

科学译丛

地磁及其应用

加士
A. Γ. 卡拉什尼科夫

科学出版社



1627

184704

000007

1627

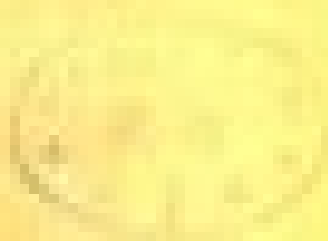
1627



184704

電報及其應用

184704



184704

科学译丛

地磁及其应用

A. Γ. 卡拉什尼科夫著

陈志强译

科学出版社

1956年6月

А. Г. Калашников
ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМ
И ЕГО ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
Изд. "Знание", 1952

內 容 介 紹

地磁科学的發展和应用，在國防、經濟建設等各方面均起着一定的作用，在我國正在進行社会主义建設的今天，對於地磁学的基本知識，我們有必要去了解它。

“地磁学及其应用”一書是苏联師範学院教授、数理博士 А.Г. 卡拉什尼科夫对中学教師的演講稿，1952年由莫斯科知識出版社出版。此書對於地磁的基本知識、研究步驟、罗盤改進、地磁海陸分佈情况、地磁場与地質和太陽的关系以及對於電訊的影响、磁性水雷等实际应用方面的知識，均有正确的介紹，並能深入淺出，是一本很好的科学普及用書。

地 磁 及 其 应 用

原 著 者	卡 拉 什 尼 科 夫
翻 譯 者	陈 志 强
校 訂 者	陈 宗 器
出 版 者	科 学 出 版 社

北京东城根甲42号

北京市書刊出版業營業許可証出字第061号

印 刷 者	北 京 市 印 刷 一 厂
总 經 售	新 華 書 店

1956年6月第一版

書 号：0462 印 张：1%

1956年6月第一次印刷

開 本：787×1092%

(京)0001-8332

字 数：23,000

定 價：(920)16元

目 錄

序 言	(1)
磁的基本知識	(2)
地磁之發明及最早的實際應用	(5)
研究地磁的最初步驟	(8)
羅盤事業及其進步	(12)
地磁在大陸和海上分佈的研究	(16)
地區磁性和磁法勘探	(19)
地磁場的長期變化與地質	(25)
因太陽而發生的地磁場變化和對於有綫電及無線電的影響	(27)
磁性水雷	(30)
地磁在岩石上所留下的印象	(31)
地磁的成因	(32)
結 論	(34)

序 言

地球是由物理性質互有区别的三圈所構成的，这三圈是气体圈，即自地面往上擴張到很远的大气圈；液体圈，包括洋、海、江、河；以及固体圈，其实这就是大陸和海底的硬殼。在地球硬殼之下，以其密度的差異，而有許多更深的層，和可能是金屬的核心。

整个地球所有这些圈以及其内部的許多層，構成一个具有特殊物理性質的巨大物体。

物理学上所研究的最普遍的物質运动，即力学、热学、电学、磁学、光学等运动都以其独特的方式表現在地球歷史过程中。研究地球在現存和演变中种种情况之下，物質个别的和相互之間的最普遍的运动方式就成为地球物理学科的目的。

地磁的知識是地球物理中最早的一門知識。在這門科學中所研究的就是地球的磁性，地球磁性有如以后所述，是具有重大的实用意义。因为地球的磁性，从古以來就被人类利用在各項國民經濟生活範圍內：如在航行、地質、探礦、通訊技術等方面，同时也用在國防上和其他方面。研究地球的磁性跟其他地球物理性質的关系，並应用此項研究成果在我們國民經濟的發展上，就成为極其重要的事情了。

苏联地球物理学者積極地創造着研究地球物理特性的种种新方法，物理探礦的方法、天气預告的方法等等，同时並竭力把地球物理学之發展与实际上的要求結合起來。

磁的基本知識

磁，是無生物世界的一種基本特性，很早就被人類所發現了。在古代許多作家的論著中我們找到有這樣的記載，位於馬格涅悉城（在小亞細亞）附近的地方所取得的一種黑石碎塊，具有互相吸引或排斥的特性。可見，正因為這樣，這種石頭就得到了“馬格涅悉”的名字。它是一種氧化鐵的礦物，其成份為三個鐵原子和四個氧原子；此後這種礦物就叫做磁或磁石。這種礦是分佈得很廣泛的天然礦物，在地球上各處都能碰見，有時是密集的儲藏可構成整座的山。例如，在烏拉爾就有這樣的山，差不多全是磁鐵：如高山、富山、和磁石山，在磁石山附近，於第一次五年計劃時代已建築了一座城，名為磁山城（Магнитогорск）。大量磁鐵礦在美洲與亞洲（在中國）都有。中國人在距今 2000 年之前就已經知道了磁石的特性，並已會加以利用。

在歐洲關於磁的性質在很長的時期內，僅作為一種神怪的和各種幻想的故事在流傳着。只是到了 17 世紀，其時是伽利略、牛頓、培根的時代，研究自然現象的實驗方法開始傳播了，關於磁及其特性才獲得有初步的科學的可靠數據。証實了天然磁石所表現的那種吸引和排斥的性質，可以利用硬鐵（含碳的鐵）或鋼磁化，人工地製成出來。鋼的薄片或針條，其兩頭製成尖端的形式，用天然磁石來磨擦，發覺到磁化後之鋼針比天然磁更為穩定，更為均勻。這時又知道了在任何永久磁體中有一軸，軸端具有最強的吸引力和排斥力的二點，即名為磁極。純鐵或軟鐵做成的東西，把它放在磁體近旁，即成磁化；但一離開磁體——這些東西便會失去磁性。磁體可以隨意折成若干段，每段都具

有磁性，就是說具有極性。磁化物體之磁性，是物質運動的特殊方式，不僅物體內部成了磁，而且磁性也傳播到物體之外的周圍空間中去；一個磁體對於另外一個磁體的作用正是通過這種分佈在磁體兩頭的周圍空間的磁性，這個帶磁性的空間，就叫做外磁場。磁場在任何一處的特征，即以其作用之方向和強度來規定。用小磁針或鐵屑可以很容易地把磁場作用之方向確定出來。磁場的方向又可以用磁力綫來說明，磁體即按此力綫而作用於軟鐵屑或小磁針上去，結果就使得鐵屑和小磁針順着磁力綫方向被排列起來（圖1及2）。

由實驗得知磁極間的吸力或斥力是與彼此間距離平方成反比的。我們取一根磁化的鋼條，把它在半中間的地方切斷，這鋼條即呈顯出兩個相等的磁極。將

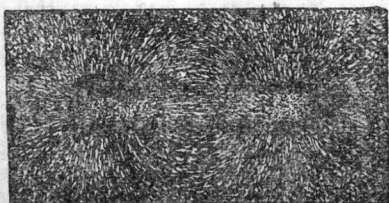


圖1 用鐵屑來表示磁極的力綫

這兩段鋼條的末端或它的極彼此距離一厘米，如果它們之間的吸力或斥力作用等於一達因（力的單位，約等於一毫克質量的重量），那末我們就說離開每一個磁極一厘米遠的地方，其磁場強度等於一個單位，名為奧斯忒（ Эрстед ）。

強度單位的名字是得自丹麥物理學家奧斯忒，他在19世紀之初曾發現有電流通過的導綫，其周圍即形成磁場。電流所產生的磁場跟磁鐵能夠發生相互作用，就是說能够使磁鐵發生運動。

實驗證明，一根細長導綫，通上10安培的電流所形成之磁場，在其垂直距離2厘米之處，強度即等於一奧斯忒。

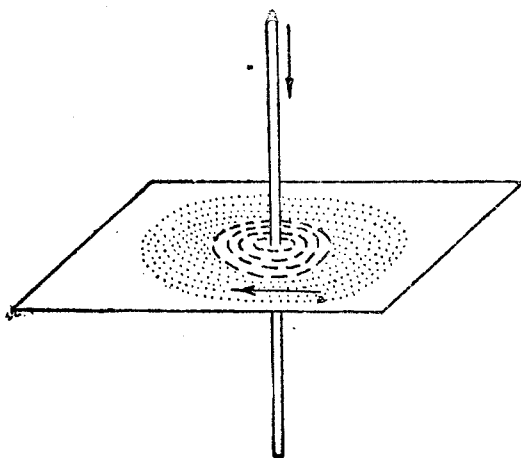


圖 2 一根直的电綫通过电流时在其周圍所生的磁場力綫，
用鉄屑來表示

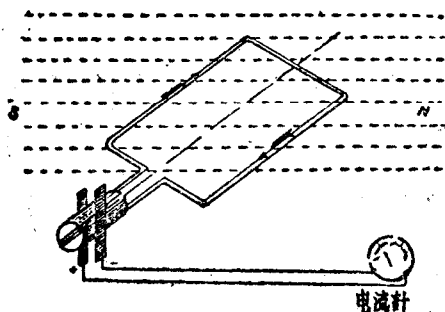


圖 3 使用一个綫圈在磁場內均速旋轉，來測定此
磁場的强度

如果將絕緣導綫繞在一个圓管上，綫中通以电流，那末圓管內部即發生磁場，其方向跟管軸相同，而其外部磁場强度的分佈，則跟这个圓管大小一样的永久磁鉄的磁場非常

相似。通了电流的螺管内部常常被利用来磁化各种放置在管内的物体。

1831 年英国学者法拉第曾发明电磁的感应，即是在磁场中运动的闭口导线，当其运动时，线中便会发生电流。借运动的电线或旋转的线圈，就可以由电磁感应的特性来寻找磁场的有无和测定磁场的大小（图 3）。如果在磁场内匀速转动导线所绕成的线圈，导线两头接上直流换向器，那末从换向器的电刷方面就可以得出直流电。将电刷连接测量电流的仪器（电流计）上就可以测出旋转线圈所在处的磁场的平均强度。实验证明，磁场强度的大小，当线圈旋转速度均匀之时，是与电流大小成比例的（野外磁强计就是根据这个原理而制成的——参阅下文）。

19 世纪之末发现了动电荷在磁场中方向发生偏斜的特性，其偏斜的方向是与磁场和电荷运动方向彼此相互垂直的（图 4）。这种动电荷和磁场相反作用的性质对于解释地磁某些现象是有其重大意义的。

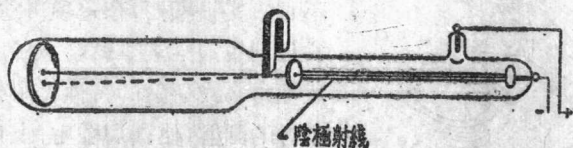


圖 4 陰極管，在其中可以看出电荷的流动及其在磁场内的偏斜

地磁之发现及最早的实际应用

磁及磁场性质的详细研究在 17 世纪时才确立起来，但远在这个时代之前，人们就已经利用了磁的一些特性到自己的实用目的上去，——即如为了在海洋上和在陆地上定

向的应用。穩定在針頂上的磁針或能轉動之磁浮体会把它自己的軸停止在地球南北子午綫附近，這項性質老早就被覺察到了。

流傳至今的中國史冊和中國學者的著作中，都記載着許多有趣的科學知識，其中特別是天文的和地球物理觀測的知識。在那個時候，可以繞一垂直軸旋轉的磁針而會正確地停止於南北方向的特性，早就為中國人所知道了。

這些知識在後來，即離現在約一千一百年前，有過記載。進士沈括說過：“方家以磁石磨針，則針常指南”。將磁石塞在偶像伸出來的手里，這樣偶像安置在針頂上，就會常常指向南方（如圖5）。磁鐵一端使偶像手指常指南者，就被叫做指南極，相反一端叫做指北極。這些名字後來就是磁極的標誌。



圖5 手指中插有磁石的偶像
裝在中國車上借以指示南方

雖然在許多文獻中記載着為了決定航船方向的目的，是由波斯人和阿剌伯人首先應用磁鐵。不過事實很顯明，在這項用途中，古代的中國人老早就學會了應用磁性材料或磁針的特性。用帶有磁針的圓盤，使圓周穩定，上刻度數，於是船之航行路綫與南北方向的关系就可以測定出來。中國人表示四方及彼此間的刻度，都註以象形符號。最古的一種中國羅盤如圖6所示。

古代希臘人和羅馬人雖然也已知道了磁鐵物体的吸引性質，但是很明顯地他們既不了解磁的有極性質，也不知道在地面上磁的定向作用。約一千年前磁針或羅盤才被地

中海沿岸居民为了航海而开始应用起来。

在西欧文献中最早提到磁的有極性、指向性以及为航行目的的应用是属于12世紀末叶的事。这项描述是在亞歷山大奈康瑪的著作中，說明是为指示北方而应用磁針的；奈康瑪並証实水手們在云霧弥



圖6 古代的中國羅盤

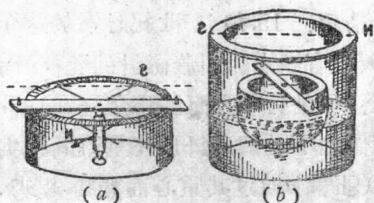


圖7 13—14世紀时的航海羅盤

漫之时，天上見不到太陽或星斗，就利用磁針來找尋航路。这个时候的粗糙羅盤是用磁化鐵棒制成的，固定於浮体上，可在盛水的器皿中轉动(如圖7b所示)。直到13世紀之初，才开始把磁化的縫針或鋼条安裝在一个可以自由轉动的垂直軸上(圖7a)。

13世紀末羅盤出現了，其結構基本上保持到現在：磁針中部微有凹处或稍薄一点，此凹处即預备放在軸尖之上；帶有磁針的，圓周刻有分度的圓盤就名为方位盤。

在这个时期中曾有过一种重要的观测：即在軸尖上可以旋轉的磁針所指之南北方向並不完全正确。到14世紀已經知道磁針偏轉跟地球正南北子午綫相差有 $11^{\circ}25'$ 之多。哥倫布第二次航海到美洲時曾發現磁針對於地球子午綫的交角是随着船离开西班牙海岸后，橫渡海洋时的情况而有变化的。因此在地面上移动，磁針偏角有变化的現象就確

定下來了。

真正的磁偏發現的准确時間雖不很清楚，但無論如何可以斷言在 15 世紀後半期，註有地方偏角的羅盤已經製造出來了。羅盤一字之西文 *Компас* 其本义是指備有磁針而可攜帶的日規的意思。在地面上移動時磁針之有偏角和變化在 15 和 16 世紀中屢次為觀測者所記載下來。結果確定了：在地面上許多相隔遙遠的地方，磁針偏角是不一样的。有的地方磁針正確地指着正南北，因此偏角即等於零，而有的地方則又離開子午綫而偏到東邊或西邊去。

為什麼磁針的一端老是指北而另一端則指南，這個問題很自然地會引起人們去猜想。15 和 16 世紀時對於這個現象是這樣解釋，說是在天上有一點吸引着磁針的北極，而且猜想北極星就是這個點。可是另一方面的現象還在 16 世紀的時候，又被發現了，即假如不是把磁針頂在垂直的軸尖上，而是把它用彈性細絲（蠶絲）通過其重心而懸掛起來，那末磁針的北端就會自己傾斜下去。在我們緯度的地方（指莫斯科——譯者註）這樣的磁針跟水平綫約成 70° 的角度，這種可繞水平軸自由旋轉的磁針就被叫做傾斜磁針。

由此現象可見，吸引磁針北極的那個點決不在天上，而是在地下很深的某處。以後並發現，當磁針在地面上遷移時，它的傾角也是自己在變化的：向北則磁針傾角增大，而近赤道處則有的地方磁針完全位於水平的位置上。

研究地磁的最初步驟

由上述的那些發現的事實看來就顯然可見，地球的周圍存在着這樣的空間，磁針在其中所指的方向完全可以用其中的每一點上的偏角和傾角標誌出來。這個空間，如我

們所知，就叫做地球的磁場。磁針在一處水平面上所指的方向稱為該處的**磁子午綫**。

磁傾角等於零的那些地方，就是說傾斜磁針完全停止在水平位置的那些地方，就叫做**磁赤道**。

1600年英國醫生吉伯在地磁方面所做的卓越實驗的著作出版了。這是那個時代科學先鋒的代表作，和當時研究自然現象所採取的、主要是受天主教影響所統治着的玄想方法割斷了關係。

吉伯開始用實驗的方法來研究磁性現象，他整理了到那時候所已知的觀測資料，並定出了磁化物體的一系列作用規律，他所確定下來的定理以後就載在物理課本中並一直流傳到現在。吉伯研究地磁的主要功績，就在於他用了實驗的方法來証實地球本身就是一個巨大磁體，其四周所存在的磁場，就跟一個同形態的小磁鐵所具有的磁場一樣的假說。

為了證明這個假說起見，這位學者把一個鐵球磁化，並說明一個小磁針在這個球上的表現完全跟一隻羅盤在地球上的一樣。他叫這個鐵球為“梯列拉”（地模）意即小地球（如圖8）。他斷定在地球的北半球上傾角該是由在磁極處為 $+90^\circ$ 變到磁赤道處為 0° ，再變到南半球之磁極處為 -90° （這個預言以後為觀測所証實了）。

吉伯死後，發現北美洲哈得遜附近的某處磁針傾角幾乎等於 90° ；以後這樣的傾角又在地球南極附近發現了。這才知道地磁的二極原來並不與地理的二極相重，而是在北極二者離開約 20° （即北緯 $70^\circ 31'$ ；西經 $90^\circ 40'$ 處）。不過確實知道這點還是到了19世紀初期的事情。

吉伯猜想地磁二極是與地理二極相重的，但對於偏角

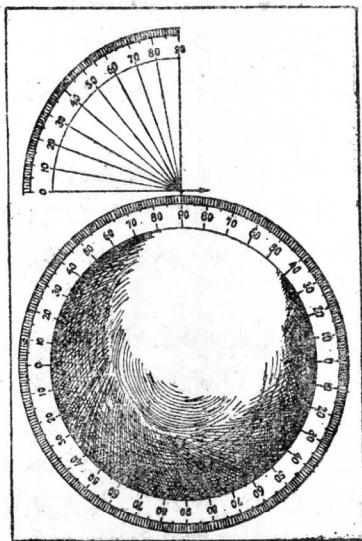


圖8 吉伯的小地球“梯列拉”

磁偏角之准确知識是可以保証領航正確的。

他則以為是大陸構造在磁性方面不均勻的緣故，而且主要是海洋的水缺乏磁化能力，這樣解釋是不正確的。但另一方面吉伯又曾指出，海上各處磁偏角之分佈假如都知道，那末借此數據就能常常找到船舶的正確航路，這一點是完全正確的，他曾用下圖（圖9）來說明這個道理。

這樣一來，到了17世紀初期，地磁研究的巨大應用的重要性，已經了解到了。顯然可見地球各處

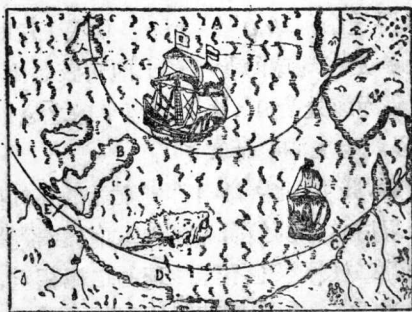


圖9 英倫海島附近之地圖
附有子午線上磁針的方位（选自吉伯書中）

在 17—18 世紀，英國逐漸發展成為所謂強大的海上王國。當時英國資本家和貴族地主的統治階級熱烈追求肅清大量殖民地，剝削殖民地的勞動人民，從那里輸入原料同時並將自己的商品輸出。英國商人蚕食了世界上一處又一處的地方，北美、加拿大、印度、澳大利亞都變為英國殖民地。在這些世紀中英國殖民地之擴展，就需要海運發達。領航的最準確和最安全的保證就極其重要了，這首先就有賴於羅盤針偏角的準確知識。因此，英國政府從 17 世紀末葉即進行了一系列關於在地球上偏角分佈的研究。在每一條地理子午綫上偏角觀測資料搜集起來之後編制成為地磁偏角圖。1701 年哈雷首先發表這樣的圖，一張世界地圖，其中畫有等磁偏綫。

17 世紀中葉就已經知道一個地方的磁偏角並非固定不變的，而是逐年在緩慢地變化着（圖 10）。因長期的觀測而確知磁針來回地改變它自己的軸跟地理子午綫的交角，而且各地之周期亦不相同，大都等於 400—600 年；磁針偏轉範圍可達到 20° 。因此，地磁圖，例如 1750 年所編制的，過了三五十年之後就已經不可能跟先前一樣地準確使用；因為在這樣長時間之後磁偏角已改變了好幾度。所以就應該循環地測定偏角的準確數值，並修訂以前所繪的圖。因此就產生了地磁服務的事業。

磁偏角研究的需要，不僅發生於航海方面的關係上，而且也發生在大陸方面定向所必需的關係上。所以從 18 世紀開

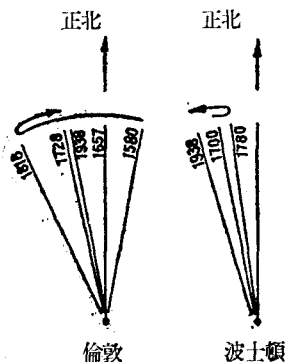


圖 10 磁針偏角的变化：
在倫敦自 1580—1938 年；
在波士頓 1700—1938 年

始在各國境內都曾組織了偏角在陸地上分佈的觀測。

我們偉大的先輩 M. B. 羅蒙諾索夫 (Ломоносов) 曾經指出過，發展地磁觀測的必要性，因為多次觀測才有可能把地磁理論建立起來，才有可能進行必要的計算。

18, 19 世紀中在俄國地磁的研究，才迅速地發展起來，我們國家是最先創立永久場所觀測地磁，這些場所名為地磁觀象台。

1722 年穆山勃洛克和克拉汗在倫敦發現了磁針處在經常運動狀態之中，一日之間位置之變化有時可達 30 分。這種磁針短時擺動的現象，以後 (1740—42 年間) 亦曾為曾利斯和喬治在烏普沙研究過。同時，喬治首先注意到在北極光出現時，磁針擺動表現得特別強烈和不規則。磁針這樣不規則擺動的現象在倫敦往往跟在烏普沙同時出現。由此可見上述的這些磁針強烈或不規則的擺動的事實，顯然跟北極光有密切關係，是在廣大地區中間同時發生作用的。地磁場受到強烈變化所引起磁針的這種突然發生不規則的擺動，可算為特殊現象，所以名為磁暴。

羅盤事業及其進步

18 世紀中葉許多學者的注意力被吸引到地磁的研究上面來。M. B. 羅蒙諾索夫在着手研究地磁問題時，即蓄意要將理論上的研究和它在實際上的應用聯繫起來，主要的是應用在羅盤事業中，他曾建議去製造一只大羅盤，借此可以記下磁針在船行過程中方向的微小偏差。為了記載這項偏差，這位學者提議過預備一個自記的羅盤來，在其中能夠自動地記下航程的變更（如圖 11）。

直到 19 世紀初，其時船身構造材料早已轉用鋼鉄，而