

15-778
工业专科学校試用教科書



电 工 学

(非电机类型各专业用)

湖北省三年制工业专科学校
电工学教材选编组选编



湖北人民出版社

10-17

内 容 提 要

本書共分四篇十九章，内容包括电工基础理論知識，电机、电器、电力拖动、电动机的控制，工业电子学与工业企业供电及电工安全技术。

本書各章除編有一定数量的实际例題外，在每章后面还附有适当的習題、复習思考題，并在書后附有指导性的实验說明書，以供教学时参考。

本書可供三年制（或二年制）工业專科學校非电机类型各專業作教材。

工业專科學校試用教科書

电 工 学

（非电机类型各專業用）

湖北省三年制工业專科學校

电工学教材选編組选編

*

湖北人民出版社出版（武汉解放大道332号）

武汉市书刊出版业营业许可证新出字第1号

湖北省新华书店发行

湖北省新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米 1/32 印张·346,000字

1961年8月第1版

1961年12月第2次印刷

印数：12,151—16,000

统一书号：15106·207

定 价：1.80 元

序

为解决工业专科学校基础課和各类专业共同的基础技术課的教材問題。中央教育部責成我們：組織选編高等数学、普通物理、普通化学、俄語、工程力学、画法几何及制图、机械原理及机械零件、电工学、热机学及金屬工艺学等10門課程的19种教材；同时要求在四月全部脫稿，并在質量上比現有教材有所提高。

对于我們的力量來說，这个任务是艰巨的。但我們也認識到，这是貫徹“調整、巩固、充实、提高”的八字方針和提高教學質量的重要措施之一；从当前工业专科学校教材缺乏的严重情况来看，是一項政治任务。應該尽我們最大的努力去完成。为此，我們一面紧紧依靠中央教育部和中共湖北省委宣傳部的領導，一面从我省24所高等院校中抽出91位教师集中力量进行选編工作；并承广东省教育局的协助，选派了四位教师参加。这就使我們的工作既有明确的方向；又有比較可靠的力量，保證了任务的完成。

在选編过程中，我們特別注意了如下几个問題。首先是从工业专科学校的实际出发。由于時間紧迫，而又沒有現成的工业专科学校的教材作为选編基础，我們只好从本科教材中选择一些适当的蓝本进行加工。根据这种客觀情况，我們一再強調选編教材的分量与質量要从工业专科学校的教学要求出发；要注意到专科和本科的培养目标、每門課程的具体任务和学时数都是不同的。

其次，由于目前专科学校的教学条件（比如教师和学生水平、教学仪器設備等等）还比較差，学生負担也比較重，因此我

們特別強調貫徹“少而精”的原則，吸收几年來各校對課程內容精簡、加深、更新的經驗，反對不適當地“求多、求全、求深、求新”的思想。

第三，由於我們選編的是通用的基礎課和基礎技術課的教材，為了使學生獲得比較廣博和鞏固的基礎理論知識，對於基礎課，我們特別注意了貫徹“在保持科學系統性和基本內容的前提下，密切聯繫實際和適當結合專業”的原則。對於基礎技術課，雖然具體課程都經過具體分析，但基本上也都是根據上述原則進行選編的。

為達到上述目的，參加選編工作的教師同志們曾進行多次調查訪問，對原稿進行反復討論、修改和審查。但由於任務重，時間緊，特別是經驗不足，水平有限，我們這次選編的教材，只是解決了“有無”的問題。缺點和錯誤是在所難免的。懇切希望使用這些教材的全體師生同志們，多多給我們提供意見，以便今後進行修改，使這些教材的質量逐步得到提高。

湖北省教育廳

1961年5月10日

目 录

精 論.....	1
----------	---

第一篇 电工基础

第 一 章 直流电路.....	7
1—1 基本概念和定义.....	7
1—2 簡單的直流电路.....	10
1—3 額定电流、短路、熔断保險器.....	17
1—4 供电线上的电压損失.....	21
1—5 基尔霍夫定律.....	24
1—6 电容器的充电与放电.....	27
1—7 电工絕緣材料.....	31
复习題和思考題.....	37
習題.....	37
第 二 章 电 磁.....	41
2—1 电流的磁場和全电流定律.....	41
2—2 鉄磁材料的性質和用途.....	46
2—3 磁路及其計算.....	49
2—4 載流导体在磁場中的作用.....	54
2—5 电磁感应.....	56
2—6 渦流.....	60
2—7 自感.....	61
2—8 电感电路的接通和短接.....	64
复习題和思考題.....	69
第 三 章 單相交流电路.....	70
3—1 概述.....	70
3—2 正弦交变电勢的产生.....	71

3-3	相位和相位差	75
3-4	平均值和有效值	77
3-5	用旋轉向量表示正弦量	80
3-6	交流电路引言	82
3-7	純电阻电路	84
3-8	純电感电路	86
3-9	純电容电路	90
3-10	电阻和电感串联的电路	93
3-11	集肤效应	96
3-12	电阻、电感及电容的串联电路	98
3-13	交流电路的功率	105
3-14	交流并联电路	109
3-15	功率因数的提高	112
3-16	具有鉄心繞圈的交流电路的一般概念	115
	复習題和思考題	115
	習題	117
第 四 章	三相交流电路	119
4-1	概述	119
4-2	三相电势的产生	120
4-3	三相电源繞組的联接法	121
4-4	三相电路的負載联接	126
4-5	三相电路的功率	134
	复習題和思考題	137
	習題	137
第 五 章	电气測量	141
5-1	概述	141
5-2	各种測量仪表的构造和作用原理	144
5-3	电流与电压的測量	153
5-4	电功率与能量的測量	156
5-5	頻率的測量	163
5-6	电阻的測量	164

5-7	万用电表	166
5-8	非电量的电测量	169

第二篇 电机、电器、拖动与控制

第六章	变 压 器	171
6-1	变压器的功用和结构	171
6-2	变压器空载时的情况	176
6-3	变压器有负载时工作情况	178
6-4	变压器的电压变动率	181
6-5	变压器的损耗和效率	181
6-6	三相变压器	184
6-7	变压器的额定值和铭牌数据	186
6-8	自耦变压器	187
6-9	仪用互感器	189
6-10	多绕组变压器	193
6-11	电焊变压器	194
6-12	小容量变压器的设计	195
	复习题和思考题	200
	习题	200
第七章	异步电机	203
7-1	概述	203
7-2	异步电机的构造	203
7-3	旋转磁场	208
7-4	异步电动机的工作原理	211
7-5	异步电动机在转子不动时的物理量	213
7-6	异步电动机转动时的各物理量	214
7-7	异步电动机的工作过程	215
7-8	异步电动机的转矩和机械特性	216
7-9	异步电动机的启动	221
7-10	双鼠笼式和深槽式电动机	224
7-11	异步电动机的调速	229

7-12	异步电动机的变频与制动	232
7-13	提高异步电动机功率因数的方法	238
7-14	异步电动机的损失和效率	234
7-15	单相异步电动机	235
	复习题和思考题	239
	习题	240

第八章 同步电机 241

8-1	概述	241
8-2	同步电机的构造	241
8-3	同步发电机的工作原理	248
8-4	同步电动机的工作原理	246
8-5	同步电动机的功率因数	250
8-6	同步电动机的启动	251
	复习题和思考题	254

第九章 直流电机 255

9-1	直流电机的应用和构造	255
9-2	直流电势的获得	257
9-3	直流电机的电势、转矩和功率	261
9-4	电枢反应	263
9-5	他激发电机	266
9-6	并激发电机	269
9-7	串激发电机	273
9-8	复激发电机	274
9-9	直流电动机概论	275
9-10	并激电动机	278
9-11	串激电动机	284
9-12	复激电动机	287
9-13	直流电动机的制动	288
9-14	直流电机的损失效率和额定值	290
	复习题和思考题	292
	习题	294

第十章 电力拖动	296
10-1 概述	296
10-2 电机的发热与冷却	297
10-3 连续运用电动机容量的选定	300
10-4 短时运用下电动机容量的选定	305
10-5 断续运用时电动机容量的选定	307
10-6 按构造特点及技术条件选择电动机	311
10-7 电动机的维护与检修	314
复习题和思考题	317
习题	318
第十一章 低压电器	320
11-1 概述	320
11-2 闸刀开关	320
11-3 按钮开关	322
11-4 行程开关	323
11-5 鼓形控制器和主令控制器	324
11-6 自动开关	326
11-7 继电器	327
11-8 接触器	331
11-9 磁力启动器	333
第十二章 电动机的控制	334
12-1 概述	334
12-2 鼠笼式电动机的控制	337
12-3 绕线式电动机的控制	340
12-4 直流电动机的控制	343
12-5 应用举例	344
复习题和思考题	345

第三篇 工业电子学

第十三章 电子技术中常用的电路元件	347
13-1 电容器	347

13-2	电阻	350
13-3	电感线圈	352
13-4	电源变压器	353
第十四章 电子离子整流器		354
14-1	概述	354
14-2	二极管	354
14-3	充气二极管	356
14-4	整流电路	357
14-5	整流管及可控整流器	362
14-6	汞弧整流器	365
14-7	引燃管	366
14-8	氧化铜整流器及硒整流器	366
第十五章 多极电子管		370
15-1	三极管	370
15-2	四极管、五极管及束射四极管	374
第十六章 电子管放大器和振荡器		376
16-1	电子管放大器的基本原理	376
16-2	多级电压放大器	383
16-3	功率放大器	387
16-4	电子管放大器的完整电路和结构	391
16-5	电子管振荡器	393
第十七章 电子与离子设备		399
17-1	电子管延时继电器	399
17-2	光电继电器	400
17-3	电子管电压表	402
17-4	电子射线示波器	405
	复习题和思考题	410
	习题	411

第四篇 工业企业供电及电工安全技术

第十八章 工业企业供电	413
--------------------	------------

18—1	发电站概述	413
18—2	输电和配电概述	414
18—3	导线种类及其敷设	417
18—4	电力线路中电流的计算	419
18—5	根据发热条件选择导线和保险丝	421
18—6	根据电压降选择导线截面	422
18—7	根据导线机械强度校验导线截面	424
第十九章	电工安全技术	425
19—1	电流对人体的伤害及防止触电的主要措施	425
19—2	人体触电情况的分析及保护接中线和接地	426
19—3	触电急救常识	429

附录 电工学实验说明书

实验一	交流电路R、L、C元件和串联电路	433
实验二	交流并联电路及并联谐振	437
实验三	三相交流电路	440
实验四	单相变压器的空载短路及负载试验	443
实验五	三相感应电动机的启动	447
实验六	直流并激电动机	451
实验七	电子管放大器	456

緒 論

一、电工学的研究对象。电工技术的应用与发展生产的关系。电气化对我国社会主义建設的重大意义

电工学是一门研究电磁现象在工程技术上应用的科学。由于电能是现代国民经济各个部門中的广泛应用，电工学已經成为每一个技術人員必須具备的基础知識之一。

在现代的工农业生产中，电能是主要的动力之一，例如使用电动机拖动各种金属加工机床、矿井卷揚机、排灌用抽水机以及建筑工程中的挖土机、起重机等。电能还被广泛的应用到生产的各种工藝过程当中，例如现代机械工业中的电焊、机械零件的电加工（鑽孔、强化、磨削等）、矿冶工业中的电冶炼、化学工业中的电解、电爐燒結、电除塵（淨化）以及建筑施工中电热烘焙水泥及冻土等等。而近几十年来电工技术在电子学方面的发展及其在电測技术、自动控制和遙远控制方面的广泛应用，更使生产和科学研究达到了一个新的阶段。现在有些生产过程已經可以利用计算机进行自动控制，有些工厂已經利用自动工作綫进行生产，并向全盤自动化發展。

近年来，原子能的和平利用又为电工技术开辟了广闊的道路。利用原子能發電將使人們获得大量的电力。

电能之所以能够得到如此广泛的应用，是因为它与其它形态的能量相比較具有許多优点：

第一，电能易于轉換。它可以很方便地由水能、热能、化学能、原子能等轉換而来，又能很容易轉換成我們所需要的各种能量形态，例如机械能、热能、光能、化学能等。

第二，電能的輸送和分配也很經濟而方便。發電廠生產的電能可以輸送到几十甚至几百公里以外的用戶，而且便于分散使用。

最后，電能易于控制、測量和調整。這就為生產過程的自動化創造了有利的條件。

電能的應用，雖然有以上種種優點，但是，必須明確指出，電力工業和電氣化事業的發展是和社会制度有密切關係的。

在社会主义國家里，電氣化是為了發展生產、改善勞動條件、提高人民的物質和文化生活水平。這樣電氣化的發展就促進了生產的發展，而生產的發展又進一步要求電氣化的發展。

然而在資本主義國家里，情況就根本不同了。電氣化是為資本家的高額利潤和戰爭政策服務的，而給工人階級帶來的只能是失業和貧困。在那里，生產的社会性和生產資料的私人占有制之間的矛盾，給生產發展造成了不可克服的障礙。要想實現有計劃的電氣化是根本不可能的事情。

電氣化對於我國社会主义建設具有非常重大的意義，因為它是實現生產過程自動化的前提。而實現生產過程的自動化不僅可以大大的提高勞動生產率，並且為我國消滅體力勞動與腦力勞動之間的差別，消滅城鄉差別向共產主義邁進創造條件。因此，偉大的革命導師列寧同志曾經說過：“共產主義就是蘇維埃政權加全國電氣化”^①。從這句名言中，我們不难看出電氣化在社会主义建設及通向共產主義的全部過程中所處的重要地位。

二、我國在電工學方面的貢獻。我國電力工業的發展概況和前景

我國是世界上文化發達最早的国家之一，我國勞動人民在歷史上曾有过很多發明和創造，在電工學方面也有不少貢獻。如

^① 見列寧全集第31卷，468頁，人民出版社，1958年，北京

我国被称为磁学的發祥地。关于电現象的發現，在我国歷史上也很早就有記載。这都說明了我国劳动人民从来就是具有无窮智慧的。只是由于长期的封建統治和近百年来帝国主义的侵略把中国变成一个半封建、半殖民地的国家，使我国工农业生产都处于十分落后的状态，劳动人民的无窮智慧不能得到应有的發揮，在电工学方面，当然也不例外。

解放后，在共产党和毛主席的领导下，各项事业得到了充分的发展，我国的电力工业也才迅速成长起来。

目前，我国已經进入一个新的科学技术时代。电气化正日益深入到国民經济的各个部門中，以机械化、半机械化、自动化、半自动化为中心的技術革新和技術革命的群众运动，已經在全国形成了高潮，电工技術方面也不例外，一系列的新的产品都有很大发展，其中不少部分已达到自給自足的地步。

我国煤矿资源丰富，水力资源也居世界前列。这些水力资源大部分分布合理，地形有利，建設水电站与其它国家比較投資小而收效大，因此在我国发展电力工业有着十分优越的条件。各种类型的发电站的迅速与大量建設，將使我国的工农业生产得到更充分的电力供应，一定会把我国电气化事业推向更高的阶段。

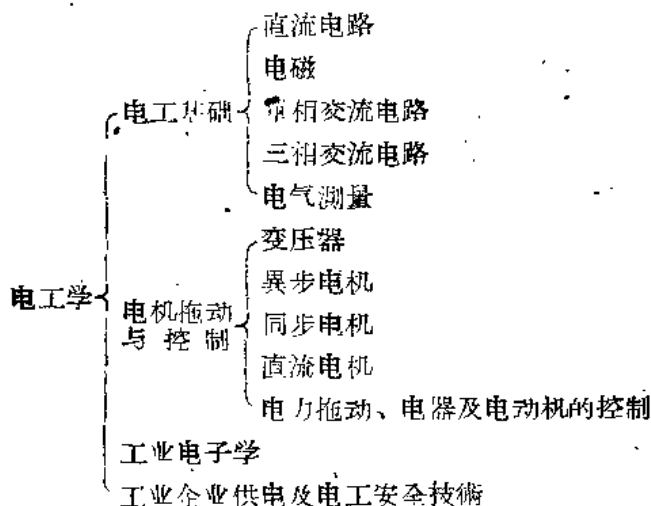
三、电工学課程的性質、任务、内容及其与其它課程的联系

电工学是一門基础技術課，它所討論的問題是电工的基础理論和应用技術方面的問題。它的范围很广，包括电工基础、电机、电器以及工业电子学等。

为了提高劳动生产率，改善劳动条件，电气化与自动化是各个生产部門的发展方向。为实现这一目的，就要求非电机專业的工程技術人員都要具有一定的电工技術知識，以达到“一專多

能”的目标。通过本课程的学习，要求学生能够比较系统地理解和掌握电工学的基本理论及常用电气设备的选择、使用、和维护知识和初步操作技能，以便在今后的实际工作中促进本专业生产过程的电气化、自动化。

本课程的主要内容如下表所示：



电工学与物理学有着密切的联系。物理的电学和磁学两部分是本课程的基础。虽然在电工基础理论方面有很多基本概念在讲课时还要讲到，但这是在物理学的基础上联系实用电工技术进一步的引伸，这一部分是给电机及其它部分准备理论基础及研究、分析、计算问题的基本方法。本课程对电机着重研究其作用原理、构造特性及应用等，至于电能应用的专门问题不作更深入的研究，它在各专业的有关课程中将要讨论到。

本课程直接为各专业的有关电气设备制作准备。电工学课程是以非电机专业学生应该具有的电工基础知识和实用技能为内容的技术基础课，因此，与教育计划中后续课程的关系，是在保持电

工学課程的系統性和完整性的基礎上實現各專業的要求。具體情況根據各專業教學計劃不同而稍有不同。

四、學習電工學的方法和要求

電工學是研究電磁現象在工程技術上應用的科學。大家知道，電磁現象往往是比較複雜使人感到難以捉摸的，我們平常看到的電的現象實際上只是電的效應而不是電的本身，而闡述電磁現象的推理過程常常也是比較抽象的。例如我們只能從電燈發光和電動機轉動着的現象來確定導線中有電流存在；又如在三相交流電路中可以只用三根導線來傳導三個不同的電流，而在理論分析中一般用旋轉向量來表出交流電隨時間變化的方向與數量等。這些對初學者來說常常是比較複雜和抽象，不象某些學科那樣直觀易懂。因此學習電工學時必須：

1. 要牢固的掌握基本理論知識：基礎理論部分必須循序漸進系統地學習。在學習時，要特別注意弄清楚電磁現象及其推理的物理過程，力求把抽象的概念具體化，複雜的現象條理化。

2. 把理論和實際緊密的結合起來：在學習電工理論時要聯繫實際來思考問題。例如在學習交流電路中的電阻、電感及電容三種元件的基本性質時，就可以聯系到如電燈、電爐、電磁鐵等常遇到的電氣設備。

在學習電工技術的實際應用部分時，要做到知其然也知其所以然，避免只注意實用而忽視理論的偏向。

要重視實驗課和現場教學，通過這些教學環節可以培養獨立思考和解決實際問題的能力，增加感性知識，鞏固所學理論，並學會一定的操作技能。

3. 通過習題作業、實驗報告等，掌握必要的電工計算技術和熟悉分析電路的基本方法。

