

基本館藏

49888

初級電工原理

蘇聯 符·尤·羅蒙諾索夫 著
克·姆·波李凡諾夫



電力工業出版社

初 級 電 工 原 理

蘇聯 符·尤·羅蒙諾索夫 克·姆·波李凡諾夫著
張 鍾 俊譯

蘇聯勞動後備部教材委員會和電站部的幹部、
勞動、工資管理局審定作為技術學校和鐵路學校的
幹部訓練班和技工進修班的教材

電 力 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述電路中各元件和簡單直流電路、交流電路計算的基本原理，一般地闡明電場及磁場內所發生的物理過程，並敘述電機、變壓器和輸電綫路的作用原理，電氣測量的原理和高壓電的危險性。

本書可作為中等電力學校的教材和電氣技工進修用書。

В.Ю.ЛОМОНОСОВ К.М.ПОЛИВАНОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

根據蘇聯國立動力出版社1952年莫斯科增訂版譯

書號112

初 級 電 工 原 理

張鍾俊譯 袁益鍾 翟潤 袁日慶審閱

•

電力工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

•

編輯：陳惟清

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 10 $\frac{1}{2}$ 印張 * 286千字 * 印11,251—14,280冊

1954年8月北京第1版第1次印刷

1956年2月北京第1版第3次印刷

定價（第8類）1.80元

原 序

本書是為理論方面修養不多、但在實踐的工作中已對電工有初步認識的讀者而寫的。

讀者在本書中將獲得電工的初步概念，這些概念對他們了解電工各專業其他書籍是必需的。

但必須認清，本書中所敘述的知識，對電的現象的全面了解還是不夠的，這僅僅是學習的起點，要精通電工學，還須進一步的學習，必須學習各種基本科學，例如數學、物理等，這樣才可以最根本地理解在獨自鑽研電工學時所必需的理論。

在這本增訂版中，對於近代電工學所依據的物理現象部份，曾加以補充。

在重編本書過程中，尤·姆·沙馬葉夫（第6—9章）和姆·克·波李凡諾夫（第一章）曾參加一系列的工作。著者對他們表示深切的謝意。

符·尤·羅蒙諾索夫

克·姆·波李凡諾夫

引 言

我們可以按光波對眼睛的刺激來判斷光的現象、我們的耳朵可以獲得聲音的感覺。我們的皮膚可以獲得冷熱的感覺。但是使我們看見、聽到或觸到的器官，並不能使我們感覺到電的現象（除了電流通過身體時的不愉快感覺外）。由於這個理由，電工學的研究，一般認為是不容易的。

電工學研究的對象是電在工業上的應用。這些應用我們幾乎無時無刻都要碰到，並且它們一天天地更加多樣化了。電已經貫徹到個人生活和社會生活的所有各個方面。電氣照明、電動機、電車、電爐、電氣通訊等，已與我們的日常生活聯結成密切的關係。

蘇聯的電氣化是與列寧和斯大林的名字緊密地聯在一起的。列寧公式「共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化」是蘇聯電氣化課題的重要指示。這課題的性質，列寧已於1920年10月2日在俄國共產主義青年團第三次全國代表大會的演說中詳盡無遺地講過了。他說道：

「我們知道，如果不復興工業和農業，並且不是按新的方式來復興工業和農業，那末共產主義社會是建設不成的。必須在現代最新科學基礎上、來復興工業和農業。你們知道，這樣的基礎就是電氣化，祇有當全國電氣化，一切工業部門和農業部門都電氣化的時候，祇有當你們真正担負起這個任務的時候，你們才能替自己建成老年一代人所不能建成的共產主義社會。」

你們面前的任務，就是要在經濟上復興全國，就是在基於現代科學和技術、基於電氣化的現代技術基礎上，來改造和恢復農業與工業。

你們知道得很清楚，電氣化事業中，不識字的人是沒有用處的，而且僅僅識字還是不夠的；應該懂得，怎樣在技術上把電氣應用到工業、農業以及工農業的各個部門中去。每個人必須學會這點，必須教導整個勞動青年後輩都學會這點」。

在駁斥對列寧的公式「共產主義就是蘇維埃政權加上全國電氣化」的曲解時，斯大林同志指示說，這個公式的意思是：「僅僅一個蘇維埃政權是不夠的，爲了走向共產主義，蘇維埃政權應當把國家電氣化，把全部國民經濟變爲大規模生產；蘇維埃政權決心這樣做，是爲了達到共產主義」^①。

在1928年11月聯共（布）中央委員會全體會議上，斯大林同志在他的演說中指出：「…列寧所說的全國電氣化，不是孤立地來建立幾個發電廠，而是漸漸地「把全國經濟，包括農業在內，轉移到新的技術基礎上、轉移到現代化大生產的技術基礎上」，這種大生產是這樣或那樣、直接或間接地和電氣化事業聯系着的」^②。

在斯大林五年計劃的年代裏，蘇聯建立了強大的動力基礎。

格·馬·馬林科夫在第十九次黨代表大會上作了關於聯共（布）中央委員會工作的總結報告，說明了生產生產資料的工業的成就，他說：

「1952年的產量將如下：銻鐵2700萬噸，約比1940年增加百分之七十；鋼3500萬噸，約比1940年增加百分之九十；壓延金屬2700萬噸，爲1940年產量的兩倍多；煤3億噸，比1940年增加百分之八十多；石油4700萬噸，比1940年增加百分之五十多；電能1170億仟瓦-小時，爲1940年的二點四倍；機器和設備將爲1940年產量的三倍多」。

在蘇聯共產黨第十九次代表大會上，電站部長德·格·日勉林說：「在電能生產方面我國現在已穩固地佔據了世界第二位，在這方面

①見斯大林全集俄文版第十一卷311頁。

②見斯大林全集，俄文版第一卷，254頁。

已顯著地超過了歐洲各個資本主義國家。

蘇聯在1951年有將近3百萬瓩新的發電容量投入生產，這比利時、瑞士、荷蘭等國的全部現有電廠的發電容量總和還多。

全蘇聯1951年電能生產計劃已完成了，並超過戰前1940年生產量的一倍有餘。在黨代表大會的指示草案中，規定進一步大力發展電氣化。電廠容量約須增加一倍，而電能生產量則須增加百分之八十。

在共產黨第十九次代表大會上批准的關於蘇聯發展第五個五年計劃（1951——1955年）的指示中說道：

「在電氣化方面，保證迅速增加發電廠的容量，以便更充分地供應國民經濟的越來越增加的電力需要和居民的家庭需要，並增加動力系統的儲備量。

在五年期間，發電廠的整個容量將增加到約兩倍以上，而水力發電廠的容量則增到三倍，特別在火力發電廠方面，首先保證擴大現有的企業。許多巨大的水力發電廠要開始運行，其中包括發電容量為210萬瓩的古比雪夫水力發電廠以及總發電容量為191.6萬瓩的卡馬、高爾基、明基卡烏爾、烏斯特——卡曼諾戈爾斯卡亞及其他水力發電廠。建成和使用古比雪夫——莫斯科輸電線路。

展開斯大林格勒、卡霍夫卡和新西伯利亞水力發電廠的建設工作，開始建築新的巨大的水電站：伏爾加河上的契鮑克薩利水力發電廠，卡馬河上的沃特金斯克水力發電廠，伊爾提斯河上的布克塔馬水力發電廠等等。

開始進行開發安加拉河的動力資源的工作，以便在利用廉價電力和當地原料的基礎上發展鋁、化學、採礦以及其他工業。

為了認真地改善南部地區、烏拉爾和庫茲涅茨克礦區的電力供應，必須保證大大增加這些地區的火力發電廠和各區內工廠自備發電廠的容量。為了保證對各城市和各區的電力供應除了建立巨大的發電廠以

外，還要建立小型和中型的發電廠。

由於履行進一步工業化的任務，須保證把立陶宛蘇維埃社會主義共和國、拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國和愛沙尼亞蘇維埃社會主義共和國的電能產量增加到二倍到二點五倍。建造納瓦水力發電廠、里加熱電廠，並繼續進行考那斯水力發電廠的建設工作。在普里巴爾起克則進行建設水力發電廠的設計勘察工作。

保證建設熱電廠和供熱網，以便各城市和工業企業普遍地得到熱力供應。

在發電廠中實行大規模的生產過程自動化。完成各區水力發電廠全部自動化的工作，並在動力系統中實行遠距離操縱。

爲了勝利地解決上述任務，必須堅決地掌握現代化技術；而掌握現代化技術則祇有自覺地對待工作、了解各種機器、器械和儀表等裝置的基本原理。

德·格·日勉林在第十九次黨代表大會上說：「要在發電廠內廣泛地採用新的技術和自動裝置，須重新提出幹部問題。容量爲5、10、15萬瓩的自動鍋爐和汽輪機，不應由沒有受過必要技術訓練的人員來維護。爲了解決這個問題，電站部已按照黨中央委員會的指示廣泛地建立了中等技術學校夜校及函授學校網，並計劃在最近五年內使電廠工人受到技術教育」。

這本書也是爲了幫助解決這個問題而寫的。

目 錄

原 序

引 言

第一章 初步概念

§ 1.1. 能和功	1
§ 1.2. 質量, 力, 加速度	5
§ 1.3. 功与量度	7
§ 1.4. 功率	9
§ 1.5. 能量傳輸	10

第二章 電流和電壓

§ 2.1. 一般概念	13
§ 2.2. 簡單的電工裝置	14
§ 2.3. 並聯	23
§ 2.4. 串聯	25
§ 2.5. 安培計和伏特計的接法	26
§ 2.6. 功率	27
§ 2.7. 電阻	27
§ 2.8. 導線電阻的計算	30
§ 2.9. 直線性電路	31
§ 2.10. 非直線性電路	33
§ 2.11. 電阻對溫度及壓力的關係	34

§ 2.12. 電流的熱效應，楞次-焦耳定律	36
§ 2.13. 短路和保護絲	38
§ 2.14. 熱線式安培計和伏特計的構造	40
§ 2.15. 電流方向和電流的化學效應	41
§ 2.16. 蓄電池和伽伐尼電池	43
§ 2.17. 電流方向和鹽流設備	45
§ 2.18. 電導	46
§ 2.19. 複雜電路中的電流	48
§ 2.20. 電動勢和電壓損失	49
§ 2.21. 功率損失和效率	51
§ 2.22. 含有兩個發電機的電路	52
§ 2.23. 三線傳輸制	54
§ 2.24. 接地和電位，三線傳輸制中電位的分佈	57
§ 2.25. 克希荷夫定則	59
§ 2.26. 導線和保護絲的選擇	61

第三章 磁鐵、磁場、電流的磁效應

§ 3.1. 磁鐵和磁場	65
§ 3.2. 電流的磁效應	68
§ 3.3. 磁場對載流導體的作用	70
§ 3.4. 磁感應	70
§ 3.5. 載流導線受到的力	71
§ 3.6. 磁場的簡單圖示法	73
§ 3.7. 兩電流的相互作用	75
§ 3.8. 利用電流磁效應的表計	76
§ 3.9. 感應電動勢	82
§ 3.10. 楞次定律	86
§ 3.11. 磁通	87
§ 3.12. 感應電動勢定律	92
§ 3.13. 運動著的導線在磁場內所感應的電動勢	94
§ 3.14. 互感	98
§ 3.15. 自感	99

§ 3.16. 自感對暫態過程的影響	101
§ 3.17. 磁電式示波器	103
§ 3.18. 電路中的磁場能	105

第四章 磁場裏的鐵、磁路、永久磁鐵

§ 4.1. 全流定律	108
§ 4.2. 鐵環的磁化	110
§ 4.3. 導磁係數	112
§ 4.4. 依據磁化曲線計算環形螺管中的磁場	114
§ 4.5. 全流定律在鐵磁物質磁場中的形式	115
§ 4.6. 全流定律在含有幾種鐵磁物質電磁場中的形式	115
§ 4.7. 具有缺口的鐵環	116
§ 4.8. 磁場強度、磁路計算	119
§ 4.9. 磁化強度	121
§ 4.10. 磁滯	124

第五章 電荷和電場

§ 5.1. 電荷	128
§ 5.2. 絕緣體和導體	129
§ 5.3. 幾個靜電的實驗	132
§ 5.4. 電場	135
§ 5.5. 電壓(電位差)	139
§ 5.6. 靜電儀器、高壓測定	141
§ 5.7. 電容、電容器	142
§ 5.8. 含有電容的電路	145
§ 5.9. 磁場中電荷的運動	156
§ 5.10. 電子式和離子式儀器	158

第六章 交 變 電 流

§ 6.1. 電能的獲得和變換	163
-----------------------	-----

§ 6.2. 交變電流的獲得	164
§ 6.3. 在磁場中轉動的線圈	165
§ 6.4. 交流發電機	168
§ 6.5. 正弦波	170
§ 6.6. 正弦波的起始相位	172
§ 6.7. 歐姆定律和楞次-焦耳定律在交流電路中的應用	175
§ 6.8. 量度交變電流的表計	177

第七章 交流電路

§ 7.1. 含有自感的交流電路	180
§ 7.2. 電感性電路中的相位差	182
§ 7.3. 供應電感性負載的發電機的工作情況	185
§ 7.4. 功率因數	187
§ 7.5. 含有電容的交流電路	188
§ 7.6. 相位的補償	192
§ 7.7. 簡單交流電路的計算	194
§ 7.8. 串聯電路和並聯電路	196
§ 7.9. 電流諧振	198
§ 7.10. 電壓諧振	202
§ 7.11. 遠距離電能傳輸	205

第八章 三相交流電

§ 8.1. 三相系統	212
§ 8.2. 三相系統中端點的標記法	213
§ 8.3. 相電動勢的加法	216
§ 8.4. 星形接法	217
§ 8.5. 三角形接法	220
§ 8.6. 三相功率	222
§ 8.7. 三相線路中的功率損失	223
§ 8.8. 三相功率的測定	225
§ 8.9. 三相汞弧整流器	226

第九章 電子式儀器在電工中的應用

§ 9.1. 交變電流的放大	229
§ 9.2. 功率的放大	232
§ 9.3. 放大器的反饋聯接	234
§ 9.4. 具有電抗負載的放大器	237
§ 9.5. 電子管發振器	239
§ 9.6. 電子管電路的應用	240

第十章 直 流 電 機

§ 10.1. 電機的任务	244
§ 10.2. 直流電機中的磁路	245
§ 10.3. 整流子	247
§ 10.4. 電樞繞組	249
§ 10.5. 直流電機的運轉情况	251
§ 10.6. 直流電機的激磁方法	255
§ 10.7. 直流電機的可逆性. 電動機的運轉情况	257
§ 10.8. 分激電動機和串激電動機的特性	259

第十一章 變 壓 器

§ 11.1. 變壓器的構造和工作原理	263
§ 11.2. 變壓器的運用	268
§ 11.3. 三相變壓器	269
§ 11.4. 變壓器中的功率損失	271
§ 11.5. 自耦變壓器	274
§ 11.6. 鐵用互感器	275

第十二章 交 流 電 機

§ 12.1. 交流發電機	279
---------------------	-----

VIII

§ 12.2. 交流同步電動機	281
§ 12.3. 三相交流電機	283
§ 12.4. 同步電機的運用	286
§ 12.5. 同步發電機的並聯運轉	288
§ 12.6. 轉動磁場	291
§ 12.7. 感應電動機	292
§ 12.8. 感應電動機的起動	294
§ 12.9. 交流電度表	295
§ 12.10. 電機的鐵損失, 銅損失和效率	296

第十三章 高壓電危險的保安

§ 13.1. 一般概念	298
§ 13.2. 注意危險	299

索 引

第一章

初步概念

§ 1.1 能和功

能就是會得做功的本領。 在做功時要費掉能量。例如，在舉起重物時，手的肌肉就做了功，因而舉物的人耗費了某些能量。

起重機在提起重物時也做了功。但祇當它的絞盤運動時它才能把重物提起。這時，須有原動機對起重機的機件做功，將它的能量傳遞給起重機的機件。如果這原動機是一個內燃機，那末它必須在它的工作過程中經常地獲得新的燃料（汽油、石油、柴油）的供給；如果它是一個電動機，那末它祇能在接到網絡中、並在它的繞組內有電流通過時才能做功。

在上面的例子中，究竟哪一個是做功的能源呢？

顯然地，在第一個情形中是液體燃料，而在第二個情形中是電流。由此可知：**能並不是物體的一個不變特性；物體可以喪失能，也可以獲得能。** 祇在某些十分具體的條件下，能的獲得和能的喪失才可發生。那末，這些條件是怎樣的呢？

第一、在做功時一定要用掉能量。

第二、對物體做功後，物體就獲得了能量。 例如，被舉起的重物所具有的能。

所有這些條件，都是能量守恆定律的後果。這定律可以陳述如下：
能無法毀滅也無法創造；它祇是由一個物體傳遞到另一物體，並因而具有不同的形態。

能量守恆定律是自然界基本定律之一。它奠定了自然科學以及所有技術的基礎。

能量守恆定律是直接觀察和實踐的綜合結果。我們應用前面的第一個例子來詳細地證實和闡明這定律。

當燃燒汽油時，汽油要變化成體積大了很多倍的氣體。由於它是壓縮在小的容器內的，因而在膨脹時可以推動汽缸的活塞而做功。汽油是具有能量的，這能量在燃燒的過程中變換為壓縮氣體的彈性能。當氣體膨脹時，氣體對活塞做功，因而使它運動；同時，氣體失去了做功的本領。但運動着的汽塞已獲得了能量，經過了絞盤和滑輪等傳動機

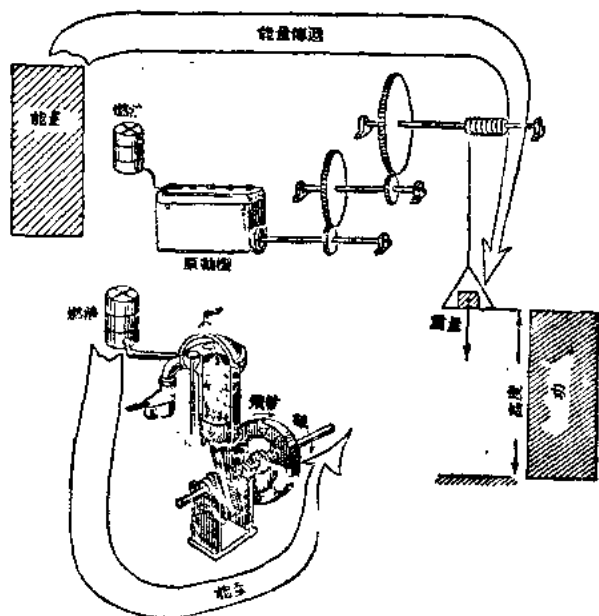


圖 1.1. 怎樣應用燃料中的能來提起重物

件，這能量再變換成平動形態的機械能量，抵達到起重機的吊鉤而把重物升起，即對重物做功（參閱圖 1.1）。

被舉起的重物，也是具有能量的，因為它落下時是會得做功的（例如打樁）。舉起重物所具有的能，與運動着的物體所具有的動能不同，稱做勢能。

在檢驗能量守恒定律時，必須量度出能以及具有能的物體所做的功。由於所做的功恰好等於耗去能量的緣故，我們祇須量度出其中之一即可。

設汽油所具有的能 E 和舉起重物所具有的能量，我們都已量度出來。當我們把這兩個結果加以比較時，我們將發現，耗掉的汽油所具有的能量要比舉起重物所做的功大得多。

這事實好像和能量守恒定律相矛盾。實際上，它非但不能推翻能量守恒定律，而且更其證實了這定律。

當我們對這過程更深入地加以考查時，即可發現，燃燒過而投入空氣中的汽油廢氣，也是具有一些能量的。這能量使四週的空氣變熱。大家知道，摩擦是要使物體變熱的。由於摩擦，起重機的各個機件都變熱了，在這方面也需要費掉一部份的能量。

所以，能量是有散失的，這就是說，有些能量做了一些無用的功。如果我們把散失的能量加到做有用的功所耗去的能量上，我們將準確地獲得汽油燃燒時所產生的全部能量。

上面我們闡明了能量守恒定律，但同時又發現了自然界的另一個極重要的現象：

某一物體，在對物體做功時，第一物體的能量並不能全部傳遞給第二物體，總有一部份能量無法利用而散失掉的。

在工程上，上列規律可用“效率”來表明。所謂效率，是指能量變換過程中所做的有用的功對所供給的全部能量 W 之比。即：