

中央人民政府高等教育部推薦  
高等學校教材試用本

# 電 工 學

上 冊

A. C. КАСАТКИН 等著  
王 衆 託 等 譯



商 務 印 書 館

分類	U3/25(12)
編号	25(12)
无錫市	無錫市教育學院

中華人民政府高等教育部推薦  
高等學校教材試用本

01965



U3/164 1020

# 電 工 學

上 册

A. C. 卡薩脫金  
M. A. 畢烈卡林 著  
II. C. 謝爾蓋業夫  
王 衆 託 等 譯

( 16662 )



商 務 印 書 館

本書係根據蘇聯動力出版社（Государственное энергетическое издательство）出版的卡薩脫金（А. С. Касаткин）、畢烈卡林（М. А. Перекалин）、謝爾蓋葉夫（П. С. Сергеев）所著“電工學”（Электротехника）1952年重編第四版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等工業學校非電工專業電工學課程的教學參考用書。

本書中譯本分三冊出版：上冊包括原書的緒論和第一章至第九章的內容，主要討論直流電路和交流電路、電場和磁場以及電工量測；中冊包括原書的第十章至第十六章，主要內容為變壓器和各種電機——異步電機、同步電機、直流電機、換流機以及交流換向器式電機等；下冊包括原書的第十七章至第二十二章，分別講述電子學、電力傳動、電器、電照、電力網、變電所以及發電廠。

從事本書翻譯與互校工作的為大連工學院電機教研室王衆託（緒論、第五、六、七、八、九、十、十五、十七、十八、二十和二十二章）、蔣德川（第一、二、三、四及十四章）、王宏禹（第十一、十二章）、王健（第十三、十六、十九、二十一章）；總的校對與校訂則由鄧偉霖、黃必信擔任。

# 電 工 學

上 冊

王衆託等譯

---

★ 版權所有 ★  
商 務 印 書 館 出 版  
上海河南中路二一一號

中國圖書發行公司 總經售  
商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷  
(61170A)

---

1953年11月初版 1954年1月再版  
版面字數 218,000 印數 6,001—9,000  
定價 ¥ 13,000

---

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

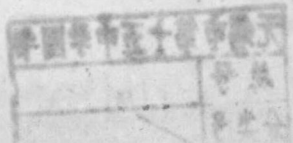
## 中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將繼續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部



## 中譯本序言

中華人民共和國高等教育部即將出版我們所編的高等學校電工學教科書的中文譯本。我們這本書能夠幫助新中國的青年建設者們掌握電工技術，實感毋任榮幸。

中國的文化是歷史悠久的文化，早在數千年前，就已開始萌芽滋長。但是中國人民過去長期地處於封建政權的統治下，近百年來，又遭受到帝國主義者深重的壓迫。因此人民羣衆中潛在的天才大半得不到應有的發展。

我們的國家，在我們的共產黨領導下，首先開始了社會主義社會的建設，接着又開始建設共產主義社會。現在，中國人民在中國共產黨的領導下，擺脫了帝國主義加於他們身上的桎梏，開始向着自由地發展自己生產力的道路上邁進。我國人民十分關切而熱烈同情地注視着兄弟般的中國人民的勝利，並且隨時準備給予援助。

親愛的讀者們！我們衷心希望這本書能夠幫助你們很快地成爲建設自由中國新生活的學者和工程師。如果這個任務能夠很好地完成，那麼我們在想到友好的中華人民共和國的文化與工業建設的勝利中也有我們的平凡的一份時，一定覺得十分欣慰。

作者謹識

## 原 序

在高等學校非電工專業的“電工學”教本中，除了有關技術的內容外，還應該着重地闡明在世界上居先進地位的蘇聯電工學的成就。未來的工程師應當以蘇聯電工學輝煌的現狀引為自豪，要知道：蘇聯的社會制度，使得英雄的蘇聯人民在列寧和斯大林的英明領導下，能夠把一個電力方面最落後的國家改變成一個最先進的國家，在這個國度內，電力事業在偉大的改造自然、造福人類的工作中起着極其重要的作用。

過去由於崇尚洋化，抹煞了俄國電工學思想在創立電工學方面的先進作用。因此，在現在的教科書裏，應該列舉我國電工學先輩的不朽的名字，並且表彰他們的極重要的工作。

這便是作者目前編寫本書所遵循的主要原則。

卡薩特金與畢烈卡林所著“電工學”教本（莫斯科1947年第三版）的嚴重缺點就是忽視了這個原則，而這個原則在教育蘇聯真正的工程師、而又是愛國主義者方面是極其重要的。這個缺點受到了公正而嚴格的批評。這些建設性的批評使作者在編寫這本書的時候得到很大幫助。然而作者並不認為本書的修正工作已臻完善，尚祈讀者對本書現存缺點加以指正，作者無任銘感。

這次又增加了第三位作者謝爾蓋業夫，他把本書有關電機的部分完全從新寫過。

本書的結構主要按照高等教育部最近頒佈的“電工學”課程教學大綱。書中緒論、第九章以及第十四至二十一章由卡薩特金執筆；第一至第八章由畢烈卡林執筆；第十至十三章由謝爾蓋業夫執筆。

作者謹識

# 上册目錄

## 原序

緒論	1
----	---

B-1 電工學的意義	1
B-2 資本主義制度下有計劃地電氣化的不可能性	2
B-3 俄羅斯——電工學的祖國	3
B-4 革命前俄羅斯的電工製造與電力事業	6
B-5 全俄電氣化計劃	6
B-6 蘇聯的電力建設	8

第一章 電路的基本性質	12
-------------	----

1-1 直流電路	12
1-2 原電池	14
1-3 蓄電池	17
1-4 固態和液態導體的電阻和電導	21
1-5 沿着電路的電位分佈	25
1-6 電流的功和功率	26
1-7 電源和負載內電動勢的作用	28
1-8 克希荷夫定律	30
1-9 電源和負載的串聯	33
1-10 導線內的電壓損失	35
1-11 導線發熱的計算	37
1-12 熔斷保險器	39
1-13 電源和負載的並聯和混聯	43

第二章 直流分岔電路	46
------------	----

2-1 分岔電路內電流的計算	46
2-2 網孔法	48
2-3 重疊定理	51
2-4 有源支路的並聯	52
2-5 等效的星形接法和三角形接法	53

第三章 介質內的電場	56
3-1 帶電體的電場	56
3-2 電容	60
3-3 平行板容電器	62
3-4 圓柱形容電器	64
3-5 雙線線路的電場	66
3-6 充電電流和放電電流	68
3-7 電場的能量	71
3-8 絕緣材料的電的性質	73
第四章 電磁	77
4-1 磁場	77
4-2 磁場對載流導線的作用	79
4-3 非鐵磁性媒介質的全電流定律	81
4-4 磁化強度	86
4-5 任何媒介質的全電流定律	87
4-6 兩載流導線的相互作用	89
4-7 鐵磁性材料的磁性	90
4-8 磁路的計算	94
4-9 永久磁鐵	98
4-10 電磁感應定律	101
4-11 楞次定律	105
4-12 渦流	105
4-13 自感	107
4-14 互感	110
4-15 有感電路的接通和短路	112
4-16 磁場的能量	115
4-17 磁滯損失	117
4-18 兩個線圈所建立的磁場的能量	119
4-19 電磁力的計算	121
第五章 不分岔的交流電路	123
5-1 交流電的獲得	123
5-2 正弦波交流電	126
5-3 電流與電壓的平均值	127



5-4	電流與電壓的有效值	128
5-5	正弦量的相加	129
5-6	向量圖	130
5-7	無抗電路中的交流電	133
5-8	有壓電路中的交流電	134
5-9	集膚效應	137
5-10	電阻與電感抗的串聯	139
5-11	電容電路中的交流電	140
5-12	電阻感抗容抗的串聯	143
5-13	電壓諧振	145
5-14	交流電的瞬時功率與平均功率	147
5-15	反抗功率與視在功率	148
5-16	交流電壓接入電感電路時的暫態	150
5-17	交流電路中的鐵心線圈	153
<b>第六章 分岔的交流電路</b>		<b>160</b>
6-1	電導電納與導納	160
6-2	負載的並聯	162
6-3	電流諧振	163
6-4	相角差的補償	164
6-5	符號法	166
6-6	歐姆定律的符號形式	168
6-7	克希荷夫定律的符號形式	171
6-8	圓圖	173
<b>第七章 三相電路</b>		<b>179</b>
7-1	多相電路與多相制	179
7-2	星形聯接	183
7-3	三角形聯接	186
7-4	三相制的功率	190
7-5	旋轉磁場	191
<b>第八章 非正弦交流</b>		<b>196</b>
8-1	非正弦電流的產生	196
8-2	根據已知電壓曲線繪製電流曲線	196
8-3	非正弦電流與電壓的有效值	199

---

8-4	非正弦電流的有效功率 .....	202
8-5	三相電路中的高次諧波 .....	204
<b>第九章</b>	<b>電工量測 .....</b>	<b>209</b>
9-1	概論 .....	209
9-2	電測儀表的分類 .....	211
9-3	儀表的機械構造 .....	214
9-4	直讀式電測儀表的類型 .....	218
9-5	電壓與電流的量測 .....	231
9-6	功率與能量的量測 .....	233
9-7	電能瓦時計 .....	239
9-8	比率計 .....	244
9-9	絕緣情況試驗 .....	247
9-10	週率計 .....	250
9-11	示波器 .....	250
9-12	電測非電學量的原理 .....	253
<b>索引</b>	<b>.....</b>	<b>258</b>

# 電 工 學

## 緒 論

### B-1 電工學的意義

電工學是研究怎樣把電學現象應用到技術方面的科學。在我們的時代裏，電學是一切高等技術的基礎。我們的社會主義經濟是奠基於最完善的技術上面的。由於這個原因，黨和政府認為在共產主義建設事業中，電氣化的發展是具有重大意義的。

電工學是確定發電、輸電、配電以及電能轉換這些範圍內的規律性的科學，因此，電工學同時也要解決着具有重大國民經濟意義的問題；這些問題是：在儲藏自然能量資源的地方集中獲得大量的電力，把這些電力適宜地經過遠距離送到用戶區，再以任何形式把電力分配給用戶，然後輕而易舉地轉換為其他形式的能（機械能、光能、熱能、化學能等等）。

馬克思和恩格斯在電工學尚在襁褓時期便估計過它卓越的作用。1850年，馬克思曾經對李伯克聶赫特說過：“在過去一百年間，扭轉乾坤的蒸汽的統治已告結束，代之而起的是具有無窮盡的更革命的力量——電力。現在問題是解決了，而這個事實的效果是無法估量的。由於經濟革命的結果，政治革命將是必需的，因為後者只是前者的表現而已”。恩格斯在1883年給伯恩斯坦的信裏說：“……這一發現……高壓電流能夠在損失極小的情況下沿着簡單的電報線輸送到這樣遠的距離，並且在其終點加以利用，這個距離之大，到現在人們還不敢想像——這事業還是在襁褓時期——這個發明幾乎完全解除了地方條件加於工業上的任何限制，使我們也有可能利用非常遙遠的地方的水力，而如果它在

開始時只對城市有利，但歸根到底，它將變成消滅城鄉對立的最有力的工具。十分明顯，由於這一發現，生產力將要增長得以致於資產階級愈來愈無法控制它了”。

蘇維埃國家英明的創建者弗·伊·列寧清楚地看到了在社會主義制度下電氣化在發展生產力方面的卓越意義。早在十月社會主義革命以前很久的時候，他就在自己的作品中不止一次地談到電氣化的遠景。在1901年<sup>①</sup>，列寧說：“…目前，當有可能遠距離輸送電力時，…在技術上沒有任何東西阻礙科學和藝術的成就…它可被幾乎平均散佈地居住在我們國土上的居民所利用”。

1913年，弗·伊·列寧在他的刊載於“真理報”的文章“技術上的一件偉大勝利”中談到關於地下煤層的氣化問題。在這篇幅不大的論文<sup>②</sup>中，列寧對於社會主義社會的技術政策作出了完整的綱領；尤其是談到關於電氣化時，他說：“在社會主義制度下，…所有工廠與鐵路的電氣化使得勞動條件更合乎衛生，把上百萬的工人從煙灰、塵土、污泥中解脫出來，使骯髒的、令人嫌惡的手工業作坊迅速地一變而為潔淨的、光亮的、值得人去工作的實驗室。各個家庭的電照明和電力供熱把上百萬的家庭奴婢從需要消磨他們一生的四分之三的烏煙瘴氣的廚房中解放出來”。

## B-2 資本主義制度下有計劃地電氣化的不可能性

弗·伊·列寧在我們前面所提到的“真理報”的那篇文章中，用下面這些話來作為結語：“資本主義的技術每一天都愈來愈發展得超過使得勞動者注定要作為僱傭奴隸這種社會條件了”。事實上，資本主義和有計劃的電氣化是不能相提並論的。資本主義發展生產，只是為了增

<sup>①</sup> 在“土地問題與馬克思評介”一文中(列寧全集，俄文第四版，第五卷 137—138頁)。

<sup>②</sup> 列寧全集，俄文第四版，第十九卷，42頁。

加剩餘價值和利潤，增加對勞動的剝削。在資本主義經濟條件下，生產的電氣化只增加少數人的財富，卻給工人階級帶來了失業和貧困。在壟斷資本主義制度下，生產社會性和佔有私人性的矛盾，給技術的發展造成不可克服的障礙。關於資本主義制度下電氣化的問題，列寧這樣說<sup>①</sup>：“…當資本主義和生產資料的私有制仍舊存在的時候，整個國家或者許多國家的電氣化，首先是不可能迅速而有計劃地進行；其次是不會對工農有利的。在資本主義社會制度下，電氣化不可避免地要加強大銀行對於工人和農民的壓迫”。

列寧是在三十年前說的這些話，三十年來，生活完全證實了這些話的正確性。在這段時期內，沒有任何一個資本主義國家實現了計劃電氣化。在為內在矛盾所分裂的資本主義制度條件下，要想全面利用現代電工學的先進思想是不可能的。我們可以拿電力方面最強大的資本主義國家——美國來作為例證。在美國，新的水力發電廠修了15—20年（彭那衛水力發電廠和大苦力水力發電廠）甚至40年（波德水壩），而其中任何一個也不能認為是完全竣工了的。火力發電廠的老闆們的托拉斯順利地阻撓了水力發電廠向居民供應廉價電力。這些電力大部分用來生產毀滅性的工具——原子彈。

在美國，建立統一高壓電網把各大發電廠聯合起來運用以及更合理地利用能量資源受到了不可克服的阻撓——這是由於各壟斷資本集團互相間有利益的矛盾的緣故。利用高壓直流電來遠距離輸電只是某些熱心的電學家們的夢想。

但是，與此同時，在蘇聯這個自由勞動的國度裏，所有電工學的先進思想都能在實際中實現。

### B-3 俄羅斯——電工學的祖國

<sup>①</sup> “論法國共產黨關於土地問題的提綱”（列寧全集，俄文第四版，第三十三卷，112頁）。

在俄國，曾經完成過許多極其重要的發現和發明，這些發現和發明是現代電工學的基礎。俄國的電工學先驅者，和普希金、果戈里、托爾斯泰、車爾尼舍夫斯基、柏林斯基等一樣，都不愧為先進的俄國文化的代表人物。

我們此處只列舉最重要的幾件工作，就從這一般的列舉中，說明在現代的電工學的領域內，有那樣多的方面要歸功於俄國的學者。

米·華·羅蒙諾索夫是衆所公認的第一位電工學者。他第一個研究大氣中電的現象；指出這種電和摩擦電的同一性質；他製出了第一個電工裝置——避雷器的雛形。他的同事格·伏·里赫曼院士按照他的思想，在 1774 年製出了世界上第一個電測儀表——電量計。

在十九世紀剛開始的時候，華·夫·彼得洛夫院士集聚成當時絕無僅有的兩仟二百個元件組成的電池組，對電池學作了一系列的深刻研究。1802 年，他發現了電弧現象，並且指出這種現象可以用來熔解和焊接金屬以及供照明使用。彼得洛夫也從事過照明的研究。

俄軍少尉巴·利·施爾林格是把電學應用到軍事方面的先驅；1812 年，他發明了用電流引炸水雷的方法。絕緣電線也是他發明的，而在 1832 年，他發明了世界上第一架電報機。

波·塞·亞可比院士是世界上第一部電動機的發明者（1834 年），他把電動機實際應用於世界上第一個電力傳動的設備——“電舟”（電動機帶動的小艇）上，1838 年，“電舟”沿着涅瓦河航行。亞可比改進了施爾林格的電報，把它用於遠距離通訊。1839 年亞可比發現了電鑄現象，並且詳密地研究過這種現象的實際應用。

彼得堡大學校長愛·赫·楞次是電磁理論的創始者之一。他發現了電磁慣性原理——楞次原理（1833 年）與電機可逆性原理；電流的熱效應定理（楞次焦耳定理）的發現也應歸功於他。

“俄羅斯之光”——法國人用這個名字來稱呼運往巴黎的業已實際應用的電燈。這就是“亞勃羅契闊夫之光”，是巴·尼·亞勃羅契闊夫

在 1876 年發明的。亞勃羅契闊夫還發明了世界上第一台變壓器(1876 年)，這個發明具有很大的實際應用意義。最後還應該提出：亞勃羅契闊夫是實際應用交流電的先驅。

白熾燈也是俄國人發明的，碳絲的電燈是亞·尼·羅賓根在 1873 年所發明的，金屬絲的電燈是他在 1890 年發明的。因此，人類能夠廣泛應用電來照明，不能不歸功於俄國的發明家。我們的同胞費·阿·譬洛次基是遠距離輸電的先驅，1874 年，他在彼得堡作了第一條輸電線的示範。輸電線的理論和計算是德·阿·拉契諾夫在 1880 年首先研究的。

俄國發明家尼·尼·別拿爾多斯發展了彼得洛夫的思想，製出了世界上第一部電焊機(1882 年)，而礦業工程師尼·加·斯拉弗亞諾夫研究出利用電弧來加熱和鑄造金屬的方法。

莫斯科的阿·格·斯托列托夫教授發現了鐵的磁化曲線(1872 年)，這曲線是磁路計算的基礎。他又發現了光電現象——光電管裝置的基礎——，並且製出了第一個光電管。斯托列托夫的工作是後來許多現代光電技術(例如有聲電影等)的基礎。

目前，佔壓倒多數的遠距離輸電都用三相交流電。三相電流是具有卓越才能的俄國電學家米·奧·多利沃-多勃羅沃利斯基在 1889 年所發明的；而三相交流電的主要設備——變壓器、發電機等——也是他所製出的。他還修建了世界上第一條高壓三相輸電線(1891 年)。最後應該提出：多利沃-多勃羅沃利斯基發明了工業上應用最廣、構造上最簡單的電動機——三相異步電動機。

阿·斯·波波夫發明無線電(1895 年)在電工學的歷史上開闢了新的紀元，這不但引起了通訊技術上的根本革命，同時也成爲近代電子學的開端。

我們還應該把電視的發明也包括在革命前我們祖國電學家的偉大發明之內，電視是俄國物理學家波·里·羅辛格在 1907 年發明的。

#### B-4 革命前俄羅斯的電工製造與電力事業

先進的俄國電工學思想的輝煌成就是不能為革命前俄國落後的工業所利用的。亞勃羅契闊夫、羅賓根、多利沃-多勃羅沃利斯基與其他俄國電工學家被迫把自己的發明全部或者部分地送到外國去，以便在那裏得以實現。

當時，數量極少的電工製造廠大半是屬於外國公司的，它們關心的祇是如何獲得高度利潤。1913年俄國電工製造業產品總值才六千五百萬盧布。這些產品只供應了全國極具有限的要求的45%；其餘的便只有依靠進口了，而個別物品（白熾燈、電測儀表）需要量的90%以上是要靠進口來補償的。外國資本家利用他們的勢力使得俄國的電工製造業不能發展。

1913年，俄國發電廠總設備容量是一百一十萬仟瓦。這些廠大半是小型的工廠自用發電廠<sup>①</sup>，它們都沒有很好的被利用（平均每年才1700小時），效率很低，還都燃用昂貴的遠處運來的燃料。1913年高壓電力網的總長才320公里，由此可見，沙皇時代的俄國的大部分發電廠是供本地使用的。沒有高壓輸電線就不可能把電力輸送到遠處去。發電廠總的利用功率是三十三萬仟瓦（才比一個德涅伯水力發電廠的一半大一點）。1913年電能總產量是十九億五千萬仟瓦時。這樣大的國家在電力產量方面是世界上最末位置的國家之一——第十五位。

#### B-5 全俄電氣化計劃

偉大的十月社會主義革命使得工人階級與貧苦農民掌握了政權，成了真正關心國家的主人；我們祖國的電力事業的發展因而也就起了根本的改變——以一種空前的速度向前發展着。弗·伊·列寧把國家

① 彼得堡是由204個發電廠來供電的。



電氣化認為是年輕的蘇維埃政權的主要任務之一。在內戰正酣的時期——1918年4月，弗·伊·列寧在“科學技術工作草案”<sup>①</sup>中就指出，必須“對工業與運輸的電氣化以及電在農業中的應用加以特別注意”。在內戰時期內，列寧組成了全俄電氣化計劃執行委員會，他是這委員會為擬定舉世聞名的全俄電氣化計劃的工作的鼓舞者。這個計劃是世界上第一個全國動力發展直接聯系到整個國民經濟發展的綜合計劃。

在全俄第八次蘇維埃代表大會上，弗·伊·列寧在關於人民委員會的活動的報告<sup>②</sup>中（1920年十二月二十二日）說：“在我們的面前放着俄羅斯電氣化全國委員會的工作結果……照我看來，這是我們黨的第二綱領，……沒有電氣化計劃，我們就不能進行實際的建設……我們需要這個綱領：它是擺在全俄羅斯面前的第一個草案，它是至少以十年為期、顯示如何把俄羅斯引向為建設共產主義所必需的真正的經濟基礎上去的偉大的經濟計劃。……只有電氣才是這樣的基礎。

共產主義——這就是蘇維埃政權加上全國電氣化”。

這個計劃規定要修建三十個區域發電廠（二十個火力發電廠，十個水力發電廠）總設備容量為一百七十五萬仟瓦。計劃完成的時間定為十到十五年（1921年開始）。

約·維·斯大林在他給列寧的信<sup>③</sup>中（1921年）對這個計劃給予極重大的估價。他說這計劃是“不加引號的真正統一的和真正國家的經濟計劃的精密草案。這是現代唯一的馬克思主義的嘗試：給經濟落後的俄羅斯的蘇維埃上層建築奠定在目前條件下真正現實的和真正可能的技術生產基礎”。在約·維·斯大林的英明領導下，全俄電氣化計劃業已提前完成。

① 列寧全集，俄文第四版，第二十七卷，288頁。

② 列寧全集，俄文第四版，第三十一卷，482—484頁。

③ 斯大林全集，俄文版，第五卷，50頁。