

问题驱动的类比法、互动型、研究性教学模式 ——以电磁学课程建设为例

张国锋

(北京航空航天大学物理学院,北京 102206)

摘要 充分考虑一流课程应具备的高阶性、创新性和挑战度的特点与要求,作者以北京航空航天大学(北航)电磁学课程建设为例,经过近四年在应用物理专业强基计划、物理学专业拔尖计划学生的教学实践中,提出并实施了问题驱动的类比法、互动型、研究性的教学模式,使电磁学课程的教学质量、学生综合素质和创新能力得到持续提升。

关键词 电磁学;教学模式;问题驱动;类比法;互动型;研究性

PROBLEM-DRIVEN ANALOGY, INTERACTIVE, AND RESEARCH-ORIENTATED TEACHING MODEL —TAKE THE ELECTROMAGNETISM COURSE AS AN EXAMPLE

ZHANG Guofeng

(School of Physics, Beihang University, Beijing 102206)

Abstract Taking the advanced, innovative, and challenging characteristics and requirements of first-class courses fully into consideration, the author takes Beihang University electromagnetics course construction as an example. After nearly four years of teaching practice for students with strong foundation in applied physics and top physics students, the author puts forward and implements a problem-driven analogy, interactive and research-based teaching model. The teaching quality, students' comprehensive quality, and innovation ability of electromagnetics courses have been continuously improved.

Key words electromagnetism; teaching mode; problem-driven; analogy method; interactive type; research-orientated

通过调研发现,随着科技进步尤其是第四次工业革命的展开,发达国家都在积极推进高等教育管理的改革创新:(1)美国高校的本科教学强调学生个性发展,着重培养学生创新意识与能力。因此,课程种类设置广泛,为学生提供多种选择;课堂采用研讨方式,让本科生提早了解科研,锻炼学生的创造力;考核方式多种多样,注重学生综合能力的培养。(2)德国十分注重建立人才筛选机制,学

生在经过基础阶段学习后需要经过数次分流才能进入高校学习,因此学生具备扎实的基础知识。在我国,随着高等教育事业的迅速发展,本科生教育无论在规模和层次还是在数量和质量上,都有了前所未有的发展和提高,培养出众多基础扎实、成绩突出、科研创新能力强的优秀人才;但目前仍存在过于注重专业教育,忽略学生个性发展与品质培养等问题,限制了学生视野的拓展和基础能力的发

收稿日期: 2024-04-05

基金项目: 北京市高等教育学会教改项目(MS2023288)、北航电磁学教改项目和电磁学、物理学(1)一流课程建设项目资助。

作者简介: 张国锋,北京航空航天大学教授,gf1978zhang@buaa.edu.cn。

引文格式: 张国锋. 问题驱动的类比法、互动型、研究性教学模式——以电磁学课程建设为例[J]. 物理与工程, 2024, 34(4): 71-75.

Cite this article: ZHANG G F. The exploration and practice of problem-driven analogy, interactive and research-orientated teaching model—Take the electromagnetism course as an example[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(4): 71-75. (in Chinese)

展,束缚了学生思维的开拓和创新能力的形成。

创新人才的培养离不开高等教育,高等教育中的课堂是人才培养的主阵地。如何在课堂教学中既让学生掌握基础理论和基本方法,又能培养学生的创新意识且激发学生科研潜力是高等教育工作者和高校课程建设的教师需要深入思考的问题。

电磁学是研究电、磁、二者的相互作用及其规律和应用的物理学分支学科。其研究的内容与我们的生活息息相关,可以说电磁现象无处不在,电磁现象的研究也为我们生活带来了方便、快捷。学习、研究电磁学无论是对培养将来相关专业技术人员,还是提升学生综合素养、创新能力都显得非常必要。同时,全球已进入或即将进入智能时代,对芯片的需求更呈递增趋势,芯片的研制更离不开电磁产业的发展和高层次电磁人才。大学作为为国家各行各业输送高层次人才的重要基地,理当为芯片研究储备科技后备力量,课程的开设也应该适于培养所需的为国家、为社会服务的人才,以推动国家和全世界的建设和发展。

北航电磁学课程团队,根据“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”^[1]和“教育部关于一流本科课程建设的实施意见”^[2]结合物理学院本科培养方案改革的要求,通过综合调研、充分考虑应用物理专业强基计划、物理学专业拔尖计划学生的特点,经过近四年的教学实践,提出并实施了问题驱动的类比法、互动型、研究性的电磁学教学模式的改革与探索,持续提升了课程的教学质量和学生的综合素质,有效地支撑了北航拔尖创新人才培养。

1 课程建设总体设计

北航物理学院物理专业电磁学课程设置在大

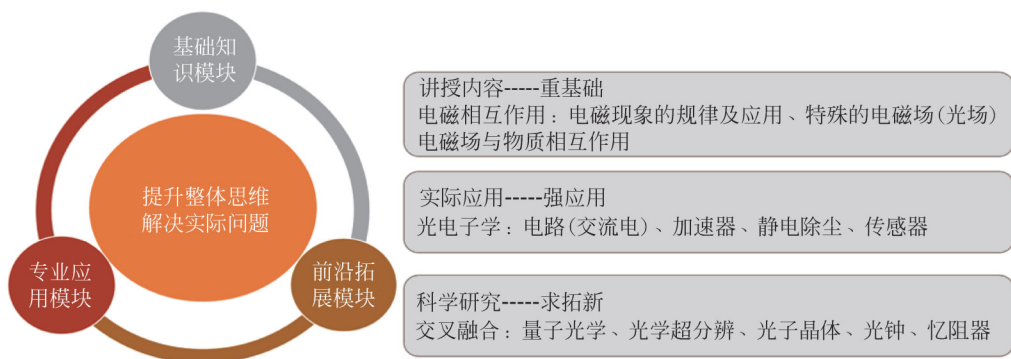


图 2 北航电磁学教学内容模块简图

一第二学期,总课时 80,内容包括静电场 恒定电流场、恒磁场、电磁感应、电磁介质、电路(重在暂态电路和交流电)、麦克斯韦电磁场理论,共六章内容。相比同类院校电磁学课程,课时相对充足,授课对象为应用物理专业强基计划和物理学专业拔尖计划学生,基础较好,所以授课教师有时间和空间展开个性特色化的教学活动,促进教与学的高质量发展。课程建设注重了基础知识的掌握、强化了课程内容的实际应用,以解决问题为导向、拓展相关领域前沿研究,有效提升了学生对电磁现象的整体思维,促进了学生解决实际电磁问题能力的提高。

(1) 主要采用“问题驱动—经典内容讲解—生活物理问题或前沿物理问题”的教学范式(见图 1),通过类比、互动和研究,引导学生自主学习和深度探究,对创新性人才培养模式进行了探索。

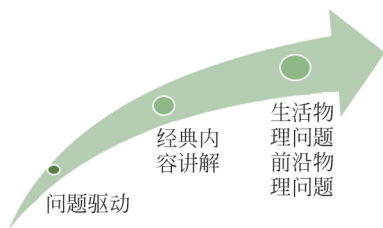


图 1 北航电磁学教学范式简图

(2) 充分利用课堂翻转、雨课堂等方式,将部分中学中作为重点讲授的内容调整为复习—研讨模式;围绕有效提升学生整体思维、以解决实际问题为导向这一关键点,通过重基础、强应用、求拓新提升课程育人功能,开展电磁学的基础知识、前沿拓展、专业应用三个模块的综合交叉教学改革(见图 2)。

通过上述两个方面的持续实践、迭代,形成了有特色的教学风格,促进了学生“知识、能力、素质”的协调发展和创新实践能力的提高,满足了一

流课程两性一度的要求。

2 基于问题驱动的类型法、互动型、研究性教学

高等教育着力培养知识面宽、应变能力强、具备科研能力和创新意识的优秀人才。笔者认为电磁学课程, (1) 在教学内容上应该除了强调经典内容的基础地位外, 还应该向信息技术等领域延伸, 让课程与实际生活结合更为紧密, 要与时代发展一致, 穿插一些本学科的前沿动态; (2) 在教学方法上应该让学生有机会表达自己的观点, 鼓励学生以论文形式就某个问题深入探究, 计入平时考核中; (3) 课外讨论要利用信息化手段延长课程学习和讨论的时间。基于此三点结合课程建设整体设计思路, 笔者提出电磁学课程问题驱动的类型法、互动型、研究性的教学模式。

2.1 以问题驱动的课程内容讲授

依托多媒体、雨课堂等平台, 实现问题驱动的教学内容的引出, 如课程内容每章每节的讲授中都先提出问题, 利用问题引出所讲内容, 继而回到问题中。案例(见图3): 静电场中的导体。前面讲述了静电场的性质, 空间中除了产生静电场的带电体, 别无他物。显然, 这样的电场尽管性质搞清楚了, 但实际上是没有多大意义的。因为只有存在其他物质的时空或场, 才有丰富的物理现象, 才值得更进一步研究。于是问题就出来了, 可以提出: 如果把物质(比如: 导体)放入静电场, 导体将发生什么变化? 静电场又如何受导体的影响呢?

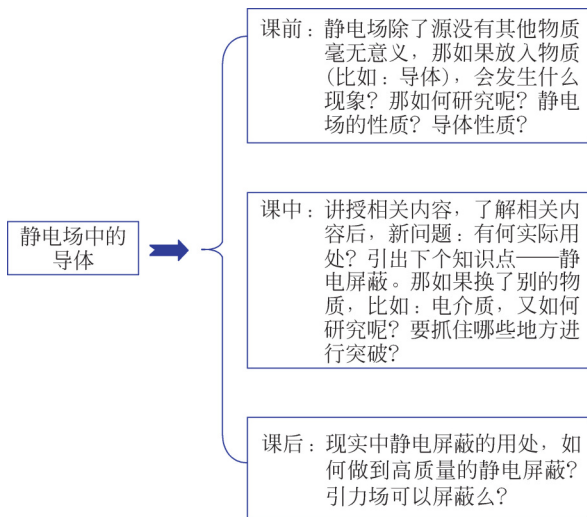


图3 问题驱动贯穿课程整个教学环节

这样自然就把课程内容引出来了。再如这部分内容讲完后, 学生清楚了解相关知识点后, 问题又来了, 那么借助导体在静电场的性质, 有何实际应用呢? 这样就引出了下个知识点——静电屏蔽。这是课堂知识内容的问题驱动, 课后静电屏蔽的具体实现, 详细研读有关书籍和文献, 讨论如何做到高质量的静电屏蔽? 电场可以有屏蔽, 和电场有相同平方反比定律的万有引力场是否也能做到屏蔽呢? 如果不是导体, 而是其他的电介质, 又该如何研究呢? 如此从课堂一课中一课后, 都用问题激发学生, 这样除了高效完成课程内容的讲授外, 也培养了学生提出问题、思考问题、解决问题的能力。

2.2 以问题驱动的类型方法学习

电磁学内容包括电和磁两部分, 在研究对象上有很强的相似性, 在研究方法上更有类比性, 教学活动中要善于抓住两者现象、规律、研究方法、实际应用等方面的相似性, 充分利用类比法, 无论是课堂知识的讲授中还是培养学生综合能力都会起到事半功倍的效果。内容的讲授上, 比如库仑定律与安培定律, 二者研究的都是非接触物体之间定量的相互作用规律, 都是大量猜想、实验、理性思维的结果。不同的是库仑定律研究的对象是电荷, 现实中存在, 而安培定律研究的是两个电流元之间的相互作用, 电流元本身是不存在的。但两个定律从数学形式上非常相似, 都是平方反比律, 前者是有心力, 后者是非有心力。两者完全可以对比学习, 增强对规律的认识。讲授中要善于发问, 从库仑定律的提出、研究对象、结果、适用范围等, 引出安培定律要解决的问题, 如何解决? 等等。再如直流电路、暂态电路和交流电路三者的对比学习, 授课中抓住三者的相似地方, 都可以用基尔霍夫第一、第二定律进行求解, 同时, 强化三者的特色与不同。教学中, 要始终树立用已有的知识去类比学习未涉及的内容的理念。同时可以让学生去总结归纳体会类比在电磁学学习中的强大用处。

事实上, 除了课程内容中的类比外, 利用电和磁之间的关系以及和物质的相互作用, 也可以进行类比法展开课程思政(见图4)。比如, 抓住知识主线: 真空电(磁)→电磁相互作用→电磁感应→电磁波, 再到探讨介质中的情形。类比到思政育人主线: 独立个体→相处交往→友谊爱情→美好

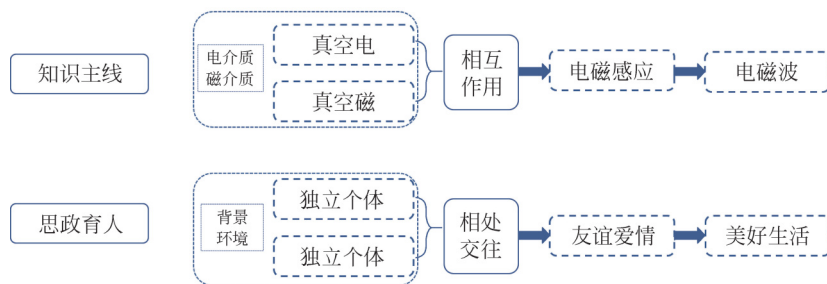


图4 类比法进行思政教学

生活,再到不同背景环境中人与人之间的交往。

2.3 以问题驱动的互动模式教学

教学不止课堂,辅以实践教学、成果交流的方式,拓展课堂的时间和空间,构建教师教、学生学和创新实践三者融合迫在眉睫。近四年教学实践中,课程组从问题出发,以切主题、重互动和展成果为导向,筹划构建了教学研互动模式(见图5)。比如:课堂教学中互动,重要公式的推导、相似现象的类比、每个模块结束后的小结等;实践教学互动,充分利用学校演示实验器材资源,向学生形象展示电磁现象,鼓励学生自己动手操作,互相交流;成果展示中互动,通过大作业、遴选相关的大学生物理学术竞赛题目锻炼学生对课堂知识的运用,采用作品交流、论文等展示成果,使师生更好交流互动。

2.4 以问题驱动的研究潜力培养

课堂知识不是学得越多越好,而是要注重对知识的运用和驾驭能力,电磁学现象在生活中无

处不在。掌握课堂知识后,如何用课堂知识去解决实际问题,是培养创新人才的必要考虑。课程团队精心酝酿、提炼生活中的相关电磁现象和大学生物理学术竞赛有关题目,让学生在学习完相应知识点后,尝试一定程度的解决。比如在课堂教学中穿插基础知识关联度很强的大作业:平方反比律、电屏蔽、电势零点的选取、磁屏蔽等,也有偏电磁应用的加速器、电动机、电流计等,还有科学前沿的忆阻器等,辅以大学生物理学术竞赛相关电磁学的题目,如磁力小火车等,课程相关内容讲完后,布置给学生从原理、思想、科学方法等方面进行准备和课堂展示。这些教学活动既强化了基础知识的学习,增加学生对内容的兴趣,又强化了课堂知识的运用,综合能力得到提升(见图6)。

3 结语

本文以笔者在北航对应用物理专业强基学

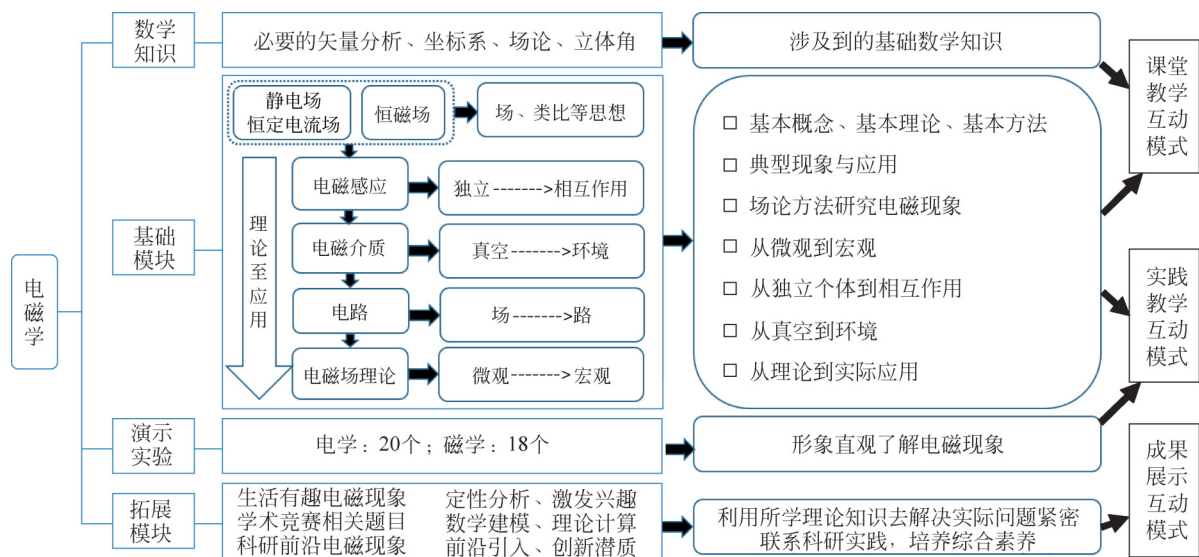


图5 师生互动、生生互动体现在教学各个环节



图6 研究性教学实践

生和物理学专业拔尖学生讲授电磁学课程为例, 主要强调了以问题驱动的课程内容讲授和以尝试解决的开放问题训练, 辅以类比、互动和研究的教學模式(见图7)。这种模式注重了学生物理思维的浸润和引导, 充分发现和挖掘具有创新研究潜质的学生, 除了课堂基础知识的学习外, 通过演示实验、解决实际问题等训练, 推荐参加大学生物理学术竞赛、北航冯如杯等, 提升了学生的综合素质。课程建设符合两性一度的一流课程要

求, 相信此种模式会对其他相关类课程有一定的参考。

参 考 文 献

- [1] 教育部. 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[Z]. 教高[2019]6号, 2019-10-08.
- [2] 教育部. 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[Z]. 教高[2019]8号, 2019-10-30.

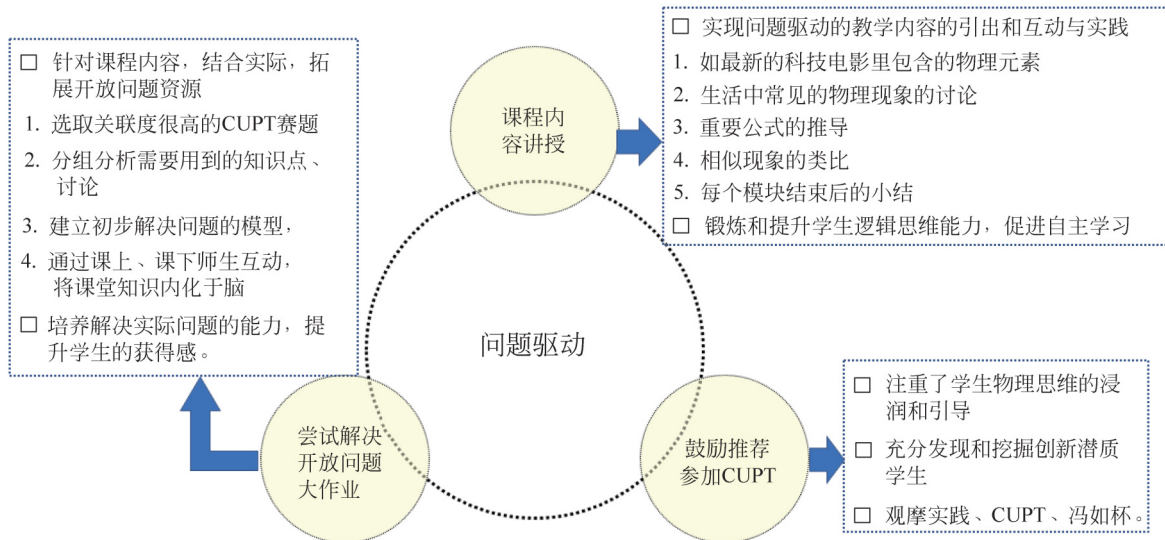


图7 问题驱动的电磁学教学模式