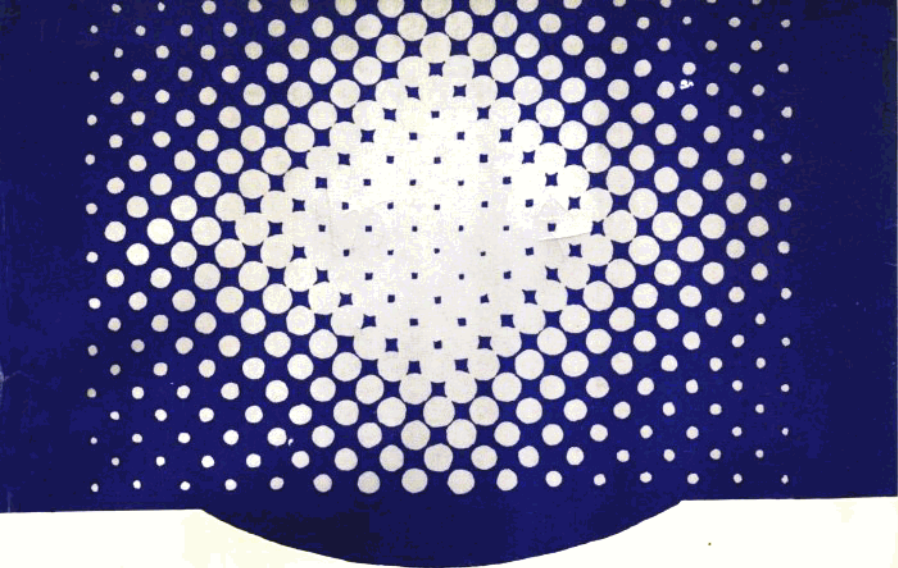




新编电子学 及电子技术基础

——青少年电子学入门的向导

XINBIANDIANZIXUE
JIDIANZLJISHUJICHU

■ 刘孙刚 编写

湖南科学技术出版社

X B D Z X J D Z J S J C

新编电子学 及电子技术基础

——青少年电子学入门的向导

XINBIANDIANZIXUE
JIDIANZIJISHUJICHU

■ 刘孙刚 编写

湖南科学技术出版社

X B D Z X J D Z J S J C

新编电子学及电子技术基础

——青少年电子学入门的向导

编 写：刘孙刚

责任编辑：陈清山

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路 66 号

印 刷：湖南省新华印刷二厂

厂 址：邵阳市双坡岭

邮 编：422001

(印装质量问题请直接与本厂联系)

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1998 年 5 月第 1 版第 1 次

开 本：850mm×1168mm 1/32

印 张：9.5

字 数：213000

印 数：1~3100

征订期号：地科 218—31

书 号：ISBN 7-5357-2147-8/TN·61

定 价：16.80 元

(版权所有·翻印必究)

内 容 简 介

本书的作者刘孙刚教授以通俗易懂的语言和图文并茂的表达方式，由浅入深地介绍了：色彩斑斓的电磁现象和本质、奇异的谐振特性及其妙用、交直流电路的基础知识及分析计算方法、五光十色的电子器件及其应用等等。

本书是电子学爱好者读本，是初学者入门的向导，是无声的教师。

本书可供中等文化程度的青少年、电子学爱好者、城乡中学和技校师生阅读。

目 录

第一章 奇异静电现象 基本静电定律	(1)
1—1 我们生活在电子信息的世界	(1)
1—2 漫长岁月 有趣回顾	(3)
1—3 电的性别——正电和负电	(5)
1—4 微小原子结构 类似太阳系	(9)
1—5 感应起电 伦琴奇遇	(12)
1—6 微观存在 电场作用	(14)
1—7 提出电力线 功在法拉第	(15)
1—8 实验发现 库伦定律	(17)
1—9 有趣的计算 回味的结论	(19)
第二章 电流方向的历史约定 直流电路定律与计算	(21)
2—1 从雷公显神谈起	(21)
2—2 物理本质——电子流	(22)
2—3 历史误会 习惯约定	(24)
—— 电流方向 ——	
2—4 导体 绝缘体 半导体	(26)
2—5 电流大小的“尺度”——安培	(29)
2—6 电流的源泉——电源	(30)
2—7 直流电的通路——直流电路	(36)
2—8 欧姆的重要贡献	(37)
—— 著名的欧姆定律 ——	
2—9 容易混淆的两个概念——电源的电动势与端电压	(40)
2—10 分压公式——串联电路	
分流公式——并联电路	(43)

2—11	令电流为人类服务——电做功	(49)
2—12	电流的热效应——焦耳定律	(53)
第三章	磁现象的物理本质 电磁感应的重大发现	(56)
3—1	从我国古代的指南针谈起	(56)
3—2	磁现象的描述——磁场	(59)
3—3	奥斯特的重大发现——电生磁	(62)
3—4	安培假设 悬案解决 ——磁现象的电本质	(64)
3—5	描述磁场的基本物理量	(67)
3—6	左手定则——安培力方向	(71)
3—7	载流导线间相互作用 ——电动式仪表动作原理	(74)
3—8	磁场对运动电荷的作用力 ——洛仑兹力	(77)
3—9	法拉第的重大贡献 ——电磁感应定律	(80)
3—10	重要的楞次定律 ——感生电流方向确定方法	(84)
3—11	发电机右手定则	(86)
第四章	交流电的特征描述 分析和计算的基本方法	(88)
4—1	交流电的特征	(88)
4—2	深刻体会交流电三要素 ——大小、频率、初相	(90)
4—3	掌握交流电的两大分析方法 ——瞬时值法和相量法	(104)
4—4	学会应用规定和三条基本定律的表示方法	(115)
4—5	单个元件交流电路的分析与计算	(126)
4—6	多个元件交流电路的分析与计算	(152)
第五章	无线电入门基本概念 谐振电路的可贵特性	(165)
5—1	钟摆特性与振荡	(165)

5—2	机械振荡的共振现象·····	(166)
	——军队过桥为何要便步走？	
5—3	电的自由振荡·····	(167)
5—4	两种基本电谐振电路·····	(170)
第六章	电子器件特性 基本放大电路·····	(189)
6—1	电子器件基础知识·····	(189)
6—2	半导体二极管特性——单向导电·····	(202)
6—3	半导体三极管放大基础·····	(214)
6—4	最常用放大电路分析及计算方法·····	(233)
6—5	放大电路中的“神奇客”——负反馈·····	(266)
6—6	应用很广泛的负反馈放大器·····	(287)
	——射极输出器	

第一章 奇异静电现象

基本静电定律

1—1 我们生活在电子信息的世界

在我们伟大的社会主义祖国,不管你生活在城市或乡村,提及电子学的应用是倍感亲切的。在日常生活、学习和工作中,可以说,处处都离不开电或电子信息。每天照明,离不开日光灯或白炽灯,收听无线电广播,离不开盒式收录机或便携式收音机,收看电视广播,离不开黑白、彩色电视机。随着人民生活水平不断提高,不少家庭有电冰箱、电话、空调机、微波炉、洗衣机、BP机、大哥大、家用电脑等等。显然,这些众多的电子设备都是离不开电子学的。

当你步入北京、上海、广州等大城市,便能看到现代化地下铁道的电气火车在奔驰,有数不尽的无轨电车在穿梭运行;在各交通叉口,有交通指示灯在指挥无数的车辆通行或暂停;大型工厂的生产流水线,只要操纵有关电钮,便可加工出复杂的工件或检测产品质量指标;至于规模大的炼钢厂、油田开发、证券市场、银行系统、发电厂控制室,就可见到现代化的心脏设备——大型电子计算机或微型计算机,它们对生产过程进行调度、控制和数据显示。

当你想到现代通信和电视时,会更感到无线电电子学的非凡奇迹。大家听说过移动通信,有的使用过BP机或大哥大,尽管相距数千米、数百千米,彼此间可以单向(BP机)或双向(大哥大)进行信息联系。至于电视节目,更是大家生活中的

“伴侣”，即使你不在电视节目的拍摄现场，但通过微波无线电接力传输或卫星转播，可及时地收看如临现场的电视广播。谈及无线电技术的应用范围，真是数不胜数，比如，对飞机的无线电导航、人造地球卫星按预定轨道运行，按预定时间和地点返回地球，洲际导弹的发射遥控等等。

在当今大中城市的街道中，可见到电脑公司旁的各式微型计算机（电脑）型号的广告，如 AH 386/33s、AH 486/33d、AH 586/60d、COMPAQ MT4/66 等等，在各大城市更可看到新颖的名称——“信息高速公路”、“多媒体技术”等，这些新技术名词代表了现代电子信息社会的方向，它们由计算机技术、现代通信网络、数据库系统所组成，可在全国、全世界通过图像、声音和数据相互传递信息。实现“信息高速公路”后，其应用前景将是极为广泛的，到那时，可在任何时候和任何地点，身在遥远异地均能看到家人的影像，并能与家人面对面在显示屏上交谈；可不受时间、地点限制，能学习到全国最好学校的教师讲课的内容；无论何时能在家中欣赏最新的电影和电视节目，看到全世界的最新新闻；在家中可向银行贷款，可向商场购物；各机关、企业和公司均用“电子方式”交换各类信息，这将大大减少文件往来，提高办事效率，难怪有人取名“信息高速公路”为“信息社会的自由王国”。这种电子信息社会的前景在我国正在规划和起步，我国“信息高速公路计划”的全称为“中国国家信息化基础结构”，其长远实施方案正在制定过程中。当然，要实施这种巨大的高新技术工程，除开现代化计算机技术、通信网络技术和图像处理等技术外，还需要大量资金，也就是高科技是要靠高投入作为支撑的，据有关专家预测，我国的电子信息化建设到 2000 年估计要花费 5000 亿元人民币，这可是一个相当惊人的数字。无疑，培养电子信息科学的专门人才和

在全社会普及计算机基础知识、现代通信知识、图像应用知识，便成为年青一代今后成长的重要课题。综上所述，21世纪（还有几年）将成为人类“电子化”的新时代，其前景是极为美妙的。

至此，你们见到和想到以上这些神奇广大的各种电子、电气新产品和未来高新技术的发展时，一方面会感到电子学的无比奥妙，另一方面也会对电子学产生浓厚的兴趣。如何使自己有序地了解电子学知识？我国有句名言说得好：“千里之行，始于足下”，“万丈高楼平地起”。有志于电子技术的年青一代，只要看准方向，打好电子学基础，不断学习，努力实践，大家定会迈进电子学新世界的广阔空间。

1—2 漫长岁月 有趣回顾

一、希腊艺匠的疑惑——神话中的“妖魔”

“电”本来就是客观物质的基本运动形式之一，但不像地球上其它运动物体，对“电”无法用肉眼看到，因此，人类从发现“电现象”开始，到能够掌握电的特性，并利用电来为人类服务，却经过了好几千年的漫长岁月。回顾一下原始电现象的发现，对了解电的基本概念是很有用的。

早在两千五百多年前，希腊的艺匠，在实际工作过程中，当用琥珀琢磨成各种精致装饰品时（琥珀是当地的一种硬化了的树脂），曾经多次发现一种奇妙而又有趣的客观现象：加工的琥珀制品总是吸引毛发、纸屑和碎稻草等轻微的小物体。这究竟是怎么回事呢？是什么原因引起这种令人不解的“怪”现象呢？早在古代，由于科学技术不发达，是无法说明和解释这种奇特的现象，人们只好认为是琥珀制品中存在着神的“妖魔”。

二、医生的功绩——“电”一字的来源

由于古代生产及科学技术发展水平的限制，人们对电现象的探索实在是非常的缓慢。经过了两千多年的漫长岁月，直到公元1600年左右，一个名叫吉柏的英国医生，他曾发现并不只是被毛皮摩擦过的琥珀才吸引轻微的物体，其它诸如玻璃棒、火漆棒、橡胶棒等同样都可以经过摩擦后也能吸引轻微的物体，就是说它们都具有同琥珀制品所具有的奇异现象。吉柏医生便把处于这种状态下的物体统称为“琥珀化”的物体，即当今所说“带了电”的物体。为了突出说明这一“琥珀化”物体的现象，吉柏便引用了希腊文字“琥珀”的字根拟订出一个名字，它的读音与希腊语“琥珀”的读音完全一样，中文把这个西文名字（英文为 Electric）翻译为“电”，这便是“电”一字的来源，原来“电”字出自希腊文“琥珀”。

三、摩擦起电——静电荷和带电

自古以来，电现象就已普遍存在——“琥珀化”物体现象，那末，我们自己可以实验体会一下吗？完全可以。在日常生活中，我们经常可以遇到，比如在干燥的天气，当你用胶木梳子梳干燥的头发时，常会听到轻微的“叭啦”响声，并且，头发总是会随梳子而竖起来，这是由于梳子和头发相摩擦以后，如“琥珀化”物体现象一样，头发“带了电”的缘故，如图1—1所示。



图1—1 干燥天气或冬天，用胶木梳去梳头发时，头发常随梳子而竖起

再如，把钢笔的塑料笔杆在你的头发或毛织衣服上摩擦几次以后，去接近轻小的纸屑、草屑等，笔杆会吸引上这些小纸屑。其它像毛皮

摩擦过的硬橡胶棒，丝绸摩擦过的玻璃棒也会同样吸引轻小的物体片屑。这样，你对电现象的客观存在便有了感性认识。

为了表征以上电现象的性质，在物理上便描述为：物体具有能吸引轻小物体的特性，就称该物体“带上了电荷”，简称“带电”。这也就说明了希腊艺匠的疑惑，“琥珀化”现象就是“带电”现象，并不是什么“妖魔”出现。

在电学上，上述这种经摩擦后带上电的物体，因其带上电荷固定在该物体上而不运动，这种“固定在物体上的电荷”，称为“静电荷”。而“用摩擦的方法使物体带电”，叫做“摩擦起电”。

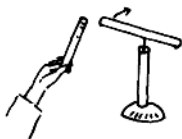
“摩擦起电”现象加强了我们对“电”的认识，但在实际工作中有其待注意的方面，例如，刚抛光好的钢笔杆能吸引（附）擦下来的塑料粉末及空气中的灰尘；玉石雕刻厂刚做好的玉器是光泽耀眼的，如果不及时用玻璃罩起来，很快将使玉器吸引上灰尘而影响光泽；印刷厂受滚筒挤压而摩擦起电的纸张常被吸在滚筒上，从而影响连续进行印刷；在地下采煤矿井里，严重摩擦起电会放出大量火花，甚至引起瓦斯爆炸，会给工人生命和国家财产带来巨大灾难和损失。难怪现在有些生产场地要求有防静电的措施，以保证产品质量和安全。

1—3 电的性别——正电和负电

在自然界中，生物有性别；在代数上，数有正数与负数。人们对电现象进行长期地观察后发现，电也有阳、阴或正、负之分别。在摩擦起电实践过程中，也发现一种有趣的事实，用毛皮摩擦两根硬橡胶棒后，把其中一根支在尖针上，令它刚好平衡但可自由旋转，而拿另一根去接近它，可清楚看到两根硬橡胶棒便“互相排斥”〔见图 1—2 (a)〕。同样，用丝绸摩擦两根

玻璃棒后，把其中一根用线吊起来，拿另一根去靠近它，也可见到“相互排斥”的结果。但如果把用丝绸摩擦过的玻璃棒来靠近用毛皮摩擦过的硬橡胶棒，这时得到另外一种与上述相反的结果，玻璃棒和硬橡胶棒会“相互吸引”〔见图 1—2 (b)〕。这

两根用毛皮摩擦过的硬橡胶棒



(a) 两根带电的硬橡胶棒相互排斥



(b) 相吸

图 1—2 摩擦带电现象

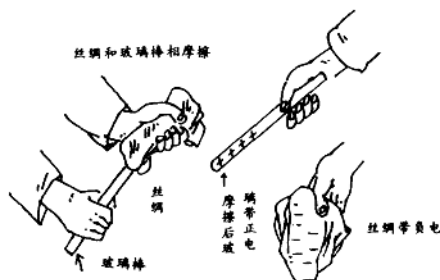
种现象表明，经摩擦起电而“带电”的物体，有的相互排斥，有的相互吸引。不难想到上述实验结果表示了玻璃棒和硬橡胶棒上所带的电是两种不同性质的电（荷）。

大量实验不但证明了自然界存在两种不同性质的电（荷），一种是用毛皮摩擦过的与上面硬橡胶棒上所带的那一种类型的电，而另一种是用丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的那一种类型的电，而且，同种类型的电互相排斥，异种类型的电互相吸引。

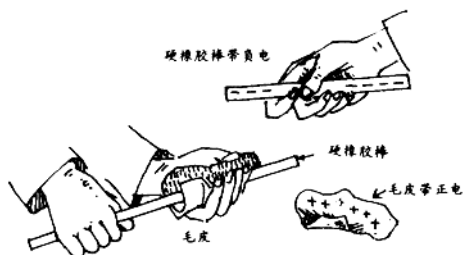
根据这两种类型的电对同一带电体的作用恰恰相反，因此，当时便由它们的这种相反性质来称呼它们：一种称正电（也称阳电）；另一种称负电（也称阴电）。“正”和“负”或“阳”与

“阴”的命名，只是标明它们之间性质的根本区别，究竟称那一个是“正电”，那一个是“负电”，在当时是搞不清的，完全是随意定的。

直至1747年，美国科学家富兰克林为了统一说法起见，他



(a) 丝绸和玻璃棒摩擦



(b) 毛皮和硬橡胶棒摩擦

图1-3 正电和负电命名由来

便把经丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电称为“正电”，用“+”号表示；而把被毛皮摩擦过的硬橡胶棒上所带的电称为“负电”，用“-”号表示（参看图1—3），这就是正电和负电正式命名的由来。

下面介绍验电器——“正电”和“负电”的检验器。

根据富兰克林的习惯（历史）约定，便可做成简易的金属箔验电器，如图1—4所示。在玻璃瓶上部的软木塞上，插进一根金属小棒（铜线），棒的下端贴上两条金属箔，就组成一个简易的验电器。



图1—4 金属箔验电器

1. 带电检验。当用带电物体接触图1—5所示的验电器的金属球（上部），下部金属箔就带上了相同类型的电（荷），此时，两金属箔片因“相互排斥”而张开一定角度。如用不带电物体接触上面验电器的金属球，金属箔片便不会张开角度。

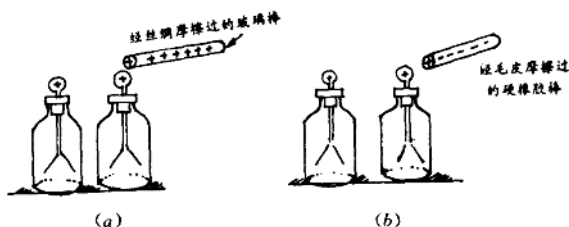


图1—5 用验电器检验电荷的正负

2. 正、负电的检验。按富兰克林的约定，把丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的“正电”，接触验电器的金属球，使其带正电；然后，再把经丝绸摩擦过的玻璃棒靠近（但不接触）验电器的金属球，由于带电体上的电（荷）与验电器原来所带的电

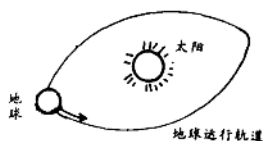
(荷)是相同的正电,这时,可看出验电器下部的金属箔片张开角度明显增大,如图1—5(a)所示。如果用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的“负电”去接近(不接触)验电器的金属球,由于带电体所带的电(负电)与原来验电器所带的电(正电)是相反的,可看到金属箔片张开的角度便减小,如图1—5(b)所示。根据以上小实验,就可利用验电器来检验带电体所带的正、负电。

前面我们回顾了历史上一些奇异的带电现象和电的类型,但为什么会出现带电现象呢?为什么存在有两种类型的电呢?

1—4 微小原子结构 类似太阳系

电的客观存在,已为上面事实所证明,要想深入了解物体带电现象的原因,就必须从物质内部组成结构去找。

物质究竟是如何组成的呢?比如说水吧!粗糙一点回答:水是由一点一滴小水滴组成的;较深入一点说:水是由分子组成,而分子又由原子所组成。如不再深究,这些说法一点也不错。一直至19世纪末叶以前,人们也都认为:任何一种物质的分子都由化学元素的原子所组成,原子是最简单和不可再分割的细粒了。随着生产和科学实验的发展,人们打破了这种看法,产生了新的想法:如果说分子由原子构成,而原子又由什么构成呢?经过艰难困苦的多次科学实验和研究,人们终于初步弄清了原子内部的构造。原来在原子内部有一个结实的核,取名为“原子核”,核内有带正电的“质子”和不带电的“中子”;而原子核的外层有一定数量的质点,称其为“电子”,它们带负电。电子在原子核周围分层地沿一定轨道围绕着内核高速旋转,这是任何一种物质的原子内部的微观运动。按照近代高能物理的研究,已发现原子中有300多种基本粒子,有待发现的仍在继续探索,这样一来,原子结构和太阳系很相似,如图1—6(a)所示。



(a) 太阳系



(b) 原子结构

图 1—6 太阳系和原子结构

原子核好像恒星太阳，而电子就好像绕着太阳转动的地球等行星，所以说，原子结构真像一个超小型的太阳系！不同元素的物质，它们原子核质量和原子核中质子、中子的数目多少是不同的，绕核旋转的层次及各层次分布的电子数目也不同。为了便于有个定量的概念，让我们看一下最轻元素——氢的原子结构，其原子结构是最简单的，如图 1—6(b)所示，原子核外只有一个电子围绕着核旋转；而氧原子有 8 个电子沿两个壳层轨道绕核运动，核内有 8 个质子和 8 个中子(见图 1—7)。其它元素的原子结构都比氢、氧要复杂得多，如铀元素的原子却有 92 个电子沿不同的壳层轨道围绕原子核在运动。

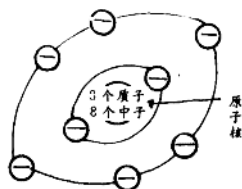


图 1—7 氧原子结构

进一步由现代化学知识知道，不同元素的原子结构虽然不同，但所有的电子都带有相同的一个“单位负电荷”；而核内质子带正电荷数是与核外层电子所带负电荷数相等，即无论哪种元素在通常情况下，原子核的质子数与绕核旋转的电子数目相等，整个原子对外呈中性。

有了以上对物质内部结构的初步认识后，我们也就可进一步解答希腊艺匠的疑惑，揭穿电现象为“妖魔”的本质了。原