



奇异的电子行踪

贾明 编著

科学性
预见性

趣味性
启发性

使你爱不释手
帮你驰骋想象

奇异的电子行踪

奇异的电子行踪

贾 明 编著

责任编辑：董树岩

湖南教育出版社出版发行（长沙市展览馆路8号）
湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷
字数：120,000 印张：6.5 印数：1—4,400

ISBN 7—5355—0267—9/G·267

统一书号：7284·960 定价：1.30元

见 面 的 话

一九八四年秋，我们分赴全国各地作调查，从专家、学者那里，从老师和学生那里，从青年干部和青年职工那里，获取了有关读者需求的大量信息。作为信息的反馈，我们播下了这套《面向现代化》丛书的种子。

经过一年多的努力，随着现代化建设的雄伟步伐，它象一株刚出土的新芽，与广大读者见面了。我们谨以此献给一切立志献身现代化、献身未来的青少年朋友们。倘若他们能从这套书中获取点滴营养，从而提高建设现代化的能力，增强面对未来、开创未来的信心，这就是对我们最大的鼓励，我们将感到无限欣慰。

这套丛书包括现代新理论、新学科、新能源、新材料、新工艺以及有关新创造、新发明、新制作等方面的内容。社会科学和自然科学都在日新月异地向前发展，新理论、新学科在层出不穷地诞生，我们将竭尽全力，捕捉崭新的科技，理论信息，使这套丛书常出常新。

我们认为，具有科学性、预见性、启发性、趣味性，并做到深入浅出、雅俗共赏，应当是这套丛书必须具备的基本特征。为此，作者和编者，殚精竭虑，付出了辛勤的劳动，也取得了令人可喜的成果。我们愿意借此机会，向他们表示热诚的祝贺和衷心的感谢。

既是新芽，就有新芽的特性：一方面，不免显得娇嫩；但另一方面，它又充满了生机。这套丛书也是如此。我们坚信，有作者的辛勤耕耘，有专家、学者和读者的精心浇灌，它一定会迅速成长起来。

人们见面时总要打个招呼，初次见面，还往往作些自我介绍，在这套丛书出版的时候，我们说了上面这些，作为见面的话。

湖南教育出版社

四川教育出版社

一九八五年十二月

目 录

人类对电并不陌生	4
帐顶火花与顿掇拾芥	4
库仑定律	7
电场的强弱	11
电荷在电场中的运动	14
莱顿瓶的故事	17
缉拿雷公	18
云中的电	22
和静电危害作斗争	25
受欢迎的静电复印	27
是动物电，还是金属电？	30
电压、电流	33
我们生活在电磁的海洋里	37
从慈石召铁谈起	37
磁极能否单独存在？	41
磁力线	42
从雷击的启示到奥斯特的发现	43
洛伦兹力	46
是魔法还是骗局？	48
磁头、磁带与磁性材料	51
磁畴	53
电磁起重机与电饭煲	55
法拉第的贡献	57
磁带录音机	60
录音机为什么不能用来录象？	63
高深的理论、卓越的预言	68

当真存在电磁波	71
电子的发现	73
姗姗来迟的主角	73
电解定律预告了基本电荷的存在	74
洛仑兹的电子学说	79
绚丽多彩的霓虹灯——稀薄气体放电	80
阴极射线的本质是什么?	81
真空技术的提高是汤姆逊成功的关键	85
电子的发现	88
密立根的油滴实验	92
漏斗上的图象——显像管的奥秘	98
二十世纪——物理学的新纪元	105
经典物理学面临着革命	105
黑体之谜	106
蓝的公式和红的公式	111
普朗克的珍贵礼品——能量子	113
普朗克和他的量子论	115
X射线的发现	119
第一位诺贝尔物理学奖金的获得者	122
X射线的产生要归功于电子	124
天然放射性的发现	125
居里夫妇的贡献	128
三种天然放射线	128
光电效应与光电管	130
光子	133
从无声电影到有声电影	136

电视的拍摄	138
一目十万行	141
便携式摄像机	142
德布罗意的卓越推断	143
波能绕弯传播——衍射	147
波的干涉	149
塞翁失马 焉知非福	152
G.P.汤姆逊的贡献	155
海森堡、薛定谔和量子力学	158
神秘的 ψ	161
电子波与掷骰子	163
测不准关系	169
电子云	172
电子波与显像管	175
电子显微镜	178
二十一世纪电子世界	183
电子计算机的未来	183
超导与电子	190
约瑟夫森器件的妙用	195
电子电荷是最小电荷吗?	197

前 言

电子与X射线、天然放射性的被发现，打破了长期形成的传统观念，冲击着曾被认定为完美无缺的经典物理学体系，拉开了现代自然科学发展的帷幕，是科学技术史上的里程碑，人类认识自然的新起点。

十九世纪末，法拉第总结出的电解定律预示了基本电荷的存在，爱尔兰人斯托尼用电子一词对该基本电荷加以表示，荷兰学者洛仑兹则以电子的存在为假定建立了电子学说。然而，只有到了1897年，美国物理学家约翰·汤姆逊通过电磁场对阴极射线的作用，测出了电子的荷质比，进而美国科学家密立根用他著名的油滴实验确定出电子的电量，在人的心目中电子才不再是抽象的概念或人为的假说。电子是为实验所发现的、确确实实的一种客观存在，一种比原子小得多的实物粒子。

本世纪初，在德布罗意的预言下，美国的戴维孙、盖末和美国人乔治·汤姆逊证实：电子具有波动性，并由德国青年海森堡、奥地利学者薛定谔等人发现了它们的运动规律。人类第一次认识到：电子等实物粒

子，不仅具有粒子性，而且具有波动性。电子既是粒子又是波，但它又不是通常观念的粒子、通常观念的波，是宏观世界从未遇到过的一种具有独特行为的微观粒子。正是基于对电子的这种认识，人类才在探索自然奥秘的征途中开始步入了微观世界的大门，也正是由于电子的种种奇异特性，才使得它在现代科学技术领域里显示出了无比的神通。

本书用通俗的语言、形象的比喻，对电子的各种行为和诸多特性作了深入浅出地描绘，力图为读者展示出一个关于电子的清晰图象。在简述人类认识电磁现象的历史进程的基础上，本书重点介绍了有关电子的发现、波粒二象性的探索与理解、量子力学的建立等过程中所取得的重大进展及成果。书中还列举了录音、录像、电子显微镜和静电复印等有关电子在现代技术中的一些应用，并对电子物理、电子技术等的发展前景作了联系与展望。任何一门知识都不是孤立的，对电子的认识和研究尤其如此。为了对本书主题有深入的理解，书中对有关的基础知识作了必要的描述和补充。

电子行为的研究，使人类对物质结构的认识深入到了原子核外的层次，使人的思维能力、研究方法得到了发展和提高，加速了现代物理学，乃至整个现代自然科学的进程。但实验的成功，假说的提出，理论的确立，以及新学科的出现，都不是偶然的，更非一蹴而就。它凝聚着无数科学工作者的辛勤努力和艰苦劳动；蕴含着一代，以至几代人披荆斩棘、觅径探

幽的顽强毅力和百折不挠的精神；伴随着彼此的协作，甚而长期的论争；有时还夹杂着一些稍纵即逝的机遇。围绕着主题，书中穿插介绍了一些饶有兴味的历史片断和名人轶事，但它们既不是体例严格的学史，更非醉心于猎奇，而是希望读者能从小见大，在先行者的路碑上得到启迪，有所借鉴，拓展思维，改进方法，为探索自然而贡献，为振兴中华而前进。

本书初稿蒙杨朝潢教授审阅，并提出了很多宝贵意见，谨此致以谢忱。

编者

1986年3月

人类对电并不陌生



帐顶火花与顿掇拾芥

1960年，当我国登山运动员第一次登上世界最高峰——珠穆朗玛峰时，遇到了一种奇异的现象：某天深夜，狂风骤起，队员们担心风把帐篷刮走，就躺在铺位上用头压住帐篷底部。可是他们刚刚进入梦乡就又被惊醒了，每个人的头部都感到象是被针扎过似的疼痛，而帐篷顶部则闪耀着一道道明亮的火花。原来是干燥的热风与帐篷摩擦产生的静电在作怪，这种现象对于常在西北从事野外作业的地质、气象工作者来说是经常会遇到的。

日常生活中，如果留心也会不时地观察到类似的现象：在干燥天气，脱去化纤内衣时会听到噼噼啪啪

的声响，在暗处还会看到星星点点的闪光；密纹唱片上的尘埃很难除去；更有趣的是，如果天气很干燥，当我们用干毛巾甚至用手去擦一根废置不用的日光灯管时，灯管就会发出微弱的荧光，这种现象在黑暗处看得最明显，而且与灯管好坏无关，只要不漏气就行。要知道，此时灯管与电路完全脱离，它之所以发光绝不是市电引起的……这些都是静电在作怪，是由于摩擦形成的静电所引起的现象，即摩擦起电现象。

人类对电的认识就是从摩擦起电现象开始的。早在我国东汉年间就已经知道了琥珀、玳瑁等材料经摩擦后可以吸引轻小物体的现象。我国著名学者王充（约公元27—97年）在《论衡》一书中就有顿牟掇芥的记载。这里说的“顿牟”就是一种琥珀，是植物树脂经过石化的产物；“掇芥”就是拾起轻小物体的意思。到了晋朝，更有“今人梳头，解著衣，有随梳解者，有光者，也有喧声”的记载。这些不都是我们经常遇到的现象吗？可见，我国对摩擦起电早有认识。

不过，对此现象作过比较仔细研究的要算是英国的吉尔伯特。他既是女王伊丽莎白的杰出御医，又是一位长于实践的博物学家。他在十七世纪初，即1600年（相当于我国明神宗27年）出版的《磁学》一书中，列举了很多材料：金刚石、蓝宝石、硫磺、树脂、明矾等等，指出这些材料经过摩擦都可以吸引轻小物体。他把这种现象叫做电的现象。电在古希腊语中就是琥珀的意思。

人们还发现，经过摩擦，不同的物体所带的电并



不相同，但是电只有两种：一种是用丝绸摩擦玻璃后，玻璃上所带的电；一种是用毛皮摩擦琥珀、树脂后，琥珀或树脂上所带的电。十八世纪，人们曾把它们分别叫做玻璃电和树脂电，并且认识到：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。因此，一个带电物体如果与带电的玻璃相互排斥，那么该物体所带的电就是玻璃电等等。为了使用方便，美国的富兰克林把电的种类分别改用正电和负电来称呼，而且沿用至今。

库仑定律

库仑(C. A. de. Coulomb, 1736—1806) 是法国著名的科学家和社会活动家。他出生在法国南部盎古莱姆城的一位贵族家庭，他当过较长时期的现役技术军官，也担任过水利资源部的总监，他又是法国科学院的院士。1789年法国大革命，巴黎人民攻占巴士底大狱时期他隐居在自己的领地内，全身致力于科学研究，直到拿破仑掌权之后，他才再次出任公职。

著名的库仑扭秤和库仑定律就是他在法国大革命前发明和发现的。

库仑用实验证明：电荷间的作用力，象重物间万有引力那样，也是随电荷间距离的平方成反比地变化，遵循着平方反比律。实验中所用的仪器就是他自己发明的扭秤，如图1(a)所示。他用细银丝把一根均匀的绝缘杆水平地悬挂起来。绝缘杆的一端装有带电球体A，当A受到B的作用力发生扭转时，可以根据银丝的

扭转效应来测定附在杆端的带电体A和另一个带电体B间的作用力。根据实验，库仑首先发现：带电球体间的作用力与 $1/r^2$ 成比例，即：

$$f \propto \frac{1}{r^2}.$$

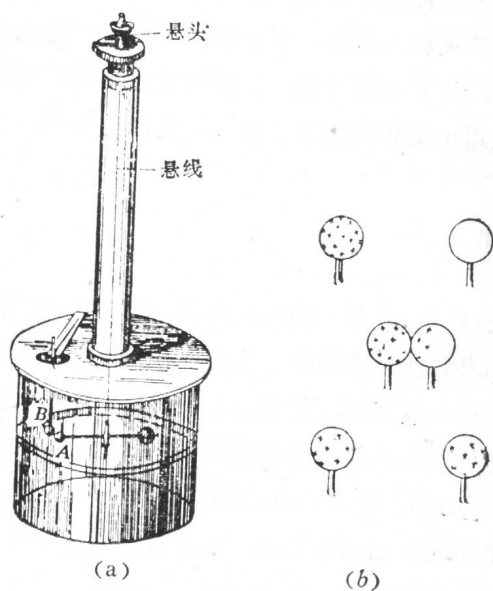


图1 库仑扭秤示意图

同时，库仑还证明了电荷间的作用力与两个电荷的电量之间的关系。要注意：库仑所处的时代还没有为大家公认的测量物体带电的方法，也还没有制定电量的单位。为此，库仑想出了一个巧妙的方法来比较电量的大小。

他首先证明，如果把一个带电的金属球与另一个完全相同而不带电的金属球相接触之后再分开，则第

二个球也就带了电，而且可以设想两个球均分了第一个球上的电荷（第一个球上的电荷变为原来电量的二分之一），如图1(b)。此后如果将第一个球再与第三、四……个相同的不带电的金属球依次接触后再分开的话，则第一个金属球上的电荷就会依次地变为原来电量的 $1/4$ 、 $1/8$ ……用这种办法可以分别改变库仑扭秤中A、B两个球所带的电量，从而找到A、B间作用力与它们所带的电量之间的关系。库仑发现，在彼此间距离一定的情况下，当A、B两球所带的电量都减少一半的时候，它们之间的作用力就要减少为原来的四分之一；当两球的电量都减少为原来的四分之一时，作用力将减少为原来的十六分之一。根据这些库仑得出，两个电荷间的作用力与它们所带的电量的乘积成正比。如果我们用 q_A 、 q_B 分别代表物体A和B所带的电量，那么其中一个物体所受的作用力就与 q_A 、 q_B 之积成正比，即：

$$f \propto q_A q_B.$$

把实验所得的两个关系概括成一个公式，就是

$$f = k \frac{q_A q_B}{r^2}.$$

式中 r 是两个带电小球球心间的距离， k 为比例常数，它的数值决定于公式中电量、长度和力所采用的单位。用这一形式表示出的电荷间的相互作用力的定律，就是著名的库仑定律。

在国际单位制中，电量的单位，是根据电流单位得出的，称为库仑。它的定义是：当导线中的电流为