

「汽車和公路」叢書之十七

汽車電學基本知識

張 燁 編 著

汽車和公路雜誌社出版

「汽車和公路」叢書之十七

汽車電學基本知識

張 燁編著

汽車和公路雜誌社出版

內 容 介 紹

電氣設備，是現代汽車能夠靈活運轉的必要條件。但一般保
修駕駛人員，對電氣設備的原理，了解最少，因此在運用保修上，
問題特多。本書將汽車上主要電氣設備，如發電機、蓄電池、始動
機、點火線圈、容電器、發電機調節器以及電流、電磁感應、跳火
電壓等基本原理解，儘量用淺顯簡短的文字，作比較深入的解釋，
使技術員工及司機同志們，能由此對汽車電氣設備的原理，獲得
基本的認識。

汽車電學基本知識

目 錄

- 一 電的流動.....(1)
- 二 電磁感應.....(7)
- 三 發電機原理.....(14)
- 四 發電機調節器.....(19)
- 五 始動機原理.....(29)
- 六 蓄電池原理.....(33)
- 七 點火線圈原理.....(39)
- 八 容電器原理.....(45)
- 九 跳火電壓.....(52)
- 十 磁電機原理.....(58)
- 十一 音響和燈光號誌.....(67)

一 電的流動

電怎樣流動

電流是電子的流動

電流是電子的流動。電子是顯微鏡也照不出的小東西，任何物體中都存在着。

自來水在管中流動，必須用水泵(幫浦)把水鼓動或把水位提高，使水從水位高處向低處流；同樣，要電子在電線中流動，必須把電位提高，使電子從電位高的地方向低的地方流。使電子流動的力量，通常叫做電動力，電動力從電源發生。汽車上產生電流的電源是發電機和蓄電池：發電機是用外力經皮帶拖動產生電動力的，蓄電池由內部的化學作用產生電動力。

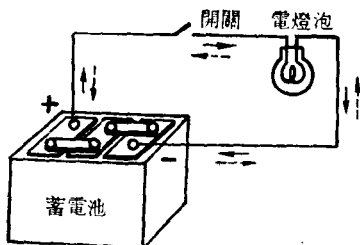
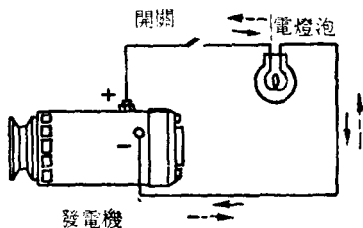
電子只能在完整的環路中流動，把電線切斷，或把開關開斷，電流便停止流通。電流的速率極快，不管電線多長，開關一經閉合，電流立即從正極流到負極。

電流的方向

電流在導線中的方向，學術上的習慣，假定從正極(+)流向負極(-)，實際上電子是從負極流向正極的(圖一)。

蓄電池和汽車發電機流出的電流，方向是不變的，叫做直流電；發

電廠裏發出的電流，大多數是方向時刻來回變化的，叫做交流電，這是由



圖一 實線示電流方向，虛線示電子實際流動的方向。

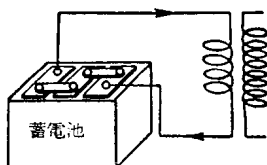
於發電機構造各異的緣故。

電子流動時產生那些現象

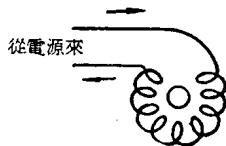
發熱

電流通過點火線圈，線圈便熱起來；電流通過電熨斗，熱得燙手；電流通過電爐絲或電阻絲便會燒紅。這些現象，

說明電流通過時，會發生熱(圖二)。



圖二 電流通過點火線圈
線圈便會熱起來

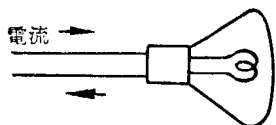


電流通過電阻絲便
使它發紅

發光

電流通入汽車頭燈，便會發光；通入充電用的真空整流器，燈絲也發亮。發光的作用，基本上也是由燈泡內燈絲

發熱而起(圖三)。



圖三



磁力

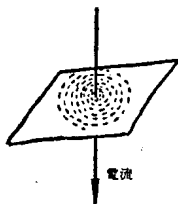
把磁針放
在通電流

的電線旁邊，磁針被引偏斜。使電線穿過紙板，紙上放鐵屑，略加震動，則鐵屑成爲圓圈形，這是因爲通電流的電線周圍具有磁力的緣故(圖四)。而且這個磁力，是圍繞在電線周圍而存在着。把電流通入發電機調節器的線圈，在線圈前面的鐵質觸點臂可被吸下，這也是因爲線圈中



↑ 圖四 磁針起偏差

紙板上鐵屑排圓形→



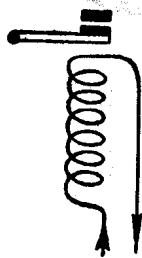
通電後產生磁力的緣故(圖五)。

化學作用

將電流通入蓄電池，鉛板上發生氣泡，電液中硫酸增多。這是電池中起了化學變化的緣故。

生理作用

當你把手接觸到汽車上有電的火花塞高壓線頭時，手臂立刻感到麻震，而不自主地迅速縮了回來。一個人碰觸電桿木上的電線，會立即停止呼吸而死亡。這是電對於生理的作用。



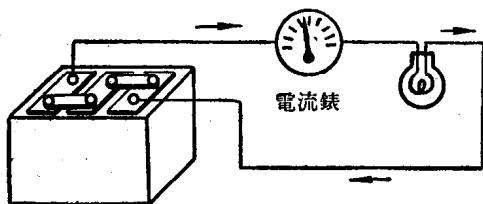
圖五 調節器線圈通電後吸下觸點臂

電流大小如何比較

電流的單位叫安培

電在電線中流動，有如水在水管中流動，流過水管的水量，以單位時間(每分鐘或每小時)流過的水量(公升數或加侖數)來計算，例如說每小時 100 公升。流過電線的電流量，以每秒鐘流過的電量(電量的單位叫庫倫)來計算，例如說，每秒鐘 100 庫倫。每秒鐘流過一庫倫的電，另外有一個名稱，叫做“安培”，簡稱“安”。

蓄電池的容量，習慣上說 100 安培或 120 安培。這是安培小時的簡稱，和電流的單位不同。1 安培小時，是指流量等於 1 安培的電流，流了 1 小時的電量。120 安培小時的蓄電池，是說，假定讓它以 6 安培的電流量流出去，可於 20 小時流完， $6 \times 20 = 120$ 安培小時。



圖六 從蓄電池流出的電流量用電流錶測量

量電流的大小，用電流錶(也叫安培錶，見圖六)。任何汽車的駕駛室錶板上都有一隻電流錶，指示從蓄電池流出或流入蓄電池的電流量。

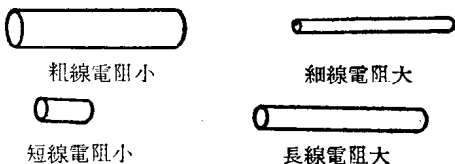
電阻

電阻的單位叫歐姆，導線的電阻隨粗細、長短及物質而異。

有些物質，如電線的銅絲、車架的鋼鐵等金屬，電流容易通過，叫做良導體；有些物質，如車胎橡皮、發電機整流器

中的雲母、火花塞的瓷體、配電器蓋的膠木等，電流極難通過，叫做不良導體或絕緣體。絕緣的意義，是說電流不能由此物質通過，也就是此種物質具有阻止電流通過的能力，這種能力叫做“電阻”。各種物質的電阻，大小各不相同，良導體雖易通電但也有電阻：例如銅鐵都能通電，但銅比鐵還要容易通電，我們說鐵的電阻比銅大；橡皮、膠木等絕緣物質，便是電阻很大的物質。

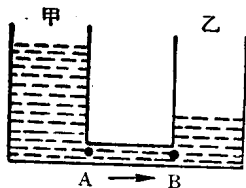
同一物質，如銅絲，粗的電阻小，細的電阻大，好像自來水管，粗的水流容易，細的水流較難。同樣大小的電線，短的電阻小，長的電阻大（圖七）。



圖七

電阻的大小，用歐姆做單位來表示。

金屬電線或電阻絲的電阻隨溫度而變，溫度升高，則電阻也增大。



A點的壓力比B點高，水從A流向B。

C點電位比D點高，電流從C流向D。

圖八

電壓

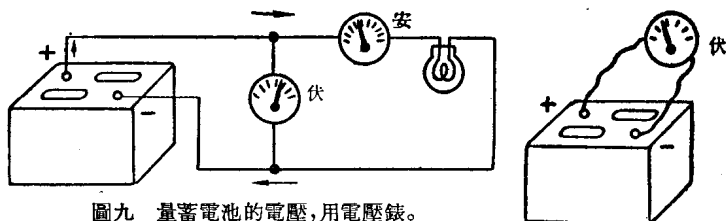
電壓是兩點間電位的差單位叫伏特

圖八水從A點流向B點，是因為甲桶的水位比乙桶高，也就是A點受到的壓力，高於B點受到的壓力（水中任何一點所受的壓力是和深度成正比的）。

電在電線中從C流向D，是因為C點的電位比D點高。CD間電位的差叫電壓。電壓的單位叫伏特，簡稱伏。

測量電壓用電壓錶（也叫伏特錶）。量法，把

電壓錶的兩根引線跨接在從電源通出來的兩根線上，或直接聯接在蓄電池的兩極上(圖九)，和電流錶的接法不同。電壓錶上讀出的伏特數，便是正負兩極間的電位差。



圖九 量蓄電池的電壓，用電壓錶。

6 伏蓄電池的正常電壓是 6—6.6 伏，12 伏蓄電池的正常電壓是，12—13.2 伏，點火點圈發出的高壓電是從 4000 伏到 19000 伏，普通的電燈電是 200 至 220 伏，馬達電是 350 至 380 伏。

電流、電壓、電阻間有什麼關係

歐姆定律 水在同一水管中流動，水管兩端的水位差或壓力差越大，則水流越快。電在同一電線中流動，如電位差或電壓越大，則電流越大。在物理學上，把電壓電流的關係用一個公式來表示，叫做“歐姆定律”。

$$\text{即 } \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} = \text{電阻} \quad \text{或} \quad \frac{\text{伏特數}}{\text{安培數}} = \text{歐姆數}$$

例如一個線圈，加上 6 伏的電壓，電流為 4 安培，則電阻為 $6 \div 4 = 1.5$ 歐姆。

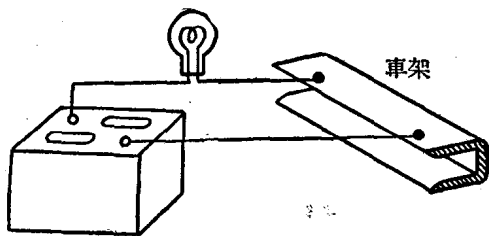
電流安培數和電壓伏特數的乘積，叫做“瓦特”，簡稱“瓦”，這是功率的單位。常說的馬力也是功率單位。一英制馬力 = 746 瓦特，一公制馬力 = 736 瓦特。

汽車上電線為何要接鐵

接鐵只是利用金屬部分代替導線

電流從正極經電線流出去，經過用電器具(電燈、點火線圈、喇叭等)再經電線流回負極，需要用兩根電線。

在汽車上常用一根電線，另一部分電線用車架或機體的鋼鐵部分來替代，叫做接鐵或搭鐵(圖一〇)。



圖一〇

因為接鐵是電路的一部分，故如接鐵螺絲鬆動，電流便難通過，電燈便會不亮。

因為接鐵只是利用車架代替電線，所以正極接鐵或負極接鐵，只是電流的方向變更，對於電燈的作用是一樣的（但對蓄電池和發電機，因他們中間電流方向有定，不可改變）。

二 電磁感應

磁是什麼

磁 鐵

自然界有一種磁鐵礦，具有吸引鐵屑鐵釘的性質(圖一一)，我們說它具有“磁性”，把它叫做“天然磁鐵”，俗名“吸鐵石”。我們的祖先，把磁鐵做成針形懸掛起來，它兩端始終指向南北，可用以指示方向。後來傳到歐洲，他們用在航海上，航業因此得到了巨大的發展。

把軟鐵棒靠近磁鐵，鐵棒也具吸鐵的性質，我們說軟鐵棒已經“磁化”。但把軟鐵棒離開磁鐵，磁性立即失去。這鐵棒的磁性是暫時的而非永久的。汽車上有許多機件，如線圈的鐵芯、發電機的場磁極和電樞鐵芯，當線捲中有電流通時，都暫時具有磁性。

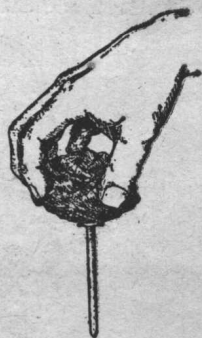
以鋼棒敲擊磁鐵，可使鋼棒磁化，並能長久保持磁性，叫做“永久磁鐵”。飛機和機器腳踏車點火用的磁電機(麥尼柔)使用永久磁鐵來產生磁場；電流錶中的磁鐵片，也是永久磁鐵。

磁鐵的特性

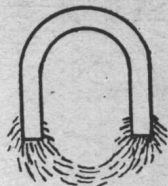
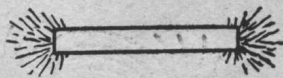
(1) 吸鐵——凡磁鐵都有吸鐵的性質。吸鐵的力量，兩端最大，叫做磁極(圖一二)。

(2) 指向南北——把磁棒或磁針懸掛起來，使可自由轉動，一端常指北方，叫做“指北極”或簡稱“北極”；另一端常指南方，叫做“指南極”，簡稱“南極”。

(3) 同性相拒，異性相吸——將第一磁棒懸在架上，以第二磁棒的南極，靠近第一磁



圖一一 天然磁鐵



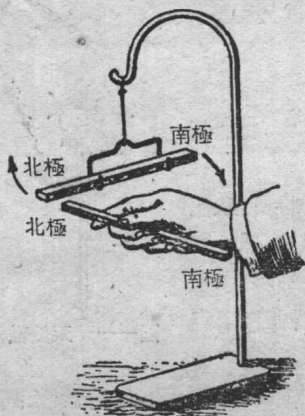
圖一二 磁鐵吸鐵的力集中在兩極
上、棒形磁鐵 下、蹄形磁鐵

棒的北極，則互相吸牢；以第二磁棒的北極，靠近第一磁棒的北極，則互相離開(圖一三)，這是磁鐵共有的特性。許多電機電具，都應用這個原理來工作。

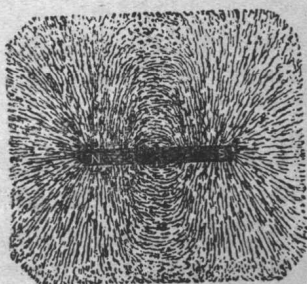
電流通過導線產生磁場

磁場

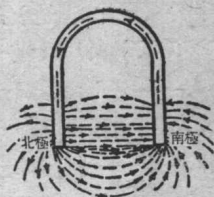
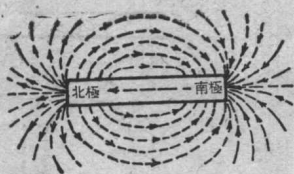
把棒磁鐵放在玻璃板下，板上散佈鐵屑，略加振動，鐵屑便排成圖一四的形狀。凡存在磁力的區域叫做“磁場”，磁場中各處磁力的方向，可在圖上用線來表示，叫做磁力線，如圖一五。



圖一三 同性相拒異性相吸



圖一四 棒磁鐵的磁場，N表示北極，S表示南極。

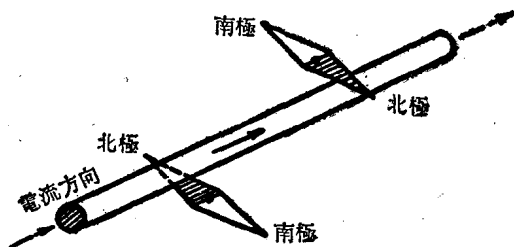


圖一五 棒磁鐵和馬蹄形磁鐵的磁力線。

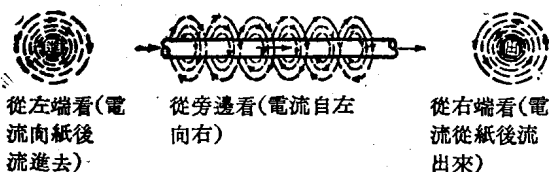
電流通過單根導線產生的磁場

電流通過導線，則導線四周產生磁場，此可令導線穿過紙板，而在紙板上撒佈鐵屑，看鐵屑排列成圓形來證明(見圖四)。磁場內各點磁

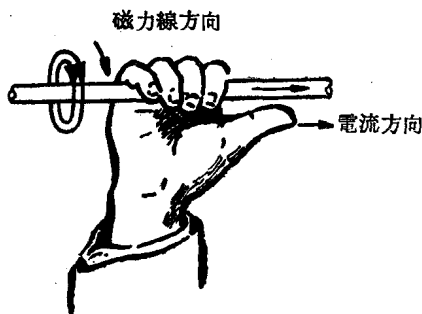
力的方向，可用磁針在導線四周移動而測量出來(如圖一六)，結果是：磁力線圍繞導線四周成同心圓，如圖一七所示，磁場強度則和電流大小成正比。如以右手四指握導線，拇指指電流方向，則四指即指磁場中磁力線方向，如圖一八所示；這是決定電流所生磁場方向的一般規律，叫做“右手規則。”如導線彎成圓圈，則磁場如圖一九所示。



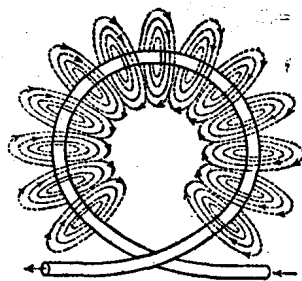
圖一六



圖一七



圖一八 右手規則

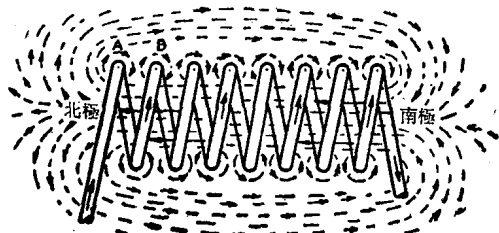


圖一九 圓形導線的磁場

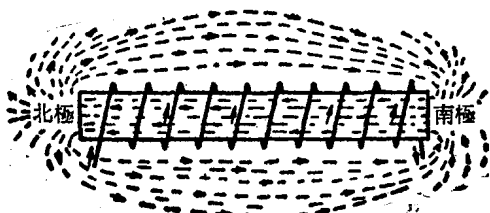
電磁線圈

如將導線繞成螺管形線圈，而通過電流，則所生磁場，等於把許多單圈導線的磁場合併起來，結果和棒磁鐵

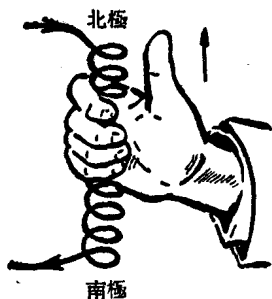
相同，線圈一端為南極，一端為北極，如圖二〇。如在線圈中放一軟鐵做芯子(如圖二一)，則磁力要加強得多，因為沒有鐵棒時，磁力線從空氣中通過，加入鐵棒，磁力線便從鐵棒中通過。軟鐵比空氣具有較高的“導磁性”(即磁力容易通過，和銅絲中電流容易通過相似)，所以電磁線圈中用了鐵芯，磁力比沒有鐵芯的線圈要強得多。



圖二〇 電磁線圈的磁場和棒磁鐵相同



圖二一 電 磁 鐵



圖二二

電磁鐵的磁力線，由北極出去，經過空氣，從南極回來。點火線圈的磁力線也是如此。爲了加強磁力，現代的點火線圈，在外殼內特地用導磁鐵片包圍起來，使磁力線從鐵片通過。

發電機調節器的線圈，喇叭的線圈，發電機的磁場，許多電氣儀具中的線圈，都和電磁鐵的作用相同。

電磁線圈的電流和磁場方向，也可用右手規則來表示，如圖二二。如以手握電磁線圈，以食指指電流方向，則拇指所指的一端，便是北極。

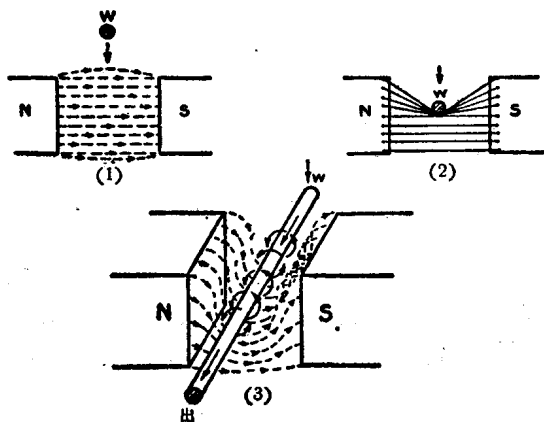
導線在磁場中移動，產生電流

單根導線在磁場中移動

如圖二三，磁鐵北極 N 和南極 S 中間，存有磁場，以磁力線表示。導線 W 向下移動，掃過磁場(又叫做切割了磁力線)，導線中便產生電流，這個現象，叫做

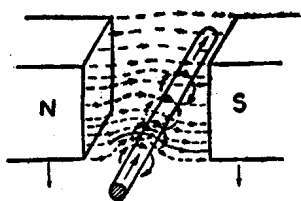
“電磁感應”，這個電流叫做“感應電流”。

如果導線不動，而把磁場對導線移動，使磁力線切割導線，導線中也同樣產生電流，如圖二四。所以只要導線和磁場間有相對移動，便會產生電流。



圖二三

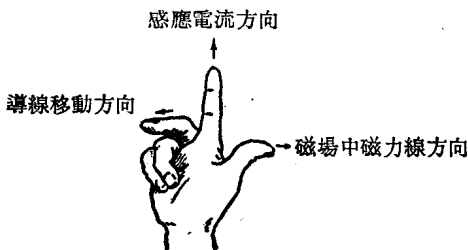
電流的方向怎樣呢？我們可用兩種方法來決定：第一法，如圖二三(2)我們把磁力線看做有彈性的橡皮線，當導線下移時，便把橡皮線壓下去，橡皮線便對導線產生反抗力；這時在導線中便產生電流，使導線四周產生圓圈形磁力線，這些磁力線的作用是“幫助”原來的磁力線來反對導線的移動，這可用圖二三(3)來說明：圖中的電流方向，使產生在導線下方的磁力線和原來磁力線方向相同，磁力加強；產生在導線上方的磁力線和原來磁力線方向相反，減弱磁力。當作橡皮線來看，便是下面橡皮線數加多，上面減少，因而增加了反抗導線移動的力量。



圖二四 磁力線切割導線，也能產生電流。

圖二四因為是磁鐵向下移，等於導線向上穿過磁場，所以感應電流的方向，是使上方的磁力加強而下方減弱，以反抗導線向上穿過。

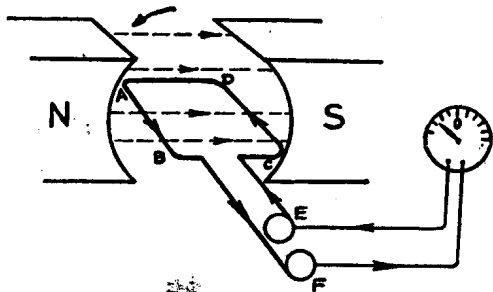
第二法，是用“右手三指規則”來決定。把右手拇指食指中指放成互相垂直，以拇指指磁場線方向(圖二五)，中指指導線移動方向，則，指所指，即為感應電流的方向。



圖二五 右手三指規則

線圈在磁場中轉動

把導線繞成圈形，放在磁場中轉動，如圖二六中的 AB CD ，把兩端各接銅質滑環 E 及 F ，在環上接一隻精密電流錶；當以反時針方向轉動時， AB 邊和 CD 邊切



圖二六

割磁力線，產生電流。 AB 中的電流流向 F ，而 CD 中電流則自 C 至 D 流向 AB 恰成串聯。從整個線圈來看，則電流從 E 流入，經 $CDAB$ 而至 F 流