

電話線有

208341

湯荷驤 易鼎新原著

趙祥 寬增訂



現代工程小叢書

現代工程小叢書

有 線 電 話

湯荷驤 易鼎新原著
趙 祥 寬 增 訂

商 務 印 書 館 出 版

目錄

第一章 電磁學聲學概要

第一節 磁學

第二節 電學

第三節 磁電學

第四節 聲學

第二章 電話學概論

第一節 基本原理

第二節 制度的分類

第三章 電話機械

第一節 傳話器

第二節 受話器

第三節 用戶設備

目錄

第一章 電磁學聲學概要.....一
第一節 磁學.....一
第二節 電學.....五
第三節 磁電學.....一〇
第四節 聲學.....一二
第二章 電話學概論.....一七
第一節 基本原理.....一七
第二節 制度的分類.....一八
第三章 電話機械.....二一
第一節 傳話器.....二二
第二節 受話器.....二三
第三節 用戶設備.....二五

第四章 電話局的設備.....三三

第一節 電話線路的設備.....三三

第二節 局屋.....三八

第三節 局內的設備.....三九

第五章 磁石電話制.....四九

第一節 簡式磁石交換機.....四九

第二節 簡式磁石式交換機的應用及工作原理.....五八

第六章 共電電話制.....六四

第一節 共電制與磁石制的比較.....六四

第二節 簡式共電交換機.....六五

第三節 複式共電交換機.....七三

第四節 多局電話制.....八〇

第七章 自動電話概要.....八六

第一節 緒言.....八六

第二節 基本原理.....八七

第八章 斯特魯喬制自動電話

九〇

第一節 號盤

九〇

第二節 選線器

九二

第三節 接線器

九五

第四節 線鑰

九七

第五節 主鑰

一〇〇

第九章 旋轉制自動電話

一〇五

第一節 概況

一〇五

第二節 機件的原動力

一〇八

第三節 尋線機件

一一二

第四節 選擇機件

一一六

第五節 線路概述

一二四

第十章 電話線路的推廣與改良

一二八

第一節 實路與幻路

一二八

第二節 電話線路的性質及截圈的應用

一二九

第三節 感應干涉及電線的换位

一三一

目錄

有線電話

四

第四節 合用線

一三三

附錄 英文電話參考書目

一三五

有線電話

第一章 電磁學聲學概要

第一節 磁學

磁石 磁石可分爲天然磁石與人造磁石二種。天然磁石爲一種礦石，學名磁鐵礦，其成分爲四氧化三鐵(Fe_3O_4)。此種礦石有吸引鐵屑的能力，然其力不大。現今工業中所用的強磁石，多用人工方法製造，將一鋼條與一強磁石在同一方向中摩擦若干次，或將電流通過環繞鋼條的線圈，都可使鋼條變爲磁石。硬鋼的保磁性頗大，易言之，即硬鋼不容易磁化（磁化即化爲磁石的意思），但一經磁化以後，能保持磁性勿失。軟鐵則不是這樣，容易磁化，而亦容易消失磁性。所以人造磁石多用硬鋼製的。而軟鐵則適宜於製造電磁石。電磁石都以軟鐵爲心，繞以線圈；通電流於線圈，則軟鐵變爲磁石，但電流斷則磁性

立即消失；它的作用當於第三節中詳述之。人造磁石的最普通形式有二種，一曰棒形磁石，二曰馬蹄形磁石。後者作U字形，能將二端的吸力集中在一面，故應用較廣。

磁極 試以一已經磁化的長鋼針投入鐵屑後取出，則見鐵屑並不平均附着於針上，它的近二端處，鐵屑最多，漸近中部漸少，至中點幾全沒有鐵屑。磁石上吸力最強之點，名爲磁極 (magnetic pole)，無吸力處名爲中性區。細長的棒形磁石，其磁極是在二端。磁極有指向的特性；假如將一枚磁針平懸於空中，使其能在一平面內自由轉動，其一極常指南，他極常指北。指南的極名爲南磁極。簡稱南極；指北的極名爲北磁極，簡稱北極。

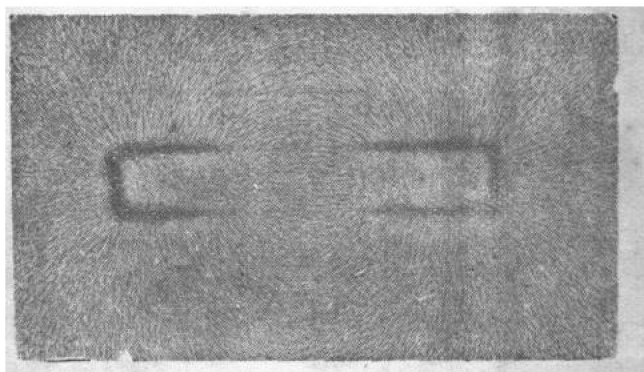
假如以另一枚磁針的南極，移近上述懸垂磁針的南極，則見懸針的南極後退；可見此二極之間，必有一種斥拒的力量。假如以此南極移近懸針的北極，則見後者（懸針）向南極引近；可見此二極之間，必有一種吸引的力量。用其他磁石試驗結果皆相同。由此可知凡同名的磁極則相拒，異名的磁極則相吸。此結論名爲磁石定律。

磁力線 由上述的吸拒作用，可知有力存在於磁極之間；而力決不能超越空間，由甲體而傳達至乙體；則二體之間，必有一種具傳達力的媒介物無疑。磁力線，即磁力在媒介

物中所取的方向路線。磁力線皆爲曲線，如第一圖所示。此圖可用實驗來求得。將一棒形強磁石置於一玻璃板下，而以細鐵屑散布板上，輕敲板面，使鐵屑微微振動，則見其自列成曲線形，如圖所示。磁力線的觀念，在電磁學中甚爲重要，一切電與磁的感應作用，均須用磁力線說明。磁力線方向，規定爲由北極出而入於南極。將一小羅盤針置於一磁石的近旁，則針所指的方向，卽此點的磁力線方向。

在一磁石的四周，凡磁力線所經過的區域，名爲磁場；然此區域很廣，不切實用，故通常磁場指磁石附近磁力較強的區域而言。磁場中滿布磁力線，其情形如第一圖所示。故磁場的強弱，可由磁力線的數目表示。

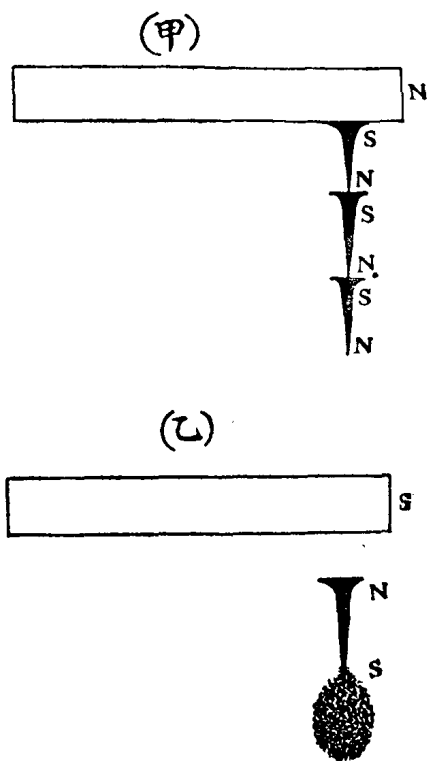
感應磁性 試以棒磁石的一端，吸一軟鐵小釘，則此釘卽變爲一磁石，能吸引第二小



第一圖 磁力線

釘；若棒磁石的磁極甚強，則如是繼續吸引的釘，可至四五不等，如第二圖甲所示。此種現象，名為磁感應。凡受感應而得的磁性，名為感應磁性。軟鐵最易受磁感應而變為暫時磁石。硬鋼不易受感應，故僅適用於製造永久磁石。磁的感應全持磁力線的作用，故軟鐵不必與永久磁石相接觸而後始能得感應磁性。即如第二圖乙所示，以鐵釘持近磁極的一端，則其他端即能吸着鐵屑，可見此釘已變為暫時磁石。

磁石之所以能吸鐵，其原理不外乎感應作用。即就上述的鐵釘實驗而論，當磁石引近



第二圖 磁感應

鐵釘時，釘的上端受磁力線感應作用，得一磁極，極性與磁石引近的一端相反；釘的遠端亦得一磁極，極性與磁石近端相同。依據異名極相吸定律，此二者之間，發生吸引作用。第一釘既變爲暫時磁石，其吸引第二釘的原理，亦完全相同。又磁的感應作用，能透過非磁性物質，如玻璃等類。例如在第二圖中，若吾人於磁石與釘之間，隔一玻璃板，則鐵屑仍不下墜；可見玻璃不能影響磁力線的作用。

地球 地球爲一大磁石，其北極在地球南極的附近，其南極與地球的北極相近。懸垂磁石之所以常指南北向者，因其南極常受地磁北極的吸引，其北極則受地球南極的吸引，根接磁石定律，此爲必然的結果。

第二節 電學

電性 以任何二種不同物質摩擦，即能生電。電有陽電與陰電的區別，例如用絲巾與玻璃棒摩擦，則玻璃帶陽電，絲巾帶陰電，此二種電的量常相等。故當絲巾與玻璃棒未分離以前，二種異性的電適中和，二物都沒有帶電現象。假如將二物分離，則二物一帶陽電，一帶陰電，如前所述。電本代表能力，其來源即爲吾人於使二物分離時所作之工，摩

擦雖耗能力，然此不過使二物接觸更密切，無與於電能的來源。

所以二物摩擦以後，必同時帶電，電性常相反，而電量則常相等。以同帶陽電的物體作吸拒實驗，見其互相斥拒；以帶異性電的物體試驗則見其互相吸引。因此吾人得一定律曰：凡同性的電相拒，異性的電相吸。

導體與絕緣體 電能由一物遷移至他物，唯其遷移必藉導體為媒介，導體者係能傳電的物質，一切金屬、酸類、泥土等物屬之。不能傳電或傳電不佳的物質，名為絕緣體，琥珀、橡皮、硫黃、紗布等物屬之。例如用一金屬棒將一帶電而絕緣的銅球，與另一不帶電的絕緣銅球連接，則一部分的電，自動移至第二球而使之帶電。假如換以橡皮棒連此二球，則不能移電，此即導體與絕緣體的不同之處。

電位 在上述的實驗中，電之所以由一球遷移至他球者，因二球的電位不同之故，電位的意義，可用譬喻來說明。吾人若將水平面高低不同的二水箱用管接通，則水必由高水平箱流入低水平箱，直至二箱的水平相等為止。同樣將氣壓不等的二氣箱接通，則氣體必由高壓箱流入低壓箱，直至二箱氣壓相等而止。水與氣之所以流，係因其水平及氣壓不同之故，電亦是如此，帶電體的電位，猶水的水平，氣的氣壓，故若二導體的電位不同，則

電必遷移以平均之，其理與水流氣流相同。通常以大地作電位的標準。以其電位爲零，帶電體的電位高於大地者爲正，低於大地者爲負。

電容 電容指導體的載電容量而言。導體的電位與其所負的電量有一定的關係，電量增加，則電位必隨而升高；如果以等量的電荷，加諸不同導體，其所升的電位不皆相等，此因各導體的電容不同之故。所以電量與電位間的比率即爲電容。導體的電容，視其大小及周圍絕緣物的性質而定。除此以外，亦與其形式及鄰近有無其他導體有關。甲導體的電容，可因鄰近置一乙導體而加增；此項原理在容電器 (condenser) 中利用之。凡二絕緣導體中間隔一隔電物，即成一容電器，普通以錫片與蠟紙相間爲之，以增加其容量，使甚小的器，有甚大的電容。凝電器在電報及電話的電路中是常用的。

電流 若將導線接連電位不等的二導體，則電荷自高電位導體流至低電位導體，即得一電流 (current)。但此種電流爲時甚暫，二體的電位均等後，電荷即停止流動。因此電位相差是電荷流動的主要條件，欲得一繼續不息的電流，必維持二導體的電位差。

電流所週行的路名爲電路 (electric circuit)，電路必爲連合路，即電流由某點出發流經全路後，仍返至原處。實際上電路中常有一電源，如發電機、蓄電池等，使供給一不斷

的電位差，因而維持一不息的電流。電路中的電位差，亦名爲電壓 (voltage)，意指電的壓力，是鼓動電的流動者。電流的單位曰安培 (ampere)，電壓的單位曰伏脫 (volt)。

電阻 水在管中流動時，受管的阻力，管愈長則水壓受阻力而減低者愈大，管加粗則阻力減小。電荷的流動，亦受導體的阻力，此種阻力名曰電阻 (resistance)。良導體如銅鐵等物的電阻較小，絕緣體的電阻極大。然導體的電阻，亦與其體積有關，公式爲 $\frac{P \cdot L}{A}$ ，此中 R 代表導體的電阻，L 代表其長度。A 爲切面積，P 爲比電阻，即表示此種導體對於電流阻力的係數。電阻的單位爲歐姆 (Ohm)。

歐姆氏定律 一電路中的電流、電壓及電阻三者之間，常有一定的關係，即是電流與電壓成正比例而與電阻成反比例。是名歐姆氏定律 (Ohm's Law)。在電學中的重要，不亞於力學中的牛頓氏定律。如以 I 代表電流，E 代表電壓，R 代表電阻，則歐姆氏定律可列爲下列三式：

第一

$$I = \frac{E}{R}$$

第二

$$E = I R$$

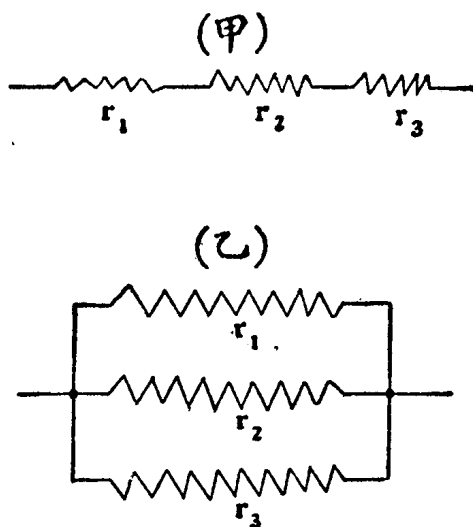
第三

$$R = \frac{E}{I}$$

由第三式觀之，可知電壓與電流間的比率，即為電阻，故電阻為一常數，與電壓的高低及電的強弱無關。歐姆氏定律應用甚廣，即電路中的一小部分亦適用，所應注意的，假如所論者為一小部分時，電壓應取此部的電位差，而不可用全路的電壓，電阻亦為該部的電阻，則其間的關係與全路相同。

電阻的組合 電路中的電阻，或連列相接，或並列相接，其總電阻的計算法不同。第三圖甲代表三電阻 r_1, r_2, r_3 連列相接，其總電阻為三者之和。即 $R = r_1 + r_2 + r_3$ 。第三圖乙代表三者並列相接，三者之總電阻為：

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}$$

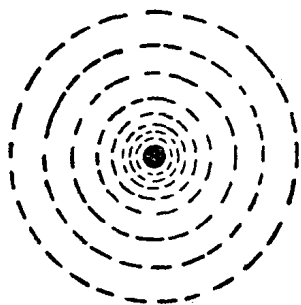


第三圖 電阻的組合

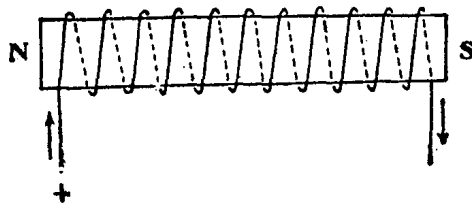
若電路中的電阻爲連列與並列的混合組，則可先應用第二公式，將諸並列電阻的總值求出，然後再與諸連列電阻相加，而得全路的總電阻。

第三節 電磁學

電流的磁場 電與磁爲相關的現象，吾人言電流時，祇述及現象的一部，因當電流經過一導體時，其周圍尙有一磁場。實際電流發生磁場的方法，可用一厚玻璃板，貫以一孔，而以一導線穿過之，通電於導線中，而撒布鐵屑於玻璃板上，以手微擊之，



第四圖甲 電流的磁場



第四圖乙 電磁石

見鐵屑列成圓圈形，如第四圖甲所示。假定將一小磁針置於板上，則針的位置常與圓圈成切線，可見電流的周圍爲一磁場。要知道電流所生磁場的方向，可用右旋螺旋定則說明。

定則曰：假如一向右旋轉的螺旋的前進方向，代表電流的方向，則其旋轉的方向，即代表磁力線的方向。

電磁石 將一導線環繞為多數並列的線圈，而通以電流，即成一線筒。電流經過每一線圈而有一磁場，其磁力線的方向可用上述螺旋定則定之。線筒的磁場，為此種線圈磁場之和，其磁力線的分布，如第四圖乙所示。由圖可見磁力線由線筒的一端出而自他端返入線筒，其情形與一棒磁石無異。假定以線筒引近一懸垂的磁針，則其為一極所拒，而為他極所吸，可見線筒的作用，與一棒磁石相同，其一端為北極，另一端為南極。

如果將線圈繞於一軟鐵心上，即成一電磁石 (electromagnet)，其磁場的強度，較線筒大為增加，此因軟鐵對於磁力線的導磁率，較空氣為大，故用鐵心以後，力線因有一較便利的路徑，其數大為增加。再進一步說，軟鐵為磁性物質，在磁場中極易生感應磁性，因而鐵心自身亦發生一磁場，其方向與線筒磁場的方向相同，故結果磁場加強。

電磁石的用途很廣，在電話電報中尤佔重要地位。電報的基本作用，實際上是電磁石的關係。電磁石在電話中應用甚繁，一切號誌的運動，皆係電磁石的作用，當在後章詳細討論。