

电磁场与电磁波的课程改革与课程思政实践

程凯扬 杨阳 陈豪翔 沈飞^{通讯作者}

东莞理工学院

摘要: 从《电磁场与电磁波》的课程特点出发,以提高课程教学效果与课程思政建设为目标,将课程教学的改革创新与课程思政有机结合,通过教学方法、教学内容、案例引入、教学团队建设等具体的教学实践,结合东莞理工学院面向产业化的应用型大学建校理念,通过大量的实际案例分析加深学生对理论知识的认识,提高实践能力。深度剖析案例中的思政元素,引导学生的家国情怀、树立正确的人生观,为培育具有扎实理论功底和良好思想品德的电子信息工程专业人才探索新的教学方式。

关键词: 电磁场与电磁波; 课程思政; 教学改革

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2024.01.060

引言

目前,中国全社会研发经费支出已经突破3万亿元,基础研究投入比重连续4年超过6%,可见国家对于科技研发的重视程度。电磁理论所涉及的应用事关国家安全和长远发展。要想在竞争中立于不败之地,实现科技强国、产业强国,离不开人才梯队的培养。

2021年3月,习近平在看望参加全国政协会议的医药卫生界教育界委员时指出:“‘大思政课’我们要善用之,一定要跟现实结合起来。上思政课不能拿着文件宣读,没有生命、干巴巴的”。^[1]在《电磁场与电磁波》课程教学工作中,课程团队认识到要想做好课程思政,首先要把课程本身讲的生动起来,如果学生对课程内容不感兴趣,那更加难以实现寓思于教的目标,因此我们在课程教学过程中对课程内容,教学方式进行了多项改革探索,希望能将抽象的物理概念形象化的表达出来;此外,借助东莞理工大学作为面向应用型大学的优势,将案例教学作为课程思政的重要改革创新方法,在课程中将产业案例从易到难的逐步融入知识点的讲述,既可以激发学生的学习兴趣,又能够以生动形象的方式阐释抽象的理论内涵,让学生的认知从理论层面跨越到应用层面,让学生感知到课程的意义对本课程产生认同感。结合当前的时代背景,以案例教学的方式,能够拉近学生、课堂、产业、国家之间的关系,以“大思政课”的形式^[2],潜移默化的引导学生的爱国热情,数理科技报国的理想信念。

一、《电磁场与电磁波》的课程特点

(一) 内容抽象难以理解

《电磁场与电磁波》中所描述的电磁场与电磁波等概念都无法直接被人感知,相关物理概念较为抽象;电磁理论中对场和波的描述均以数学语言为主,如旋度、散度、梯度等,因此课程中的公式很多,且包含大量需要数学推导证明的内容;此外,课程知识体系庞杂,涉及静态电/磁场,时变电/磁场,电磁波,各类材料在电

磁场作用下的微观/宏观机理等,因此要求学生具有丰富的空间想象力和扎实的数理基础,由于课程安排的学时紧凑,采用传统的教学模式会让学生感到学习和理解难度较大。

(二) 应用范围广

电磁理论的建立为现代科学奠定了理论基础,20世纪以来,电磁场的应用范围催生了雷达、通信、遥感、导航等众多领域,以通信行业为例,目前最前沿的通信科技,不管是5G,还是Wi-Fi 7,都是基于电磁理论发展起来的技术。此外,随着量子技术、计算机、人工智能的快速发展,基于电磁理论的诸多新型前沿研究领域也不断涌现,例如太赫兹波技术、微波光子学、新型人工电磁材料、计算电磁学、电磁兼容等等。因此在课程开展过程中,需要引入大量的实际案例和前沿科学技术帮助学生了解电磁场方向的产业应用,也能够激发学生的学习热情,培养应用电磁理论解决问题的能力。

(三) 思政建设素材丰富

首先,电磁理论的建立是在18到19世纪科技大发展的时代背景下完成的,它的科学史中包含了众多杰出的科学家以及一系列重要的实验和理论猜想,通过介绍伟大科学家的生平事迹以及科学实验,能够鼓励学生积极探索未知领域,发奋向上、培养努力拼搏的进取精神;由于电磁理论的应用领域极广,提供了大量可以介绍的产业实例,在讲授不同章节知识点的同时可以引入不同的案例进行分析,加深学生对电磁场应用的了解;此外,在课程中融入一些电磁理论的前沿研究,能够激发学生的求知欲,种下从事电磁理论研究的种子,也能够从我国在该领域取得的一系列重要进展出发提高学生对本民族的民族自豪感,对社会注意制度的制度自信。

二、课程改革与思政课程教学设计

下面以《电磁场与电磁波》为例,介绍东莞理工学院国际微电子学院在课程改革与思想政治教育的教学实践和探索。

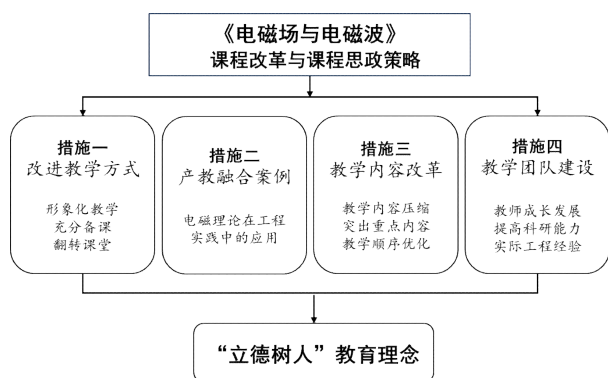


图1 课程改革与课程思政策略创新

(一) 改进教学方式

1. 立足于将课程内容生动化形象化，去繁入简。精简公式推导过程，着重强调电磁理论物理概念的理解，采用电磁仿真软件（Matlab、CST Studio）对经典物理模型和器件进行建模和仿真将射频器件中的电磁场分布形象化，能够动态展示电磁场的时变特性，配合线上优质资源，如中国大学MOOC（慕课），Ulearning优学院以及bilibili等多媒体视频和课件以多手段的教学方式提高学生“抬头率”，增加学生的学习兴趣。

2. 反复演练，充分准备。无论课程讲授过几次，都不能轻视备课的重要性，尤其是对于《电磁场与电磁波》这门课程，其中的数学过程需要在上课前教师能够流畅的推导。此外，在课程中可以适当穿插课外知识点，例如可以介绍电磁理论发展历程中重要科学家的生平事迹、实验方法、前沿理论、工程案例等，并在此过程中潜移默化的融入思政元素，做到不呆板的教条式说教，而应该提出问题和现象，启发学生思考，在此基础上做出思政教育的引导；

3. 加入一定比例的翻转课堂教学形式。例如，可将典型例题的讲解从老师教授改为集体讨论，请学生讨论是否有一题多解的方案，哪种方法更简单合理，以及讨论该题目所面向的应用方向等；此外在教学中引入电磁场的科研、应用内容，通过小组讨论，文献调研，仿真操作等多种方式的有机结合，帮助学生切实理解和真正掌握基本概念、基本原理和基本方法，帮助他们掌握正确的学习方法，又引导他们积极思考、主动学习，给他们留出综合运用、研究性学习的发挥空间，鼓励他们自己发现、分析和解决问题，培养他们的团队合作精神。

(二) 产教融合案例引入

除了采用课堂讲授与课堂讨论相结合的方式外，本次课程改革的核心在于在授课过程中还大量加入了相关产业中实际案例进行讨论，教学团队以“数学方法分析物理问题，工程问题牵引理论知识”为教学设计的核心思想^[3]，立足国家新时代发展战略和行业人才需求，通过采用校企合作和产教融合的方式将实际工程和行业

问题带入课堂教学中，促进教育链和产业链有机衔接。具体包括以下内容：

1. 以国际微电子学院广东省高校第三代半导体功率芯片与应用工程技术研究中心、高速数据线检测工程技术研究开发中心为依托，对板上高频电子电路、服务器存储设备的高速连接器等具体产业器件进行实例分析讨论，利用电磁场的知识体系进一步认识和讨论频谱变换技术、锁相环技术以及高速连接器中传输线理论对器件性能的影响，并在课堂上带来样品和实际仿真模型，介绍实验测试方法，让同学们更深入地了解相关产品的研发过程，诱发学生的创造潜能。在讲解电磁兼容时，通过介绍当前我国芯片等信息产业发展面临的困境以及高端芯片研发等领域存在的卡脖子问题，帮助学生树立担当意识，使学生清楚作为电子信息专业人才肩负的重要使命，鼓励学生心怀“中国芯”砥砺前行。

2. 在讲解静电场、恒定电场、恒定磁场、时变电磁场、均匀平面波的传播等章节时，通过引入FAST天眼、电磁隐身等与相关知识点密切关联的工程应用及学科前沿，使学生了解所学知识的用武之地，认识到科学技术的发展都离不开基础的研究。鼓励学生扎实基础，能够运用电磁场与电磁波基本理论方法科学决策、正确表达、合理分析工程实际和学科前沿中的电磁现象和电磁问题。

(三) 注重历史脉络和前沿科学探索

人类对电磁现象的认识和研究从最早摩擦起电到近代卡文迪许、库伦，从麦克斯韦建立经典电动力学到量子电动力学，经历了曲折的历史过程，在课程进行过程中，通过梳理电磁学的发展历程中不但可以让学生更加了解人类认知事物从表象到本质的过程，深入领会静电场、静磁场以及电磁相互作用的原理和概念，还可以通过对电磁学发展历史中起到重要推动作用的科学实验，以及科学家的生平事迹，鼓励学生采用正确的方法论积极探索，培养努力拼搏，创新进取的精神，例如，在介绍电磁感应定律一节时，通过讲解克拉顿的实验过程让学生了解尽管采用了正确的实验装置，但如果没有将实验设计的完全，并且采用正确的操作方式也不一定能得到正确的结果，要求学生更加全面和仔细的进行科学研究，不要放过研究过程中出现的任何问题。但法拉第却成功了。

此外，在每学期课程中，加入了少量基础科研探索内容，学生两到三人一组完成限定内容的科研论文调研，指导教师给予指导和评定，让学生在课堂上讲述自己调研的文献内容，锻炼学生自我学习和查阅文献的能力，在课下带领学生参观学校的微波暗室，介绍暗室的功能和相关实验仪器，提高学生的学习兴趣。

(四) 教学内容改革

由于该课程学时数有限，在内容体系结构上依据本课程教学目标，既要使学生掌握电磁场与电磁波基本概

念、基本规律和基本分析方法，又要着重培养学生运用基本理论方法分析解决复杂工程实际问题的能力，既突出基础性和知识体系的完整性，又尽量避免繁杂的推导。此外还需要帮助学生树立家国情怀、担当意识和创新意识，因此需要重新构建教学内容，帮助学生建立行业及社会所需的知识体系，便于其扩展知识的研究及应用领域、探索新知。主要调整内容如下：

1. 教学内容压缩：由于课程总学时数有限，为了更加突出重点，在教学内容中减少了一些大学物理中已经学过的关于矢量，垂直坐标系，静电场与静磁场的相关学时，略去了第二章中极化和磁化等材料电磁特性的微观机理分析，减少了第三章中矢量位/标量位相关的大量公式推导部分，使以上内容所对应的学时减少。为核心内容提供了更加充裕的讲授时间。

2. 突出重点内容：将以上节省下来的时间主要用于第二章中强化对麦克斯韦方程组的解释、边界条件的推导以及麦克斯韦方程组在特定边界条件下求解以获得电磁场分布；第三章中重点强调电感、电容以及镜像法、分离变量法和有限差分法对静态电磁场求解的基本原理；在第五、六、七章中加入大量的实际案例分析，对电磁波的应用进行形象化讲解，并融入思政元素。

3. 教学顺序优化：改变以往课程先静态后动态的教学顺序，将课程内容分解为电磁场分析和电磁波传播理论两大部分组成，首先建立电磁场分析和电磁波的整体概念，突出电磁场的基本规律，归纳总结出宏观电磁现象的普遍规律麦克斯韦方程组，然后再讨论静态场、时变场以及电磁波的传播与辐射特性。

（四）“传帮带”教学团队建设

本次课程团队坚持“以师为本、服务引导、研修交流、共同发展”的教师发展理念，通过“传帮带”的方式建立培养教学梯队，以长期从事教学工作的教授为主，通过听课，教学竞赛，教研讨论，思政建设培训等方式引领团队教师的成长发展；通过与校外导师，企业专家的课程讨论逐步改进教学方式方法，完善课程组的教学组织建设，加强教学研究、集体备课、教改项目研讨，培育形成“追求卓越”的教学质量文化。

1. 通过学科交叉，提高团队科研攻关能力。

课程团队的教师立足于电磁场理论，具体研究内容包括电路分析、模电方向（低频电磁理论），超材料电磁调控方向（光学电磁材料设计），天线与微波器件（高频电磁器件），集成光学与超表面等，通过不同学科背景教师之间的沟通协作，共享教学科研资源，能够拓宽研究范围，为学生提供完整性跨学科训练，扩大学生的学科知识范围，培养学生掌握多学科知识的经验。建立交叉学科群有机联动机制，探索前沿性科学领域融

合。每位不同方向的教师分别针对不同章节的内容，在多媒体课件中修改增加相关方向内容。

2. 建立一支具有实际工程经验的教学团队。本课程团队中包含了从事教育、科研工作多年的教授、硕导，中青年骨干教师，通过东莞科技特派员项目深度参与了东莞市本土企业在车载射频连接器，SAS/PCIe高速连接器信号完整性与电磁兼容的产品研发与优化工作，在教学工作中能够将企业所迫切需要的研究内容和知识点融入电磁场与电磁波的教学工作中，作为教学环节的重要组成部分。

三、结语

2023年，我们经历了俄乌冲突、巴以冲突，历史之变正以前所未有的方式展开，世界进入新的动荡变革期。在新的时代背景下，培养具有过硬专业知识、怀有热忱家国情怀、能够开拓创新的新一代电子信息工程专业优秀人才，需要每一位本专业课程任课教师从自身做起，提高自己的认识水平，在课堂上不局限于单纯的传授知识内容，还要融合思政元素，提高学生的德育修养。课程团队结合东莞理工学院的办学理念，以课程教学的改革创新融合课程思政的建设，针对《电磁场与电磁波》这一门电子信息工程的专业核心课程开展了包括教学方法、教学内容、案例分析、团队建设等方面的教学探索。将专业知识，产业发展和爱国精神有机的结合在一起，通过问卷调查和学生的课堂反应直观的感受学生的学习兴趣和爱国热情都得到提高，取得了较好的教学效果。

参考文献

[1] 胡洁. “大思政课”视域下艺术院校实践育人路径探究——以南京艺术学院“开山岛”主题实践育人项目为例[J]. 艺术教育, 2023(12): 269-272.

[2] 杜尚泽. “‘大思政课’我们要善用之”（微镜头·习近平总书记两会“下团组”·两会现场观察）[N]. 人民日报, 2021-03-07(1).

[3] 武志涛. 工程电磁场课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2023(06): 49-51.

基金项目：东莞理工学院2022年度校级课程思政示范课程《电磁场与电磁波》，项目编号：PX-146222100。

东莞理工学院2023年度校级质量工程新工科新文科课程（产教融合课程）《电磁场与电磁波》，项目编号：PX-125232870

作者简介：程凯扬（1986—），男，湖北人，讲师，博士生，主要从事电磁场基础理论的教学、超材料电磁调控的研究工作。

通讯作者：沈飞（1983—），男，江苏人，教授，博士生，主要从事电磁场基础理论的教学、太赫兹波成像与探测研究工作。