

>>> YANGGUANG JIAOYU BIDU SHUXI

妙不可言的 MIAOBUKEYAN
DE DIANXUESHIE

电学世界

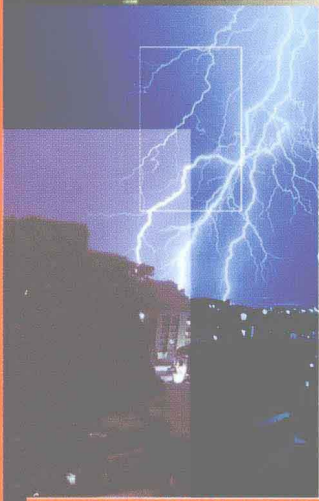
>>> 为了使青少年更多地了解自然、热爱
心编写了这本书。这是一本科学性和趣
作，希望青少年朋友能在轻松的阅读中
了的大千世界，了解人类与自然相互依
存的这样，我们才能更理智地展望未来。

科学，我们精
味性并存的著
解变幻莫测
历史。只有

阳光
教育
必读书系



本书编写组◎编



一卷在手，奥妙无穷，日积月累，以至千里。



中国出版集团
世界图书出版公司

>>>YANGGUANG JIAOYU BIDU SHUXI<<<

妙不可言的

MIAOBUKEYAN
DE DIANXUESHIJIE

电学世界

阳光教育必读书系

>>> 为了使青少年更多地了解自然、热爱科学，我们精心编写了这本书。这是一本科学性和趣味性并存的著作，希望青少年朋友能在轻松的阅读中了解大千世界，了解人类与自然相互依存的历史。只有这样，我们才能更理智地展望未来。

科学，我们精
解变幻莫测
历史 只有



常州大学图书馆
藏书章



本书编写组◎编



| 一卷在手，奥妙无穷，日积月累，以至千里。|

图书在版编目 (CIP) 数据

妙不可言的电学世界 / 《妙不可言的电学世界》编写组编. — 广州: 广东世界图书出版公司, 2009. 11
ISBN 978 - 7 - 5100 - 1218 - 1

I. 妙… II. 妙… III. 电学 - 青少年读物 IV. O441.1 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 204866 号

妙不可言的电学世界

责任编辑: 柯绵丽

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1218 - 1/O · 0008

定 价: 25. 80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



家用电器时代，安全用电，有趣的电学实验，电学世界的十万个为什么，电与科学家的故事等。

本书为普及电力学科知识，引导广大青少年朋友爱上电学科学，进入电学世界，研究和发现新的科学知识，起到一定的帮助作用。书中用语浅显易懂，内容上突出了趣味性和科普性，图文并茂，更有助于广大读者朋友阅读和理解。

此外，需要指出的是，电学世界、电力科学是一门实践性很强、不断发展的科学，内容也是十分丰富。如果你想了解更多的电学知识，还需要努力学习，勤奋读书才行。

科学在发展，时代在进步，爱好电力科学的青少年读者朋友，让我们一起学习和进步吧。

编者



奇妙的磁力线	36
电与磁场的发现	37
磁能生电	39
确定感应电动势的方向	41
五大电流效应	42
用电流传送信号的莫尔斯	44
法拉第和楞次的重要发现	49
马可尼的发明	51
电磁科学发现接力赛	54
磁悬浮列车	55
20 世纪的电子工业	58
电子管时代	59
栅极与听筒	60
半导体晶体管	62
磁电子学	63
磁电子随机存储器及其未来	65
磁光子学与磁电子学	67
光子计算机畅想	70
奇妙的红外技术	72
漫话人工智能技术	73

第三章 发电和电源

电源世界	76
西电东输大工程	80
改变电压的魔术师——变压器	83
变压器的工作原理	85
超导变压器	87
高温超导材料	88
各种各样的蓄电池	89
手机电池	92

太阳能电池 94

第四章 家用电器时代

彩色电视机 97

可以变换季节的发明——空调 98

洗衣机及其种类 100

常见小家电 104

用电动机的电器 106

留声机的发明 107

现代视听设备 109

形形色色的新产品 112

各式新型空调器 115

千奇百怪的新概念家电 117

自动清扫工——吸尘器 122

有趣的电子游戏 123

会说话的智能产品 125

第五章 安全用电

说说安全用电 129

家庭安全用电有哪些措施 132

家庭安全用电要注意的几个问题 132

万一遇到电气事故,应该如何处理 133

家用电器设备的漏电保护作用 133

高温季度用电安全须知 133

电接地线能保证安全的原因 134

电流通过人体时 135

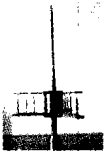
触电的发生 136

电度表的构造原理 137

限流器和安全器 139

目

录



日光灯的构造原理	141
学会使用万用电表	142



※※※※※※※※※※※※※※※※

妙不可言的电学世界

第六章 有趣的电学实验

起电机实验	146
验电器设计实验	147
电流计设计实验	148
静电喷泉实验	150
电动风车和避雷针实验	151
电压加热与热量损失实验	153
巧除电路故障	155
巧断正、负极	156
灯光与人体健康	158
磁与健康	159
奇妙的数字排列	160
用火柴点亮电灯的实验	162
发明大王爱迪生与白炽灯	163
静电的趣事	170
电灯钨丝断了之后	171
小盒子作用大	172
硬币发电	174

第七章 电学世界的十三个为什么

使用洗衣机时,为什么一定要接地线?	176
电冰箱门开着能让室温降低吗?	177
下雨天电视图像为什么要比晴天清晰得多?	178
避雷针是怎么避雷的?	179
电子琴为什么会发出美妙动听的声音?	180
为什么人们常常用红灯作为危险的信号?	181

电为什么能致人于死地呢?	181
为什么红绿灯会变来变去的?	182
发黑的灯泡就快不亮了,为什么呢?	183
为什么电脑屏幕总是爱脏呀?	183
脱毛衣时为什么会听到“噼啪”声?	184
为什么说约瑟夫·亨利是一位错失良机的科学家呢?	185
为什么说法拉第的发现非常重要?	187

附录:电学常用的计算公式及常用电学文字

符号和单位	193
-------------	-----

目

录



第一章 探索电的真相

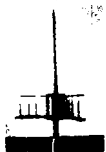
从人类认识电开始谈起

在古代，电的发生是一种自然现象，人类认识它们，也是从对各种自然放电现象开始的。

雷电是一种常见的自然气候现象，每当天气骤变，大雨倾盆时，天空总是会发生刺眼的闪电和震耳的雷声。因此，古人常用“电闪雷鸣”、“如雷贯耳”、“电光火石”等词语来描述雷电现象。关于雷电的成语非常多，如暴跳如雷、大发雷霆、风雷火炮、风雷之变、如雷贯耳、鼙声如雷、疾风迅雷、迅雷不及掩耳、疾如雷电、雷奔云涌、雷嗔电怒、雷打不动、雷电交加、雷厉风行、雷霆万钧、咆哮如雷、天打雷劈、电闪雷鸣、风驰电掣等。从这些成语中，我们也可能洞悉雷电的特性了。

古人认为雷神电母掌管着大自然的雷电，由于电光闪亮，雷声轰鸣，古代人们对雷电本能地产生了一种恐惧的心理。此外，雷电也常引发一些灾害，所以生活中，不少人“谈电色变”，害怕雷雨天气的来临。

我们的祖先很早就注意到大自然界里的雷电现象。远在公元前1500多年，殷商时代的甲骨文字中就有了“雷”字。稍晚的西周时期，在青铜器上又出现了“电”字。西汉时的著名文集《淮南子·坠训形》中有“阴阳相薄为雷，激扬为电”的记载，表示阴阳两气彼此相碰产生雷，相互急剧作用产生电，这是一种早期的对雷电成因的阐述。东汉的王充在《论衡》中将雷电解释为：夏天阳气占支配地位，阴气与它相争，于是发生碰撞、摩





擦、爆炸和激射，从而形成了电。《左传》“疏”中明确指出：“电是雷光。”宋代更有人认为，阴阳相激，“其光为电，其声为雷”。

随着时代的发展和人们对雷电认识的不断深入，人们由对雷电惧怕变成了崇敬和讴歌。不少文人墨客讴歌雷电，如战国时期的屈原、唐朝的杜甫、宋朝姜夔、现代的郭沫若等。

我国古代最早的雷电记录是《周易》中记述的公元前 1068 年的一次球型雷袭，这也是世界上文献资料中发现最早的雷击记录。由于其特殊性和多发性，雷常常造成电器、电路损毁，人员伤亡等破坏性局面，因此，雷电灾害是“联合国国际减灾十年”公布的最严重的十种自然灾害之一。

世界上雷雨最多的地方是东南亚国家印度尼西亚茂物市，一年中最多有 322 天电光闪闪，被誉为“世界雷都”。海南五指山下的儋县城关镇，平均每年有 131 天的雷暴日子，因此有“雷城”之称。

探索雷电真相的先驱们

人类的好奇心和求知欲总是激励着人们去对自然界和生活中的各种谜团进行探索，试图揭开真相，找到答案。关于雷电的真相，也让人们孜孜以求。

可是，雷电探索之旅坎坷不平。综观历史发展，为了科学真知，总有一批批不畏艰难困苦，甚至不惜牺牲生命的科学家前赴后继，才使得属于全人类的科学事业不断向前发展。为了寻找答

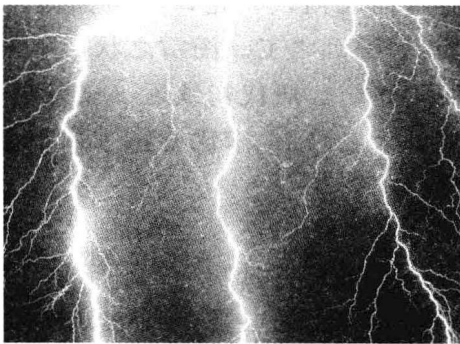


《周易》中的八卦图



案，俄罗斯科学家利赫曼教授拿着铁尺试图把雷电引下来，雷电是引下来了，但从“雷电器”的铁丝发出的第一次打击就击中了利赫曼的头部，在他的额上留下了一个红色的、樱桃似的斑点，这让许多亲友为之但心，但利赫曼是为了科学而献身的，有些牺牲也是值得的。探求科学的困难没有吓倒罗蒙诺索夫、富兰克林，正是他们的崇高的科学精神、求真务实的科学态度才激励一代代科学家为追求科学进步而辛勤耕耘，无私奉献。

罗蒙诺索夫（1711~1765）也是一位俄国著名科学家，他一生在化学、物理学、天文学、语言学、文学等许多领域都取得了杰出成就。他一生创造了许多个第一：独立提出了物质和能量守恒定律，第一个记录下水银凝结现象，第一个观察到金星上有大气存在……1755年，他写下了一部改造俄语的俄语语法，同年他和欧拉一起帮助创立了莫斯科大学。1760年，他发表了他的第一部俄国史，他也是第一个筹备绘制精粹的俄国地图的人。由于这一系列突出的贡献，他被称为“俄罗斯科学之父”。1752年，罗蒙诺索夫为了证实天空雷电是云块和地面或云块和云块之间放电的假设，他决定“引电到家”，在自己家的屋顶上架设了“雷电器”装置。



闪电

美国著名科学家、政治家富兰克林研究范围极其广泛，对静电学、热学、光学都有杰出的贡献。他发明了双焦距眼镜、“富兰克林炉”等。他还在气象、地质、声学及海洋航行等方面都有研究，并取得了不少成就。富兰克林不仅是一位优秀的科学家，而且还是一位杰出的政治家、社会活动家。他参加了全美第二届大陆会议和《独立宣言》的起草工作。1787年，他积极参加了制定美国宪法的工作，并组织了反对奴役黑人的运动。

1752年6月，富兰克林和他的儿子威廉在一个空旷地带进行



了著名的风筝试验。那天雷电交加，大雨倾盆，当他们父子俩焦急地等待时，刚好一道闪电从风筝上掠过，富兰克林用手靠近风筝上的铁丝，立即掠过一种恐怖的麻木感。他抑制不住内心的激动，大声呼喊：“威廉，我被电击了！”科学发现的成就感，让他忘却了“微不足道”的生命危险。随后，富兰克林又用雷电进行了各种电学实验，证明了天上的雷电与人工摩擦产生的电具有完全相同的性质。

雷电的成因

无论中外，先民们对雷电都十分敬畏。在古代中国，古人认为雷公电母掌管着大自然的雷电。《山海经》中说：“雷泽中有雷神，龙身而人头，鼓其腹则雷也。”《大荒东经》记载：“状如牛，苍身而无角，一足，其声如雷。”东汉王充《论衡·雷虚》中认为：“图画之工。图雷之状，累累如连鼓之形。”电母的廉洁最早源于唐宋。唐代崔致远《桂苑笔耕集》中有“使电母雷公，凿外域朝天之路”；宋代苏轼《次韵章传道喜雨》有“麾驾雷公诃电母”的诗句。

在生产力不发达的古代，神话是人类对自然之谜的一种解释，当然它有时候不是科学的。

其实，闪电是一种电流形式。当冷空气与暖湿空气汇合时，暖空气迅速上升形成雨云。在出现暴风雨时，雨滴与冰晶相互碰撞、摩擦，产生强大的空气流，使云中静电荷增加。这时，云中的正电荷集中在云的上部，而负电荷集中在云的下部。当云底部的负电荷达到一定程度时，就会释放出电，通过空气传到另一端。这种能量的释放可以从云传送到地面，或在云间传送。闪电还会加热空气，使空气迅速膨胀并发出巨大声响，这就形成了雷。

发生雷电时，电压可高达几十万伏以上，闪电的中心温度可以高达 $17000^{\circ}\text{C} \sim 25000^{\circ}\text{C}$ ，并在 $1/1000 \sim 1/10$ 秒之内释放出几



百万至上亿焦耳的能量。

由于空气的密度不均匀，电阻也不均匀，闪电前进的形状大多曲曲折折，形成像树枝一样的光带。闪电是多种形式的，还有如线状、带状、球状、串球状、箭状闪电等形式。一次长距离的闪电要经历 50 次左右的转折才落到地面上，所以闪电弯折的路径飘忽不定。闪电颜色也各种各样，最常见的是红、橙、黄三种。

声音在空气中的速度为 340 米/秒，光在空气的速度约为 3×10^8 米/秒。地球的半径约为 6400 千米，光一秒钟就能绕地球跑七圈半呢！吴承恩在《西游记》中描述孙悟空腾云驾雾，一个跟头十万八千里，如果孙悟空一个跟头需要一秒时间，则孙悟空的速度为 5.4×10^5 米/秒，这一速度比雷声快，但比闪电慢多了。

由于闪电的速度比雷声的速度快得多，所以人们总是先看到闪电后听到雷声。因而根据闪电和雷声速度不同，人们可以计算打雷处与人之间的距离。因为雷电是同时发生的，我们可以从看到闪电起到听到雷声止的这一段时间的长短来计算闪电发生处离我们距离的远近。假如闪电在西北方，隔 10 秒听到了雷声，因为闪电速度很快，它的运动时间与雷的运动时间相比很小，以至可以忽略不计，认为雷声的时间为 10 秒，则可以计算闪电发生处距离我们约有 3400 米。

带电的鱼类大家族

除了雷电放电现象外，在自然界中，还有一些生物可以放电，它们是一路福星民的“武士”，其中以电鱼最为奇特。

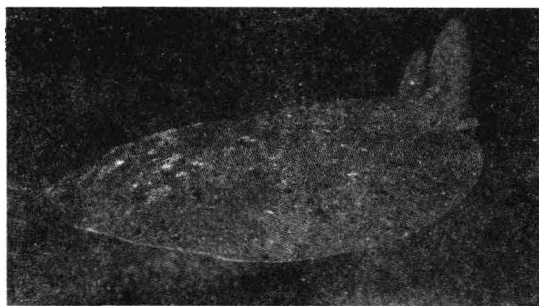
目前，人类已知的电鱼约有 500 多种，人们仅研究 20 余种，如分布在非洲尼罗河的电鲶、南美洲淡水湖中的电鳗及生活在太平洋中的电鳐。

电鳐栖居在海底，背腹扁平，头和胸部在一起。尾部呈粗棒状，像团扇。一对小眼长在背侧面前方的中间。电鳐最大的个体



可以长到 2 米，最少在 0.3 米以下。世界上有好多种电鳐，其发电能力也各不相同。非洲电鳐一次发电的电压在 200 伏左右，中等大小的电鳐一次发电的电压在 70~80 伏，像较小的南美电鳐一次只能发出 37 伏电压。

电鳐之所以能够发电，是有其自身特殊的生理结构的。在头胸部的腹面两侧，各有一个肾脏形蜂窝状的发电机。它们排列成六角柱体，叫“电板”柱。电鳐身上共有 2000 个电板柱，有 200 万块“电板”。这些电板之间充满胶质状物质，可以起到绝缘作用。每个“电板”的表面分布有神经末梢，一面为负电极，另一面则为正电极。电流的方向是从正极流到负极，也就是从电鳐的背面流到腹面。在神经脉冲的作用下，这两个放电器就能把神经能变成为电能，放出电来。单个“电板”产生的电压很微弱，可是，由于数量很多，就能发出很强的电压来。生物遗传学专家告诉我们，电鳐的每一个电板，只是肌纤维的变态。发电器官是从某些鳃肌演变而来的。在演变发生过程中，解除了鳃肌原来的职务，而承担了新的作用——发电。电鳐可以放出 50 安培的电流，电压达 60~80 伏，有海中素有“活电站”之称。电鳐每秒钟能放电 50 次，但连续放电后，电流逐渐减弱，10~15 秒钟后完全消失，神奇的是休息一会儿后它们又能重新恢复放电能力。由于电鳐会发电，人们称呼它们为活的发电机、活电池、电鱼等。



太平洋中的电鳐

电鳐原产于非洲刚果河，鳃科。体长 50~60 厘米，圆筒形，尖头小眼，嘴部有三对须。全身粉红色，体裸露无鳞。当受到刺激时可瞬间发电。喜欢在水温 22℃~28℃，水质为弱酸性软水的水域。

电鲛的发电器官很特别，它是由体内许多电板组成的，这些电板分布在身体皮肤和肌肉之间，头部是正极，尾部为负极，电流流向是从头部流向尾部。当电鲛在水中活动时，身体的任何一部分触到敌人或其他物体，马上就产生一种强大的电流，将对方击倒。电鲛放出的电一般可达 150 伏左右，最高电压为 200 多伏，它的有效范围的半径为 6 米左右。电鲛放电的主要目的有两种，一种是为了捕获食物，以便让自己生存下去；另一种是为了防御敌人，来保护自己。它的强大电流不仅能击死一些相对小的动物，甚至比它大得多的水生动物，也可能成为它的电下亡魂，难怪人们称它为“水中高压电”。

电鳗是生活在中、南美洲的一种淡水鱼，它们具有像鳗鱼般细长的身体，但却是鲤鱼的同类。电鳗尾部占了身体的大部分，内中有强力的发电器官。成鱼能发出 600~800 伏特的强力电压，可电死蛙或鱼然后食用，有时像河马那样大型动物，也会不小心触电而被麻痹，以至于淹死在水中。

电的实质

电的现象无处不在，那么电究竟是什么呢？

电是物质运动的一种形式。它是物质内所含的电子等载着流子运动时的一种能量表现形式。因此，从实质上讲，电是一种能量，常称作电能。

电在人们的生产和生活中得到了极其广泛的应用，如通电后可以使电灯发光或电炉发热（称电的热效应）；可以使电动机转动（称电的动力效应）；可以进行电解（称电的化学效应）；电磁铁会产生强大的吸引力（称电的磁效应）等等。可见，电具有许多功能，它可以转化为其他多种形式的能量，因而，人们通常把以电功率表示的电能称为电力。

要想从本质上进一步弄懂电究竟是什么，必须先了解物质的电结构。近代科学的大量实验证明，任何物质都是由分子组成