

青年科學叢書

電 流

阿吉洛維奇著

中國青年出版社

青年科學叢書

電

流

阿吉洛維奇著
滕久敏譯

中國青年出版社

一九五六年·北京

电 流

〔苏〕阿吉洛維奇著

滕砥平譯

*

中 国 青 年 出 版 社 出 版

(北京东四12条老君堂11号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第036号

中國青年出版社印刷厂印刷

新華書店总經售

*

787×1092 1/32 1 7/8印張 26,000字

1951年8月第1版 1952年8月第3版

1956年7月北京第9次印刷

印数 43,001—57,000 定价(7) 0.18元

內 容 提 要

列寧曾經說過，‘共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化’，電的重要是可想而知的。因此新中國的人民就必須懂得一些電的知識。這本小冊子的目標很低，只要求能夠向讀者解釋三項問題：電流是什麼？它是怎樣造成的？電流流通時有哪幾種現象發生？因為讀者能夠回答這三項問題，也就能够明白各種電器和電機的原理，也就可以更順利地作進一步研究了。

Э. И. АДІРОВИЧ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК
ТЕХГИЗ, МССКВА, 1950

目 次

前言	1
一 電荷與電場	3
二 電流	15
三 電流的三種作用	34
結語	54

前 言

在現代的勞動事業裏，人的肌肉力量只佔不重要的地位，這是由於我們利用自然界所儲藏的能而得到的結果。假如我們不知道利用自然界的儲能，那我們的生活和事業就一定不和目前一樣了。

在 1950 年，戰後第一個斯大林五年計劃完成的時候，蘇聯的發電廠將供給 820 萬萬‘仟瓦小時’的電能。如果靠手的勞動來完成這項工作，那就必須一萬萬人每天工作十小時並且連續工作二十年之久纔行。

能就是工作的能力。能够完成工作的任何物體，都含有一定的能。石油和煤，泥炭和柴，含有化學能；瀑布和河，海潮和風，含有機械能。人們直接利用這種機械能的地方不多，他們主要是將這種機械能變成熱能和電能而後加以利用。

我們這個世紀有着這樣的特點：本可以放在引擎裏直接燃燒的燃料，卻要送到發電廠裏去燃燒，使它變成電能，然後送到各製造廠、住宅、電化鐵路去使用。有瀑布的地方，建設水電廠，將落水的能變成電能。沒有瀑布的地方，又利用攔河壩來建立水電廠。有了這種特點，這個世紀的確配稱為‘電的世紀’。

蘇聯曾經制定一個全國電氣化的計劃，作為社會主義建設的基礎。列寧把這計劃稱為黨的第二方案。

這樣，電就被看做了現代前進技術的基本動力。但為什麼要這樣看呢？

蒸汽機不斷地要求燃料的供給。假如附近有森林、石油井或煤礦，再好沒有。假如沒有呢？就要整天整夜利用機車，將燃料從遠處一車一車地運到工廠裏去了。燃料的消耗是很大的，要在國內到處開採燃料，也很困難。因此，我們決不能利用蒸汽機把現代工業放在單純的熱力機器的基礎上。而電能呢，卻可以經由電線傳遞到很遠的距離，絕少損耗。所以要建設現代工業，必須以電力機器為基礎。

要得到電能，不一定要燃燒昂貴而稀少的燃料。瀑布與河流中所擁有的大量機械能，在設立了水電廠以後的今日，也就可以好好利用，不再讓它們糟蹋掉，像電機發明以前那樣。

可是還不止此，有了電以後，纔有現代的許多種新發現。譬如，無線電通信和無線電定位，透入原子核和擊破原子核等等——這一切所以能夠辦到，都是因為有了電。電這東西真可以說是‘萬能’的。它能照明住室和街道；它能開動火車、電車和無軌電車；它能發動機器，熔化鋼鐵，舉起重物；它能使我們聽見幾千公里外的人說話，能夠治病，能夠發現那隱藏在地球內部的礦石、煤和石油，能夠讓我們在黑暗裏和遠距離外看見東西，能夠使我們親眼看見人體內部各器官如何工作。真

的，單是把電所能做的工作開張單子，就非用好幾百紙不可。

當然，電自己並不能做任何工作，上述一切都是由懂得了電現象的規律的人來做的。許多人工作了好幾世紀，纔得到了這些結果。在人們不懂得電的規律的時候，那不能由人力控制的自然放電現象——閃電，不是無影無踪地消逝了，就是釀成火災，殛傷人畜。

和在世界科學與文化的其他部門中一樣，在電的學說和技術方面，俄羅斯的科學家和工程師們也有巨大的貢獻。無線電、電光、第一種適合實用的高壓傳能術、三相發動機、電磁波壓、變壓器、電動機和發電機的互相轉變性、電弧、電冶金術等——這一連串名稱還沒有把俄羅斯電科學上和電工技術上的發明和發現完全開列出來。波波夫 (А. С. Попов)、彼得洛夫 (В. В. Петров)、列別捷夫 (П. Н. Лебедев)、耶布羅乞柯夫 (П. Н. Яблочков)、羅得金 (А. Н. Лодыгин)、多利夫·多布羅沃利斯基 (М. О. Доливо-Добровольский)、耶柯比 (Б. С. Якобь)、列涅茨 (Э. Х. Ленец) 和許多別的傑出的俄羅斯科學家和電工技術家，都是全世界聞名的。

可是，這種使人類對於自然的支配力加大了無數倍的電流，到底是什麼東西呢？

一 電 荷 與 電 場

我們周圍的物體是怎樣構造的？

要從自然界得到電流，我們第一步必須向物質的核心裏做一次旅行，去看我們四周的物體是怎樣構造的。一切自然界的物體，都是用極微小的顆粒——原子組成的。原子太小了，就是用最強大的顯微鏡，也看不見它們。在一厘米長的一條線上，即‘——’這麼短短的距離裏，就擺得下一萬萬個原子。

幾個原子互相結合起來就成為分子。

我們看不見個別的和分子，可是原子和分子決定着我們四周各種物體的一切性質。

假如分子彼此離得很遠，那它們就要向一切方向自由運動，因而彼此發生撞碰，撞碰以後又向不同的方向飛散，這樣的物體就是氣體。無論盛器有多麼大，它的整個容積都是氣體分子活動的範圍。

在液體裏，原子和分子的運動也是很快很亂的。但在液體裏它們彼此接近得比在氣體裏緊密得多。於是分子就被一種特別的聯繫力團聚在一起，使每一種液體都和氣體不同而有一定的體積。我們能裝半瓶子水，卻不能只裝半瓶子空氣，就是這個道理。

構成固體的原子是以一定的秩序排列起來的（圖1）。在這裏，原子已不能像在液體或氣體裏那樣，在整個體積裏隨便移動。原子間的聯繫力，使其中每一個都被保持在自己的地位上，原子只能做不大的振動，像裝在彈簧上的小錘那樣。

每一種固體都和液體、氣體不同而有着一定的形式。例如我們可以把冰鑿成球形，決不能把水鑿成球形，便是這個道理。

假如物體中的原子或分子運動得很慢，這物體對於我們就是冷的。假如它們運動得很快，這物體就是熱的。物體的溫度是由其中分子的‘動能’來決定的，這種能我們叫它熱能。

對物體加熱時，我們就加大了物體分子的動能，也就是加高了它的溫度。一塊鐵放進爐子裏燒的時候，其中的原子就會振動得越來越快，振動的範圍也會變得越來越大，結果原子的能量就變得這麼大，以至於原子間的聯繫力再也不能把它們保持在原來的地位上。原子從原來的地位跑開，秩序也就破壞，於是擺在我們面前的就不再是固體，而是液體。換句話說，就是鐵已熔化。

原子是怎樣構造的？

人們很久都認為原子是最簡單的微粒。整個宇宙，整個世界，就是由這種最簡單的微粒構成的。於是又把它們叫做‘砌成宇宙的磚塊’，現在我們知道並不是這樣的。微小的原

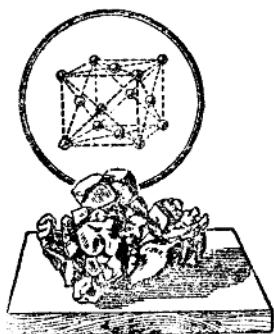


圖1. 天然金塊裏的
原子排列方式

子並不是一顆簡單的微粒，在原子的中心，有一個原子核，圍繞着這個核有許多電子在運動着。

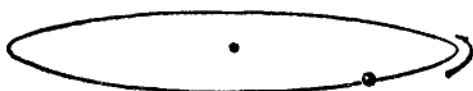


圖2. 氫原子圖解

原子的構造見圖2，這是一個最簡單的原子——氫原子，其中只有一個電子。別種原子，有着許多電子，例如鈾原子有92個電子。但在一切原子中電子都是同一種類的。

電子和原子核都比原子本身小幾十萬倍。在圖2中，原子核和電子的大小，如果按照原子的大小來說，是畫的太大了。但我們也沒有方法把它們的比例畫正確。因為我們既然把氫原子核畫成圖中那個球那樣大小，那麼，原子的大小（即電子軌道的直徑）就應當等於200公里！

別種原子和氫原子的不同，不止在於電子的數目，又在於原子核的構造。別種原子核，要比氫原子的核大得多。但在一切場合，原子核的大小比起原子的大小來，都是小得無法相比的。

電 荷

原子裏的電子，是什麼把它們聯繫在一起的呢？它們處在核外相對說來如此巨大的距離裏，為什麼還會繞着核轉呢？原因是：無論是原子核或電子都帶有電荷。而電的顆粒，在它們

自己中間是會發生某種關係的：它們會互相拒斥，假如它們的電荷是同樣的。它們會互相吸引，假如它們的電荷是不同的。凡是原子核，所帶的電荷都是陽電。凡是電子，所帶的電荷都是陰電。因此，原子核就把電子保持在原子裏，而電子對原子核的吸力，又強迫它們自己繞着核轉。

物體因摩擦而起電的現象

既然所有物體都是由原子組成的，而原子又是由具有電荷的顆粒組成的，爲什麼我們不能在我們周圍的物體中，發見電力的互相吸拒作用呢？

原因是整個的原子是中和的。原子中全體電子的陰電荷加在一起，恰和原子核的陽電荷平衡，使原子所帶電荷，總數成爲零。原子既然是中和的，分子也就是中和的，同時由原子或分子組成的物體，也就成爲中和的，不帶任何電荷。我們平常看不見物體中間有什麼吸拒現象，就是這個道理。

拿一根玻璃棒，再拿一塊乾的絲綢，用力擦它，這時候玻璃分子中的一部分電子，就會跑到綢的分子裏去。結果若干玻璃分子就由中和性的顆粒變成帶電荷的顆粒——離子，換句話，就是發生了電離現象。詳細點說，玻璃分子既然失去一個或幾個電子，其中原子核所帶陽電荷就要多於留在其中的電子所帶陰電荷，於是這個分子就帶上了陽電荷，而成爲陽離子。取得了一個或幾個多餘電子的原子或分子，就是陰離子。

假如我們用這個棒去接觸兩張吊在絲線上的捲煙紙，那麼捲煙紙上的一部分電子，就要被帶陽電荷的棒吸引過去，使捲煙紙都得到陽電荷而開始彼此相拒，如圖 3。

捲煙紙也能得到陰電荷的。要做到這一步，只要用火漆棒或硬橡皮棒來代替玻璃棒，再用毛皮或毛織品來代替絲綢就行。在用毛皮摩擦火漆棒或硬橡皮棒時，一部分電子會從毛皮走到棒上，因而使棒取得陰電，成為帶陰電的物體。電子是彼此相拒的。因此，當棒接觸到捲煙紙時，一部分電子就要走到紙上去。用火漆棒或硬橡皮棒觸過了捲煙紙，既然都帶上陰電荷，它們自然也要彼此相拒和圖 3 一樣。但如一張捲煙紙帶上陰電荷，另一張帶上陽電荷，它們中間就要發生吸引現象（圖 4）。

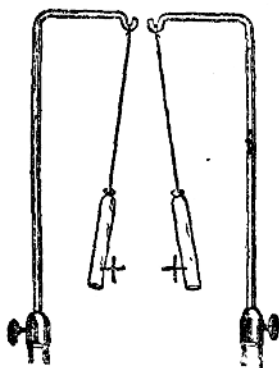


圖 3. 兩張電荷相同的捲煙紙彼此相拒

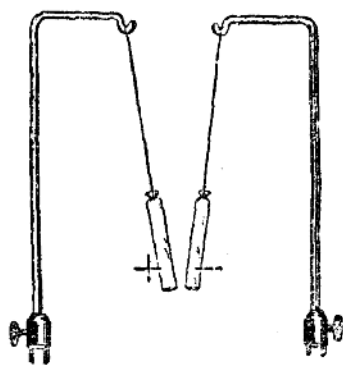


圖 4. 兩張電荷不同的捲煙紙彼此相吸

人們最初是由用絲綢摩擦琥珀纔認識電的。那是古希臘人在二千五百年以前的發現。

我們現在可以看出，人們從實踐中認識到的琥珀、玻璃、硬橡皮等物體所帶的電性，其實只是作用在電子和原子核中間的電力現象。

陽電荷和陰電荷的名稱是在原子的構造、電子和原子核之類的知識還一點也沒有的時候定出來的。後來纔查出陽電荷就是原子核的電荷，陰電荷就是電子的電荷。

帶陽電荷的物體，就是損失了本身原有一部分電子的物體。帶陰電荷的物體就是得到了過多電子的物體。物體摩擦起電的現象，就是由一部分電子從一物體跑到另一物體上面而引起的。

電 場

假如原子核不帶電荷，那麼所有的電子，不管離核或遠或近，都不會受到任何力量的作用。就是因為原子核帶有電荷，別的電荷走到圍繞原子核的空間裏，才會受到吸力或拒力，並且離核越近，這種吸力或拒力也越大。

這樣，在圍繞原子核或任何其他電荷的空間裏，就有一種十分奇特的現象發生，即：來到這種空間裏的其他電荷，會感受到一種力量（吸力或拒力）。這種力量的原因，就是電荷所造成的電場。

每一種電荷都由它自己造成的電場包圍着。

在中和性物體周圍，沒有這種電場。這是因為由物體中一切原子的核所造成的電場，是被其中全部電子所造成的相反電場抵消了。這兩種電場作用在任何電荷上的力量，大小相等而方向相反，所以它們的總數等於零。

前面已經說過，整個的原子也是中和性的。在比原子的大小大得多的距離裏，原子的電場實際等於零。換句話說，原子是不會吸引也不會拒斥電荷的。但是因為原子中的陽電荷和陰電荷不是完全在同一地方（前者屬於中間的原子核，後者屬於核外的電子），所以在原子的附近電場就不一律，也不互相抵消。因此，中和性的原子彼此相隔極近時，它們中間就會有電力發生。

當兩個原子偶然相遇時，如果發生的電力是拒力，它們就要再跑開。如果發生的電力是吸力，就要把原子團結成分子。作用在分子內部使組成分子的許多原子團聚在一起的力量，它的來源就由於電。推到最後，還是由於電子和原子核的電力的作用。

在兩件物體因摩擦而起電時，兩物體間發生着緊密的接觸，其結果，一種原子的電子就跑進了另一種原子核的電場裏，並被這電場拖過去。在這裏摩擦本身並沒有什麼了不起的作用，重要的是有不同的原子在極近的距離裏互相接近。

在講電學的時候，常常提到‘電場起作用’，而不說‘電場的

力量起作用’，常常用‘電場的方向’來指示‘電場的力的方向’，常常說‘電場吸住什麼東西’而不說‘電場的力吸住什麼東西’等等。在這本書裏，我們也將這樣說。

金 屬 和 絕 緣 體

我們已經知道，固體中的原子是依照一定的空間秩序排列的（參看圖1）。說得更正確一點，在空間裏按照一定秩序排列的，不是原子而是原子核。至於電子，它們的行為是隨物體而不同的。

在某種物體裏，全部的電子都緊緊地團聚在原子核的附近。這樣的物體就叫做絕緣體或者介質。在另外一些物體裏——在金屬裏，一部分的電子是在被該物體佔據着的全部體積裏，自由地或者幾乎自由地行動着。

要懂得金屬和絕緣體裏面，電子的行為所以會有這樣的不同，必須考慮到固體裏面原子核與原子核間的距離是和原子本身一樣大小的。因此每一個電子不但處於本原子核的電場裏，又處於鄰原子核的電場裏。假如鄰原子核的電場較小，電子就留在一定的原子裏。假如鄰原子核的電場很大，那麼電子所受的諸力量會彼此抵消，結果電子就不再受本原子核的束縛，而要在整個物體中流浪着。這樣的電子，就叫做自由電子。

在有許多電子的原子裏，總有一批電子始終靠近原子核

運動，而另一批電子則離核比較遠。顯而易見，個別的原子，即使是固體中的，在核附近運動的電子仍將繼續被核吸聚在一起。它們離開鄰近原子的核很遠，受到鄰核電場的作用比本核的要微弱得多。所以這種內層的電子是不能離開原子的。能在整塊金屬裏旅行的，只是那些最外層的、離核最遠的、核的吸力在它們身上最微弱的電子。

這種外層的電子，當兩種不同的原子互相接近的時候，譬如當氫原子和氯原子相遇的時候，就從一原子走進另一原子。在這種情形中，氯原子核的電場，把氫原子中的電子拖過去。於是氫和氯都不再是中和的原子了，它們都變成離子。氫的陽離子和氯的陰離子，互相吸引而成分子，這樣的分子就組成鹽酸。

銅、銀、鐵、鋁，含有一部分自由電子。這種物體就是金屬。玻璃、白蠟、瓷器、硬橡皮，所含的電子都是互相聯繫着的，其中沒有自由電子。它們便是絕緣體。

物體因感應而起電

讓我們做這樣一個試驗。拿一根不帶電的銅棒，它是由兩根半截棒緊緊聯在一起做成的。在每一半截棒上，都有一個玻璃的手把子。現在照圖 5 的樣子，把銅棒拿到一個由帶電不同的兩塊金屬屏造成的電場裏，並且就在電場當中把它分開。再把兩個半截棒分別拿到預先充了電的捲煙紙跟前檢