

中等专业学校教学参考书

非电专业通用

电工学教学指导

王 喆 主编

高等教育出版社

中等专业学校教学参考书

非电专业通用

电 工 学 教 学 指 导

王 喆 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 7.5 字数 179,000

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

印数 0,001—10,300

书号 15010·0866 定价 1.35 元

前 言

本书是中等专业学校，工科非电专业电工学课程任课教师用的教学参考书，是配合南京机械专科学校沈裕钟老师主编的《电工学》教材而编写的；但也可以供选用其他《电工学》教材进行教学的中专、技校、职业中学的教师作为教学参考用书，并可供广大《电工学》自学者作为自学辅导材料。

编写本书的目的，主要在于帮助新担任本课程教学工作的教师了解教材的内在联系，明确各章节、各课题的教学目的、教学要求，以及掌握各章节的重点，处理好难点，合理安排课时计划。编写本书的另一目的，还在于和担任电工学课程的新、老教师一起切磋教学方法，交流教学经验，促进电工学课程的教学改革，提高教学质量。

本书编入了学期授课计划安排建议，并附有课堂演示实验的参考资料，还附有部分思考题和习题的解答，以及其他参考资料，可供广大教师参考。

广大电工学自学者，亦可通过本书的介绍，更好地安排自学计划，掌握内容要点和基本概念，并可通过题解进行自我检查，以提高自学的效果。

本参考书只是个人的教学经验总结，因此，不可能很系统和很全面，有些内容只是个人的肤浅见解和建议。读者可以不必拘泥于本书的建议和本书中阐述的观点，可根据自己的具体情况，采用适合于自己教学特点的教学方法和方式来进行教学。本书内容仅供参考。

本书内容中未编入实验教学部分。该部分内容，已由上海机

械专科学校董锡江老师主编了《电工学实验指导书》，该书已于1986年4月由高等教育出版社正式出版发行，可供选用。

本书由福建机电学校王喆主编，上海机械专科学校董锡江主审，黑龙江机械制造学校张义及福建机电学校宋绳平参加编写。其中张义编写了第三部分中的第二、三、四、五章的部分内容，宋绳平编写了第四部分的内容并承担了全书的绘图工作。全书修改定稿由王喆负责。

本书编写工作是在机械工业部中等专业学校基础课编审委员会电工学与工业电子学课程组全体成员的关怀和支持下完成的。许多老师提供了宝贵的教学资料，对编写工作提出了积极的建议。上海机电工业学校陈立人、上海电机制造专科学校袁荣华帮助校阅了部分初稿，提出了宝贵意见，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平的限制，本书在内容、编排等方面均可能有许多不妥甚至错误之处，恳切希望广大读者指教，以便今后修正。

编 者

1986年3月

目 录

前言	1
第一部分 电工学课程的性质、任务和要求	1
第二部分 课时计划安排建议	4
第三部分 各章节教学法建议	34
第一章 直流电路	34
第二章 电磁现象和磁路	48
第三章 正弦交流电和单相正弦交流电路	53
第四章 三相交流电路	79
第五章 变压器	88
第六章 交流电动机	100
第七章 直流电机	125
第八章 低压电器和基本的控制线路	140
第九章 发电、输电、配电和用电	167
第四部分 课堂演示实验参考资料	180
怎样进行演示教学	180
一、电气设备的额定值	183
二、电容器的充电与放电	184
三、线圈电路的自感应现象	186
四、交流并联电路	188
五、交、直流电磁铁	189
六、三相负载星形连接及中线的作用	191
七、三相旋转磁场及鼠笼式异步电动机的转动原理	193
八、鼠笼式异步电动机直接起动控制线路	194

九、鼠笼式异步电动机正、反转控制线路·····	195
十、工作台自动往复循环的控制线路·····	197
十一、时间继电器(JS _T -2A)延时特性·····	198
第五部分 部分思考题、计算题解答 ·····	200
第一章 直流电路·····	200
第二章 电磁现象和磁路·····	208
第三章 正弦交流电和单相正弦交流电路·····	210
第四章 三相交流电路·····	219
第五章 变压器·····	223
第六章 交流电动机·····	224
第七章 直流电机·····	227
第八章 低压电器和基本的控制线路·····	229
第九章 发电、输电、配电和用电·····	232
参考书目 ·····	233

第一部分

电工学课程的性质、任务和要求

一、课程性质

电工学在工科非电专业中属于技术基础课程。

电工学课程,除了讲授电气技术方面的基本理论和基本分析方法外,还用相当大的篇幅介绍了常用电气设备和电气线路,以及电气应用技术。因此,电工学不同于物理课中的“电磁学”部分,其明显的区别在“工”字上,即电工学主要讲授电磁学在工程技术中的应用。电工学的基本理论与基本分析方法的讲授,都应从工程技术的实际应用出发,不必过分严格地进行理论验证及数学推导。例如在分析和计算中,往往采用近似、简化、等效、估算等工程运算和分析法。在难点和重点的处理方面,也力求从工程应用技术的角度进行处理,着重于功能特性方面的分析,以达到学以致用目的。

此外,电工学对于非电类专业的学生来说,是一门扩展知识面的技术基础课程,它包罗万象,用甚少的课时,介绍了电专业各个技术领域的主要技术知识。因此,电工学课程不可能、也没有必要对电专业中各个技术领域的理论问题及其应用技术进行深入研究,在深度和要求上,也与电专业的有关课程有明显的差别。

非电专业的电工学课程与电专业的技术基础课也有很大的差别,电专业的技术基础课主要为后续专业课打基础,而电工学主要

为学生毕业后学习、使用电气新技术打基础,同时使学生掌握一定的应用技术,可以直接应用于生产。因此,本课程除了保证基本的电气技术基础知识外,还应针对不同专业,有选择地重点介绍某些电气应用技术。

二、课 程 任 务

电工学课程的任务在于扩展学生的知识面,开阔眼界,开拓思路,使学生初步掌握传统电气技术的基本原理、基本分析方法,了解电气技术的发展动向,在今后的工作中,能对跨学科的电气技术有所了解,有一定的发言权;能积极主动地采用先进的电气技术,并渗透到本专业的各个技术领域中去;还能与电气技术人员有共同的语言,相互配合,促进技术改造。

三、课 程 要 求

通过本课程的学习,必须达到以下要求:

(1) 掌握交、直流电路的基本理论和一般电路的分析、计算方法。

基本理论方面,主要掌握欧姆定律、法拉第电磁感应定律及克希荷夫定律。要求学生能运用这些基本定律,分析、计算交、直流电路和进行自学。

(2) 了解常用机电能量转换设备的构造原理、工作特性及使用常识。

基本原理方面,主要掌握机电能量转换原理、转矩平衡关系、电压平衡关系。

在特性方面,主要掌握电动机的机械特性及运行特性。学会运用基本原理,分析工作特性,合理选择和使用电动机。

(3) 掌握常规电气控制线路的基本环节。能阅读、设计和连

接简单的继电器接触器控制线路。

(4) 通过实验教学环节,要求学生具有组成简单电路、使用常用电气仪表和设备的能力,以及编写实验报告的能力。

(5) 具有安全用电、计划用电、节约用电等电能管理方面的基本常识。

第 二 部 分

课时计划安排建议

根据教育部 1982 年制订的中等专业学校工科非电专业通用的《电工学教学大纲(试行草案)》的要求及沈裕钟主编的《电工学》教材的内容,本课程教学总时数定为 90 学时,其中课堂理论讲授 66 学时,实验 20 学时,机动 4 学时。具体课时分配见下表:

表 1 课时分配表

序 号	课 程 内 容	教 学 时 数			
		合计	讲课	实验	机动
一	绪论				
二	直流电路	14	10	4	
三	电磁现象和磁路	6	6		
四	单相正弦交流电路	18	14	4	
五	三相交流电路	7	5	2	
六	变压器	6	4	2	
七	交流电动机	12	10	2	
八	直流电机	7	5	2	
九	低压电器和基本的控制线路	14	10	4	
	发电、供电与用电	2	2		
机动		4			4
总计		90	66	20	4

现将课堂讲授部分(包括选学部分)的授课计划安排如下,也可根据各校的教学总时数、学生水平、教学条件等情况作适当调整或另作具体安排。

(一)

课题名称 绪论

主要内容

1. 介绍电工技术在本专业的应用及学习电工学的重要性
2. 介绍本课程的性质、内容和特点
3. 介绍本课程的学习方法和学习要求

教材 沈裕钟主编《电工学》(以下均同)绪论部分

授课时数 0.5 学时

(二)

课题名称 直流电路概述

主要内容

1. 电路基本概念

(1) 电路的构成。(2) 基本电量。

2. 简单直流电路的基本运算

(1) 欧姆定律的应用。(2) 电阻特性介绍。(3) 电阻串并联电路计算。

重点和难点

重点

(1) 欧姆定律的应用。(2) 串联分压与并联分流的概念和计算。

教材 §1-1—§1-5。

授课时数 1.5 学时

例题及作业

例题 一般可将书上的例题让学生自己阅读。本课可用思考题 1-12 和 1-13 为例,应用串联分压及并联分流的观念分析、计算电路。

作业 计算题 1-1—1-13 中选做若干题(以下均指可供选用的作业题,打“*”号者可作为提高作业题)。

(三)

课题名称 电位与电路工作状态

主要内容

1. 电路中电位的计算

(1) 电位与电压的概念。(2) 电位的计算。

2. 电路工作状态

(1) 电气设备的额定值和额定工作状态。(2) 电路的断路和短路。

*3. 可结合实验及串、并联电路原理, 简介万用表的工作原理及介绍使用方法

重点和难点

重点

(1) 电位概念及其计算。(2) 额定值概念, 额定工作状态与实际工作状态的差别。

难点 电位与电压的区别

教材和教具

教材 § 1-6, § 1-8。

教具 各种规格的电阻元件, 用以说明额定值。有条件时, 可以通电演示, 以帮助建立额定值的概念。

授课时数 2 学时

例题及作业

例题 可以选用简单串联回路为例, 着重说明选定不同参考点时, 各点的电位值不同, 但两点间的电压不变。

作业 计算题 1-14, 1-17, 1-18, 1-19。

(四)

课题名称 复杂电路计算的基本法则——克希荷夫定律

主要内容

1. 克希荷夫定律

(1) 克希荷夫电流定律。(2) 克希荷夫电压定律。

2. 电路中电流、电压、电动势的实际方向和参考方向的问题

3. 支路电流法求解复杂电路

重点和难点

重点

(1) 电路参考方向的假设。(2) 支路电流法。

难点

(1) 正方向的概念。(2) 列写回路电压方程。

教材 § 1-7。

授课时数 2 学时

例题及作业

例题 可选用例 1-13, 将内阻 r_{01} 和 r_{02} 分离出来, 画于电路图中。并规定不同的绕行方向, 着重介绍列写回路电压方程的规律。例 1-14 可安排自学。

作业 计算题 1-15, 1-16。

(五)

课题名称 电源模型及其变换

主要内容

1. 电源模型分类

(1) 电压源模型。(2) 电流源模型。

2. 电压源与电流源的等值变换

(1) 变换原则。(2) 变换方法。

重点和难点 电压源、电流源概念, 电压源与电流源之间的等值变换。

教材 § 1-9。

授课时数 2 学时

例题及作业

例题 例 1-15, 除介绍变换方法外, 还应说明 (1) 必须在电路复原后再求取 I_1 和 I_2 值。(2) 计算电源变换前后的内阻损耗以说明电源内部电路不等值。

作业 计算题 1-21, 1-22, 1-23, 1-15, 用电源变换法求解。

(六)

课题名称 叠加原理及戴维南定理

主要内容

1. 叠加原理

(1) 叠加分析法。(2) 计算方法与适用场合。

2. 戴维南定理(等效发电机原理)

(1) 等效原理。(2) 计算方法与适用场合。

重点和难点

重点

(1) 叠加法的物理概念。(2) 等效发电机的参数计算。

难点 等效发电机电动势 E_0 的求取方法

教材 § 1-10, § 1-11。

授课时数 2 学时

例题及作业

例题 例 1-16 及 § 1-11 中的例题。介绍分析方法, 列出计算式。

作业 计算题 1-20, 1-24, 1-16(用叠加原理计算)。

(七)

课题名称 电容器与电容电路

主要内容

1. 电容器

(1) 电容器的构造。(2) 储能特性。(3) 电容量。

2. 电容器的串、并联

(1) 串联电容器的电压分配和等效电容量。(2) 并联电容器的等效电容量。

3. 电容器在电路中的工作状态

(1) 电容器充电。(2) 电容器放电。(3) 电容电路的直流稳定工作状态。

重点和难点

重点

(1) 电容器端电压不能突变的概念。(2) 时间常数的概念。

难点

(1) 电容器端电压不能突变，而电容电路中的电流却可以突变的概念。(2) 未充电的电容器，在接通电源的瞬间，相当于电容器“短路”的概念。

教材和教具

教材 § 1-12。

教具 各种电容器实物及演示电容器充放电的示教装置。

授课时数 2 学时

作业 计算题 1-25, 1-26, 1-27, 1-28。

(八)

课题名称 电磁现象和磁路

主要内容

1. 电磁不可分割的关系

(1) 电磁共存关系。(2) 以磁场作媒介，可以进行机电能量

的转换。

2. 磁场的基本物理量

3. 全电流定律及其应用

4. 铁磁材料的导磁性能

(1) 磁化原理。(2) 磁化特性。(3) 铁磁材料简介。

重点和难点

重点

(1) 全电流定律 $Hl = Iw$ 。(2) 铁磁材料的磁化特性。

难点

(1) 磁场强度 H 的物理概念。(2) 铁磁材料的磁导率 μ 不等于常数的概念。

教材和教具

教材 § 2-1, § 2-2, § 2-3, § 2-4。

教具 各种铁心材料。

授课时数 2 学时

作业 计算题 2-1, 2-2, 2-3, 2-5, 2-6。

(九)

课题名称 简单磁路的计算和电磁感应

主要内容

1. 磁路计算

(1) 磁路欧姆定律。(2) 简单无分支磁路计算(与电路计算相比较)。

2. 电磁感应现象

(1) 直导线在磁场中运动产生感应电动势。(2) 线圈中磁通变化产生感应电动势。(3) 自感和自感电动势。(4) 互感现象。

3. 涡流效应

涡流的产生、影响、对策及利用。

重点和难点

重点

电感及自感应电动势的概念。电感电路的特性。

难点

电感量 L 的物理概念及磁通、电流变化率的大小与数值大小的区别。

教材和教具

教材 § 2-5, § 2-6, § 2-8, § 2-9, § 2-10。

教具 电感线圈示教装置。演示线圈在通、断电路时的自感现象。

授课时数 3 学时

例题及作业

例题 例 2-5, 着重说明: (1) 磁化特性曲线的使用。(2) 磁路中气隙所需的磁通势远大于铁心部分所需的磁通势。(3) 例举 B 值取大时, 铁心趋向饱和, 磁路中铁心部分所需的磁通势将大大增加。

作业 计算题 2-4, 2-7, 2-8。

(十)

课题名称 正弦交流电的基本概念

主要内容

1. 正弦交流电的产生

2. 正弦交流电的三要素

(1) 频率。(2) 幅值。(3) 初相位。

3. 正弦交流电的表示法及其基本运算

(1) 三种表示方法, 即曲线图、解析式、旋转矢量表示法。(2)