

电工与电讯

Д. К. 苏霍夫 著

林石岩 顧恆熙 譯

鄒德明 熊源平



人民交通出版社

苏联河运部学校管理局推荐为
河运中等技术学校教材。

电工与电讯

Д. К. 苏霍夫 著
林石岩 顧恆熙
鄒德明 熊源平 譯

人民交通出版社

本書的內容有：為研究河船上電力裝置和信號設備的作用原理所必需的電工學基本知識；研討供電的電源（原電池和蓄電池）；電話局裝置及其作用基本原理的敘述；各種有關船上的電話通訊和信號設備、電報、長途電話、電報通訊和無線電通訊問題的研究；電氣助航和無線電助航以及通訊工具的技术維護等方面問題的說明。

本書可作為河運中等技術學校教材，也可供那些從事維護通訊設備和電氣助航儀器工作的人員使用。

本書各章翻譯人如下：前言、緒論、第一至七章—林石岩；第八至十八章—顧恆熙；第十九至二十二章—鄒德明；第二十三章至三十六章—熊源平。全書經樹行定校對。

電 工 与 电 訊

Д. К. СУХОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ

Одобрено
УУЗом Министерства речного флота СССР
в качестве учебного пособия
для речных училищ и техникумов

ВТОРОЕ ДОПОЛНЕННОЕ
И ИСПРАВЛЕННОЕ ИЗДАНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
Москва — 1956

本書根據蘇聯河運出版社1956年莫斯科俄文版本譯出
林石岩、顧恆熙、鄒德明、熊源平 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新 華 書 店 發 行

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

1959年5月北京第一版 1959年5月北京第一次印刷

開本：850×1168 1/8 印張：12 3/8 張

全書：408000 字 印數：1—3200 冊

統一書號：15044-5150

定價（10）：1.90 元

目 录

再版前言	9
绪论	10

上篇 电 工 学

第一章 电场	13
--------	----

§1 基本概念	13
§2 点电荷的电场	15
§3 电压与电位	16
§4 导体、介质与半导体	17

第二章 电路	18
--------	----

§5 电流	18
§6 电阻与电导	21
§7 外电路与内电路	23
§8 电动势与电压降	23

第三章 直流定律	25
----------	----

§9 欧姆定律	25
§10 电流的功与功率	27
§11 电阻的串联	29
§12 克希荷夫第一定律(电阻的并联)	31
§13 电阻的复联	35
§14 克希荷夫第二定律	36

第四章 电流的热效用	39
------------	----

§15 电能转换为热能	39
§16 导线发热的损失	40
§17 熔断器	41
§18 白炽电灯	41
§19 电弧	41

§20 电焊	42
§21 变阻器、电位计与电阻箱	43
第五章 电磁现象	45
§22 磁场	45
§23 磁场强度、均强场与不均强场	48
§24 磁通与磁感应强度	48
§25 导磁率	50
§26 磁场对载流导线的作用	51
§27 电磁铁	54
§28 磁路	56
§29 磁滞	57
第六章 电磁感应	58
§30 电磁感应现象	58
§31 涡流	60
§32 自感应	61
§33 互感应	63
第七章 交流电的基本概念	64
§34 交流电产生原理	64
§35 交流电的参数和数学表达式	66
§36 交流和交变电压的有效值	71
第八章 交流电路	73
§37 交流电路内的电阻	73
§38 电阻电路内的电流功率	75
§39 交流电路内的电感	76
§40 具有电感和电阻的交流电路	79
§41 电容	81
§42 交流电路中的电容	84
§43 有电容和电阻的交流电路。电压、阻抗和功率三角形	87
§44 电压谐振(在电感、电容和电阻串联时的谐振)	92
§45 电感和电容并联的交流电路中的电流谐振	94
§46 交流电路的功率	95
第九章 多相制	100
§47 三相交流的概念	100

§ 48	三相交流制。星形和三角形連接法	101
§ 49	三相交流的功率和优点	104
第十章	电机和变压器	105
§ 50	直流电机的作用原理和构造	105
§ 51	直流发电机的型式	110
§ 52	直流电动机的作用原理和构造	113
§ 53	交流发电机	116
§ 54	交流电动机	117
§ 55	变压器和自耦变压器	119
第十一章	原电池	123
§ 56	概述	123
§ 57	作为电源应用的原电池及电池組	124
§ 58	空气的及空气-錳去极化电池	126
§ 59	电池联接成电池組	127
第十二章	酸性蓄电池	130
§ 60	概述	130
§ 61	酸性蓄电池內的化学过程	131
§ 62	蓄电池电的特性	131
§ 63	蓄电池的充电和放电	133
§ 64	蓄电池的使用	134
§ 65	蓄电池维护总則	135
§ 66	携带式蓄电池組	136
第十三章	鹼性蓄电池	137
§ 67	鹼性蓄电池的类型和代号	137
§ 68	鹼性蓄电池的构造	137
§ 69	鹼性蓄电池的电特性	138
§ 70	鹼性蓄电池的维护規則	139
第十四章	通訊设备的供电方法	140
§ 71	通訊设备的供电	140
§ 72	“充电-放电”方法	141
§ 73	綜合緩冲供电法	141
§ 74	連續补充充电方法供电	143

§ 75 无蓄电池供电	143
第十五章 充电装置	144
§ 76 概述	144
§ 77 充电机组	144
§ 78 供给无线机电流的发电机	145
第十六章 整流器	148
§ 79 两极管整流器	148
§ 80 充气二极管整流器	150
§ 81 干式整流器	151
§ 82 汞弧整流器	153
第十七章 电子管	156
§ 83 概述	156
§ 84 热电子放射	156
§ 85 二极管	157
§ 86 三极管	158
§ 87 三极管的特性曲线和参数	160
§ 88 多极管	161
第十八章 放大器及振荡器	163
§ 89 作为信号放大器的电子管	163
§ 90 电阻耦合放大器	164
§ 91 扼流圈耦合放大器	167
§ 92 变压器耦合放大器	167
§ 93 振荡回路放大器 (谐振放大器)	168
§ 94 电子管作为等幅波振荡器	168

下 篇 电 讯

第十九章 受话器与送话器	170
§ 95 关于局部电话通讯发展的简单介绍	170
§ 96 声学的基本概念	171
§ 97 电话通讯的工作原理	172
§ 98 受话器的装置与作用原理	174
§ 99 送话器的装置与作用原理	175
§ 100 简单的电话通讯电路	177

第二十章 電話机	180
§ 101 電話机的种类	180
§ 102 電話机的輔助机件	180
§ 103 磁石制 (MB) 電話机电路的結構原理	188
§ 104 用电感器呼叫的話机的电路	188
§ 105 磁石制电感器呼叫統一式電話机	191
§ 106 磁石式電話机通話机件的連接	192
§ 107 蜂音呼叫統一式電話机	194
§ 108 共电制 (LB) 電話机电路的結構原理	195
§ 109 共电制統一式電話机	197
§ 110 自动制 (ATC) 電話机	199
§ 111 TAH型共电制及自动制的新式電話机	200
§ 112 電話机工作的檢驗	203
第二十一章 電話局	205
§ 113 電話局的用途及其裝置	205
§ 114 電話局的类型	207
§ 115 電話交换机的裝置	207
§ 116 塞孔、插塞、塞繩及应答振鈴鍵	211
§ 117 輔助机件	215
§ 118 磁石制電話局	218
§ 119 共电制電話局	220
§ 120 大容量交换机	224
§ 121 自动電話局(ATC)	225
第二十二章 选号電話	227
§ 122 选号電話的用途	227
§ 123 选号電話的作用原理	227
§ 124 选号電話的主要机件	230
§ 125 选号呼叫原理图	238
第二十三章 調度通訊与港埠通訊	243
§ 126 調度通訊在管理內河船舶工作上的作用	243
§ 127 对調度電話提出的要求	244
§ 128 調度電話的調度站和中途站(沿綫各站)的綫路图	245

§ 129	調度站的機器	248
§ 130	調度電話裝置可能發生的損壞情形及其消除的方法	251
§ 131	港埠（或碼頭）的選號電話用途	253
§ 132	選號通訊電話機	254
§ 133	會議調度電話	257
§ 134	正反作用的拒收器	261
§ 135	具有若干支路與正反作用拒收器的電路圖	262
第二十四章 長途通訊		264
§ 136	長途電話通訊的發展	264
§ 137	通訊綫的用途與分類	265
§ 138	通訊綫的隔距	268
§ 139	通訊纜綫	270
§ 140	通訊綫的基本導電性能	272
§ 141	電話傳輸距離的增加	276
§ 142	電話電路的交叉	279
§ 143	通訊綫路的利用	280
§ 144	電路復用的簡單方法	282
§ 145	遠距離電話傳送原理	283
§ 146	高頻電話的原理	284
§ 147	多路電話	287
§ 148	高頻電話系統	288
§ 149	電濾波器	290
第二十五章 無線電通訊		292
§ 150	無線電概述	292
§ 151	電磁振盪的產生	293
§ 152	電磁能的輻射	296
§ 153	無線電波的傳播	297
§ 154	接收天綫和發送天綫	299
§ 155	無線電話	299
§ 156	無線電通訊的距離	300
§ 157	無線電通訊的干擾及其消除方法	300
第二十六章 無線電發射裝置		302
§ 158	無線電發射原理	302

§ 159 发射机频率的稳定	304
第二十七章 无线电接收机	304
§ 160 直接放大的无线电接收机动作原理	304
§ 161 超外差接收机	307
§ 162 船舶的无线电接收机	309
第二十八章 无线电通讯在内河运输上的应用	310
§ 163 干綫与航区内部通讯	310
§ 164 锚地的无线电通讯	312
§ 165 船队内部通讯	313
§ 166 船队无线电化	313
第二十九章 电航仪器	314
§ 167 概述	314
§ 168 电罗經	314
§ 169 航向记录器、航綫记录器及“自动操舵机”	317
§ 170 計程仪	317
§ 171 回声测深仪	319
第三十章 无线电导航	322
§ 172 无线电测向	322
§ 173 无线电指标	325
§ 174 雷达	326
第三十一章 电报通讯	331
§ 175 电报通讯的作用原理	331
§ 176 通报方法	331
§ 177 载波电报的原理	334
§ 178 电碼	336
§ 179 通报速度	336
§ 180 同时的电报和电话	340
§ 181 电报机	341
§ 182 具有均匀电碼的起止式电报机	343
§ 183 电报互换器	347
§ 184 通报距离	347
第三十二章 船舶电車鐘	348

§ 185	灯光电車鐘的作用原理	348
§ 186	船舶电車鐘的作用原理	349
第三十三章	船用电话	353
§ 187	船上电话系統及通話呼叫机	353
§ 188	船用电话裝置	355
§ 189	对講电话、交換机电话和指揮电话	357
第三十四章	电气測量	360
§ 190	电气測量的意义和种类	360
§ 191	电路电气状态的标准	361
§ 192	电气測量儀器的分类	362
§ 193	各种电計刻度盘上的特定符号	366
§ 194	电流的測量	368
§ 195	电压的測量	370
§ 196	电阻的測量	371
§ 197	用欧姆計測量电阻	372
§ 198	电路电阻的測量	374
§ 199	功率的測量	377
§ 200	电能的測量	378
第三十五章	通訊設備的技术維護組織	379
§ 201	內河船舶通訊綫路設備的技术管理	379
§ 202	通訊設備的經常性預防修理	379
§ 203	电话交換机的技术維護規章	380
§ 204	电话站的技术管理标准	382
§ 205	綫路工程技术管理程序	383
§ 206	通訊綫路上的預防工作	385
§ 207	长途电话的技术管理	386
§ 208	选号通訊中間站的裝置和管理	386
第三十六章	技术安全	387
§ 209	电气裝置操作的技术安全	387
§ 210	使用电流时的技术安全	389
§ 211	在电话站工作时的技术安全	391
§ 212	保护裝置	391
§ 213	消防措施	394

再 版 前 言

內河運輸貨運周轉量的不斷增加，船隊中添補具有最新和最完善技術裝置的新型船舶以及在內河水道上各巨大水庫和複雜的船閘系統的形成，凡此，對船舶駕駛員和河船技術管理人員的培養質量提出了更高的要求。

研究各種電氣通訊設備以及各種能保障內河水道上最有效和安全航行的電氣無線電助航裝置，是培養河運技術人員技術的重要部分。

本書的內容包括電工原理以及有關供電電源及方法、有線和無線電通訊、電氣和無線電助航和通訊設備的技術管理等方面的報導。

本書再版修改的地方很多，並且補充了電氣和無線電助航以及如何防止無線電干擾等幾方面的一些問題。

本書的篇幅是以電工與電訊的教學計劃所規定的時數為依據，故對許多問題只能作簡單的敘述。

對本書所存在著的一切缺點的意見，出版社將懷着感激的心情予以接受。

一切意見請寄至：莫斯科第十二區赫路斯大里街1/3號84室

緒 論

電的現象虽早已為人類所熟悉，但直至19世紀時才開始建立電的學說，認識到電現象的規律并使電能為人類服務。

大多數技術上的問題也僅僅利用了電能才能得到解決。

在發展電的學說方面，偉大的俄國科學家M.B. 羅蒙諾索夫(1711—1765)起着極大的作用。他奠定了有關電的科學基礎并天才地預言了電能經由電綫作遠距離傳輸的可能性。

俄國科學家B.B. 彼得羅夫繼續了由M.B. 羅蒙諾索夫所倡導的電現象的研究。彼得羅夫的著作具有極大的價值。他首先發現了電弧的現象并且証明了可利用它作照明和電焊之用。

在許多科學的研究過程中，他創立了一系列新的技術部門：如電氣照明、電焊、電氣冶金學、電氣化學等。

在電工學方面，俄國院士Э.Х. 楞茨作出了巨大的貢獻，他確立了電流的热效用定律和電磁感應定律。

法拉第和馬克斯威爾的理論工作曾經是許多寶貴的实际發明的好基礎。

1820年，安培在科學上引証了有關電流方向的概念，并確立了電流相互作用定律。

1820年，奧斯忒在証明電和磁之間有着聯系之後，作出了一個發現。

1825年，斯捷爾任曾經發現，如果將一根纏繞着鐵芯的導綫通以電流，則該鐵芯就帶有磁性。

1831年，法拉第發現了電磁感應現象。

在上世紀的70-80年代中，電能就日益廣闊地被應用於实际用途上。

各種形式的人工照明逐步為電燈所代替，而電動機則代替了蒸汽機和小型的煤氣發動機、石油發動機和煤油發動機。

隨着電能需求的增长，獲得電能的方法，將電能作極遠距離傳輸和在各需電戶之間分配的方法都得到了改進。

將電能作遠距離輸送，在目前是借助於三相交流電來實現的。

三相電動機和變壓器是俄國科學家M.O. 多利沃多布羅沃爾斯基所發明

的。这一发明使有可能在各制造厂、工厂和其他工业企业里面广泛使用电能。

电能以各种形态深入到工业、农业、运输和日常生活的各个领域中去。

现在，在人类活动的任何一个部门中，没有一个能离开了电。电能可用在各种不同的方面：

在工业上，可用以带动各种机器、机床，可利用电解法以提炼金属等。

在运输上，可用在铁路的电气化、信号设备和遙控机构（移动指针、信号杆等）等方面。

在农业上，可用在电力打穀、电力耕地等方面。

在日常生活上，可用在照明、电热器、暖气设备、冷却（冷却器）等方面。

无产阶级革命的天才家B.И.列宁用“共产主义就是苏维埃政权加上全国电气化”这句口号确切地肯定了电对社会主义国家的作用和意义。共产党和苏维埃政府已经执行和正在执行着使苏联的国民经济电气化这一项巨大的工作。

1920年，由B.И.列宁所倡议的俄罗斯全国统一电气化计划拟订成功了（全俄电气化委员会ГОЭЛРО）。

在苏维埃政权的年代里，依照伟大列宁的计划，苏联增加了许多发电站。像以列宁命名的伏尔加水力发电站、斯维尔水力发电站和其他许多已开始发电或正在新建的水力发电站，这样强大水力发电站就足以说明这一点。

全俄电气化委员会的计划在估计到新的科学和技术成就后所拟订出来的各个五年计划中得到了进一步的发展。

全俄电气化委员会超额完成了所规定修建30个总发电量为175万千瓦的发电站的计划，到1935年，发电站的建设计划增长了2倍。

1920年，总的发电量达到483亿千瓦时，即比1913年的发电量大24倍，而1951年的发电量则比1940年增加了1倍多，即达1,040亿千瓦时。

第五个五年计划的最后一年——1955年，发电量达到1,700亿千瓦时，几乎比革命前大89倍。

在苏联共产党第20次代表大会所通过的关于发展苏联1956—1960年国民经济的第六个五年计划的决议中，规定第六个五年计划最后一年的发电量约为3,200亿千瓦时。在这个五年计划内，透平机发电站的总发电能力约增加1.2倍，而水力发电站约增加1.7倍，构成一个将来能与西伯利亚动力系统联成一起的苏联欧洲部分的统一动力系统。

这样就实现列宁国家电气化的理想了。

社会主义的电气化，就是将苏联国民经济的各部门逐步过渡到一个新的

技术基础上，就是过渡到一个生产完善而又规模巨大的基础上，就是在国民经济的各部门和苏联劳动人民的日常生活中使用电力。

早在伟大的十月社会主义革命以前，B.И. 列宁就已指出了电气化在运输上的巨大意义。列宁的理想得到了实现。现在，在修建电气化铁道的速度和长度上，苏联已居世界第一位。

根据苏联共产党第20次代表大会的决议，在第六个五年计划中，规定要修建8,100公里电气化铁路线，这比第五个五年计划大2.6倍。

由于在伏尔加河、德聶伯河和其他西伯利亚的河流上建筑规模宏大的水工建筑，电气化对于具有广阔发展远景的内河运输有着极大的意义。

在苏联共产党第20次代表大会的决议中，规定了有关改善和发展各种电气通讯工具——电报、电话和无綫电通讯的极其重要的任务，这些通讯工具是对苏联经济每一部门为了在更高的技术基础上改进社会主义生产所必需的。

电气通讯工具在苏维埃国家的生活中有着极大的意义。为了正常执行政府机关的工作，高度有组织的和广泛的通讯网是需要的。

任何一个通讯技术部门的产生和发展，都是以社会对思想作远距离传递的要求的产生和发展为前提。

这种要求在不同的时候，随着社会生活的发展而发生和增长的各种不同的方法来满足。

将思想作远距离传递，最常用的方法就是利用电能。

电工学的发展促使应用电来作为通讯之用。

电报和电话通讯就是实际应用电的最先一个部门。

1895年在电气通讯工具方面的一种新的、突出的发现标志着科学的胜利进军。天才的科学家亚历山大·斯捷正诺维奇·波波夫发明了无綫电，是一种现代最伟大的发现。

电气通讯工具，在苏联只是在伟大的十月社会主义革命后才获得广泛的发展。

在各个五年计划的年代里，苏联国内建立了制造各种国产的通讯设备的强大工业，并大力发展了电报、电话和无綫电通讯的建设事业。

第一章 电 场

§ 1 基本概念

从物理学已经知道，一切物质都是由极小的、称为分子的质点所构成，而这种分子本身也同样可分为更小的质点，即原子。

科学的发现已经证明，过去被认为是物质分割极限的原子也同样可加以分割，并有着复杂的组织。

每一个原子都是由一个带正电荷的原子核所组成，而在该原子核周围还绕行着更小的质点——电子。

原子核本身具有复杂的组织，它是由带正电荷叫质子的质点和不带电荷叫中子的质点所组成。

同时，质子的电荷等于电子的电荷，而原子核中的质子数与在原子核周围绕行着的电子数相等，由此，原子核的正电荷等于全部围绕原子核的电子的负电荷的总和。因此，所有原子在电的方面是中和的。

不同物质的原子，其原子核中的质子和中子数以及在原子核周围绕行着的电子数也各有所不同。

有些电子与原子核的联系比较弱，能离开原子核而成为所谓自由电子。

这些自由电子无秩序地运动于各原子之间，并且能够落到该物体其他任何一个原子的系统内。

但是一俟该物体内的正负电荷数目相等时，该物体又成为电的中和了。

在该物体中，如果正电荷较负电荷为多或负电荷较正电荷为多，则该物体就将带有电荷。这个带电荷的物体周围形成一个电场，即周围空间。在这个空间中，该电荷能作用于其他位于该空间里面的电荷。

两个带不同电荷和两个带同类电荷的物体之间的电场形状如图 1 A、B 所示。

在两个具有等量但不同名的电荷的平行金属板之间的电场称为均强电场，如图 1 B 所示。

电场的方向，即从该电场作用于在该电场内某点的正电荷之力的方向，

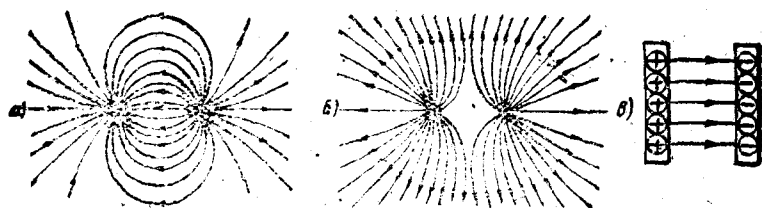


图1 最简单的电场

- a) 两个带不同电荷物体之间的电场；
 b) 两个带同类电荷物体之间的电场；
 c) 两平行金属板之间的电场（匀强电场）。

可用电力线来表示。

每一个电场都用电场强度来表示，它是表示电场强弱的程度。

电场强度是一个矢量，这个矢量的方向与场力矢量的方向相重合。

所谓电场强度 E ，就是在数量上等于作用于该电场某点上单位正电荷的场力 F 的值。这样一来，在电场某点上的场强，在数量上就等于在该点上具有单位正电荷的物体所受到的力。由此：

$$E = \frac{F}{Q}, \quad (1)$$

这里 Q ——位于该场内的物体的电荷值。

在实用单位制中，力的单位采用牛顿(n)，即是给予1公斤的物质产生1公尺/秒²的加速度的力，电量单位采用库仑(κ)。

电场强度的量纲可以下式来确定：

$$[E] = \left[\frac{F}{Q} \right] = \frac{\text{牛}}{\text{库}},$$

或是将力的单位用以焦耳计算的功和以公尺计算的路程之比来表示，我们得

$$[E] = \frac{\text{焦耳}}{\text{公尺}} \quad (\text{焦耳除以公尺}).$$

例：设某点上的电场强度为： $E = 4000 \frac{\text{牛}}{\text{库}}$ 。试求出作用于电场此点上

的电荷 $Q = 0.001$ 库之力。

解：应用公式(1)，可得：

$$F = EQ = 4000 \times 0.001 = 4 \text{ 牛}$$