

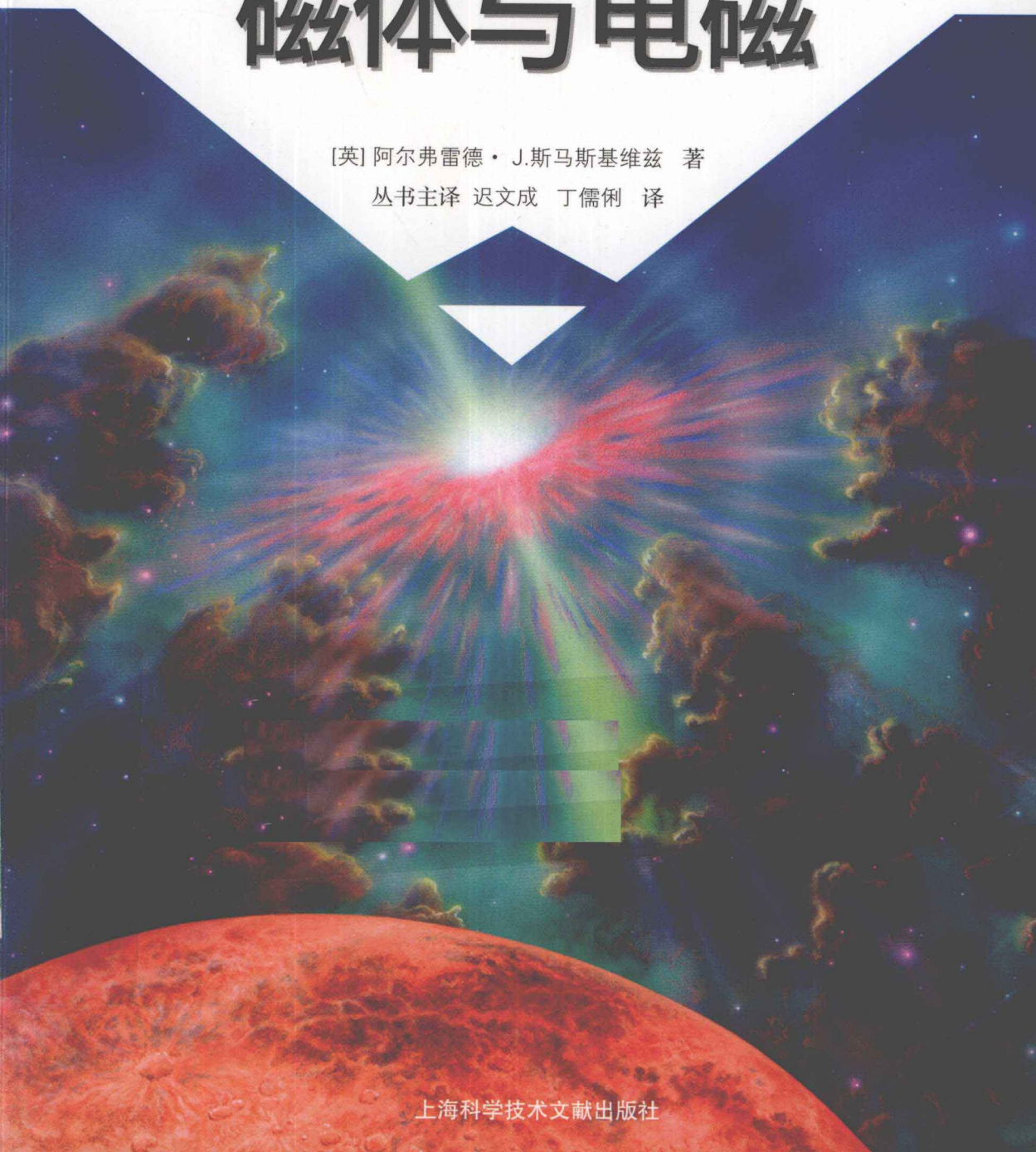
科学图书馆 · 深度物理科学系列

MAGNETS AND ELECTROMAGNETISM

深度物理 磁体与电磁

[英] 阿尔弗雷德·J.斯马斯基维兹 著

丛书主译 迟文成 丁儒俐 译



上海科学技术文献出版社

“深度物理科学”系列丛书

磁体与电磁

[英] 阿尔弗雷德·J. 斯马斯基维兹 著

丛书主译 迟文成

丁儒俐 译

上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

深度物理丛书. 磁体与电磁 / (英) 阿尔弗雷德·J. 斯马斯基维兹 著;
丁儒俐译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2010. 4

ISBN 978-7-5439-4273-8

I. ①深… II. ①阿… ②丁… III. ①物理课—中学—课外读物
IV. ①G634. 73

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第046721号

Physical Science in Depth: Magnets and Electromagnetism

© 2008 Harcourt Education Ltd.

Physical Science in Depth: Magnets and Electromagnetism by Alfred
J. Smuskiewicz and Tony Imbimbo

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2009 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2009-434

责任编辑: 谭 燕

封面设计: 许 菲

深度物理·磁体与电磁

[英] 阿尔弗雷德·J. 斯马斯基维兹 著

丛书主译 迟文成 丁儒俐 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路746号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 4

版 次: 2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-4273-8

定 价: 18.00元

<http://www.sstlp.com>

主译的话·····	5
磁体的魔力·····	6
磁场和磁极·····	8
地球的磁场·····	14
电磁·····	22
电磁辐射·····	36
磁体和电磁辐射的特殊用途·····	46
宇宙中的磁·····	54



物理学作为一门重要的自然科学的基础科学,已经成为现代科学技术的中心学科之一。物理科学普及教育是青少年进入物理知识宝库的入门和启蒙,是培养学生学习物理的兴趣,并具有初步观察事物、分析问题、解决问题的能力的关键。上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海因曼图书馆引进了这套“深度物理科学”系列丛书,以满足青少年对物理知识的渴求。

丛书共包括7册:《电与电路》、《能量》、《力与运动》、《热与冷》、《光》、《磁体与电磁》、《声》。本系列丛书以其丰富的物理知识内容和深入浅出的推进视角为当代青少年提供了一场物理科普图书的盛宴。从最基本的物理现象到物理学家的科学阐释,从基础的定理法则到关键的技术发明,丛书的每本分册都以一条非常清晰的脉络向读者讲述了这个物理学分支的基本原理和有关概念。尤其可贵的是,书中还介绍了不同历史时期的不同物理研究领域的科学先锋人物,以及在物理学史上的著名实验和重大发明。这些内容无疑为我们了解物理学的发展历程、更深刻地理解物理科学的奥秘以及学习物理学家们的科学精神提供了素材。

受上海科学技术文献出版社的委托,我组织并承担了这次翻译工作。这是一项责任重大、意义深远的工作,要求我们每位译者必须坚持科学严谨的态度和认真负责的精神,把原著的精髓不折不扣地准确地传递给中国读者。在翻译过程中,每位译者和我一样有着共同的感受:我们不仅在做着翻译工作,同时也是一个再学习的过程。这个过程既是在学习物理知识,也是在学习物理学家们的一种为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。物理世界可谓广袤精深、乐趣无穷,希望通过这套系列丛书能够培养我国更多青少年学习物理知识的兴趣,激发他们探索未知世界的热情,为将来更好地服务于祖国建设做好准备。诚然,受译者专业知识所限,书中难免有纰漏之处,希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年5月于沈阳

磁体的魔力

磁体有各种形状和大小,在各种各样的装置中发挥作用。它们的尺寸小到可以安装在移动电话和CD播放器中;功率大到足以提起汽车、带动高速火车。

人们每天都在使用磁体。磁体能把便条吸附在冰箱门上,能使冰箱门自行关严;与电线相连的磁体能使门铃发声;嵌入计算机内的小磁体储存你所有的软件和文件;地球本身也是一个具有北极和南极的巨大磁体,所以,带磁体的指南针可以指引我们环游世界。

什么是磁体呢?它是一个能吸引或排斥某些金属(包括铁、钢、钴和镍)的物体。磁体有一种无形的力叫磁力,这种力在磁体周围产生磁场。磁场是一个看不见的区域,但人们却能感受到磁力的存在。磁场的大小和磁力各不相同。一个简单的条形磁体(相对的两端带有北极和南极的矩形磁体),它的磁场范围可能延伸至几厘米;而地球的磁场却是巨大的——它环绕整个星球。

你知道吗?

从桌子上拿起一条形磁体要比从冰箱门上取下一个磁体容易得多。为什么?因为磁体对冰箱门的磁力比地心引力——使我们的脚保持在地面上并使物体下落的力大得多。事实上,我们地球的引力甚至不足以阻止冰箱的小磁铁把曲别针从地上吸起。

磁 和 电

19世纪,科学家们得知把铜线接通电流,铜线就变成一个磁体。这似乎并不能说明磁和电有很大关系。但是,事实的确如此。磁就是由电子——带负电荷的微小粒子的移动引起的。电子围绕原子核,或者原子的中心运动。原子是物质的最小单位。当电和磁结合在一起,就产生一种叫电磁的力。电磁力是宇宙中发挥作用的4种基本力之一。

因为电流可以接通和切断,所以电磁体也是如此。这种特性使电磁体得以应用于各种电气设备中,包括电吹风、遥控器、电话和电动机等。磁体和电磁现象也在很多科学研究中发挥重要作用,如医学技术、了解地球的历史、探索其他行星,等等。

你在自己家里可以了解许多有关磁现象的知识,而且你可能对自己的研究结果非常惊讶。研究会把你从最喜欢的冰箱磁体带到遥远的宇宙星体!



磁体无形的磁场可以穿透纸张、塑料和其他类物质。这使得磁体极适用于让图片黏附在冰箱门上。

磁场和磁极

如果在曲别针附近滑动一个磁体,就会出现某一点。此处曲别针朝着磁体的方向跳起。曲别针跳起到磁体的距离表明了磁体周围磁场的大小。

磁场是看不见的。但是,科学家们了解磁体,是鉴于它们吸引或者排斥靠近它们的物体的方式。科学家常常借助磁极和磁力线来描述磁场。

磁 极

你可能已经注意到,当把两个磁体放在一起时,它们要么相互吸引;要么相互排斥。这种反应是由于它们自身磁的存在。所有的磁体都有两个磁极,N极和S极(实际上就是北极和南极的意思,汉语中称之为N极和S极,这与地磁北极和南极是相对应的)。两个磁极位于磁体相对的两端。无论磁体呈现什么形状——无论是马蹄形、条形还是圆盘形,磁体总是有两个极。相反的两个极(N—S)相互吸引,而相同的两个极(N—N和S—S)相互排斥。

你知道吗?

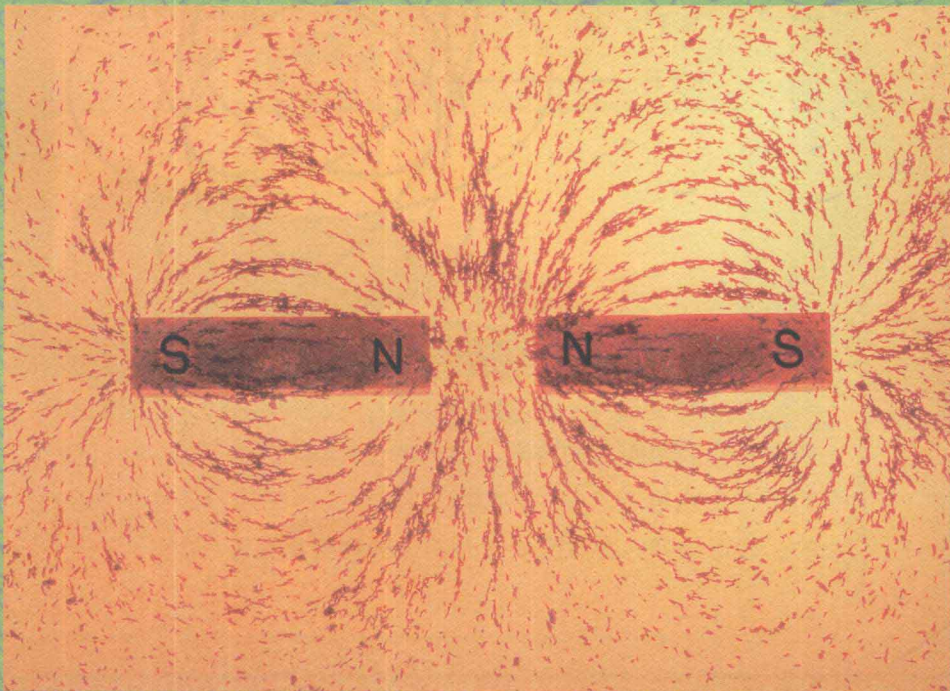
如果把一个磁体切成两半,它的每一半仍然会有一个N极和一个S极。无论你把磁体切多少次,它的两个极始终完好无损。你总会得到更小的磁体。

磁力线

磁场是由磁体周围呈环形流动的磁力线组成。这些线也叫做磁场线,它们从磁体的N极出发,弯曲绕过磁体的两边,然后重新进入它的S极。磁场的力在两极处最强,那里磁力线最密。

科学家们使用一种叫特斯拉 (tesla) 或另一个叫高斯 (gauss) 的单位来测量磁场的力。1 特斯拉等于 10 000 高斯。一个冰箱的磁体,它的磁场力大约是 0.01 特斯拉或者 100 高斯。介于 1—2 特斯拉的电磁体能提起一辆高速火车。实验室使用的一些大功率的磁体所产生的磁场,它的磁力超过 30 特斯拉。

把玻璃放在磁体的上面,然后在玻璃上撒些铁屑,我们就可以看到两个条形磁体周围的磁力线。注意观察铁屑从每个磁体的N极环绕到S极的方式以及两个N极附近的铁屑彼此远离的方式。

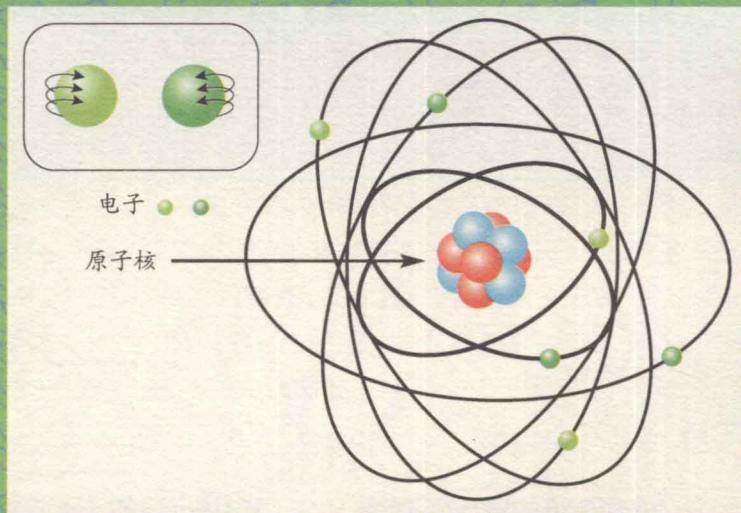


磁是如何产生的

磁是由于原子中电子的运动产生的。因为电子环绕原子的原子核运动，所以它也像陀螺一样旋转。这种旋转产生了带N极和S极的微小磁场。在大部分原子中，一个电子总是与另一个正在反方向旋转的电子成对出现，它们的磁场相互抵消。

然而有些原子，其一个方向旋转的电子多于另一个方向的电子。当这些原子成群出现在一个地方时，它们就形成了一个磁区。磁区内所有原子的磁场呈线形排列。它们的N极都朝着一个方向，而它们的S极都朝着相反的方向。这样，每一个磁区就像一个带N极和S极的微小磁体。

围绕原子的电子既可以
从左向右旋转，
也可以从右向
左旋转。这里，
电子呈对出现
(同等数量的电
子正在朝两个
方向旋转)，所
以，它们的磁场
相互抵消。

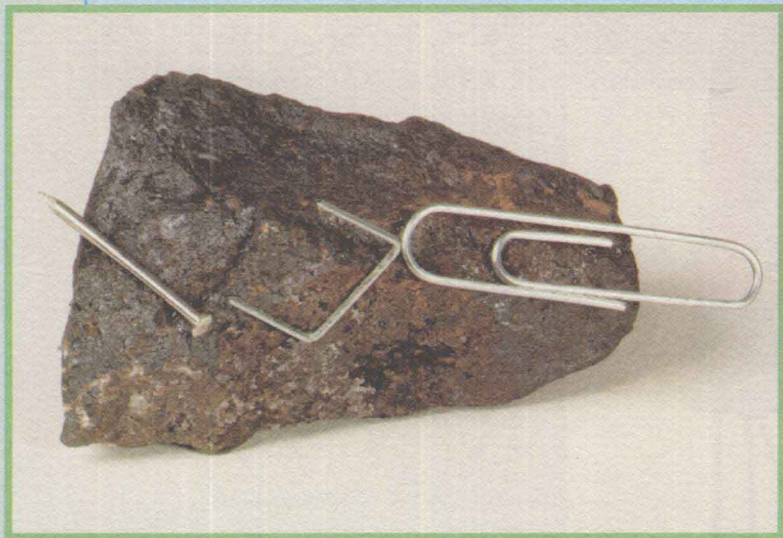


在一种物质中有很多磁区。大多数物质，磁区随机排列，所以它们的两极指向所有不同的方向。磁极之间相互抵消，因而不产生磁场。然而，在磁体中，几乎所有磁区都是线形排列的。线形排列的各磁区的合力使这种物质具有磁场。

个案研究 磁铁指路

在古代的希腊和中国就有关于磁铁磁特性的记载。磁铁是由叫做磁矿石的矿物质组成的黑色岩石。在古代中国,这种岩石被叫做慈石或者“爱石”,因为据说它可以亲吻别的岩石。中国人注意到,让一块磁铁自由旋转,它就会指向北—南方向。中国工程师利用磁铁的这种特性把建筑物按照他们希望的方向排列。中国人发明了世界上第一个看似指南针的装置——一把由磁铁构成、在铜盘上保持平衡的小勺,勺的手柄指向南。

在古希腊,曾有一个关于牧羊人麦格尼斯(Magnes)的传说。他注意到靴子上的铁钉和手杖底部的铁黏到了黑色岩石上。这种岩石是在Magnesia镇找到的,铁矿石因此而得名。希腊人也把这种岩石叫做海利克里(Heraclea)石。这是以传说中的英雄赫拉克勒斯(Heracles)的名字而命名。在16世纪初,欧洲人把这种岩石叫做磁铁,并提到了它在指南针中的应用。磁铁来自“领路石”或者“向导石”。



磁铁是天然磁体。磁铁主要由铁矿石——一种由铁和氧构成的矿物质。这样的岩石曾被船运到国外用于指南针的磁化。

磁体的种类

磁体主要有3种：软磁体、永磁体和电磁体。每种磁体都有其独特性能，适用于各种各样的用途。

软磁体

当磁体接触到一枚钉子时，钉子本身就变成一个磁体，能吸起其他的钉子。但是，当磁体和钉子分开时，钉子就失去了磁性。

钉子是软磁体的一个例子。普通钉子中的磁区呈随机排列。当钉子接触磁体时，磁体的磁力使钉子内部的磁区沿着北——南方向排列，因而产生了磁场。拿走磁体时，钉子内的磁区就恢复到原来随机的排列，钉子不再具有磁性。

软磁体是由像铁这样的“软”磁性材料构成的。这些材料很容易获得并失去磁性。因此，它们用于一些需要改变磁场的装置中，比如电动机。这些软磁体可以变成永磁体。把铁钉和磁体沿同一方向反复摩擦，就会使钉子内部的磁区形成永久排列。这样，钉子就变成永磁体。以前的指南针就是这样做成的。

当钉子接触磁体时，它们就变成软磁体并吸引其他钉子。与磁体分开时，钉子就失去了磁力。



永 磁 体

永磁体是由“硬”磁性材料构成的,如钴和镍。它们往往能永久保持磁性。能变成永磁体的物质叫做铁磁。永磁体的例子有条形磁体、冰箱用磁体和用于电子开盖器上的磁体。

最好的天然永磁体是磁铁。人们也可以制造出永磁体。现代技术使我们能够从合金或者金属混合物中制造出大功率的永磁体。由铁、氧和其他元素制成的铁磁体既坚固又便宜。铁磁体被用于收音机扬声器、计算机电缆和很多其他物体。



铁磁体在电子学中应用广泛。这里,用铁磁体制成的缠绕着铜线的小珠子被放在计算机的逻辑插件板上。

电 磁 体

在电磁体中,磁是由电的流动产生的。最基本的电磁体是一组有电流通过的线圈。电流使缠绕成圈的电线——螺线管成为软磁体。螺线管常常套在铁棒的外面,这使它变成磁性更强的磁体。一旦切断电流,磁体就失去了磁性。电磁体应用于很多装置中,如电话、门铃和汽车。

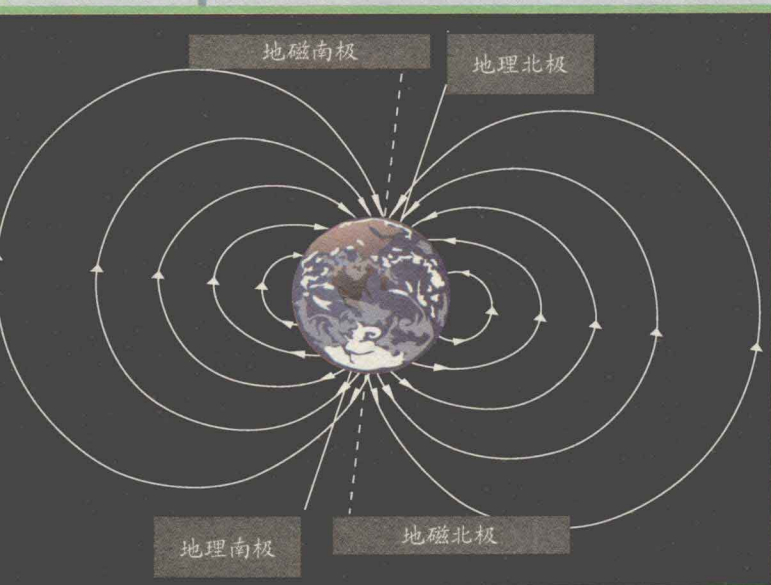
地球的磁场

地球被巨大的磁场包围着,这使得地球的活动就像悬挂在太空中的一个条形磁体。在行星内部深处,化学的和电的活动产生了磁场。

带磁的行星

科学家们认为地球的磁场是由行星内部深处熔化的铁的运动引起的。地球的内核或者中心是一个密度很大的固体球体,主要由铁和镍构成。包围这个内核的是由铁和镍构成的外核。它们的温度高达大约 $4\,300^{\circ}\text{C}$ ($7\,800^{\circ}\text{F}$),以至于像液体一样流动。熔化的铁流随着地球的旋转而旋动,沿着北——南极轴呈线形排列并产生磁场。

因为地球有北和南两个磁极,所以它的活动应该类似一个磁体。相反的两极(北——南)应该相互吸引;而相同的两极(北——北)相互排斥。



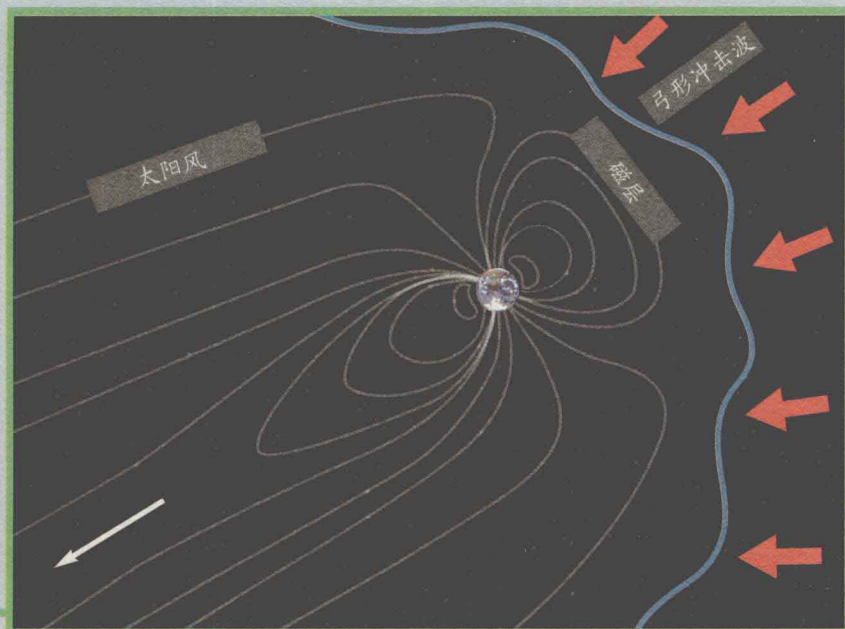
所有的磁体,磁场线都是从N(北)极到S(南)极。地球的磁场线从行星的底部延伸到它的顶部。

指南针指向北方,这是因为地理北极实际上是地磁南极。类似的,地球的地理南极实际上是地磁北极。北极不是以它的磁极性而命名;它是以球体上它的位置而命名——这也是别的东西的北部。南极的情况也一样。

地球的磁极在移动。它们每年移动10千米(6英里)——40千米(25英里)。地磁南极已经移动到加拿大东北部以远的地方——距离地理北极1500千米(900英里)。

巨大的泪滴

实际上,地球的磁场形状像围绕行星的一个巨大泪滴。穿过大气一直延伸到太空的磁场叫做磁层。从太阳那出来流向太空的太阳风,由带电的粒子构成。它把磁层吹成这种形状。一种叫做弓形冲击波的扁平冲击波在太阳风喷向磁场的地方形成。然后,磁场在行星的另一端逐渐减弱形成像尾巴一样的磁尾。



磁层是一个保护屏障,可阻止危险的太阳风到达地球。在地球的另一面,磁尾拖进太空距离月球的轨道数千英里。

指南针

你曾使用指南针帮你辨别方向吗？在没有熟悉的路标为你指路时，一个简单的袖珍指南针就可以指向北方。在汽车、轮船和飞机上，人们使用更先进的指南针。

指南针的移动不仅受地极的影响，它也被任何磁体所吸引。只有0.5高斯的地球的磁场非常弱，比一个典型的条形磁体的磁场（100高斯）小得多。这意味着如果在指南针附近放置一个微小的电冰箱磁体，就可能干扰指南针指示正确的方向。

重要试验 越野识途比赛

越野识途比赛是使用指南针徒步寻找目的地。使用指南针和卷尺，以小组为单位在户外作业，按下列方向走过指示的距离。一边走，一边画出行走的路线图。你应该在开始的地方结束，这样你的路线图就形成了封闭的形状。

	距离	方向
1)	开始	
2)	12 米 (40 英尺)	北
3)	6 米 (20 英尺)	东北
4)	6 米 (20 英尺)	东南
5)	12 米 (40 英尺)	南
6)	6 米 (20 英尺)	西南
7)	6 米 (20 英尺)	西北

一个简易的指南针有一个磁化针，它被固定在中心点，能自由旋转。指针与地球磁场的方向一致，指向北方。指针下面的圆形卡片标记着360°以指示方向。北方的刻度为0°和360°，东为90°，南180°，西270°。

