

封面设计:周建明

责任编辑:陈效师 史舟

图书在版编目(CIP)数据

电光世界漫游/张三慧著. —北京:中国少年儿童出版社,1997.5

(爱科学、学科学、跨世纪科普丛书)

ISBN 7 5007-3571-5

I. 电… II. 张… III. 物理—青少年读物 IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 07957 号

电光世界漫游

中国少年儿童出版社 出版发行

廊坊人民印刷厂 印刷 新华书店经销

*

787 1092 1/32 8印张 170千字

1997年9月北京第2次印刷

印数 10001—14000 定价 9.80元

ISBN7-5007-3571-5

凡有印装问题,可向承印厂调换

内 容 提 要

本书是向青少年讲解电现象和光现象的自然规律及实际应用的科学普及读物。它首先注意到了趣味性与可读性。本书由浅入深，从日常所见事物出发引述科学知识及其应用，理论的发展以及现代的成就。例如，从梳子、西红柿生电讲到原子结构，发电机，原子电池，半导和高温超导体；从秦始皇的防盗门讲到现代热核反应试验用的磁瓶和先进武器电磁炮；从筷子插入水中的貌似屈折讲到显微镜、望远镜、人的眼睛、彩色电视、立体电影直到宇宙大爆炸理论；从电磁波的发现讲到雷达、传真、光子、激光直到光子是传播电磁作用的媒介这种现代科学认识。电光世界真是包罗万象，五彩缤纷。其次，本书十分注意科学性，对于现象和应用的说明都渗透了科学原理的介绍。为了适应广大青少年的水平，本书基本不用数学公式。此外，本书还介绍了不少历史故事，如奥斯特、法拉第、麦克斯韦、爱因斯坦等人的事迹，以启发读者的创造力。本书行文流畅，便于阅读，还附有必要的插图，帮助读者理解一些较复杂的现象和原理。对了解电光世界的奥秘的各界人士，本书也不失为一本值得一读的科普书籍。

目 录

一、到处都有电

- 衣服、梳子上能产生电…………… (1)
- 大自然的双生子…………… (2)
- 电就在原子中…………… (4)
- 以电引电——感应起电…………… (7)
- 汽车尾巴的作用…………… (9)
- 天空中的电…………… (11)
- 让静电为人类服务…………… (14)
- 电荷是可以产生和消灭的…………… (16)
- 两个电荷是怎样相互作用的？…………… (17)
- 用电场控制带电粒子的运动…………… (19)

二、流动的电

- 西红柿能生电…………… (23)
- 各式各样的电池…………… (26)
- 电到底怎样流动的？…………… (28)
- 电流的量度单位…………… (32)
- 为什么灯丝搭接后的灯泡反而更亮？…………… (33)
- 中学教师的贡献——欧姆定律…………… (34)
- 保险丝是怎样保险的？…………… (38)

半导和超导 (40)

鱼能放电打死人 (43)

三、电流产生磁

秦始皇的防盗门 (46)

磁体两极亲不能分 (48)

相吸相斥通过磁场 (49)

地球内部有个大磁体 (51)

科学家猜对了——电流产生磁 (54)

科学家又一次猜对了 (55)

磁体经不起火烧 (58)

候鸟飞行是靠什么导航的？ (59)

活的小磁体 (60)

四、干净方便的电能

电动机是怎样工作的？ (63)

利用电磁力的新式武器——电磁炮 (66)

能量是什么？ (68)

各种能量可以相互转化 (69)

能量是守恒的 (71)

你会算你家每月的电费吗？ (73)

用磁场控制带电粒子运动的方向 (75)

回旋加速器和磁瓶 (76)

电磁泵和磁流体发电 (79)

发电机是怎么发电的？ (80)

还是磁场对运动的带电粒子的作用 (82)

交流发电机是怎样产生交流电的	(83)
法拉第和他的发电机	(86)
架线高塔是干什么用的？	(87)
法拉第使远距离送电成为可能	(90)
超导为输电带来了新希望	(94)
利用超导加快车速	(95)
五、电磁能的无线电传播	
电场和磁场亲密无间	(96)
什么是波？	(98)
各种电磁波	(101)
无线电广播是怎样进行的？	(102)
收音机是怎样接收到声音的？	(105)
关于无线电发明的往事	(107)
无线电千里眼——雷达	(108)
利用雷达打敌机	(112)
揭开电视的奥秘（一）摄像与发射	(115)
揭开电视的奥秘（二）电视接收	(121)
六、镜子告诉我们什么	
我们离不开光	(125)
光沿直线前进	(126)
镜子里怎么显出了像	(129)
潜望镜与万花筒	(132)
哈哈镜和聚光镜	(134)
反射的妙用	(135)

光像粒子，它的速度有多大？…………… (137)

七、扩大我们的视野

筷子折弯了…………… (141)

自动显示道路标志…………… (145)

星光闪闪…………… (147)

透镜的折光本领…………… (147)

凸透镜生成的实像…………… (150)

放大镜成的虚像…………… (153)

透镜的各种应用（一） 照相和投影 …… (155)

透镜的各种应用（二） 电影 …… (156)

透镜的各种应用（三） 望远镜和显微镜 …… (159)

人眼的奥秘（一） 结构 …… (162)

人眼的奥秘（二） 成像 …… (166)

让光沿着导线传播…………… (172)

沙漠幻湖和海上仙岛…………… (177)

八、光是什么？

光是电磁波…………… (181)

光是波的一个证据——折射和光速…………… (184)

色散和虹…………… (188)

三原色和彩电影照…………… (192)

光的波动说的直接证据——干涉…………… (197)

肥皂泡的五颜六色…………… (199)

光会自动拐弯…………… (203)

人为什么长两只眼睛？…………… (206)

立体电影揭秘·····	(208)
救火车的喇叭声和宇宙大爆炸·····	(212)
九、光就是波吗？	
光电管·····	(217)
光的粒子说的复活·····	(220)
原子是怎样发光的？·····	(223)
激光（一） 激光的产生·····	(227)
激光（二） 激光的特点和应用举例·····	(231)
真正的立体照片——全息照片·····	(233)
电子也有波动性·····	(236)
套圈游戏与电子波·····	(238)
电子显微镜·····	(242)
电光一家·····	(243)

一、到处都有电

今天我们生活的各个方面都不能离开电。电灯、电话、电报、电车、电视机、电子表、电子计算机等都带一个“电”字，当然少不了电。就是不挂“电”字的设备，如汽车、内燃机车，人造卫星、航天飞机，医院用的X光机，B超仪、牙科座椅、手术台等等，哪一样离了电也不能工作。

那么，什么是电？为什么它有这么大的本领？

我们的生活也离不开光。光照亮了我们周围，使我们能看到五彩缤纷的世界，使我们能进行学习、运动和工作。照相机、电影、彩电、光盘、望远镜、显微镜都是利用光的设备。

那么，光又是什么？它又是如何被人们利用的？

看了这本书，你们就会对电和光有一定的基本的了解。现在，让我们先进入电的世界看看吧！

衣服、梳子上能产生电

春节到了。妈妈给小明买了许多小气球。一堆小气球放到什么地方呢？妈妈教给小明一个方法：拿气球在衣服上摩擦几下，往墙上一放，气球就粘到墙上了。小明就这样粘了

一墙气球。晚上要睡觉了，小明脱毛衣时看到毛衣上会打火花，还伴随有轻微的劈啪声。如果毛衣是化纤制品，更容易看到火花和听到劈拍声了。早上起床后，小娟要梳头。刚梳几下，就发现梳子老是吸头发，难以梳整齐，并且有时也会听到梳子和头发间发出的劈啪声。天气越干燥，越是容易发生这种事。

这是怎么回事呢？原来，这都是电在玩的把戏。它们都是摩擦生电产生的后果。

类似的这种摩擦生电现象，我们的祖先早就发现了，而且记录在古书中。例如，西晋时的张华（公元232年—300年）在他所写的《博物志》中就有这样的记载：“今人梳头、脱着衣时，有随梳、解结有光者，也有咤声。”更早的在西汉末年（约公元20年）写的书中还写着“玳瑁吸褚”的话。玳瑁是一种海龟的甲壳，褚是指细小物体。现在，你用圆珠笔杆在衣服上摩擦几下，也会发现它能吸引细小的纸屑。

大自然的双生子

摩擦生电的时候，为什么会产生火花并发出劈拍声呢？

原来，大自然中有两种电，一种叫正电，另一种叫负电（也分别叫做正电荷和负电荷）。同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。象大自然的双生子一样，经过摩擦的两个物体，会同时分别带上数量相等、正负相反的电荷。由于异种电荷相互吸引，经过摩擦后的两个物体就相互吸引了。梳头

时梳子吸引头发就是因为梳子和头发经过摩擦分别带上了正电和负电的缘故。

经过摩擦产生的正电和负电的量如果足够多，它们之间就会产生很高的电压，可以达到几千伏（“伏”是电压的单位。家庭用电的电压是 220 伏，电动理发推子的电压才 36 伏）。这时两种正负电荷会通过物体间的空气吸引复合在一起。这种复合叫正负电的中和。中和以后，物体就不带电了。两个物体带的正负电的中和过程叫放电。放电有时是很激烈的。脱衣、梳头时发出的火花和劈啪声就是正负电激烈中和的表现。

并不是任何两个物体经过摩擦都能带电。拿一根金属棒，如铁棒或铝棒，在衣服上摩擦几下，金属棒并不吸引轻小物体，说明金属棒经过摩擦并没有带上电荷。这是因为金属棒能导电，人体也能导电。能导电的物体叫导体。金属棒经过摩擦即使带上了电荷也会通过人手传到人身上或进而通过人体传入地下。这样金属棒经过摩擦就带不上电了。与此相反，梳子和干燥的头发不能导电。它们叫绝缘体。通过摩擦在它们上面产生的电就不会传走，而且越集越多，因而就能显出电性，如相互吸引或吸引轻微物体了。这种呆在物体上而不走失的电叫静电。

不要小看摩擦生电时产生的火花。它有时会引起很大的灾难。报上登过这样一件事。一个工厂的家属宿舍里一位老人用煤气烧水洗澡。浴后老人穿上尼龙袜，因为穿的不合适又脱下来。就在袜子离开脚的一瞬间，一声巨响，引起一场

大火。工厂出动九辆消防车才把大火扑灭。这时老人已被烧死。查找原因时，原来是烧水的时候煤气大量泄漏，充满了房间，老人脱袜时摩擦产生的静电火花引起了煤气的爆炸。

还有一则报导。在一个液化石油气供气站，两位女工正在向瓶内充气，其中一位女工头戴尼龙纱巾。当她转身用手解下尼龙纱巾时，突然发生爆炸。经调查，认定是该供气站漏气严重，通风又不好，以致室内石油气浓度过大。这位女工解下尼龙纱巾时，纱巾与头发摩擦产生了火花。这火花就是引起爆炸的罪魁祸首。

使用煤气或液化石油气时要小心静电火花啊！

电就在原子中

两个物体经过摩擦为什么会产生两种电呢？这是因为两个物体中本来就有两种电，不过没有显示出来。摩擦的作用只不过是使它们里边的正负电分开而已。要理解这一点需要先知道物质的结构。

自然界的所有物体都是由原子组成的。原子非常小，肉眼看不见。把原子一个个沿一条线排列起来，一厘米的长度内可以排进成亿个原子！铁有铁的原子，铜有铜的原子。毛线、化纤、梳子、头发内有碳原子、氢原子、氧原子、氮原子等等许多种原子。各种原子又都是由更小的微粒组成的。一个原子的中心是一个原子核，它的体积只占整个原子体积的一千万亿分之一。这原子核又是由不同数目的中子和质子

组成的，中子不带电，质子都带正电。在原子内部，原子核外的广大空间还有运动着的电子。电子更小了，小到一个质子的万分之一以下。每个电子都带有一样多的负电。图 1 形象地画出了一个原子的结构——不同类的原子，它们的原子核内的中子和质子数不同，核外的电子数也不同。但是，在同一个原子中，核内质子数和核外电子数是相同的。一个质子和一个电子带的电量一样多，只是正负相反。这样，一个原子从整体




图 1 原子结构示意图
中子(O) 质子(⊕) 电子(·)

上说，正负电量正好抵消，就不显电性了。通常情况下物体内的原子都是这样中性的，因而就不显电性了。你看，你周围到处都有电，只不过一般情况下，不显示出来罢了。

在一个原子中，原子核内质子带的正电和核外电子带的负电相互吸引，就组成一个稳定的整体。但离核比较远的电子受核的引力较小，一旦受到外界的干扰，就容易脱离它所属的原子核。不同类的原子中，核对外部的电子吸引力也不同，有的原子的核外电子容易被拉走，有的就比较不容易。当两个物体相互摩擦时，由于靠得非常近，相互对对方的原子中的电子就会产生干扰。由于两个物体的原子吸引自己的力量不同，电子就会从一个物体被拉入另一个物体。于是一个物体的电子就比正常状态多了，它整体上就带负电了；另一个物体的电子却比正常少了，相对地就带正电了。

这就是两个物体通过摩擦分别带上等量的正负电荷的原因。总之，摩擦生电并不是真的生出了两种电荷，而只是物体中原来就有的两种电荷重新分配了一下。

知道原子内本来就有正负电，也就容易弄明白导体和绝缘体的区别了。拿金属来说，它的每个原子核外有一两个电子离核很远，受核的正电的吸引力很小，以致这些电子可以脱离自己所属的原子核在导体内乱跑。这种电子就叫自由电子。大量自由电子的存在是金属成为导体的原因。食盐水或不纯净的水也是导体。这是因为水中溶解有不同类的原子，有的原子失去了一个或几个电子变成了带正电的原子；另一些原子捉到了一个或几个电子据为己有，就变成了带负电的原子。带有正电或负电的原子叫正或负离子。液体能导电就是因为其中有大量正离子和负离子的缘故。气体，如空气，一般是不导电的，因为由原子组成的气体分子都是中性的。但在一定条件下，中性分子也会由于失去或捉到电子而成为带电的离子。这时气体也就变成导体了。

与导体相反，在橡胶、陶瓷、干木材、一般塑料、玻璃等的原子中，电子都被各自的原子核吸引得紧紧的，只能在核周围运动，不能在整个物体中自由移动。它们于是就成了绝缘体。

以电引电——感应起电

很多人大概都有这种挨“打”的经验：用手开门，特别是开铁门时，当手就要触及门把的一瞬间，感到突然被打了一下，手甚至手臂觉得一阵发麻。有时，开水龙头时，也会感到被打一下。这种挨打的事情，在我国北方地区，冬天干燥的天气里特别容易发生。这是怎么回事呢？

原来，门把或门，水管都是金属做的，它们是导体，它们里面就有许多自由电子。在通常情况下，这些自由电子到处胡乱游荡，并不在导体内哪个地方聚集，整个导体还是正负电量相等，处于不显电性的状态。人的身体常常由于穿了化纤衣服，在行动中摩擦而带上了电。如果穿的又是胶底鞋，电传不到地上，人体就成了带电体。假设身体带了正电，当手靠近门把时，门把内的电子被手上的正电吸引过来，聚集在靠近手的一端。于是，门把的这一端带上负电，离手远的另一端因为缺少电子会带上正电。到了冬天，手上正电较多，门把上被吸引过来的电子也会较多。手和门把之间也会产生高电压。于是正负电就中和，产生电火花而放电。你感到手被打一下就是这放电产生的效果。

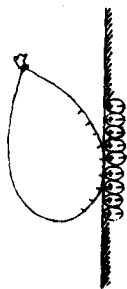


图2 气球被粘到墙上了

一个带电体靠近一个导体时，虽然没有接触，也能使导体上产生正负电荷。这种以电引电的方式叫感应起电。结果导体上近的一端会带上与带电体相反的电荷，远的一端带上与带电体相同的电荷。

日常生活中，感应起电不但使人挨打，还会引起严重后果。1979年底，一个工厂为了清除一个车间地面上的污垢，在地面上先洒了许多浸过汽油的锯末，然后进行清扫。这样，车间内空气中就混入了大量汽油气。当时一位女工穿的是涤纶衣服，由于摩擦带了静电。当她拖地走到靠近一根铁管时，铁管因感应而带电，在铁管和人体间就产生了放电的火花。立即引起了汽油气爆炸起火，并形成大火，在场清扫的十几位工人非死即伤。稍不留心，感应起电就造成了惨剧。

上面说了，当一个带电体靠近一个导体时，导体上感应起电是导体内自由电子移动的结果。绝缘体内没有自由运动的电荷，所以不会产生明显的感应起电。但当一个带电体移近一块绝缘体时，绝缘体也并不是完全不受影响，最好的事例是气球被吸到墙上。气球在衣服上摩擦后，带上了电荷，假设它带上了负电。气球靠近墙时，墙是绝缘体，不会有大量的自由电荷被吸过来，但是，由于墙内的原子中有电荷，当带负电的气球靠近时，原子中的电子会受到这负电的排斥而稍稍远去，带正电的原子核就相对地移近一些（图2）。这正电对气球上负电的吸引力就比原子中的电子对气球上负电的排斥力大些。这样带负电的气球就受到了吸引力而被粘到墙上了。

汽车尾巴的作用

不知道你注意到没有，有的小汽车后部下面常吊一条细尾巴拖到地上。有的卡车，特别是专门用来装汽油或其他易燃液体的大罐车，总安有一条铁链拖到地上。这样的尾巴（实际上是一条导线），有什么作用呢？这是为了防止静电带来的危害。

拿油罐车来说，装了油的车在路上行驶的时候，罐内的油总不免来回晃动和罐壁发生摩擦，这就使罐和油分别带上异号电荷。车轮轮胎是橡胶制品，是绝缘体，不能把罐上所带的电荷传走，这样油和罐上聚集的异号电荷就会越集越多，达到一定程度，油和罐之间就会产生放电的电火花。罐内油面上总是充满油蒸气和空气的混合气，电火花会点燃这种混合易燃气体而发生爆炸，造成严重事故。

怎样防止这种爆炸的发生呢？在车体上安装一条铁链拖到地面上就行了。这时，铁链就能把油罐上产生的电导入地下，油液虽然带电，只是孤掌难鸣，就不会产生电火花引起爆炸了。

小汽车虽然不会象油罐车那样发生爆炸，但是如果带了静电，人接触车身时挨打的滋味也挺难受的，还是用一条导电的尾巴，把可能产生的静电导入地下为好。

汽车要防静电只是工业上防静电的一个例子。其他行业，如纺织、印染、造纸、印刷等行业，也都有防静电的问

题。因为在这些行业的机器工作时，不可避免地也会有摩擦而使棉纱，特别是化纤及织物或纸张带电。带电不多的时候，不论静电相互吸引还是排斥，都会使纱、布或纸张乱了秩序，不能正常生产。带电严重的时候，也可能产生电火花而引起燃烧甚至爆炸事故。在这些工厂里，需要经常注意机器的接地装置以保安全。操作工人要穿上“防静电服”。这种防静电服也可能是用化纤做的，只是在里面编入了少量金属丝，或者在化纤料中掺入一些“抗静电剂”使化纤也能导电。这时，即使人身上由于摩擦带上了电，也能迅速传入地下，保证人身安全。

在有的工厂里，工人穿的不是防静电服，而且，有些设备和用具，用的是良好的绝缘材料，不能直接接地。靠接地导线把静电引入地下的办法不灵了，需要变换一下防静电的办法——采用增加空气湿度即增加空气中水份的办法。用喷雾器向室内喷水，空气中水分子就多了，空气的导电性就大大增加了。要知道，空气中的水分子，象空气分子一样，是不停地运动着的，当水分子在运动中和带电表面接触时，它会从表面上取走电荷使自己变成带电的离子。这离子带的电和带电表面上的电是同号的，就被排斥得带着电跑开了。这离子以后在运动中会碰到别的导体和地面，又会把它带的电传给后者。空气中的大量水分子通过这种方式从带电表面上取走电荷，带电表面上的电荷就逐渐消失了。