

生活与科学文库

奇妙的静电

生活与科学
文库

〔日〕堤井信力 著

揭静电之谜

静电的应用

静电的预防

科学出版社

「静电電気の ABC」

堤井信力

© Shinriki Tei

All rights reserved

First published in Japan in (1998) by Kodansha Ltd. Tokyo

Chinese version published by Science Press Chinese Academy of Sciences

Under license from Kodansha Ltd.

本书据日本讲谈社 1998 年第 1 次印刷本译

图字：01-1999-3308 号

图书在版编目(CIP)数据

奇妙的静电〔日〕堤井信力著；王旭译，—北京：科学出版社，2000
(生活与科学文库)

ISBN 7-03-007873-X

I. 奇… II. ①堤… ②王… III. 静电-基本知识 IV. 0441

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 42225 号

2000/10 199

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

定价：7.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈环伟〉)

前言

几乎每个人都有过这样的经历：在干燥的冬天，触摸门把手或汽车外壳的瞬间，时常会突然“啪”地被麻一下，吓一大跳。走路时长裙常常裹到身上，窘迫不已的女性也一定不少。众所周知，这些现象都是静电在作怪。

然而，假如有个孩子问你“为什么摩擦物体就会产生静电？”“静电与普通的电有什么不一样？”“为什么导电的金属也会攒有静电？”“为什么互相摩擦的两个物体会有的带正电，有的带负电呢？”“听说静电对身体有害，真的吗？”……你能回答上来吗？面对这一串连珠炮式的提问，哑口无言的大人一定不在少数。

虽然人类很早以前就知道静电无处不在，但是，直到最近半个多世纪才真正把握住它的本质。静电也是普通人头脑中最似是而非并经常误解的概念之一。

“摩擦生电”——静电产生起来极其简单,但我们却无法直接看到它,而且一般的摩擦所产生的电量非常微小,很容易被忽视。因此,除了静电量积蓄得大到迸出火花或使衣服裹到身上等造成麻烦的场合以外,几乎没有人去考虑它。

静电不仅作为冬日里的“调皮捣蛋鬼”为生活小诗提供素材,其实它也正在支撑着当今的文明社会,它是一切电现象的根源。静电在我们的日常生活中功勋卓著,但有时却又是带来意想不到的障碍或危害的罪魁祸首。

静电有用,却又出没无常。它到底是什么?它的规律何在?为了能够更好地与静电相处,每个现代人都应该掌握这些知识。

读者朋友,请您朝着这个目标,跟随本书在解开一个个静电之谜的过程中,进入奇妙的静电世界……

目 录

前言

第一章 静电是什么？它为什么会产 生？	(1)
1. 静电的本质是什么？	(2)
电是什么？	(2)
静电与动电	(3)
雷是巨大的静电现象	(4)
2. 为什么玻璃棒会带正电？	(6)
带电与带电顺序	(6)
带电的原理竟然出奇的复杂	(8)
物体之间的接触就能产生带电!?	(8)
接触带电并不仅仅局限于金属	(11)
摩擦带电是接触带电的一种表现 形式	(12)
为什么同种物质之间的摩擦也会 带电？	(13)
冰块之间的摩擦也会带电！为什 么？	(14)
摩擦带电是综合的自然现象	(16)
3. 琥珀的“灵力”原来是静电	(16)
琥珀的“灵力”	(16)

发明产生静电的装置	(18)
用莱顿瓶储存电	(19)
富兰克林的雷电实验	(21)
平贺源内与百人震撼	(22)
静电学的诞生	(23)
第二章 探索静电的奥秘	(25)
1. 从库仑定律知道的	(26)
静电的库仑定律	(26)
电荷之间的相互作用力有多大？	(28)
电场是什么？	(29)
电场就是电荷的势力范围	(31)
雷雨云的电场	(33)
电位与电场的关系	(34)
电位相当于“山的高度”	(35)
物体带电后电位有多高？	(37)
人为什么会感觉到电？	(39)
2. 为什么触摸门把手时会发生 放电？	(40)
绝缘体在电场中的极化	(41)
电介质极化产生新电荷!？	(43)
静电感应使导体内部的电场变成零	(43)
电荷往尖细的地方集中	(45)
3. 电鳗为什么会发电？	(47)
作用于电介质上的力——麦克斯 韦应力	(47)
压力与热也能产生静电	(49)
生物体内的静电现象	(51)
电鳗的发电器官	(52)

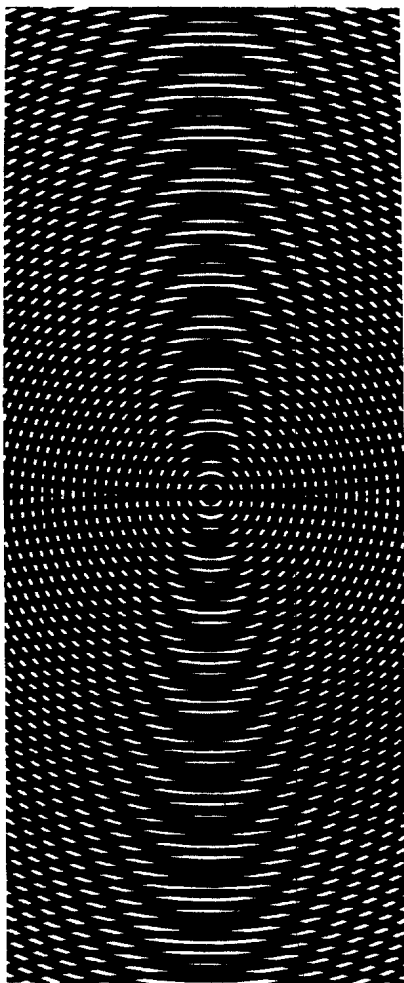
第三章 静电的应用	(53)
1. 用电击治疗牙疼?	(54)
最早使用静电的人是医生	(54)
能治好牙疼和麻痹?	(54)
静电铃铛的发明	(55)
科特雷尔的电集尘装置	(57)
日新月异的静电应用发展	(58)
2. 电集尘装置的威力	(59)
各式各样的电集尘装置	(60)
第四章 静电工艺的世界	(62)
1. 利用静电实现材料的均匀涂附	(63)
静电喷涂	(63)
静电植绒	(64)
静电播撒	(66)
2. 静电是分类的能手	(66)
静电分选	(66)
静电提纯	(68)
3. 静电是信息通信技术的主角	(71)
静电复印	(71)
激光打印机和静电记录打印机	(73)
喷墨打印机	(75)
4. 利用静电记录、显示、传输	(76)
进入实用阶段的平面显示器	(76)
音质优异的电容式麦克风和耳机	(77)
第五章 静电发电机和静电电动机	(80)

1. 把功转换为静电	(81)
静电发电机	(81)
范德格拉夫型静电发电机	(82)
SAMES 型静电发电机	(84)
2. 静电电动机	(84)
静电马达	(84)
给微型机械提供动力	(86)
活跃于高技术产业的静电	(86)
第六章 烦人的静电、危险的静电	(89)
1. 淘气的静电	(90)
投影仪不好用!?	(90)
灰尘总也扫不掉的原因	(91)
2. 放电也令人烦恼	(92)
影响胶卷的质量	(92)
静电能使电子仪器失常	(93)
静电能成为引发爆炸的导火索	(95)
3. 恐怖的雷电	(96)
落地雷与电击	(96)
手被电麻了!	(98)
静电能不能电死人?	(99)
第七章 怎样安全地与静电打交道	(101)
1. 抑制静电的发生	(102)
改进物体的形状和表面状态	(102)
合理控制压力和速度	(103)
2. 各种防止带电的方法	(104)
使静电流入大地	(104)
无法接地的时候,怎么办?	(105)
防静电干扰剂是什么?	(106)

利用导电性材料	(107)
利用除电器防止带电	(108)
3. 怎样才能与静电融洽相处.....	(109)
生活中的静电	(109)
人体带电以后会怎样?	(110)
在触摸门把手之前	(112)
后记	(114)

第一章

它为什么会产生？
静电是什么？



1. 静电的本质是什么？

电是什么？

静电的名字里有一个“电”字，顾名思义它是一种电，不错。但是，电又是什么呢？能马上回答出这个问题的人就不多了。

笔者在大学里给电气工程专业的新生上第一堂课时，总要提问同样的问题。结果大多数情况下学生们都茫然不知所措，全场一时鸦雀无声。

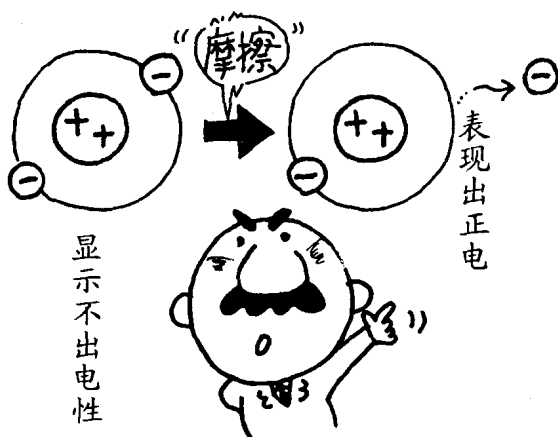
得不到回答时，笔者便解释到“电是物质所固有的最基本的性质之一”。有点像禅宗公案里的问答，学生们一副似懂非懂的表情。要想说清楚这个问题必须从构成物质的原子讲起。

大家都知道构成物质的最小单位是原子，在原子的中心有带正电的原子核，在原子核的周围有围绕它运动的带同样数目负电的电子。

因为原子核所带的正电与电子所带的负电互相抵消，所以原子或者说是普通的物体从外面看来是中性的，既不带正电也不带负电，显示不出任何电性。

然而，如果通过某种方法使电子与原子核分离并把它们拆散的话，电子本来带有的负电以及原子核本来带有的正电就会表现出来，也就是说物质带上了正电或负电。

原子核由表现出带正电性的叫做“质子”的粒子和不表现出带电性的“中子”组成。但是，中子并不永远都是中性的，如果使中子放出一个电子的话（专



“电是世上所有的物质都具有的性质哟！”

业术语称之为 β 衰变)，中子就会变成质子，显示出带正电的性质。

所以，从原子的角度来说，说电的“产生”有些用词不当，正确的说法应该是，通过施加某种作用使物质原本固有却隐蔽着的电性“显现”了出来。而且，由于无法把电从质子或电子中单独地分离出来，所以正如前文所说的那样，我们只能说：电是物质的固有性质之一。

静电与动电

我们将物质表现出正电或负电的性质叫做“带电”，使物质带电的方法有很多种，其中最简单的也是人类很早以前就熟知的方法是“摩擦带电”。

使两个物体强烈地互相摩擦，一个物体会带上正电，而另一个物体会带上负电。在摩擦的过程中，一

方的物体中的电子转移到了另一方的物体之中。

为什么把长裙等所带的电叫做“静电”呢？答案很简单：长裙带的电几乎是不移动的。既然有不动的“静”电，也就一定有移动的“动”电。我们熟悉的“电流”就是最有代表性的移动的电。

电在一些物质中很容易传递或者说很容易移动，而在另一些物质中则很难移动。我们把金属等电很容易移动于其中的物质称作“导体”，与之相对，把布、木材、橡胶及塑料等电很难在其中移动的物质称作“非导体”或“绝缘体”。

绝缘体受到摩擦就会带电，因为这些电不会移动到其他地方，所以在摩擦过程中绝缘体所带的静电就会越攒越多。当导体接触到这些静电时，它们就会通过导体变成动电（即电流）而流走。

虽然静电与动电无论是在形态上还是在性质上均相去甚远，但它们都是电。或许用水作例子更容易理解，静电好比是水库或湖泊，而动电则好比是流淌着的江河。虽然湖与河在视觉上以及功能上均有许多不同，但是它们都是由水组成的。

潮湿的空气有一定的导电性，物体受到摩擦所带的电能够通过空气流走从而使带电消失，因此，由摩擦造成的带电现象多发生在空气比较干燥的冬天。

雷是巨大的静电现象

虽然我们在日常生活中处处与静电打交道并且利用它做许多工作，但却看不到它，我们能够直接体验或观察静电的机会并不多。

雷，就是经常被列举的通俗易懂的静电现象。雷



闪亮的雷电和触摸门把手时迸出的火花都是由静电引起的放电

来自于浓厚的云层中的水滴团或被叫做“冰晶”的微小冰屑团内部的剧烈摩擦。由摩擦产生的电量大约与相互摩擦的物质的面积及摩擦的时间成正比，所以雷雨云中能够蓄积巨大量的静电。

结果，驱动电流的能力——“电位”就会不断升高。用水库来举例的话，电位就好比表示水面高度的“水位”，随着蓄水量的增加，水位不断升高，直到越过堤坝流出。

蓄积着巨大电量的雷雨云能够达到数万伏特以上的高电位，因此它能使原本不易导电的周围空气的分子遭到破坏并把电流传到附近的地面上或雷雨云中。这种强迫地破坏气体使电流通过其中的现象叫做“放电”。

放电发生在极其短暂的一瞬间，在产生巨大声响的同时，由于大电流的通过，发出强烈的光芒。这就是雷鸣和电闪。雷雨云与大地之间的放电就形成落地雷，各位读者都知道，落地雷往往带来很大的危害。

放电现象并不局限于力量惊人的巨雷，在我们身边处处存在着小规模放电。冬日里用手触摸门把手时，常常“啪”地迸出火花，虽然十分微小，但道理与打雷完全相同，这是发生在手指与门把手之间的放电现象。

2. 为什么玻璃棒会带正电？

带电与带电顺序

发生静电的实验大概是物理实验课最基本的项目之一。

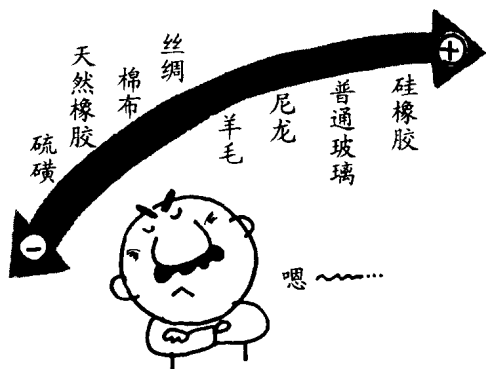
例如，用丝绸或棉布摩擦玻璃棒后，再将玻璃棒靠近的话，玻璃棒就会吸附棉布。这个实验证明摩擦产生了静电，玻璃棒带正电而丝绸或棉布带负电。

笔者上中学时，也在物理实验室里做过这个实验，当时感到摩擦带电确实奇妙，但同时又纳闷“为什么带正电的是玻璃棒，而带负电的是丝绸？为什么不会反过来玻璃棒带负电，而丝绸带正电呢？”这个问题似乎更奇妙。记得请教过多位老师，但是他们都没有给出令我满意的回答。

一直到笔者考入大学，这个问题还是没有解开，笔者曾查阅过许多书籍。当时（距今 30 多年前）的电磁学类图书的第一章里，一般都有如下的文字。

“当两个物体相互摩擦时，存在于物体表面上的叫做‘自由电子’的活性比较强的电子就会在摩擦过程中从一个物体转移到另一个物体上，失去电子的物体带正电，获得电子的物体带负电。”

似乎懂了，但是还没有完全弄明白。不过笔者还



为什么有带电顺序？

是从书中学到了“带电顺序”这个名词。

所谓带电顺序，指的是科学家们通过大量各种物质相互摩擦的实验总结出的一张关系图。图中带正电的物质在上，带负电的物质在下。

我们比较熟悉的材料在带电顺序图中的位置是：硅橡胶第一，然后是玻璃，玻璃之下顺序是岩盐、羊毛、丝绸、棉布、酚醛塑料、环氧树脂、硫磺、聚氯乙烯等等。

通过带电顺序图，我们得知，如果将丝绸与图中靠上的岩盐或玻璃等互相摩擦的话，丝绸带负电；但是如果将丝绸与图中靠下的棉布或者酚醛塑料等互相摩擦的话，丝绸反过来带正电。所以，玻璃棒只有与硅橡胶摩擦时才会带负电，而与丝绸摩擦时则绝对不会带负电。

带电顺序图告诉我们为什么玻璃棒容易带正电。但是，为什么会有带电顺序图呢？新的更深的问题又来了。

带电的原理竟然出奇的复杂

在科学技术已经高度发达的今天，尚未解开的自然之谜仍然很多，其中包括许多看起来简单而且很基本的现象，静电现象就是其中之一。

虽然得到了许多人的关注，但是包括带电在内的静电学研究直到最近仍然开展的很不充分，这里面有各种各样的原因。

在刚发现静电的早期，人们曾经热衷过静电的研究。带电现象看似简单，实则不然，它与物质的表面状态有关，研究的难度极高，很难获得理想的成果。另外，随着电的应用由静电转移到动电，科学家们对静电的兴趣也逐渐减弱，有关静电的研究进入了停顿状态。直到第二次世界大战结束时，人们对静电的理解仅为笔者学生时代的教科书里的说明那样的程度。

战后，随着利用静电现象的电集尘装置应用的推广以及由静电引起的各种灾害逐渐变成了社会问题，静电再次成为了人们关注的焦点。而且随着以半导体和金属为重点的研究固体表面性质的表面物理学的长足进步，对带电现象进行更深入的研究逐渐成为可能，有关静电的研究再次掀起了高潮。今天，科学家们在研究复杂的带电机理的过程中已经取得了许多成果。

物体之间的接触就能产生带电!?

在弄清摩擦带电的原理之前，有必要首先了解作为它的主要原因的接触带电。接触带电指的是物体之间不经过摩擦，仅仅接触就会出现带电的现象。请仔细阅读下面方框里的文字。