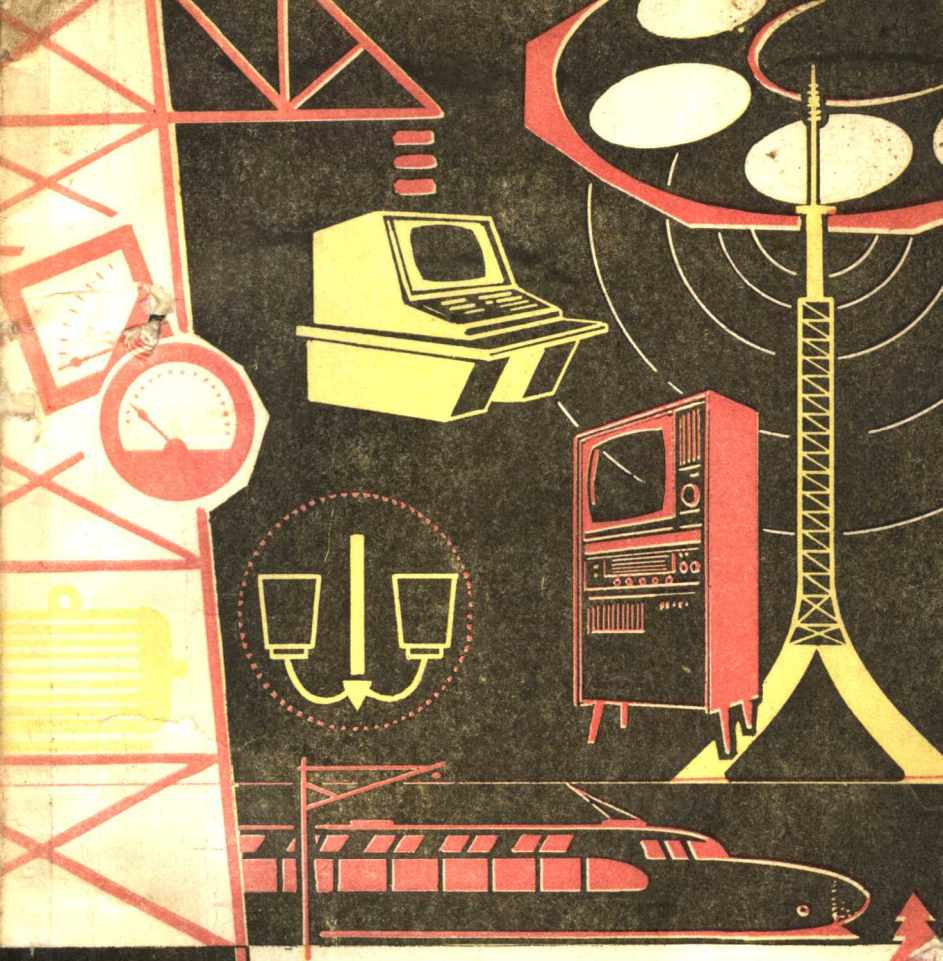




3:1
41

识
全书

1

电的 基础知识

孙左一 编译

电 知 识 小 百 科 全 书

①

电 的 基 础 知 识

孙 左 一 编 译

水 利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

《电知识小百科全书》是一套兼有百科全书、辞书和科普图书特色的丛书，共有18个分册。《电的基础知识》是其中的第1分册。主要内容有电的基本概念、导体和绝缘体、电场、电流与电压、电路与电阻、欧姆定律、电阻的联接、电流表和电压表、基尔霍夫定律、电流的热效应、电流的化学效应、电池组、磁场、电磁感应、自感与互感、交流电、单相交流电路、三相交流电路和非正弦电路。

电知识小百科全书 1

电 的 基 础 知 识

孙左一 编译

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 3.375印张 71千字

1989年7月第一版 1989年7月北京第一次印刷

印数0001—6610册

ISBN 7-120-00801-3/TM·243

定价2.00元

序

打开电世界知识宝库大门的钥匙

在现代社会中，电已经应用于生产、生活和社会活动的各个领域。电既是极其重要的能源，又是极其重要的信息载体。从日常生活中普遍使用的电灯、电话、电报、电视机、电冰箱、电炉、空调到各种机械、电气机车、船舶、飞机；从袖珍计算器、电子钟表、电子玩具到各种计算机系统和网络；从电针治疗到航天技术……人们都要和电打交道。巨大的电力网犹如人体的血液循环向整个社会传递着运转的动力；巨大的电气通信和电子通信网络则为整个社会的协调发展瞬息不停地传递着信息。从某种意义上，可以把当今世界看成是“电世界”。作为一个现代人，一个“电世界的公民”，学习和掌握一些电的基本知识，会得到许多帮助和方便。

水利电力出版社出版的《电知识小百科全书》为具有中等文化程度的广大读者提供了一把打开电世界知识宝库大门的钥匙。这套丛书是我国中青年电气科技工作者根据国外同类图书移植改编而成的。在编译过程中，编译者根据我国的国情和广大读者的需要作了许多补充和修改。全套图书共十八册，不过百万余字，篇幅约为《电机工程手册》的十分之一，既是百科全书式的工具书，又可以作为学习电气科学知识入门的读物。大中学校师生、企业管理人员、科技人员和其他各行各业的读者，都可能从书中得到一些有用的知识。

我相信这套小百科全书会得到读者的欢迎，同时也希望广大读者特别是电气科技工作者一起来发表意见，集思广益，帮助编译者进一步修订好这套小百科全书，使之逐步完善，成为一套具有中国特色的电气知识普及读物。

毛 鹤 年*

1987年夏季

*毛鹤年同志是我国电机工程学界的老前辈。生前担任中国电机工程学会理事长、国际大电网会议中国国家委员会主席。这篇序言是毛鹤年同志在1987年夏季撰写的。毛鹤年同志已于1988年10月病逝。

编 译 说 明

1982年日本欧姆社(OHM社)在建社70周年之际,出版了一本《图解电气百科事典》,以大约百万字的篇幅,介绍了包括电的基础知识、电力的生产与应用、电子技术、通信、广播、电视、计算机和自动控制等各方面的知识。这套《电知识小百科全书》就是以《图解电气百科事典》为蓝本,根据电气科学技术近年间的最新发展和我国的国情,作了较多的修改和补充,编译而成的。全套丛书共18分册。各册的书名是:

1. 电的基础知识
2. 电工材料与电子器件
3. 电子电路
4. 电气测量与电工仪表
5. 电机与电器
6. 电力系统与新能源
7. 工厂用电
8. 安装电工
9. 安全用电
10. 照明
11. 电热利用
12. 自动控制
13. 电子计算机
14. 电气通信与广播电视
15. 交通与电气

16. 医疗与电气

17. 家庭用电与家用电器

18. 趣味电气

这套小百科全书在编译体例上有以下特点:

(1) 具有百科全书的特色: 内容涉及与电有关的各个领域, 从最基础的电荷、电场、电流、电压等概念到超导材料、信息处理、医疗电子工程等正在迅速发展的高技术; 从电力的生产、输送、分配到工厂和居民生活用电等都有简明扼要、深入浅出的介绍, 适合各行各业、各个层次的读者的不同需要。

(2) 具有辞书类工具书的特点: 以基本概念、技术用语、定义规律为中心组织各部分的内容。各个分册、各个部分总体上互相联系, 局部又都各自形成完整的叙述。读者可以方便地查阅所要了解的事项。

(3) 书中的叙述避免冗长的文字和繁杂的数学公式, 收集了较多的插图, 具有中等文化程度的读者都能阅读。

本书在编译过程中, 参考了国内外近年出版的许多百科类、辞书类和科普类图书。书中涉及技术标准之处均已统一为我国的国家标准或部颁标准, 计量单位亦已按新的国家标准核定。

能源部南京自动化研究所孙左一主持了《电知识小百科全书》的编译工作, 参加编译工作的还有(以姓氏笔划为序): 马师模、孙中遼、刘开增、刘振乾、何方、何云、罗贤伟、罗贤杰、张在德、张耀东、童永富、傅鸿仓、熊葆芳等同志。本分册编译者为孙左一, 审稿者为刘振农。

本书编译工作得到毛鹤年、韩祯祥、王平洋、都兴有、蔡洋、马经国、廖培鸿、叶世勋等学术界前辈的鼓励和支持。

持；水利电力出版社的领导和有关编辑给予许多指导和帮助；南京自动化研究所图书馆为编译者查阅图书资料提供了诸多方便。在此谨向所有关心、支持、帮助过这项工作的同志表示衷心的感谢。

参加编、译、校、审工作的十余位同志兢兢业业，历时约三年，终于完成书稿，陆续付印。限于编译者的学识水平，书中仍会有尚未发现的疏漏和差错，祈望各位读者指正（通信地址：南京323信箱）。

孙左一

1988年7月1日

目 录

序

编译说明

1 电是什么	1
摩擦起电	1
正电与负电	1
金箔验电器	3
2 导体和绝缘体	4
导体和绝缘体	4
电流的形成	5
3 电场	6
库仑定律	6
电场	7
电势与电势差	10
静电感应与静电屏蔽	11
尖端放电	12
4 电流与电压	14
电流的方向	14
电流强度	15
电压与电位	16
5 电路与电阻	16
电路的表示法	17
测量电流和电压的电路	18
导体的电阻	18
电阻随温度的变化	19
6 欧姆定律	21

研究电压与电流关系的实验	22
全电路欧姆定律	23
7 电阻的联接	24
电阻的组合方式	24
串联电路的计算	25
并联电路的计算	25
8 电流表和电压表	27
电流表和电压表的特点	27
电压表和分压器	27
电流表和分流器	29
9 基尔霍夫定律	31
基尔霍夫第一定律	31
基尔霍夫第二定律	32
10 电流的热效应	33
焦耳定律	33
电功和电功率	34
11 电流的化学效应	35
液体导电与电解液	35
化学电池	38
12 电池组	40
电池的串联	40
电池的并联	41
13 磁场	42
磁体的性质	42
磁场	44
磁感应	45
磁感应强度	45
磁导率与磁屏蔽	46
14 电流的磁场	47

安培定则——右螺旋定则	48
通电螺旋管与电磁铁	50
磁现象的电本质	51
15 电磁感应	52
电磁力的方向——左手定则	52
电动机的原理	53
平行导线间的作用力	54
电磁感应	54
楞次定律	56
发电机的原理——右手定则	57
16 自感与互感	58
自感现象	58
互感现象	59
变压器的原理	60
17 电容器	61
导体的电容	61
电容器的电容	62
增加电容的办法	63
串联电容器的总电容	64
并联电容器的总电容	65
18 交流电	66
交流电与直流电的区别	66
交流电的产生	67
正弦交流电的基本参数	69
19 单相交流电路	73
交流电路中的电阻	74
交流电路中的电感	74
交流电路中的电容	76
交流电路的矢量表示法	80

R、L、C串联电路	80
串联谐振	82
20 单相交流电的功率	83
交流电路的功率与功率因数	83
改善功率因数的方法	85
21 三相交流电路	86
三相交流电的产生	86
三相交流电的特征	88
Y接线的相电压与线间电压	89
△接线的相电流与线电流	89
旋转磁场	91
三相交流电的功率	91
22 非正弦交流电路	93
非正弦交流电路	93
分析非正弦波的方法	94

1 电 是 什 么

远在公元前 600 余年，古希腊人就已经发现用毛皮摩擦过的琥珀能吸引羽毛、头发等轻微的物体。2000 多年前中国东汉时代的学者王充，在所著《论衡》一书中，有“顿牟掇芥”的记述。“顿牟”即琥珀，“掇芥”就是吸引轻微之物的意思。到 17 世纪英国人吉伯对这类现象作了研究，最先提出这是存在电的缘故。人类对电的认识就是从摩擦起电开始的。

摩擦起电

大家知道，用胶木梳子梳头时，头发常常被梳子吸起，有时还会发出晰晰的响声。将塑料笔杆在呢绒上摩擦后，可以吸引纸屑等细小物体。这些都是由于摩擦产生了电，即在梳子、笔杆等物体上有了电荷。胶木、塑料等都是电荷不容易流失的物质，因而呈现了带电现象。

正电与负电

用毛皮摩擦两根橡胶棒，把其中一根用丝线悬挂起来，拿另一根摩擦过的一端来靠拢它，它们就会互相排斥，再用丝绸摩擦一根玻璃棒后，将它靠拢悬挂的橡胶棒，它们就会互相吸引（参见图 1）。这就说明电荷之间存在着相互作用的吸引力或排斥力，橡胶棒上和玻璃棒上带着两种不同性质的电荷。

1747 年美国科学家富兰克林把用丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电荷叫做正电荷（参见图 2），把用毛皮摩擦过的硬

橡胶棒上所带的电荷叫做负电荷。实验表明：所有物体，无论用什么方法使它带电，所带的电荷不是正电荷就是负电荷。

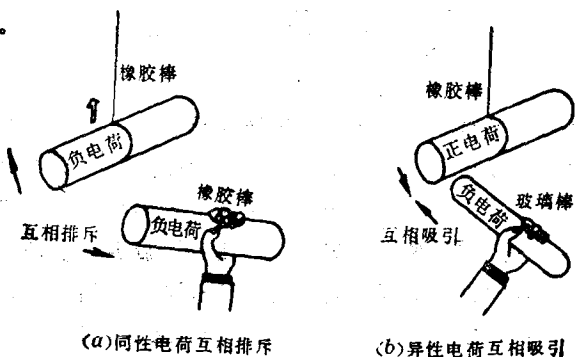


图 1 电荷之间存在着相互作用的力

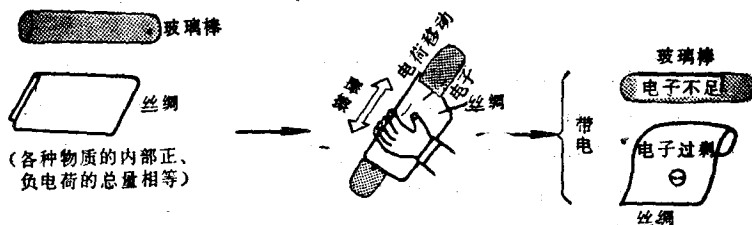


图 2 正电荷和负电荷

一切物体，通常都带着等量的正电荷和负电荷，正电和负电互相中和，因此不呈现带电现象。从物质结构的角
度看，这是由于在构成物质的最小单位原子中，原子核所带的正电荷与它周围电子所带的负电荷相等。当两种物体发生摩擦时，电子（负电荷）由一方流向另一方，从而一方带正电（失去电子的物质），另一方带负电（得到电子的物质）。自然界只存在正、负两种电荷。同性电荷互相排斥，异性电荷互相吸引。电荷既不能消灭，也不能创造，它只能从一个

物体转移到另一个物体，这叫做电荷守恒定律。

金箔验电器

金箔验电器是利用同性电荷相斥，异性电荷相吸的作用制成的一种用来检验物体是否带电的仪器（图3）。将带电的物体接触金箔验电器的金属板，金属板也就带了电，并将电荷传导到金属箔上，于是两条金属箔就因为带同性电荷而相斥，张开（见图4）。

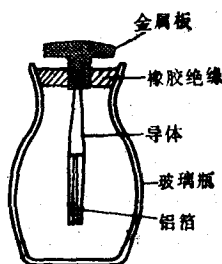


图3 金箔验电器

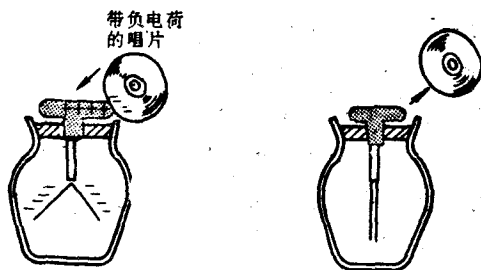


图4 用验电器检验物体是否带电

2 导体和绝缘体

如果我们用手握住一根铜棒做摩擦起电的实验，铜棒不会带电，但是在铜棒上装一个硬橡胶柄，手握橡胶柄与丝绸摩擦，则铜棒就会带电。为什么人手直接握住铜棒不能使之摩擦起电呢？这是因为铜棒和人体都有把所获得的电荷传导到别处的能力，棒上获得的电荷通过人体传到大地里去了。硬橡胶没有传导电荷的能力，因而阻断了电荷经由人体传到大地里去的通路，摩擦产生的电荷就滞留在铜棒上了。

导体和绝缘体

容易传导电荷的物体叫做导体，简称导体。所有的金属，如铜、银、金、铝、铁等都是良好的导体，酸、碱、盐的溶液，人体和大地也是导体。相反，橡胶、玻璃、塑料、琥珀、云母、陶瓷、油、空气等都很难传导电荷，称为绝缘体。

为什么有的物体容易导电，有的物体很难导电呢？这是因为有的物体的内部有大量可以自由移动的电荷，而有的物体的内部则几乎没有这样的电荷。

我们知道，一切物质都是由具有这种物质的各种性质的最小单位的粒子——分子所组成的，而分子是由单个或若干个原子所组成的。在原子结构中，电子受原子核的束缚而绕原子核运动（参照图5）。金属原子的最外层电子受原子核的束缚力比较弱，往往摆脱束缚成为在金属内可以自由移动的电子。金属内的自由电子很多，如果每个铜原子提供一个

自由电子，1g铜中就约有 10^{22} 个自由电子，所以金属具有良好的导电特性。相反，在玻璃、橡胶、塑料等绝缘体中，原子核对电子的束缚力很强，几乎不存在自由电子，所以难以导电（参见图6）。

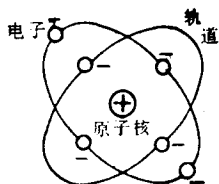


图5 原子核与电子

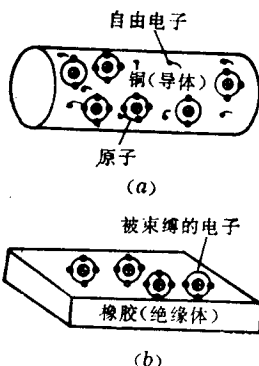


图6 导体与绝缘体
(a)导体；(b)绝缘体

电流的形成

由于金属等导体中存在大量可以自由移动的电子，如图7所示，所以将金属导体与电源的电极连接，带负电荷的自由电子就会受电源正极的吸引而定向移动，这种电荷的流动就是电流。

酸、碱、盐的水溶液中并没有自由电子，却存在着另一种可以移动的带电粒子——阳离子和阴离子。在这类溶液中插上正、负电极后带负电的阴离子就向正电极移动，带正电的阳离子则向负电极移动，因而形成了电流。由于离子带电的现象也是由于原子中电子的增加或减少引起的，向正极移动的阴离子就是带了多余电子的原子，所以液体导电中起主