

112816

蘇聯大眾科學叢書

鐵磁

B. Л. 奧后尼可夫 著
符 士 如 譯

商 務 印 書 館

175
14
2712

蘇聯大眾科學叢書

磁

鐵

B. Л. 奧后尼可夫著

符 士 如 譯

商 務 印 書 館

17731

磁鐵一本書開始先講述磁鐵的特性、磁和電的關係，接着就敘述電磁的工業用途。不但一般常見的機器如發電機、電動機、變壓器、起重機、電報機、電話機等用到電磁鐵，其他如在遠距離操縱、自動操縱技術以及磁力探礦、磁力檢驗、磁力測微等各方面也都需要磁鐵，而現代工業和醫療設備中，還利用電磁的熱效應，廣泛地採用了高頻電熱淬火法和電氣透熱法，戰場上工兵使用的地雷偵察器也因為裏面有了電磁，才能完成偵察的任務。在這本書裏對於這些近代的技術，都有詳細的介紹和說明。

本書根據蘇聯國家技術理論書籍出版局出版的大眾科學叢書之一—«МАГНИТЫ»譯出。著者為 В. Д. ОГОТНИКОВ。

蘇聯大眾科學叢書

磁 鐵

符 士 如 譯

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

(51804)

1954年3月初版 版面字數22,000

印數1—10,000 定價¥1,400

目 次

引言.....	1
一 磁和電.....	1
二 對磁鐵進一步的認識.....	5
三 磁力線.....	11
四 電力站裏的磁鐵.....	13
五 電動機.....	15
六 電流的電磁變化.....	17
七 電磁鐵在交通事業上的應用.....	20
八 磁力探測.....	22
九 近代的永久磁鐵.....	25
十 電磁的熱效應.....	26
十一 磁鐵在戰爭中的應用.....	29
尾語.....	30

磁 鐵

引言

幾百萬大大小小的磁鐵和電磁鐵，正在替我們的國民經濟事業服務。

磁鐵把沉重的東西升舉起來，並且發動了軋壓機、電車和電扇中的電動機；有了它們的幫助，電話和揚聲器纔能發出聲音來。它們又使電鈴震動並幫助工兵偵察敵人埋設的地雷。依靠電磁鐵的幫助，發電站方能產生出自己的電能。在汽車或飛機的發動機裏，有了它才能產生工作中所不可少的電火花。

關於磁鐵和電磁鐵的性質，以及關於磁鐵的現象和它們在近代技術中各式各樣的應用，在這本小冊子都要談到。

一 磁和電

上古時候，磁鐵給人們的印象，不過是一塊具有特別性質的石頭而已。它能吸引鐵器到它自己那兒去，並且能在一定長久的時間內把這些東西吸住，好像是把它們貼在上面似的。

這種石頭——各式各樣鐵礦中的一種——磁鐵礦——就叫做磁鐵。

後來，過了許久，磁鐵又有一個重要的特性被人們發現了。那就是他們證明了這個事實：假如我們用磁鐵去摩擦任何一種鋼製的東西，例如鋼刀，那麼鋼刀就開始也能吸引鐵族物質到它自己那兒去了——也變成了磁鐵。從那個時候起，就出現了“人造的”磁鐵——一塊用天然磁石（或磁鐵礦）摩擦過的鋼鐵。

磁鐵所表現的第一種實際的應用就是：當我們把一個已被磁化的小鋼塊放在軟木塞上，再把它們浮在水或油的上面時，磁鐵的一端總是指向北方，而另一端則指向南方。這就是被航海者應用的原始的指南針。

在紀元前幾世紀，人們早已知道，假如用羊毛去摩擦樹膠狀的物質——如琥珀，則經過片刻，琥珀就得到一種力可以吸引像小段軟毛、細線和碎紙片等的輕物質。

這種現象就叫做帶電（“電子”這個字，希臘文的意思就是“琥珀”）。

後來人們又注意到：這種用摩擦使物體帶電的方法，不單是琥珀能夠做到，並且其他的東西如玻璃、火漆棒以及其他等等也能同樣做到。

經過漫長的期間，人們還沒有發覺到在電和磁二者性質之間一些特別現象的聯繫。一般表現，僅僅是外表的徵象——吸引的特性：磁鐵能吸鐵質物體，而被羊毛摩擦過的琥珀能吸引小紙片。但實際上，磁鐵的作用是經常的，而帶電物在經過相當時間以後就消失了帶電的性質，雖然兩者表現都有吸引力。

十七世紀末葉，人們又注意到：當天空的雷閃——一種放電的現象——打在靠近鋼製物體的時候，就會使鋼製物體磁化。例如有一次，一隻放有許多把鋼刀的木箱，給雷電打中了。箱子打壞以後，引起主人非常驚奇，因為這些刀子都變成帶有磁性的東西了。

隨後像這樣類似的事件發現愈來愈多。可是這些事實依舊未能使人們從理論上去推想到電和磁之間所存在的密切關係。這種關係的確定，僅僅是一百三十年以前的事。那時人們已發覺到：當羅盤的磁針和通有電流的導體剛剛並列的時候，磁針就會發生偏斜（圖1）。

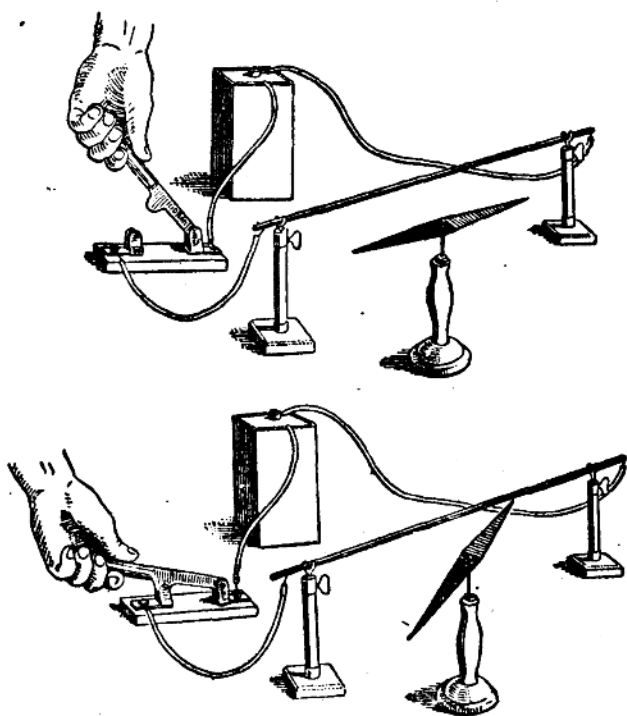


圖1. 通過電流使磁針發生偏斜。

大抵在那個時候，科學家也都發現了其他同樣新奇或更令人驚奇的現象。實驗證明：導線通了電流，就能夠吸引細鐵屑到自己那兒去

(圖2)。但當導線的電流停止，鐵屑就立刻散落下來，並且導線也失去了自己的磁性。

最後，人們又注意到電流的另一種性質，終於固定了電和磁之間的關係。人們發現：把鋼針繞以電線（這樣纏繞的線圈叫做螺管線圈）。再在線圈裏通過電流，這樣也能使鋼針磁化，正如同它被天然磁鐵摩擦過一樣。

從上面的鋼針試驗，就產生了電磁。後來科學家把軟鐵代替線圈

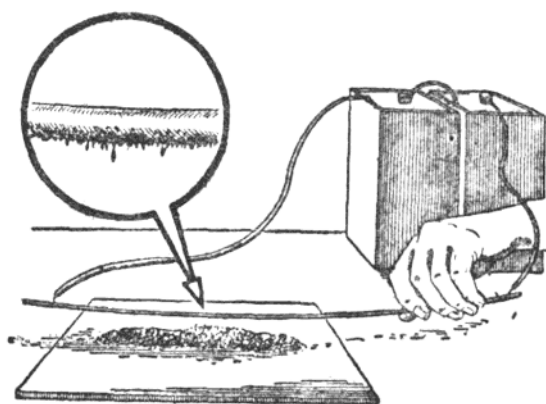


圖2. 銅線通過電流後，就能吸引鐵屑到銅線上去。

中心的鋼針，於是又發現了：在電流通過線圈的時候，軟鐵就帶有磁性（圖3），但是在停止電流以後，這種磁性却又消失了。這時候，他們領悟到：線圈的圈數愈多，電磁的力量也就愈強。

最初，許多人祇以為電磁鐵不過是一種物理學上的儀器，並沒有料想到，不久以後它竟能獲得極廣泛的應用，並且是構成許多儀器和機器的主要東西。

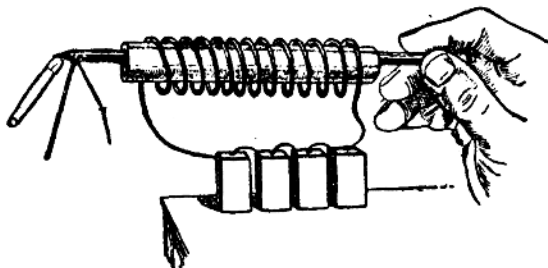


圖3 假如在電線圈的中心放置鋼針，並經線圈通過電流時，鋼針就被磁化；假使用軟鐵代替鋼針放在線圈當中，則軟鐵只能在線圈通過電流時，纔有磁性發生。

自從確定了電流能把磁性給予導線的事實以後，學者們又發生了一個問題：是不是電和磁之間相反的關係也存在呢？例如，把力量很強的磁鐵放進線圈中去，是不是線圈中也產生電流呢？答案很快地找到了。他們發現：當磁鐵在線圈中運動的時候，線圈中間果然產生了電流。但是僅僅在運動的時候：即當磁鐵插入線圈或從線圈中間拔出的時候，電流方能產生（圖4）。同樣地，當磁石靠近或離開線圈的時候電流也能生產。

這種現象可用**能量不減定律**來解釋。事實上，如果當磁鐵在靜止不動的狀態下，也能在電線中產生電流，那將完全違反了**能量不減定律**。按照這個定律，要想得到電流，必須消耗其他的能量，使這能量轉變成電能。在藉磁石幫助產生電流的時候，被消耗到磁鐵運動上的能量，就立刻轉變成了電能。

二 對磁鐵進一步的認識

還在十三世紀中葉時，一些愛好研究的觀察家們已注意到，羅盤的

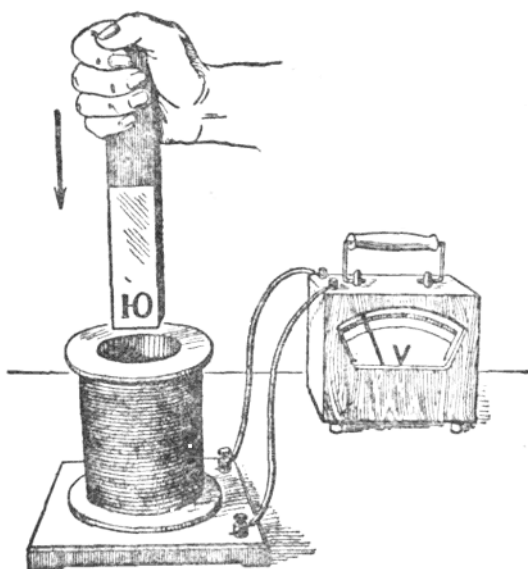


圖4. 受磁鐵在線圈中心運動的影響而產生電流。

磁針和磁針之間，有它們相互的作用。那就是：指向同一方向的針端，彼此排斥；而指向不同方向的針端則能互相吸引。

這種現象，幫助了科學家去解釋羅盤針的行動。科學家的推想是：地球本身就是一個人磁鐵。羅盤針底一端，所以會頑固地轉向它所必須轉的方向，就是由於它們和地極底一端相排斥而又和他端相吸引的緣故。這種推想可以證明是正確的。

小鐵屑附着在任何力量的磁鐵上，大大地幫助了磁鐵現象的研究。首先被人們注意到的，就是在磁鐵的兩個固定的地方附着的鐵屑最多；這兩個地方或者按照它們開始叫的——兩個磁極。人們所了解的是：

任何磁鐵總是至少有兩個磁極，一個叫做北極，而另一個叫做南極。在條形磁鐵上磁鐵的兩極分別位於磁鐵的兩端。

取一張厚紙或一塊玻璃板，上面撒佈一些細鐵屑，下面放著一個磁鐵。這時最初看見的，是在磁鐵的兩極，滿佈着濃密的鐵屑；其次就可以注意到一些比較稀疏的細線條（彼此對稱的鐵粉粒）從一極向另一極伸展開來（圖5）。

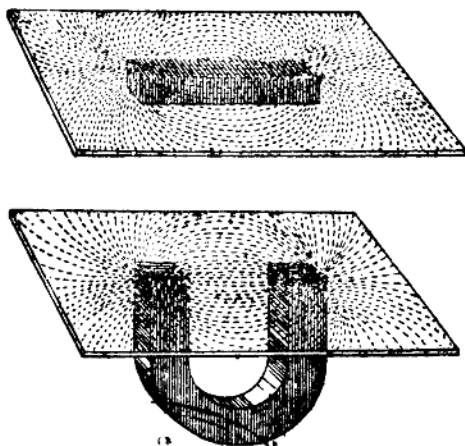


圖5. 細鐵屑在磁鐵周圍的地方，表示了磁力線的排列。

這些線說明什麼呢？

進一步對磁鐵現象的研究，證明在磁鐵的周圍有着特別的磁力作用，或者如一般所說的：磁場。放在磁鐵上的鐵屑，就表示了磁力的方向和強度。

細鐵屑的實驗，可以給我們很多的啓示。當小塊的鐵被吸引到磁極上時，如果輕輕地震動那放著鐵屑的紙張，那麼由鐵屑造成的畫面就開

始發生變化。磁力線表現得那麼清楚：它們從磁的一極出發走向鐵塊，然後整個變得愈來愈密，按照在鐵塊的附近範圍內，走向另一極。就在同一個時候，產生了一種力（磁力），而磁鐵就利用這種力來吸引鐵塊。

在電流經過線圈的時候，究竟電磁鐵棒的哪一端產生北極，哪一端產生南極呢？按電流在線圈中進行的方向，就很容易確定了。很明顯地，電流（帶陰電荷的電子流）以陰極出發而流向陽極。明白了這個，再注意到電磁底線圈之中電流進行的方向，就可以確定：當電磁的線圈之中，電流朝著某個方向進行，鐵棒的一端，即在電流順時針方向做環行運動到最後終點的這一端，產生了北極，而在鐵棒的另一端產生了南極。如果在纏繞磁棒的線圈中，改變了電流的方向，他的兩極也就立刻變更了地位。

進一步，我們又可注意到：電磁鐵也和永久磁鐵一樣，假使它們的形狀不是直的而是彎曲的，因而使它們不同的兩極靠得很近。這樣，它們的吸引力量，就會明顯地增強了。在這種情形之下，已不是一極發生引力，而是兩極。除此以外，並且磁力線在空間的散佈也比較小——磁力線在兩極間變得更集中了。

當被吸引的鐵質的東西附著兩極的時候，馬蹄形磁鐵幾乎在空間停止散佈磁力線。這個現象，當用細鐵屑撒在紙上時，很容易看得出來。以前從一極向着另一極伸延的磁力線，現在則通過被吸引住的鐵屑進行，好像對於磁力線，通過鐵質比較通過空氣更容易似的。繼續研究的結果，證明實際也就是這樣。於是產生一種新的觀念——磁力線的穿透力，它可以用來表示磁力的大小。磁力線穿過任何其他物質，都比穿過空氣更容易得多。

鐵和某些鐵的合金，具有最大的磁力線穿透力。

用這個道理就可以解釋：爲甚麼在金屬中間，恰巧是鐵能比其他一切物質更容易被磁鐵吸引。其他金屬——鎳，表現了較小的磁力線穿透力，它被磁鐵吸引的力量比較弱些。

事實所表現的是：某些其他物質也具有比空氣稍大的磁力線穿透力，因此，它們能被磁鐵吸住，但是這些物質的磁力，表現得非常微弱。因此在一切電氣器械和機器中的電磁，如果缺乏鐵或含鐵的特別合金，這種機器就不能夠使用。

當然，對於鐵和它的磁性的研究，幾乎從最初電工學起，都會予以極大的注意。但是真正的，科學的精確計算，還僅是在俄國學者亞歷山大·格里高列耶維齊·斯托列托夫在一八七二年發表了卓越的研究以後，纔成爲可能。他發現了：任何一種鐵塊，它的磁力線穿透力的大小，都不是永久不變的。穿透力的變化是隨著這塊鐵的磁化程度而變化。對於鐵的磁性試驗，斯托列托夫所設計的方法是有很大價值的；到現在，學者和工程師都應用這種方法。

對於磁性現象的本性更深入一步的研究，僅僅在物質構造的學說發展了以後，纔成爲可能。

磁學的現代觀念是怎樣的呢？

現在我們知道，任何一種化學元素都是由原子——非常微小的複雜質點——構成的。原子的中心有個帶陽電荷的原子核，圍著原子核，有一種帶陰電荷的質點——電子——在轉動。在不同的化學元素之原子中，電子的數目是不同的。例如圍繞氫原子核而轉動的僅有一個電子，而圍繞鈾的原子核轉動的則有九十二個電子。

學者經過悉心觀察了不同電的現象後，得到了一個結論，就是：導體中的電流就是電子的運動。

現在讓我們回想一下：在有電流通過的導體的四周，那就是電子在運動的導體的四周，總會產生磁場，從這個事實可以推想到，磁場總是出現於有電子運動的地方。換句話說：即磁場的存在是電子運動的結果。

有一個問題發生了：既然在任何一種物質之中總有電子圍繞著自己的原子核而轉動，那麼，在這種情形中，爲甚麼不是一切東西都在它的周圍產生磁場呢？近代的科學，對於這個問題給了以下的回答：每一個電子不僅是帶有電荷，並且也帶有磁的性質，它表現了一個微小的基本磁鐵。當電子圍繞核心運動時所造成的磁場，就和它本身的磁場一同表現了出來。但是在大多數原子中的磁場，因互相抵消而化爲烏有。僅在少數元素中——鐵、鎳、鈷，由於不平衡而可以發現磁場。於是原子就表現了它們自己細微的磁性。因此這些物質都稱爲鐵磁體。如果鐵磁體的原子排列得很凌亂，那麼每個原子的磁場就各自朝著不同的方向，磁力的總和也就互相抵消了。然而，若是它們改變了這種狀態，使磁場增強——那就是，使物質處於磁化狀態中——許多磁場將不再是互相抵消而是彼此團結，使整個一塊鐵在自己的四圍產生磁場，成爲一個磁鐵。當電子變動到一個方向的時候，就發生這種情形。比如，電流通過導體時，個別電子的磁場便集中而形成一個共同的磁場。

反之，落入外面磁場的電子，常常受外面磁場的影響，並藉外面磁場的幫助，以控制電子的運動。

以上所述，僅僅是一些淺近而非常簡要的情形。實際上，發生在導體和磁性物質內的原子現象是遠比以上所說的要複雜得多。

關於磁鐵和磁性現象的科學——磁學，在近代的電工學上是非常重要的。在這種科學發展的過程中，蘇聯學者——對磁學研究很有成

就的別洛露西亞蘇維埃社會主義共和國科學院院士，斯大林獎金的獲得者，尼古拉·西爾基維奇·阿古洛夫曾創立全世界聞名的重要定律“阿古洛夫定律”。這個定律很早就確定這種關係：當磁化的時候，金屬的這些重要性質，像導電、傳熱能力和其他等等都會隨着變更。

許多後代的學者，都向着這方面工作，希望能澈悟磁鐵現象的奧秘，從而利用這些現象爲人類服務。在我們的時代裏，已有幾百萬各式各樣的磁鐵和電磁鐵正在爲我們的國民經濟幸福而在最多樣的電機和電氣器械中工作。

它們把人類從沉重的體力勞動中解放出來，並且有時他還是不可缺少的服務員。

讓我們來看看，這些偉大的人類助手是在什麼地方工作和怎樣工作的？

三 磁力線

在工廠車間的天花板上，輕微地擺動着一條垂下的粗大繩子。在繩底末端掛着一個龐大的圓筒形物體。這物體在那兒向着一個鑄鋼件下降，慢慢地就和鑄鋼件接觸了。

這時，工人轉動了電閘，於是圓筒形的物體又開始向上升，並且把一千噸重的鑄鋼件和自己一同帶了上去。

這就是電磁起重機。

我們既沒有看見鉤子，也沒有瞧見繩索把剛剛放在地上的鑄鋼件網住。

那麼，鑄鋼件被什麼東西拿起來的呢？

磁力線，它們正好比不能被肉眼看見的觸角，圍繞在鑄鋼件底四周，並吸引它們到圓筒體——電磁鐵——上去。

但不是用繩索把每個機件綁好，而是當一般起重機不能把鑄鋼件帶到必需的地方時，磁力線很牢固地吸引鑄鋼件到磁鐵上，並把它們帶走。如果沒有電磁起重機，爲了用繩子綁起沉重的鑄鋼件，就不知要支付多少勞力。而現在，工人不需要化什麼力量，只要用電閘停止了電流，然後再過一會兒，磁場消失，鑄鋼件也就解脫下來了。

這兒又有一個例子：

刨床的刀架前後地移動着。刀架上放着已被切削過的鑄件。工人使刨床停止工作後，再按一下按鈕，於是很容易地就把加工過的工件從刀架上拿走了。

它怎麼會被拿起來的？爲什麼工人不必轉開虎頭鉗，或使用其他適當方法就能取下工件呢？

解釋是簡單的，刀架已被電磁所充滿，磁力線很穩固地拿住了工件，好像把它抓緊似的。工人壓了按鈕以後，電流停止，於是工件就解脫下來。

這裏有架粉碎機。沿着輸送槽很快流進了金黃色的麥粒，爲的要把它們磨成細粉。但如果偶然有小釘子或小鐵塊隨着麥子一同掉下來呢？你知道，這是會損壞磨機的。所以，爲了防護機器，使這些東西不致藏在裏面起見，那個機器上也裝置了一個强有力的磁鐵：它“抓緊”了鐵質物體，並堅實地握住它們，不讓它們掉到機器中去。

像這類磁鐵和電磁鐵在技術上的實用例子舉不勝舉，我們所看到的，僅僅是最簡單的而已。

四 電力站裏的磁鐵

怎樣纔能獲得大量的電能呢？僅僅在人們能在發電上運用磁鐵和磁性現象的時候，纔會達到這個地步。

讓我們看看新式的電力站吧。

渦輪——動力機慢慢地發出沉濁的聲音帶動機器——發電機，產生了電流（圖6）。蒸氣或水力衝擊着渦輪機中特殊的葉片，使渦輪機作高速度的轉動。於是就傳動到發電機的豎軸上。

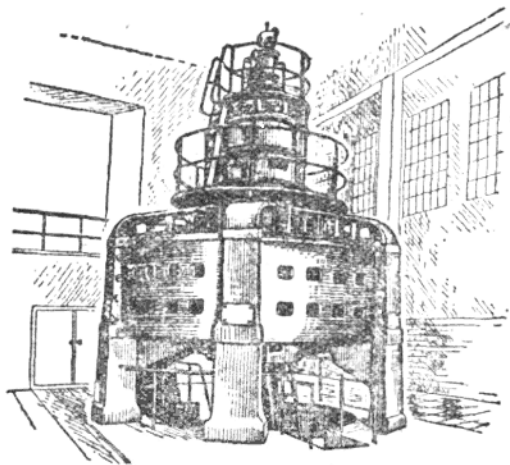


圖6. 近代的強力發電機。

改變轉動的機械能成為電能的發電機是怎樣構造的呢？

顯然，是磁場在當中擔任了主要的角色。