

## “电动力学”课程思政建设的思考

王振林

(南京大学物理学院,江苏南京 210023)

**摘要:** 本论文从“电动力学”理论建立的历程,诠释科学发展得益于社会整体的创新文化氛围,以及原始创新给科技带来的巨大影响力和推动社会发展的现实意义,展示了“电动力学”所包含的探索自然科学精神和服务社会价值取向等丰富的思政内涵.最后,者从“传道、授业、解惑与立德”四个方面,着重阐述对“电动力学”课程思政的认识与体会.

**关键词:** 电动力学;科学精神;服务社会;课程思政

**中图分类号:** G 642      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0712(2021)06-0053-04

**【DOI】**10.16854/j.cnki.1000-0712.210010

2019年3月18日,习近平总书记在在学校思想政治理论课教师座谈会上强调“思政课是落实立德树人根本任务的关键课程”,“思想政治理论课要坚持在改进中加强、在创新中提高”.《教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》(教高[2019]6号)要求“把课程思政建设作为落实立德树人根本任务的关键环节,坚持知识传授与价值引领相统一、显性教育与隐性教育相统一,充分发掘各类课程和教学方式中蕴含的思想政治教育资源……”.2020年《教育部关于高等学校课程思政建设指导纲要》中指出,理学类专业课程要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育,培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感.抓好课程思政建设,就是要为人民服务,为中国共产党治国理政服务,为巩固和发展中国特色社会主义制度服务,为改革开放和社会主义现代化建设服务.

围绕物理类课程思政建设,最近多位学者和教授结合自身实践提出了具有启发性的见解,他们的探索与实践不但具有与课程相适应的特色,而且产生了良好的成效<sup>[1-3]</sup>.例如,李向东教授总结了在“宇宙简史”天文课程建设中如何抓住立意、创意、汇意、和达意等几个关键环节,实现在知识传授的同时通过把育人理念贯穿于教学的全过程,实现价值观引导<sup>[1]</sup>.刘玉斌教授则以“理论力学”课程为例,

发挥教学团队作用,挖掘思政元素,坚持从学生视角设计教学理念、教学内容和教学方法,从而让学生掌握分析问题、解决问题的能力<sup>[3]</sup>.

“电动力学”课程主要介绍电磁场的基本属性、运动规律以及电磁场与带电物质的相互作用.在宇宙中的各类相互作用中,人们对电磁相互作用的认识最完备、最深入,同时它在日常生活中的应用也最广泛.笔者展示了“电动力学”在探索自然、科学精神、服务社会与价值取向等方面所包含的代表性思政内涵,结合自身近20年的课程教学实践,从“传道、授业、解惑与立德”4个方面,着重谈一下对“电动力学”课程思政的认识与体会.

### 1 传学术之道,坚守科学之真理

一个社会要不断推动原始理论创新,技术的不断更新迭代,才能推动科技进步和国家可持续发展的强盛.电动力学的发展历程深刻诠释了科学的发展得益于社会整体的创新文化与氛围.在中国历史上与磁现象相关的了解和认识早有记载.如宋朝沈括的《梦溪笔谈》(卷廿四·杂志一)中描述了指南针的一些现象“方家以磁石磨针锋,则能指南;然常微偏东,不全南也,水浮多摇荡.……磁石之指南,犹柏之指西,莫可原其理”.但是这些文字记载大多停留在表象描述,并且是片段的或者零碎的,没有针对这些现象的系统性研究、分析或阐述.而在中国历史上

收稿日期:2021-01-05;修回日期:2021-03-22

基金项目:国家自然科学基金(11774162)以及“十三五”江苏省高等学校重点教材项目资助

作者简介:王振林(1965—),男,江苏泰州人,南京大学物理学院教授,博士,现担任南京大学副校长、研究生院院长,一直从事“电动力学”教学工作.

始于隋朝大业元年(605年)、止于清朝光绪三十一年(1905年)的科举制历经一千三百多年,考试内容陈旧落后,形式僵化,只偏重人文伦理,轻视自然科学,扼杀了人才的科学创造精神和独立见解。

通过学习“经典电动力学”理论可知,为这一完美理论的建立做出杰出贡献的科学家都集中出现在西方国家,包括丹麦物理学家、化学家汉斯·克里斯汀·奥斯特,法国物理学家安德烈-玛丽·安培,法国物理学家、天文学家和数学家让-巴普蒂斯特·毕奥,法国物理学家、数学家菲利克斯·萨伐特,英国科学家迈克尔·法拉第,英国物理学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦,丹麦数学家和物理学家路易斯·瓦伦丁·洛伦兹,生于德国的理论物理学家爱因斯坦,荷兰物理学家亨德里克·安通·洛伦兹,美国物理学家阿尔伯特·迈克尔逊等。这是因为西方很早就建立起科学研究的文化和相应的系统支撑体系。一个科学家一旦有重要的发现,可以有公开的渠道去发表自己的科研成果。而很多重大的与“电动力学”相关的科学发现集中在十九世纪的欧洲,这也助力了同时期欧洲国家在科技方面的强盛和社会经济的快速发展。

一个国家只有重视并坚持基础研究,才能为现代化工业奠定坚实的基础。我们知道,1865年麦克斯韦建立了电磁场理论,不但统一了电学与磁学,预言电磁波的存在并以光速传播,并预言光本身就是电磁波。1888年,德国物理学家海因里希·鲁道夫·赫兹在实验上成功地激发并探测到无线电波,证明它和光具有相同的传播速度,从而证实了麦克斯韦理论预言。1894年,意大利无线电工程师伽利尔摩·马可尼觉察到赫兹所观察到的无线电波有可能用于商用的无线通信。其实在此之前,发送电报采用的是有线方式,而无线电报的研究和探索虽然已经持续50余年,但一直未能在技术和商业上取得成功。1895年马可尼成功进行了无线电波传输信号的实验,申请了无线电专利,并很快应用于航海远洋业<sup>[4]</sup>。跨海无线通信的成功也使得各国政府加强无线通信的技术研究,人类通信方式由此发生了巨变。

通过历史的回顾可以看到,从看似独立的结论到一个统一理论的建立,从理论预言到实验验证,从纯粹基础研究到广泛的商业应用所产生的巨大经济效益和社会影响,都需经历曲折而漫长的过程。中国民营企业代表之一的华为公司拥有18万员工,遍布全球100多个国家,华为特别注重基础科学研究和产品应用研发。据了解,2017年华为在研发上的投入为900亿美元,2018年超过1000亿美元,2019

年达1300亿美元,2020年估计1500亿美元。这样高额的研发投入,保证了华为在与全球智能手机厂商的竞争中始终具有领先的地位。

## 2 授创新之业,培育专业之精神

“电动力学”理论“大厦”从来就不是按部就班建成的,它是不同时代的物理学家从不同的角度、以不同的方式接力完成的,但他们的工作有一个共同的特征,就是批判和创新。例如,电磁场理论的建立,是一个由特殊现象测量到普遍规律的建立,由实验现象分析上升到定量理论归纳过程。同时,也有理论上的大胆假设,例如麦克斯韦位移电流假设。要知道,麦克斯韦提出随时间变化的电场也能产生磁场的理论假设在当时并没有相应的实验依据,而这一理论的正确性则是在25年后由赫兹通过实验进行了证明。

同时,在“电动力学”中也有通过实验证据推翻一些理论假设的例子。最有代表性的例子就是人们最初关于以太的设想,这一设想是源于当时人们对伽利略相对性原理的认知。基于伽利略相对性原理的牛顿力学在研究宏观低速运动物体方面取得了巨大的成功,因此人们自然有这样的“惯性”思维认为,即牛顿力学的绝对时间是正确的。然而,在解释电磁现象方面,牛顿的绝对时空观遇到了困难,麦克斯韦方程组在伽利略变换下并不能保持协变。爱因斯坦相对论的建立彻底推翻了以太这一假设,而原先为了寻找以太存在的迈克耳孙-莫莱实验也成为证明爱因斯坦相对论正确性的证据之一。最近,科学家又利用高速运动的高精度光学原子钟,借助高精度光谱技术、先进的 $\text{Li}^+$ 离子束存储及冷却技术,对狭义相对论的运动时钟时间膨胀效应给予了到目前为止最高精度的实验验证<sup>[5]</sup>。

因此每个时代都需要批判性的原始理论创新,应对社会发展中遇到的新问题。今天中国进入了一个新的时代,同时也遇到了一系列的新问题和新挑战,需要党和政府谋划布局创新的社会治理新体系和新思路,既需要理论创新,也需要用实践来检验“真理”的正确性,两者相互促进。

## 3 解时代之惑,坚定发展之自信

“电动力学”原本起源于理论和实验物理学家的思想游戏,但今天已成为现实生活中须臾不能或缺的一部分,展示出科学发展的巨大威力,因而具有重要的现实意义。虽然相对论主要应用于高速运动

下的微观世界和宇观世界,但也有贴近生活的一面,这也成为“电动力学”教学中最具代表性的思政元素之一。一个例子就是全球卫星导航系统(GNSS)。目前,世界上主要有美国的GPS、俄罗斯的格洛纳斯、欧盟的伽利略以及中国的北斗等四个系统。卫星导航是如何实现全球定位的?简单来说,通过精心设计,在地球表面任意一点总可以同时接收到至少4颗卫星发射的电磁波信号,通过比较地面接收信号之间的时间差,就可以确定目标所处的位置。其中,卫星的坐标是已知的,光速确定,那么只需要精确区分出接受四个卫星信号的时间差,就可得到地球上接收器所处的坐标。正是因为卫星上搭载的光学原子钟精度可高达300万年只差1秒,才可以实现卫星导航。

我们知道,卫星相对地面做快速运动,时速大约为1.4万千米,根据狭义相对论,从地面观测卫星上的时间会变慢,根据运动时钟的延缓效应,可计算出每天大约慢7微秒。同时卫星由于围绕地球运转,还需考虑引力场对时间产生的影响,即广义相对论效应。此外,卫星实际运行的轨道其实是椭圆,由相对论效应引发的变化会有周期性变化,再加上电磁波在大气中传播时受电离层、对流层影响速度也会变化等等。这些因素对精确导航都会产生重要的影响。

中国从1994年开始分“三步走”建设北斗卫星导航系统<sup>[6]</sup>。在过去26年间一共发射了59颗卫星,目前有45颗卫星正常在轨工作,数量要多于其他三个系统(GPS30颗,格洛纳斯23颗,伽利略22颗)。相比于其他几个系统,北斗的星座架构除了在中远地球轨道有27颗卫星环绕全球外,还有10颗在倾斜地球同步轨道,以及8颗在地球静止轨道,更多的卫星和轨道类型增强了卫星对全球的覆盖。今天,北斗可以做到全球的定位精度优于10米,且通过基于大量地面基准站的地基增强、星基增强等方式,能实现分米级乃至厘米级的高精度定位<sup>[7]</sup>。这种高精度定位技术已经在国民生产和生活中大显身手,从大坝监测、电力通信、精准农业到公交车、共享单车和手机都可以看到北斗的身影。

北斗取得瞩目成绩值得每个中国人骄傲。但是我们也应该清醒地认识到,美国在四十多年前就已建成全球定位系统,中国整体的科学技术与美国等其他发达国家相比还有很大的差距,在很多“卡脖子”的关键性技术上还受制于人,亟待解决,中国的现代化建设还有很漫长的道路要走。

#### 4 立人生之德,弘扬师者之风范

作为“电动力学”课程的任课教师,要在学生心中树立起师德师风的榜样与风范,必须不断提高自身学与教的能力,要及时跟进前沿科学研究新进展,加强课堂教学内容的更新,同时结合新时代社会对人才培养的新要求,注重对学生的综合评价,启发学生探索新问题、激发创新自信心,为学生走向社会夯实知识基础和综合能力。

一是密切关注与课程知识体系相关的前沿性研究成果,汲取相关基础知识并穿插到课堂教学或课外阅读中。例如在讨论电磁波在半无限大介质表面的反射之后,补充介绍单层介质膜和周期性多层膜的光学特性,相关理论拓展和结果分析并不复杂,学生亦容易理解。同时作为课外阅读,介绍科学家对一种由渐变周期多层介质膜光透射特性的研究结果,这种多层膜表现出对 $p$ 偏振电磁波在其它任何角度都产生全反射,但在Brewster角入射下则表现出宽波段透明现象<sup>[8]</sup>,启发学生思考并理解Brewster效应在这一现象中所发挥的关键作用。又例如,关于导电薄膜的透射特性,在给出一般性理论分析基础上继续推论发现,当导电薄膜厚度趋于零时其吸收率为零,此时可介绍科学家关于石墨烯二维电子材料光吸收率实验研究结果,实验测量发现单层石墨烯的光吸收率为 $A \approx 2.3\%$ <sup>[9]</sup>,以此作为课外阅读素材,启发学生去思考二维电子材料与传统导电薄膜光吸收率存在差异的根源。再例如,在有关半波天线直线阵的讨论,可简要介绍对天线阵设计产生重要和广泛影响的八木-宇田(Yagi-Uda)天线具有无线电波端射效果的工作原理,以及科学家将这类天线尺寸缩小到纳米尺度,实现了可见光定向辐射的新进展<sup>[10]</sup>,让学生看到将传统无线电波天线工作原理推进到更短波段的新探索和新突破。这些问题导向的驱动式教学对知识接受能力突出的学生群体是一种极好的科研训练<sup>[11,12]</sup>。

二是加强教学效果与质量的过程监控。“电动力学”的教学牵涉到较多矢量运算且推导过程繁琐。为加强课程学习效果,可采取每讲授完一章之后穿插一节章节课堂测验,来强化学生对知识点的及时掌握和对课堂教学内容的重视。实践证明,章节测验对学生学习的积极性、主动性可以形成持续性的压力传递<sup>[13]</sup>。以2015—2016学年南京大学物理学院两个平行班级为例,在探索初,一个班级启动了章节测验,另一个班级则没有。图1是两个班级期中

和期末考试成绩对比结果,可以清楚地看到,章节测验对好学生起到了激励作用,对后进学生也有鞭策效果,并且经过一个学期的实施这种效果越加明显.

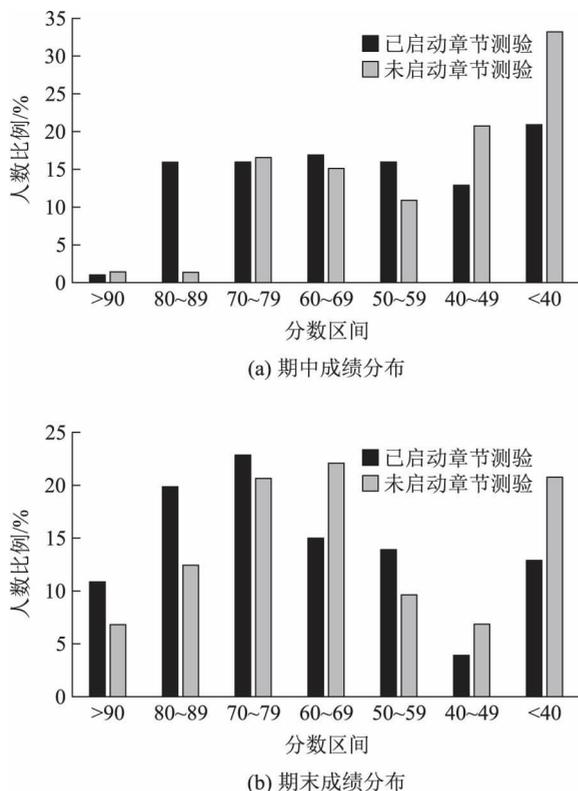


图1 启动章节测验的班级与未启动章节测验的班级的中期末考试成绩分布对比

三是加强学生学习和知识掌握能力的综合评价.鼓励学生通过课外阅读和口头报告,多方位展示自我学习能力.同时,将章节测验成绩纳入总成绩的一部分,并与平时作业、期中期末考试一起形成对教学质量的全过程监控,更加科学评估学生对知识的理解、掌握和运用,避免传统单一评价方式中部分学生只会在期中或期末前夕“突击”看书、复习的现象.

四是通过与助教、教务员、辅导员的协同,加强对后进生、困难生的沟通、关爱和帮扶.例如,通过辅导员在开学之前及时掌握班级学生的总体学习情况,确认重点关注的部分学生;助教尽可能选派从事电磁波相关专业研究的博士生;每次章节测验之后,任课老师及时找表现欠佳的学生谈心交流,关注他们的出勤、作业和状况;任课老师还要及时帮助学习或心理乃至生活上遇到困难的学生,让他们尽早走出困境、收获出彩人生.这些贯穿于教学环节中的师生互动都会潜移默化、春风化雨影响着所关爱的学生,因而同样起到课程思政的目的和效果.

2014年9月9日习近平总书记到北京师范大

学看望教师学生时指出“百年大计,教育为本.教育大计,教师为本.”作为教师,我们要忠诚于党的教育事业,自觉践行社会主义核心价值观,要谨记老一辈学者严谨治学的态度、谦虚淡泊的品行,做有理想信念、有道德情操、有扎实学识、有仁爱之心的高校“四有好老师”,全心投入课程教学,教育和引导大学生“忠于祖国、忠于人民”,增强学生对国家制度和文化的自信,树立学生的民族自豪感,为基础学科人才培养作出自己应有的贡献.

## 参考文献:

- [1] 李向东.在知识传授中实现价值观引导[J].中国高等教育,2019(9):18-20.
- [2] 刘玉鑫.北京大学物理学院“课程思政”专题讲座—原子物理学教学与课程思政的认识、实践与反思.[EB/OL].(2020-08-24)[2021-03-19].  
<http://pkunews.pku.edu.cn/xwzh/271d057bfe514d2da2bc628616faa152.htm>,2020.8.
- [3] 刘玉斌.物理学类专业课程思政的思考和实践—以理论力学课程为例[J].中国大学教学,2020(8):55-58.
- [4] 赵凯华,陈熙谋.电磁学[M].2版.北京:高等教育出版社,1985.
- [5] Reinhardt S, Saathoff G, Buhr H, et al. Test of relativistic time dilation with fast optical atomic clocks at different velocities[J]. Nature Physics, 2007(3):861-864.
- [6] 杨元喜.北斗卫星导航系统的进展、贡献与挑战[J].测绘学报,2010,39(1):1-6.
- [7] 快科技.官宣!北斗三号全球卫星导航系统正式开通:增强后定位达厘米级[EB/OL].(2020-07-31)[2021-03-19].  
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1673703604044251351&wfr=spider&for=pc>,2020.7.
- [8] Shen Y C, Ye D X, Celanovic I, et al. Optical broadband angular selectivity[J]. Science, 2014, 343: 1499-1501.
- [9] Nair R R, Blake P, Grigorenko A N, et al. Fine structure constant defines visual transparency of graphene[J]. Science, 2008, 320: 1308-1308.
- [10] Curto A G, Volpe G, Taminiu T H, et al. Unidirectional emission of a quantum dot coupled to a nanoantenna[J]. Science, 2010, 329: 930-933.
- [11] 周磊.学生向我要挑战——电动力学之教与学,第十四届全国电动力学研讨会[C].北京龙泉,2013.7.28.
- [12] 王青.源自苏格拉底的问题驱动式教育:在互动中共同学习和成长[J].物理与工程,2020,30(5):3-25.
- [13] 王振林.加强课程学习中课堂训练与测验——改革尝试与效果[C].第十六届全国电动力学研讨会,湖南衡阳,2016.8.15.

(下转61页)

观等思政教学内容贯穿于整个课堂之中,做到“润物细无声”,从而让思政教学在基础物理实验的教学中能够取得较好的教学效果。

### 参考文献:

- [1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1).
- [2] Eric M. Farewell Lecture [J]. Science, 2009(2): 50-51.
- [3] Balch M, Hawes S, Borges N, et al. Use of Peer Instruction in an interactive medical histology laboratory [J]. The FASEB Journal, 2014, 28(1 Supplement): 721.16.
- [4] Zingaro D, Porter L. Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention [J]. Computers & Education, 2014, 71: 87-96.
- [5] 陈峻,庞玮,徐小明,等. MOOC和PI相结合教学法在大学物理实验教学中的运用研究[J]. 大学物理实验, 2015, 28(5): 136-140.

## Study of combining ideological and political education with Peer Instruction in college physics experiment

CHEN Jun<sup>1</sup>, ZHU Dao-yun<sup>1</sup>, PANG Wei<sup>1</sup>, WU Xiao<sup>1</sup>, TANG Liang<sup>2</sup>

(1. Experimental Teaching Department, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510006, China; 2. General Education Department, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

**Abstract:** It is a difficult task to integrate ideological and political education into college physics experiment course because of the particularity of experimental teaching. In this paper, the ideological and political education combined with Peer Instruction method is applied to college physics experiment course innovatively. As a result, the students' interest and learning effect can be greatly enhanced by changing the traditional instillation teaching into autonomous discussion learning through this new teaching method. The core values of socialism run through the whole teaching naturally so as to achieve the goal of moistening things in silence.

**Key words:** ideological and political education; college physics experiment; peer instruction

(上接 56 页)

## Thoughts on the ideological and political construction of electrodynamics course

WANG Zhen-lin

(School of Physics, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

**Abstract:** In this paper, it is illustrated the facts that scientific development benefits from an innovation culture of society and the original innovation makes great impact on science and technology, and promotes social development from the perspective of the history of electrodynamics. Furthermore, it is demonstrated that the rich ideological and political connotations of electrodynamics, including the spirit of science in exploring nature and the value orientation of serving the society. Centering on 'imparting knowledge, preaching truth, dispelling doubts, and fostering virtue', the thoughts and observations on the ideological and political connotations of this course were shared in this paper.

**Key words:** electrodynamics, spirit of science, serving the society, ideological and political connotations