

磁罗盘

(苏联)舒尔智



科学普及出版社

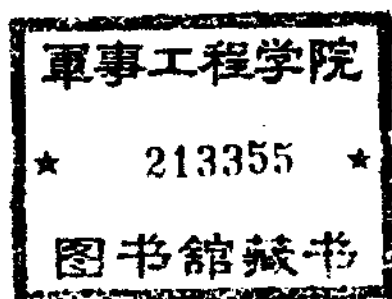
38976



磁 罗 盤

〔苏联〕舒 尔 著

顧 燕 庭 译



科学普及出版社

1958年 北京

本書提要

羅盤是我國古代的偉大的發明，在几千年當中，它在軍事、航海以及旅行方面有過巨大的貢獻。

由於科學技術的發展，在今天，羅盤的結構已經有了很大的改進，而且在航空、航海以及軍事上仍然起着重要的作用。

這本小冊子述敘了羅盤的發明簡史，扼要地介紹了羅盤的各種應用以及現代化羅盤的構造等。

總號：845

磁 羅 盤

МАГНИТНЫЙ КОМПАС

原 著 者：И. Я. ШУР

原出版者：ИЗДАТЕЛЬСТВО “ЗНАНИЕ”
1956

譯 者：顧 燕 庭

出版者：科 學 普 及 出 版 社
(北京市西便門外大街21號)

北京市書刊出版業營業登記證出字第41號

發 行 者：新 華 書 社

印 刷 者：北 京 市 印 刷 一 廠
(北京市西便門外大街乙1號)

開 本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：1 $\frac{1}{2}$
1958年12月 第1版 字數：25,800
1958年12月第1次印刷 印數：3,550

統一書號：13051·140

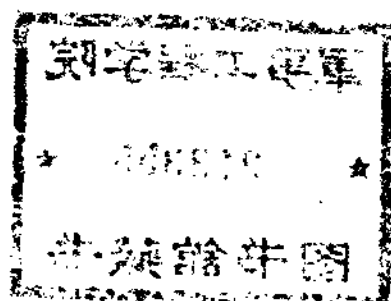
定 價：(9)1角8分

666.151
5664

目次

01128/26

航海者不可分离的旅伴	1
伟大的地理发现	6
伟大的磁铁	11
罗盘和地磁	17
罗盘的偏差	25
迴轉罗盘	33



航海者不可分离的旅伴

有誰不知道罗盤？磁化了的磁針，其一端指向北，另一端指南，它帮助人們識別和确定方向。

說起来，这是一架十分簡單的仪器，但是在我們这个时代，它的实际用途却各不相同，在人类历史上起了巨大的作用。正像所有的發明一样，罗盤本身也有着一段漫长的历史。

磁鉄的奇異性質在中国第一个發現。中国人在三千多年以前，已經知道了一小块特殊矿石(磁鉄矿)具有吸引和粘住微小的鉄質物体的能力。人們把这种天然磁鉄叫做“磁石”，它含有“情石”的意思。

后来中国人又發現了另一个性質：如果把磁石用綫吊起来，那末一端就轉向南，另一端轉向北。这一發現成了發明“指南車”（“指南針”）的基础。

在不到半公尺高的一輛双輪小車上，安裝着一个人像，右手指向前方。人像支在小車的尖端，能够自由地左右旋轉。身体里面的磁石能驅使人像面向南方，于是南这个方向就指出来了。

制造“指南車”可不太容易。要知道天然磁鉄的导向力非常微小，这个力剛剛能够克服人像对小棒的摩擦。只有技艺精湛的中国工匠才能把摩擦力減小到如此程度，人像非常听话地服从磁石的指揮。

“指南針”并不是一种十分精确的仪器，它只能在大陆上識別方向。航海者們是不能够使用它們的，因为船只在颠簸不定

的时候，“指南車”就会左右搖晃。在輪船上，用来指路的不是“指南車”，而是“指南針”。指南針这架仪器是怎样造成的呢？

在公元初期，中国人还發現了磁石的另一种奇妙的特性。如果用这种磁石去擦任何一种鉄質的物体，比如說針吧，那末这枚針也会磁化，变成人造磁鉄。

在公元2世紀編写成的中国百庫全書中，着重地給这一特性下了一个定义：“磁鉄是一种給針以方向的石头”，也就是說，迫使針的一端轉向南方。

用一根不会自行扭轉的細絲把这枚磁化的針掛起来，像这样的針就叫做“指南針”。中国航海者沿着太平洋和印度洋岸畔的遥远航程上来确定出方向，就是得力于这架簡單的仪器。

接着，只不过1,000年以后，在12世紀，欧洲人也有了这样的一个發現。也像在中国一样，刚开始的时候，也不是在海洋上把磁石用作“向导”，而是在大陆上。在矿山上裝設地下通道时，为了寻找正确可靠的方向，磁石也曾助了一臂之力。11世紀，在挪威有一篇手稿已經有过这样的記載。

这是很有可能的事情，在那个时候，諾尔曼人在他們环繞西欧和轉向远方格陵蘭岸畔的远航中，已經利用悬于繩子上的磁石了。更为方便的向导——航海針——已在英国学者亞力山大·涅根的一部“論物質的本性”著作中最先描写到(1195)。

涅根报导說，在陰沉的日子或陰暗的夜晚，当瞧不見天上的星星时，航海者就使鉄針或鋼針磁化，再把它穿在麦管里，浮在水面上，我們用这个方法，就可以知道哪边是北方。

在13世紀初，知道“指路針”的人已經很广泛，連詩人們也为它写下了不少讚頌的詩歌。但是，像在1258年意大利詩人布魯涅托·拉季尼指出的那样，任何一个信奉天主教的船長不敢公开利用这种奇妙的發現，因为他害怕妖魔的懲罰。迷信意識

濃厚的傳說給磁針深深地橫加烙印，說它是用妖術修鍊成的，是惡魔手中的工具。

由于这个原因，第一架罗盤到底在什么时候和什么地方出現的，就不得而知了。1269年，法国学者彼得·彼列格林（皮耶尔·馬里庫尔）曾經在“論磁鉄”的一封信中描写过并不十分完善的这种仪器^①。彼列格林报导了儀器的構造，这架仪器能够“知道太陽、月亮的方位和在地平綫上任何地方的方位”。

被彼列格林所描述的，也可能就是他自己發明的兩架仪器，其中比較好的是圓形的木匣或銅匣。在儀器的玻璃盖上刻上几条主要的方向綫——方位（东、南、西、北）和分成360°刻度的細綫（圖1）。

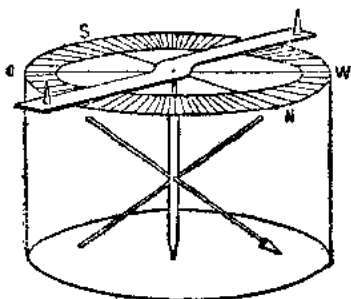


圖1 彼列格林“罗盤”

在匣子裏面，在上蓋和底下中心之間，垂直放置一根銅軸或銀軸。在這個軸上有個小孔，另一銅桿或青銅桿與鋼

針垂直地穿過這個小孔。

在儀器蓋的上方，設有鐳尺——瞄准器，也就是以後的探向器的雛型。

這種儀器的使用方法，和現在的袖珍羅盤一樣，開始的時候，旋轉這架儀器，直到磁針與南—北綫一致，這條綫可以在玻璃蓋上看出來。此後，將瞄准器尺子固定在指着大陸上物體的方向上，也就是對南—北綫來說，有個一定的角度。然後就根據玻璃蓋邊緣上的度格來確定這個角度的大小，也就是輪船

① 這封信第一次發表於1588年。

的方向^①。

然而这架仪器还有许多值得改进的地方。要使得磁针永远指着南—北方向，它应当同时能和垂直轴旋转自如。因为轴顶住仪器的上盖和下底，这根轴仍然感觉到有摩擦，所以针就不可避免地会阻住在某一个地方，这样也就不能指出可靠的方向了。

一些不知名的工匠慢慢地改进了彼列格林罗盘。他们把一端削尖了的细钢销代替垂直轴。按水平位置，放在尖端上的已经不是针了，而是菱形片——指针（图2）。

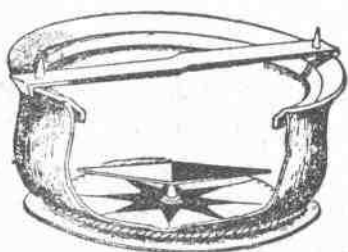


图2 旧式罗盘(14世纪初)

为此，在指针下方的中央有一凹穴，坚硬的石头（一般是蓝宝石——所谓的火室——牢牢地支在那里。磨得很光的火室仅仅支在钢销的尖峰，因此摩擦就大大减小，指针受到的阻力很小，能够比较精确地指出哪里是北方。

为了方便起见，不像彼列格林那样，把度格标在盖的边缘，而标在纸圆盘的边沿上。这个圆盘，称之为刻度盘，它直接安放在指针的下面。

对帆船来说，观察风向是件非常重要的事。所以在刻度盘上，除了刻度以外，还绘上风向标——16条方位线，后来有32条的。这些方位线除了指示出四个基本方向（东、南、西、北）以外，还指出了中间各个方向。

这种与目前袖珍罗盘相像的仪器，在14世纪初就已经问世

① 所谓船舶方向就是两条方向线间的夹角：角的一边朝向北方的一点，角的另一边朝向船舶进发的最近港口。

了。但是話得說回來，在当时用起它来还是相当的困难。

船只在海洋中，不时受到振动，有时船舷左右傾斜，有时船头船尾傾沒于水中。甚至于就是在海浪并不怎么大的时候，罗盤針也会發生摆动；要是在暴風雨中，那就会無休止地左右振动了。

为了使指針掙脫摆动和振动的苦惱，还早在 14 世紀的时候，已經应用了特別的常平架，它是用两个圓环制成的。把罗盤掛在一个圓环的里面，这个圓环用樞軸支在另一个圓环的小孔里，这两个圓环都懸掛在一个支架上。后来把这种类型的裝置称为卡当常平架，这是因 16 世紀卓越的意大利学者卡当而得名的。

罗盤成了航海者不可分离的旅伴，它給航海者所造成的方便是不可估量的。

在古时候，輪船不敢远远离开海岸，每当稍起暴風雨，就赶忙駛进安全的海港，隱蔽起来。甚至在宁靜的天气里，如望不到大陆的影子，也是够危险的：因为，如果云雾遮住了天上的星星，航海者就不可能来辨别方向了。

然而罗盤在任何的天气里都能定出各个方向，引导船只按規定的航程行駛。由于这个緣故，航海者就敢于放开胆子离开海岸，敢于去橫渡地中海。这样一来，不知縮短了多少航行的時間。

地中海和黑海是溝通东方和西方之間貿易的主要海路。長久以来，在这兩条海上的無數次航行，积累下了不少关于这些海岸綫的地圖、草圖和記載。就是这枚能指出可靠方向的航海針帮助明确、修正和补充了古老的地圖。人們得到罗盤的帮助，編制了更加完善的地圖，这些地圖与以前的不同，它們具有从前想像不到的精確程度。

在羅盤圖上，還沒有任何經緯綫。一般在圖的中央只划上主要的風向標，在圖的邊緣，有十六個小的風向標。在每個風向標的羅盤綫發射出與這些其他風向標綫相互交叉的直綫。

當然，也用不着去肯定地說，這樣的儀器和依靠這種儀器而編繪成的比較精確的地圖，給航海者帶來的安全性到底有多大。然而，即使羅盤有它如此多的優點，它往往也會使航海者上當，因為羅盤畢竟還不是非常可靠的“嚮導”。

早在11世紀，中國人已經發現被磁化的針“指南針”，其一端並不能夠正確地指向南方。而歐洲人的這個發現，幾乎“遲了”200年，到那時候才認為磁針的北端偏東10—11度左右。

磁針的這種難以理解的變化，人們稱之為羅盤的偏角，而且常常把這種偏角說成是儀器本身不完善的原因。此後過了300年，才揭開了這個偏角之謎。也正是在羅盤最初問世的幾個世紀里，羅盤已無可估量地打開了航海者的廣闊可能性。

偉大的地理發現

在15世紀，封建主義的基石在西歐已經根本動搖了。在城市里，手工業蓬勃發展，商業日益發達。用錢鈔買賣商品的這種交易代替了直接交換。自然經濟制度所遭受到的損害，也就愈來愈深。

商業不僅在城市之間，而且在國家之間，均有發展。要知道，最為珍貴的商品卻是來自亞洲，如出色的兵器，教堂中供奉敬佛的神香，給中世紀的婦女時裝迷改換風尚的琥珀和麝香，其他如胡椒、石竹、肉桂等香料，所有這些在當時的歐洲都算是價值高昂的東西。

阿拉伯人把這些商品運到地中海的東南兩岸，而熱那亞和

威尼斯商人却把这些商品用自己的輪船从这里販運到歐洲去，這些商人在東方和西方之間的商品交易中圖利致富。葡萄牙——歐洲“邊沿”上的小國——成了意大利和北歐海路上的商業中心。

由於商業範圍的擴大，金錢就具有更大的意義，然而那時歐洲的黃金並不富有。為了探求黃金，早在1415年葡萄牙就派遣探險隊前往非洲。葡萄牙人利用了羅盤，沿着無人問津的非洲的西方海岸向南挺進，他們與當地居民開始了有利可圖的商品交易。

土耳其的侵略小亞細亞和侵犯歐洲，1453年康士坦丁堡的掠奪，這幾次戰禍，都極其嚴重地阻礙了東方商品的運輸。葡萄牙人準備開始尋找一條新的海路，繞道非洲到“珍寶之國”——印度。探險隊愈來愈遠地向南推進，就在1478年，巴爾托洛妙·季阿舒成功地趕到了非洲大陸的南部，可是猛烈的暴風雨迫使輪船倒舵而歸。

在這次航行之前，還有一個當時不太有名的熱那亞航海者克里斯托瓦爾·戈朗^①提出了一個狂妄的提案：根據他的意見，去找另一條橫渡大西洋通往印度和中國的更短的海路。戈朗為了實現他的理想，幾乎經受了20年的驚險，一直到最後，西班牙執政者竟不同意組織冒險的探險隊。

1492年8月3日清晨，在克里斯托爾·戈朗的領導下，三艘葡萄牙輕快輪船向人智莫測的道路出航。後來，為了紀念這次航行，就用他的名字稱為赫里斯托爾·哥倫布的航行。

由於修理其中一艘輕快輪船，在加那利羣島作了一個時期的逗留之後，在9月6日，輪船就航行在寬闊的“海洋”面上。經過一星期的令人興奮的航行，突然發現羅盤的指針偏西

① 即赫里斯托爾·哥倫布，這是西班牙文譯音——譯者

了●，这个非常的消息使大家惊愕万分。

在那个时候，航海者所知道的只是东偏角，于是哥伦布把这个可怕的现象这样解释，說是指針永远“观望”着北極星，然而料不到这颗星离开了它平时的位置。可是西偏角却一天天地增大，四天后超过了 11° 。在秘密的航海日記中是这样記載的：“惶恐和絕望籠罩着航海者”。

四下里是一片无边无际的茫茫大水，任何陆地的影子也不見，輪船随着風愈来愈远地向西飄流。船上人开始暗暗抱怨說：恐怕航海者永远再也沒有回返家乡的日子了吧。

不錯，在9月30日，罗盤針是正确地指着北，偏角一点也沒有了，但是这个在寬闊海洋上所推迟了的航行更加惡化了騷动者的情緒，10月10日那天，在旗艦上險些發生暴动。当时哥伦布以豪爽鎮靜的态度才稍为平息了騷动者的情緒。

幸好，在10月12日夜間2时，在暗淡的月光下，远远發見了确实不虛的地球的標誌。东方才剛剛發白，哥伦布就和几个同伴乘着小船靠近了这个島，他給这个島取名为聖薩尔瓦多（是救星的意思）。

从卡拿尔斯克羣島出發，橫渡海洋的整个航行所用的時間并不多于一个月，而就在这样的一段时间里，罗盤針一会兒向西偏，一会兒却一点偏轉也沒有。西偏角的發現被另一个無可比拟的更为重要的东西掩沒了。过后不久，人們只說，“罗盤虽然是一架不大的仪器，但是沒有它，就不会發現美洲”。这架“仪器”在地理發現的历史上，在商業的、航海和工業的發展上

- 罗盤偏角的大小，在当时是由非常簡陋的方法測定的：在白天，根据子午綫，也就是根据由垂直安置的桿子的日影測定的。在正午的时候，这一日影（在我們地球的北半球）精确地投向北方。把罗盤針的位置和日間子午綫的方向或在夜間北極星的方向作比較，就可在刻度盤上算出罗盤針与南-北綫，也就是与地球子午綫相差多少度。

所起的偉大作用，不僅表現在西方，而且也表現在東方。

在五百多年以前，俄國白海岸居民开辟了一條從白海沿著冰洋往北——到格魯曼特(斯匹次卑爾根)羣島的道路。他們向東挺進，結果發現了科古耶夫島、伐加赤島、新地島。在15世紀末開進了卡爾斯海。

勇敢的俄國航海者又开辟了一條通往西方的道路——從冰海進入大西洋。哥倫布同時代人莫斯科大使格里戈里·依斯托馬在1496年完成了從白海環繞斯堪的納維亞的航行。在這幾次冰海上的危險航行中，我們的白海岸居民都利用他們稱之為羅盤的“馬特卡”。

1498年，葡萄牙人瓦斯科和伽馬，在阿拉伯領港的幫助下，最後終於抵達了臨近卡利庫特城的印度斯埋岸畔。沿着新的通向東方的海路招引了數十個葡萄牙探險隊。他們掠奪了蘇門答臘、爪哇、摩鹿加羣島，毫無人性地剝削了當地的居民。

無數的西班牙和葡萄牙探險隊同樣也闖到美洲去。歐洲侵略者——南滿開拓者在這里建立了第一批殖民地，強迫當地居民開采貴金屬，開辟種植甘蔗、煙草、棉花和咖啡的大農場。

那些歐洲強盜不僅以力不勝任的工作摧殘了各個地區的當地居民，而且還開始從非洲往美洲運走了廉價的黑人奴隸。殖民者在那種“活口商品”的交易和奴隸的勞動上發了橫財。

羅盤打開了通向海洋的道路。目的在於追求黃金和利潤的偉大的地理發現，給正在萌芽的資產階級造成了誘人的新途徑。非洲自然資源的盜竊，在非洲“榨取黑人”所得的巨大利潤，與印度和中國的掠奪性買賣和在亞洲殖民地的霸佔，這一切都加速了歐洲的資本積累和工業的發展。正如卡爾·馬克思寫到的那樣，在當時這個時代，羅盤成了資產階級發展的不可缺少的前提之一。

16世紀上半世紀，在通往印度和中国的海路上，唯一当家作主的是葡萄牙，他們不准任何一艘挂着外地旗子的輪船开到这里。

格里戈里·依斯托馬和其他“莫斯科人”从北冰洋向大西洋的航行成功以后，就产生了一个引人注意的計劃：沿着北冰洋到中国 and 印度去就不行嗎？

为了探求这一条道路，在 16 世紀，英国人和荷蘭人組織了許多探險队，但是沒有一个探險队能够順利地挺入新地島以东的一箭之遙。然而俄国的白海岸人在那个时候已經掌握了从科拉半島到鄂畢河口的北冰洋沿岸的地帶，他們愈来愈甚地往东直进，在这里結实的冰却阻擋了船只的去路。

在这些开初的航行中，环绕秦麦尔半島的一次航行是以悲劇結束的：航海員在荒無人煙的冰野上被夺去了生命。他們过冬的旧址和行李在 1940—1941 年間才为苏联的水文工作者發現的，而在 1948 年这里派来了

北極研究所的專門考察队。

从在秦麦尔半島和其中法捷羣島的一个島上揀到的古代俄国的錢幣看来，可以断定这次英雄的航行实实在在約在 1617—1620 年間。在遺留下来的行李中，發現了用来判断方向的俄国罗盤——用一种古代巨象的骨头制成的太陽鐘（圖 3）——的另件。在匣子中央有一圓孔，这个圓孔是在鏤床上精工鏤出来的，在圓孔上安裝



圖 3 俄国的罗盤——太陽鐘。

着被磁化的磁針，還有刻度盤。

此外，也還存留下青銅羅盤的另件。這些羅盤上的磁針已經不在刻度盤的上面，而在里面了，磁針以指向北方的符號“N”來轉動刻度盤。

然而，就是像這樣較為完善的羅盤也不能可靠地指出北方的方向，特別在北冰洋。所以，船隻愈往北挺進，羅盤的偏角愈增大，這是用不着耽心的。

偉大的磁鐵

哥倫布第一個發現羅盤偏角的大小在地球各個地點是不盡相同的，可是他并不明白發生這個現象的原因。一個有名的航海家自己也未必會相信羅盤針受到北極星的支配。可是就在過了半個世紀以後，許多船長和領航員已經相信正是這顆星吸引着羅盤針的北端，而針之所以離開北方，僅僅是因為製造羅盤的工匠不會做出出色的儀器罷了。

紐倫堡工匠格爾克·加特曼曾經制成了一架太陽鐘，他証明了這種無謂的責難是毫無道理的。如果字盤上“12”這個數字是正對着北方的一點，那末這架鐘會正確地指出時間。看來，按羅盤針來確定方向似乎比什麼都容易，但是就在這個時候，加特曼才發現不能去信賴磁針。

他曾經在不同的年代，在好幾個城市里進行了觀測，結果發現磁針確實是偏离地理子午綫的，他甚至在羅馬、紐倫堡和其他地方測量了羅盤偏角的大小。

有一次，加特曼作了一次好奇的實驗。他做了一枚像手摺那樣長的針，按水平位置把它放在一根細棒的尖端，並使它保持平衡。但是一當這位工匠使這枚針磁化以後，針的一端立刻就發生偏轉了。“為什麼會發生這個現象呢？我可沒法解

釋”——他在 1544 年这样写道^①。

所有这些实验和观测表明，磁针不仅对南北方向有偏差，而且对水平面也有偏差。加特曼第一个发现：磁针除了偏角以外，还有倾角存在。

可是在当时航海者们感到兴趣的却是偏角，因为只要知道了任何地方偏角的大小，就可以精确地判断出哪一边是北方，正确地计算出船只的航程，而使船只按着规定的航线行驶。

后来船只航遍所有的海洋。于是许多船长从实践中知道各个地方的偏角是不一样的，而且他们还测定了偏角的大小。还在 400 年以前，也就是从 1556 年以来，在俄国北方，在彼乔拉河口，在伐加赤岛和新地岛，在霍尔莫戈雷和其他地点，已进行了这种测量。

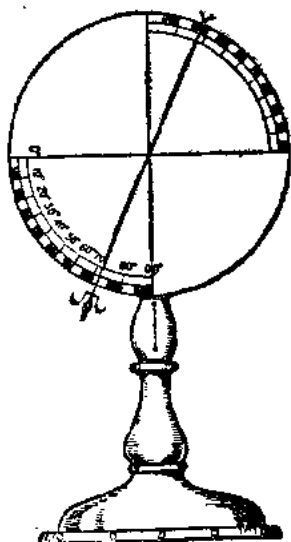


圖 4 諾爾曼磁傾計。

1576 年，英国罗盘工匠罗伯特·诺尔曼再度发现了倾角。为了测量这个倾角，诺尔曼制造了一架专门的仪器：他把磁针安装在垂直圆盘的圆心，沿圆盘的周边刻上了刻度（圖 4）。

诺尔曼利用这架仪器——磁倾计——确定了在伦敦的倾角的大小：针的北端离开水平线几乎下倾 72 度。工匠也精确地测量了在英国首都的倾角的大小：在 1576 年，罗盘针离开地理子午线向东倾斜 $11\frac{1}{4}$ 度 ($11^{\circ}15'$)。

① 这封信是隔了大约 300 年之后，到 1831 年在克尼格尔斯别尔（今名加里宁格勒）城的档案室里发现的。

傾角的發現徹底反駁了認為好像北極星在吸引着磁針的這個傳說。如果真是這樣，那末磁針的北端就不該下降，而應該上升了；但是，事實擺得很清楚，它並不仰向天空，而是俯向地球。這點給威廉·吉伯特的新發現作了準備。

吉伯特是一位傑出的研究者，他奠定了關於地磁學學說的基礎。他自己的結論不以猜測和臆斷為基礎，而用嚴格進行的試驗來證明。

還有彼列格林描寫了兩塊磁鐵的相互作用。如果把一塊磁鐵的北極移近另一塊磁鐵的北極，那末它們就彼此排斥。反過來，使兩塊異性極（北極和南極）相接近，它們就相互吸引，所以都認為磁鐵的整個力量只是集中在磁鐵的兩個極上。

吉伯特作過一個簡單的試驗：把一個磁化過的方形鐵塊插到一堆鐵屑里；的確是，絕大多數的鐵屑都附在鐵塊的兩端，而愈近鐵塊中心的地方，鐵屑愈少。這就足以說明，在兩極的引力只是比較強一些，可是這個引力，除了磁鐵中心以外，却作用於整個磁鐵的表面。

有一位學者也重作了諾爾曼的試驗。磁傾計指針的一端為什麼總是傾斜的呢？這僅僅是一個假想。吉伯特遵照“試驗證實一切”的原則，堅決相信了自己的假想。

他用一塊磁鐵磨削成了一個球，確定了球的兩極的所在地，並且在距兩極為相等距離的地方劃出一條赤道綫。這位學者把自造的地球模型稱之為“地球之子”，從拉丁文翻譯過來的意思是“小地球”。他把磁針用綫掛起來，就開始用這架“磁傾計”進行試驗，把它從小地球的甲地移到乙地。

在小地球的不同地點，磁針自己的表現並不一樣。只有在赤道上，磁針才處於水平方向，而越接近兩極，磁針一端的傾斜就越是厲害：在北半球是南端，而在南半球却是北端。在兩