

我爱科学

物理大世界

NS大揭秘

有趣的磁学

NS DAJIMI

YOUQUDECIXUE



主编◎韩微微



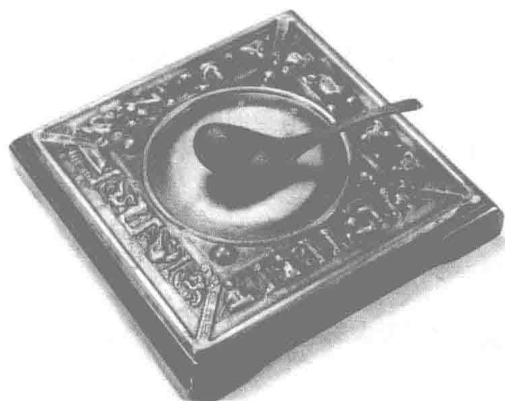
吉林出版集团



吉林美术出版社 | 全国百佳图书出版单位

爱科学

物理大世界



NS大揭秘

有趣的磁学

NS DAJIMI
YOUQUDECIXUE

主编◎韩微微



吉林出版集团



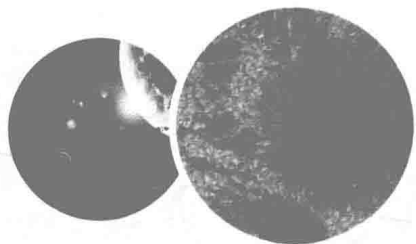
吉林美术出版社 | 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

NS大揭秘 : 有趣的磁学 / 韩微微编. — 长春 :
吉林美术出版社, 2014. 1 (环保小卫士必读)
ISBN 978-7-5386-7552-8

I. ①N… II. ①韩… III. ①磁学—青年读物②磁
学—少年读物 IV. ①0441. 2-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第301489号



NS大揭秘有趣的磁学

编 著	韩微微
策 划	宋鑫磊
出 版 人	赵国强
责任编辑	赵 凯
封面设计	赵丽丽
开 本	889mm×1 194mm 1 / 16
字 数	100千字
印 张	12
版 次	2014年1月第1版
印 次	2014年1月第1次印刷
出 版	吉林美术出版社 吉林银声音像出版社
发 行	吉林银声音像出版社发行部
电 话	0431-88028510
印 刷	北京卡乐富印刷有限公司

ISBN 978-7-5386-7552-8

定 价 29.80元

版权所有 侵权必究



FOREWORD

在人类生态系统中，一切被生物和人类的生存、繁衍和发展所利用的物质、能量、信息、时间和空间，都可以视为生物和人类的生态资源。

地球上的生态资源包括水资源、土地资源、森林资源、生物资源、气候资源、海洋资源等。

水是人类及一切生物赖以生存的必不可少的重要物质，是工农业生产、经济发展和环境改善不可替代的极为宝贵的自然资源。

土地资源指目前或可预见到的将来，可供农、林、牧业或其他各业利用的土地，是人类生存的基本资料和劳动对象。

森林资源是地球上最重要的资源之一，它享有太多的美称：人类文化的摇篮、大自然的装饰美化师、野生动植物的天堂、绿色宝库、天然氧气制造厂、绿色的银行、天然的调节器、煤炭的鼻祖、天然的储水池、防风的长城、天然的吸尘器、城市的肺脏、自然界的防疫员、天然的隔音墙，等等。

生物资源是指生物圈中对人类具有一定经济价值的动物、植物、微生物有机体以及由它们所组成的生物群落。它包括基因、物种以及生态系统三个层次，对人类具有一定的现实和潜在价值，它们是地球上生物多样性的物质体现。

气候资源是指能为人类经济活动所利用的光能、热量、水分与风能等，是一种可利用的再生资源。它取之不尽又是不可替代的，可以为人类的物质财富生产过程提供原材料和能源。

海洋是生命的摇篮，海洋资源是与海水水体及海底、海面本身有着直接

FOREWORD

关系的物质和能量。包括海水中生存的生物，溶解于海水中的化学元素，海水波浪、潮汐及海流所产生的能量、贮存的热量，滨海、大陆架及深海海底所蕴藏的矿产资源，以及海水所形成的压力差、浓度差等。

人类可利用资源又可分为可再生资源 and 不可再生资源。可再生资源是指被人类开发利用一次后，在一定时间（一年内或数十年内）通过天然或人工活动可以循环地自然生成、生长、繁衍，有的还可不断增加储量的物质资源，它包括地表水、土壤、植物、动物、水生生物、微生物、森林、草原、空气、阳光（太阳能）、气候资源和海洋资源等。但其中的动物、植物、水生生物、微生物的生长和繁衍受人类造成的环境影响的制约。不可再生资源是指被人类开发利用一次后，在相当长的时间（千百万年以内）不可自然形成或产生的物质资源，它包括自然界的各种金属矿物、非金属矿物、岩石、固体燃料（煤炭、石煤、泥炭）、液体燃料（石油）、气体燃料（天然气）等，甚至包括地下的矿泉水，因为它是雨水渗入地下深处，经过几十年，甚至几百年与矿物接触反应后的产物。

地球孕育了人类，人类不断利用和消耗各种资源，随着人口不断增加和工业发展，地球对人类的负载变得越来越沉重。因此增强人们善待地球、保护资源的意识，并要求全人类积极投身于保护资源的行动中刻不容缓。

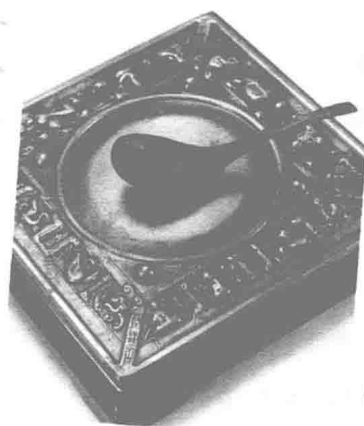
保护资源就是保护我们自己，破坏浪费资源就是自掘坟墓。保护资源随时随地可行，从节约一滴水、少用一个塑料袋开始……

CONTENTS

目录

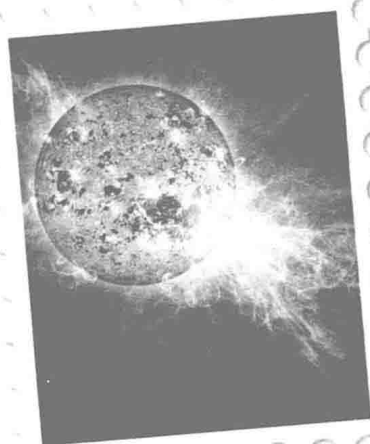
人类认识磁的历程

- 我国古代对磁的认识 1
- 西方早期对磁的研究 6
- 奥斯特与电磁感应的发现 12
- 安培的贡献 16
- 法拉第与发电机 20
- 麦克斯韦与电磁场理论 26
- 电磁波的实验验证 32
- 探索磁单极子与永磁体 36



大自然中的磁

- 地球的磁场 41
- 地球磁场和地球生命 47
- 地球磁场与动植物 50
- 磁暴现象 55
- 美丽的极光 61
- 太阳磁场 67
- 充满磁场的宇宙 70
- 奇特的磁极倒转现象 74
- 人体磁场 79



CONTENTS

神通广大的磁

- 电报与电话.....83
- 磁悬浮列车.....88
- 磁与现代生活.....92
- 磁与信息存储.....97
- 磁与军事.....101
- 地质、采矿等领域的磁应用... 105
- 磁与现代医学.....111
- 物质磁化的应用.....116
- 涡流的应用.....120
- 电动机和发电机.....124
- 电磁铁的应用.....130
- 走向大众的交流电.....135
- 趋磁细菌的应用.....140



电磁波的功与过

- 电磁波大家族.....145
- 离不开的无线电通讯.....149
- 微波的应用.....154
- 人类对红外线认识.....161
- 紫外线的利害.....165
- “火眼金睛”X射线.....170
- 威力强大的 γ 射线.....176
- 电磁辐射的危害.....180



人类认识磁的历程

人们很早就接触到磁的现象，并知道磁棒有南北两极。但对于磁产生的原因则迟迟不能解释。

19世纪前期，奥斯特发现电流可以使小磁针偏转。而后安培发现作用力的方向和电流的方向，以及磁针与导线通过电流的方向相互垂直。不久之后，法拉第又发现，当磁棒插入导线圈时，导线圈中就产生电流。这些实验表明，在电和磁之间存在着密切的联系。在电和磁之间的联系被发现以后，人们认识到电磁力的性质在一些方面同万有引力相似，另一些方面却又有差别。为此法拉第引进了力线的概念，认为电流产生围绕着导线的磁力线，电荷向各个方向产生电力线，并在此基础上产生了电磁场的概念。

19世纪下半叶，麦克斯韦总结了宏观电磁现象的规律，引进了位移电流的概念，并预言了电磁波的存在，其传播速度等于光速，这一预言后来为赫兹的实验所证实。

正是这些人的发现，为后人认识磁、探索磁、利用磁奠定了坚实的基础。

●我国古代对磁的认识

我国是对磁现象认识最早的国家之一。公元前4世纪左右成书的《管子》中就有“上有慈石者，其下有铜金”的记载，这是关于磁的最早记载。

类似的记载，在其后的《吕氏春秋》中也可以找到：“慈石召铁，或引之也。”东汉高诱在《吕氏春秋注》中谈到：“石，铁之母也。以有慈石，故能引其子。石之不慈者，亦不能引也。”

在东汉以前的古籍中，一直将“磁”写作“慈”。相映成趣的是，磁石

在许多国家的语言中都含有慈爱之意。

我国古代典籍中也记载了一些磁石吸铁和同性相斥的应用事例。例如《史记·封禅书》说汉武帝命方士栾大用磁石做成的棋子“自相触击”；而《淮南万毕术》（西汉刘安）还有“取鸡血与针磨捣之，以和磁石，用涂棋头，曝干之，置局上则相拒不休”的详细记载。南北朝时期，酈道元所作的《水经注》和另一本《三辅黄图》都有秦始皇用磁石建造阿房宫北阙门，“有隐甲怀刃入门”者就会被查出的记载。



汉武帝

古代，还常常将磁石用于医疗。《史记》中有用“五石散”内服治病的记载，磁石就是五石之一。晋代有用磁石吸出体内铁针的病案。到了宋代，有人把磁石放在耳内，口含铁块，因而治愈耳聋。

磁石只能吸铁，而不能吸金、银、铜等其他金属，也早为我国古人所知。《淮南子》中有“慈石能吸铁，及其于铜则不通矣”，“慈石之能连铁也，而求其引瓦，则难矣”。

在我国很早就发现了磁石的指向性，并制出了指向仪器司南。《鬼谷子》中有“郑子取玉，必载司南，为其不惑也”的记载。稍后的《韩非子》中有“故先王立司南，以端朝夕”的记载。东汉王充在《论衡》中记有“司南之杓（勺子），投之于地（中央光滑的地盘），其柢（勺的长柄）指南”。

不言而喻，司南的指向性较差。北宋时曾公亮与丁度编撰的《武经总要》（1044）在前集卷十五记载了指南鱼的使用及其制作方法：“若遇天景噎（阴暗）霾，夜色冥黑，又不能辨方向……出指南车或指南鱼，以辨所向……鱼法，用薄铁叶剪裁，长二寸阔五分，首尾锐如鱼形，置炭中烧之，



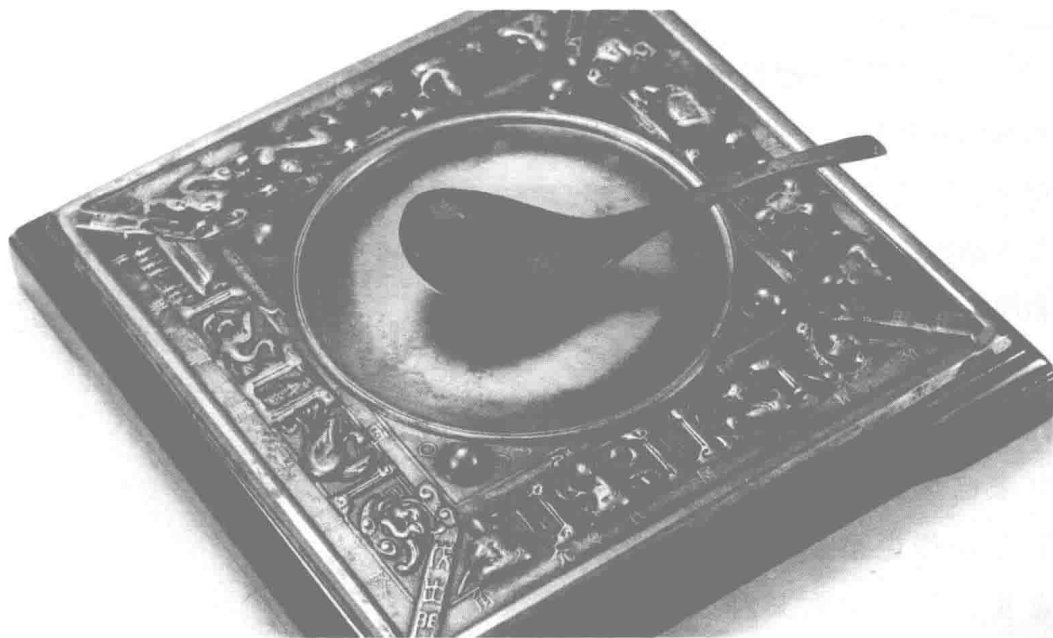
候通赤，以铁钤钤鱼首出火，以尾正对子位，蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。用时置水碗于无风处，平放鱼在水面令浮，其首常南向午也。”

需要特别指出的是，这里极为清晰地论述了热退磁现象的应用。当烧至通赤时，温度超过居里点，磁畴瓦解，这时成为顺磁体。再用水冷却，磁畴又重新恢复。这时鱼尾正对子位（北方）。在地磁场作用下，磁畴排列具有方向性，因而被磁化。

还应注意到，“钤鱼首出火”时“没尾数分”，鱼呈倾斜状，此举使鱼体更接近地磁场方向，磁化效果会更好。从司南到指南鱼，无疑是一个重大进步，但在使用上仍多有不便。

我国古籍中，关于指南针的最早记载，始见于沈括的《梦溪笔谈》。该书介绍了指南针的4种用法：

- 1.水法，用指南针穿过灯芯草而浮于水面；
- 2.指法，将指南针搁在指甲上；
- 3.碗法，将指南针放在碗沿；



司 南



4.丝悬法，将独股蚕丝用蜡粘于针腰处，在无风处悬挂。

磁针的制作，采用了人工磁化方法。正是由于指南针的出现，沈括最先发现了磁偏现象，“常微偏东，不全南也”。

南宋时，陈元靓在《事林广记》中记述了将指南龟支在钉尖上。由水浮改为支撑，对于指南仪器这是在结构上的一次较大改进，为将指南针用于航海提供了方便条件。

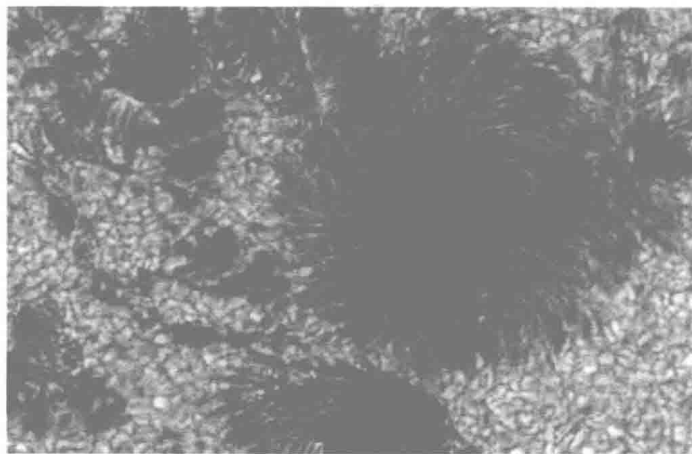
指南针用于航海的记录，最早见于宋代朱彧的《萍洲可谈》：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针。”

以后，关于指南针的记载极丰。到了明代，遂有郑和下西洋，使用指南针，远洋航行到非洲东海岸之壮举。

极光，源于宇宙中的高能荷电粒子，它们在地磁场作用下折向南北极地区，与高空中的气体分子、原子碰撞，使分子、原子激发而发光。我国研究人员在历代古籍中业已发现，自公元前2000年到公元1751年，有关极光记载达474次。在公元1—10世纪的180余次记载中，有确切日期的达140次之多。

太阳黑子，也是一种磁现象。在欧洲人还一直认为太阳是完美无缺的天体时，我国先人早已发现了太阳黑子。根据我国研究人员搜集与整理，自公元前165—1643年（明崇祯十六年）史书中观测黑子记录为127次。这些古代观测资料为今人研究太阳活动提供了极为珍贵和翔实可靠的资料。

由此看来，我国古代对磁的记载、研究由来已久。黄帝造指南车的传说虽然未必真实，但也能在某种程度上反映出我国很



太阳黑子



久以前就对磁有所认识并加以利用了。

遗憾的是，关于磁的认识尽管极为丰富，而关于磁现象的本质及解释，往往又是含糊的，缺乏深入细致的研究。就连被称作“中国科学史上的坐标”的沈括，对磁现象也认为，“莫可原其理”，“未深考耳”，致使在我国历史上，一直未能产生可与英国吉尔伯特《论磁同名磁极相互排斥铁、磁性物体和大磁铁》相媲美的著作。

知识点

《梦溪笔谈》

《梦溪笔谈》是北宋科学家沈括所著的笔记体著作。大约成书于1086—1093年，收录了沈括一生的所见所闻和见解。《梦溪笔谈》包括《笔谈》《补笔谈》《续笔谈》三部分。《笔谈》二十六卷，分为十七门，依次为“故事、辩证、乐律、象数、人事、官政、机智、艺文、书画、技艺、器用、神奇、异事、谬误、讥议、杂志、药议”。《补笔谈》三卷，包括上述内容中十一门。《续笔谈》一卷，不分门。

就性质而言，《梦溪笔谈》属于笔记类。从内容上说，它以多于1/3的篇幅记述并阐发自然科学知识，这在笔记类著述中是少见的。因为沈括本人具有很高的科学素养，他所记述的科技知识，也就具有极高价值，基本上反映了北宋的科学发 展水平和他自己的研究心得，因而被英国学者李约瑟誉为“中国科学史上的坐标”。

延伸阅读

各国关于磁的传说

大约在公元前2000多年，辽阔的中原大地上，中华民族的祖先正经历着一个巨大的社会变迁。原始公社逐渐瓦解，奴隶制社会已在襁褓之中了。相传在这个时候，黄河流域的一些部落，由于治水和对外战争的需要，结成了一些部



落联盟，黄帝就是一个部落联盟的首领。不久，黄帝统率大军，讨伐以蚩尤为首领的另一部落联盟。

在一场追击战中，突然，浓厚的大雾漫天盖地而来，黄帝的军队顿时迷失了方向。危难之中，黄帝的军队中有人推出了一辆马车，车上站立着一尊女像。不论马车朝哪个方向前进，这个女像总是用手指向南方。黄帝的军队靠着她的指引，终于冲破迷雾，化险为夷。

在古代的欧洲，也有一些神奇的故事。例如，古罗马有一位博物学家叫作普林尼，就曾给后人留下了这样一个传说：

在中国的南面，有一个三面环海的国家，就是现在的印度。很早很早以前的某一天，许多水手驾驶着一艘巨型的木制帆船，从远洋中向岸边驶来。当陆地上的瑰丽景色映入眼帘的时候，水手们禁不住欢呼跳跃起来，帆船就要靠在岸边上一座小山的脚下了。不料，帆船上的所有铁钉突然都被那座小山拔去。顷刻之间，庞大的帆船散落成了一块块零乱的木板。水手们惊慌失色地向岸边游去……

●西方早期对磁的研究 -----

当人们已经能够随心所欲地用天然磁石制成各式各样的指南器具，并且也能够通过磁化的方法，把铁制品做成各种形状的磁针和磁铁时，人们开始对磁的性质、特点和规律进行初步探索。虽然我国古代有关磁的资料相当丰富，但在对磁现象本质的研究方面，西方是走在我们前面的。

首先，人们发现，把一个磁铁放入一堆细小的铁钉中，当把它再拿出来时，磁铁的两端吸附了很多铁钉，而磁铁的中间部分则几乎没有吸附什么铁钉。这就是说，一块磁铁的两端磁性最强，而在磁铁的中间部分几乎没有磁性。

磁铁两端磁性最强的区域称为磁极。当把一个磁铁自由地悬挂起来时，它会自动地指向南北方向。指向北方的一极叫作北极，用字母N表示；指向



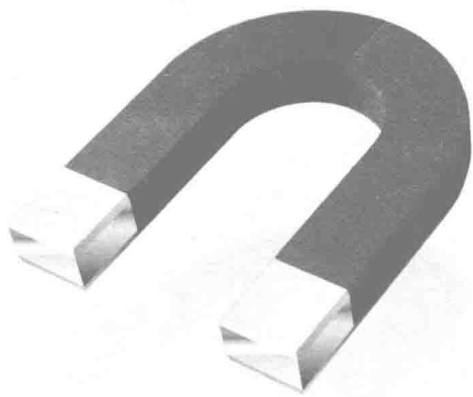
南方的一极叫作南极，用字母S表示。

其次，当用磁铁的北极靠近另一悬挂着的磁铁的南极时，那个磁铁会被吸引过来；用磁铁的北极去靠近那悬挂着的磁铁的北极时，那磁铁则会被排斥开来。若再拿磁铁的南极去分别靠近悬挂着的磁铁的南极和北极，看到的现象恰恰和上述情况相反，即南极被排斥开，而北极却被吸引过去。

这个实验表明了磁铁（包括天然的磁石），还具有另外一种重要性质，那就是任何磁体的磁极与磁极之间存在着相互作用力，而且是同名磁极相排斥，异名磁极相吸引。不管是排斥力，还是吸引力，这种磁极之间的相互作用力统称为磁力。对自然界的每一步探索都丰富了人类知识的宝库，给人们带来鼓舞和新的好奇心。

磁学研究的先驱当数与伽利略同时代的英格兰人吉尔伯特。他早年曾在剑桥大学学习，后来成为一位蜚声欧洲的名医，担任过英国女王伊丽莎白一世的私人医生。吉尔伯特最初的研究在化学方面，但大约在40岁时，他对磁和电现象产生了兴趣，把其余生奉献给磁和电的实验研究。1600年出版的他的伟大的著作《论磁同名磁极相互排斥铁、磁性物体和大磁铁》，标志着电磁研究新纪元的开始。

在该书中，吉尔伯特介绍了他用磁铁所做的大量实验的结果。他不仅发现了磁体的磁极，而且毫不痛惜地将制作得很好的磁体一折两段，又用磁铁对那两段磁体分别重复了上述实验。实验的结果大大出乎当时人们的意料——每一段磁体仍像一个完整的磁体一样，照样都有自己的南极和北极；而且无论再折成几段，其中任何一段都仍然自成一个新的完整的磁



磁 铁

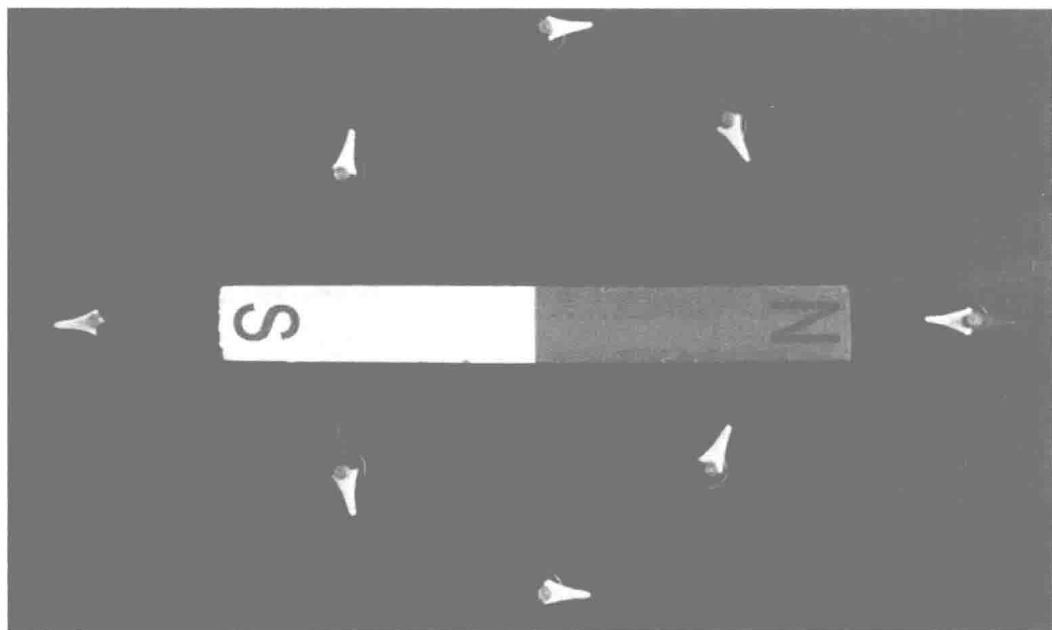


体。由此他第一个确信两个磁极不可分开这一绝妙的事实。

吉尔伯特最著名的实验是“磁性小地球”实验。他将一块天然磁石磨制成一个磁石球，把小磁针放在这个磁球的附近，观察磁球对小磁针的作用。他发现，这些小磁针的行为完全和地球上指南针的行为一样，磁球的磁子午圈与地球的经线相像且有两个“磁极”。

于是，吉尔伯特大胆地得出地球是一个大磁体的结论。他还提出一个普遍原理，即每个磁体的磁北极，吸引别的磁体的磁南极，而排斥它们的磁北极。由此，他解释了指南针指北的原因，批驳了一些人对磁体运动原因的迷信说法。吉尔伯特还做过磁化铁棒或铁丝的实验。通过“拉伸或锤击”铁棒或铁丝，或通过锤击正在从灼热中冷却下来的铁棒或铁丝，都可以将其磁化。吉尔伯特对静电现象也有实验研究。前人发现摩擦过的琥珀有吸引轻小物体的性质，他发现许多摩擦过的物体也有这种性质。

为了把这种性质与磁作用区别开，他把这种性质称为电性，引入“电力”、“带电体”等术语。他第一次明确地区分开了电的吸引和磁的吸引。



磁 体



吉尔伯特把电现象和磁现象做了比较。他认为：

- 1.磁性是天然的，而电性需经摩擦产生；
- 2.磁力作用只在少数物体间发生，电力作用则是普遍的；
- 3.磁力有两种——引力和斥力，电力仅有引力（当时不知道还有斥力）；
- 4.磁体之间作用不受中间物体影响，而带电体则不然。

由此，吉尔伯特得出它们是两种截然无关的现象的结论。这个结论，影响后人在随后的200多年里一直把电现象和磁现象分开研究。

当然，仅仅知道任何磁体都有磁极，而且磁极之间存在着相互作用力，那还是很不够的。科学需要准确。人们在了解到磁力具有排斥和吸引这两种明显的不同性质之后，自然想要进一步知道，磁极之间的磁力究竟有多大？

然而，在科学发展的道路上，几乎没有一帆风顺的事情。相反，困难倒是经常的伴侣。由于每一个磁体都具有两个不同的磁极，因此在研究一个磁体的某一磁极与另一磁体的一个磁极之间的相互作用时，就无法排除其余两个磁极的影响。

怎样克服这一困难呢？

直至18世纪中叶，法国物理学家库仑和英国物理学家卡文迪许才各自独立地想出了一个聪明的办法。为了尽可能地减少其余两个磁极的影响，他们制作了很细很长的磁体，开始了他们的实验。

由于他们使用的磁体既细又长，在研究两个磁体的磁极之间的相互作用时，只要所研究的那两个磁极之间的距离相当近，那么其他两个磁极就离它们很远了，产生的影响自然也就微不足道了。

库仑和卡文迪许的这个办法，实在是一个没有办法的办法。他们不能够改变自然界的“安排”，也不能“抛弃”那“双胞胎”中的某一个。他们的聪明恰恰在于并不去做那些根本不可能做到的事，而是在自然界允许的范围，巧妙地进行设计，去达到自己的理想。



库仑和卡文迪许的办法的另一妙处是：考虑到细长磁体的磁极比较小，因而磁性非常集中，所以可以把它看成是具有磁性的几何点，习惯上叫作点磁极。这样，最明显的好处是磁极的位置和磁极之间的距离易于明确地表示和量度，正像一粒细砂的位置比一堆砖石的位置更容易说得准确，两个石子之间的距离比两座山的距离更容易度量一样。

显然，不同磁体的磁极的磁性强弱程度一般说来是不相同的。他们把磁极磁性的强弱程度简称为磁极强度，并用字母 m 表示。当库仑和卡文迪许对具有各种不同的磁极强度的磁极之间的相互作用力做了大量的实验研究之后，磁力的规律终于找到了：

两个磁极之间的磁力（不管是引力或斥力）的大小，跟它们的磁极强度的乘积成正比，跟它们之间的距离的平方成反比，力的方向在这两个磁极的连线上。这就是著名的磁现象的库仑定律。

知识点

指南针

指南针是用以判别方位的一种简单仪器。又称指北针。指南针的前身是中国古代四大发明之一的司南。主要组成部分是一根装在轴上可以自由转动的磁针。磁针在地磁场作用下能保持在磁子午线的切线方向上。磁针的北极指向地理的北极，利用这一性能可以辨别方向。常用于航海、大地测量、旅行及军事等方面。

延伸阅读

库仑简介

库仑，法国工程师、物理学家。1736年6月14日，生于法国昂古莱姆。1806年8月23日，在巴黎逝世。

库仑早年就读于美西也尔工程学校。离开学校后，进入皇家军事工程队当工程师。法国大革命时期，库仑辞去一切职务，到布卢瓦致力于科学研究。法