

通信专业《电磁场与电磁波》教学研究

曹 雪

(河南大学物理与电子学院 河南 开封 475004)

(收稿日期:2016-04-20)

摘 要:《电磁场与电磁波》是通信工程专业学生必修的一门主干课程,也是多门后续专业课的基础,如何使学生具有扎实的电磁场与电磁波理论基础具有重要的意义.该课程概念抽象,公式繁杂,涉及很多的物理知识与数学分析方法,是通信系学生公认的难度最大的课程之一,学生学起来往往缺乏积极性和主动性.根据实际教学经验分析了该课程难学、难教的原因,对其课程设置、教学内容、教学方法与手段等方面进行了一系列的探讨与研究.实践证明,通过改革提高了该门课程的教学质量和学生的学习兴趣,使学生同时具有较强的理论功底和创新能力.

关键词:电磁场与电磁波 课程设置 教学方法

1 引言

随着近年来电子与信息产业的迅速发展,我国对电子信息类人才的需求正在不断的增加,如何培养出具有扎实的理论功底和创新能力的通信电子类人才一直是各大学该类专业十分重视的问题.一方面,为了使学生的眼界和思想与世界科技发展同步,很多高校的电子信息类专业都开设了一些前沿学科;另一方面,各高校非常重视专业基础学科的发展,使学生能够具有正确的思维方式以及很强的分析能力.《电磁场与电磁波》是一门重要的专业基础课程,同时也是通信、电子以及信息工程等专业必修的传统课程,更是很多后续专业课的基础.如何使学生具有扎实的电磁场、电磁波理论基础是研究该门课程教学内容与方法的目的与意义.

2 《电磁场与电磁波》课程特点

2.1 课程内容

《电磁场与电磁波》不仅是微波技术、天线、电波传播等专业课程的基本理论,还作为学科交叉点衍生出许多学科,如通信类学科的光纤通信、移动通信、卫星通信以及电视、雷达等各种专门学科,都是以电磁波携带信息的方式来实现信号传输^[1,2].该门课程主要研究的是电磁场与电磁波的基本属性、规律及其应

用等.其中,电磁场部分主要研究的是电磁场的场与源的关系和电磁波在空间传播的基本规律;电磁波部分主要研究的是电磁波的产生、辐射、传播、电磁兼容及电磁理论的应用^[3].

课程的内容大致为:矢量分析、静电场、恒定电流的电场与磁场、静态场的解、时变电磁场、平面电磁波、电磁波的反射和折射、导行电磁波、电磁辐射等内容.不同专业对该门课程内容的要求是不同的,例如电子信息工程注重的是电磁兼容与电磁干扰,而通信工程的重点是电磁波的传播^[4],所以应该针对不同专业对课程内容进行相应调整.

2.2 教学现状

通过和学生交流了解到,《电磁场与电磁波》是学生认为最难学的一门课程,也是不及格率较高的课程.大致原因如下:

(1) 该门课程对学生的数学基础要求较高,数学公式繁多,理论推导过程复杂,要求学生对各种数学知识运用灵活.

(2) 要求学生具有扎实的物理基础和深刻的物理思想.该课程的概念多而抽象,且电磁场和电磁波既看不见又摸不着,学生学起来感觉很困难.

(3) 课时量不足.很多高校越来越重视应用学科和专业课的设置,而对像《电磁场与电磁波》等基础学科的重视不足,有的学校甚至直接减少该门课程的学习

作者简介:曹雪(1981-),女,硕士,讲师,主要从事光纤通信与光纤传感科研与教学的研究.

时,但是该门课程的内容较多,且习题课也需要占用一定的课时,增加了教师教学的难度.

(4) 理论性强,缺少相关实验课的设置,学生学起来目的性不强、兴趣不高,与实际应用联系不紧密.

由于以上种种原因,学生学起来兴趣不高,有时只是应付地来学习这门课,逃课现象也时而发生,教学效果自然不佳,所以针对不同专业对该门课程的教学内容、教学方法及形式等进行改革就显得非常必要.

3 教学内容与方法的改革

3.1 课程设置与教学内容的改革

《电磁场与电磁波》课程与内容的设置应该根据不同专业的学生进行调整. 对于通信系的学生来说,除了要学好静态电磁场与时变电磁场这部分基础内容外,电磁波的传播也非常重要,因为它是通信系学生一些后续专业课的基础,比如《微波技术与天线》、《无线通信》、《光纤通信》与《移动通信》等,所以该门课程对于通信系的学生来说最好设置为 72 学时. 将通信系学生《电磁场与电磁波》课程的内容大致分为 3 个部分.

3.1.1 数学基础

《电磁场与电磁波》课程内容要求学生具有良好的数学基础,比如矢量分析、微积分、数理方程等. 课程的第一部分内容即为矢量分析理论,充分体现了数学基础的重要性. 虽然学生在《高等数学》课程中学过一些有关的概念,比如散度、旋度、梯度等,但是根据实际教学经验,很多学生感到这部分涉及的数学知识很难或是学得不扎实,所以要加强这方面的学习. 由于学生已经在《大学物理》课程中对电磁场有了基本的了解,可以将场的矢量分析和电磁场的内容适当结合,使得矢量分析部分的教学不再空洞,不仅帮助学生学习矢量分析的基础内容,还要重点讲述这些场量在电磁场中的物理意义,为后续部分的教学打下良好的基础,因此该部分教学内容可以适当增加 2 学时.

3.1.2 电磁场部分

电磁场内容分为静态电磁场与时变电磁场两部分. 一般讲述顺序为:静电场、恒定磁场与电场、静态场边值问题. 该部分内容以麦克斯韦方程组为核心,然后讨论以其得出的电磁场的基本规律. 它是该门

课程的重要内容,也是各专业学生必修的内容,所需学时最多. 考虑到学生在《大学物理》课程的电磁学部分已经学习了电磁场的基本知识,而且针对通信系的学生,应该强化“电磁波”的内容,所以可以适当压缩静态场部分,扩充动态场即电磁波部分内容. 可以减少 4 ~ 6 学时的静态场内容,适当增加时变电磁场内容的授课学时.

3.1.3 电磁波传播

该部分内容以时变场的麦克斯韦方程组为基础,深入讨论均匀平面波在均匀无界媒质中的传播、在分界面的反射和折射以及在有界空间中的传播规律^[4]. 对于通信工程专业的学生来说,该部分是重点,应适当增加相应内容. 在“平面电磁波”、“电磁波的反射和折射”的基础上再增加“导行电磁波”这一章的内容,并根据不同后续专业课适当增加以下内容:针对《光纤通信》这门课程,增加光波导部分的内容;对于《移动通信技术》,增加电磁波的辐射;考虑到后续专业课《微波技术与天线》,可以对传输线这部分内容做简单的介绍而不详细的讲解,重点是使学生对 TEM 波的传输系统有个初步的了解和认识,使学生在以后这门课的学习中事半功倍.

除了以上的内容调整,还应当增加前言技术讲解课,例如对于《光纤通信》、《移动通信》等现代通信技术,可以给学生介绍一些先进技术及其通信方式的优点;对于天线、辐射和无线通信系统的内容,则可以介绍雷达、卫星全球定位系统等技术. 这样不仅使通信系的学生加强了对于本部分内容的理解,还可以增加他们的学习兴趣,为后续专业课的学习打下基础.

3.2 教学方法的改革

《电磁场与电磁波》是学生公认最难学的课程之一,每年考试挂科率均高于其他专业课,怎样使该门课程取得良好的教学效果,增加学生的学习兴趣和提高教学质量就显得尤为重要.

3.2.1 上好第一节绪论课

教师可以在第一节课结合电磁场与电磁波的应用介绍电磁场与电磁波的发展历史、在通信系中的地位 and 作用,告诉学生该门课程是哪些后续专业课的基础,这样可以使学生了解该门课的重要性,端正学习态度,激发学习热情. 但是很多《电磁场与电磁

波》的教材都没有绪论课,这需要教师查阅大量的资料,不断地掌握新技术,从而为学生提供最新的绪论课素材.绪论课上除了教师的讲解外,还可以插入一些视频,介绍该门课程的应用范围,比如卫星通信、雷达探测、光纤通信、移动通信、航空航天技术、探月工程等.

3.2.2 注重学生物理思想的培养

《电磁场与电磁波》涉及的数学公式繁多、推导繁琐,学生听起来乏味,感觉该门课程完全是数学推导,和物理或者通信联系不大.教师在授课过程中不能简单地介绍和推导公式,更应该着重考虑如何将物理与数学有机结合起来,让学生从数学公式及其推导过程中体会物理思想,使学生理解数学公式所表达的物理思想和意义,了解物理现象及其本质.以该门课程的精髓和主线——麦克斯韦方程组的微分形式为例进行说明:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (4)$$

上述的公式不仅仅是4个数学公式,它们体现的是相互转化的关系.一般的教材中都有关于这4个公式的解释,式(1)反映了全电流安培环路定理,物理意义是:电流和变化的电场是磁场的旋度源,可以产生磁场;式(2)反映了法拉第电磁感应定律,说明变化的磁场可以产生电场,是电场的旋度源;式(3)为高斯定理,表达了电荷是电场的散度源;式(4)体现了磁通连续原理,说明磁场是无散场,即磁力线为“无头无尾”的闭合曲线.麦克斯韦方程组中,等号右边为产生等号左边对应场(电场或者磁场)的源,而等号左边的算符与场的计算方式[旋度公式(1)、(2)或散度公式(3)、(4)]体现了源产生对应场的不同方式;磁场只有旋度源而电场既有旋度源也有散度源,旋度源产生场的矢量线一般为闭合曲线,散度源产生场的矢量线一般发自正的散度源止于负的散度源,例如,式(3)表示由电荷产生的库仑场的电力线发自正电荷而止于负电荷.由式(1)和(2)可知(真空中传导电流密度为零):变化的电场可以产生磁场,而变化的磁场可以产生电场(以旋度源的方式

产生对应的场),等号不仅仅是数学上的相等,更是物理中的“转化”.除此之外,教师还应该强调式(2)中等号右侧负号的作用,其体现了电磁转化过程中能量的转化与守恒.通过对麦克斯韦方程组讲解,使学生知道麦克斯韦方程组不是简简单单的4个数学公式,更要使学生掌握其蕴含的丰富物理内涵.

3.2.3 教学方式的改革

针对该门课程“教师难讲、学生难学”的情况,教师应该在教学方式上多下功夫,并充分调动学生的学习积极性,才能取得良好的教学效果,建议在教学过程中采取如下措施:

(1) 采用多种授课方式

现在很多高校对于《电磁场与电磁波》这门课的授课方式还是比较传统的,即教师利用黑板板书讲授、学生听的“满堂灌”方式.由于该门课程理论性强,公式推导繁多而复杂,学生学起来往往感觉很疲倦,几节课下来便会觉得枯燥从而产生厌倦情绪.也有很多高校采用多媒体的授课方式教授该课,但效果也不尽人意.多媒体课件具有连续展示、包含信息量大的特点,学生往往跟不上课程进度,即使教师对公式的推导过程进行详细讲解,也会由于学生缺少思考过程而难以达到良好的教学效果.

较好的授课方式不应该是以上单纯的哪一种方式,而是将两种方式有效地结合起来,通过“取长补短”地将课程内容合理地展示给学生,使学生容易接受并加深理解.通过多媒体演示功能,可以将抽象的内容以动画的形式直观地展示出来,使学生带有趣味地去学习抽象的概念,更有助于学生理解.多媒体课件减轻了教师的授课强度,节省了课堂上板书的时间,对于绪论课、研讨课、相关应用和实践例子的展示起到了良好的辅助作用.对于重要的公式和定理以及较难理解的数学推导,应采用黑板板书的形式,这样有利于学生共同参与和加深理解.

在授课过程中,教师还应灵活地将几十分钟的课堂教学设计得生动而有趣,让学生积极地参与到课堂的教学中.比如可以适当增加研讨环节,鼓励学生在课堂上大胆提问和相互交流,并且注意加强和学生的互动,提出问题并引导学生回答问题等.当学生在不断地参与到教学过程中的时候,就会使他们逐渐意识到自己在这门课上的重要性,而不仅仅是

被动地听课。

通常大部分高校仅把该课程作为理论课讲授,很少开设实验课。实验课可以加深学生对理论的理解,并能培养他们学习该门课程的兴趣,所以在上好理论课的同时,应适当增加实验教学内容。如果很难建立相应的实验室,可以尝试利用一些软件为学生开设实验和创新课,设计和仿真软件如 Matlab, Ansoft HFSS, Ansoft Ensemble 等。

(2) 考核方式的改革

国内大部分高校对于《电磁场与电磁波》课程考核方式都是期末采用闭卷形式进行考核,这种形式单一的考核方式缺乏对学生平时学习的监控。建议考核的内容包括:作业、课堂表现(课堂回答问题和讨论课上的表现)、小论文及实验报告。以上考核内容加上最后期末考试按照一定的比例综合起来作为学生的最终成绩,避免了“一卷定结果”的现象,也能更注重学生平时努力学习的过程。

(3) 课程网站建设

为了更有效地帮助学生课后学习与复习,培养学生的自学能力,可以建立该门课程的网站。将该门课程的相关参考书目、文献、习题库与试题库、《电磁

场与电磁波》课程的拓展资料及相关最新理论和技术等内容上传到网站上,还可以利用网络多媒体教学系统,使教师与学生能够在网上很好地交流,并进行网上答疑。

4 结束语

本文分析了通信专业《电磁场与电磁波》课程“教师难教、学生难学”的原因,对课程设置、教学内容、教学方法等方面进行了一系列的改革和研究,使该课程的教学质量得到了提高,学生不仅很好地掌握了电磁场与电磁波的基础理论,还激发了他们的学习兴趣,提高了独立学习和创新的能力,为培养优秀的通信人才打下了坚实的基础。

参考文献

- 1 焦其祥. 电磁场与电磁波. 北京:科学出版社,2010. 1
- 2 张起晶,孙桂芝,边莉. 电磁场与电磁波课程教学改革研究. 黑龙江教育,2011(10):47 ~ 48
- 3 黄成玉,刘德国.《电磁场与电磁波》课程教学的改革与创新. 创新与创业教育,2012,3(2):90 ~ 92
- 4 姚华桢,李小敏. 电磁场与电磁波课程的教学研究. 中国现代教育装备,2007(7): 50 ~ 51

(上接第15页)

去。而作者旁听多伦多大学物理课和实验课,物理学史往往是根据概念叙述的需要加入,以物理学史为素材,揭示物理概念、物理规律和物理思想的内在发展规律,激发学生的学习兴趣 and 探索欲望,不但能促进学习较好地掌握物理学的学科体系、探究过程和研究方法,有助于学生养成良好的科学情感、态度及价值观。

7 结束语

物理是一门实验科学,讲究手脑结合,学生学习的特点也极大地影响着他们学习物理的方法和思路。多伦多大学的物理教育更注重学生解决问题的能力,在与国外学生一起学习时,来自中国大陆的学生的优点是理论基础牢固,解题能力强,但是动手能力、解决实际问题的能力相对较差。

今后国内物理教材中例题和习题的选择应尽量贴近现实,题型多样化,让学生在解题的过程中,多

样能力都得到训练。教材中要突出物理的实验性,尽量做到理论和实验的有机结合。将提高学生对物理的兴趣和学习热情作为教材编写的宗旨,激发学生的求知欲才是人才培养的源动力。

大学物理作为一门传统基础课程,它代表着人类探索自然规律、一步步走向进步的光辉历程。大学物理一方面是为学生打好必要的物理基础,另外一方面也是让学生能够学习科学的思维方法和研究方法,激发探索与创新精神,提高科学素质并对毕业后在工作中进一步的知识更新,都将产生深远的影响。

参考文献

- 1 古丽亚,钱俊. 第三次世界物理学会大会决议. 物理, 2001,30(8):59
- 2 <https://www.physics.utoronto.ca>
- 3 <http://uoftbookstore.com/textbooks/>
- 4 张拥军,林辉,吕道文,等. 将翻转课堂教学模式应用于大学物理教学的实践研究. 物理通报,2015(4):5