



中等專業學校教學用書

# 电 工 学

Д. Г. 馬克西莫夫著

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



# 电 工 学

Д. Г. 馬克西莫夫著  
刘 泽 民 等 譯  
吳 耀 曦 校

高 等 教 育 出 版 社

本書系根据苏联國防部軍事出版社 (Военное издательство) 1952 年出版 Д. Г. 馬克西莫夫 (Д. Г. Максимов) 上校工程師著的“电工学” (Курс электротехники) 修訂第二版譯出。原書系供軍事通信學校教學之用。

書中敘述了電工學的物理基礎和直流與交流的理論，並介紹關於化學電源、電機及電氣量計的基本知識。所有理論原理和計算公式均附有帶着解答的許多例題。

中譯本可供中等專業學校學生及一般自學者參考。

本書系劉澤民、羅恩澤、賈明、汪名遠、區惟煦、王漢模、叶彥瀾、呂海寰集體翻譯。

## 电 工 学

Д. Г. 馬克西莫夫著

劉澤民等譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7號  
(北京市書刊出版業營業許可證出字第051號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店發行

統一書號 15010·166 開本 870×1168 1/32 印張 19 插頁 4  
字數 492,000 印數 27,001—33,000 定價 (10) 洋 3.30  
1956 年 11 月第 1 版 1958 年 12 月上海第 5 次印刷

# 目 錄

序

緒論

## 第一篇 电工学的物理基礎

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 一 章 实物的構造          | 21 |
| § 1. 物質及其运动          | 21 |
| § 2. 化学元素            | 23 |
| § 3. 原子              | 27 |
| § 4. 电子、質子和中子        | 28 |
| § 5. 原子的構造           | 30 |
| § 6. 离子              | 33 |
| § 7. 分子              | 35 |
| § 8. 第一类导体           | 37 |
| § 9. 第二类导体           | 38 |
| § 10. 电介質            | 39 |
| § 11. 半导体            | 39 |
| § 12. 气体的導电性         | 40 |
| 第 二 章 物体的帶电          | 41 |
| § 13. 物体的电荷          | 41 |
| § 14. 米千克秒安絕對实用电磁單位制 | 42 |
| § 15. 使物体帶电的方法       | 45 |
| § 16. 驗电器和驗电計        | 46 |
| 第 三 章 电場             | 48 |
| § 17. 电場的概念          | 48 |
| § 18. 电場中的电压         | 49 |
| § 19. 电位             | 51 |
| § 20. 电場强度           | 56 |
| § 21. 电力綫            | 58 |
| § 22. 庫侖定律           | 58 |
| § 23. 点电荷的电場强度       | 61 |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| § 24. 点电荷静电场的电位         | 62         |
| § 25. 复雜静电場             | 63         |
| § 26. 孤立带电導体的静电場        | 64         |
| <b>第 四 章 电場中的導体及电介質</b> | <b>68</b>  |
| § 27. 电場中的第一类導体         | 68         |
| § 28. 电場中的第二类導体         | 72         |
| § 29. 电場中的电介質           | 74         |
| <b>第 五 章 电容</b>         | <b>77</b>  |
| § 30. 導体的电容及其測量單位       | 77         |
| § 31. 平板电容器             | 79         |
| § 32. 多片平板电容器           | 82         |
| § 33. 可变电容器             | 84         |
| § 34. 电容器并联             | 85         |
| § 35. 电容器串联             | 86         |
| § 36. 电容器混联             | 89         |
| § 37. 电容器貯藏的电能          | 91         |
| § 38. 电容器的介电强度          | 93         |
| § 39. 避雷器               | 94         |
| <b>第 六 章 电流</b>         | <b>96</b>  |
| § 40. 电流现象              | 96         |
| § 41. 电流及其測量單位          | 98         |
| § 42. 电流密度              | 101        |
| <b>第 七 章 導体的电阻</b>      | <b>102</b> |
| § 43. 導体的电阻             | 102        |
| § 44. 導体的大小和材料对电阻的关系    | 103        |
| § 45. 架空明綫綫路的導綫电阻       | 105        |
| § 46. 導体的电導             | 107        |
| § 47. 導体电阻与温度的关系        | 108        |
| § 48. 送話器的电阻            | 109        |
| § 49. 电阻、变阻器、电阻箱及标准电阻器  | 110        |
| § 50. 半導體电阻和电介質电阻       | 115        |
| <b>第 八 章 电动势和电压</b>     | <b>117</b> |
| § 51. 局外力場              | 117        |
| § 52. 电动势               | 120        |
| § 53. 原电池的工作电压          | 122        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| § 54. 电路中电位的分佈 .....           | 125 |
| 第 九 章 簡單的直流电路 .....            | 127 |
| § 55. 在电路中直流电流存在的条件 .....      | 127 |
| § 56. 簡單电路 .....               | 127 |
| § 57. 欧姆定律在一段电路中的应用 .....      | 128 |
| § 58. 欧姆定律在整个电路上的应用 .....      | 130 |
| § 59. 有串联負載的直流电路 .....         | 132 |
| § 60. 变阻器的簡單計算 .....           | 134 |
| § 61. 輸电綫路導綫截面的計算 .....        | 136 |
| 第 十 章 并联电阻的直流电路 .....          | 140 |
| § 62. 基尔霍夫第一定律 .....           | 140 |
| § 63. 并联电阻两端的电压 .....          | 141 |
| § 64. 并联电阻中电流的分佈 .....         | 142 |
| § 65. 几个并联負載的等效电阻 .....        | 144 |
| § 66. 最簡單的配電綫路上導綫截面面積的計算 ..... | 146 |
| § 67. 电位計 .....                | 148 |
| 第 十 一 章 复雜的直流电路 .....          | 150 |
| § 68. 由混联电阻和一个电源組成的直流电路 .....  | 150 |
| § 69. 基尔霍夫第二定律 .....           | 153 |
| § 70. 利用基尔霍夫定律計算复雜电路 .....     | 155 |
| 第 十 二 章 电流的功及功率 .....          | 157 |
| § 71. 电流的功 .....               | 157 |
| § 72. 电流的功率 .....              | 159 |
| § 73. 电流的功及功率的測量單位 .....       | 160 |
| § 74. 恒定电动势电源的全功率及有效功率 .....   | 161 |
| 第 十 三 章 电流的热效应 .....           | 166 |
| § 75. 热当量 .....                | 166 |
| § 76. 楞次-焦耳定律 .....            | 166 |
| § 77. 易熔保險器 .....              | 167 |
| § 78. 电灯 .....                 | 169 |
| § 79. 彼得洛夫电弧 .....             | 170 |
| 第 十 四 章 磁場 .....               | 174 |
| § 80. 磁場的概念 .....              | 174 |
| § 81. 天然磁鉄与人工磁鉄 .....          | 177 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| § 82. 磁感应与磁通 .....                  | 179        |
| § 83. 磁导率 .....                     | 183        |
| § 84. 磁场强度 .....                    | 187        |
| <b>第十五章 直流电流的磁场 .....</b>           | <b>189</b> |
| § 85. 流过直导线的电流的磁场 .....             | 189        |
| § 86. 环形电流的磁场 .....                 | 191        |
| § 87. 螺管的磁场 .....                   | 191        |
| <b>第十六章 铁心磁路 .....</b>              | <b>194</b> |
| § 88. 铁磁物体的磁化 .....                 | 194        |
| § 89. 循环的反复磁化 .....                 | 195        |
| § 90. 磁路的基本定律 .....                 | 199        |
| § 91. 简单磁路的计算 .....                 | 201        |
| § 92. 有分支的磁路 .....                  | 206        |
| § 93. 电磁铁 .....                     | 207        |
| <b>第十七章 载有电流的导线在磁场中所受的机械力 .....</b> | <b>211</b> |
| § 94. 载有电流的直导线在磁场中所受的机械力 .....      | 211        |
| § 95. 载有电流的回路在磁场中所受的机械力 .....       | 214        |
| § 96. 载有电流的导线相互作用的机械力 .....         | 216        |
| § 97. 磁场力所作的功 .....                 | 218        |
| <b>第十八章 电磁感应 .....</b>              | <b>220</b> |
| § 98. 直导体在磁场中移动时所产生的感应电动势 .....     | 220        |
| § 99. 闭合回路及线圈中的感应电动势 .....          | 224        |
| § 100. 电话用的手摇发电机 .....              | 229        |
| § 101. 自感电动势 .....                  | 229        |
| § 102. 圆柱形线圈的电感 .....               | 234        |
| § 103. 通信明线线路的电感 .....              | 236        |
| § 104. 互感电动势 .....                  | 237        |
| § 105. 感应线圈的串联与并联 .....             | 240        |
| § 106. 涡流 .....                     | 243        |
| § 107. 磁场能量 .....                   | 244        |

## 第二篇 交流电

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>第十九章 交流电的基本原理 .....</b> | <b>246</b> |
| § 108. 交流电在通信技术中的作用 .....  | 246        |
| § 109. 正弦电动势 .....         | 246        |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| § 110. 几个基本定义 .....                      | 250        |
| § 111. 矢量图法 .....                        | 254        |
| § 112. 角频率 .....                         | 258        |
| § 113. 电动势的相位、相位差 .....                  | 258        |
| § 114. 正弦电动势的相加和相减 .....                 | 261        |
| § 115. 正弦电流 .....                        | 263        |
| § 116. 交流电流的几种主要效应 .....                 | 266        |
| <b>第二十章 由电感和电阻组成的简单交流电路 .....</b>        | <b>268</b> |
| § 117. 电阻 .....                          | 268        |
| § 118. 由电阻组成的交流电路 .....                  | 270        |
| § 119. 交流电路中的电感 .....                    | 273        |
| § 120. 电感和电阻组成的交流电路 .....                | 281        |
| § 121. 由数个串联的电阻及电感组成的电路 .....            | 287        |
| <b>第二十一章 由电容和电阻组成的简单交流电路 .....</b>       | <b>291</b> |
| § 122. 由电容组成的交流电路 .....                  | 291        |
| § 123. 由电容及电阻组成的交流电路 .....               | 297        |
| § 124. 由数个电阻及数个电容串联组成的电路 .....           | 301        |
| <b>第二十二章 由电感、电容及电阻串联组成的简单交流电路 .....</b>  | <b>305</b> |
| § 125. 由 $r$ 、 $L$ 及 $C$ 串联组成的交流电路 ..... | 305        |
| § 126. 电容器的振荡放电 .....                    | 309        |
| § 127. 电压共振 .....                        | 315        |
| <b>第二十三章 复杂交流电路 .....</b>                | <b>323</b> |
| § 128. 由两个并联电感线圈组成的交流电路 .....            | 323        |
| § 129. 有功电流与无功电流 .....                   | 327        |
| § 130. 电导和电纳 .....                       | 329        |
| § 131. 利用电路的导纳求电路中的电阻、相位差、功率及电流 .....    | 331        |
| § 132. 利用导纳计算并联电感线圈的电路 .....             | 333        |
| § 133. 由电感 $L$ 及电容 $C$ 并联组成的交流电路 .....   | 335        |
| § 134. 电流共振 .....                        | 339        |
| <b>第二十四章 交流理论中复数法的应用 .....</b>           | <b>349</b> |
| § 135. 一般概念 .....                        | 349        |
| § 136. 虚数 .....                          | 350        |
| § 137. 复数 .....                          | 352        |
| § 138. 复数的运算 .....                       | 355        |



|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| § 139. 用复数來表示交流电路的阻抗 .....       | 360        |
| § 140. 正弦电流及正弦电压的复数 .....        | 361        |
| § 141. 以复数式表示的交流电路的几个基本定律 .....  | 363        |
| § 142. 用复数法來計算交流电路的例题 .....      | 365        |
| <b>第二十五章 多相制</b> .....           | <b>372</b> |
| § 143. 三相制 .....                 | 372        |
| § 144. “星形”联接的三相制 .....          | 375        |
| § 145. “三角形”联接的三相制 .....         | 382        |
| § 146. 三相电流的功率 .....             | 385        |
| § 147. 三相电流的旋轉磁場 .....           | 387        |
| § 148. 二相旋轉磁場 .....              | 392        |
| <b>第二十六章 变压器</b> .....           | <b>394</b> |
| § 149. 交流电路中帶有铁心的线圈 .....        | 394        |
| § 150. 变压器 .....                 | 399        |
| § 151. 变压器的效率 .....              | 403        |
| § 152. 变压器的構造型式 .....            | 404        |
| § 153. 通信工程中使用的变压器 .....         | 405        |
| § 154. 自耦变压器 .....               | 407        |
| <b>第二十七章 整流器</b> .....           | <b>410</b> |
| § 155. 整流器的一般概念 .....            | 410        |
| § 156. 整流电子管 .....               | 411        |
| § 157. 热陰極充气整流管 .....            | 414        |
| § 158. 水銀整流器 .....               | 415        |
| § 159. 电解整流器 .....               | 417        |
| § 160. 乾式整流器及振動变換器 .....         | 418        |
| <b>第二十八章 加有非正弦电压的交流电路</b> .....  | <b>423</b> |
| § 161. 用福里哀級数研究复雜的周期性振盪 .....    | 423        |
| § 162. 具有非正弦电压之电路中的电流 .....      | 426        |
| § 163. 外加电压为非正弦电压时电路中的电压共振 ..... | 428        |
| § 164. 滤波器的概述 .....              | 431        |
| <b>第二十九章 电磁場</b> .....           | <b>436</b> |
| § 165. 輻射能 .....                 | 436        |
| § 166. 电磁能在導綫上的傳輸 .....          | 438        |
| § 167. 无线电台輻射的电磁能 .....          | 446        |

### 第三篇 化学电源

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第三十章 原电池 .....              | 454 |
| § 168. 原电池的应用 .....         | 454 |
| § 169. 电解 .....             | 455 |
| § 170. 原电池的极化现象 .....       | 458 |
| § 171. 原电池的容量 .....         | 459 |
| § 172. 乾电池和注水电池 .....       | 462 |
| § 173. 原电池的串联 .....         | 464 |
| § 174. 原电池的并联 .....         | 467 |
| § 175. 原电池的混合联接 .....       | 469 |
| § 176. 原电池组 .....           | 471 |
| 第三十一章 蓄电池 .....             | 473 |
| § 177. 蓄电池的一般概念 .....       | 473 |
| § 178. 鉛蓄电池的工作原理及其構造 .....  | 473 |
| § 179. 鉛蓄电池的数据 .....        | 475 |
| § 180. 鉛蓄电池的構造 .....        | 478 |
| § 181. 酸性蓄电池的工作原理及其構造 ..... | 480 |
| § 182. 酸性蓄电池的电气数据 .....     | 482 |
| § 183. 蓄电池组的充电 .....        | 483 |

### 第四篇 电气测量

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第三十二章 电气测量仪器 .....              | 485 |
| § 184. 电气测量在通信技術中的意义 .....      | 485 |
| § 185. 电气测量仪器按其动作原理的分类 .....    | 487 |
| § 186. 电气测量仪器按其所测的量的种类的分类 ..... | 488 |
| § 187. 电气测量仪器按其精确程度的分类 .....    | 489 |
| § 188. 磁电式仪器 .....              | 490 |
| § 189. 电动式仪器 .....              | 493 |
| § 190. 电磁式仪器 .....              | 496 |
| § 191. 热效式仪器 .....              | 497 |
| § 192. 静电式仪器 .....              | 499 |
| § 193. 热电式仪器 .....              | 499 |
| § 194. 振动式仪器 .....              | 501 |
| § 195. 电动式瓦特小时計 .....           | 502 |
| § 196. 感应式瓦特小时計 .....           | 504 |

## 第三十三章 电气测量 ..... 506

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| § 197. 电流的测量 .....                 | 506 |
| § 198. 电压的测量 .....                 | 509 |
| § 199. 用安培表及伏特表法测量电阻 .....         | 511 |
| § 200. 用伏特表法测量高电阻 .....            | 515 |
| § 201. 用电桥法测量电阻 .....              | 516 |
| § 202. “电工仪器”工厂出品的电桥箱 .....        | 519 |
| § 203. 交流电桥 .....                  | 521 |
| § 204. 用欧姆表测量电阻 .....              | 523 |
| § 205. 用手搖絕緣試驗器测量电阻 .....          | 525 |
| § 206. 局内接地电阻的测量 .....             | 528 |
| § 207. 用电桥测量电报电话线路的導綫电阻和絕緣电阻 ..... | 529 |
| § 208. 利用磁电式伏特表确定導綫对地的电容 .....     | 533 |
| § 209. 电流功率的测量 .....               | 535 |
| § 210. 电能的测量 .....                 | 540 |

## 第五篇 电机

## 第三十四章 直流發电机 ..... 541

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| § 211. 直流發电机在通信工程中的应用 .....  | 541 |
| § 212. 直流發电机的工作原理及其構造 .....  | 541 |
| § 213. 直流發电机的繞組 .....        | 543 |
| § 214. 电枢反应 .....            | 548 |
| § 215. 直流發电机的电动势 .....       | 550 |
| § 216. 直流發电机的功率和效率 .....     | 552 |
| § 217. 他激直流發电机 .....         | 554 |
| § 218. 分激發电机 .....           | 555 |
| § 219. 串激發电机 .....           | 557 |
| § 220. 复激發电机 .....           | 558 |
| § 221. 直流發电机的并联运用 .....      | 559 |
| § 222. 直流發电机同著電池組的并联运用 ..... | 562 |

## 第三十五章 直流电动机及特殊直流电机 ..... 566

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| § 223. 直流电动机的动作原理 .....      | 566 |
| § 224. 直流电动机的起动 .....        | 568 |
| § 225. 电动机的轉矩、功率和效率 .....    | 570 |
| § 226. 机械負載对电动机工作状态的影响 ..... | 572 |
| § 227. 串激电动机 .....           | 573 |

---

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| § 228. 分激电动机 .....      | 576        |
| § 229. 复激电动机 .....      | 579        |
| § 230. 特殊电机 .....       | 580        |
| <b>第三十六章 交流电机 .....</b> | <b>585</b> |
| § 231. 交流发电机 .....      | 585        |
| § 232. 交流发电机的并联运用 ..... | 589        |
| § 233. 同步电动机 .....      | 591        |
| § 234. 异步电动机 .....      | 594        |
| <b>結論 .....</b>         | <b>603</b> |
| <b>附錄 .....</b>         | <b>605</b> |

## 序

“电工学教程”再版根据 1950 年初版作了重要的修改。在修改过程中著者考慮到了对初版的所有批評和意見。

“緒論”及“实物的構造”、“磁場”、“电磁場”諸章均作了認真的修改。增加了“結論”和“局外力場”、“ЗДН 型發电机”諸節。有很多章節擴充了內容。書中材料的編排也有一些變動。

在再版中著者認為有必要避免用“磁質量”來確定磁場的物理量。術語“电流强度”用術語“电流量”或“电流”代替。

本書採用“米千克秒安”(MKCA)絕對实用电磁單位制。

著者向对本書初版的缺点和錯誤提出批評和意見的人們致以謝意。

著者識

# 緒 論

## I. 十九世紀的俄國电工技術

無論那一門科學的產生和發展都是基於社會的實際需要和社會生產力的增長。社會經濟的條件預先決定了科學發展的水準和特徵。這種說法對电工技術亦完全適合，因电工技術的產生和發展亦由於在利用自然界的動力資源過程中不斷增長的經濟需要所決定的。

作為电工技術研究對象的電能，在我們日常生活中得到了廣泛的應用。這是由於電能很容易由它種能量如熱能、機械能、化學能，變換而獲得，它可迅速、經濟地傳輸到很遠的地方和易於變換為它種能量。

电工技術發展的開始是在十八世紀後半期和十九世紀前半期，那時許多俄國和其他國家的科學家的許多著作給理論电工學和實用电工學奠定了基礎。

十八世紀和十九世紀俄國科學的發展處於很困難的條件下。沙俄統治階級不信任俄國人民的創造能力而卑躬屈節地崇拜西方。在革命以前俄國的國家和文化教育機關中外國人的勢力壓倒一切，他們常有意識地阻礙俄國科學和文化的發展。

但是，儘管存在這些困難，十八世紀和十九世紀的俄國科學不僅不落後於外國，甚至还跑在他們的前面。

在偉大俄羅斯人民中間出現了無數光榮的科學家和發明家，他們給科學的寶庫作出了不可估價的貢獻。其中十八世紀和十九世紀的俄國科學家在电工技術的發展中起了巨大的作用，他們許多重要的發現和發明充實了电工學的內容。

天才的俄國科學家米哈伊爾·華西里維奇·羅蒙諾索夫 (1711—1765) 奠定了俄國研究電氣現象的基礎。他在研究大氣電方面的著作超過了當時科學思想一百年。在自己卓越的論文“論空中電力現象”中他破天荒地解釋了雷電現象的電氣本質。

羅蒙諾索夫的敵人却把這個發現的優先權歸到美國科學家佛蘭格林身上。羅蒙諾索夫對此極力反對，他聲明：“我的空中電力產生原因的理論與佛蘭格林完全無關……我所解釋的許多雷電現象，佛蘭格林絲毫也未論及。”

M. B. 羅蒙諾索夫之獲得盛名不僅由於他研究了電氣現象，也由於他研究了許多其他的科學。他研究了物理學、化學、天文學、地理學、礦物學、氣象學和其他科學。M. B. 羅蒙諾索夫發現了一個自然界最重要的定律——物質及能量不減定律。

羅蒙諾索夫在自然科學方面的偉大著作超過了同時代的科學家幾十年。

作為一個熱情的愛國者的羅蒙諾索夫力圖發展俄國的科學和文化，不疲倦地對“俄國科學的敵人”進行了鬥爭。

俄國人民稱天才的科學家 M. B. 羅蒙諾索夫為俄國的科學之父。

傑出的俄國科學家華西里·符拉基米羅維奇·彼得羅夫 院士 (1761—1836) 繼續了羅蒙諾索夫在電氣現象方面的研究工作，奠定了俄國電工技術的基礎。他第一個創造了在當時是很強大的化學電源的電池，因而使得可進行一系列重要的電流的電解作用、熱作用、光作用和生理作用的試驗。

1803 年 B. B. 彼得羅夫發現了電弧現象並預言電弧可用作電照明，電焊金屬，從氧化物中將金屬還原等等。

彼得羅夫所提出的一系列重要的電工技術問題在他生前並未獲得實際應用，這是由於當時電工上的基本問題——獲得足夠數量的電能的問題——還未得到解決。

B. B. 彼得罗夫最先实际应用了絕緣導綫。这在电工技術的發展上起了重大的作用。

俄國人民正确地称 B. B. 彼得罗夫院士为俄國第一位电气工技师。

天才的俄國發明家帕威尔·里沃維奇·施令格 (1786—1837) 在世界上第一个將电能用于通信工程中。1832 年他設計了电磁电报机，同年他建造了裝有由他設計的电报机的第一条电报綫路。

卓越的俄國發明家鮑里斯·謝苗諾維奇·雅可比院士 (1801—1874) 对电工學的發展作了巨大的貢獻。1834 年他設計了世界上第一台直流电动机并在实际中順利地加以应用。

1837 年雅可比發明了电鑄，这就給实用电工學在一个新的很重要的部門中的發展奠定了基礎。

雅可比繼續了 П. Л. 施令格的研究。在 1839 年他發明了俄國所用的記錄电报机，在 1850 年他又發明了印字电报机。

B. C. 雅可比用自己富有成績的教育活动对俄國，尤其是对俄國軍隊中电工學教育的培植和發展給了很大的帮助。

出色的俄國科学家埃米里·赫里斯蒂安諾維奇·楞次院士 (1804—1865) 無論在理論电工學方面、或者在实用电工學方面都作了特別巨大的貢獻，他發現了两个最重要的电工定律。第一个定律实现于 1833 年，电工學中称为“楞次定則”，这定則确定了电和磁之間的关系是統一电磁过程的两方面。应用这个定則，楞次确定了实用电工學的一个重要原理——电机的可逆原理。

第二个定律是楞次于 1844 年發現的，这定律确定了电流在導綫中所產生的热量与电流之間的关系。这定律在电工學中称为楞次焦耳定律，这是由于这个定律是由楞次和英國科学家焦耳同时發現的。

著名的俄國科学家、莫斯科大学教授亞力山大·格利哥列維奇·斯多列托夫 (1839—1896) 在發展理論电工學和实用电工學方面作了巨大而有成效的工作。1889 年他發現了光电效应的現象并設計了一



个仪器，这就是現代光电管的雛型。此外，A. Γ. 斯多列托夫第一个在电工学中确定了鉄磁物質的磁化作用与磁化力間的关系。斯多列托夫試驗得到的鉄（鋼）的磁化曲綫在电磁学說的發展中起着重要的作用。

优秀的俄國發明家帕威尔·尼哥拉耶維奇·雅布洛契珂夫（1847—1894）在1875年發明了第一个能实际应用的称为“雅布洛契珂夫电燭”的电照器。

在研究以交流电給电燭供电的問題时，雅布洛契珂夫是世界上第一个提出了并實現了交流變換的理論。他用來“分光”的感应綫圈是現代交流变压器的雛型。

俄國發明家亞力山大·尼哥拉耶維奇·洛地根（1847—1923）与雅布洛契珂夫同时对电气照明的問題作了很多的研究。在多次試驗后他創造了世界上第一个白热电灯——現代电灯的雛型。

俄國發明家、莫斯科大学實驗員伊凡·菲利波維奇·烏薩金（1855—1919）在1882年設計了第一个強力交流变压器。烏薩金的發明促進了交流电在电工技術中的廣泛应用并使長距离傳輸电能的問題得以解决。

傑出的俄國發明家米哈伊尔·奧西波維奇·多利沃-多勃罗沃尔斯基（1862—1919）在1891年發明了交流三相制，这三相制不僅在苏联，而且在許多其他國家至今还作为标准制。

同时多利沃-多勃罗沃尔斯基还發明了三相交流异步电动机，这种电动机在現代电工技術中应用得最廣泛。

天才的俄國科学家亞力山大·斯捷潘諾維奇·波波夫（1859—1906）在1896年世界上第一个實現了无綫电通信，因而奠定了无綫电技術發展的基礎。苏維埃人民引以為驕傲的是他們的國家能作为无綫电的祖國，无綫电是人类智慧的卓越創造，它在人类社会生活中起着巨大的作用。

还有許多著名的十九世紀俄國的电工技师、發明家和科学家。他