

高等学校教学参考书

电工学教学探索

蒋德川 编著

高等教育出版社

本书是编者根据大连工学院电工学教研室编、蒋德川主编的教材《电工学》(第二版)编写的教学法指导书。它体现了编者多年从事电工学教学的丰富经验,可供电工学教师在教学中参考,也可供学习电工学的学生参考。

本书分上下两篇:上篇为电工学教学工作刍议,对电工学的设课目的、课程内容选择、教师的修养、教学改革等问题进行了讨论;下篇为电工学教材处理隅见,以编者本人主编的教材《电工学》(第二版)为根据,逐章分教学内容、讲课时数、教学目的、习题选答、参考书目等六个方面加以说明。

本书责任编辑 刘秉仁

高等学校教学参考书

电工学教学探索

蒋德川 编著

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京印刷一厂印装

*

开本850×1168 1/32 印张5 字数120000

1987年3月第1版 1987年10月第1次印刷

印数00 001—4645

书号15010 · 0825 定价1.15元

序 言

大连工学院电工学教研室编写的《电工学》出版以来，为了便于使用，有些同志要我写一本教学法指导书，心里实感惶恐。因为教学方法因人而异，难求一律；至于指导，则更不敢。但是由于长期从事电工学教学工作，免不了对一些问题有点滴不成熟的看法。现在不揣浅陋，把它写出来，权作引玉之砖，期待着广大的电工学教师一起来进行探讨，借以提高我们的教学质量，这是笔者撰写本书的唯一心愿。

本书分上、下两篇：上篇为电工学教学工作刍议，讨论电工学课程的目的、内容的选择、教师的修养、教学的改革等问题；下篇为电工学教材处理隅见，以大连工学院电工学教研室编写的《电工学》第二版作为根据，逐章分教学内容、讲课时数、教学目的、教材处理、习题选答、参考书目等六个方向加以说明。

本书初稿，承上海交通大学史淦森教授详加审阅，提出许多宝贵的修改意见，谨此致以深切的谢意，同时还希望电工学教师们给予批评指正。

大连工学院 蒋德川

1986年4月

目 录

上篇 电工学教学工作刍议

第一章	电工学课程的目的	(1)
第二章	电工学内容的选择	(5)
第三章	电工学教师的修养	(11)
第四章	电工学教学的改革	(17)

下篇 电工学教材处理隅见

绪论	(23)
第一章 直流电路	(24)
第二章 电压和电流的波形	(33)
第三章 电路的参数	(38)
第四章 交流电路	(42)
第五章 三相交流电路	(49)
第六章 电路的时域分析	(54)
第七章 磁路和变压器	(61)
第八章 直流电机	(70)
第九章 异步电机	(75)
第十章 同步电机	(84)
第十一章 控制电机	(89)
第十二章 电动机的选择	(90)
第十三章 电动机的继电-接触器控制	(92)
第十四章 半导体二极管和整流电路	(96)

第十五章	晶体管和交流放大电路·····	(99)
第十六章	直耦放大电路和运算放大电路·····	(106)
第十七章	正弦波振荡电路·····	(111)
第十八章	场效应管放大电路·····	(113)
第十九章	门电路和触发器·····	(116)
第二十章	数字电路·····	(120)
第二十一章	晶闸管和可控整流电路·····	(125)
第二十二章	无触点继电器控制系统·····	(128)
第二十三章	闭环控制系统·····	(132)
结束语	·····	(134)
附录	·····	(135)
	(一) 高等工业学校150学时电工学教学大纲(草案)···	(135)
	(二) 高等工业学校150学时电工学教学大纲(草案)	
	补充说明 ·····	(150)

上 篇

电工学教学工作刍议

在当前的电工学教学中，有许多需要我们深入探讨的问题，例如课程的目的、内容的选择、教师的修养以及教学的改革等等。本篇谨就这些问题略抒管见，借以引起广大电工学教师的共同关注。

第 一 章

电工学课程的目的

电工学是高等工业学校非电专业的一门技术基础课。开设这门课程的目的何在，近年来众说纷纭，莫衷一是。通过对在生产单位和科研机关工作的科技人员以及各高等学校的教师的调查，可以归纳出几种大相径庭的意见，很值得我们加以分析和研究。

一种意见认为：非电专业毕业的学生，到了工作岗位之后，实际上很难接触到具体的电工问题。各个生产和科研部门的电气设备，有的专人使用，有的专人维护，这些都不属于非电工程技术人员的职责范围。因此非电专业学生学习电工学的意义不大，可以少学，甚至不学。

另一种意见认为：目前高等工业学校各专业开设的课程，门数多，学时多，学生负担重。对非电专业来说，电工学只要讲一点以后工作中有用的内容，例如对工业与民用建筑专业，讲点照

明就可以了，不必从电工学的基本理论到各种元件的性能和应用进行系统性的讲授。这样，可以减轻在校学生的学习负担，集中精力学好专业主干学科的主要课程。

第三种意见认为：就我国目前科技人员的分布情况而言，规模较小的企业，特别是地、县、乡镇企业，工程技术力量非常薄弱，今后高等工业学校毕业生的分配，应该面向这样的单位。而到了这些单位工作的工程技术人员，往往不分专业，什么都得管，现在在学校里所学的这点电工学知识，远远满足不了要求。因此，电工学的教学必须加强，增添学时，充实内容。

上述三种意见，都有局部的事实作为根据，但都带有一定程度的片面性。究竟应该怎样看待电工学这门课程，还得从教育的根本目的谈起。

大家都知道，教育是人类培养新生一代成长的一种社会事业。学校是集中进行教育的场所。在教育过程中，教师按照一定的目的、计划和措施去影响学生；学生则通过自己的感知、思维和行动来接受教育措施的影响。我国高等工业学校的根本目的就是要培养为四化建设服务的高级工程技术人员。所谓高级工程技术人员，他们应该是政治思想好，身体健康，基础扎实，思路开阔，适应性强，具有独立工作能力和创造精神的人。

再就现代科学技术的特点来说：一是学科的分工越来越细，同时由于各个学科的彼此渗透，促成了许多所谓边缘学科的兴起；二是任何一项高、大、精、尖的现代工程，无不都是多种专业知识的综合体；三是能源、材料和信息成为现代科学技术的三大支柱，是当代人类文明的标志和象征。电能正是具有转换容易、输送经济、控制方便等优越性的能量形态，正是传递和处理信息最方便和最有效的工具，因而它的应用，已经深入到工农业生产、交通运输、国防建设和科学技术的各个领域以及人们日常生活的衣、食、住、行之中。科学技术是我国四化建设的关键。如果肩

负四化建设重任的高级工程技术人员,对于电工技术是一窍不通,在大学里一点不学,那么要求他们来完成这一光荣而又艰巨的历史使命,难道不是不可想象的事情吗?

当然,在高等工业学校里,不同专业所设置的课程,都有主干课程与非主干课程之分。就电工学来说,有些非电专业将它作为主干课程,有些则作为非主干课程。即使是非主干课程,也并不意味着可有可无、没有必要。这是因为作为当今的一个高级工程技术人员,除了应该掌握本专业的知识和技能之外,还必须具备一定程度的电工技术知识以及某些其它学科的基本知识,了解本专业采用其它学科的先进技术的必要性和可能性。从更普遍的意义上说,高等工科教育在智育方面的任务,主要是继承前人已有的知识成果,并为在工程技术中提出解决问题的新办法、开拓学科的新天地、接受新的技术革命的挑战作好准备。只有这样,高等工业学校所培养的学生才能符合思路开阔、有创造精神的要求。要完成这个承前启后、继往开来的使命,就必须注意掌握坚实而宽广的基础理论,必须注意培养抽象思维能力。无论是主干课还是非主干课,都具有奠定基础、引导入门的作用。至于电工学,它除了阐明用电技术的基本理论和基本知识之外,还有实验课这一十分重要的教学环节。电工实验不仅体现理论与实际的联系,而且还进行操作技能的训练和科学作风的培养。这对工程技术人员来说,也是不可须臾或缺的。所以电工学只讲一点所谓专业有用的一鳞半爪的知识,显然是不很恰当的。

正是鉴于各非电专业对于电工学深、广度的要求不尽相同,因而电工学课程的设置,在学时上有多(150学时)、中(120学时)、少(90学时)之分。高等学校工科电工教材编审委员会于1980年在成都召开的扩大会议所修订的各类《电工学教学大纲》(草案)充分考虑了不同专业的不同要求,将所列内容分为共同性基本内容和供不同专业选用的非共同性基本内容以及加深加宽内容。为了从

教学工作的全局出发，使全国大多数学校的大多数学生能将教学大纲所规定的基本内容在规定的课内外学时内真正学到手，高等学校工科电工学教材编审小组又于1982年在南宁召开了电工学教学大纲讨论会，对成都会议所修订的各类《电工学教学大纲》(草案)使用情况进行了分析，对其内容做了进一步的精选，提出了补充说明，有助于减少电工学教学工作中内容多、学时少的尖锐矛盾。1984年和1985年，电工学教材编审小组先后在庐山和太原召开了电工学教学与教材研究会，本着教育要“面向现代化、面向世界、面向未来”的方针进行改革的要求，会议从充分发挥教师专长、利于青年教师成长、拓宽专业口径应该加强技术基础课、减少必修课讲课课时数来提高学生自学能力等方面考虑，建议将学时较多的电工学课程分设为60—80学时的“电工技术基础”与60—80学时的“电子技术基础”两门课。对于电工学课程学时较少而内容侧重于强电的专业，可以设一门60—80学时的“电工技术基础”作为必修课，另设一门“电子技术”作为选修课；侧重于弱电的专业，可以设一门90学时的“电路和电子技术”作为必修课，另设一门“电机基础”作为选修课。至于对用电技术有特殊要求的非电专业，可以在学习电工学的基础上，另行开设诸如机床电气设备、水电站电气设备、非电量电测、照明、等等专业课或选修课。但要想使学生到了工作岗位时，不论遇到什么样电工技术问题，都能迎刃而解，这不仅是非电专业的毕业生，即使是电专业的毕业生，也不能一蹴而就。

总起来说，电工学的目的是使非电专业的学生通过本门课程的学习，懂得电路的基本作用、基本规律和基本分析方法，了解本专业范围内最常用的机电能量转换器件和电子器件的性能以及由这些器件所组成的若干典型环节的基本原理和应用，并使学生受到必要的实验技能的训练，养成严谨的科学作风。在学校里，它既为后续的专业课提供所需要的电工知识和技能，同时又可在

分析问题和解决问题的方法和技巧上作为学习其它课程的借鉴。在毕业后的工作岗位上，它为非电技术人员与电气技术人员协作提供“共同语言”，也为非电技术人员进一步自学和钻研电工技术奠定初步基础。

第 二 章

电 工 学 内 容 的 选 择

一门课程的教学内容主要反映在这门课程的教材上，并且直接影响着这门课程的教学质量。教学工作中的三项基本建设，教材建设是其中之一。衡量教材质量的高、低，首先是看学过这本教材的学生是否适应社会主义现代化建设的需要。就电工学的情况来说，随着科学技术的不断发展，电的应用越来越为广泛，因而教材的内容也就日益增加，凡是涉及电的技术问题，几乎都可归属于电工学这门学科的范畴。但是我国的文化教育事业，在十年动乱之中，受尽了林彪和“四人帮”的摧残和破坏，电工学教材的编写和出版工作，近乎濒于完全停顿的境地。至于国外的科学技术，则自二十世纪六十年代以来，进入了新的飞跃时期。相形之下，我国与世界上发达国家之间，在科学技术上的差距，不但没有缩小，反而加大。打倒“四人帮”之后，经过教育部门、出版单位和编写人员的共同努力，在1980年以前，人民教育出版社根据教育部制订的1978—1980年高等学校工科基础课教材（即第一轮教材）规划，出版了由哈尔滨工业大学电工学教研室秦曾煌主编、浙江大学电工学教研室编、中国矿业学院丁钟旦和东北工学院孙骆生主编、湖南大学和合肥工业大学合编以及大连工学院电工学教研室编的五种电工学试用教材，解决了当时教材的有无问题。但是出于编、审者想要迅速赶上世界先进水平的主观愿望，

导致这几种教材都或多或少地存在着内容偏多、要求偏高的问题。试用之后，出现了部分学生基础理论掌握不够牢固，基本技能和工程实践训练受到不同程度的削弱，集中表现在部分学生的独立工作能力不强。因此，在当前的电工学教学中，教材建设必须贯彻“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”的原则，在精选内容上下大功夫，化大气力。

作为非电专业的一门课程来说，电工学到底根据什么来选择教材的内容呢？大致应该从以下几个方面加以考虑：

（一）明确课程的地位和作用

关于这个问题，第一章中已经有所论述，在这里想再略作引伸。

大家知道，作为高等工业学校实现培养目标主要依据的教学计划，所列课程分为基础课、技术基础课和专业课等性质不同的三大类。电工学是非电专业教学计划中的一门技术基础课。因此，它的主要内容应该是用电技术的基本概念、基本理论和基本方法。正如第一章所指出的，通过本门课程的学习，应使非电专业的学生懂得电路的基本作用、基本规律和基本分析方法，了解本专业范围内最常用的机电能量转换器件和电子器件的性能以及由这些器件所组成的若干典型环节的基本原理和应用，并受到必要的实验技能的训练，为学习专业课程和从事工程科学技术工作具有电工方面的初步知识。

明确了电工学课程的地位和作用，首先可以解决课程之间的分工问题。凡属各类专业的成套电气设备或特殊的用电问题，例如机床电气设备、水电站电气设备、非电量电测、电加工工艺、照明、等等，应该另行开设专业课或选修课。属于基础课程的内容，例如电的基本物理量、欧姆定律、半导体的导电机理等，就应该尽量避免与物理课作不必要的重复。

其次，还可以解决电工学本身的深广度问题。在一个教学计划中，往往有许多门技术基础课。由于专业性质不同，对各门技术基础课的要求显然也有差别。例如化学工程方面的一些专业，电工学是一门技术基础课，化工原理、化机基础等课程也是技术基础课。但就这些专业的培养目标来看，化学方面的课程是其主干，其它方面的课程则起辅助作用。主干课程，要有一定的深度，辅助性课程却是为扩大学生知识面广度服务的。可以这样说，在大多数非电专业的教学计划中，电工学所处的地位是“配角”。配角不等于不重要。我国有句俗话，“牡丹虽好，要靠绿叶扶持”。虽然电工学的内容包含了电专业的电工基础、电机学、电子技术、电力拖动和自动控制等课程的内容，但在深广度上则大不一样。举例来说，对于电工学的电路理论，学生只要能够掌握克希荷夫电流定律和电压定律，利用支路电流法来求解较为复杂的电路问题就已足够，在电路分析方法上不必求其全而将回路电流法和节点电压法也作为基本内容列入。在电子技术部分，应该使学生了解各种常用电子器件的作用和功能，搞清几种基本电子线路的工作原理和应用，而不应将各种线路的设计作为要求，即使有某些计算，目的还是在于巩固概念。对于各种电机，则应侧重于外部特性的论述，而不必过多地涉及其内部机理。

(二) 适应科学技术的发展

二十世纪五十年代以来，新型的电子器件晶体管、场效应管和晶闸管等相继研制成功，进而又出现了微型化的集成电路，使得电子技术在各个科学领域占有日益重要的地位。特别是电子计算机的广泛应用，促进了生产自动化程度的提高，这就不仅减轻了人们的体力劳动，而且也代替了脑力劳动的某些职能，从而形成了新的技术革命。1977年12月，教育部在合肥召开的高等学校工科基础课电工、无线电教材编写会议上提出，应将电工学过去

侧重于电力的课程体系，改革为以电子技术与自动控制为主的新课程体系，主张电工学内容除旧更新。从这几年中试用第一轮教材的情况来看，值得注意的是，在电工学中加强电子技术内容时，必须分量适当，要求合理，切忌片面求新、求多、求全。如果电子技术部分的比重过大，以致电路部分缺少相应的基础，电机部分削弱得太多，自动控制部分只讲一点继电-接触器控制的内容，那就不一定是妥善的最优措施。

基于以上的认识，在选择电子技术这一部分内容时，就电子器件来说，可以只讲半导体元件而不讲电子管。就各种电子电路来说，可以选讲几种常用的典型电路而不必样样罗列。例如讲到放大器的静态工作点稳定问题，只要介绍通常应用最普遍的分压式电流负反馈偏置电路，可以不讲电压负反馈偏置电路。后者若在学过负反馈放大器之后，作为思考题来处理，既精简了教材的篇幅，又能收举一反三的效果。关于直流放大器，讲过差动式直流放大器之后，可以不讲调制式直流放大器而以运算放大器作为重点。因为调制式直流放大器是为了更好地解决零点漂移问题。运算放大器既有这种功能，而且应用更广。我国仪表工业目前所生产的Ⅲ型仪表，实际就是用运算放大器取代了调制式直流放大器。在脉冲数字电路中，当由分立元件的与非门过渡到集成与非门之后，可以只讲集成的逻辑单元而不讲分立元件的逻辑单元。集成电路取代了分立元件，这是实际的发展情况。如果将分立元件和集成电路相提并论，在有限的学时内是很难兼顾而且没有必要。至于集成电路，应着重于逻辑功能的讨论，对其内部电路不必要作过多的分析。

与此同时，在电路部分，应该酌量增加电路的电位计算、电压源和电流源、戴维南定理和诺顿定理、正弦交流电路的频率响应等内容来为电子技术打下必要的理论基础。

至于电机的内容，适当增加几种常用的控制电机；自动控制

的内容则应将无触点控制与有触点控制、闭环控制与开环控制并列，目的也是在于反映电工学的一些新发展。

(三) 结合我国高等学校的实际

十年动乱之后，特别是党的十一届三中全会以来，我国的教育事业重新逐步地走向正规。根据国民经济的迅速发展和需要建设人才的迫切性，我国高等工程教育的结构和专业设置即将出现不同层次、不同规格、不同学制的新局面。现就四年制的本科来说，学生在校的总学时要控制在2500学时之内。各类专业的教育计划，课程门数大概都在二十多门以上。由此可见，电工学占有90—150学时，不能说少。若用伸手要学时的办法来解决内容多的问题，实际是难以办到的。另一方面，我们还应看到当前教学工作中面临的新情况：一是全国高等工业学校已经增加到两百余所，但是各校的发展存在着较大的不平衡性；二是教师队伍进入新老交替时期，一些有经验的老教师由于多种原因退出了教学第一线，大批中青年教师已经或即将进入教学第一线；三是从1979年起入学的学生，在年龄、生活经历、思想特点、知识结构、学习能力与学习方法上和1978年以前入学的学生相比，有了明显的变化。为了解决这些新情况下出现的新矛盾，电工学的教学内容应该根据培养目标的规定，教学计划的全局和打好基础、加强理论与实践的结合、提高能力的要求，从我国社会主义现代化建设的实际需要出发，从学生的实际出发，把必须教给学生的基本内容，也就是学生必须掌握的基本概念、基本理论和基本技能的最低要求精选出来，使大多数学校的大多数学生在规定的课内外学时内真正学到手。与此同时，教材可以加一些加深加宽的内容，供条件较好的学校、班级或优秀的学生选用。否则，脱离实际的过分要求，只能造成学生负担过重，影响德、智、体全面发展的教育方针的贯彻。在这方面，过去不是没有经验教训。1981—1985年出

版的第二轮电工学教材，和第一轮相比，在内容上都有所精简，不足之处是各种教材风格几乎雷同。今后应鼓励教师尽量编写不同水平、不同风格的教材，多渠道地为出版教材提供方便，使能适应我国高等教育不同层次、不同规格、不同学制的实际，便于各校选用。

(四) 吸取国外的有益经验

向先进学习，这是使得我们各项工作能够有所发展、有所前进的一个好方法。在自然科学方面，我们比较落后，特别要努力向外国学习。但是要有批判地学，不可盲目地学。在那“资产阶级学术权威”、“崇洋媚外”、“白专道路”等大棒劈头盖脸向你打来的日子里，想要看点国外的资料，真是谈何容易！好在乌云已经吹散，近几年来，国外教材正在陆续引进。虽然我们看到的国外电工学教材为数不多，却是确有值得借鉴之处。譬如在我国已有中译本出版的三种美国教材，史密斯的《电路、器件和系统》、托罗的《电工学基础》和菲茨杰拉德等的《基本电工学》，都比较注意基本理论的阐述，都是按照电路、电子器件和机电能量转换器件以及自动控制系统这样的次序编排，其中不是单讲电气元件，同时也讲由元件所组成的系统，使学生学过之后，不仅了解元件的性能，而且也懂得系统的原理，对用电技术有一个完整的全貌。《电路、器件和系统》一书，有较多的实例和比喻，可以启发学生理解比较深奥难懂的理论，而且在电路中提出了模拟与对偶的问题，有助于学生对电路本身的结构（节点与支路、串联与并联、开路与短路）和物理量（电压和电流、电容和电感、阻抗与导纳）以及某些定律（克希荷夫电流定律和电压定律、戴维南定理和诺顿定理之间相似关系的理解，扩大学生对电路问题的求解可以应用到其它领域的思路。《电工学基础》则将电路参数（电阻、电感、电容）专列一章，分别就电路观点、能量观点和几何观点加

以论述，便于学生进行比较而掌握其特点。《基本电工学》则是叙述比较简明扼要，注意物理概念的解释，而且内容安排灵活，便于取舍。

至于苏联的电工学教材，仍然保持着五十年代的体系和风格，电子技术另行设课。日本的电工学教材，一般是知识面宽广，有的包括了诸如电照明、电化学、电加工和电热等方面的内容，但理论深度不及美、苏两国的电工学教材。

对于国外的电工学教材，我们应该取其所长，去其所短，目的在于编写出中国式的电工学教材，千万不要生搬硬套，重蹈五十年代的覆辙。

第 三 章

电工学教师的修养

影响一门课程教学质量的因素很多，关键在于担任这门课程的教师。电工学当然也不例外。怎样才能做一个称职的电工学教师呢？今就工作中的感受谈几点看法。

（一）树立忠诚党的教育事业的崇高理想

人民教师的职责本来是非常光荣的，但是目前在我国的高等学校里，毋庸讳言，一定程度地存在着“当电工学教师没有出息”的思想问题。许多毕业生不愿被分配在电工学教研室，不少已经担任电工学教学的，心里想着最好能调换一下工作。这种思想的产生，有其客观和主观上的原因。

从客观原因来说：

我国建国初期，在高等学校里成立了教研室（组）的组织形式，将一门课程或几门相近课程的教师组织在一起，共同进行教

学和科研工作。这种组织形式，对改革旧中国遗留下来的落后的教学体制，发展新中国的教学事业，起到了明显的积极作用，但也不能不看到它所包含着的消极因素。当一个教研室在人员编制紧张、教学任务繁重的情况下（许多院校的基础课和技术基础课教研室都是如此），将一个教师囿于一门课程，年复一年应接不暇地重复劳动，无疑会限制教师的知识积累和业务提高。这是一。

电工学和电专业类似的课程相比，内容显得粗浅，学术造诣较深的师资，往往不会被安排在电工学教研室工作。即使已在电工学教研室工作的教师，如果经过努力，在业务上有所专长或者在科研上作出贡献，也会由于教育事业不断发展的需要，调离原来的工作岗位而去筹建新专业或担任其它工作。电工学教研室因而在学术上缺少带头人，难以形成有力的梯队。这是二。

电工学教研室还有一个归属问题。如果归电专业的系领导，若在处理本系和外系的教学工作上不能一视同仁，厚己薄人，则对教师的任务分配、进修安排以及仪器设备的添置等方面都会出现不公平的现象。如果归非电专业的系领导，再加上业务上的隔阂，更难把工作做得恰到好处。影响所及，将会使电工学教师滋长对其本职工作的消极情绪。这是三。

教学与科研是高等学校的两项中心任务。院校领导应该根据学校的历史情况和当前实际，正确处理两者之间的关系，调动全体教师的积极因素，为出人才、出成果作出贡献。近几年中，由于有些院校领导有重科研而轻教学的思想，以致对教师的提职、提薪曾经出现只看有无科研论文的偏向，这就挫伤了长期忙于教学而缺少科研机会的电工学教师在教学工作上的积极性。这是四。

十年动乱之后，在相当长的一段时间，学校放松了政治思想工作，因而对错误思想不能及时进行教育。这是五。

以上这些外在的客观原因，是通过内在的主观原因才起作用。