

〔共產主義就是蘇維埃政權
加全國電氣化〕 ——列寧

序 言

爲了實用目的而應用電能的科學，稱爲電工學。

在現今已知的各種能量形態中，電能佔有特殊的地位。電能的特點，首先在於它比較容易由其他能量的形態（包括機械的、水力的、風力的、化學的等等）變成。

用充分簡單而經濟有利的設備，可將不拘多少的電能迅速地傳送到遼遠的地方，分配給個別的用電設備，十分便利。

在用電的地方，使電能重新變成各種能量（如光能、熱能、機械能、化學能等等），也極容易。

廣泛地應用電能在工業上、農業上、運輸上，並作爲能量的基本形態，就稱爲電氣化。

革命前的俄國，電能的用途甚狹。只有主要的城市中最富有階層和少數企業機構，才用得到。

偉大的十月社會主義革命後，布爾什維克黨負起責任，使俄國從落後的農業國，變成先進的工業強國。列寧和斯大林指出了電力是足以實現國民經濟的革命力量。我們祖國的電氣化就根據列寧、斯大林關於電氣化是共產主義的物質與技術基礎的指示而發展的。

具有歷史意義的列寧名言：〔共產主義就是蘇維埃政權加全國電氣化〕以最顯明的方式表明了我們的電氣化具有怎樣巨大的政治的和全國性的意義。還在1920年，當內戰期間，嚴重的經濟破壞、飢

荒和疫癘猖獗的時候，年幼的蘇維埃共和國在被白衛軍和干涉者在各方面困擾的情形下，就已按照列寧、斯大林的指示，作成了蘇俄電氣化計劃（Гоэлро計劃）。這計劃是在1920年十二月第八次全俄羅斯蘇維埃代表大會中通過的；列寧稱它為黨的第二綱領，而斯大林則稱它為真正統一的真正國家的經濟計劃的精密草案。

蘇俄電氣化計劃是我國一切社會主義建設的基礎。在以後的幾年中，蘇維埃人民為實現這偉大計劃而進行的鬥爭，是創造我們社會主義國家的物質和技術基礎的歷史上最英勇的一頁。

按照電氣化計劃，在我國已經建造了幾十所強大的火力和水力發電廠，幾千公里的高壓輸電線，並且造成了許多生產電工器械的工廠，這些工廠是我國電氣工業的基礎。

蘇俄電氣化計劃在最短的指定期限——十年內勝利地完成了，而到1935年底幾乎達到它的3倍。

從那時起，我國電廠所發電能，繼續急劇地增加。

當希特勒德國背信棄義進犯和平的蘇聯時，當法西斯強盜侵佔我國領土時，許多城市、農莊、鄉村、工廠、電力站和輸電線被野蠻地破壞了。但是即使這樣，也不能打破我國電氣化的一直往上增長。

偉大的衛國戰爭勝利結束之後，蘇維埃電氣化以更大的規模來發展。到現在，我國的發電量已超過革命前的40倍。戰後第一個斯大林五年計劃中，每年新建的容量，幾乎達到蘇俄電氣化計劃10—15年中所建容量的2倍。

現在不僅全國極大多數的城市和工人市鎮已經實現了電氣化；並且特別展開了集體農莊、蘇維埃農場和農業機器站的電氣化。一系列的區域都已完成或將完成他們集體農莊的全面電氣化。

在戰後第一個斯大林五年計劃的末尾，即在1950年，我們的發

電廠按照計劃應該供給國家 820 億瓩小時的電能。若用手來做出這樣的工作，需要全蘇聯所有的成年人每天工作十小時，繼續三十年之久！

我們的世紀常被稱為電的世紀，是有理由的。蘇維埃發電廠所產的巨量電能，非常廣泛地用在我們的各技術部門。

現在我們的工場、工廠、農業機器站和其他生產部門中，主要是用經濟便利的電動機，來運轉車床、機器和其他各種機械裝置。

在電爐中熔解金屬，可得鋼鐵和各種合金。

電又廣泛地用來提鋁和製造各種化學品以及其他許多物品。金屬的電焊和電割也是非常普及。

祇有發展了電工技術，才能在工業上採用新的技術方法，實現廣泛的自動生產，創造有新的高度生產率的機器。

電能開動電車，能起重，能幫助發現蘊藏在地下的礦苗、煤塊和石油。

農業上利用電能，可使大多數最繁重的工作得到高度的機械化，大大地縮短完工的時間，增加農業生產。

在家庭生活中，電能也應用得極廣，尤其在照明和發熱方面。

千百萬盞明亮的電燈，照耀着我們的城市和農莊。

千百萬人每天使用着電熱器——電竈、電爐、電熨斗、電暖壺等等。

因為有了電，在我們的時代裏才可能有這許多重大的發明。無線電和雷達，原子內部的透入和原子的擊破，這些都要借助於電。電使我們聽到千萬里外的聲音，看見在完全的黑暗中和極遠距離處的物體，透視人體內臟的工作並醫治疾病。僅祇列舉由於用電和借助於電所能做到的事項，就將需要不少的篇幅。今後電能的應用，正有廣大

無窮的前途。

我們今日的電工技術，正是由於數百年來很多人的工作而達到的。許多學者、工程師、發明家，從事於研究和確立電氣現象的定律，創造了電氣機械和器具。舉世聞名的偉大的俄國學者和工程師，包括羅蒙諾索夫，彼得羅夫，楞茨，雅可比，羅得根，亞布洛奇可夫，拉奇諾夫，烏沙根，別那爾多斯，斯拉夫揚諾夫，多里沃-多布羅沃爾斯基，列貝傑夫，波波夫，以及其他許多卓越的俄國電工學家。

他們首先發明了方法，研究了將電能供作實際用途的裝置——有的創製了電燈、探照燈、變壓器、電動機，有的實現了遠距離送電、無線電、電焊、電鍍等。

我們蘇聯人民以他們那些天才的發明而自傲，我們要繼續不斷地發展和完成他們已開始的事業，來發展並改進我們的科學與技術。

在這偉大的斯大林時代，我們的國家正走向全面電氣化的道路。電氣化是一個重要的環節，它保證蘇聯人民不可戰勝地向着共產主義的道路前進。

斯大林時代巨大的新建設有：伏爾加河上的古比雪夫和斯大林格勒水電站，在第聶伯河上的卡霍夫卡水電站，土爾克曼、南烏克蘭、北克里米亞、和伏爾加-頓河等各大運河，以及建築在這些運河上的大規模的水電站——這些都意味着蘇聯人民又向共產主義的道路邁進了一大步。

世界最大的古比雪夫和斯大林格勒水電站：前者容量為 200 萬瓩，每年平均可發 100 億瓩小時的電能；後者容量為 170 萬瓩，在多水的年份，每年平均可發近於 100 億瓩小時的電能。

這些電廠發出的電能供許多城市、工廠、工場之用，也將在農業上被利用來作耕地和其他田野工作，幫助國民經濟中繁重過程的機

械化。

爲了保證國家電氣化不斷地、愈來愈快地增長，就需要大批新的熟練的電氣技工。他們將遇到各種各樣的電氣機械和器具，需要多方面的確切的知識。電業工作者的知識不高，技術不夠，就可能容易引起機器的嚴重損壞，或使自己和別人遭受到傷亡。

電工的職業是極有趣而引人入勝的。但在我們社會主義勞動中要成爲一個先進的技工——斯達哈諾夫式工作者，社會主義勞動的能手，未來的電業技工必須多多堅強地學習，不斷提高自己的理論和實際的知識。本書目的即在幫助電業技工們的學習。

目 錄

出版者的話
序 言

第 一 章 靜 電

第 1 節	關於電的一般觀念	1
第 2 節	物質的電子結構	4
第 3 節	電場	6
第 4 節	帶電體上電荷的分佈	6
第 5 節	電位	7
第 6 節	靜電感應	8
第 7 節	由靜電感應使物體帶電	9
第 8 節	電容	10
第 9 節	容電器與夾頓瓶	12
第 10 節	雷電現象	15
	問題	16

第 二 章 化 學 電 源 和 電 流 的 化 學 作 用

第 11 節	電流的概念	17
第 12 節	最簡單的電池	18
第 13 節	碳鋅電池	18
第 14 節	電路	19
第 15 節	電勢和電壓	20
第 16 節	電解	20
第 17 節	物質的電化當量	22
第 18 節	法拉第定律	23
第 19 節	電解在工業上的用途	24

第 20 節	蓄電池	25
	問題	29
	計算題	29

第三章 電 阻

第 21 節	電阻的概念	30
第 22 節	電阻係數	31
第 23 節	計算電阻的公式	32
第 24 節	電導	33
第 25 節	導線的聯接	34
第 26 節	變阻器	37
	問題	40
	計算題	40

第四章 電路的基本定律

第 27 節	電路中電壓、電流及電阻間的關係	42
第 28 節	局部電路的歐姆定律	43
第 29 節	電工學上的單位制	44
第 30 節	電壓降	45
第 31 節	電路各段中的電壓分佈	49
第 32 節	全部電路的歐姆定律	50
第 33 節	並聯線路各線中電流的分佈	53
第 34 節	短路	55
第 35 節	包括幾個電源的電路聯接	57
	問題	61
	計算題	62

第五章 電流的熱作用

第 36 節	通電導線的發熱	64
第 37 節	楞茨與焦耳定律	65
第 38 節	導線通電流時發熱的溫度	67
第 39 節	電流的密度	67

第 40 節	白熾電燈	69
第 41 節	電弧	70
第 42 節	電焊	72
第 43 節	電熱器	74
第 44 節	熱繼電器	74
第 45 節	可燃保險器	76
第 46 節	導線的聯接	77
	問題	78
	計算題	78

第六章 電流的功與功率

第 47 節	電流的功及其測量的單位	79
第 48 節	電流的功率及其測量的單位	80
	問題	83
	計算題	83

第七章 磁

第 49 節	磁鐵	85
第 50 節	磁鐵	86
第 51 節	磁鐵的分子結構	87
第 52 節	磁場	88
第 53 節	磁量	89
第 54 節	在磁場中的鐵磁物體	91
	問題	91

第八章 電 磁

第 55 節	近電導體周圍的磁場	93
第 56 節	螺管線圈	95
第 57 節	電路與磁路的比較	96
第 58 節	磁化力與安培匝	97
第 59 節	鋼、鐵和鑄鐵的磁化	97
第 60 節	磁滯	97

第 61 節	電磁鐵的類型	99
第 62 節	電鈴的構造和工作	99
第 63 節	螺管線圈將鋼心吸進	100
第 64 節	電磁測量儀器的動作原理	101
第 65 節	載流導線間的相互作用	101
第 66 節	電動測量儀器的動作原理	102
第 67 節	在磁場中的載流導線	103
第 68 節	電動機運動的原理	104
第 69 節	磁電測量儀器的動作原理	105
	問題	106

第九章 電磁感應

第 70 節	電磁感應的一般知識	108
第 71 節	應電勢的方向	109
第 72 節	導線中應電勢的大小	110
第 73 節	直流發電機作用的原理	111
第 74 節	楞次定律	111
第 75 節	變壓器作用的原理	114
第 76 節	感應線圈	115
第 77 節	渦流	116
第 78 節	自感應	118
第 79 節	電路的電感	121
	問題	121

第十章 單相交流電

第 80 節	單相交流電的產生	123
第 81 節	交流電的圖示法	125
第 82 節	交流電的頻率	127
第 83 節	週期與頻率的關係	128
第 84 節	由發電機所得交流電的頻率決定於磁極的對數和發電機轉子的轉數	128
第 85 節	交流電產生的作用	131

第 86 節	轉子線圈中交流電變動的曲線	133
第 87 節	疊捲在轉子上的兩個線圈中交流電變動的曲線	135
第 88 節	相差 90 度的二個轉子線圈中交流電變動的曲線	136
第 89 節	交流電路中的自感作用	138
第 90 節	有效電阻	142
第 91 節	感應電阻(即電抗)	143
第 92 節	電阻與電抗的串聯	144
第 93 節	電壓的三角形	145
第 94 節	阻抗的三角形	146
第 95 節	交流電的歐姆定律	148
第 96 節	功率的三角形	149
第 97 節	功率因數($\cos\phi$)	150
第 98 節	增大用電器械 $[\cos\phi]$ 值的必要性	151
第 99 節	由電壓、阻抗和功率的三角形確定 $[\cos\phi]$ 值	155
第 100 節	交流電路中的容電器	156
第 101 節	影響用電器械 $[\cos\phi]$ 的原因和加大 $[\cos\phi]$ 的方法	157
	問題	160
	計算題	160

第十一章 三相交流電

第 102 節	三相交流電的產生	163
第 103 節	三相電流制	164
第 104 節	$[\text{星形}]$ 和 $[\text{三角形}]$ 接法	168
第 105 節	$[\text{星形}]$ 和 $[\text{三角形}]$ 接法中,相電壓、相電流與線電壓、線電流間的差別	169
第 106 節	三相交流電功率的測定	174
第 107 節	三相交流電功率的計算	176
第 108 節	用三相電流造成旋轉磁場	179
	問題	181
	計算題	182

第十二章 變壓器

第109節	變壓器的一般知識	183
第110節	變壓器的工作	186
第111節	遠距離輸電中變壓器的作用	188
第112節	變壓器的結構和類型	191
第113節	三相變壓器	193
第114節	自耦變壓器	195
第115節	表用變成器	200
	問題	209
	計算題	209

第十三章 異步電動機

第116節	異步電動機的作用原理	211
第117節	短路轉子異步電動機的結構	211
第118節	短路轉子異步電動機的工作	212
第119節	短路轉子異步電動機的性能與用途	215
第120節	線繞轉子異步電動機的結構	215
第121節	線繞轉子異步電動機的性能及其用途	218
第122節	電動機的轉差率	219
第123節	異步電動機定子繞組的繞法	220
第124節	異步電動機的起動法	221
第125節	異步電動機轉速的調節	225
第126節	異步電動機的反向旋轉	227
	問題	228

第十四章 同步電機

第127節	單相同步發電機	229
第128節	三相同步發電機	232
第129節	同步電動機的結構與操作	236
第130節	同步電動機用輔助電動機起動法	237
第131節	同步電動機的異步起動法	238
第132節	同步電動機的性能與用途	239
	問題	240

第十五章 直 流 電 機

第133節	直流發電機的主要部分	241
第134節	整流子的任務與工作	243
第135節	電樞繞組的製作	247
第136節	發電機的電樞反應和對抗它的方法	250
第137節	直流發電機的類型	253
第138節	他激式發電機	254
第139節	自激式發電機	258
第140節	直流電動機的动作原理	263
第141節	直流電動機上整流子的功用	264
第142節	直流電動機旋轉方向的改變	266
第143節	電樞的反電勢	266
第144節	直流電動機的轉速調節法	269
第145節	電動機向電樞反應	270
第146節	分激式電動機	270
第147節	串激式電動機	273
第148節	複激式電動機	275
第149節	電動機的制動	276
問題		278

第十六章 整 流 器

第150節	整流器的一般知識	279
第151節	氧化銅整流器	280
第152節	硒整流器	282
第153節	硫化銅-鎂整流器	283
第154節	玻璃水銀整流器	284
第155節	金屬水銀整流器	289
問題		291

第十七章 電 工 測 量 儀 表

第156節	電工測量儀表的分類	292
-------	-----------	-----

第157節	永磁式測量儀表	293
第158節	電磁式測量儀表	295
第159節	電動式測量儀表	296
第160節	電熱式測量儀表	297
第161節	感應式電工測量儀表	298
第162節	振動式電工測量儀表	300
第163節	電工測量儀表標度板上的通用符號	301
第164節	電流的測定	302
第165節	電壓的測定	305
第166節	功率的測定	308
第167節	電能(功)的測定	313
第168節	無效電功的測定	316
第169節	用表用變壓器和表用變流器測量功率和功	318
第170節	功率因數的測定	319
第171節	電阻與電抗的測定	321
	問題	324
	計算題	325

附 錄 答題及計算題解答

第一章	答題	329
第二章	答題	330
	計算題	331
第三章	答題	332
	計算題	332
第四章	答題	335
	計算題	337
第五章	答題	343
	計算題	345
第六章	答題	347
	計算題	347
第七章	答題	349
第八章	答題	350

第九章	答題	353
第十章	答題	355
	計算題	357
第十一章	答題	362
	計算題	363
第十二章	答題	366
	計算題	368
第十三章	答題	370
第十四章	答題	372
第十五章	答題	373
第十六章	答題	378
第十七章	答題	380
	計算題	386

第一章

靜電

第1節 關於電的一般觀念

在很古的時候，人們已經注意到有許多物體，用毛絨、毛皮、絲綢或毛呢摩擦後，就得到一種能力，能夠吸引某些極輕的物件，如紙張、稻草等的屑片。早在2500年以前，這種現象已被希臘人用毛呢摩擦琥珀（松脂類的物質）發現出來。從此就產生了「電」（Электричество）這個名詞，因為希臘文裏琥珀就叫「Электрон」。

琥珀因摩擦而生的吸引輕質物體的能力，就可稱為電的能力。除了琥珀以外，摩擦後能極顯明地表現出電力的，還有玻璃、硬橡膠、火漆、硫黃等。

能顯出電力的物體，稱為帶電的或有電荷的物體。把電力給予物體，稱為使物體帶電。

倘若帶電的物體與一個不帶電的物體相接觸，則第二個物體就能從第一個物體得到一部分的電荷，而自己變成帶電體。

用一片乾皮革或絲綢摩擦一根乾燥的玻璃棒，使它帶電，然後把這棒觸到一個用絲線掛着的軟木或通草小球，則玻璃棒上的電荷就有一部分傳到小球上，而小球變成帶電體。再把這帶電的玻璃棒觸到另一小球，也同樣地傳給小球一部分電荷。倘把這兩個同是從玻璃棒

上取得電荷的小球互相移近，就將彼此推斥(圖 1)。

今把一根用毛皮或毛絨物質摩擦而帶電的乾燥硬橡膠棒，綑到另外兩個用絲線掛着的軟木或通草小球，把這二小球互相移近，則見它們也是互相推斥的。

如把由硬橡膠棒取得電荷的小球移近另一由玻璃棒取得電荷的小球，則二球互相吸引(圖 2)。

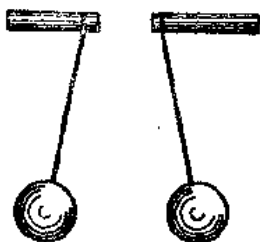


圖 1. 從玻璃棒得到電荷的二個軟木或通草小球間的相互作用

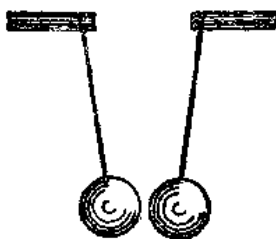


圖 2. 二個軟木或通草小球的相互作用；一個從玻璃棒帶電，一個從硬橡膠棒帶電

這些實驗，顯示了在玻璃上得到的電與在硬橡膠上得到的電是不同的。但是各種物體的帶電，也僅限於這樣的二種：一種與用皮或

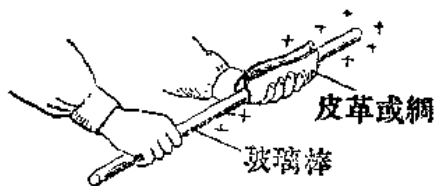


圖 3. 獲得陽電

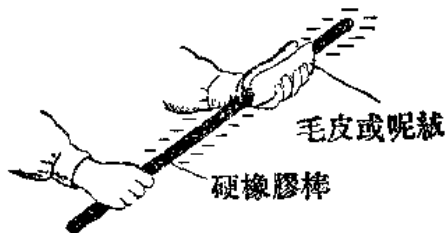


圖 4. 獲得陰電

綑摩擦玻璃所生的電性質相似；另一種與用毛皮或毛絨摩擦硬橡膠所生的電相似。

由皮或綑摩擦玻璃棒而得的電(圖 3)，規定稱為正電或陽電，用 $+$ (加)符號來表示。由毛絨或毛皮摩擦硬橡膠棒而得的電(圖 4)，規定稱為負電或陰電，用 $-$ (減)符號來表示。

由實驗證明，一切物體帶有

相同符號的(即同性的)電時,互相推斥;帶有不同符號的(即異性的)電時,則互相吸引(圖5)。

二個用絲線掛着的軟木或通草小球,帶有不同的電時,在它們相吸的影響下,經常有互相接觸的傾向。但在二球接觸之後,倘二球的電荷相等,則電荷彼此抵消而不再互相作用,倘一球上的電荷比另一球多時,則二球將互相推斥。

這實驗表明了兩種性質相反、數量相等的電,一經接觸後,就互相中和(得到平衡)。

驗電器的工作原理,就是根據帶電體間的相互作用;它的結構(圖6)是由掛在一個金屬軸上的二小片紙或二片金屬小葉作成的。為便利起見,通常把這種葉片裝在任何一種玻璃器皿中,或為闊口的瓶,或為小罐。

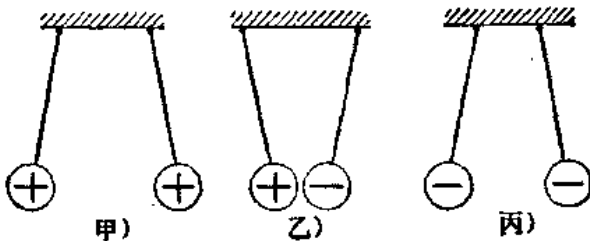


圖5. 帶有同性(甲與丙)和異性(乙)電的物體間的相互作用



圖6. 驗電器

驗電器用來顯示電荷的存在,確定電荷的程度,和辨別電荷的性別。

倘若把不帶電的驗電器軸桿露在瓶外的一端,接觸到帶電體,則物體所帶電荷的一部分,就傳到驗電器中,而它的葉片就因為得到同性的電而張開。物體帶電愈多,葉片張開的角度愈大。要確定帶電物體上所帶的電和驗電器所得的電的性別,可用皮或綢擦過的玻璃棒,