

电磁学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

探索未知

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

电磁学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社, 2006. 8

ISBN 7-5373-1464-0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

电磁学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1-3000

ISBN 7-5373-1464-0 总定价:840.00 元(共 100 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前，本编辑部曾推出过一套科普丛书，叫做《科学目击者》，读者反应良好。然而，区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中？所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意，于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系，也可以说是父子关系。说它们是姊妹，是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此，同是孕育于科学，同为中国基础科普而诞生。说它们是父子，则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验，让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣，得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲，《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品，那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩，选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

磁性的奥妙.....	1
古代电磁学知识.....	1
磁石的传说.....	7
有趣的生物磁	11
磁铁的磁极	17
磁场和磁力线	18
静电的奥妙	20
摩擦起电	20
电荷间的相互作用	24
静电的利弊	26
电荷守恒定律	31
库仑定律	34
电磁学领域的探索	38
伏打与电池	38

欧姆与电阻	42
奥斯特与电磁效应	46
安培定律	50
法拉第与电磁旋转器	55
电磁感应现象	57
自感现象	61
楞茨定律	64
电解定律	67
焦耳定律与基尔霍夫定律	71
法拉第与磁力线	73
麦克斯韦的功绩	77
赫兹的实验	86



磁性的奥妙

古代电磁学知识

我国是用文字记载电磁现象最早的国家之一。早在公元前 16~15 世纪,殷商时代的甲骨文字中就有“雷”字。西周时代的青铜器上发现刻有“电”字。西汉末年,《春秋纬·考异邮》中有“玳瑁祐”的记载,它告诉人们经过摩擦的玳瑁,能够吸引微小的物体。东汉王充已把玳瑁被摩擦后可以吸引微小物体,与磁石吸引针的现象同时提出,这说明当时对这两种吸引现象引起了同样重视。在《三国志·吴书》中,曾有这样的说法:“琥珀不取腐芥,磁石不受曲针”,这就是说,腐烂的芥草不被摩擦过的琥珀吸引,比较柔软易于弯曲的金属也不被磁石吸引。这



探索未知

个发现说明当时已经初步可以分清哪些物质可以被吸引,哪些物质不被吸引。晋代张华曾发现用梳子梳理头发和解脱丝绸毛料衣服时的起电现象。明代的都邛在《三余赘笔》中,曾记述了一种丝绸摩擦起电现象,“吴绫出火。吴绫为裳,暗室中力持曳,以手摩之良久,火星直出。”

号称古希腊七贤之一的泰勒斯在公元前 600 年左右,发现摩擦过的琥珀可以吸引轻小的干草叶。琥珀是一种矿物化的黄色树胶,在古代用于装饰,琥珀和金子一样发亮,因此当时被称为“琥珀金”,后来则称为“琥珀电”。古罗马自然哲学家普林尼(公元 23~79 年)曾讲了两个传说:其一是说牧羊人玛格内斯在克里特岛的艾达山上时,他的鞋被山石所吸,以至于很难行走;另一个是说,有一座沿海的磁山,它可以使驶向它的船四分五裂,原因是钉在船上的钉子,在磁山的吸引力作用下被拔掉了。这些传说证明西方古代也是很早就发现了磁现象。据说磁石这个词,是古罗马自然哲学家和诗人卢克莱修从磁铁矿的产地,小亚细亚的地名 Magnesia 得来的。

为什么会产生前面所叙述的这种吸引现象,古代人曾试图给予解释。在《论衡·乱龙篇》中这样写道:“他类



有似，不能掇取者何也？气性异殊，不能相感动也。”这就是说，琥珀和磁石为什么对有些类似的东西，不能产生吸引的效果呢？是由于气性不同，不能互相感应的缘故。东晋郭璞在《山海经图赞》中也有类似的解释，其中写道：“磁石吸铁，玳瑁取芥，气有潜通，数有冥合。”西汉刘安（公元前 200～前 122 年）等人著的《淮南子》中，对雷、电作如下的解释：“电激气也……阴阳相薄为雷，激扬为电。”这就是说，当时把雷看做是阴阳相互作用的产物，把电则看做是激发的气。这种看法，是比较接近几百年后的近代关于电的学说的。

卢克莱修在他的《物的本性》长诗中，对磁石吸铁现象作了这样的解释：从磁石中发射出一种看不见的细小微粒，这种微粒通过空气进入铁中，从而引起磁石与铁的相互吸引现象的发生。宋代的陈显微在《古文参同契笺注集解》中，对磁石吸铁有过这样的解释：“磁石吸铁，皆阴阳相感，阻碍相通之理。”这就是说，磁石吸铁也是由阴阳相互感应引起的。

由此可见，古代对电与磁的吸引现象的产生有两种解释：一种是阴阳感应作用引起的；一种是“气”或“微粒”的作用引起的。



探索未知

磁石吸铁现象,在指南针发明前就有各种应用的记载,如《水经注》等书中,提到秦始皇为了防备刺客行刺,就曾经用磁石建造阿房宫的北阙门,以阻止身带刀剑的刺客入内。此外医书上还谈到用磁石吸铁的作用,来治疗吞针。

把磁石利用在指向上,是在发现地磁场对磁石作用之后,并且经历了3个发展阶段最后制成了指南针。最早指南的磁石,叫做司南,它是由磁石制成一种勺状的物体,把它放在光滑的圆盘上,勺底(球形)与盘接触,勺柄作为指向用。东汉王充在《论衡》中,对司南作了比较详细的描述。他写道:“司南之杓,投之于地,其柢指南。”这就是说,把勺状的磁石,放在刻有表示方位的铜盘上,它的柄停止在指南方向上。虽然司南只是天然磁石的利用,它的灵敏度是很低的,但是它却给人以启示:有一种地磁存在,利用磁石可以指向。

北宋时期,已经可以用人工的方法制造一种新的指向仪器,这就是指南鱼。它的制作过程,有个重大的突破,就是采用磁化的方法。制作过程可分为两步,第一步是使鱼形铁加热,达到 700°C 左右变成顺磁体;第二步再把鱼尾对正子位(北方)进行蘸水,使鱼磁化,成为一个指向仪器。



关于指南针的制造和安装方法,最早出现在北宋沈括(1035—1095年)的《梦溪笔谈》的第24卷《杂志一》中。其中对指南针的制造有这样的记载:

“方家以磁石磨针锋,则能指南,然常微偏东,不全南也。”这说明沈括不仅发现了针状的指南仪器,而且也发现地磁场的南北极与地球的南北方向并不完全一致。此外,沈括还提出了四种简单的指南仪器的结构。第一种是水浮法,就是将指南针穿在几节灯芯草上,并使它浮在水面指示方向。这就是后来常用的在远海航行中曾使用过的水浮磁针仪器。第二种是指旋法,就是将指南针放在拇指的指甲上,经适当的转动而指示方向。第三种是碗唇法,就是把磁针放在碗沿上,待磁针停稳后以指示方向。第四种方法是丝悬法,就是用芥子那样大小的一滴蜡粘接一根蚕丝,并把磁针用丝缕悬挂起来,以指示方向。这种丝悬法最接近近代的各种指示仪器的方法。对这四种方法,沈括自己有一个评价,他认为前三种方法都有明显的缺点,唯独丝悬法最好。沈括所记载的几种方法都没有方位盘。不久磁针与方位盘结合起来,使指南针的发展进入一个新阶段。罗盘的出现为航海提供了一个可靠而方便的指向仪器。最早在我国出现了水罗盘。



探索未知

南宋朱继芳的航海诗中就有“沈石寻孤屿，浮针辨四维”的诗句。后来，我国指南针传入欧洲之后，西方制成了旱罗盘，罗盘的磁针支在一个固定的钉尖上，可以自由转动，而钉盘就是刻有方位的方向盘。到了16世纪，欧洲出现了航海罗盘，这种罗盘的结构，增加了两个铜圈组成的常平架，小铜圈正好内切于大铜圈，并且由曲枢轴把它们联接起来，然后再把它们安放在一个固定支架上。

指南针的发明，不仅为航海提供了一个非常准确的指向仪器，而且也为研究地磁三要素创造了条件。

沈括在《梦溪笔谈》中记载了磁针的南北指向与地球的南北方向并不完全一致，这就是说存在着一个磁偏角。但是这个偏角多大，当时并没有进行定量的研究。美洲大陆的发现者，意大利的航海家哥伦布于1492年在海上航行时，发现罗盘上的指针并不是指向北极星，而是向西偏5~6度。在陆地上最早对磁偏角进行定量测定的，是德国天体物理学家哈特曼，他在1544年3月4日给友人的一封信中指出：“磁针指北端稍向东偏9度左右，并且还发现磁针并不保持水平，其中一端向下倾斜。”他在信中向友人表示，磁针向下方倾斜的原因还不十分清楚。

磁偏角的大小，是由罗盘制造者、英国地质学家罗伯



特·诺曼测定的。他在 1581 年出版的《新奇的吸引力》小册子中,介绍了他实验的结果。他自制了一个简易的磁倾角测试仪,并于 1576 年测得伦敦的磁倾角为 $71^{\circ}50'$ 。

他还发现悬浮在水面上的穿在软木上的磁针,尽管方向上发生偏转,但只是在原位置,并不产生移动。于是,他断定使磁针发生偏转的力,不是移动力而是一种定向力。即我们现在所说的力矩。

对地磁的另一个要素——强度的测定要稍晚些,是由法国天文学家和数学家博达于 1776 年利用磁针振动法测得的。

磁石的传说

离古城西安南郊 15 千米,有一处地方叫阿房村。那里可以看到一大片用黄土夯筑而成的台基:周长 31 米,高 20 米,当地人称它郿坞岭,是秦代著名宫苑阿房宫的遗址。当年这里是“五步一楼,十步一阁;廊腰缦回,檐牙高啄”,如今只见碧天黄土,满目荒凉。



探索未知

相传公元前 221 年秦王嬴政并吞六国，统一了中原。他觉得自己功盖三皇，威遏五帝，称自己为始皇帝，就是历史上大家熟悉的秦始皇。秦始皇好大喜功，穷奢极欲。命人将和氏璧刻成玉玺，传千秋万代。又嫌咸阳的皇宫太小，选定渭南上林苑建造宫殿。据《史记》记载：为了建造宫殿和陵墓，动员的民工就达 70 万。关中的石料，楚、荆等地的木材千里迢迢地运来。以至当时流传“蜀山兀，阿房出”的民谣。

秦始皇统一中原后，经常梦到被刺杀。有一次在梦醒后，走出一位近臣，躬身曰：“启奏皇上，刚才所惊莫非为刺客所虑？”“唔。”“此事臣已思虑多时，有一法可令身怀刀刃的刺客无法潜入内宫。”秦始皇看了他一眼。“皇上还记得吕不韦吗？此人虽心术不正，但略有歪才。他写的那本《吕氏春秋》一书中有“慈石召铁”之说，臣已试过，确实灵验。只要用慈石（古代曾称磁石为慈石）筑门，刀刃被慈石门吸引，刺客即会暴露兵器而被擒拿。”“什么是慈石？”臣答：“慈石好比是铁的母亲，儿子见了母亲就迎向慈母。”“哪里去找慈石？”臣答：“古书管子上曰：‘上有慈石，下有铜金。’所以在铜、金矿山上可找寻到慈石。”听到这里秦始皇笑了说：“好吧！用慈石来筑北门，外杂



人都要从北门入宫。”

可是秦始皇的磁石门并没有阻挡住秦王朝灭亡的命运。秦始皇死后不久,陈胜、吴广领导的农民起义揭竿而起,项羽率领的大军冲进了阿房宫。一场大火烧了整整三个多月才渐渐熄灭。阿房宫成了一堆瓦砾场。不过据历史记载那座用磁石筑成的北阙门倒幸免于难而留了下来。

还有一个流传很广的传说,出自晋书《马隆传》。说的是晋代的时候,西北地区的少数民族羌族,不时骚扰陇西、酒泉一带的边境,名将马隆奉旨带兵出征。由于羌人身披铁甲,剽悍异常。一开战马隆接连吃了几个败仗。后来马隆想出了一条妙计:在一条崎岖狭窄的山道两旁垒放了许多磁性很强的磁石。交锋时,他先派少数散兵诱敌,且战且退。把羌人引到这条小道上来。由于羌兵身披铁甲,受到磁石的吸引力,动作迟缓。此时埋伏在两旁山峦上,穿着皮革战服的马隆精锐部队冲杀下来,舞动刀枪、行动敏捷,吓得羌兵以为有神灵相助,丧失了斗志,全军溃败。从此马隆在羌人的心目中成了不可战胜的“战神”。

上面两种传说听起来有点离奇。据南北朝时代名医



陶弘景的记录,当时最好的磁石块能吸住一二斤重的铁刀,由此推想这些传说故事是有一定的依据。磁石在我国古代很早就被用作药物,用于治疗。战国时代的药方五石散,其中就有磁石,相传魏晋时代的文人都很喜欢服这种药,这种药可以祛风湿、通关节、养肾脏,消痈肿。但药性燥热,常常使皮肤发干、发痒。所以魏晋时代的文人都喜欢穿广袖宽大的衣服,也就是这个道理。

无独有偶,西方也流传着许多有关磁石的神奇传说。相传第一个发现天然磁石的是古希腊时代的一位牧羊人,他名叫玛格乃斯,一天他把羊群赶到艾达山坡,忽然,他拿着的铁棍被山石吸住了,钉了铁钉的靴子也被山石吸住了。这件事传开来,引起了古希腊“七贤”之一的泰勒斯的注意。他派了学生从那里找来了一些石头,仔细研究。泰勒斯本来就认为万物都充满了灵魂。所以他就用灵魂来解释这种磁石吸铁现象。他还给石头取了名字,叫玛格乃脱,这是按矿石产地的地名(土耳其、麦克纳西亚)的读音转化而来的,现在英文中就用这个字 *magnette* 作为磁石。

生活在中东地区的阿拉伯人也有着自己关于磁石的传说,阿拉伯民族都信奉伊斯兰教,教徒通称为“穆斯林”