

044-68C₁

58014

通俗電磁學

吳迪順 董錦垣 編譯



1-7-95

* 印翻得不・權作著有 *

通俗電

◎定價人民幣一萬一千元

編譯者

吳迪 錦

出版者

上海中華書局股份有限公司

印刷者

上海中華書局印刷

發行者

三聯中國圖書發行

各地分店

三聯商務印書館
中華書局
開明書店
聯營書店

店店館局店 司 廠 司

總目編號(15158) 印數1—5,000

本書內容提要

本書主旨在說明電磁之基本現象與學說。先述電感與電容；次述電感、電容及電阻三者組合之變化及應用；次更詳述變壓器，對於無線電所用之各種變壓器，論述尤詳；最後關於電機及測計儀器，均以專章論述，於其種類、使用、養護、修理及實驗諸端，詳說無遺。書中關於計算部分，不採深奧之數學方法；說理部份，闡述不厭其詳；例證新穎，別具匠心；學過高中物理後，即可閱讀自如。

序

本書係根據第二次世界大戰時通訊技術訓練班所用之教本(1939)編譯而成。因鑒於國內中文版電磁學及電工學課本之缺乏，通俗而基本之譯著尤渺，乃編譯此書以供大學及專科學校用為教本或參考書。

電磁學並非高不可攀、不易了解之科學，亦非必須精通深奧之數理方克領略。目下大學及專科之電磁學教本，尚多衣鉢相傳，以數學為出發點，使讀者望而却步，數理基礎較差者，則更視為畏途。本書捨棄以高深之數學作為證明或計算之手段，而試用簡明淺顯說理方式，解釋電磁學上之理論與定律。闡述不厭其詳，舉例不厭其多，務使讀者易於了解，易於自習。

本書前三章介紹電磁學之基本知識，偏重於理論；末三章介紹數種極重要之應用電磁機械，偏重於實用；中間五章以其為電磁學上一切問題之骨幹，故理論與實用並重，有別於一般電磁學及電工學之編制及取材，因名通俗電磁學。

本書舉例較偏於無線電方面，極適宜於研究無線電之部分讀者參考，然而對於電磁學基本理論之闡述則並無妨礙。

至於本書疏陋之處，誠有未免，尚祈國內電工專家，一正，實深企盼。

吳迪順
董錦垣

一九五〇年九月於上海

通俗電磁學

目 錄

序.....	1
--------	---

第一章 電能.....	9
-------------	---

1. 緒言, 2. 電流, 3. 直流電, 4. 交流電, 5. 正弦曲線, 6. 週, 7. 頻率, 8. 平均值, 9. 有效值, 10. 能之轉換.

第二章 力場.....	17
-------------	----

11. 緒言, 12. 磁場, 13. 磁場能, 14. 介質電場, 15. 力場之表示法, 16. 介質電場之表示法, 17. 磁場之表示法, 18. 電磁場, 19. 引力與拒力定律, 20. 撮要.

第三章 磁性.....	26
-------------	----

21. 緒言, 22. 磁之電子學說, 23. 鐵磁物質, 24.

順磁性物質， 25. 逆磁性物質， 26. 磁動勢、磁流及
磁阻， 27. 磁化曲線， 28. 磁飽和， 29. 磁滯。

第四章 電感與感應器.....33

30. 緒言， 31. 感應與應電壓， 32. 電勢之產生，
33. 楞次定律， 34. 應電勢之大小， 35. 螺旋線圈中
電流與電壓之關係， 36. 電感， 37. 自感， 38. 自感
量單位， 39. 互感， 40. 耦合， 41. 互感及耦合之大小，
42. 耦合係數， 43. 感應器， 44. 實用感應器，
45. 感應器之串聯及並聯， 46. 可變感應器， 47. 無
感線圈及電路， 48. 屏蔽。

第五章 電容與容電器.....54

49. 緒言， 50. 電容， 51. 單位， 52. 電流與電壓之
關係， 53. 容電器， 54. 介質材料與介質常數， 55.
容電器之串聯及並聯， 56. 耗損， 57. 電阻耗損，
58. 漏電耗損， 59. 介質吸收耗損， 60. 介質電滯耗
損， 61. 等值串聯電阻， 62. 容電器之電壓擊穿，
63. 容電器之擊穿電壓額定值， 64. 實用容電器，
65. 雲母容電器， 66. 紙質容電器， 67. 電解容電器，
68. 乾質電解容電器， 69. 容電器組， 70. 可變容電
器。

第六章 交流電路.....78

71. 緒言, 72. 感抗, 73. 容抗, 74. 交流電流或電勢之相加法, 75. 向量, 76. 向量之組合, 77. 向量組合之圖解法, 78. 直角二向量之數學合成法, 79. 向量之水平及垂直分向量, 80. 任何向量之數學合成法, 81. 旋转向量, 82. 串聯電阻, 83. 電感與電阻之串聯電路, 84. 阻抗與克希霍夫氏電勢定律, 85. 阻抗三角形, 86. 電容與電阻之串聯電路, 87. 電感、電容及電阻之串聯電路, 88. 交流電路之功率, 89. 功率因數, 90. 交流電路舉例.

第七章 諧振.....116

91. 緒言, 92. 串聯諧振, 93. 串聯諧振曲線, 94. 諧振之產生, 95. 並聯諧振, 96. 並聯諧振之分析, 97. 並聯諧振曲線, 98. 諧振電路之振盪, 99. 波長, 100. 諧振電路波長計, 101. 選擇性及增益.

第八章 濾波器.....129

102. 緒言, 103. 混合頻率, 104. 諧波, 105. 波形, 106. 濾波電路, 107. 交流與直流之劃分, 108. 通低

頻濾波器， 109. 通高頻濾器， 110. 通頻帶濾波器，
111. 除帶濾波器。

第九章 變壓器.....143

112. 緒言， 113. 原副二線圈之關係， 114. 匝數比，
115. 阻抗比值， 116. 耗損， 117. 類型及應用，
118. 電源變壓器， 119. 聲頻變壓器， 120. 射頻變壓
器， 121. 阻抗配比， 122. 反射電阻。

第十章 電動機與發電機.....161

123. 緒言， 124. 電勢之產生， 125. 交流發電機，
126. 直流發電機， 127. 勵磁， 128. 電動機， 129.
電動機及發電機之類型與特性。

第十一章 量電儀器.....185

130. 緒言， 131. 測計基動體， 132. 達松發爾基動體，
133. 威斯登基動體， 134. 威斯登基動體撮要， 135.
測力計基動體， 136. 鐵翼基動體， 137. 桑柏生傾斜
線圈式基動體， 138. 雙鐵翼式基動體， 139. 交流測
計基動體撮要， 140. 交直流混合電流之測計， 141.
頻率範圍， 142. 靈敏度， 143. 熱絲基動體， 144.

毫安計與安培計， 145. 分流電阻， 146. 整流式電表，
147. 熱偶式電表， 148. 電壓計， 149. 瓦特計，
150. 歐姆計， 151. 串聯歐姆計， 152. 分聯歐姆計，
153. 串聯歐姆計高範圍之擴展， 154. 串聯歐姆計低
範圍之擴展， 155. 威斯登 564—3B 型電壓歐姆計，
156. 惠司東電橋， 157. 測計電阻之其他方法， 158.
合用儀器。

通俗電磁學

第一章 電 能

1. 緒言

“能”(Energy)爲工作之本質，不生不滅，然可藉適當之器械，由一種形式轉變爲他種形式。故機械能、熱能、化學能與電能等，均同爲能，僅其形式相異。

無線電通訊，乃能量由發射機至接收機之傳遞；電廠供電，乃能量由電廠至用戶之傳遞。欲明瞭如何傳遞，則必先從能之觀點，研究電學與磁學上之各種基本定律與定理。

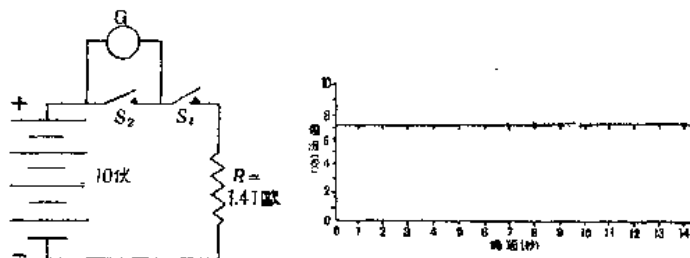
2. 電流

電流(Electric current)爲電能形式之一種。若電子(Electron)在兩點間自一點至另一點作一般性之移動，則吾人謂有電流在此兩點間流動。如電子移動始終同一方向，則稱之爲直流；如電子移動之數值不定，且其方向經常作週期性之變換，則稱之爲交流。

通常以爲電子之移動方向與電流之流動方向相反。此種觀念，易致混淆。本書爲免混淆起見，乃定此二者方向相同，故在電池或其他電源中，其外路之電流係自負極流向正極。

3. 直流電

第 1 圖左方之電路中，電鍵 S_1 、 S_2 自始即接通，有一純直流電流(Direct current, D. C.)通過 R 。開啓 S_2 ，在電流計 G 中

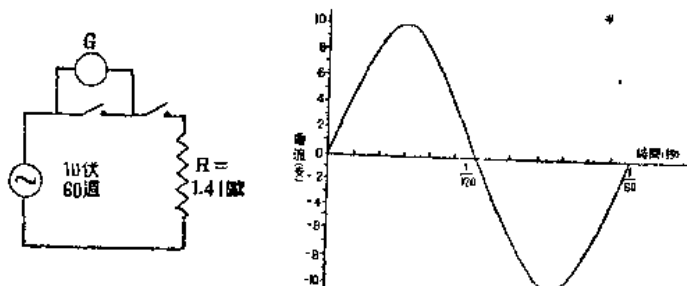


第 1 圖 直流電路及直流電流曲線。

即讀得電流數值。每隔一秒鐘讀此電流一次，將讀數作為縱坐標，時間作為橫坐標，繪出各點位置，連接各點得一線如右圖所示，即為一純直流電流曲線(在直角坐標中之圖形，均稱為曲線，即直線亦為曲線之一種)。

4. 交流電

如以一 10 伏 (Volt)、60 週 (Cycle) 交流發電機代替一 10



第 2 圖 交流電路及交流電流曲線。

伏電池。則上圖電路中流過之電流不為直流而為交流 (Alternating current, A. C.)。若如前法，讀得電流之瞬時值 (Instantaneous value)，與時間繪作一曲線，則可得一交流電波。第 2 圖所示即為一交流電路及交流電流曲線。

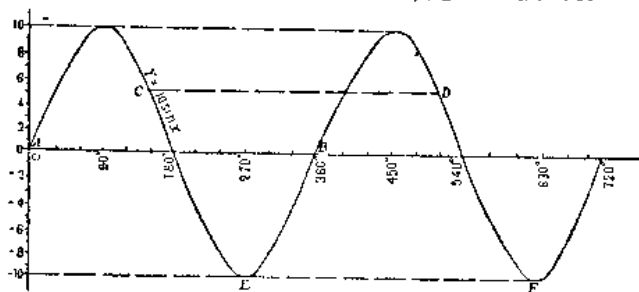
以上所繪電流曲線為一正弦曲線 (Sine curve)。在電力電路及無線電電路中，電流與電壓之曲線通常均為正弦形，因此吾人乃作正弦曲線之分析討論。

5. 正弦曲線

在直角坐標中，如適合 $y = a \sin x$ 一式者，所得之曲線稱為正弦曲線。設 $a = 10$ ， x 代表角度，則依式可得相應於不同 x 值時之 y 值，如下表：

x	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
y	0	5.0	8.66	10.0	8.66	5.0	0	-5.0	-8.66	-10.0	-8.66	-5.0
x	360°	390°	420°	450°	480°	510°	540°	570°	600°	630°	660°	690°
y	0	5.0	8.66	10.0	8.66	5.0	0	-5.0	-8.66	-10.0	-8.66	-5.0

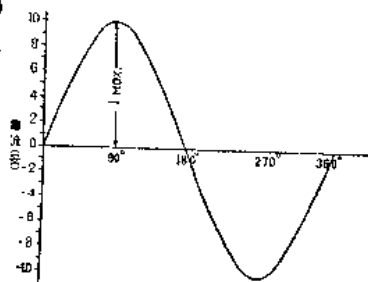
依表中所列數值，可繪出第 3 圖之曲線，是為正弦曲線。



第 3 圖 正弦曲線。

須知正弦曲線 $y = 10 \sin x$ 之最大振幅為 10. 而在 $y = a \sin x$ 式中, 如 $a = 5$, 則最大振幅必為 5. 於曲線 $y = 5 \sin x$ 上, 在 X 軸上之任一點之高, 必恰為曲線 $y = 10 \sin x$ 上相當點之高之半. 由此 a 值, 可以決定正弦曲線振幅之大小, 亦即謂曲線自 X 軸向正負兩方移動之最大距離均為“ a ”.

在 $y = a \sin x$ 式中, 如“ a ”為交流電流之最大振幅 (Maximum amplitude) $I_{\max}$, 則曲線 $y = I_{\max} \sin x$ 即為交流電流之正弦波. 同理, “ a ”如為交流電壓 (Voltage) 之最大振幅 $E_{\max}$, 則曲線所示即為交流電壓之正弦波. 故若 $a = 10$ 安 (Ampere), 則 $y = a \sin x$ 一式變為 $y = 10 \sin x$ 安. 若依此式繪作曲線, 則得第 4 圖所示電流之正弦波.



第 4 圖 電流之正弦波.

比較第 2 圖與第 4 圖, 其曲線完全相同, 惟橫坐標所示之單位不同. 第 2 圖為某一正弦波交流電之特例, 而第 4 圖則為正弦波交流電之一般波形, 其最大振幅為 10 安.

6. 週

在任何週期性現象中, 週 (Cycle) 係代表一相同現象再出現時之整個過程. 故在第 3 圖之正弦曲線中, 自 A 至 B, 自 C 至 D, 或自 E 至 F, 均為一完全週. 由圖可知, 一週之始末兩點之間隔, 恰為 360 度, 故知任何正弦波之一週, 均相當於 360 度.

7. 頻率

頻率 (Frequency) 爲每秒中之週數。每一週所需之時間爲一週期 (Period)，如以 T 代表週期， f 代表頻率，則 $T = \frac{1}{f}$ 。例如 $f = 60$ ，則 $T = \frac{1}{60}$ 秒。此因每秒有 60 週，則每週所需時間爲 $\frac{1}{60}$ 秒。

如以第 2 圖而論，以時間替代度數（如以 $\frac{1}{60}$ 秒代表 360° ， $\frac{1}{120}$ 秒代表 180° 等），則得一正弦曲線。如將每一週所需時間以 360° 代替之，則以度數表示之正弦曲線如第 4 圖者，可代表任何所需之頻率。換言之，一週可以 360° 表示之，而不計其頻率若何。

8. 平均值

於第 2 圖交流正弦曲線中，正負兩半週恰爲完全相等。故以純數學之立場而論，此種電流之平均值 (Average value) 爲零。此意即謂在一週期內經過某一點作一方向流過之電子數，與作相反方向流過之電子數相等。換言之，正負電流之安數相等。故論及平均值時，僅以半週爲準。欲知此平均值電流之數值，必須於曲線上取間隔相等之若干讀數，將此種讀數之總和，用所取間隔次數之總和除之，即得半週內之平均值。取得之讀數愈多（即間隔愈小），則愈正確。如用積分法（即將所取讀數增爲無限多次），亦可得此平均值，依此法所求得半週內最正確之平均值爲

$0.636 I_{\max}$. 雖方向不同, 而電流之平均值在正負兩半週內均為 $0.636 I_{\max}$. 同法, 可以得到平均交流電壓之值為 $0.636 E_{\max}$. 須知此種數值, 均以電流及電壓所代表之曲線為真正正弦曲線為限, 蓋 $0.636 I_{\max}$ 係自 $y = I_{\max} \sin x$ 一式積分後所導出.

9. 有效值

有效值 (Effective value) 為交流電可與直流電相比較之真值. 即交流電流所產生之平均功率 (Average power) 與相當直流電流產生之平均功率相等; 或交流電壓所產生之功率與相當直流電壓產生之功率相等. 在直流電中表示功率之兩種方式為 $P = I^2 R$ 及 $P = \frac{E^2}{R}$. 如“ i ”為瞬時電流 (Instantaneous current), “ e ”為瞬時電壓 (Instantaneous voltage), 則此瞬時功率為 $P = i^2 R$ 及 $P = \frac{e^2}{R}$. 後兩式不論直流交流均可合適, 因所表示均係瞬時值. 自交流電流或交流電壓之正弦曲線, 可以繪一與所產生功率成比例之另一曲線, 即功率曲線.

功率曲線上之每一點, 均與所取電流或電壓曲線上 i^2 或 e^2 成比例. 因負數之平方亦為正值, 故功率曲線無 X 軸以下之值. 如在一週中依相等間隔取得 i^2 或 e^2 之數值總和, 除以所取間隔數, 即得 i^2 或 e^2 之平均值. 根據定義, 此值與 I^2 或 E^2 各各相等. 因之, 取 i^2 平均值 (I^2) 之平方根, 即為有效電流值 I_{eff} , 取 e^2 平均值 (E^2) 之平方根, 即為有效電壓值 E_{eff} . 依此方法取得之有效值, 亦稱之為均方根值 (Root mean square, R. M. S.). 正弦交流電之“真值”、“有效值”或“均方根值”, 均係代表