

# 普通電工學

## 上 册

伊·爾·別爾斯基 維·阿·別謝克爾斯基  
蘇聯 阿·維·頓斯寇依 斯·阿·浦 列 斯 合著

伊·克·尤爾克夫斯基

高紉麟翻譯 董毓秀校訂

燃料工業出版社

# 普通電工學

上 冊

伊·爾·別爾斯基 維·阿·別謝克爾斯基  
蘇聯 阿·維·頓斯 列 斯 合著

高 綽 譯 董 毓 秀 校 訂

★ 蘇聯高等教育部審定作為高等學校非機電專業教學參考書★

## 內 容 提 要

本書論述了關於蘇聯國民經濟電氣化及俄羅斯和蘇聯學者在電工發展過程中所起的作用。研究了電、磁及交流理論等部分之定理。敘述了電的測量方法，電機及電力傳動、電子工程、電弧、電熱等問題之主要特點。還引述了關於電能之產生、傳送及分配的重要概念。

本書中譯本分三冊出版。上冊為電工原理部分，包括：直流、電場、磁、交流及電的測量儀表和測量方法等。

本書是高等學校非機電系專業學生之應用參考書。

\* \*  
\*

## 普 通 電 工 學

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

上 冊

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)1951年莫斯科俄文第一版翻譯

И.Р. БЕЛЬСКИЙ В.А. БЕСЕКЕРСКИЙ  
蘇聯 А.В. ДОНСКОЙ С.А. П Р Е С С 合著

Е. К. ЮРКОВСКИЙ

高梯麟翻譯 董毓秀校訂

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：廖美璧 校對：唐寶珊

書號225 \* 電95 \* 850 × 1092 1/16開本 \* 234頁 \* 210千字 \* 定價12,800元

一九五四年七月北京第一版(1—6,200冊)

版權所有★不許翻印

## 著者原序

本書係根據在偉大衛國戰爭時代犧牲的 E. K. 尤爾克夫斯基所著非電機高等工業學校電工學教科書為基礎改寫而成的。

但是鑑於戰後年代中，電工的迅速發展以及許多新式裝備的出現，因而本書已全部加以改編，事實上已成為一本新書，其中僅保存了 E. K. 尤爾克夫斯基教科書的個別部分。大多數的篇章已完全重新編纂，且某些部分，例如：“電力傳動”一篇，就是首次編入了普通電工學中。另一方面，刪去對某些現代的技術及工業實用意義不大的章節，例如：交流整流子電動機，迴轉變流機，單相電動機等皆未編入書中。

對電路、電機及儀表等的現象及過程的敘述，書中特別注意到它們的物理解釋。

本書的第一，第二，第三及第七篇是由 B. A. 別謝克爾斯基寫的，第四，第五及第六篇是由 C. A. 浦列斯寫的，第八篇及第十篇是由 И. P. 別爾斯基寫的，第九篇是由 A. B. 頓斯寇依寫的。引言及結束語是由 C. A. 浦列斯寫的。

書中內容與 1950 年由蘇聯高等教育部批准的普通電工學課程大綱相符。

C. A. 浦列斯

# 目 錄

引 言 .....	1
1. 蘇聯國民經濟的電氣化。電氣自動化 .....	1
2. 在電工發展中俄羅斯及蘇聯科學的作用 .....	5

## 第 一 篇 電及磁的基本定律

第一章 直流定律 .....	14
1-1. 電流 .....	14
1-2. 電導及電阻 .....	15
1-3. 電壓。段落電路的歐姆定律 .....	17
1-4. 環路的歐姆定律 .....	18
1-5. 克希荷夫定律。並聯 .....	20
1-6. 複雜電路的計算方法 .....	23
1-7. 功率及能量 .....	28
第二章 電磁現象 .....	30
2-1. 電流的磁場 .....	30
2-2. 磁感強度及磁通量 .....	30
2-3. 磁場與帶電流導線間的相互作用 .....	33
2-4. 磁場強度及磁導率 .....	34
2-5. 全電流定律 .....	36
2-6. 鐵磁 .....	39
2-7. 磁路 .....	42
2-8. 電磁感應 .....	46
2-9. 互感 .....	49
2-10. 自感 .....	51
2-11. 渦流 .....	54
2-12. 磁場的能量 .....	55
2-13. 電感電路的閉合與開啓 .....	60
第三章 電場 .....	66

3-1. 電場強度	66
3-2. 電位	69
3-3. 電位移	71
3-4. 電容	72
3-5. 電場能量	77
3-6. 電容器的充電與放電	77
3-7. 最主要的絕緣材料	82
第四章 電流通過溶液的現象	84
4-1. 電解液的電導率	84
4-2. 鉛蓄電池	86
4-3. 碱性蓄電池	90

## 第二篇 交流理論

第五章 交變電流、基本概念	92
5-1. 交變電動勢之獲得	92
5-2. 週期及頻率	95
5-3. 向量圖	98
5-4. 電流，電壓及電動勢之有效值	102
第六章 交流電路	106
6-1. 有效電阻交流電路	106
6-2. 電感交流電路	110
6-3. 交流電路中之電容	115
6-4. 有效電阻和感抗串聯。交流電路之克希荷夫第二定律	119
6-5. 有效電阻，電感和電容串聯	123
6-6. 電壓諧振	130
6-7. 電阻的電抗並聯。交流電路之克希荷夫第一定律	132
6-8. 電流諧振	138
6-9. 電網運用上功率因數之影響	140
6-10. 帶有鋼心線圈之電路。非正弦電流	144
6-11. 振盪電路。電磁場	149
第七章 三相電流	156
7-1. 三相電流之獲得	153

7-2. 發電機繞組之接線	168
7-3. 星形接線受電器之接入	162
7-4. 三角形接線受電器之接入	166
7-5. 三相電流之功率	171
7-6. 旋轉磁場	173

### 第三篇 電 的 測 量

第八章 電的測量儀表之基本系統	181
8-1. 一般概念	181
8-2. 磁電式儀表	186
8-3. 電磁式儀表	188
8-4. 電動式儀表	189
8-5. 熱效式儀表	191
8-6. 感應式儀表	192
8-7. 靜電式儀表	199
8-8. 磁電式示波器	200
第九章 電的測量方法	202
9-1. 電流之測量	202
9-2. 電壓之測量	203
9-3. 電阻之測量	204
9-4. 直流功率及能量之測量	209
9-5. 單相交流有功功率及能量之測量	212
9-6. 三相電流有功功率及能量之測量	215
9-7. 無功功率及能量之測量	219
9-8. 功率因數之測量	220
9-9. 頻率之測量	221
9-10. 非電數值之電的測量	222

## 引 言

### 1. 蘇聯國民經濟的電氣化。電氣自動化。

蘇維埃國家成立的初期，它的創始者——偉大的列寧——提出了關於國家電氣化的問題。這時В.И.列寧提議要〔特別注意工業及運輸的電氣化及電在農業上的應用〕。後來爲了實現В.И.列寧的指示，成立了全俄電氣化委員會，或簡稱ГОЭЛРО。在1920年期間，由В.И.列寧經常指導的這個委員會擬定了用單行本印成的著名的報告書——俄羅斯電氣化的計劃。報告書已向第八次全俄蘇維埃代表大會散發了，在會議上電氣化的計劃已被批准。在1920年12月22日的會議上，В.И.列寧在關於ГОЭЛРО計劃具有歷史意義的發言中，卓越地評定了這個計劃對於今後整個國家經濟及文化發展上的作用；他稱ГОЭЛРО計劃爲〔第二個黨綱〕。列寧指示了〔近代大規模生產技術的基礎就是電〕並且〔共產主義——這就是蘇維埃政權加上全國電氣化〕。

斯大林同志熱誠地支持了ГОЭЛРО計劃。關於這個計劃，И.В.斯大林在給列寧的信中提出了ГОЭЛРО計劃的最大的優點和關於如何能勝利地實現這計劃的自己的意見。

估計期限爲十五年的計劃，已經提前完成了，並且，事實上已成爲蘇聯以後所有建設計劃的基礎。ГОЭЛРО計劃創始了恢復蘇聯的經濟及社會主義的改造的偉大工作的時代，它是斯大林五年計劃的雛形。

和列寧一樣，斯大林同志指出：沒有電，決不能振興工業，改造農業。在1928年11月的聯共(布)中央全體會議上，斯大林同志指示了〔列寧瞭解國家電氣化不是個別發電站的孤立建造，而是逐步地把國家經濟包括農業經濟在內，轉移到新的技術基礎上，轉移到近代化的大規模生產的技術基礎上，這種近代化的大規模生產是這樣的和那樣的、直接的或間接的與電氣化的問題相聯繫着〕。

自此以後，在蘇聯所有的電氣化及電氣自動化的發展，如ГОЭЛРО



計劃的完成一樣，都是在黨、政府及斯大林同志親自領導下進行的。

在斯大林五年計劃的年代中，蘇聯已成為高度工業化及電氣化的強國。建立了用最新的國產機器及器件來裝備的最大的火力和水力發電站。國家佈滿了連接國內各個區域的輸電線網，組成了強大的電力系統。

依據 1950 年 8 月—12 月間蘇聯部長會議所公佈的、具有歷史意義的決議，已在伏爾加河、阿姆河、德涅泊河及頓河上大規模地展開了巨型水電站的建設。這種在歷史上空前的建築技術可稱為偉大的共產主義建設。我們要以更快的速度將三十年前已開始的祖國電氣化事業向前推進。

電及電氣化乃是共產主義的主要物質技術基礎。電能的重要是在於它具有下列的重要特性：

- 1) 是萬能的、易於改變的電能，使成為某種形式的能量——機械能、熱能、光能、化學能等；
- 2) 易於輸送電能至遠距離；
- 3) 便於分電能至任意大小——即使是微量；
- 4) 與其他能量相比，特別容易控制、測量及調整。

由於電能可以輸送至遠距離，國家的所有動力資源就有被利用的可能，並且在技術上是合理的。如火力發電站建築在煙煤、褐煤及泥煤礦區附近就可以採用包括低等燃料在內的各類燃料。又如水電站正日益擴大地利用着河、瀑布、山湖等的能量。若將小河的能量也列入國家能量的周轉中來幫助農村及集體農莊水電站的建設，這能量就能得到有益的利用。利用大量空氣移動能量的風力發電站，在農村動力中正在起着一定的作用。

在所有國民經濟部門中的配電與供電方面，電工技術給予了更多的可能性。為了傳動機器、車床及機組；為了將材料用熔化、加熱及焊接等方法將材料進行熱處理；為了工房的照明及各種化學的處理，如果不能廣泛地應用電能，這些近代化工業是不可想像的。由於能充分地供電，使工業部門有了新的發展，例如：鋁及其他輕金屬的生產。

由於有了電氣化，使運輸及提昇中的很多操作都機械化了，使工

人從笨重的勞動中解脫了出來。

電氣化正以很快的速度深入到國民經濟的其他部門中——運輸及農業。依據國家的幾個五年計劃，鐵路將逐漸轉向到電車曳引，這較之火車曳引具有巨大的技術——經濟的優越性。在農村中用電來照明及傳動各樣農業機器正在很快地普遍地發展着。

僅就工業及其他國民經濟部門的供電來講，是遠不能說明電氣化的含義的。電氣化又使生產機器的本身及其生產過程具有高度改變的可能。應用特別機件來控制生產機器及其設備的電控制法（啓動、調速、制動等），從根本上改變了機器的構造，使生產率及產品加工的質量將有巨大的提高。由於電力傳動的複雜運用，電氣化能對車床、機器及其設備加以精確地管理與控制，並能使它們很迅速地、適應地變更製造的方法。所有這些不僅完全和機械有關，而且也與熱處理過程有關，例如：感應加熱及電的表面淬火等等，在許多生產部門中，這些熱處理過程已經有了改變。基於重新發現的電物理及電化學現象，某些嶄新的技術過程，終於呈現在我們的眼前並很快地在發展着。

在我們的時代裏，以電氣自動化的形式——電氣化最高的形式——電能的應用已獲得了很大的發展。自動控制、自動管理及自動調節乃是技術進展之最重要的手段，它們具有近代科學所有技術發展的特徵。以前，自動車床及機器僅局限於某些生產部門，而現在由於利用了電氣工具，很可能將自動化裝置推廣到一切國民經濟部門中。由於採用了自動化的電力傳動，就製造了多種多樣的車床、機器及設備，它們在複雜的運行中，能依次更換，自動完成那些複雜的操作循環，這種運行的次序是事先由工作圖表電用控制機件所規定的。

最複雜的操作循環，就是將各個機器及車床連成數條聯動線，再裝設公共的中央控制電氣設備。

電的自動控制能保證不斷地觀察與記錄這些或那些表示生產過程的基本物理量和參數。任何參數的改變能造成電的衝擊，爲了控制和管理，就要測量、記錄和利用這些衝擊。某些自動的規格檢查器能將產品依其尺寸、形狀及其特性進行分類就是基於這種原理的。在熱及化學設備中，電的自動控制是用來保持最合適的溫度、壓力及濃度

的。這樣就保證了正常的運行並消滅事故發生的可能性。

將連續控制的儀器聯在一起就形成了自動調整系統，能使很多的、甚至最複雜的生產過程完全自動化。這些設備中，在測量參數的同時，也能不斷地送出信號，這些信號經過必要的改變和放大以後，在控制電路中，就能引起規定的生產機器或設備的各部的變化來適合於運行的情況。因此全部設備不斷地調節着生產過程的運行，自動改正一切誤差以及事先規定操作的精確程度，如產品必要的尺寸或它的物理化學特性等。

廣泛地發展電氣化，特別是電氣自動化不但從根本上改變了生產過程的特性，也從根本上改變了勞動的條件。必須指出：這種情況在資本主義社會制度與社會主義社會制度間有着顯著的差別。在資本主義制度下，工人們的勞動雖在某種程度上已由各種機械及儀器所代替，而在提高設備的生產率的機械化與自動化的同時卻引起了勞動力的過剩。所以在資本主義條件下，技術進步不但不能改善工人們的勞動狀況並導致相反的結果，促使失業的增多從而增加了困難和貧苦。此外，片面機械化只能對企業主有利，而在生產上常使勞動條件惡化。例如：在各種產業部門中，很多管理運輸機的工人們，在運輸機的高速情形下，他們忍受着繁重的、與機械一樣的、單調的勞動，使他們本身變成了一個自動的機器。

在資本主義國家中，電氣化與自動化的發展一般與經濟情況相聯，並和勞動力價格、機械設備及其他產品的消費有關。因此，這種發展不會像在社會主義計劃經濟條件下，具有那樣經常能促進技術不斷發展的因素。

在蘇聯，電氣化、機械化及自動化對工人們完全有利，所以在這裏不可能有像在資本主義國家中所常發生的那種矛盾。假若由於自動化的結果，使部分工人們從繁重的勞動中解脫出來，這時他們立刻就能得到新的工作，而且能照例地來完成比以前更熟練的勞動。同樣，以實行勞役制度來進行機械化決不是提高生產率的手段，機械化與自動化的方法合理的、有計劃的配合總是改善而不是惡化勞動條件。正如蘇聯企業的實踐所證明，由於生產部門有高度的電氣化，勞動過程

的性質在不斷地改變着。不需要智力訓練的、繁重的體力勞動和單調的勞動，都正在消失中。消除以上情況後，則調度、修理及複雜電氣自動控制系統的管理和生產設備與機組的調整的勞動作業正在日益擴大。這些作業除要求熟練的技巧外，還要有熟練的操作，這些操作建築在科學的、技術訓練的、高度智力的基礎上。因此，電氣化和基於電氣化的生產自動化乃是消除體力與腦力勞動間對立的主要有效的工具。而體力與腦力勞動之間界限的消除，同時為人們的天才創造了條件，使他們有全面發展的可能，這就是共產主義建設的基本問題。這就顯示出由В. И. 列寧所下的定義：「共產主義——這就是蘇維埃政權加全國電氣化」的深刻意義。

也必須指出，電氣化在蘇聯人民文化發展領域中所起的重大作用。日常生活上電氣化帶來了電的照明、電話、無線電及電視——這些都是教育廣大羣衆及提高人民文化水平的重要槓桿。集體農莊的文化生活水平已逐漸地接近於城市，那末在日常生活中，電氣化的意義就更大了。藉助於電氣化，這時，實現了共產主義的第二個巨大問題——消除城市與農村間的對立性。1920年12月22日的第八次全蘇維埃代表大會上，В. И. 列寧特別談到電照明在農民生活中對文化上所起的作用。從那時候起，為了向蘇聯電氣化的偉大創造者表示紀念起見，人們給電燈起了個名字，叫做「伊里奇燈」。

## ● 2. 在電工發展中俄羅斯及蘇聯科學的作用

在電工歷史中俄國的科學及技術在世界上已佔第一位。

早在十八世紀的中葉，彼得堡科學院已緊張地進行了關於電科學的研究。這門科學創造人之一 М. В. 羅蒙諾索夫在他自己卓越的著作中「論發生電力後的空氣現象」及「用數學方法對電的理論的研究」首次指出了電與機械現象之間的聯繫。他確定了電是「推斥及吸引的力所構成的作用，也是光及火花的產物所構成的作用」。正是如此，羅蒙諾索夫與十八世紀中佔優勢的、以電為液體的「流體」之類的學說相比，已卓越地前進了一步。羅蒙諾索夫與另一個同事里赫曼院士在一起組織了對天電及暴風雨現象作有系統試驗的研究。為了測量電

荷的目的，按照羅蒙諾索夫的意見，里赫曼製造了一種電表，該電表就是世界上第一個電的測量儀表。在 1753 年實驗中被閃電擊斃而犧牲的里赫曼就是在鬥爭中為征服自然而犧牲的科學英雄。

十八世紀的末葉，從伏打及夏爾苑尼的研究中，發現電流的現象並發明了新的電源以後，關於電的研究已進入新的紀元。應用電流走向實用的道路是由俄羅斯教授 B. B. 彼德羅夫所創始的，他在當時製造了最強大的電池，並且在 1802 年發現了伏打弧現象，雖然以後知道這是不正確的。彼德羅夫不僅發現了電弧，而且也說明了其重要的用途，即：照明、電爐的恢復過程及金屬焊接；因此，彼德羅夫是近代電工技術創始人之一。

在十九世紀的三十年代中，電及磁的基本現象及定律的最偉大的發現業已完成。俄羅斯學者楞次所發明的定律在電磁基本定律中是值得提出的，楞次是院士，以後是彼得堡大學校長。於 1833 年發表了楞次定律，闡明了電磁慣性的一般原理，並將電磁力及電磁感應定律結合在一起。與焦耳同時，楞次也獨自地發表了為樹立電能與熱能間關係的定律。

在人類活動的全部領域中，各種各樣的電氣部門——如工業、運輸業、軍事、通訊、建築及日常生活，在電磁基本定律嚴密的理論基礎上蓬勃地發展了。所有這些部門中俄國的科學家及技術家們起着重大的、而且常常是主要的作用。

在有線通訊發展的歷史中，俄羅斯學者 П. П. 西靈格值得提到世界首位之一，他在 1832 年發明了第一個電磁式電報機。發明電線絕緣的榮譽也應屬於西靈格，在它的應用下，在空氣中、地下及水中架設長距離的通訊線成為可能。在 1812 年西靈格也發明了長距離爆炸地雷的構造。西靈格的發明，以後被俄羅斯的另外一些革新家加以發展了。俄羅斯院士 B. C. 亞可比致力於電報及其傳送線的改進，在 1839 年他發明了新式 [打字電報機]，並在俄國得到了實際的應用。亞可比是俄國第一個遠距離電報通訊的創造人（彼得堡與查爾斯基村間）；由於這個線的架設，亞可比首次地採用了由他自己所發明的 [轉發器]，或稱為自動轉送電報信號器。

在十九世紀的末葉，俄國在通訊的領域中又佔了第一位。偉大的無線電通訊及無線電工程發明家 A. C. 波波夫，應用了馬克士威爾，赫茲，列別節夫及其他學者的成就，在 1895 年發明了 [雷擊記錄器]，這就是在世界中第一個無線電設備。1896 年 3 月 12 日，在彼得堡大學物理研究室中舉行了無線電傳送的第一次實驗。從此產生了一個新的技術領域，在二十世紀中已得到巨大的發展。

電的照明乃是俄羅斯技術家在主要地位中所佔的另一個領域；難怪在歐洲當時把這個照明稱為 [俄羅斯之光]。由彼德羅夫所發明的電弧，由於另一些俄羅斯發明家的繼續研究，以後更廣泛地得到了利用。在這些發明家的中間，最著名的是 П. H. 亞布羅亦可夫在 1876 年所發明的由兩排炭棒所組成的著名的 [電燭]。由於亞布羅亦可夫不倦的努力，他的電燭已流行於全世界，到達了 [波蘭將軍的住宅及坎伯契王宮]。這個事實在技術史上的意義遠超出了電的照明的範圍，因為亞布羅亦可夫的電燭在技術史中是第一個獲得廣泛應用的受電器。亞布羅亦可夫是第一流的技術家，他很成功地解決了分割與分配電能的問題。

在電的弧光照明中，B. H. 契克列夫工程師貢獻很大，他發明了帶有差動調節的弧光燈，改進了亞布羅亦可夫的電燭，把弧光探照燈的構造也從根本上改變了，增強了很多光度。П. H. 亞布羅亦可夫與另外一些俄羅斯電工技術的拓荒者，在 1880 年與 B. H. 契克列夫共同創辦了在世界中最有名望的電工技術刊物——直到現在仍存在的 [電] 雜誌。

白熾電燈代替了弧光燈，俄羅斯是它的誕生地。卓越的工程師及發明家 A. H. 羅賓根，在 1873 年也創造了第一個炭白熾燈，它是現在全部白熾電燈的雛型。以後，電照明設備已大有改進並得到廣泛應用，但是在 1890 年羅賓根對照明的技術進行改革時，又很成功地發明了帶有金屬絲的白熾燈。

在十九世紀中，蘇聯科學及技術多方面的工作者之一 B. C. 亞可比院士，他是在電機及電力傳動領域中的拓荒者。亞可比是第一個迴轉電磁原動機的構造者（1834 年），首先他考慮到電力傳動較之蒸汽

機傳動的所有優點，他的技術思想超前了當代數十年。第一次應用電力傳動是在1838年9月15日在涅瓦河上進行了曳引小船運行的試驗，這個試驗終於在亞可比的計劃下實現了。由於當時缺乏合適的電能發電機，亞可比的電動機沒有得到繼續的應用，但發明者昭示了電力傳動的可能性及其優點。

以後，第一個應用電力傳動到生產機器中的是B. H. 契克列夫，他在1872年製造了電的縫紉機。

俄羅斯物理學家A. Г. 斯脫列托夫研究了鐵的磁化現象，對電機及電的設備磁路計算奠定了穩固基礎，並在直流電機的發展中，有着偉大的貢獻。

П. H. 亞布羅赤可夫是交流電機領域中的拓荒者，他爲了電燭的電源，製造了一個新的發電機；亞布羅赤可夫發電機就是近代同步發電機的雛型。

交流最重要設備之一——變壓器——的發明的榮譽也是屬於П. H. 亞布羅赤可夫的，爲了獨立地能供電給受電器在他自己的照明設備中，他採用了變壓器；變壓器和亞布羅赤可夫電燭都是在1876年發明的。以後，另一個俄羅斯發明家И. Ф. 烏沙金研究了變壓器的構造，他提出應用變壓器不僅僅能供電給亞布羅赤可夫的電燭，而且也能供電給其他受電器。在1882年在莫斯科工業展覽會上第一次展覽了烏沙金的變壓器。

交流電機發展的輝煌時代與卓越的俄羅斯電工技術家M. O. 多里沃-多布羅沃斯基的名字是分不開的。多里沃-多布羅沃斯基是三相電流制的創造者，它在現在全部電工技術中佔有優越地位。在十九世紀八十年代的幾年中，多里沃-多布羅沃斯基曾研究三相電流的方法與星形、三角形接線；製造了第一個三相發電機及三相變壓器；最後又製造了第一個三相電動機。特別是應用了非拉利斯所發現的旋轉磁場的原理，在1889年多里沃-多布羅沃斯基發明了繞線式轉子及鼠籠式轉子的三相異步電動機。在這個發明後的60年代中，M. O. 多里沃-多布羅沃斯基所製造的三相鼠籠式異步電動機，在全世界各地繼續地應用着，並且還是全部國民經濟部門中主要的電動機。

俄羅斯也是電版術及電焊兩個優秀電工技術部門的誕生地。電版術，也就是用電解法從金屬版複製精確副本的過程，是在1837年由亞可比院士所發明的。電版術首次在實際中應用，如印刷業、文件及信貨券的印刷、美術工業等等，他們與亞可比的字樣是分不開的。電版術從俄國傳播到了全世界。

遠在十九世紀的初頁，電弧焊接原理已由彼德羅夫發現了，但是在很長的時期中沒有得到實用。祇是在1882年，天才的俄羅斯發明家H. H. 白納爾道斯，藉助於炭電極及加工物體間所引起的電弧，創始了在實際運用中的焊接與切割金屬的方法。白納爾道斯的裝置就是世界上第一個電焊器具。

以後，白納爾道斯也提出了關於製造電極的金屬及方法，加工金屬物體與電極的相互位置，控制電弧的方法等一系列的改進。可以斷言，卓越發明家白納爾道斯奠定了以後電弧焊接全部發展的基礎，這個在電工技術工業中是非常重要的——一個部門。

除了白納爾道斯以外，另外一個卓越的革新家礦場工程師H. Г. 斯拉夫揚諾夫在發展電加熱過程中起了很重要的作用，他在1880—1890年間在工廠實踐中研究並採用了電弧加熱及鑄製金屬的新方法。爲了解決許多技術問題，採用了斯拉夫揚諾夫的電加熱過程完全成功。這些問題是將許多金屬部分連接成爲一個整體，大鑄件中裂口的澆鑄，焊接頭，鑄件壓縮，熔解各類的金屬。在彼爾姆斯克大炮工廠中由斯拉夫揚諾夫所創造的新的「電鑄工廠」就是新技術的實驗室及策源地。

白熾電燈的創造者羅賓根在他以後的生活中十分成功地致力於電熱領域中的研究；爲了熔解金屬及礦石，爲了特殊零件淬火及退火的加熱，爲了製磷等等，他發明了一系列電爐的構造。

在1881—1883年間由法國的工程師節浦列架設了實驗的高壓線路，這在電能傳送的發展上獲得很大的成功。但在這以前，在俄國也進行了長距離的電能傳送試驗。優秀的技術革新家Ф. А. 彼羅茨基，於1874—1875年間在彼得堡的沃爾克夫廣場上，爲傳送六馬力功率至一公里遠而架設了傳送線，在當時是十分成功的。



以後在他自己的實驗中，Ф. А. 彼羅茨基利用了鐵路的鐵軌傳送電能。在西斯特羅列次克城附近的浦里模爾斯克一段鐵道上的裝置（在 1876 年）以及在彼得堡鐵道上傳送電能曳引車廂的裝置都是利用鐵軌傳送電流（在 1880 年），而後一種裝置即為電車的前身。彼羅茨基在進行實驗後，建議從廉價的能源——水電站——把電能送至遠距離工廠來完成機械運轉，這種建議，就當時情況而論，是勇敢的、胆大的而且是有基礎的。關於電能傳送在理論上的基礎是在列申諾大學教授 Д. А. 拉契諾夫的研究下首先得出的，他於 1880 年在「電」雜誌上發表了題為「電氣工程的運用」之優秀論文。在這個論文中第一次得出了電能傳送的理論，並且奠定了對於傳送線計算的基礎；由於這種關係，拉契諾夫就是馬賽節浦列的老前輩。在同一個論文中，Д. А. 拉契諾夫已奠定了將電能變為機械能電力傳動的理論基礎。

在 1891 年為了把電能從勞芬城（在德國）水電站送至 175 公里以外馬茵河上之法蘭克福特，建築了非常著名的三相電流設備，這時，代替了直流電的傳送，在這個領域中發生了交流電傳送問題。由 М. О. 多里沃-多布羅沃斯基所創造的這個設備，就是具有強大的中心電站及廣泛分佈傳送線的全部近代三相制的雛型。有趣的是在多里沃-多布羅沃斯基去世（在 1919 年）前不久，他指出了恢復直流送電對於遠距離送電及強大電力之傳送更為適當，也就是提供了最近由電學家們應接着研究的問題。

優秀的工程師 Р. Э. 克拉松是俄國巨大電站及傳送線的第一個建設者。在這方面，在 1912—1914 年間他在距莫斯科 70 公里的地方，建築了命名為「電力傳送」的俄國第一個集中供電區，這個電站之所以著名是因為在世界上它第一次地大量採用了新的燃料——泥煤。Р. Э. 克拉松也同時是生產電能及熱能的火力發電中心電站建築的創始者。

從電工技術領域中，特別從最近已獲得大量推廣的另一些俄羅斯的創造及發明來看，必須要提到的是 1889 年由著名學者 А. Г. 斯脫列托夫經長期研究所創造的第一個光電儀器。這個儀器是現代各種技術領域中所廣泛應用的各類光電元件構造的雛型。