



# 地球是一块大磁铁

科学普及出版社

27

# 地球是一块大磁铁

刘文星 编译

科学普及出版社

## 内 容 提 要

本书向读者介绍有关地磁的基本知识，包括磁测的意义和手段、引起地磁异常的原因、地磁场形成的各种假说以及地磁科学的发展历史。它将告诉你人类从发明指南针到磁力仪，从建造木船到宇宙火箭，经历了漫长的道路，从这里你也可以看出科学发展的阶梯和人类前进的步伐。书中还引用了许多有趣的资料，附有必要的图表，并且列举了地磁研究方面的某些重要成果。

地球是一块大磁铁

刘文星 编译

责任编辑：李文兰

封面设计：洪 涛

\*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京四季青印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米1/32 印张：4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数：90 千字

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数：1—12,570册 定价：0.50元

统一书号：13051·1371 本社书号：0813

## 编 译 说 明

本书是根据 В.И.Почтарев著《Земля—Большой Магнит》一书编译的，但与原书有重大的差别：以突出基本知识为主，删去原书中较艰深的专业内容；将原书中的章节次序作了较大变动，重新编写了章节标题；对不符合我国国情的内容，作了大量删节，增加了大量新内容。

本书的编译是在南京大学地质系教师季寿元、朱惠娟、曹励明等同志的指导下进行的。完稿后又经朱惠娟同志审阅了全稿，在此致谢。

编 者

1983年3月

# 目 录

一、前言	( 1 )
二、磁石—磁针—地磁	( 4 )
1. 中国人的发现	( 4 )
2. 磁石——奇怪的石头	( 5 )
3. 在哥伦布横渡大西洋的时候	( 6 )
4. 地磁的研究史	( 7 )
三、地磁的基本知识和实际应用	( 19 )
1. 地磁要素	( 19 )
2. 地磁场的长期变化	( 23 )
3. 太阳-日变化和太阴-日变化	( 28 )
4. 无线电通讯为何中断——磁暴	( 31 )
5. 地磁脉动——地磁场的短期变化	( 34 )
6. 什么是地磁异常	( 36 )
7. 几种重要的地球物理勘探法	( 40 )
8. 地磁场与地圈	( 45 )
9. 地磁图	( 47 )
10. 如何消除罗盘的偏差	( 51 )
11. 古地磁的研究	( 54 )
12. 地震的磁预兆	( 57 )
13. 地磁与生物界	( 60 )

#### 四、把地磁场变化记录下来…………… ( 64 )

1. 地磁台和磁测仪器…………… ( 64 )
2. 地面磁测…………… ( 72 )
3. 海洋磁测…………… ( 76 )
4. 航空磁测…………… ( 82 )
5. 卫星磁测…………… ( 85 )
6. 国际地球物理年…………… ( 90 )

#### 五、行星磁性和宇宙空间磁性的探测…………… ( 94 )

1. 飞向宇宙…………… ( 94 )
2. 地球的磁层、磁阱和辐射带…………… ( 96 )
3. 太阳的磁性…………… ( 103 )
4. 月球的磁性…………… ( 108 )
5. 其它行星的磁场…………… ( 114 )
6. 陨石的由来和性质…………… ( 118 )

#### 六、有待揭晓的自然界之谜…………… ( 121 )

1. 磁场是怎样形成的——关于地磁的假说…………… ( 121 )
2. 地球是一块大磁铁…………… ( 125 )

## 一、前 言

我们居住的地球是个美丽的星球。蔚蓝的天空，辽阔的大地，茂密的森林和一望无际的海洋，都是地球面貌的特征。几千年来，人类就在它的土地上生活，用辛勤的劳动把地球装点得更加壮丽。

然而地球只是宇宙的一小部分，如同沧海之一粟。地球上许多自然现象经常要受宇宙作用的影响，例如，太阳活动就可能引起地球气候的变化和地磁的扰动等等。

人们长期以来在地球上生活，对地球及其周围所发生的某些自然现象往往习以为常，不觉得奇怪，很少去究其所以。其实，正是这些看来平常的现象却包含着深刻的科学道理。

为什么磁石能够吸铁？为什么磁针总是指向南北？为什么鸟类能在天上飞来飞去而不迷失方向？为什么会发生地震？为什么世界范围的无线电通讯有时竟然中断？人们何以能找到地下的矿床？地球为何也有两极？哥伦布横渡大西洋时罗盘指针为什么会失灵？类似的问题很多，十分有趣，值得我们认真地去思考。科学已经证明，这些问题与地磁有着密切的关系。

地球象是一块大磁铁，它具有磁场。可以用一个磁针测出磁场的存在。在磁场的影响下，磁针停留在一定的位置上，其方向大致为南北向。磁针的这种性能早已被航海家用

来测定航向。尽管现代轮船和飞机装上了陀螺仪和无线电导航设备，但古老的磁罗盘在导航仪表中至今仍然具有它的实际意义。

随着科学技术的发展，地磁的应用范围逐渐扩大。在地形学上，编制地形图和平面图必须有磁偏角的知识；在地质学方面，地磁异常有助于发现矿产，特别是铁矿。地球磁场经常影响近地空间所发生的许多现象：它形成独特的磁阱，使宇宙粒子流进行“分类”；它保护地球的生物界免受太阳微粒的轰击；它使辉煌瑰丽的极光经常出现于高纬度地区的上空；它的迅速变化能说明电离层的状况，而无线电通讯正是通过电离层才得以实现。

因此，各国科学家密切注意地磁场的变化，不断加强对它的观测和研究。他们力图了解地磁场各个方面（随时间、空间的变化，以及太阳活动对它的影响等）的特点，以便弄清地球磁场的成因。

人们从事地磁研究已有很长的历史。世界上许多著名的科学家如中国的沈括、英国的吉尔伯特、俄国的罗蒙诺索夫、德国的高斯、法国的普阿松等，都曾对地磁科学的发展和实际应用作出过贡献。二十世纪以来，地磁研究日益受到重视。目前全世界已有150多个地磁台分布于各大洲。各种地磁仪器正密切地监视着地磁场的“行动”，并把它的变化，从微小的脉动和强大的磁暴记录下来。

人造卫星正在高速地对地球进行磁测，宇宙火箭正在探索月球、火星、金星和其它星球的奥秘。大量科学情报从太空传来，科学难题得到解决：地球磁层的界限被测定，地球周围的辐射带被发现，月球磁场和金星表面磁场的情况被查明……。



可以相信，随着时间的推移，一切有关地磁的自然界之谜将会揭开。

我们不妨来展望一下未来地磁研究的情景。

人造卫星和宇宙火箭将使我们获得关于行星磁场和宇宙磁场的详细资料。航空磁力仪和海洋磁力仪将对地球磁场进行全面、准确的测定。只要取得有关地磁场结构和长期变化的完整资料，就可弄清产生行星磁性的真正原因；而认识了地磁和行星磁性，也就能在实践中更有效、更广泛地利用地磁，从而发现新材料，开辟新能源。

地球上的地磁异常将得到科学的解释，并且被用来寻找人类所需的矿床。分布在地磁场变化最激烈地区的磁测网能及时提供情报，使科学家能迅速了解地球内部的变化，预报地震和火山的爆发。生物学家将利用地磁的作用，促进生物的发展，提高农作物的产量。与此同时，太阳的磁性也将得到深入的研究。将来，这个主宰万物的慈祥天体定能更好地为人类造福。

## 二、磁石——磁针——地磁

### 1. 中国人的发现

如果你把磁针从中间支起，让它在水平方向上自由转动，定会发现，当磁针静止的时候，它一端指南，另一端指北，任你百般拨弄，结果总是一样。这说明自然界有一种神秘的力量，支配着磁针的指向。

磁针的这种性能，早已被人类所利用。当然，古时候没有现在这样的磁针，只是到了后来才有。人们最初是利用天然磁石来指示方向的。

从历史上看，中国人对磁石的认识和利用比欧洲人早。传说4000多年前黄帝曾造指南车破迷雾，击败了他的敌人。公元前大约120年的中国文献里提到，中国人早已发现了磁石和它的指极性，并用它琢磨成指南仪器，作为在行军和航海中辨别方向的工具。例如，后来在我国的一些古书里就记载了磁针从公元265年到419年在轮船上的使用情况。

我国人民还发现，磁针并不准确指南，当时它大约偏东2.5度，这正是十一世纪建成的北京东、西墙偏离地理子午线（南北向）的度数。

用茧丝把磁针悬挂起来，可保证它取得最精确的灵敏度，这种方法也是在我国首先得到应用。

可见，我国人民在掌握磁针基本性质的知识方面，远远超

过了当时的欧洲人。

## 2. 磁石——奇怪的石头

关于磁石，曾经流传过许多故事，说它具有一种神力，能止血治病，吸引女性等等。磁力在不同的国家或不同的时代有过不同的名称。“慈石”、“吸铁石”、“智铁”、“特殊的石头”、“神秘的石头”、“黑尔库力士的石头”、“皇帝的石头”都是它的别名。

磁石的奇异性能也较早地被印度人、阿拉伯人和希腊人所了解。据说希腊人在公元前许多世纪就知道有些岩石能够吸铁。亚里士多德认为，泰勒斯·米利都（公元前约624—547年）早已发现磁石的吸引力。生活在公元前99—55年的卢克莱修在《物性论》这部哲学长诗里，用过许多诗句专门描写了磁石。按照他的说法，“磁石”（Магнит 音马格尼特）这个词来自小亚细亚一个盛产铁矿的地方，名叫马格涅吉亚。

普里尼对“磁石”一词的来源另有解释。他引用了来自诗人尼坎德尔（公元前200年）的一个传说。有个名叫马格努斯的牧人，为了寻找丢失的羊只，来到一个生疏的地方。周围一片黑鸦鸦的岩石。正当他踩石觅羊时，上了铁钉的靴子突然被一块石头吸住了。他觉得很奇怪，就用带铁套尖儿的手杖去试探，不料手杖也被吸了过去。随后，他找了一根木棍，小心翼翼地走近那块石头，这次却什么感觉也没有。多么奇怪的黑石，它只吸引铁！从此以后，这种黑色岩石便被称为“马格努斯石头”，或者叫“磁石”。

自然界里所看到的天然磁石是一种矿物——磁铁矿，它是铁在高温下氧化的过程中形成的。这种矿物呈黑色或褐

色，比重4.9—5.2克/厘米<sup>3</sup>。磁铁矿在地表分布相当广泛，它存在于火成岩：玄武岩、辉绿岩、花岗岩之中，有时以矿床形式出现。例如，世界上最大的冶金工厂之一，马格尼托哥尔斯克冶金厂的所在地，南乌拉尔的磁山，就是由磁铁矿构成的。磁铁矿的含铁量约70%，是优质的铁矿。磁铁矿具有很强的磁性，它象磁铁一样，能把铁屑和铁的物质吸住，使它们也变成具有磁性的东西。

### 3. 在哥伦布横渡大西洋的时候

哥伦布是意大利著名的航海家。1492年，当他奉西班牙统治者的命令率领船队横渡大西洋的时候，发生了一件怪事：罗盘指针出了偏差。

船队离开西班牙一个月之后，1492年9月13日，水手们发觉罗盘指针向西偏斜，感到十分惊讶。第二天，罗盘指针又改变了方向。9月17日领航员在测定太阳的方位角后，发现罗盘指针四天内整整移动了一格，就是说至少移动了11°。

罗盘这种异常的表现引起了迷信的水手们的恐惧。他们准备造反。哥伦布为了使水手们听从指挥，做了一个小动作。他悄悄地变动了罗盘方位盘的位置，并且向水手们解释说，不是罗盘指针移动了，而是北极星改变了位置。当哥伦布的船队到达新大陆时，罗盘指针又重新指北。

雅诺夫斯基教授在详细的地磁学教程里写道：“1492年8月3日哥伦布从巴罗斯港启航时，那里的磁偏角值是+3°。对当时的罗盘（一格等于11°15′）来说，这是很小的数值，因此难于察觉。驶离欧洲以后，东偏现象不断减少；而当9月13日发现罗盘指针西偏时，哥伦布的船队位于北纬

28°21′，西经29°16′，那里的磁偏角大约等于零。9月17日哥伦布已经向这条线以西行驶了很远，偏角就有可能整整相差一格。在船队继续西进的时候，偏角达到最大限度，然后才开始减少，到登陆时，几乎等于零”。

上面已经讲过，中国人很早（十一世纪）就知道，磁针通常不是严格地指向南北，而是略有偏差，但是长期以来人们对此并不在意，因为在海洋上这种偏差不过几度而已。人们深信，磁针受北极星吸引，因此它应当始终指北。磁针的偏差被解释为指南针在技术上还不够完善。

几个世纪过去了。许多勇敢的航海家多次扬帆出海远征，发现了不少神秘的地带、大海和海峡。在他们的远航中，罗盘起了非常重要的作用。磁偏角（这是人们后来对罗盘指针偏离地理子午线或南北向现象所取的名称）虽然已被许多人所熟知，然而长期以来它在文献里却得不到反映。有理由认为，哥伦布不仅发现了美洲，而且还发现了磁偏角。他还发现了另一事实：磁偏角随着地理坐标的改变而变化，这对研究地球磁场具有重大的意义。世界许多地区从此开始测量磁偏角。

## 4. 地磁的研究史

很早以前，人们就知道地磁是一种有趣的自然现象。十一世纪时北宋科学家沈括（1031—1095），在其名著《梦溪笔谈》中对此已有记载。几百年后，在十二世纪的欧洲文献里才开始出现类似的记载。英国修道士涅凯姆写道过，磁针总是指北的。当天空覆盖着乌云，看不见太阳和星星时，航海者全凭磁针来判断轮船在公海的航向。他的著作首次提到

了磁针在航海中的应用。

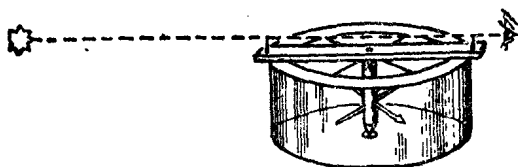
十三世纪，法国科学家彼得·佩里格林对磁性作了初步、切实的研究。佩里格林曾经参加法军围困过柳采拉城的战役。1269年8月12日他从意大利南部给一位朋友写信，详细阐述了磁石的磁性（彼得·佩里格林关于磁石的一封信。纽约，1904年版）。英国当时的哲学家罗吉尔·培根称赞佩里格林是一位出色的科学实验家，“了解自然界一切规律，善于从矿石中提取矿物，善于建造军事设施和进行大地测量”。

这封信使人认为，是佩里格林第一个告诉人们如何通过实验找到天然磁石两极的位置，并且提出了沿用到我们今天的“北极和南极”的概念。

佩里格林写道：“必须把石头作成球形。在石头上放一根针或者长形的铁片，并作一条与针长的方向一致的直线，将石头分为两个部分。然后把针移到石头另一个地方，以同样的方式作另一条线。在其它位置上也反复这样做。用这种方法划出来的线，应当在两个点上相交，正如所有的子午线都在地球相反的两极相会合一样”。

佩里格林还发现，磁针在磁石两极的附近比在其它点上被吸引得更厉害：“如果磁针垂直于石头表面，那个点就是磁极”。佩里格林的主要贡献，是他从根本上改进了航海罗盘。在他以前，这种仪器的结构非常简单：磁石被放在很轻的芦苇杆上，飘浮于盛水的容器中。佩里格林则把罗盘和观测天体用的航海现象仪连接起来。

十四世纪初，意大利人弗拉维奥·第纪奥亚进一步改进了罗盘。他用纸圈作为方位盘，把刀刃放在当中，使磁针与纸圈连在一起。纸圈被分为32个部分，或者叫32个方位或“风向图”。这样的罗盘一直保持到现在，外形上没有多大



佩里格林罗盘

变化。“罗盘”一词看来出自十三—十四世纪古英语“compass”一词，意思是“圆圈”

1544年纽伦堡的乔治·哈特曼在给阿尔布雷希特·普鲁斯基公爵的信中说，他研究过磁性，测量过纽伦堡和许多地方的磁偏角；又说，磁针指北的一端总是向下倾斜。

且不问哈特曼的说法正确与否，1576年伦敦的罗盘专家罗伯特·诺尔曼注意到，作了仔细平衡而且磁化前还处于水平位置的磁针，磁化后指北的一端都向下倾斜，他只好用可移动的小重物使磁针重新平衡。磁倾角就这样被发现了，磁针在地球磁场影响下向下或向上偏离水平面的角度叫磁倾角。在北半球，磁针指北的一端向下倾斜。

诺尔曼发现，伦敦的倾角是 $71^{\circ}50'$ 。他制作了一种测量磁倾角的仪器，叫做磁倾斜计。此外，他首次提出了一个想法，即作用于磁针的引力不是来自外层空间，而是来自地球内部。

十五世纪末，地球上不同的地区已有近100个点进行了磁偏角测量。同一时期，俄国也作了类似的磁测。船长巴罗于1550年在一次寻找从北冰洋到太平洋的东北通道的航行中，测量了伯绍拉河河口附近、新地岛和瓦加奇岛的磁偏角。1557年他测定了霍尔姆山脉（在阿尔汉格尔斯克附近）

的磁偏角。到十六世纪末，俄国将近60个点测定了磁偏角，一些点测定了磁倾角。

1600年伦敦出版了科学家、宫廷医生吉尔伯特的名著《论磁石、磁体和大磁铁——地球》，该书对地磁的成因作了理论上的阐述。这是继佩里格林论述以后的第一部有关地磁的科学著作。吉尔伯特在书中总结了自己多年的研究成果，提出了一个大胆、正确的结论：地球是一块大磁铁。

吉尔伯特在序言中写道：为了弄清目前仍然一无所知的大磁铁——地球的宝贵本质和这个球体奇特的力量，必须从众所周知的磁石、磁铁、磁体以及地球最靠近我们的部分开始研究，因为这些部分用手摸得着，感觉接受得了；然后通过对各种磁体进行实物试验来继续这种研究，从而第一次深入地探测地球的内部。

吉尔伯特首先提出磁场是磁化物体作用圈的概念。此外，他还发现物体的磁化强度在物体加温到赤热程度时就会消失（1805年，皮埃尔·居里证明每一种磁性物质都有它的临界温度，超出了临界温度，就会突然变成非磁性的东西）。

吉尔伯特断言，地球的磁极与地理极相一致，磁偏角的大小取决于大陆和海洋的位置。海洋是非磁性的，大陆则可能由磁性物质形成。

1920年，克雷洛夫院士在他的俄国第一本论磁性的书里评论了吉尔伯特的著作，他写道：“在近两百年期间内，没有给这一学说增添吉尔伯特书上所没有的任何实质性的东西，所补充的要么只是他做过的事情的重复，要么只是他做过的事情的发挥而已”。

正如前面已经提到的，发展航海事业首先要有海洋磁偏角资料。1698年，英国海军部任命海军军官、科学家加利为军



舰指挥官，委托他查明大西洋和太平洋的磁偏角。1701年，加利根据自己的和当时已有的其它磁偏角测定资料，绘制了第一张大西洋“地磁图”。他用等值线——等磁偏角线在图上标出了磁偏角。这种把测出的地球物理值描绘出来的方法，目前仍在采用，不仅编制地磁图时用它，气象学和其它地球物理科学也用到它。

1634年以前，人们认为一个地方的磁偏角不会随着时间的推移而变化。1634年，天文学教授亨利·格利勃兰德测量了伦敦的磁偏角，认为它是 $+4.6^\circ$ 。而鲍罗1580年的测定则表明它是 $+11.3^\circ$ 。因此格利勃兰德作出结论，地球磁场随着时间的推移发生明显的变化。从下表中可以看出，54年内伦敦的磁偏角至少减少了 $7^\circ$ 。我们在地球的其它点上也看到类似的情况。

地球磁场变化的周期，是以几十年甚至更长时间来计算的，这种变化，人们称为长期变化或长期进程。

进一步观测的结果发现，地球磁场变化的长期进程并不是固定不变。在有些地区，它的数值逐渐增加，在另一些地区则逐渐减少（有时一年内可以看出来），因此地磁图往往很快过时，每隔10年，有时甚至5年就必须更新、重制。

表 1

观 测 者	年	偏 角
		伦 敦
鲍 罗	1580	$11.3^\circ$ (偏东)
君 特	1622	$6.0^\circ$
格 利 勃 兰 德	1634	$4.1^\circ$