

普通電工學

(上 册)

電工學教研室編

東北工學院

1956. 12

73.1

627.1
P.635

D297

V.1

本講義作為鋼鐵冶金、鋼鐵工藝、有色金屬、採礦及機械系各專業學生學習電工學課程的主要參考讀物。本講義主要是參照蘇聯教材 A.C.卡薩特金著及 B.C.波波夫著電工學及根據 100 學時類型電工學統一教學大綱和“學少一點、學好一點”的原則編寫的。本講義擬經過試用，參加交流吸收經驗，徵求各方面意見，不斷修改提高最後爭取達到成為完整、適用能滿足教學需要的簡明教材。

電工學課程從 1952 年起就已經完全採用了蘇聯教材，使電工學課程內容起了根本的變化，保證了教學質量的不斷提高。但是蘇聯教材在某些方面並不完全適合今天中國學生的水平。當然不是說以後我們可以不學習蘇聯教學經驗。我們知道蘇聯教材是蘇聯社會主義建設勝利和蘇聯高度科學技術成就的反映。蘇聯的今天就是我們的明天，因而先進的蘇聯科學技術是我們現在和將來都必須積極學習的。然而積極學習並不就是直接採用，中國社會主義建設和技術發展情況不能要求在蘇聯教材中也反映出來。幾年來我們在指導學生閱讀參考書方面發生過很多困難。目前雖然有多種電工學的中譯本，但大多數都是篇幅較大內容較多或深淺不太適宜。學生課外參考花費很多時間，耗費很大精力有時還不能完全看懂。實際上很多學生只是靠聽課筆記複課。而聽課筆記只能記下講授要點，不可能成為系統、完整的複習材料，因而使學生自學發生很大困難。我們在教學中深深地感到有合適的電工學參考書或教本的必要，教研組也經常收到學生要求解決參考書的意見，但一直未獲解決。

高等教育部號召各校教師編寫合於中國實際情況各課程的簡明教材，我院編譯委員會今年也積極推動編寫教材。根據高教部的號召和實際迫切需要，依據教學大綱的要求和教研組過去幾年教學中的一些零星經驗，試編出此電工學講義。我們教研組都是青年教師教學經驗不多，對教材內容體會不深，特別是對教材的目的要求、結構、寬度深度的配合以及各個教學環節的配合上更是感到掌握的不足。整個講義是全組教師分章寫成的，因時間關係，未得仔細深入討論，因此不完善和錯誤的地方在所難免。熱誠希望他組老師和同學們多多提出批評意見，以作修改。

本講義為滿足 1955—1956 年度第二學期的需要，是在本學期教學工作中趕着編寫出來的，內容、結構和詞句均將存在問題，最後一部分電能的產生、分配和使用尚未寫出。雖然如此，我們認為電工學講義的提出還會有很大作用。一方面可以給學生複習電工學以很大幫助，節省自學時間，並可預習講課內容，提高學習效果。而且也便於培養學生獨立思考的能力。另一方面教師在根據講義教學過程中便於互相聯系，可以避免教師各教各班互不聯系的現象，給發揮教師集體力量展開研究討論解決難點、掌握教材提高教學質量、解決學生負擔過重、全面對學生負責造成良好條件。同時在編寫和修改講義過程中，需要總結教學經驗，蒐集材料互相研究，這樣也提高了教師的業務水平。因此，我們認為以蘇聯教材為藍本結合中國實際，編寫適合中國學生水平的教材，是進一步提高教學質量的重要條件之一。

電工學教研組 1955年12月

第二版序言

這本教材的第一版經過一年的試用，證明了對提高教學質量是起作用的，從我們所了解到的意見看來，這本教材還是比較簡明扼要，基本的和困難的問題還是着重講解清楚的，文字也較通順好懂。學生反映，複習時有了依據，能夠解決問題，感到學習電工學並不很困難了。

但是，缺點也很多，主要是內容不夠豐富，和老師講授的份量出入不大，限制了學生在電工知識上的擴大和深入。其中電工基礎部份顯得就更少了。此外在試用過程中也發現各章教材的系統、講法和文字上也有很多地方質量不高。經過今年暑期全國電工學經驗交流會，進一步明確了電工學課程的性質和要求。同時在高教部提出培養學生獨立工作能力，進一步提高教學“質量”的任務後，思想認識上有了提高，我們決定參考蘇聯卡薩特金和彼列卡材合著的電工學 1955 年版將教材加以改寫。增添了內容，特別是電工基礎和工業電子學部份，也加了一部份在 100 學時類型電工學中不講的內容，在書中用小字印出，以備學生自己參考。加強了物理概念的闡述，不少章節的系統和講法也做了修改，加了一些實際材料和例題。但在編寫中仍以簡明精練為原則，對於教學大綱第四部份的特殊章節，同各專業要求不一樣，暫不編寫。

由於時間匆促，和我們水平所限，缺點和錯誤一定很多，希望使用的同志們多提出寶貴的意見。

電工學教研室

1956 年 12 月

緒 論

1. 電能及其應用範圍，電氣化對我國社會主義建設的重大意義

電工學是研究怎樣把電學現象應用到技術方面的科學，即是一門應用電能於應用目的的科學。

在國民經濟的各個部門中，電能得到越來越廣泛的應用。工廠中各種機械採用電力拖動。冶金工廠的軋鋼機、起重機以及高爐的捲揚機等，完全用電力而不使用其他形式的動力。在冶煉方面，用電爐冶煉金屬以獲得優質的鋼和各種合金；有色純金屬要用電解或電熱的方法來取得。在加工製造業中，爲了採用新的具有高度生產效率的生產過程，採用成品的電加熱、電焊、高頻淬火以及電氣切割金屬等，廣泛應用着電能。

現代化礦山企業生產使用的電機車、聯合採煤機、運輸機、電鏟、絞車及提升設備等都是用電作動力。電也被用來幫助鑽探地層中的礦、煤和石油。

農業生產的進一步發展也將在高度技術基礎上實現。在蘇聯農業生產電氣化正在不斷擴大，用電氣拖拉機、電氣打穀機和電力灌溉等使農業生產機械化來不斷發展農業生產。

電又是日常生活中不可缺少的條件，電燈、電話、電影、無線電和X光等都是由於電學的發明而實現的。

電能在所有的國民經濟各部門中廣泛地應用通常就稱做電氣化，電能的重要作用是由於它的巨大的優越性而產生的，電能的優越性表現在：（1）各種能量（機械能、水能、熱能、光能、化學能和原子能等）很容易轉換爲電能，電能也容易轉換爲其他能量；（2）電能能够很經濟地遠距離傳輸和分配；（3）電能便於控制。

現代生產的發展和技術的進步首先是繁重和費力的工作的機械化乃至全盤機械化，進一步更高的發展就是生產自動化，使工人從繁重的操作中解放出來，一個工人或是幾個工人就能够管理大量的生產機械，然而，不論是全盤機械化或自動化只能在電氣化的基礎上實現，因爲，一切生產機械都要有原動機，在今天除極少數外均採用電力拖動，而所用的大量電能是從位於燃料產地或河川附近的發電站經很遠的距離輸送來的電氣量

測和電氣自動控制系統較之其他方法準確、靈敏，正被廣泛的採用着，而最新發明的電子計算機將在生產中發揮特別的作用，這種機器能夠自行決定出最好的生產操作規程並維持這種規程，同時能夠確定和控制產品質量方面的任務。因此電氣化將根本改變了生產過程的特性，擴大生產，提高勞動生產率，同時也改變了勞動條件。

必須指出，資本主義制度與社會主義制度在這方面有着根本的差別。在資本主義制度下，發展生產是爲了獲得高額利潤，根本不會考慮工人勞動的條件。在對資本家有利的情況下機械化自動化的同時，工人得到的是大批失業和貧困。但在社會主義的蘇聯及各人民民主國家裡。發展生產是爲了最大限度的滿足整個社會不斷增長着的物質的和文化的需要，生產的機械化和自動化對勞動人民是完全有利的，自動化改善了工人的勞動條件，工人的勞動就日益接近於具有高度文化和技術水平的工程師的勞動，工人的職務漸漸變爲只是對自動化生產過程的監視和監督，以及不斷地改善現有的勞動工具，這將使體力勞動和腦力勞動的差別消滅。在社會主義社會，農業電氣化得到高度的發展，農業勞動漸漸改組爲工業性勞動過程，電力在農村日常生活中也得到廣泛的應用，這將使城市和鄉村的差別消滅。在社會主義社會，電氣化將使勞動人民的物質和文化水平大大的提高。

列寧曾經指出，國家電氣化是社會主義勝利的最重要條件，電氣化是共產主義物質技術基礎的基礎，早在 1920 年列寧就極明確地表示了電氣化的意義“共產主義是蘇維埃政權加全國電氣化”。

我國人民正在中國共產黨的領導下要在三個五年計劃或者再多一點時間內把我國建設成爲一個先進的社會主義工業國。黨和政府一直重視作爲重工業的電器制造工業和電力工業的優先發展，並進行國民經濟的技術改造，首先在新建企業採用電氣化自動化的先進的技術設備和利用最新科學技術成就。

我們的國家制度，給我國科學技術發展帶來了無限發展前途，最近黨又提出了爭取在第三個五年計劃期間在許多重要的科學和技術部門接近世界上的先進水平的偉大號召，我國的科學技術工作者在這號召的鼓舞和黨的具體關懷下，正在爲祖國人民的幸福而不倦的工作着。

2. 理論和實用電工學發展簡史

我國是世界文明發達最早的國家之一，在三千多年以前戰國時代就已經發現磁石和

磁石能吸引鐵及磁石能指地球南北極等現象。指南針是我國古代四大發明之一。原來指南針的前身，當時我們祖先稱它為“司南”最早的記載約在紀元前三世紀戰國末年的韓非子有度篇中。

我們祖先對磁偏角的知識，不但能精確測定偏角的度數而且知道因地而異。宋代學者沈括在他所著夢溪筆談裡就有地磁偏角的記載。明史天文志中記載着偏角各地不同和精確的測定度數。西洋在1492年才發現磁的偏角，這就要後於沈括的記載四百餘年了。十一世紀初指南針在我國航海上已普遍使用了。

在以後的理論電工學研究中有：1600年吉爾柏提出了關於磁和電的現象的著作。傑出的俄羅斯科學之父，M.B.羅蒙諾索夫在1753年11月26日把自己底觀察和理論方面的結論作了一個“關於由電氣底力量所造成的天空現象之報告”，他並為科學發現尋找實際運用的方法而制出了第一個電工裝置——避雷針的雛形。他的同事里赫曼在1774年製造出世界上第一個電測儀器——電量計。1785年庫倫首先公佈了表示電荷間力底相互作用和磁鐵底磁極間力的相互作用底量的關係。1819年奧斯特發現了電流對於磁針的機械力的作用。1820年安培證實了有電流的線繞螺管具有和磁鐵相同的作用，指出了產生磁現象的真正原因是電流。1831年法拉第報道了電磁感應的發現。1838年俄羅斯院士Э.Х.楞茨確定了電磁慣性原理和電機的可逆性。1873年馬克斯威爾初次出版了他的經典著作“論電與磁”，創立了嚴密的電磁理論。

在電工技術方面，俄羅斯的科學家和工程師有着卓越的供獻：

1802年B.B.彼得洛夫發現了電弧現象並指出這種現象可用到焊接金屬及供照明使用。П.Л.施爾林格在1832年發明了世界上第一架電報機。B.C.亞可比於1834年發明了第一部電動機，而且第一個把它應用到電力拖動的設備——“電舟”上。電工技術中廣泛應用的鐵磁材料的研究，發現鐵的磁化曲線磁滯迴線現象的首先是A.Г.斯托列托夫。

變壓器是П.Н.亞布洛奇可夫與鄔沙金所發明的，亞布洛奇可夫是實際應用交流電的先驅者。遠距離輸電是Ф.А.皮羅茨基和Д.А.拉契諾夫發明的。目前絕大多數遠距離輸電都是三相制，而創造三相制的是具有卓越才能的俄國電學家M.O.多利沃——多勃羅沃利斯基在1889年所發明的。三相交流電的主要設備——三相變壓器，三相電機也是他所製出的。H.H.別那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，H.Г.司拉維耶諾夫研究出用電弧來加熱和鑄造金屬的方法。白熾燈是A.H.羅賓

根發明的。A.C. 波波夫在 1895 年發明了無線電，引起了通訊技術的根本改變，成為近代電子學的開始。電視是俄國物理學家Л.Б. 羅辛格於 1907 年發明的。

十月革命給蘇聯電工技術發展開闢了廣闊的前途。在蘇聯共產黨的關懷下，成千上萬的科學家、工程師和技術工人的發明創造，使得蘇聯電工技術成為世界上最先進的。例如日光燈的發明要歸功於科學院院士 С.И. 瓦維洛夫。B.K. 阿爾卡基也夫和 B.Ф. 米特凱維奇院士對於建立電磁現象的唯物觀點有卓越的貢獻。A.A. 沃洛諾夫和 K.И. 孫菲爾對電機方面有着巨大的貢獻。B.P. 拉扎廉科發明了金屬電火花加工法等等。

目前科學和技術正在飛速的向前發展，獲得和利用原子內部的能量的方法的發現是現階段科學和技術的高峰，布爾加寧說：“我們面臨新的科學技術和工業革命的前夕，這個革命就它的意義來講，遠遠超過由於蒸氣和電氣的出現而產生的革命。”

我們知道原子能作為動力來應用多半是先變為電能的，而原子能的應用對自動化、遙控和電子學儀器的要求也愈高，因此“原子能時代”同時也是“電氣時代”。

目前在電工技術上正在解決着整個車間和企業生產過程自動化，遠距離操縱，半導體的運用和電子計算機的製造和應用等問題。

3. 蘇聯在電氣化方面的偉大成就

蘇聯是我國社會主義建設的學習榜樣，蘇聯的今天就是我們的明天。因此來認識蘇聯電工企業及電能生產的偉大成就就是非常必要的。

電氣化水平首先表現在電力生產量上，在十月革命前，俄國在沙皇統治及工廠在外國資本家的控制下，電工企業及電能生產非常落後，1913 年全年電力生產量是 20 億瓦小時。十月革命後，工廠遭到破壞，1920 年全年電力生產下降至 4—5 億瓦小時。但是，就是在被封鎖，在戰後瘡痍滿目和飢餓的環境裡，蘇聯人民在列寧的鼓舞下，根據列寧的倡議制定的 ГОЭЛРО（俄國電氣化國家委員會）的計劃着手實行全國電氣化工作，到 1926 年就超過了 40 億瓦小時。1928 年實行五年計劃後更是突飛猛進，到 1940 年已達到 483 億瓦小時，是 1913 年的 25 倍。1951 年是 1040 瓦小時，已佔歐洲第一位和世界的第二位，1955 年已達 1700 億瓦小時。現在正在執行的第六個五年計劃規定到 1960 年蘇聯電力生產將達 3200 億瓦小時了。5 年內電力生產量將增加 1500 瓦小時，這一數字就已經超過了現在英、法、瑞士和比利時的總和，而這些國家却用了整個一個世紀的時間，蘇聯現在在電力生產水平方面僅次於美國，但是如果對比一下美國，

爲了使電力生產量從 220 億瓦小時增加到 1700 億瓦小時花了 27 年(1913—1940年)的工夫，而蘇聯爲了使電力生產量同樣從 220 億瓦小時增加到 1700 億瓦小時只花了 14 年(1935—1955年，其中減去由於法西斯掠奪者的破壞，而花了 6 年的工夫來使電力生產量恢復到戰前水平的時間)的工夫這一事實，可以看出蘇聯電力生產發展的速度快得多(在上述時間內幾乎快一倍)，這裡體現了社會主義制度的優越性，而在資本主義制度下由於生產關係和生產力發展的矛盾，和生產的無政府狀態，決不可能有全面動力規劃，也不可能充分發揮統一動力系統的優點，因而電力生產不能迅速的發展，蘇聯具有切必要的條件在最短歷史時期內，在電力生產方面趕上並超過美國。

電能的增長，促使各種工業電氣化的範圍日益擴大。斯大林同志曾經指出“……國家電氣化不是個別發電站的孤獨建造，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，轉移到現代化大規模生產的技術基礎上……”。蘇聯在第一個五年計劃就開始發展電力拖動的自動化，在 1933 年出現了世界上第一個自動化裝料的高爐，在 1948 年建立了世界上第一個自動化的初軋機。工業中勞動的電氣裝備率正以最快的速度在增漲着。現在電能也越來越廣泛地應用到農業生產及其他各方面。

能得到更多便宜的電力，國民經濟發展的速度就會更快。正因爲如此，蘇共中央 1955 年七月全會指出，發電站和電力系統的建設應該從這樣一種考慮出發，即使發電能力的增加超過整個國民經濟的發展，這將使國民經濟一切部門的電氣化得以擴大，將保證勞動生產率的提高。爲了進一步擴大電力供應，蘇聯即將建成世界上最大的古比雪夫水電站(它的容量是 210 萬瓦)和斯大林格勒水電站(容量是 170 萬瓦)。

蘇聯在和平利用原子能方面作出了不可估計的貢獻，1954 年 6 月蘇聯建成世界上第一個 5000 瓦原子能發電站。目前正在設計一批十萬瓦的原子能發電站。在第六個五年計劃中計劃建設的原子能發電站，總容量達 200 萬瓦。蘇聯在鄂畢河，葉尼賽河及安加拉河上將建設發電能力達 300 萬—500 萬瓦的個別巨型水電站。最近開始建設的世界上最大的布拉次克水電站，它的發電能力超過 300 萬瓦，它的發電量約等於古比雪夫和斯大林格勒水電站的總和，發展這些水電站，將爲全面發展西伯利亞地區的工業打下基礎。

蘇聯將在最近幾年中，建成歐州部份的統一電力系統，將保證國民經濟電力供應有最大的機動性和節約性。同時西伯利亞、遠東和其他地區也將建立統一的電力系統，把幾百萬瓦的電力以交流或直流輸送到兩三千公里遠的地方。現在已建成從古比雪夫到莫

斯科 1000 公里 40 萬伏強大的高壓輸電線。直流輸電有很多優點，蘇聯在這方面已得到很大的成就。

電工製造事業和發電事業一樣，也取得了驚人的成就。以電機製造為例，1954 年製成 15 萬瓩發電機。現在蘇聯科學家和工程師在為發電能力特別強大的發電站研究發電能力為 20 萬到 30 萬瓩的新的汽輪機設計圖樣，並正為新的西伯利亞發電站設計更加強大（20 萬到 40 萬）的聯動機。蘇聯的電機製造業是以頭等的技術，生產出世界上最複雜的大型電機。

最近召开的蘇聯共產黨第 20 次代表大會特別強調了進一步提高工業技術的任務的重大意義，規定了各工業部門生產過程機械化和自動化的基本任務，同時也提出了農業和交通運輸業電氣化的具體任務。

蘇聯的高速度社會主義工業化的發展，是蘇聯共產黨的正確領導，蘇維埃國家有計劃的電氣化和英雄的蘇聯人民奮力勞動的結果，它為共產主義建設提供了物質基礎。我們學習蘇聯工業化的經驗，不但使我們能掌握世界上最先進的技術，而且也必致使我們的社會主義工業化高速度發展，使我國迅速地順利地過渡到社會主義社會。

4. 解放後，祖國在電氣化方面的發展及其廣闊美麗的遠景

電力在我國的應用，開始於 19 世紀末葉，最初是英國在香港設立電燈公司，以後廣州、漢口、上海、北京等地也相繼設廠供電。我國電力工業一開始便操縱在帝國主義魔掌裡，使得解放前我國的電工企業非常薄弱。

中華人民共和國成立後，在黨和毛主席的正確領導下，即開始根本改變這種面貌。電力工業在 1950 年至 1952 年這三年恢復期間，在蘇聯專家的無私幫助下，取得了很大成就，1952 年電力生產量是 1949 年的 170%，是解放前最高生產量的 115%。電工製造工業的發展更為迅速，解放前只能做修理工作和製造一些小型電機，但在 1952 年已經製造出 3000 瓩水輪發電機和 1000 瓩的電動機。國民黨反動政府 15 年間只能作出 500 仟伏安的變壓器，但在 1952 年我們就製出了 44000 伏 5000 仟伏安變壓器，1952 年的產量與 1951 年相比較，發電機提高了 12.12 倍，電動機提高了 3.12 倍。

從 1953 年起，我國開始了發展國民經濟的第一個五年計劃。作為重工業重要組成部份之一的電力工業和電機製造工業，規定以更大的速度發展。五年內要建設發電站僅限額以上的就有 92 個。其中火力發電站 76 個，這些電站有些將採用大型高壓高溫的鍋

爐，熱電站 19 個和水電站 19 個。五年內對黃河的水力資源將完成綜合利用的整體規化。配合黃河治本第一期工程開始三門峽巨大水電站的建設，這個水電站將在 1961 年建成，它的容量是 100 萬瓩。五年內電力工業全部設計能力為 406 萬瓩是 1952 年全國發電能力的二倍。到 1957 年全年電力生產量就將增至 159 億瓩小時，是 1952 年全年發電量的 219%。在我國許多新建和擴建的電站，已經陸續開始供電。有些電站的容量是很大的，如豐滿水電站到 1959 擴建完成容量為 56.7 萬瓩。這些電站都是採用高度自動化的設備，工人真正成了機器的指揮者。

在輸電方面，東北已建好 220,000 伏的超高壓輸電線 369 公里，在江蘇以南京為中心又建好一條東至無錫西至蕪湖的高壓輸電線。今後為配合發電站的發展，將建設更多的輸電線路。

我國的電器製造業也得到高速度的發展，不斷改建和新建規模宏大的電機製造廠，汽輪機廠和電線電纜廠、電表儀器廠等。這些單位將分別在 1955 年到 1961 年相繼完成，它們的設計能力，將可年產火力和水力發電設備 80 萬瓩。其中包括每台容量 1.2 萬瓩、2.5 萬瓩以至 5 萬瓩的全套發電設備。和 1800 馬力的軋鋼機用直流發電機—電動機機組。上述 1.2 萬瓩水輪和汽輪發電機，和 1800 馬力直流機組在 1956 年已經製成了。到 1957 年發電機的年產量為 22.7 萬瓩是 1952 年的 765%；電動機為 104.8 萬瓩是 1952 年的 164%；變壓器是 216 萬仟伏安是 1952 年的 224%，不但在產量上迅速的增長，而且不斷增加新的品種，掌握了最先進的生產技術。

最近召開的中國共產黨第八次全國代表大會所通過的關於發展國民經濟的第二個五年計劃的建議中要求 1962 年電力生產量達到 400—430 億瓩小時，是 1957 年計劃產量的 251%—270%，發電設備 1962 年產量達到 140—150 萬瓩，是 1957 年計劃產量的 853%—915%，發展的速度是十分驚人的。

我國蘊藏着豐富的資源，蘊藏着大量的煤和水力資源，據初步估計，可利用的水力資源就有 30000 萬瓩。過去資本主義的科學家輕視我國，認為是缺銅的國家，但現在我們已經發現蘊藏量很驚人的幾個大銅礦，給我國發展電力工業提出了有力條件。

我國社會主義工業化的遠景是非常美麗的，我們有黨和毛主席的領導，有蘇聯的幫助，還有豐富的資源的優越條件，但是目前我國的技術幹部無論在數量和質量上都不能滿足建設需要，因此我們必須大力培養忠實於祖國，忠實於社會主義建設事業，掌握先

進技術的幹部，尤其是工業技術幹部。祖國是這樣殷切地期待着正在高等工業學校學習的未來建設祖國的工業技術人材。未來的祖國工程師們！你們很清楚應當怎樣完成學習任務。

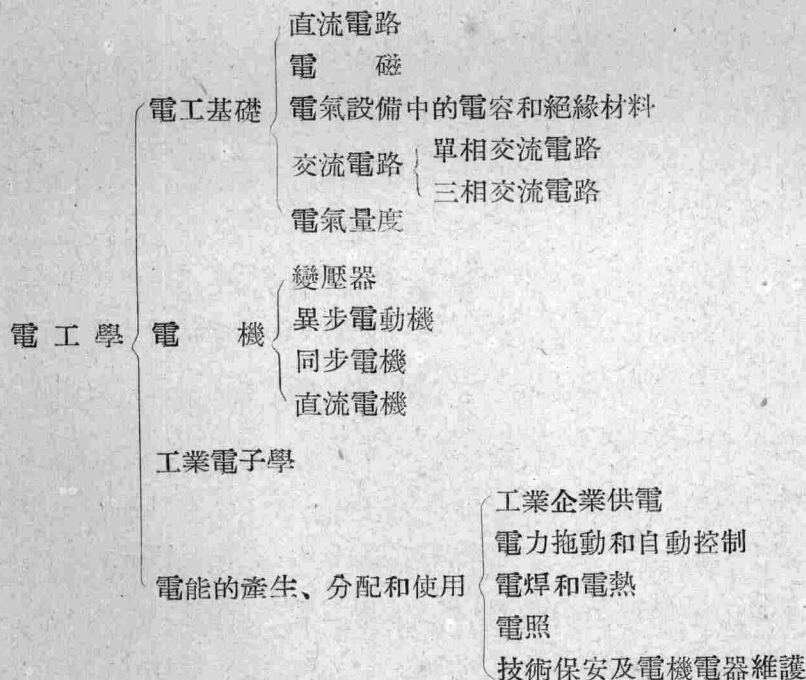
5. 電工學課程的性質、內容及其與其他課程的聯系

學習電工學對非電工程師的意義。

電工學所討論的問題是電工的基礎理論和電工技術方面的問題。這個課程的性質是技術基礎課。

為使生產力的不斷發展，並逐漸改善勞動條件，電氣化自動化是各個生產部門的發展方向。為實現這一目的，就要求任何非電專業的工程師都必須具備一定的電工技術知識。學習本課程的目的，正是為了使同學們有系統的理解並掌握電工學的理論基礎及一般的電工技術知識和實用技能。通過本課程的學習樹立起對本專業生產過程、電氣化的強烈願望，以便將來在已有的電工知識基礎上與電機工程師協力保證生產任務的完成及發展生產過程的機械化和電氣化，以減輕工人勞動，推動生產力不斷發展。

本課程主要結構如下表所示：



電工學與物理學是有着密切聯系的。物理的電學和磁學兩部份是本課的基礎。電工學中的電工基礎部份就是在物理學的基礎上聯系實用電工技術進一步的引伸，它給電機

及其他部份準備理論基礎及研究分析計算問題的基本方法。本課程對電機着重研究其作用原理，構造特性及應用等，至於電機應用的專門問題不作更深入的研究，它在各專業的有關課程中將要討論到。

本課程直接為各專業的電氣設備課作準備。電工學課程與教學計劃中後學課程的關係，是在保持電工學課程的系統性和完整性的基礎上而實現各專業的要求。具體情況根據各專業教學計劃不同而稍有不同。

6. 學習電工學的方法和要求

學習電工學和學習其他課程一樣，是創造性的勞動，但在學習方法上還有一些特殊的地方，因為電工學是一門理論性比較強，而所述電磁現象又是比較抽象的一門課程，僅僅孤立地記住各段的結論和公式是不行的，而必須通過自己的獨立思考，清楚地了解所闡述的每個問題的物理現象，掌握住電工基礎部份的幾個基本定律，並且要能夠用來說明課程中的理論和實際的問題，能運用各部理論去計算與分析問題和解釋實驗中所發生的現象，才能算學好這門課程，當然還應當注意所聯系到的一些實用知識，因此在學習方法上就要按照這門課程的特點和要求來進行學習。不然將是事倍功半，過去的經驗也證明了學習方法對學習成績的好壞影響是很大的，希望同學們注意，下面只提幾點需要特別注意的地方。

(1) 要注意搞清楚物理現象：在學習每一部份理論時，首先要弄清楚電路和電機的結構和其中所發生的電磁現象，把握得具體確切，而能和說明這些現象的結論和公式聯系起來，這樣的知識才不是空洞無物的，也才可能牢固的掌握，並能用以去解決問題的。

(2) 掌握基本定律，注意課程內容的聯系，全部電工學的內容是按照一個嚴格的系統，由一些基本定律和由其中抽出的一些基本概念逐步推導發展出來的，開始是簡單定律的闡述，而後到複雜的實際應用。因此在學習過程中，前後內容，縱的和橫的關係要反覆聯系思考，目的在求得掌握住這些基本規律和根據不同條件運用它來說明課程中每一個問題，對每一個問題切忌死記理論，而要抓住得出結論的根據，和它運用的範圍，把這些複習理解後，作重點的記憶。

(3) 及時複習，不斷鞏固：基本規律的掌握，基本概念的建立，決不是一觸即成的，而要經過多次的複習，思考和運用（做習題和實驗）因此課後要及時複習，還應該

複習講課中所引的以前的內容，並思考教師所留的一些問題，最好常做階段性的總結，以建立完整的系統的概念，千萬不能滿足於一知半解，尤其電工基礎部份，在物理課程中已學過一些，就覺得沒有甚麼新東西而不認真複習，它的後果只會給學以後章節帶來困難。

(4) 注意在實驗中鍛鍊獨立工作能力：電工學的學習內容還有一個很重要的部份，實際操作技能，這必須在實驗中來學習，不僅如此，在實驗中還可以鍛鍊觀察現象，分析實驗結果，理論聯系實際的能力，同時也了解了進行科學研究寫出實驗報告的一般方法，在實驗課中，學生必須獨立地，自覺地進行實驗，應當明確在實驗中學生是主人的思想，他們應當根據實驗指導書所規定的任務能夠獨立的去進行工作，從而得到充分的鍛鍊，我們要求同學們在作實驗前要充分準備，作實驗時要注意研究各種儀表和設備及其使用方法，做完實驗要仔細認真的分析判斷實驗的數據是否正確，然後回去按照要求很好的寫出報告。

目 錄

序言

第二版序言

緒論

第一章 直流電路

1-1 電路的基本性質	1 頁
1-2 電阻和導電材料	4 頁
1-3 電流的功和功率	6 頁
1-4 在電源和負載中電動勢的作用	7 頁
1-5 額定電流、短路、可熔保險器	8 頁
1-6 輸電線上的電壓損失	11 頁
1-7 基爾霍夫定律	13 頁
1-8 迴路電流法	16 頁
1-9 疊加法	18 頁

第二章 電 磁

2-1 電流的磁場、磁感應強度、磁通量	21 頁
2-2 磁導係數、磁場強度	23 頁
2-3 全電流定律	25 頁
2-4 鐵磁物質	27 頁
2-5 磁路概念及磁路計算	29 頁
2-6 磁場對載流導體的作用及兩載流導體的相互作用	32 頁
2-7 電磁感應	35 頁
2-8 自感	37 頁
2-9 互感	39 頁
2-10 渦流	41 頁
2-11 具有自感電路的接通與短接	42 頁
2-12 磁場能量及電磁起重力	44 頁

第三章 電氣設備中的電容和絕緣

3-1 電場	48 頁
3-2 電容	49 頁
3-3 平行板電容器	51 頁
3-4 圓柱形電容器	52 頁

3-5 容電器的充電與放電	54 頁
3-6 絕緣材料	57 頁

第四章 交流和單相交流電路

4-1 交變電流	60 頁
4-2 交變電勢的產生	61 頁
4-3 相位與相位差	63 頁
4-4 正弦量的圖示	65 頁
4-5 電流、電壓及電勢的有效值	67 頁
4-6 電阻電路中的交變電流	68 頁
4-7 電感電路中的交變電流	70 頁
4-8 電容電路中的交變電流	71 頁
4-9 電阻和電感串聯的電路	73 頁
4-10 集膚效應	75 頁
4-11 電阻和電容串聯的電路	77 頁
4-12 電阻電感及電容的串聯電路	77 頁
4-13 交流電流的功率	80 頁
4-14 阻抗的並聯電路	82 頁
4-15 功率因數的提高	83 頁
4-16 具有鐵心的線圈的交流電路	85 頁
4-17 交流電路中的諧振	88 頁

第五章 三相電路

5-1 多相制及三相制	92 頁
5-2 三相電勢的產生	92 頁
5-3 三相發電機繞組的連接法	94 頁
5-4 負載的星形連接	98 頁
5-5 負載的三角形連接	103 頁
5-6 三相電流的功率	105 頁

第六章 電氣量度

6-1 概述	107 頁
6-2 電工量測儀器的分類	107 頁
6-3 儀器的測定機構	109 頁
6-4 電壓與電流的測定	116 頁
6-5 功率的測定	118 頁
6-6 電路內電能量的測定	122 頁
6-7 頻率計	124 頁
6-8 電阻的測定	124 頁
6-9 非電量的電測法	127 頁

第一章 直流電路

1-1 電路的基本性質

最簡單的電氣裝置（圖1-1）是由某種電源（例如蓄電池、發電機等），某種負載（例如電燈、電熱器、電動機等），以及聯結着電源和負載的端點的導線所組成。電源以及同它聯結着的導線和負載共同組成了一個迴路，這個迴路，叫做電路，當電路接通時，電路內就有電流通過；同時在電路內發生了能量的轉變。

電源是將化學能、機械能或者其他形式的能量轉變成電能；負載却相反地將電能轉變成熱能、化學能、光能、機械能以及其他形式的能量。

對電源來講，負載及聯結導線，叫做外電路，電源內部則叫做內電路。

電源內存在着電動勢；因此在電源兩端出現了電壓（或者電位差）。電動勢的作用方向是指向電位升高的方向；而電壓的作用方向則指向電位降低的方向。由於電源兩端電壓的存在，在空間出現了電場。在電源內部，外力反對電場力趨使電荷自低電位走向高電位。這樣外力對電荷做功，因而使電荷的能量增加；此時外界的能量（其他形式的能

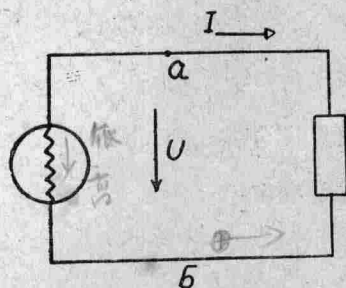


圖 1-1 簡單的電氣裝置圖

量），轉變成了電能。在外電路內，電場力反對阻止電荷移動的力量（例如聯結導體和負載對於電荷移動所呈現的阻力），趨使電荷自高電位走向低電位。這樣電場力趨使電荷做出了功，因而使電荷的能量減小；此時電能轉變成了其他形式的能量（例如熱能化學能或者機械能等）。很顯然，電荷經過電源時所獲得的能量，必等於在負載中及連接導線中所消耗的能量的總和。即電荷經電源時升高的電位必等於經負載及連接導線時的電位降。因此從電路中任一點出發的電荷和回到這一點的電荷的電位是相等的。這就是電位的單值性的原理——電路中任一點的電位為單一的數值。例如圖 1-1 中，a 點的電位為 φ_a ，b 點的電位為 φ_b ，則由 b 點經電源至 a 點的電位升高等於從 a 點至 b 點的電位降低；換句話說，由 a 點經電源至 b 點或由 a 點經負載至 b 點的電位降都是相等

的。這電位降也就是 $a\delta$ 兩端間的電壓 $U = \varphi_a - \varphi_\delta$ 。

當電荷通過負載時，負載只是消耗了電荷的能量，並不是消耗了電荷；電荷本身是不生不滅的。電荷在電路中繼續不斷地移動，就形成了電流。因為在電路的任何部分（如圖 1—2 所示）都不能繼續儲積電荷，所以任何時候，通過導體兩垂直截面 S_1 及 S_2 的電荷都是相等的。換句話說，電流處處相等。這一性質，稱為電流的連續性。通常，

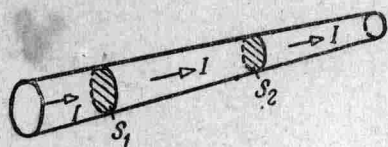


圖 1—2 導體中的電流

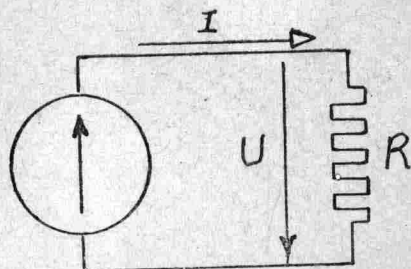


圖 1—3 電路

電流流出電源的一端（具有高電位），叫做電源的正端；而電流流進電源的一端（具有低電位），則叫做電源的負端。在電源內部，電流由負端流向正端；在外電路，電流則由正端流向負端。

如負載為電阻 R （圖 1—3），則由歐姆定律知道通過其中的電流 I 由電阻兩端電壓 U 與電阻決定。

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{或} \quad U = IR \quad (1-1)$$

因為電流通過電阻是由高電位至低電位，故通過電阻的電流與電阻兩端電壓方向相同。

歐姆定律的意義如下：通過電阻的電流與電阻兩端電壓成正比與電阻成反比，電流方向與電壓方向相同。歐姆定律是電工學一個最基本的定律。

電工學中的單位制應用絕對實用單位制（MKCA制，即米、鈺、秒、安制），故上式中電流單位為安（a），電壓單位為伏（B），電阻單位為歐（OM）。

為了建立電流和電壓的單位的大小的概念，我們在表 1—1 中列舉一些數字。

表示小電流時常用毫安（ $1\text{ma} = 10^{-3}\text{a}$ ），或微安（ $1\text{mka} = 10^{-6}\text{a}$ ），表示小電壓時常用毫伏（ $1\text{mB} = 10^{-3}\text{B}$ ），表示高電壓時常用千伏（ $1\text{kB} = 10^3\text{B}$ ），對於大的電阻常用千歐（ $1\text{kOM} = 10^3\text{OM}$ ）或兆歐（ $1\text{MOM} = 10^6\text{OM}$ ）。