

圖解式

簡易之電學



技能叢書

16

簡易之電學

Volta
Ampère

Ohm
Hertz

Faradey



簡易之電學

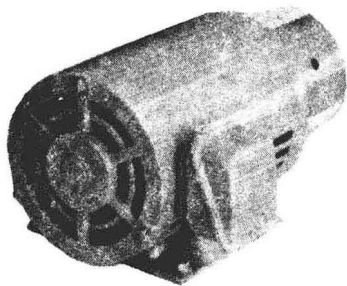
譯 者：陳錫瑩

出版者 ☐ 大眾書局 ☐ 高雄市五福四路一四六號 ☐ 郵政劃撥儲金帳戶四〇〇〇一號 ☐ 電話（〇七）五五一二七六六號 ☐ 發行者：大眾書局 ☐ 發行人 ☐ 王餘德 ☐ 本書局業經行政院新聞局核准登記 ☐ 發給出版事業登記證局版台業字第〇五四五號 ☐ 印刷者 ☐ 美光印刷廠 ☐ 台南市新和路一四號

69.6. 初版

現在的機械中，要找出不必麻煩電氣的，
可以說沒有。在機械運轉之處，一定是與電氣
有關連的。可是電是用眼睛看不到。所以有所
謂「電氣人員」與「機械人員」的範圍存在，
這是因為沒有瞭解與本身有密切關連之電氣的
關係。

本書是，在機械工場中與電氣有關的，且
必需知道的「簡易之電學」的書籍。



簡易之電學 目 錄

1. 電氣簡介

電氣之歷史	2
留作單位之人名	5
富蘭克林	8
弗來明	8
電氣之一生	11
關於「電」字之事	13
各國之電氣	15
動物之電氣	16

2. 電氣之基礎

靜電與動電	20
電壓，電流，電力	22
導體，非導體，半導體	24
直流，交流，頻率	26
單相，三相	29
串聯，並聯	30
電氣與磁氣	31
電流之三個功用	33
原電池與次電池	36

3. 電動機

電動機之種類	40
--------------	----

三相交流感應電動機之旋轉原理	42
三相交流感應電動機之構造	44
電動機之規格與銘板	47
起動方法	49
直流電動機	52
試作電動機	54
極數，轉數	56
變速	57
整流式電動機	59
脈衝電動機	59
高頻電動機	61
低速旋轉電動機	62
線型電動機	64
印刷型電動機	65
接線，正轉，逆轉	67
故障	69
電動機與發電機	71
電動機之安裝	73
電動機之變遷	75

4. 開 關

開關之種類	78
操作之方向與狀態之表示	80
閘刀開關	82
電磁開關	85
微動開關與限制開關	87
開關之內容	89
電驛	91
無接點開關	93

5. 電線與接線

電線之種類	96
電線之色別	98
電線之連接法	101
至端子之固定法與末端處理	103
配線器具.....	105
導線管.....	107
工具.....	109
絕緣膠布	111

6. 電路圖

電氣用圖符號	114
工作機械用電氣圖符號.....	116
室內配線用圖符號.....	118
普通車床之電路圖.....	120
機械中心電路圖.....	122
機械人員與電氣人員.....	124

7. 電氣應用機器

電磁離合器・軀.....	132
電磁夾頭.....	134
電氣分厘卡.....	136
電氣式微微機構.....	139
NC 工作機械.....	141
電爐.....	143
乾燥爐，加熱爐.....	146
三用表.....	148

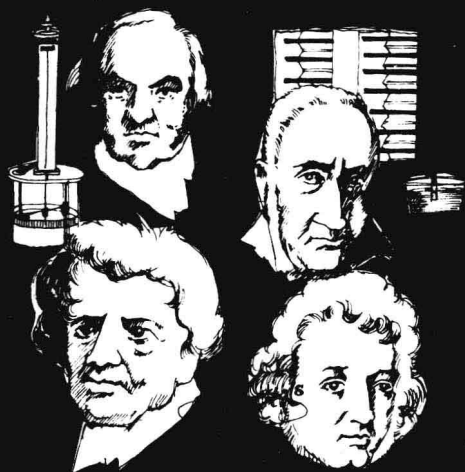
8. 電氣利用之加工

放電加工.....	152
電解加工.....	154
電鍍.....	156
電鑄.....	159
電鍍.....	161
靜電塗裝.....	164
電着塗裝.....	165
電子束加工.....	166
感應光放大加工.....	167
高溫電離氣加工，離子加工.....	168

9. 事故與安全

接地.....	172
保險絲.....	174
插頭之插入與拔出.....	176
軟線類之使用.....	178
短路.....	181
過載.....	182
感電.....	183
漏電.....	185

1 電氣簡介



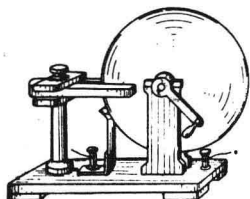
電氣之歷史

如要說電氣之歷史，可說在人類誕生以前就有，因以前也是有與現在相似的空氣吧！就像有了氣象現象的存在，於是就會有雷電的發生。所以只好說在數億年前就有電存在。

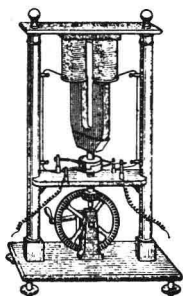
物與物之摩擦而引起靜電之現象，除雷以外是否還有其他的呢！這也不必去考究。至人類社會後，希臘人使用所謂電子（Electron）之物，與所謂磁物（magniss）登場。所謂電子之物是稱為琥珀之寶石。帶在身上之琥珀，如與其他身上之飾物，羽毛等摩擦，就會互相吸引，由此認識了靜電現象。關於電氣用語是從此出現的。

磁物就是磁鐵礦（magnesite）。在此與鐵有點關連。磁物是在希臘的 magnesia 地方所發現。這是關於磁性方面之用語之本。其後認識了關於天然磁鐵或磁性等，進而研究至 18 世紀時，知道了磁鐵之同極相斥，異極相吸。

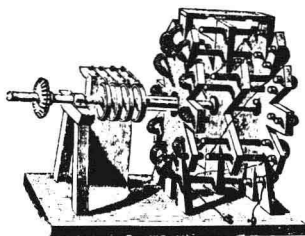
至於靜電之研究是至 18 世紀才有進展。尤其是富蘭克林（Franklin）之實驗（如 10 頁）是很有名的。依靜電而注意到有兩種情況的是法國的 dufei 在 1733 年之事。然後才知道電與磁性有相同的，同種的電氣會相斥



▲ Faraday 之感應電流
實驗裝置



▲ Pictet 之手轉動永久
磁鐵發電機



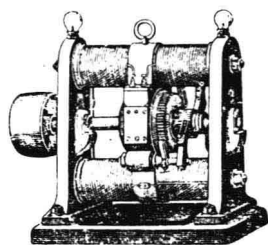
▲ Yablochkov 之電動機

，而異種之電氣會相吸。再依富蘭克林而定出正的電與負的電之名。

電氣與磁性的關係是至 19 世紀才知道的。美國的亨利（ Joseph Henry ）發現了電磁感應現象，實驗了從磁鐵能取得電氣。約與此同時，在英國的法拉第（ Michael Faraday ）以同原理打從磁鐵來取電流。

在 1832 年皮谷氏（ Picksi ）公開了使用永久磁鐵之發電機，但是這不能實用。這是因從此發電機發出之電是依其旋轉而成爲正、負交變之電。也就是交流發電機，因當時還不知交流電之事，總希望有直流電來代替電池而已。依換向器（ commutator ），而周期性的使逆轉來取得直流之事，是依 starjoun 在二年後才發明的。

以後知道用電磁鐵比永久磁鐵對發電機有效，在 1855 年丹麥的 Hiyotr 想從自己發出的電流之一部份用作電磁鐵之發電機，就是“自激式發電機”，再依英國之 Wilde 及德國之 Siemens 改良，最後依比利時之 Gram 完成爲實用的發電機。



Gram之實用發電機

另一方面，關於電動機；是到 19 世紀才作各種之實驗，與試作，但無法作成實用之電動機。在 1873 年奧地利之維也納舉行世界博覽會之發電機實驗中，由於服務人員之錯誤，從發電機外面送入電流，此時發電機就旋轉了，從此才知道，在直流發電機送入電流就能成爲直流電動機。

發現以不同之物質使接觸時，電氣就能連續的流動之事，是在 18 世紀末葉，對動物電氣之報告有興趣的意大利之伏打（ Alessandro Volta ），用銅板與鋅板浸在鹽水中，而作成有名之伏打電池的是在 1799 年。就這樣以化學作用而取出直流電流，相反的以流入電流使起化學作用充電——就是蓄電池之發明，進而移至所謂電氣分解，電流之化學作用的實驗，是到 19 世紀之事。

電氣之發達史年表

- 1752 富蘭克林（美國）證明閃電是電氣。
- 1785 庫倫（Charles Augustinde Coulomb）（法國）發現電力與磁力有關之法則。
- 1799 伏打（意大利）發明鋅板與銅板浸在鹽水中之伏打電池。
- 1808 Devi（英國）發現以 2000 個電池取大電池之電弧現象。
- 1820 安培爾（Andre Marie Ampere）（法國）發表電流與磁鐵之間的電氣力學相互作用理論。
同年 Arako（法國）證明在通電流之線圈中的針會被磁化。
- 1827 歐姆（Georg Simon Ohm）（德國）發現電壓，電流，電阻三個互相關連之歐姆定律。
- 1831 亨利（美國）發現電磁感應現象，（在同時期，法拉第也發現了電磁感應現象）。
同年 Jacobi（德國）以法拉第之發現為基礎而作電動機。
- 1832 法拉第（英國）作了流入感應電源裝置，公開實驗成功。
同年皮谷氏（Picksi）（英國）公開了最初之永久磁鐵形發電機。
- 1833 法拉第發現電解（Electrolysis）定律。
- 1834 Starjoun（英國）發明換向器，遂成功的將交流變成直流。
- 1837 莫耳斯（Samuel Finley Breese Morse）（美國）發明最初實用的電信機，送信至離 16 公里處。
- 1841 焦耳（James Prescott Joule）（英國）發現依電流在導體內發熱之焦耳定律。
- 1842 本生（Robert Wilhelm Bunsen）（德國）發明現在的炭、鋅電池。
- 1855 Hiyotol（丹麥）發明以電磁鐵代替永久磁鐵之自激式發電機。
- 1864 馬克士威（James Clerk Maxwell）（英國）歸納庫倫，安培爾，歐姆，法拉第所研究，而定出電磁方程式。
- 1870 Gram（比利時）完成實用的最初之發電機。
- 1873 在維也納世界博覽會，因偶然機會將電流流入發電機而旋轉，由此知道發電機能成為直流電動機。
- 1876 貝爾（Alexander Graham Bell）（美國）貝爾所作電話機成功

- 的通話至 3.2km 處。
- 1879 愛迪生 (Thomas Alva Edison) (美國) 用炭絲完成實用的白熾燈。
- 同年西門子 (Ernst Werner Von Siemens) (德國) 用三馬力電動機作成電動機車頭，能乘 20 人而時速 24km。
- 1888 赫芝 (Heinrich Rudolf Hertz) (德國) 確認有電波、磁波存在，且證實這些波與光波同一性質。
- 1897 白朗 (Karl Ferdinand Braun) (德國) 發明陰極射線管 (Braun Tube)，打開示波器與電視機之道路。
- 1899 馬可尼 (Guglielmo Marconi) (意大利) 從赫芝之理論成功了無線電信之送信。
- 1905 To-Foula (美國) 發明能整流與放大的三極管，催促無線通信之發達。
- 1947 美國賓州 (Pennsylvania) 大學發明了世界最初之電子計算機 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator 之略)。
- 1948 貝爾電話公司 (美國) 之研究所發明了電晶體。

在科學史上有重要的發現或發明者，為要讚揚其功績，就使用發明者之姓名作為單位，這不僅是電氣方面如此，其他的也是如此。現在介紹關於電氣方面主要的以人名為單位者。

留作單位之人名



伏打



伏特 (Volt) —— 這是電壓之單位 (請參照 24 項)。這是取意大利之物理學家伏打，其原姓名 (Alessandro Volta = 1745 ~ 1827) 之姓氏。一伏特是一安培之電流流經一歐姆電阻而顯示在此導線兩端之電壓，或稱電位差一伏特。

伏打是作了，用法蘭絨（Flannel）浸鹽水而夾在中間，而以鋅板與銅板交互疊積成「伏打電池」而成名的。



安培爾



安培（Ampere）——這是電流之單位。這可說是一伏特之電位差中的某兩點連接一歐姆之電阻時所流過電流之強度。此單位是取自法國物理學家安培爾（Andr'e Marie Ampere = 1775 ~ 1836）的家姓。這是一秒鐘中流過一庫倫之電氣的強度。

安培爾是研究電流之磁性作用者，用奧斯特（丹麥物理學家 Hans Christian Oersted），法拉第等之研究，使電流與磁界的關係明確，而成為發電機之理論性的基礎。



歐姆



歐姆（Ohm）——這是電阻的單位。記號是用希臘文之 Ω 。一安培之電流所過的導體之二點間的電壓為一伏特時，其二點間的電阻為一歐姆。這是取自德國物理學家歐姆（Georg Simor Ohm = 1787 ~ 1854）之家姓。

在說明關於電氣之事時，一定會使用到的，就是「歐姆定律」（Ohm's law）。這是表示電壓，電流與電阻之關係的定律。



亨利



亨利（Henry）——這是電感（Inductance）（有自感與互感）之單位。當電流每秒以一安培之比例的變化時，會感應一伏特時，稱為一亨利。這是以美國之物理學家亨利（Joseph Henry = 1799 ~ 1878）之家姓為單位。此單位在本書雖沒有出現，但是在 1832 年所謂線圈之電磁感應現象，是由亨利作實驗而發現的。

亨利另外還作了電磁鐵，也是很有名的。



法拉第 (Faraday)——這是電容之單位。要提高一伏特電位時，需要一庫倫之電量的導體之電容稱為一法拉第。這是取自英國之法拉第 (Michael Faraday = 1791 ~ 1867) 之家姓。法拉第是與亨利同時發現電磁感應現象，從此再作研究，應從磁能取得電，而試作直流發電機，且作實驗，這才是有名的。

另外依電解而發現關於游離元素之量與電量之關係的電解定律。



赫芝 (Hertz)——振動數，在電氣是交流，電波之頻率數的單位。這是表示一秒中之振動數，與週 / 秒 (C / S) 相同。這是取自德國物理學家赫芝 (Heinrich Rudolf Hertz) 之家姓。赫芝在 1888 年，確認有由電氣振動而起之電波，磁波之存在，且證實這與光波同一性質。



庫倫 (Coulomb)——這是電量之單位。是依一安培之電流所運的電量。這是以法國的庫倫 (Charles Augustinde Coulomb = 1736 ~ 1806) 之家姓為單位。庫倫是以正電與負電有何相吸，相斥之關係用正確的公式來表示的「庫倫定律」而有名的。

●放風箏而證明雷之實體爲電氣的

富蘭克林

關於電氣之事的書，總會提到富蘭克林之實驗，這證明了從以前就被人們所驚怕的雷之實體就是電氣。

在1752年之6月，富蘭克林用絹布作風箏，其上側綁上鐵針，風箏繩是使用麻絲，繩之下端連接在來頓瓶，此風箏放至雷雲中。此時，依來頓瓶蓄積了電，而證明雷就是電氣。

此實驗是使麻絲帶有靜電，通過麻絲之鍵傳至富蘭克林之手而跳火花的。此實驗之畫是以各種想像畫出的，如跳火花是事實時，那麼富蘭克林是沒有握持麻絲呢？或靜電感應發生在鍵呢？

姑且不論畫的情形，實際上此實驗在科學史上被稱爲是大膽，危險的實驗。

富蘭克林直接接觸數千、數萬伏特之電的狀態，而沒有死，也沒有受傷，這可想是來頓瓶之靜電容量小，而通過人體（心臟）之電流很弱小吧！其實，其後作同樣的實驗，也有人被感電而死亡的。

●用右手與左手作電磁感應之原理說明的

弗來明

所謂弗來明定則，在電氣方面的書，或在物理之電氣部份一定會提及的。就是要將「電磁感應之原理」使外行人能理解，而由英國的倫敦大學之弗來明老師所替我們想出的。

其實這不是由弗來明所發現的，而是由法拉第發現的，由弗來明來表現

比較容易瞭解而已。

這是磁力線、運動與感應電勢等三者之關係，用右手及左手的拇指，食指與中指等來表示其關係位置。

首先以此三指相互成直角之位置開始，此三指成直角之情形就如銑床之進刀的三方， X ， Y ， Z 之關係。但是同為 X ， Y ， Z ，而右手及左手也有不同的。而會成為那個 X ， Y ， Z 是右手的問題。

無論如何，右手是發電機，左手是電動機，而拇指之方向是代表力之方向，食指之方向是代表磁力線之方向，而中指之方向是代表電流之方向的。

而此雙手中所不同的是中指之方向，互相是相反的方向。然而電動機及發電機都有電流流動，只不過方向相反而已。也就是取出電流而作發電機，或送進電流而作電動機之差別而已。

總之，弗來明老師是替我們想出這樣容易記憶的方法的人。

