6 碳膜固定电阻器(碳膜电阻器)	33
7 固体电阻器(碳合成电阻器)	34
8 一定要记住的内容	35
9 线绕电阻器(精密线绕电阻器)	37
10 被釉线绕电阻器(电力用线绕电阻器)	37
11 其它特殊用电阻器	37
12 电位器	38
13 半固定电位器	39
第5章 交流发电机和直流发电机	40
1 直流和交流	40
2 各种形式的交流和直流	41
3 交流发电机的原理	42
4 正弦波和非正弦波	44
5 直流发电机和交流发电机有哪些不同	44
6 电流不是凭空产生的	46
7 五种传声器及其原理	47
第6章 电功率和电能及电费的计算方法	49
1 所谓有能力就是指能做工作的意思	49
2 电能的单位用焦耳	50

3 电能和时间有关	50
4 电功率的单位用瓦特	51
5 电功率的计算实例	51
6 在工厂中,实用的电功率单位“千瓦”与机械 功率“马力”的换算关系	53
7 电能的计算例题	53
8 向电力公司支付的电费是由消耗电能的多少确定的	55
9 电度表的原理和结构	56
10 家庭用电的实际计算例题	57
第7章 电流的热效应	60
1 要熟记三个公式	60
2 能量决不会消灭	61
3 焦耳定律	61
4 搓手可以发热	62
5 卡这个单位的应用方法	62
6 卡和焦耳之间的关系	63
7 应用计算练习	64
8 千瓦小时及卡的应用和计算方法	65
第8章 温度和电阻	67
1 温度低电阻小	67
2 温度系数及其应用	67
3 通过测量电阻值确定温度的方法(电子设备的 温度测定法)	68
4 从前的镍铬电热线和现在的考塔尔线	70
5 发热元件的种类	71
6 热效率高的发热元件	73
7 保险丝的使用方法	73
8 不利用焦耳热的保险丝——温度保险丝	75
9 恒温器的原理和作用	76

10 取暖设备和双重安全装置	77
11 加热器在普通干燥机中的应用例子	78
第9章 交流波形的制作及观测方法	80
1 什么是波形	80
2 周期一秒, 频率一赫兹	81
3 应熟记 f 和 T 的关系式	83
4 各种频率交流电的使用差别	83
5 阴极射线管捕捉波形的方法	85
6 所谓偏转就是改变方向	86
7 电子束是怎样偏转的	86
8 描绘波形的机构	88
第10章 有效值、最大值和平均值	91
1 电灯线的电流时刻在变化着	91
2 如何表示交流电压值	92
3 目的不同电压值的表示方法不同	93
4 平均值	94
5 关于有效值	96
6 有效值的意义	97
7 关于有效值的练习题	98
8 为什么有效值为最大值的0.707倍	100
第11章 万用电表和振荡器的使用方法及应用	102
1 万用电表是电气工作者的“听诊器”	102
2 仪表的分类及万用电表表头	102
3 动圈式仪表的原理	103
4 动圈式仪表的构造	104
5 指针是怎样指示刻度的	106
6 如果用直流仪表测量交流量会出现什么现象	107
7 万用电表的用途	107
8 直流电压表的原理	107

9	欧姆表的原理	108
10	交流电压表的原理	109
11	整流电路及其作用	110
12	读数的读取方法	110
13	万用电表的实际电路	111
14	万用电表的选择方法	112
15	万用电表操作的注意事项	113
16	振荡器和信号发生器	114
17	试验振荡器	115
18	阻容振荡器的应用实例	115
19	试验振荡器的应用实例	117
20	失真度表和低失真率阻容振荡器	120
第12章 电感、电抗和阻抗有什么不同		121
1	电视信号和音频信号都是交流	121
2	欧姆定律也适用于交流电路	121
3	交流电路中有线圈和电容器的情况如何呢	123
4	什么是电感	128
5	什么是电抗	126
6	电抗受电源频率的影响	128
7	在线圈上加交流电压时电流滞后	129
8	什么是阻抗	131
9	解题	132
第13章 电容器的选择方法及其好坏的判断		134
1	什么是电容器	134
2	电容量的单位——法拉	134
3	相对介电系数	135
4	接线端子和电极	136
5	固定电容器的种类	137
6	可变电容器的种类	142

7	为什么交流可以通过电容器	143
8	为什么电流比电压超前 90°	144
9	什么是容抗(X_c)	146
10	几个电容器连接时的电容量	146
11	用万用电表判断电容器好坏的方法	147
第14章 含有电阻、电感、电容的电路计算方法		149
1	以前学习的内容	149
2	为什么会引起相位差	149
3	电阻、电感、电容单独使用时的情况	151
4	电阻(R)、电感(L)和电容(C)串联的交流电路	154
5	电动势公式的意义	156
6	感抗和容抗的比较	157
7	你的实际能力是否达到了一流的维修工程师	158
第15章 电动机带来家庭电气化		160
1	不要弄错是左手定则还是右手定则	160
2	电动机的原理	161
3	电动机的种类	162
4	置于磁场内的载流导体是怎样旋转的	163
5	交流电动机为什么能转动	164
6	一般所说的电动机指感应电动机	165
7	阿拉戈圆盘是什么	165
8	如何产生旋转磁场	166
9	鼠笼电动机名称的由来	167
10	从电灯线引来的电是单相交流电	168
11	在电动机中为什么要装电容器	170
12	与电器产品有关的两种电动机	170
13	电动机的效率	172
14	电动机效率和功率因数有什么差别	173
15	电力电容器的作用在于改善功率因数	174

16 单相串激换向器电动机的特点	177
17 单相感应电动机的特点	179
18 起动原理和作用	180
第16章 电子学和脉冲波	182
1 什么是电子学	182
2 电子学的技术领域	183
3 模拟和数字	183
4 计算尺和算盘	185
5 电视信号	186
6 乐器和图画	187
7 什么是脉冲	188
8 脉冲波和正弦波的关系	189
第17章 大规模集成电路(LSI)和微型计算机	192
1 半导体集成电路(IC)和薄膜集成电路(IC)的区别	192
2 集成电路是怎样制做的	194
3 大规模集成电路(LSI)和集成电路(IC)的区别	196
4 大规模集成电路(LSI)和集成电路(IC)的比较	197
5 什么是微型计算机	198
6 微型计算机工作概述	200
第18章 微型计算机的机能	202
1 微型信息处理机在计算机硬件中的位置	202
2 微型计算机和台式电子计算机的差别在于编制程序	202
3 微型计算机的硬件	204
4 两个流程——数据流程和控制信号流程	205
5 计算机的“语言”	205
6 只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)	206
7 微型计算机中的信息可以分解为二进制数	207
8 8比特称为一个(二进制)字节	208
9 在微型计算机的数据表示中使用十六进位数	209
10 计算机内电脉冲的传送方式	211
11 命令和控制装置	212
12 控制、运算、存贮各装置的相互关系	213

第1章 电是怎样产生和怎样流动的

1 电是怎样产生的

首先让我们看看电是怎样产生的。

近年来，我们可能都会有这样的体会，那就是当我们很快脱掉化学纤维品做的衣服时，会突然出现啪的响声和飞起火花，这就是电。

我们在中学的物理实验中，用玻璃棒和胶木棒互相摩擦，这是一种科学地产生电的方法。因为大家都还记得这个实验，不妨再回忆一下。

这种情况下，玻璃棒上带的电和胶木棒上带的电是相同的吗？

回答是否定的，两者电的性质是不同的。

而且，这样两种不同性质的电彼此间互相吸引，反之，相同性质的电彼此间互相排斥。

这种性质，古代就已经知道了。后来，以风筝实验出名的富兰克林把玻璃棒上产生的电叫正（+）电，把胶木上产生的电叫负（-）电。从此，可清楚地把电分为正和负两种。

关于富兰克林，我们简单介绍一下。他是在探讨电的本质方面留下丰功伟绩的美国科学家，同时又是伟大的政治家和外交家。

他的著名的风筝实验是在1752年（他四十五岁时）做的，当时美国还是英国的殖民地（美国独立宣言是1776年发表的）。

在这以前，雷是一种电的现象已经由当时的科学家提出来了，但一直没有得到实验证明。

因此，他把风筝送到雷云中(这实际上是十分危险的)，把电储存在莱顿瓶(参见图1-1)中，同时证明了雷云有时带正(+)电荷，有时带负(-)电荷。

进而他从这些实验中得到启示，发明了避雷针，至今这种避雷针还在很多建筑物上应用，这是大家都知道的。

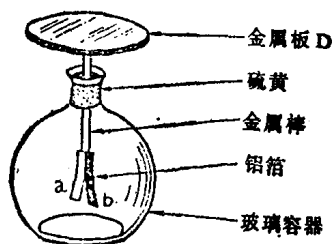


图1-1 莱顿瓶(箱式验电器)

2 鉴别正负电的实验

现在做风筝的实验仍然是极其危险的，所以禁止这样做。但是，可以如图1-2所示那样简单地进行正负电的证明实验，希望大家试做一下。

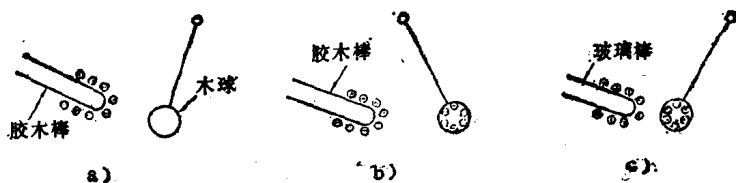


图1-2 带电的检验

做这种实验的方法是把用很干燥的木材做的球像图a)那样用线吊着，最初球是中性的，但是若把用头发等摩擦过的胶木棒接触球，则负电荷移向球而使球带电。

下一步如图b)所示，将胶木棒接近球，则球和胶木棒互相排斥。

这时，若将摩擦过的玻璃棒接近球，则如图c)所示，球被玻璃棒所吸引。由此证明玻璃棒带正电（参见第9章第5节）。

3 库仑定律

一般说来，物体（胶木棒或玻璃棒等）带电时则说该物体有了电荷。

这正好像在物体上放上了叫做电的“重物”一样。因此电荷可以理解成和“电的量”有相同的意义。为了用数字表示这种电量需要有一种单位，所使用的单位是库仑（Coulomb），用符号C表示，写成1C、2C等，叫作1库仑、2库仑。

库仑是为纪念著名的库仑定律的发现者——法国科学家库仑而命名的。

库仑定律是1785年（爆发法国革命的前四年）发现的。库仑定律的内容是：两带电物体的引力（正和负时）或斥力（正和正或负和负时）和两物体的电量之积成正比；与两物体距离的平方成反比。

如图1-3所示，设在空气中有带正电荷（ $+Q$ ）的导体A和带负电荷（ $-Q$ ）的导体B。在这种情况下，导体A和导体B之间有空气，因为空气是绝缘体（也叫电介质），由于受到它的阻碍所以即使A的正电荷和B的负电荷有相互吸引作用（称其为电压）也不会移动。

⊖ 原文误为Q。——译者注

⊖ 原文误为1Q、2Q。——译者注

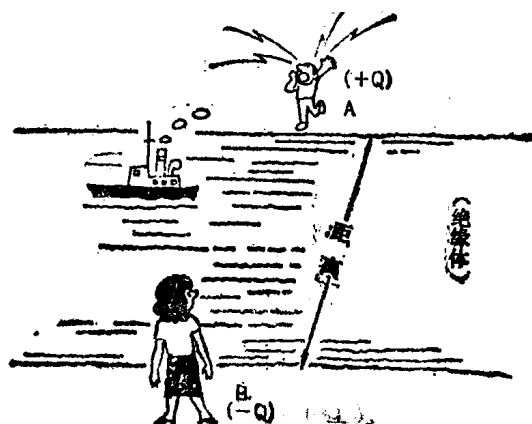


图1-3 库仑定律

定量地表示这种情况下的吸引力和两导体电量大小及两者距离的关系，这就是库仑定律。

4 什么是电流

如图1-4所示，将前节所述的两个导体A、B用金属线C连接起来。这样一来，A和B上的正电荷和负电荷沿金属线C移动而互相中和。

所谓中和就是 $+Q$ 和 $-Q$ 的电荷相结合而变为零，称为无电荷状态。

这样，A和B的全部电荷中和完了时，A和B之间的电位差（电压）就没有了，电荷停止移动而变为平衡状态。

这里所说的电位差（电压），若用水比喻则相当于水位差（水压），如图1-5所示。我们把类似水流的电荷的移动现象称为电流(electric current)。

电荷的移动除了可以认为如图1-4所示那样，正电荷由

A向B移动，和水流的基本情况相同外，反之还可以认为负电荷从B向A移动。

另外，认为A、B的正、负两种电荷以适当的比率相互移动，最后达到中和也是完全可以的。

如上所述，说明电流现象有三种观点，但从现代电子学的观点看，上面第二种观点中所提出的负电荷从B向A移动是很容易理解的。

在这种情况下负电荷称为自由电子，所谓电流可以定义为自由电子的移动。

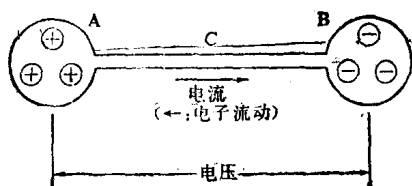


图1-4 电荷的移动

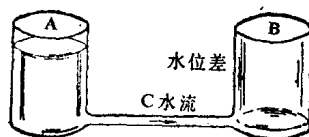


图1-5 水位差

5 物质的构造和自由电子

按电子学的观点，如果把所有的物质一点一点地分割的话，都是原子的集合体。这种原子是作为保持其物质基本性质的最小单位。原子是以具有正电荷的原子核为中心，若干个带负电荷的电子(electron)像以太阳系的太阳为中心的行星一样，一层一层地绕着原子核旋转。

但是，在太阳系中，各星球按牛顿万有引力定律一面互相吸引一面作圆周运动，而在原子中电子和原子核是靠正、负电荷之间的引力互相吸引着，这是和太阳系的情况一个很大的不同之处。

不过，最近一部分物理学家提出这样的观点：因为两者的状态非常相似，是否可以归于同一类？此问题正在借助于统一场的理论进行研究。

这种问题的研究不可能靠人的眼睛予以查明，从前天才的人物用直观的哲学的方法，现在一些有才能的人（爱因斯坦、汤川秀树）。借助于数学工具从理论上予以阐明。

原子核周围的电子数目随原子核的正电荷的多少而定，根据电子数目可以决定它是哪一类物质。

这许多个电子如图1-6所示那样是由第1、第2、第3……轨道上规定的电子数决定的，但最外层轨道的电子和其它轨道的电子不同，受到一点外力（如外加电压、磁场等）就会脱离原子轨道，在原子空间自由地旋转。

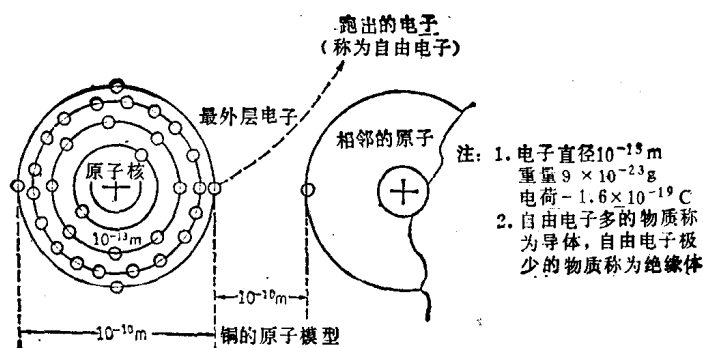


图1-6 原子模型实例（铜）

这样的电子称为自由电子。电的各种现象都是由于这种自由电子作用的结果而产生的，这是电子学理论的基本观点。

6 一安培是什么意思

要表示电流的大小，采用安培(Ampere)为单位，用符

号A表示,称为1安培(写为1A)、2安培(2A)……。

这是为纪念关于电流相互作用的著名的安培定律的发现者——法国科学家安培的功绩而以他的名字命名的。

那么一安培电流是多大呢?它表示电荷以每秒1库仑的速率移动时的电流强度。

让我们再通俗的说明这一点。前面已提到电流是电荷的流动(移动),因此可将电流和前述的水流加以比较,我们知道水流强度表示在一秒钟内流过多少立方米的水,例如在1秒(s)内流过5米³(m³)的水量,水流强度(流量)就是5 m³/s。

与此相同,电流强度也表示在1s内有多少电量流过。

如将上述结果用符号表示,则得下列关系式

$$i(\text{A}) = \frac{q(\text{C})}{t(\text{s})}$$

7 电压和伏特

首先让我们再看一下图1-4,若将A球和B球用导线C联接,则电流从A流向B。或者,也可以把这种现象看成是自由电子从B向A移动,总之,可以认为从A向B方向施加了一种使电流流动的“电的压力”。

这种电的压力称为电压(voltage)。

电压的基本单位采用伏特(volt),用符号V表示。

电压这一单位的名称是以意大利科学家伏特(1745~1827)的名字而命名的,他是使电的世界从静电向动电转移的创始人。

⊖ s: 时间单位秒的代号。

⊖ m: 长度单位米的代号。——译者注

使电从静电世界迈入动电世界的伏特的划时代的论文“关于由异种导电物质接触而产生的电”登载在英国皇家学会1800年的年报上。

电压的实用单位除伏特外，还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)等。

测量两点间的电压可用叫做电压表的测量仪器。另外，万用表上也有电压的刻度值。

大家都知道普通的电灯线电压为100V $\ominus$ ，一节干电池的电压是1.5V，在这种情况下，电灯线的电压表示相比较的两点间的电位差，这相当于前面图1-5所示的水压(水位差)。

然而，干电池的电压是用电动势来表示，在名称上稍有不同。

8 电动势和电源

让我们考虑一下，图1-4的电荷经过一定时间后会变成什么状态呢？

由一般常识可知，A、B两导体上所带的电荷由于在金属线C间移动，随着中和应该逐渐减少。

因此，两者间的电位差也应当变小，流过金属线C的电流也急速变弱，最后变为零。

这种现象可以和前面图示的水流现象相比拟。水从高水位向低水位流动，但若没有水位差流动也就停止了。

因此，要设法用某一种方法不断地保持一定的水压，为此如图1-7所示必须在水道中装水泵。和这种泵的力量相当的力在电中称为电动势。

$\ominus$ 日本电灯线电压为100V，而我国规定为220V。——译者注