

高等学校 **电气工程及其自动化专业** 应用型本科系列规划教材

电气工程概论

DIANQI GONGCHENG GAILUN

主 编 董志明 张海燕 孙莉莉
副主编 雷永锋 马泽菊 苏 渊



电气工程概论

主 编 董志明 张海燕 孙莉莉
副主编 雷永锋 马泽菊 苏 渊

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书共分为5章,第1章介绍电气工程学科的内涵及发展史,并从如何培养应用型本科人才的角度介绍了培养的方案及目标。第2章为电机与电器技术应用及发展新技术,从电机的分类入手介绍了发电机、变压器、电动机及特种电机;同时介绍了高低压电器的分类及电气控制技术的发展新方向。第3章为电力系统及其自动化应用及发展新技术,从电力工业的发展入手,大致介绍了如下的内容:电力系统组成、发电厂分类、输配电系统、变电站分类以及供配电技术的相关内容,并最终讲述了电力系统自动化方向发展的新技术。第4章为电力电子与电力传动,阐述了电力电子器件的原理,电力电子变流技术以及电力传动技术。第5章为高电压与绝缘应用及发展新技术,概括了绝缘材料、绝缘介质及绝缘测试实验等相关内容,并重点介绍了这些成熟技术的应用现状及发展的新方向。

本书可作为应用型本科类院校以及高职高专院校电气类专业的教材,也可作为非电气行业初学者、部分电气从业人员的岗前培训教材和学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程概论/董志明,张海燕主编. —重庆:
重庆大学出版社,2015.7
高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材
ISBN 978-7-5624-9037-1

I. ①电… II. ①董… ②张… III. ①电气工程—高等学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 097043 号

电气工程概论

主 编 董志明 张海燕 孙莉莉
副主编 雷永锋 马泽菊 苏 渊
策划编辑:周 立
责任编辑:文 鹏 版式设计:周 立
责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人:邓晓益
社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号
邮编:401331
电话:(023) 88617190 88617185(中小学)
传真:(023) 88617186 88617166
网址:<http://www.cqup.com.cn>
邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)
全国新华书店经销
重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.75 字数:215千
2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷
印数:1—3 000
ISBN 978-7-5624-9037-1 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着社会的发展,现在对大学生的知识结构和能力提出了新的要求。对学生的培养已从以知识传授为中心向身心全面发展转变,从应试教育向素质教育转变,从强调知识积累向注重创新能力培养转变。随着电力系统的高速发展,电力行业需要大量具有电气类专业背景的技术人才,这为高等学校电气专业的建设和发展提供了良好的机遇。学校应该从课程实际出发,尽可能培养出密切结合电力工业的特点,满足行业建设、运行和发展的应用型高级技术人才。

电气工程专业正是由于专业应用性强、各行业需要人才多而成为热门学科。为拓宽学生视野,使其在进入专业课学习之前,对电气工程学科有一个宏观认识和整体了解,需要开设“电气工程概论”课程。本书的目的,就是在针对现在应用型本科人才的基础上,按照厚实基础、重视专业、强化实践、拓宽视野的基本原则制订培养方案,在课程内容中加强对生产实际的针对性,提高学生对新技术发展的敏感性,保持思想教育的连续性,培养出基础雄厚、专业扎实、技术过硬、品德优秀的高素质应用型专门人才。另外,本课程作为新生入学后的第一门课程,通过对电气学科后续相关课程总体的认识和学习,激发学生的学习兴趣 and 积极性,为后续课程奠定良好的基础。

本书共分为5章。第1章介绍电气工程学科的内涵及发展史,并从如何培养应用型本科人才的角度介绍了培养的方案及目标。第2章为电机与电器技术应用及发展新技术,从电机的分类入手介绍了发电机、变压器、电动机及特种电机;同时介绍了高低压电器的分类及电气控制技术的发展新方向。第3章为电力系统及其自动化应用及发展新技术,从电力工业的发展入手,大致介绍了如下内容:电力系统组成、发电厂分类、输配电系统、变电站分类以及供配电技术,并最终讲述了电力系统自动化方向发展的新技术。第4章为电力电子与电力传动,阐述了电力电子器件的原理,电力电子变流技

术以及电力传动技术。第5章为高电压与绝缘应用及发展新技术,概括了绝缘材料、绝缘介质及绝缘测试实验等相关内容,并重点介绍了这些成熟技术的应用现状及发展的新方向。

本书第1章由重庆科技学院董志明、张海燕编写,第2章由重庆电力高等专科学校马泽菊、李媛编写,第3章由成都理工大学工程技术学院雷永锋、李兴红编写,第4章由成都理工大学工程技术学院孙莉莉、李自成编写,第5章由重庆电力高等专科学校苏渊、伍家洁编写。全书由董志明、张海燕统稿。在编写过程中,相关学校电气工程系的许多同仁提出了不少改进意见,在此表示感谢。此外,在编写过程中曾引用若干参考文献及互联网上的一些素材,编者们在此谨向文献的作者与网络素材提供者致谢。

本书图片丰富,内容实用,涵盖了电气工程学科的大部分内容,并提供电子课件。限于作者的能力有限,本书的结构体系和内容取舍不一定完全合理,书中难免存在疏漏之处,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2015年3月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 电气工程及其自动化专业发展现状	1
1.2 应用型本科院校电气专业的人才培养目标及条件	8
1.3 电气工程及其自动化专业未来发展趋势	13
第2章 电机与电器技术应用及发展新技术	16
2.1 电机的分类	16
2.2 发电机	17
2.3 变压器	21
2.4 电动机	23
2.5 特种电机	26
2.6 电器的历史和电机的分类	31
2.7 高压电器	31
2.8 低压电器	35
2.9 电气控制技术的发展	37
思考题	38
第3章 电力系统及其自动化应用及发展新技术	39
3.1 电力工业概况及发展	39

3.2 电力系统组成及设备	44
3.3 发电厂分类及应用	47
3.4 输配电系统分类及应用	67
3.5 变电站分类及应用	74
3.6 供用电技术	77
3.7 电力系统及其自动化发展新技术	85
思考题	89
 第4章 电力电子与电力传动	 90
4.1 电力电子技术的产生及发展	90
4.2 电力电子器件	92
4.3 电力电子变流技术	100
4.4 电力传动技术	109
思考题	114
 第5章 高电压与绝缘应用及发展新技术	 115
5.1 高电压与绝缘技术的主要内容	116
5.2 高电压与绝缘技术的应用现状	152
5.3 高电压与绝缘技术的应用现状发展新方向 ...	157
思考题	163
 参考文献	 164

第 1 章

绪 论

人类发展的任何时候都离不开能源,而能源是人类永恒的研究对象,电能则是利用最为方便的能源形式,以电能为研究对象的电气工程及其自动化专业有着十分强大的生命力。电气工程(Electrical Engineering)是研究电磁领域的客观规律及其应用的科学技术,是以电工科学中的理论和方法为基础而形成的工程技术。正因为电气工程的发展,才有今天庞大的电力工业,人类才不可逆转地进入了伟大的电气化时代。

传统的电气工程定义为用于创造产生电气与电子系统的有关学科的总和。21 世纪的电气工程概念已经远远超出这一范畴。如今,电气工程涵盖了几乎所有与电子、光子有关的工程行为。电气工程的发展程度直接体现了国家的科技进步水平,因此,电气工程的教育和科研在发达国家大学教育中始终占据重要地位。

电力工程及其自动化学科涉及电力电子技术、计算机技术、电机电器技术信息与网络控制技术、机电一体化技术等诸多领域,是一门综合性较强的学科。电气工程及其自动化专业范围主要包括三大部分:电工基础理论,电气装备制造和应用,电力系统运行和控制。电气工程及其自动化专业的基础性也决定了它具有很强的学科交叉和融合能力。

1.1 电气工程及其自动化专业发展现状

电气工程及其自动化的起源要追溯到 18 世纪,美国人富兰克林著名的“风筝实验”为人类解开了电的神秘面纱。不仅如此,电在自然界中的存在,也为电气工程奠定了最直接的受体。

1.1.1 电气工程的历史和形成

19 世纪初期,电流的磁效应、电磁感应定律相继被外国科学家发现。19 世纪中后期,麦克斯发现的电磁理论让电气工程的理论基础趋于完善。19 世纪末 20 世纪初西方发达国家陆续将电气工程专业植入大学课程,这是电气工程专业最早出现的地方。

在近 200 多年的历史,人类进步和文明的发展都围绕着一个核心,这就是电气工程技术的进步和发展。从 1800 年第一台伏打电池出现,1872 年西门子发明第一台转子发电机,1888 年特斯拉发明第一台感应电动机,1891 年第一条三相交流输电线路以及三相交流发电机,三相交流发电机和变压器的相继发明和使用,到 1904 年二极管、1906 年三极管、1940 年第一台模拟电子计算机,直至 1971 年第一块微处理器相继出现和大量生产。人类经历了电的发展和应用,电子管到大规模集成电路、运算放大器到计算机技术应用普及三大重要历程。如今,电气工程技术、计算机技术已经渗透到了各个学科领域。随着电子科学技术、通信技术等的不断发展,电气工程技术已经在各行业扮演了越来越重要的角色,同时也在人民生活中起着举足轻重的作用,占据非常显赫的位置。电气化的程度已经成为衡量一个国家、一个地区、一个城市是否发达和先进的标志之一,并且发挥着越来越大、越来越重要的作用。

对于 19 世纪初期闭关锁国的中国来说,一直到洋务运动时期,电气工程专业才被我国南洋大学堂第一个引进理论,并且设置了电机专科。这是我国大学最早的电气工程专业,至今约两百年,可以说电气工程在我国的发展历程也是比较有历史的。到 20 世纪中期,我国陆续开展电气工程专业,也逐步将电气工程纳入国家重点科研项目,大力培养相关人才。20 世纪末期,因特网互联世界,电力工程不再是单纯的电力工程,而是一项与计算机信息技术相互交叉的一门前沿学科。进入 21 世纪后,电气工程及其自动化发展迅猛,成为涉及人类生活最广的一门学科。

1.1.2 电气工程的理论基础及实践

(1) 电磁学理论的建立及通信技术的发展

大自然中的雷电使人类对电有了最早、最朴素的认识,天然磁石吸铁是人类对磁现象的最早观察。然而,人类对电磁现象的研究始于 16 世纪的英国。1663 年,德国科学家盖利克发明了摩擦起电的仪器;1729 年,英国科学家发现电荷可以通过金属传导等。这些都是人类对电的早期实验,之后又出现了一系列具有里程碑意义的发现与发明。

1) 库仑定律

1785 年,法国物理学家库仑通过扭秤测量静电力和磁力总结出:两个电荷之间的作用力与它们间距离的平方成反比,与它们所带电荷量的乘积成正比。这就是著名的库仑定律。这

一发现的历史意义在于它标志着人类对电磁现象的研究从定性阶段进入了定量阶段。

2) “伏打电池”

1799年,意大利物理学家伏特经过反复实验发现把任何潮湿物体放到两个不同金属之间都会产生电流。一年后,伏特发明了世界上第一个电池。自此,人类对电的研究由静电扩大到了动电,开辟了电学研究的新领域。

3) 电流的磁效应和安培右手定则

1820年,奥斯特偶然发现通电铂丝周围的小磁针发生轻微晃动,之后他经过反复实验证实了这一发现。其后,安培进行了更深入的研究,提出了右手定则,发现了电流方向与磁针转动方向之间的关系。安培还通过实验发现了两个通电导体和两个通电线圈之间相互作用的规律,从而奠定了电动力学的基础。

4) 法拉第发现电磁感应

英国科学家法拉第是第一个成功完成磁生电实验的人,并归纳出产生感应电流的五种情况:一是变化着的电流;二是变化着的磁场;三是运动的稳定电流;四是运动的磁场;五是在磁场中运动的电线。法拉第把这一现象叫做“电磁感应”。电磁感应的发现使生产电成为可能,至今,发电机、电动机、变压器都是运用电磁感应原理工作的。

5) 麦克斯韦建立电磁场理论

英国数学家、物理学家麦克斯韦总结了前人的一系列成果,用数学方程式表示电磁场,建立了完整的电磁理论体系,揭示了光、电、磁本质上的统一,并预言了电磁波的存在。1873年,他出版了电磁场理论经典著作《电磁学通论》,这是里程碑式的自然科学理论巨著。

任何科学发明与发现都是许许多多的科学家不懈努力的成果,德国物理学家欧姆、高斯、赫兹,美国物理学家亨利,俄国物理学家楞次等都为电磁理论的形成作出过贡献,本书不再一一列举。

电磁理论的建立为揭示无线电通信的发展奠定了基础。19世纪,通信技术取得了突破性成果,先后发明了有线电报、有线电话和无线通信。

(2) 电工技术的初期发展

人类社会发展历程中经历了三次工业革命,对人类的进步起到了巨大的作用。第一次工业革命是从18世纪中叶到19世纪中叶,以瓦特发明的蒸汽机为标志,以机械化为特征,中心在英国;第二次工业革命是从19世纪后半期到20世纪中叶,以工业生产电气化为主要标志,其成果是电力、钢铁、化工“三大技术”与汽车、飞机和无线电通信“三大文明”,其中心在美国和德国;第三次工业革命是从20世纪中叶到21世纪初,以社会生产、生活信息化为特点,又叫新技术革命。第二次工业革命就是从电工技术初创和应用开始的。

1) 直流发电机的诞生

1831年,英国企业家研制出了史上第一台发电机——蒸汽动力永磁发电机;1832年,法国科学家匹克斯发明了世界上第一台直流发电机;1866年,西门子发明了自激式励磁直流发电机;1870年,格拉姆发明了实用自激直流发电机,结构可靠,电流稳定,输出功率大,被各国广泛采用作为照明灯电源。

2) 远距离输电和电力工业技术体系的初步建立

1875年,法国巴黎火车站建成世界上最早的一座火力发电厂。爱迪生不仅发明了灯泡,他还在1882年建立了美国第一家直流发电厂,装有6台直流发电机,通过电缆输送照明用电,不过当时的最大输送距离只有1.6 km。之后爱迪生还建立了一座水电站,形成了电力工业体系的雏形。

3) 交流发电机电动机诞生

1876—1878年,俄国入亚布洛切科夫成功试验了单相交流输电技术。1885年,英国工程师菲尔安基设计的第一座交流单相发电站建成。同年,美国人威斯汀豪率领的团队完成了交流发电、供电系统,并创建了交流配电网。1883年,美籍电气工程师特斯拉发明了世界上第一台感应电动机,5年后他又发明了两相异步电动机和交流电传输系统。1888年,俄国工程师德布罗夫斯基和德尔伏发明了三相交流制。1891年,德国安装了世界上第一台三相交流发电机,并建成了第一条三相交流输电线路。自此,三相异步电动机得到了广泛应用,电能逐步取代了蒸汽成为动力源,电力工业得到了迅速发展。

(3) 电工理论的建立

1) 电路理论的建立

关于电路的早期研究有:1778年,伏特提出了电容的概念,给出了导体上储存电荷的计算方法 $Q = CU$;1826年,欧姆发表了欧姆定律;1831年,法拉第提出了电磁感应定律;1832年,亨利提出了磁通量计算公式。

1845年,德国物理学家基尔霍夫提出了关于任意电路中电流、电压关系的基本定律:电流定律(任意时刻电路中任何一个节点的各条支路电流的代数和为零);电压定律(任何时刻电路中任意一个闭合回路的各元件电压的代数和为零)。这两个定律发展了欧姆定律,奠定了电路系统分析的基础。

1853年,英国物理学家汤姆逊推导出了电路振荡方程,得出了莱顿瓶发电过程中电流在反复振荡且不断衰减的结论,并计算出振荡频率与 R 、 L 、 C 参数之间的关系,奠定了动态电路分析的基础。1855年,汤姆逊还建立了长距离电缆的等效电路模型。

1893年,美籍电气学家施泰因梅茨提出了计算交流电路的方法——“相量法”,实用易懂,至今在分析正弦交流电路时依然沿用此法。

其间,赫尔姆霍兹提出的等效发电机原理、基尔霍夫建立的长距离架空线路分布参数电路模型、亥维赛德找出的求解电路暂态过程运算法、傅立叶用数学方法建立的热传导定律等,都对电工理论的丰富和完善起到了重要作用。

2) 电网络理论的建立

通信技术的兴起推动了电网络理论的发展。1924年,福斯特给出了电感和电容二端网络的电抗定理,建立了由给定频率特性设计电路的电网络理论。

1945年,美国科学家伯德总结出了分析线性电路和控制系统的频域分析方法。1953年,梅森创建了采用信号流图分析复杂回馈系统的方法,并被广泛应用。20世纪50年代,美国科学家达默制成了第一批集成电路,从此电路理论中增加了对含源器件的电路分析和综合。20世纪70年代,在L. O. Chua等科学家的努力下,器件建模理论日趋完善。20世纪中期,电子计算机的出现使电网络的计算机辅助分析和设计成为电路理论研究中的基本手段。

(4) 新技术革命对电气工程技术的推动

20世纪中叶开始的第三次技术革命又称为新技术革命,以核能、宇航和电子计算机这三大技术为主要标志。这个时期的主要理论是信息论、系统论和控制论。这三大理论的创立为通信工程技术和现代科学技术的研究提供了全新的科学方法。

1) 计算机的升级换代对电气工程技术的推动

自19世纪第一台电子计算机问世以来,经过几十年的发展,计算机给人类社会带来了翻天覆地的变化,人类社会从此走进了信息时代。1952年问世的第一代计算机使用的是真空电子管,不仅体积巨大,而且耗电量惊人。1959—1963年生产的第二代计算机用晶体管替代了真空电子管,大大提高了运算速度,减少了耗电量,减小了体积,运用在了军事和科研领域。1964—1970年生产的第三代计算机用集成电路替代了晶体管,不仅极大地提高了运算速度而且降低了成本,计算机开始进入普及阶段。1971年至今生产的第四代计算机使用了超大规模集成电路,实现了计算机网络化,计算机普及到了个人。计算机的升级换代推动了控制技术的发展,形成了计算机管理生产系统,提高了生产效率和产品质量。

2) 电子信息技术的发展

电子信息技术是计算机技术和电信技术相结合而形成的技术手段。20世纪,通信技术得到了迅猛发展,人类社会生活也由此发生了巨大变革,人类从此进入信息时代。

1920年,人们发现电离层对无线电短波有反射作用。1935年,人们发现了雷达并广泛应用于军事和民用通信领域。1964年,美国发射了第一颗地球同步静止轨道通信卫星,突破了大气层对无线电波的屏蔽,实现了宇宙范围的无线电通信。20世纪70年代,计算机网络系统的建立使人们开始通过互联网获取信息。20世纪80年代以后,寻呼机和移动电话逐步得到广泛使用,现今信息服务业已成为世界上发展最快的新兴行业之一。

电气工程技术发展史再次印证了这样两个真理:一是任何理论的创立和技术的进步都要靠众多科学家甚至一代代人的不懈努力而实现,特别是在学科相互融合交叉的今天;二是科学技术的每一次重大突破都会导致生产力的跨越式发展和人类社会的巨大进步,科技是第一生产力,创新是社会发展的推动力。

1.1.3 电气工程专业形成及发展现状

传统的电气工程定义为“用于创造产生电气与电子系统的有关学科的总和”。这一定义本来已经十分宽广,但随着科学技术的飞速发展,21 世纪的电气工程概念已经远远超出了上述定义的范畴。由于电气工程领域知识宽度的巨大增长,要求重新检查甚至重新构造电气工程的学科方向、课程设置及其内容,以便使电气工程学科能有效地回应社会的需求和科技的进步。

随着社会的发展和科技的进步,技术密集型企业大量涌现,对员工素质提出了新的要求,高级应用型人才成为产业技术革新和转型升级主导力量。应用型本科教育是以高级应用为目的的专业性通才教育,以现代工程师为培养目标,是学历教育和素质教育的统一。应用型本科教育在组织形式、育人机制及经费来源上应与社会高度联合,在人才培养过程和模式上应高度重视和企业的高度融合。

良好的实践教学体系是应用型本科培养学生分析问题和解决问题能力的重要保障,从广义上讲,电气工程学科涵盖的主要内容是研究电磁现象的规律及应用有关的基础科学、技术科学及工程技术的综合。这包括电磁形式的能量、信息的产生、传输、控制、处理、测量及其相关的系统运行、设备制造技术等多方面的内容。19 世纪末,电工科学技术已形成了电力和电信两大分支。进入 20 世纪以后,电工科学技术的发展更为迅速,应用电磁现象的技术门类日益增多,发展和形成了许多独立的学科,如无线电技术、电子技术、自动控制技术等。电工科学技术通常主要是指电力工程及其设备制造的科学技术。

目前,大多院校的电气工程及其自动化专业中,电气工程一级学科中下属 5 个二级学科,分别是电机与电器,电力系统及其自动化,高电压与绝缘技术,电力电子与电力传动,电工理论与新技术。

电机与电器学科包括:电力系统中的大型发电机、电动机,有着广泛应用的中小型电机。前者侧重于运行分析、建模仿真及监测诊断,后者侧重于理论分析、设计方法及现代节能控制技术。就电力工业本身而言,电机就是发电厂和变电站的主要设备,它在机器制造业和轻、重型制造工业中应用广泛。可以说,只要涉及电机的场所都能看到该学科的研究成果。该专业毕业生可在电力系统相关单位从事大型电机运行分析、监测控制或故障诊断等相关技术工作,也可在其他行业从事电机设计及运行控制和节能技术开发工作,还可在相关科研单位、高

等学校从事科研及教学工作,或从事与电机及其运行控制相关的管理工作。

电力系统及其自动化学科涉及电力生产的全过程(包括发电、输电、配电、用电等),其研究内容衍生的各项技术成果广泛应用于发电厂、变压器、输电线路和配电装置中,涉及控制、优化、经济、稳定等多项指标。除了涉及电气工程相关知识外,该专业对自动化、测量、计算机、通信等技术也有较高要求。该专业是目前电气工程相关学科中研究生报考最热门的一个,竞争比较激烈,特别是该学科优势明显的院校,录取比例更低。该专业对掌握电气工程的基础知识要求更高,此外还要加强对电路理论、控制理论、信号与系统理论等基础理论的学习和应用。

高电压与绝缘技术学科主要运用于电力系统防雷保护设计、绝缘子在线监测、防污闪、水果保鲜、真空断路器设计、脉冲储能技术及军工产品等,其研究内容与多个学科交叉,如脉冲与等离子方向、超导技术方向、自动化方向等。该专业毕业生可在电力系统、电工制造和技术物理等领域从事高电压、强电流技术、绝缘技术、放电应用技术、过电压防护技术、电磁兼容技术等方面的研究,或成为从事设计、制造、运行工作的高级工程技术人才。如今,高电压这一传统专业又创新,显现出前所未有的生机,可谓“老树发新枝”。但是与电力系统及其自动化专业相比,该专业相对冷门,竞争强度不大,录取比例接近1:1。传统高电压技术是一门试验型学科,理论与实践在研究工作中占有相当比例。但是近年来高压专业有向基础理论研究和计算机模拟仿真方向发展的趋势,试验平台的建设离不开自动控制和电力系统自动化方面的专业知识。

电力电子与电力传动专业在各级工业、交通运输、电力系统、新能源系统、计算机系统、通信系统以及家电产品等各个领域都有广泛应用,如航天飞行器中的特种电源、远程特高压电压传输系统,家用空调、冰箱和计算机电源,都离不开电力电子及电力传动技术。电力电子技术在输电网中的应用——直流输电已是较为成熟的技术,可控串补、静态无功发生装置等技术也正在快速发展中,电力电子技术应用于配电系统则是近年来随着电力用户对电能质量要求的提高而发展起来的,前景光明。因此,该专业毕业生的就业领域非常广泛,各级电力系统都急需这方面的人才。

电工理论与新技术学科主要从事电磁现象的基础理论研究及新技术的开发与应用,为电气工程学科准备必要的理论基础。该学科是电气工程一级学科下的二级学科,主要从事电磁现象的基础理论研究及新技术的开发与应用,电磁能量和电磁信息的处理,控制与利用为目的的基础,衍生各类高新技术,如强磁场和磁悬浮技术、脉冲功率技术、电磁兼容技术、无损检测与探伤技术、新型电源技术、大系统的近代网络理论与智能算法应用技术等,而且与其他学科交叉、融合,发展形成多种新技术,如电磁环境保护技术、生物电磁学技术等,并成为边缘学科和交叉学科的生长点。该学科为电气工程学科准备必要的理论基础,对电气工程学科的发展

和社会进步,对高级科技人才的培养具有重要的学术和技术支撑作用。

电气工程学科涵盖的主要内容有:电机与拖动技术;发电厂一次、二次设备及主接线,电力网动态及稳定性,电力系统经济运行,电力系统实时控制,电能转换;高压电器,高电压测试技术,过电压防护;电力电子器件,电力电子装置,电力传动;电网络理论、电磁场理论及其应用,信号分析与处理,电力系统通信与网络,电力信息技术,计算机科学与工程等。

随着基础理论研究的逐步深入,科学技术的不断进步,全新的设计理念、设计方法的提出,在今后若干年内,它们会对电气工程学科的发展趋势产生较大的影响。

①信息技术的进步将对电气工程学科的发展产生决定性影响。信息技术广泛的定义是包括计算机、世界范围高速宽带计算机网络及通信系统,以及用来传感、处理、存储和显示各种信息等相关支持技术的综合。信息技术对电气工程的发展具有特别大的支配性影响。信息技术持续以指数速度增大,在很大程度上取决于电气工程中众多学科领域的持续技术创新。反过来,信息技术的进步又为电气工程领域的技术创新提供了更新、更先进的工具基础。

②电气工程学科与物理科学的相互交叉面拓宽,将为电气工程学科的发展带来新的机遇。由于三极管的发明和大规模集成电路制造技术的发展,固体电子学在 20 世纪的后 50 年对电气工程的成长起到了巨大的推动作用。电气工程与物理科学间的紧密联系与交叉仍然是今后电气工程学科发展的关键,并且将拓宽到生物系统、光子学、微机电系统等领域。21 世纪中某些最重要的新装置、新系统和新技术将来自这些领域。

③快速变化的新技术、新方法将成为电气工程学科提供更科学的技术方案。工程技术的飞速进步和分析方法、设计方法的日新月异,使得我们必须每隔几年就要对工程问题过去的解决方案重新进行全面思考或审查,力求寻找更科学、更有效的工程技术方案。这对高等院校如何设计电气工程及其自动化专业的课程体系,如何制订教学计划、培养目标,都有很大的影响。

电气工程学科注重理论与工程实践相结合,加强理论基础,拓宽专业知识面。随着电气工程科技进步和自动化水平的提高,电气工程学科专业技术人才必须掌握信息技术、自动化技术和计算机技术。

1.2 应用型本科院校电气专业的人才培养目标及条件

应用型本科院校以培养学生实践创新能力为目标,对电气工程及其自动化的课程体系和培养计划进行深入研究,构建和实施以“通识教育为基础的宽口径专业教育”的课程体系。该课程体系应遵循“以‘学生为本’,实现‘知识、能力、人格’协调发展和综合提高”的原则,加强

通识教育与基础教育,拓宽学科基础,凝练专业特色,重视培养学生的综合素质和能力。低年级主要在通识教育和基础课程平台上培养,高年级应按学生兴趣选择专业或专业方向,主要在专业学科基础课程和专业特色课程平台上培养,使同类各专业学生能做到交叉通融,扩大学生的学习自主权,激发学生学习的积极性、主动性和创造性。推动课程教学方法的改革,形成多种适合培养工科学生创新能力的启发引导教学法,如围绕“问题”展开的教学法、启发式教学法、探究讨论法、案例教学法、现场教学法;全面实施课程、教材、专业和教学团队建设。

1.2.1 人才培养条件

应用型本科院校培养的学生大多以动手能力较强的工程师及技术工人为主。其中,工程师在电气工程及其自动化工程项目整个实施过程中起着决定成败的重要作用,他们是工程指挥者、组织者、实施者,是工程的中流砥柱、桥梁。而技术工人是工程的直接实施者,他们是中坚力量,是创造价值、创造财富的主力军,是配合工程师工作的得力助手。

在工程中,工程师应该做到:熟读和掌握工程设计图样和设计文件;编制施工组织设计并付诸实施;向施工人员技术交底,把设计图样存在的缺陷、不足反映给设计单位;解决工程中出现的技术难题及质量和安全事故;监督和监管工程的运行维护,引进新技术、新设备,并在技术上创新。技术工人在工程中要完成安装、调试、运行、保养、修理等项目,确保工程质量;同时还应与时俱进,学习新技术、新工艺,通过不断深入学习和实践提高自己,以适应新形势、新技术的需要。

针对以上分析,我们可以将应用型本科院校中电气专业建设内容归纳为:

(1) 办学理念和专业建设观念的更新

办学理念和专业建设观念是特色专业建设的指导思想,影响着特色专业建设的方向、进程和绩效。专业综合改革试点工程是一项涉及专业建设多方面的创新和变革的教学改革活动,必须首先专业建设和教学理念上实现变革,更新传统的教学观念以适应这种教学改革的需要。

①进一步改革人才培养方案,构建符合对应用型高级技术人才要求的具有行业技术应用时代特色和专业特色的人才培养方案。其中,电气工程及其自动化专业根据原国家教委制定的“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的目标,收集、比较和研究了大量国内外高等工程教育资料,提出了“工程类本科教育是通识与专业并重的专业教育”“应用型人才培养应在知识、能力、素质诸方面协调发展,体现人才培养的综合性、复合性和应用性,并具有一定的创新意识”的人才培养模式改革指导思想。

②夯实工程基础,强化实践性教学。工程应用型本科人才的培养,不仅要强化实践能力,也要夯实工程基础。只有兼而有之,才能更好地筑成工程应用型的整体素质。尽管属于工程

应用型范畴的技术实施型、工程管理型工程师,不像研究性、设计型工程师那样经常从事工程技术开发、工程基础研究工作,却经常需要在生产一线面临全新的设计、试验、制造和技术、工艺创新。这都是需要坚实的工程基础、充足的自我发展潜力。只有在校时夯实工程基础,学会学习,才能跟上科技进步和社会发展的步伐。

(2) 专业教学条件建设与实践教学建设

建设实验室、实习和实训基地,推动和促进了本专业的硬件建设。要培养高等技术应用型人才,必须有良好的硬件设施和条件,这是形成工学专业教育应用型特色人才培养的物质基础。加强实验室建设和实训基地建设是专业建设的一项重要任务。现代工程师的成长,一般都要经历工程理论知识学习、工程实践训练和工程经验积累三个阶段。前两个阶段可由学校完成。应用型本科高校应该建设工程实践训练中心。这一中心应集综合性、创新性、先进性和可持续发展性为一体。

现代计算机技术和电子技术飞速发展,并迅速渗透到传统电气工程学科各个领域,使得电气工程学科技术发生极大变化。社会对工程人才提出了新的要求,一方面要求其既要懂得生产技术和生产工艺;另一方面又要求其具备适应科学技术进步的能力,即应用型人才。应用型人才是指具有一定复合型和综合型特征的技术(包括经技术、理论技术),能将专业知识和技能应用于从事专业的社会实践的一种专门的人才类型。

电气工程及自动化工程项目的设计在工程的全部过程中处于非常重要的地位,设计上的细微失误都会给工程带来重大的损失。电气工程及其自动化工程的安全性是工程中的重中之重。所以,在电气工程的设计中,必须保证先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。电气专业也因此要与时俱进,不断发现新技术、新工艺、新设备、新材料,提高自身技术素质。

1.2.2 人才培养目标

电气工程专业主要特点是:强电与弱电结合,电力技术与电子技术结合,元件与系统结合,计算机软件与硬件结合。

依照教育部电气工程及其自动化专业教学指导分委员会的建议,电气工程专业本科生培养目标为:本专业培养能够从事与电气工程有关的电气装备制造、系统运行、自动控制、电力电子技术、信息处理、试验分析、研制开发、经济管理,以及电子与计算机技术应用等领域工作的宽口径、复合型高级工程技术人才。

业务培养要求:本专业学生主要学习电工技术、电工技术、信息控制、计算机技术等方面较宽广的工程技术基础和一定的专业知识。

通过4年的学习,毕业生应获得以下几方面的知识和能力。

①掌握较扎实的数学、物理、化学等自然科学的基础知识,具有较好的人文社会科学、管