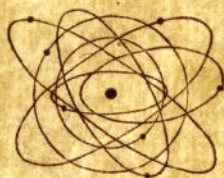


古氏電互學

M. И. 古氏尼佐夫 著

林啓華 林啓榮 譯



中國科學圖書儀器公司
出版

序

自從全國進行院系調整和課程改革後，對蘇聯教材的需要，一般都很迫切。作為工科基礎課程的電工學，一向便很難找到一本避免繁複數學，說理清晰而又能和實際工程密切聯系的教材，所以對於適合這類要求的蘇聯譯本，更感迫切需要。

我友林啓華同志，去秋適由上海電力公司調往上海市機電工業學校，兼授電工學，為解決同學程度的參差和該課程要求間的矛盾，乃於任課餘閒，逐步將 M. M. 古氏尼佐夫所著電工學，譯成中文講義，發給同學。該書內容深入淺出，系統層次分明。在分析原理時，或從日常生活的體驗出發，或由簡單的實驗開始，步步深入。其間極力避免繁複的數學和空洞的理論。例如對於短路、電流的效應、電路中電流電壓的相位差、無功電能和功率、旋轉磁場等原理的敘述，都很着重物理觀念的灌輸，因此使讀者很容易接受。在說明電機、電器的基本原理、構造和運用特性後，便聯系到實際的應用，並比較彼此間的優缺點，使讀者易將理論與實際結合，在實際選擇電機、電器和有關設備時，也有所依據。此外有關發電機的並聯運用，電動機的起動和儀表的接線等的敘述又可使讀者不但能從本書獲得電機工程的基本智識，並且還可學得實際操作的技能。

本書可供非電工專修科和工業技術學校作基本教本，教授時可按照同學數學和物理的基礎，按次講授或酌加補充。至於內容因從一般的物理學觀念開始，故對工礦中廣大的技術幹部，也是很適合的自學讀物。

本書初稿由林啓華同志執筆，經其兄林啓榮博士校譯，陳鼎和同志和本人代為校閱。凡本書中已經發現的疏漏地方，均經校正，但我們均

係初學俄文，工作一定做得不夠深入，錯誤在所難免，希望讀者隨時指正，並提供意見，以便修改。

裘益鍾

於交通大學普通電工學教研室

一九五三年五月

本書印行六個多月來，已經重版五次，由此可見廣大讀者對本書愛護的熱忱。

本書六版的内容，雖然基本上和前五版的相同，但會再予詳細校訂，把原書包括插圖疏誤的地方都加以修正。

這裏，譯者應該特別感謝曹鳳山教授在教學過程中對本書所提供的全面意見。最後，竭誠希望讀者們對本書繼續給予指正。

審判官

一九五四年五月

“共產主義——這就是蘇維埃政
權加上全國電氣化”。

(列寧)

導 言

電 工 學 是一門應用電能於實用目的的科學。

電 能 在目前已知的各種能量當中，佔有特殊的地位。電能所具有的特徵最顯著的是它能夠比較容易地從其他的能量（機械的、水力的、風力的、化學的等）變換過來。

利用足夠簡單而經濟的裝置，電能可以很快地並以任何的數量輸送到相當遠的距離，同時又很容易地分配給各用戶。

在消耗電能的地方，電能又可以很容易而又很簡便地轉變為這種或那種能量的形式（照明的、熱力的、機械的、化學的能量等）。

在工業上、農業上、運輸上和日常生活上，將電能廣泛地採用作為基本形式的能量，稱為電氣化。

在革命前的俄國，電能的應用十分有限。一般說來，只有大城市居民中最富有的階層和為數不多的企業應用它。

偉大的十月社會主義革命以後，布爾什維克黨提出了把俄國從落後的農業國變為先進的工業國的任務。弗拉基米爾·依里奇·列寧和約瑟夫·維薩里奧諾維奇·斯大林指示出電氣是能夠完成國民經濟革命的威力。我們祖國（指蘇聯）* 的電氣化，就在作為共產主義的物質技術基礎的列寧—斯大林關於電氣化的理論的基礎上開始發展。

列寧的具有歷史意義的名言：“共產主義——這就是蘇維埃政權加上全國電氣化”——最清楚地表明我們的電氣化所具備的巨大的政治性和全國性的意義。早在1920年，在進行內戰和發生最嚴重的經濟崩潰、飢饉以及疫病的時期裏，在年青的蘇維埃共和國正遭受着白匪和國

際干涉軍各方面侵擾的情況下，按照弗·依·列寧和約·維·斯大林的建議，製訂了俄羅斯電氣化全國委員會的計劃（ГОЭЛПО計劃）。這個計劃在1920年十二月由第八次全俄羅斯蘇維埃代表大會批准通過。列寧稱這計劃為黨的第二綱領，而斯大林稱它為真正統一的和真正國家的經濟計劃的精密草案。

ГОЭЛПО計劃奠定了我們國家整個社會主義建設的基礎。在隨後的歲月裏，蘇維埃人民爲了實現這個偉大計劃所展開的鬥爭，成爲建立我們社會主義國家的物質技術基礎的歷史上最英雄的一頁。

根據電氣化計劃，建立了幾十個強大的熱力和水力發電站，幾千公里的高壓輸電線，建造了工廠，以製造電氣設備——作爲動力工業的基礎。

ГОЭЛПО計劃在最短的擬定期限——十年內就勝利完成了；而在1935年末，幾乎超額完成了三倍。

從那個時候起，我們國家的發電站所擁有的容量和發電量繼續直昇。

當希特勒德國向和平的蘇聯進行背信棄義的進攻、和法西斯部隊侵入我們祖國的領土時，許多城市、行政村、鄉村、重工業和輕工業工廠、發電站、輸電綫都遭到了野蠻的破壞。但是這並未曾中斷國家電氣化的穩步增長。

偉大的衛國戰爭勝利結束後，蘇維埃電氣化以更偉大的規模發展着。到目前爲止，我們國家的發電量，已比革命前超過了40倍多。戰後第一個斯大林五年計劃中每年新的電力容量的增加，就幾乎超過ГОЭЛПО計劃中第10—15年所規定的兩倍。

現在已經電氣化的不僅是蘇聯極大多數的城市和工人鎮了。集體農莊、國營農莊和拖拉機站的電氣化非常廣泛地在發展着。許多地區已經完成了或正在完成所有的集體農莊的完全電氣化。

在1950年戰後第一個斯大林五年計劃結束時，我們的發電站按照計劃必須供應國家820億瓦一時（度）的發電量。要用手工來完成這樣的工作，需要蘇聯全體成年人，每天十小時地工作三十年！

我們這一世紀常被稱爲電氣的世紀，不是沒有理由的。蘇聯發電站

所發出的巨額發電量，非常廣泛地應用在我們的一切工程部門上。

目前在我們的重工業和輕工業工廠內、拖拉機站內和其他生產部門內，用來拖動車床、機器和其他各種機械的主要是方便而又經濟的電動機。

在電爐內冶煉着金屬，獲取鋼和各種合金。

電氣在取得鋁、各種化學產品和許多別的物質時採用很廣。電焊和電氣切割金屬的應用非常普遍。

只有在電工技術發展後，工業上新的工藝作業的採用，大規模自動化生產的實現和新的高產量的工作機的製造才有可能。

電氣用來拖動電氣列車、有軌電車和無軌電車，用來起重，並幫助採探地層下的礦、煤和石油。

在農業上應用電能，就可把大多數最辛苦的勞動高度地機械化，並使工作的時間顯著地減小，農產品的產量大大地增加。

電能也很廣泛地應用在家庭日常生活上，特別在照明和用熱上。

千百萬光亮的電燈——“依里奇燈”，一照耀在我們祖國的城市和集體農莊裏。

千百萬的人們每天都使用着電熱器——電灶、電熨斗、電茶壺、電水壺等。

由於電氣，我們時代的許多輝煌的發現才成為可能。無線電通訊和雷達，穿入原子核和破壞它——所有這些都是憑藉着電氣來進行的。電氣使我們聽到好幾千千米外的聲音，使我們看到在完全黑暗中和很遠距離外的東西，把人體內部組織的工作情況暴露在眼前，並醫治疾病。僅僅列出利用和憑藉電氣所做的一切，就需要不少的篇幅。未來電能的應用，更有其不可估量的廣闊遠景。

現今電氣工程上的成就，是許多人們在幾世紀中工作的結果。很多科學家們、工程師們、發明家們在電氣現象定律的研究和創立上、在電機和電器的創造上辛勤地勞動過。這裏也和世界上其他部門的科學一樣，領導的角色是屬於我們祖國的同胞們。全世界都知道偉大的俄羅斯科學家和工程師們的名字：M. B. 羅蒙諾索夫，B. B. 彼得洛夫，Э. X. 楞次，B. C. 耶戈比，A. H. 羅得金，П. H. 耶柏洛契柯夫，Д. A. 拉泰諾夫，

И.Ф.烏沙金, Н.Н.白那爾多斯, Н.Г.斯拉維耶諾夫, М.О.多利沃—多勃羅沃爾斯基, П.Н.列別傑夫, А.С.波波夫和其他許多卓越的俄羅斯電工專家們。

在電能的實際應用上,他們首先創造方法和製出設備——發明了電燈、探照燈、變壓器、電動機,實現了遠距離的電能輸送、無綫電通訊、電銲、電鍍和很多其他的創造。

我們蘇維埃人爲他們的天才發現感到驕傲並經常不斷地發展和改進他們所創始的事業,使科學和技術發展並趨完善。

我們是在光輝的斯大林時代裏,在向着全國完全電氣化邁進的道路上。電氣化是保證蘇維埃人民不可戰勝地向共產主義前進的重要關鍵。

嶄新的偉大的斯大林時代的建築:伏爾加河上的古比雪夫和斯大林格勒水電站,頓涅伯河上的卡霍夫克水電站,土克曼大運河、南烏克蘭運河、北克里米亞運河、列寧伏爾加—頓河運河和在這些運河上的巨大水電站,是蘇維埃人民向共產主義前進途中的新的巨大步伐。

全世界最巨大的古比雪夫和斯大林格勒發電站,在每年平均水位上,前者擁有兩百萬瓩容量和一百億瓩一時發電量;後者擁有一百七十萬瓩容量和靠近一百億瓩一時發電量。

這些發電站即將供給的電能,可以供應許多城市和重工業及輕工業工廠,可以在農業上應用到耕種和其他的農場作業上,可以使許多國民經濟中的手工操作過程機械化。

要爲不斷的和越來越迅速的國家電氣化的增長作保證,就需要有新的具有高度水平的電工專家們的大軍。他們所碰見的各式各樣的電機、電器和儀器,要求他們具有多方面的清楚的知識。半懂和不合格的電工人員很容易使設備發生嚴重的事故,使自身或他人死亡或殘廢。

電工職業是非常有趣而動人的。但是要充當我們社會主義工業的先進工作者—斯達哈諾夫工作者和從事於社會主義勞動的專家,未來的電工人員必須多方面堅持學習,不斷地增進自己的理論和實用知識。這本書便是企圖用來幫助電工人員研究的。*表示譯者註

目 錄

序

導言

第一章 靜電

§ 1. 電的概念	1
§ 2. 物質構造的電子學說的觀念	3
§ 3. 電場	5
§ 4. 帶電體上電荷的分佈	6
§ 5. 電位	6
§ 6. 靜電感應	7
§ 7. 利用靜電感應使物體起電	8
§ 8. 電容	9
§ 9. 電容器和來頓瓶	11
§ 10. 雷電的現象	14
複習問題	15

第二章 化學電源和電流的化學效應

§ 11. 電流的概念	16
§ 12. 最簡單的加爾芬尼電池(原電池)	17
§ 13. 碳—鋅電池	17
§ 14. 電路	18
§ 15. 電動勢(Э.Д.С.)與電壓	19
§ 16. 電解	20
§ 17. 物質的電化當量	21
§ 18. 法拉第定律	22
§ 19. 電解在工業上的應用	22

§ 20. 蓄電池	24
習題	27
複習問題	27

第三章 電 阻

§ 21. 電阻的概念	28
§ 22. 電阻係數	29
§ 23. 決定電阻的公式	30
§ 24. 電導	31
§ 25. 導體間的連接法	32
§ 26. 變阻器	35
習題	38
複習問題	39

第四章 電路的基本定律

§ 27. 電路的電壓、電流和電阻間的關係	40
§ 28. 歐姆定律應用於電路的一部份	41
§ 29. 電工上的單位制	43
§ 30. 電壓降落	44
§ 31. 在電路各部份上電壓的分佈	47
§ 32. 歐姆定律應用於整個的電路	49
§ 33. 在並聯各支路中電流的分配	51
§ 34. 短路	53
§ 35. 數只電源的接入和它們彼此間的接法	54
習題	59
複習問題	61

第五章 電流的熱效應

§ 36. 電流使導體發熱	62
§ 37. 楞次和焦耳定律	63
§ 38. 導體受電流加熱後的溫度	64

§ 39. 電流密度	65
§ 40. 白熾電燈	66
§ 41. 電弧	67
§ 42. 電銲	69
§ 43. 電熱器	71
§ 44. 熱繼電器	71
§ 45. 熔斷保護器	73
§ 46. 導體的接合	73
習題	74
複習問題	75

第六章 電流的功和功率

§ 47. 電流的功和它的測量單位	76
§ 48. 電流的功率和它的測量單位	77
習題	80
複習問題	81

第七章 磁

§ 49. 磁鐵	82
§ 50. 羅盤	83
§ 51. 磁鐵的分子構造	84
§ 52. 磁場	85
§ 53. 磁的數量	85
§ 54. 在磁場中的鐵磁體	87
複習問題	88

第八章 電 磁

§ 55. 帶有電流導體周圍的磁場	89
§ 56. 螺線管	91
§ 57. 電路和磁路的比較	92

§ 58. 磁勢・安培匝數	92
§ 59. 鐵、鑄鐵和鋼的磁化	93
§ 60. 磁滯	93
§ 61. 電磁鐵的型式	94
§ 62. 電鈴的構造和作用	95
§ 63. 螺線管對鋼芯的吸力	95
§ 64. 電磁式測量儀器的作用原理	96
§ 65. 帶有電流導體相互間的作用	96
§ 66. 電動式測量儀器的作用原理	97
§ 67. 在磁場中通有電流的導體	98
§ 68. 電動機的作用原理	99
§ 69. 永磁式(磁電式)測量儀器的作用原理	100
複習問題	101

第九章 電磁感應

§ 70. 電磁感應的概念	102
§ 71. 感應電動勢的方向	103
§ 72. 導體中感應電動勢的大小	104
§ 73. 直流發電機的作用原理	104
§ 74. 楞次定律	105
§ 75. 變壓器的作用原理	107
§ 76. 感應圈	108
§ 77. 渦流	109
§ 78. 自感應	110
§ 79. 電路的電感	113
複習問題	114

第十章 單相交變電流

§ 80. 單相交變電流的產生	115
§ 81. 交變電流的圖示法	116

§ 82. 交變電流的頻率	118
§ 83. 週期和頻率的關係	119
§ 84. 從發電機得到的交流頻率和發電機極對數、轉子轉速間的關係	120
§ 85. 交變電流所產生的效應	122
§ 86. 轉子線圈中交流的變化曲線	124
§ 87. 轉子上相疊兩線圈中交流的變化曲線	126
§ 88. 轉子上相隔 90° 的兩線圈中交流的變化曲線	127
§ 89. 交流電路中的自感效應	129
§ 90. 有效電阻	132
§ 91. 感應電抗	133
§ 92. 有效電阻和感應電抗的串聯	133
§ 93. 電壓三角形	135
§ 94. 阻抗三角形	135
§ 95. 用於交流的歐姆定律	138
§ 96. 功率三角形	139
§ 97. 功率因數“ $\cos \phi$ ”	141
§ 98. 提高負載“ $\cos \phi$ ”的必要性	143
§ 99. 從電壓、阻抗和功率三角形求功率因數“ $\cos \phi$ ”	144
§ 100. 交流電路中的電容器	145
§ 101. 影響負載“ $\cos \phi$ ”的原因和提高“ $\cos \phi$ ”的方法	146
習題	149
複習問題	150

第十一章 三相交變電流

§ 102. 三相交變電流的產生	151
§ 103. 三相交流制	152
§ 104. “星形”和“三角形”的接法	155
§ 105. 在“星形”和“三角形”接法中電壓和電流在相和線	

間的差別	156
§ 106. 三相交流電功率的測量	161
§ 107. 三相交流電功率的計算	163
§ 108. 三相電流所產生的旋轉磁場	166
習題	168
複習問題	169

第十二章 變壓器

§ 109. 變壓器的概念	170
§ 110. 變壓器的運用	173
§ 111. 變壓器在遠距離輸送電能時的作用	175
§ 112. 變壓器的構造和型式	177
§ 113. 三相變壓器	179
§ 114. 自耦變壓器	181
§ 115. 儀用互感器	186
習題	194
複習問題	194

第十三章 感應電動機

§ 116. 感應電動機的作用原理	196
§ 117. 鼠籠式感應電動機的構造	196
§ 118. 鼠籠式感應電動機的運用	197
§ 119. 鼠籠式感應電動機的特性和應用範圍	199
§ 120. 線繞式(相繞轉子式)感應電動機的構造	200
§ 121. 線繞式感應電動機的特性和應用範圍	202
§ 122. 電動機的轉差率	202
§ 123. 感應電動機定子繞組的繞法	204
§ 124. 感應電動機的起動方法	205
§ 125. 感應電動機轉速的調節	208
§ 126. 感應電動機旋轉方向的改變(可逆方向)	210
複習問題	211

第十四章 同步電機

§ 127. 單相同步發電機	212
§ 128. 三相同步發電機	215
§ 129. 同步電動機的構造和運用	219
§ 130. 利用輔助電動機時同步電動機的起動	219
§ 131. 同步電動機的感應起動	220
§ 132. 同步電動機的特性和應用範圍	221
複習問題	222

第十五章 直流電機

§ 133. 直流發電機的基本部份	223
§ 134. 換向器的功用和工作	224
§ 135. 電樞繞組的繞線法	228
§ 136. 發電機的電樞反應和消除它的方法	231
§ 137. 直流發電機的種類	234
§ 138. 他激發電機	234
§ 139. 自激發電機	238
§ 140. 直流電動機的作用原理	243
§ 141. 直流電動機中換向器的功用	243
§ 142. 直流電動機轉動方向的改變	245
§ 143. 電樞的反電動勢	245
§ 144. 直流電動機轉速的調節	247
§ 145. 電動機的電樞反應	248
§ 146. 分激電動機	248
§ 147. 串激電動機	251
§ 148. 複激電動機	253
§ 149. 電動機的制動	254
複習問題	256

第十六章 整流器

§ 150. 整流器概論	258
§ 151. 氧化亞銅整流器	259
§ 152. 硒質整流器	261
§ 153. 硫化物(硫化銅—鎂)整流器	262
§ 154. 玻璃汞弧整流器	262
§ 155. 金屬汞弧整流器	266
複習問題	269

第十七章 電氣測量儀器

§ 156. 電氣測量儀器的分類	270
§ 157. 永磁式測量儀器	271
§ 158. 電磁式測量儀器	273
§ 159. 電動式測量儀器	274
§ 160. 熱線式電氣測量儀器	275
§ 161. 感應式電氣測量儀器	275
§ 162. 振動式電氣測量儀器	277
§ 163. 註在電氣測量儀器刻度板上的慣用符號	278
§ 164. 電流的測量	278
§ 165. 電壓的測量	282
§ 166. 功率的測量	285
§ 167. 能量(功)的測量	288
§ 168. 無功能量的測量	291
§ 169. 儀用電壓和電流互感器在測量電功率和電能時的應用	293
§ 170. 功率因數的測量	294
§ 171. 電阻的測量	296
習題	298
複習問題	299
習題答案	301

第 一 章

靜 電

§ 1. 電 的 概 念

很早以前，人們已經注意到有許多物體用羊毛、毛皮、絲或呢布摩擦後，能夠吸引輕的物體像紙屑、稻草屑等。遠在2500年前，希臘人已從呢布摩擦琥珀（樹脂類）時觀察到這種現象。從那時候起，便有“電”這個名字，因為按照希臘文琥珀這字便是“電子”（электрон）。

摩擦後的物體所具有吸引輕物體的力，叫做電力。除開琥珀外，其他物質在摩擦後最顯著表現出電力的有玻璃、硬橡膠¹、火漆和硫黃等。

表現有電力的物體，叫做帶電體或荷電體。使物體具有電力的過程，叫做起電。

如果帶電體和另一不帶電體接觸，後者便從前者獲得一部份的電荷，變成帶電體。

用乾燥的皮革或絲質來摩擦乾燥的玻璃棒使它帶電後，再把它和掛在絲線上的軟木或接骨木的小球相觸，玻璃棒上的一部份電荷便傳遞給小球使它帶電。用同一根帶電的玻璃棒，和另一同樣的小球接觸，並傳給它以一部份的電荷。如果使從玻璃棒得到電荷的兩只小球，互相靠近，它們將會互相推斥（圖1）。

現在再用毛皮或羊毛來摩擦乾燥的硬橡膠棒使它帶電，再讓它接觸到另外兩只也掛在絲綫上的軟木或接骨木的小球後，使這兩只小球互相靠近，我們看到它們也同樣地互相推斥。

1. 硬橡膠是一種硬的絕緣物質，由樹脂加硫黃經過特殊的製造過程製成。

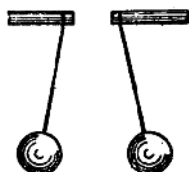


圖 1. 從玻璃棒取得電荷的兩只軟木或接骨木的小球間的相互作用

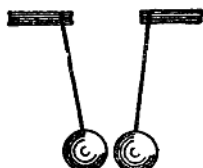


圖 2. 一只從玻璃棒、另一只從硬橡膠棒取得電荷的軟木或接骨木小球間的相互作用

如果我們把從硬橡膠得到電荷的小球和另一從玻璃得到電荷的小球彼此靠近，它們便會互相吸引(圖 2)。

這些實驗表明從玻璃取得的電荷和從硬橡膠取得的電荷不同。但是不同的物體在起電時，只能夠獲得兩種電荷：一種是和用皮革或絲質摩擦過的玻璃所帶的電荷性質相同，另一種則和用羊毛或毛皮摩擦過的硬橡膠所得到的電荷性質相同。

用皮革或絲質摩擦過的玻璃所帶的電荷(圖 3)，習慣上叫做正電荷，用符號 $+$ (正)表示；用羊毛或毛皮摩擦過的硬橡膠棒所帶的電荷(圖 4)，習慣上叫做負電荷，用符號 $-$ (負)表示。

實驗證明所有帶同號(同性)電荷的物體互相推斥，而帶有異號(異性)電荷的物體則互相吸引(圖 5)。



圖 3. 正電荷的產生

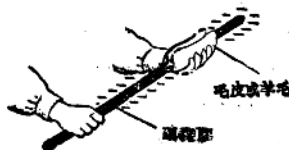


圖 4. 負電荷的產生。

兩只掛在絲線上並帶有異性電荷的軟木或接骨木的小球，在吸力的影響下總企圖互相接觸。但在接觸後，它們彼此間或則失去相互作用(如果兩球的電荷數值相等)，或則互相推斥(如果一只小球比另一只小球所帶的電荷為多)。