

与信息时代同行，与创新精神共进

——北京信息科技大学信息与通信工程学院
2019年大学生创新实践与教学改革论文集

主编 李学华 杨 玮



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

与信息时代同行,与创新精神共进

——北京信息科技大学信息与通信工程学院
2019年大学生创新实践与教学改革论文集

主 编 李学华 杨 玮



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书收录了北京信息科技大学信息与通信工程学院自2019年以来开展大学生科技创新活动、与企业共同实施“实培计划”项目以及教师进行教学改革和实践方面的最新成果。体现了为培养德智体美劳全面发展,具有家国情怀、创新精神、国际视野,担当民族复兴大任的信息通信专业高素质应用型人才,以项目驱动,以创新激励,与产业协同育人,与时俱进的理念与举措。本书可供学校各教学单位参考以及其他同类院校交流使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

与信息时代同行,与创新精神共进:北京信息科技大学信息与通信工程学院2019年大学生创新实践与教学改革论文集/李学华,杨玮主编.--北京:北京邮电大学出版社,2020.8

ISBN 978-7-5635-6136-0

I. ①与… II. ①李… ②杨… III. ①高等学校—教学改革—文集 IV. ①G642.0-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第134744号

策划编辑:刘纳新 姚顺

责任编辑:满志文

封面设计:七星博纳

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号

邮政编码:100876

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:13.25

字 数:327千字

版 次:2020年8月第1版

印 次:2020年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-6136-0

定 价:58.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

编委会

主 编 李学华 杨 玮

编 委 (按姓氏笔画排序)

王占刚 厉夫兵 朱希安

张月霞 曹 林 焦瑞莉

前 言

北京信息科技大学由原机械部所属北京机械工业学院和原电子部所属北京信息工程学院合并组建,是北京市重点支持建设的信息学科较为齐全的高校。当前,学校顺应信息时代发展趋势,致力于建设信息特色鲜明的高水平大学,为建设信息强国贡献力量。现有全日制本科生 10 909 人,研究生 1 587 人,留学生 164 人。拥有北京市高精尖学科 2 个,省部级重点实验室 26 个,在新一代信息技术、智能制造、国防军工等领域取得突出成绩,在高端软件、传感技术、高端装备制造等领域一批成果实现产业化。拥有国家级实验教学示范中心 2 个、国家级大学生校外实践教育基地 1 个、国家级工程实践教育中心建设单位 1 个,北京市实验教学示范中心 5 个、北京市校外人才培养基地 5 个。获得国家级教育教学成果二等奖 1 项,入选首批北京市深化创新创业教育改革示范高校。

信息与通信工程学院是北京信息科技大学突出信息特色的学院,设有通信工程、电子信息工程和物联网工程三个本科专业(系)。其中,通信工程专业,突出“智能融合通信”的特色,入选教育部“卓越工程师教育培养计划”,并于 2017 年通过国际工程教育专业认证,2019 年入选北京高校重点建设一流专业;电子信息工程专业,突出“智慧网络与信息处理”特色,是国家和北京市特色专业,工程教育认证自评报告已经获得通过,专业教学团队是北京市优秀教学团队;物联网工程专业,突出“智慧网联”的特色,是新一代信息技术新兴专业。学院以国际工程教育专业认证为引领,立足北京,辐射全国,以北京十大高精尖产业为牵引,助力北京全国科技创新中心建设,重点培养适应新一代信息技术、人工智能、高速宽带通信产业发展以及智慧城市建设需求的,具有扎实的专业基础、良好的学习沟通能力和宽广国际视野的高素质专门人才,努力打造“就业有优势、深造有基础、发展有信心”的高质量成才模式。

学院是全国地方高校中首个推行新生工程认知教育改革的单位,新生导论课入选教育部“双创示范校”的“专创融合特色示范课”,“系好大学第一粒扣子”的新生创客大赛等系列改革举措被中国教育报、中国教育电视台多次报道。从创客大赛中走出来的徐云岫同学,在抗击新冠肺炎疫情期间制作发布的科学小

视频《为什么现在不能开学?》,利用数码动画和软件模型形象展示了校园疫情的模拟传播效果,在全网获得超过一亿次的播放量,并被人民日报、新闻联播、人民教育等多家媒体和多所大学官方账号争相转载,这是学生专业优势,创新能力和社会责任感的综合体现。

学院长期与行业企业密切合作,协同育人。拥有中兴通讯国家级工程教育实践基地 1 个,市级校外人才培养基地 2 个;设有通信技术、电子信息技术和物联网工程等教学实验室,教学科研仪器设备总值 5 000 余万元。学院开发的《5G 物联网通信》在线虚拟仿真实验,以电子竞技的形式让学生组成战队开展实验,寓教于乐、与时俱进、特色鲜明,被中国网、现代教育报、学习强国等多个平台关注报道,大学生杂志还对学生进行了专访。

学生在国家和省部级各类学科竞赛中屡创佳绩,近三年获省部级以上奖项 140 余项,每年有近 200 名学生获得华为、中兴、工信部、中国移动颁发的职业工程师认证证书。学院累计九年获得“华北五省及港澳台大学生计算机应用大赛”优秀组织奖。获得国家级教学成果奖和北京市教学成果奖等多项奖励。

为了系统总结学生实践创新和工程应用方面的成果,促进成果应用推广,学院自 2016 年起,定期将相关成果汇编成册,至今已出版了 2016 年、2017 年和 2018 年大学生创新实践与教学改革论文集,反响良好。

本论文集收录了 2019 年以来的以学生为主要作者的论文以及部分教师教学改革实践类论文,分为“教学实践类”“科技创新类”和“实培计划类”,体现了我院学生在创新创业、工程实践方面的成果和教师开展教学改革探索的最新进展。本书可作为同类院校大学生创新创业能力培养的借鉴与参考。

本书的出版受到了北京市财政专项“促进高校内涵发展—大学生科研训练项目、教学改革项目、实培计划—大学生科研训练计划深化项目、实培计划—毕业设计(科研类)”的资助。

由于时间和水平有限,书中难免出现错误和纰漏,恳请广大读者批评指正。

编者
2020 年 3 月

目 录

教学实践类

本科生-研究生工程电磁场类课程的协同规划初探	3
课程思政在创客教育中的实践与探索	10

科技创新类

基于 Arduino 和 Intel 主机的对静态低速物体捕捉机器人的设计与实现	19
B-SEAL 三栖球形机器人	32
基于 Arduino 的智慧图书馆设计与实现	41
对智能仓库中货物分拣和出入库的模型优化	47
基于微信小程序的厕所信息管理系统设计	56

实培计划—毕设(科研)项目

基于 NB-IoT 的导航通信一体化信号体制设计	63
导航通信一体化信号体制研究	75
基于 5G 通信的定位技术研究	87
基于天基物联网的低轨星座设计	98
基于集成学习的交通模式识别算法研究与实现	108
基于 CNN 的交通模式识别仿真及 Android 平台实现	118
基于 Adaboost 的交通模式识别 Android 平台 App 软件设计及实现	127

实培计划—大创深化项目

基于大数据的高校学生分析系统设计与实现	135
基于 OpenCog 的移动机器人路径规划研究与设计	144
基于大数据的用户行为分析系统的设计与实现	151

静态 L3VPN 在 PTN 中的设计与实现	156
PTN 中共享环保护的优势与部署	163
PTN 中电信级业务的质量保证与应用	171
基于 Arduino 的两轮平衡小车防摔倒设计	177
基于两轮平衡机器人通过通信网络系统进行控制的研究与开发.....	183
基于两轮平衡机器人的人工智能和自主学习功能的研究与实现.....	188
基于两轮平衡机器人的视觉识别系统的设计与实现.....	194



教学实践类

本科生-研究生工程电磁场类课程的 协同规划初探^①

缪旻 李振松

(北京信息科技大学信息与通信工程学院,北京,100101)

摘要:“电磁场与电磁波”等工程电磁场课程在通信工程专业本科课程体系及信息与通信工程学科研究生课程体系中占有重要地位,其建设长期以来受到高度重视,但教学效果的提升始终存在一定的瓶颈。作者面向本科、研究生长期讲授该类课程,观察到在不同培养阶段开设的同类课程在课程规划与建设方面普遍存在的内容过度重复、课程定位模糊、衔接困难等问题。本文结合作者亲身实践及国内外人才培养模式的变革动向,对上述这些问题进行了梳理,提出对本科、研究生阶段该类课程应进行协同规划的观点,并探讨了协同规划的要点和可行的对策。

关键词:课程建设;课程协同规划;教学法改革;人才培养模式改革。

Exploration of the co-planning of engineering electromagnetics for both undergraduates and postgraduates

Miao Min Li Zhensong

Abstract: Engineering oriented Electromagnetics courses such as “Electromagnetic Field and Waves” are among the major requisite courses in both the undergraduate and post graduate education systems. Although these courses have long been highly valued and paid attention to, bottlenecks exist in the pursuit of teaching effects enhancement. The authors have lecturing such course for both undergraduate and postgraduate for over 10 years, and issues like excessive repetition in contents, obscure course orientation and difficulties in convergence, have been found out in the personal teaching practice. In this paper, combining the personal experience with the investigation of talent training mode reform trends, the issues as mentioned are systematically analyzed, the co-planning of engineering electromagnetics courses for both undergraduates and postgraduates are proposed as a possible solution, together with the key points of the co-planning and feasible options in implementation.

Key words: course construction; co-planning for courses; teaching methodology reform; talent training mode reform.

一、引言

面向工程实际的电磁场理论在电子通信类专业的知识体系中居于核心地位,其应用研

^① 项目来源类别:北京信息科技大学本科教改项目、研究生教改项目资助。

究对这些专业领域发展的核心支撑作用仍在不断加强,受到人们的高度重视。作为这些本科阶段乃至研究生阶段的核心主干课,“电磁场与电磁波”课程的教学质量关乎应用型创新型人才培养目标能否实现。由于电子通信类专业领域发展对高水平人才的需求和学生的职业规划意识日益增强,如何建立本科-研究生一体的培养体系就有着重要意义。特别是对于其中两个培养阶段都必须开设的主干课来说,如何科学合理规划其课程、实现协同建设,对提升培养效率和效益有着重要意义。从作者在两个阶段开设相关课程的长期实践来看,这一问题还没有得到充分的认识和重视,这已经成为本科生-研究生一体化培养进程中的一个重要瓶颈问题,对学生学习质量和效率的提升有着负面影响。本文论证了将两个阶段工程电磁场类课程进行协同规划的重要意义,介绍其相关实践对课程建设和教学质量提升的积极效果,分析对教学管理和教师本身的挑战和对策。这一教学实践对我校本科生、研究生教育教学和教学管理的改革具有重大意义,对其他高校的相应课程改革可能也有一定的参考价值。

二、国内外工程电磁场类课程建设与教学改革趋势与通信工程专业人才培养模式改革简析

1. 课程建设与教学改革发展趋势

无论是本科生还是研究生的培养中,电磁场类课程是各重点高校电子、通信类专业与学科明确的重点建设课程,投入优质师资并给以经费的保障,往往也是精品课程的选拔对象。近几年来,各高校电子通信类专业为跟上技术前沿的飞速发展,同时确保宽口径培养的要求,对电磁场类课程的学时进行了压缩,其授课学时压缩比最高可达 50%。为应对这一发展趋势,各高校对传统教学的内容讲解以及教材的选用进行相应的调整,完善了相关的实验和课外培训手段。通过对国内各知名高校的走访调研和近 10 年发表的相关文献分析可以梳理出如下重要的课程建设与教学改革动向。

(1)从人才培养的整体性出发,将本科课程体系内的电磁类课程的内容进行协同优化,并精心选择或编写面向工程实际需要、内容条理清晰优化、贴近工程发展前沿的现代化教材^[1]。

(2)注重课堂调度营造鼓励创新和想象的课堂气氛,例如以研究型学习方式的建立为抓手,调动学生的好奇心和求知欲,让其精神集中,从而激发主动求知的动力,积极思维,敢于标新立异,提升教学效果^[2]。

(3)引入多媒体手段,将抽象的电磁场理论和难以为人的感官直接感受的电磁波可视化,方便学生的理解^[3]。

(4)加强理论教学与实践教学的联系,面向实践实验优化理论教学,为前者打好坚实的理论基础^[4]。

(5)加强题库和网络课程资源建设,改进教学评价手段的有效性和合理性^[5]。

(6)通过讲授源于工程实践的教学案例,生动体现电磁场理论的精髓要义,同时激发学生的学习欲望与热情^[6]。

2. 人才培养模式改革动向

根据工程认证的 OBE 理念,一门课程的规划与完善离不开对培养对象及其培养定位的

分析,并需结合具体的培养方案来制定。通过对电子通信领域各知名高校(包括美国和中国台湾地区)的走访调研和近 10 年发布的相关代表性文献^[7-11]分析,并结合我校实际,梳理出如下重要的培养模式改革动向。

(1)在卓越工程师和新工科教育培养理念指导下,实现本科-研究生贯通培养,例如清华大学、北京邮电大学的一站式培养计划,这些培养计划实施都在 10 年以上,培养出大量高质量的人才。

(2)人才培养分阶段、分梯次、跨学科,多维度开展,实现了紧密的校企结合,做到知识学习与能力培养不断线,例如北京邮电大学、北京航空航天大学等高校进入 21 世纪以来依托大类招生等新培养体系建设的贯通式培养计划,这些计划的实施效果带来的人才培养质量的提升有目共睹。

(3)为提升培养效率,在提高综合素质培养、全方位充实教学内容的同时,精简优化课程教学内容,考虑到电子信息与通信类专业的发展日新月异,这一调整应该是动态的。

将上述动向分析与我校信息与通信工程学院的电子信息技术工程、通信工程、物联网工程等三个电子通信类专业及相应的学科研究生培养体系与定位相结合,可以看出:一方面,学生的学习内容及培养要求需保持与国际技术发展前沿的衔接,教学内容快速更新,而且学生通常必须具备硕士及更高的学历才具有就业竞争力;另一方面,基础课在学时压缩的同时还需要有力支撑对本科生和研究生培养目标的达成。这提示我们,必须把工程电磁场这一基础课放在培养模式改革的大背景下,以本科-研究生培养贯通的理念来优化其课程建设,而本科阶段和研究生阶段都需开设的工程电磁场类课程的协同规划就有其重要意义。

三、关于本科、研究生阶段工程电磁场类课程协同规划必要性的思考

将本科、研究生阶段工程电磁场课程协同规划的必要性可以从如下方面进行论证。

(1)本科、研究生阶段培养体系的融合、衔接与协同日益成为电子通信类专业人才培养的必经之路。从行业发展对人才培养的需求角度看,随着技术前沿的飞速发展,本科毕业生的能力与综合素质很难满足电子通信行业的高要求,就业面日益狭窄,有高不成、低不就的现象,目前越来越多有志于该领域的学生都主动选择在获得硕士学位后再就业,因此将本科和研究生阶段的人才培养协同起来,实现两个体系的融合、衔接,就成为满足行业需求及学生个人发展的重要途径,而作为一门在本科和研究生阶段培养体系中均占有重要地位的主干课,工程电磁场类课程的协同规划与建设也成为必然选择。

(2)本科、研究生阶段工程电磁场类课程的培养定位不同,而在目前压缩课内学时并建立宽口径、厚基础、重实践、复合型的培养体系这一变革趋势下,必须优化课程的定位和内容的精准衔接,不仅仅做到大学物理电磁学和工程电磁场课程的衔接,还要把研究生阶段的高等工程电磁场类课程也纳入整个从本科到研究生的专业培养体系中,避免重复教学导致时间的浪费,提高培养效率并帮助学生建立坚实的“场与”路的知识体系,为未来更高阶段的培养和就业中的职业培训与终身学习奠定牢固的地基。

(3)本科、研究生阶段学生的学习行为和个性存在显著差异,因此从因材施教角度考虑,需要优化两个阶段的教学内容及方式,实现培养效益的最大化。例如,本科阶段学生多为被动式学习,而且辩证思维能力有待提升,此时的教学内容应该偏基础、偏经典物

理,以课堂讲授为主,并着力提升其辩证思维;在研究生阶段,学生对自己的未来有更清晰的规划,有可能结合科研第一线需求采取研究式学习方法,此时的教学可以以“讲授+案例教学”的方式来进行,着力提升其辩证思维和解决未知问题的动力与能力。

四、本科-研究生阶段工程电磁场类课程协同规划的初步探索

1. 课程的再定位

根据作者的课堂教学与指导研究生的亲身实践经验,结合国内外相关发展动向的调研,认为两个阶段的定位可归纳为“在本科阶段打基础、研究生阶段上台阶”。具体来说如下所述。

(1)本科阶段的工程电磁场课程侧重建立经典电磁学的基本概念,在知识的掌握上强调对场论、实验定律、基于麦克斯韦方程组的电磁场建模与求解、平面波的传播,简单导波系统和辐射问题等内容的理解,在计算能力方面掌握以矢量微积分为核心的解析建模与分析方法体系,以此建立对有工程背景的问题的理解和分析能力。

(2)研究生阶段的工程电磁场课程在我校命名为“高等工程电磁场”,侧重电动力学,注重从场的产生、接收、传播以及场与实体物质的相互作用、电磁场与力学场量间的耦合与变换、爱因斯坦的时空观念与质能关系,强调运用相关的场论工具去解决来源于工程实践的问题、甚至研究课题。

2. 课程内容及培养要求、教学方式的协同调整与优化

根据上述的定位,从 OBE 培养理念出发,相应制定了更详细的培养内容与要求,并规划制定了相应的教学方式。在调整优化方面的总的思路如下。

(1)本科阶段以讲授为主,注意以多媒体可视化手段加深学生的理解,在教学后期逐步增加一些抽象思维能力方面的培养;注意基本计算能力的培养,特别是对建立在矢量微积分与场论基础上的麦克斯韦方程组的变换、边值问题的求解;注重以抽象自工程实践的问题的训练,相应加强案例教学的导入,目前在于增强学生的学习兴趣,让学生不仅接触科技前沿,而且注意拓展思路,敢于创新;在思维锻炼方面,注重辩证性思维的养成。通过上述的举措,为研究生阶段的培养奠定坚实的知识和能力基础。

(2)研究生阶段则针对学生对职业发展和科技前沿有浓厚兴趣并已经基本明确研究方向、辩证思维已经基本建立的特点,注重把电磁学上升到电动力学的角度,让学生掌握场、波的规范表示、场/波与物质的相互作用、新时空观(相对论)、新的能量/动量观念(视情况还可以补充量子电动力学的基本概念等),在此基础上深刻理解电磁波辐射/接收、传播以及电磁域与其他物理域的耦合与变换规律,形成可以求解电子信息处理与传送相关的种种工程问题的基本思路 and 知识框架,掌握科技发展前沿对电磁理论的需求牵引,为论文研究打下坚实的基础。在教学方式和课程组织上以“讲授+案例分析”、交叉推进、研究型学习为主的方式展开。

(3)在两个阶段课程的区别及差异化方面,在本科阶段注重以矢量微积分和场论、麦克斯韦方程组为核心的经典电磁学为主,不过分强调数学的严谨性而是注重数学公式背后的物理含义,以传统的时空观为主,避免学生面对复杂的时空变换时产生畏难情绪,影响学习效果;相比之下,在研究生阶段增加对经典电磁学知识体系的回顾与梳理,但不简单重复,而

是注意其规范性,从而建立更规范的基于矩阵、张量的数学表达体系,在此基础上建立完备的电磁场能量、动量表达体系以及广义相对论时空观和质能关系,建立电磁场/波与实体物质间的作用关系,掌握基于几何光学和场的传播规律及其相互间的联系,最终为研究生阶段的实际电磁相关课题研究打下坚实的基础。

(4)在课程内容的衔接方面,在本科阶段以案例分析等教学环境引入对工程问题及其电磁学分析工具的介绍,但注意控制其难度和对学生时间的占用;在研究生阶段注意用一次课系统梳理麦克斯韦方程组为核心的传统电磁学知识体系,建立其规范形式,引导学生思考其局限性及更规范的电动力学知识体系的必要性和可行性,注重引导学生以辩证的、整体的观念来看待新的知识和开展建模分析,顺利完成学生知识体系的升华。

具体的课程内容及教学方式的调整情况如表 1 所示。

表 1 本科-研究生阶段工程电磁场课程协同规划中内容、要求及其教学方式的调整与优化

时段	本科		研究生	
调整前	教学内容模块	教学要求	教学内容模块	教学要求
	矢量微积分与场论	理解基本概念、运用基本数学工具求解计算题	稳恒电磁场及其实验定律、能量	理解基本概念、运用基本数学工具求解计算题
	实验定律及麦克斯韦方程组		麦克斯韦方程组	
	静态和时变场的边值问题		电磁波的导波和空间传播	
	平面波传播问题		电磁辐射	
	导行电磁波、电磁波辐射		狭义相对论	
	教学方式:课堂讲授为主		教学方式:课堂讲授为主	
	教学素材: 讲义:谢处方,饶克谨,编,电磁场与电磁波,第四版,高等教育出版社,2006		教学素材: 讲义:虞福春,郑春开,编著,电动力学,修订版,北京大学出版社,2003	
	区别:不明显,不少内容重复(如静态电磁场),且在推导形式上相差甚少			
	衔接:无			
调整后	本科		研究生	
	教学内容模块	教学要求	教学内容模块	教学要求
	矢量微积分与场论	理解基本概念、运用基本数学工具求解计算题,会分析有工程背景的问题,并提出简单的解析方法	规范电磁场方程时变及其多种求解方法	理解基本概念、运用基本数学工具对来源于工程的问题进行建模与进行解析求解
	实验定律及麦克斯韦方程组		电磁场基本定理	
	静态和时变场的边值问题		电磁场辐射与散射	
	平面波传播问题		电磁波的传播	
	导行电磁波、电磁波辐射		狭义相对论	
教学方式:课堂讲授为主,其中以案例化教学库的讲解加深学生的理解和建模计算能力,以案例分析为大作业帮助学生建立初步的电磁建模计算能力		教学方式:课堂讲授+案例分析,引导学生为主讲解理论,以自己的研究方向的前沿问题为大作业,帮助学生建立面向科研实践的电磁建模计算能力		

续表

时段	本科	研究生
调整后	教学素材： 讲义：谢处方，饶克谨，编，电磁场与电磁波，第四版，高等教育出版社，2006	教学素材： 讲义：王一平，工程电动力学，修订版，西安电子科技大学出版社，2007
	区别：去除了冗余内容，其中本科阶段压缩了导波系统与辐射方面的教学内容；研究生阶段大幅压缩了稳恒电磁场的教学内容，对时变电磁场必要的梳理与回顾也在更高的层面上以系统的方式呈现，同时突出与通信工程实践密切相关的电磁辐射、传播等内容	
	衔接：将对麦克斯韦方程组为核心的方程体系及其基本求解的系统性梳理作为研究生阶段的开篇，引导学生快速掌握规范电磁场表示，适应电动力学体系的学习	

3. 初步实施的效果和下一步的举措

本项改革已经历两个教学轮次的实践，以本校和外校考入的研究生的反馈作为对比组，每组人数大致相等，每届总选课人数为 10~12 人。可以看出以下问题。

(1) 本校生源研究生一致反映，研究生阶段“高等工程电磁场”课程的学习过渡平滑，难度梯度小，相应的畏难情绪少，原来学习知识可以较为顺畅的导入，有利于快速掌握新的课程知识；外校生源同学则普遍感到与原有知识体系有一定的差距，需要教师单独辅导或请教同学、并投入更多精力以实现平顺的过渡。

(2) 总体成绩均达到优、良水平，明显优于实践前的两届同学的成绩。当然，外校生源研究生的成绩提升与教师和同学额外付出的精力有一定的关系；此外教学方式的改革也起到了一定的作用。

上述实践结果在很大程度上验证了本科、研究生阶段同一系列课程的协同规划带来的积极效果。为此下一步还将优化教学内容，编写自己的本科、研究生教材，完善案例教学库和习题库，优化考核矩阵，建立网课体系。

五、总结和展望

本文分析了面向本科、研究生讲授工程电磁场类课程中两个阶段课程在规划与建设方面普遍存在的内容过度重复、课程定位模糊、衔接困难等问题。结合国内外人才培养模式的变革动向，对上述这些问题进行了梳理，提出对本科、研究生阶段该类课程应进行协同规划的观点，并探讨了协同规划应该注重的要点。从教学内容、教学要求、培养方式、教学素材选用与建设等方面提出了对策，并对相关建设与改革的措施的实施效果进行了报道与分析。分析与实践表明，上述观点及相应的对策对电子通信类专业高水平人才培养有着重要意义。

下一步课题组还将把电类专业的本科和研究生授课教师全部纳入研究项目，群策群力，进一步优化两个阶段课程的协同规划，向协同建设的更高目标迈进，从专业、学科发展及国际化视野来优化相关措施，进一步提升其实施效果，支撑我校的相关专业、学科发展。

参考文献

[1] 李长胜, 林志立, 冯丽爽. “电磁场与电磁波”课程内容的修改建议[J]. 电气电子教学学报, 2012(6): 11-12, 15.

- [2]李振华,于洁,李振兴.“工程电磁场”教学中研究性教学方法的应用探索[J].新课程研究(中旬-双),2015(3):18-19.
- [3]苑东伟,李慧奇.工程电磁场课程综合教学改革实践[J].实验科学与技术,2015(4):157-159.
- [4]罗霞,罗阔,李震,刘洪山,代秋芳.电磁场与电磁波实验教学建设与探讨[J].中国现代教育装备,2015(5):87-89.
- [5]蔡立娟,陈宁.电磁场与电磁波优秀课建设的研究与实践[J].教育教学实践,2015(15):118-119.
- [6]张爱清,叶新荣,丁绪星.实例教学法在“电磁场与电磁波”教学中的应用[J].中国电力教育,2010(34):63-64.
- [7]周春月,刘颖,姚东伟,马宇光,孟庆辉.OBE理念下的本科生毕业实习创新模式研究[J].实验技术与管理,2016(10):19-22
- [8]范懿,许明妍,马愈昭,张喆,韩萍.电磁场和微波课程群专题化教学实践[J],电气电子教学学报,2015(5):69-71.
- [9]鄢长卿,张晓峰.工学结合阶梯式培养人才培养方案研究——基于移动通信技术专业[J],电子测试,2015(10):138-139.
- [10]申彦春.通信工程专业校企合作模式研究[J],教育与职业,2014(23):179-180.
- [11]朱昌平,何海霞,朱金秀,高远,汤一彬,单鸣雷.台湾地区实践创新人才培养的考察与思考[J],实验技术与管理,2016(5):215-218.

作者简介

缪旻,男,教授,北京信息科技大学信息与通信工程学院教师,信息微系统研究所所长,长期从事电磁场类课程本科及研究生教学、集成电路与高速信号传输方向的科研。

李振松,男,高级实验师,北京信息科技大学信息与通信工程学院教师,长期从事通信专业课程实践教学以及集成电路与高速信号传输方向的科研。