

精准对接专业、立足产教融合的大学物理教学探索与实践

许静平 谢双媛 樊维佳 张志华
(同济大学物理科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要 发展新质生产力促进了大学物理课程的改革。根据 2023 年 8 月教育部《理工科类大学物理课程教学基本要求》中“专业衔接, 即针对不同专业方向, 有针对性地组织专题模块进行教学”的要求, 我们面向我校信息类和土木工程类学生分别设立了“大学物理(精) I”和“大学物理(精) II”两门课程。针对这两个大类的学科特点, 我们各有侧重, 与对应学院充分沟通, 设立了满足两个大类人才培养目标的教学内容和教学案例。同时, 注重产教融合, 主动考察企业, 建立产学研对接, 充分接触了企业需求、了解企业自动化现状, 结合大学物理教学, 能给学生带来企业技术改造的第一手资料, 拓宽了学生视野、增强了学生的科创精神。所有这些举措, 都能在学生提高科学素养的情况下, 促进未来新质生产力的发展。

关键词 专业衔接; 产教融合; 新质生产力

EXPLORATION AND PRACTICE OF COLLEGE PHYSICS TEACHING BASED ON PRECISE PROFESSIONAL INTEGRATION AND INDUSTRY EDUCATION INTEGRATION

XU Jingping XIE Shuangyuan FAN Weijia ZHANG Zhihua
(School of Physical Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract The development of new productive forces has promoted the reform of university physics courses. According to the “Basic Requirements for Teaching Physics Courses in Science and Engineering Universities” issued by the Ministry of Education in August 2023, which states that “professional connection refers to organizing targeted thematic modules for teaching in different professional directions”, we have set up two courses, “College Physics (Precision) I” and “College Physics (Precision) II”, respectively, for information and civil engineering students in our university. Based on the characteristics of these two major categories of disciplines, we have placed different emphases, communicated fully with the corresponding colleges, and established teaching content and cases that meet the talent training goals of the two major categories. At the same time, we focus on the integration of industry and education, actively visit enterprises, establish industry-university-research connections, fully understand the needs of enterprises and the status of enterprise automation, combined with uni-

收稿日期: 2024-06-10

基金项目: 教育部高等学校大学物理教学指导委员会 2023 年教学研究立项项目(DJZW202322hd)。

通信作者: 许静平, 同济大学物理科学与工程学院教授, xx_jj_pp@tongji.edu.cn。

引文格式: 许静平, 谢双媛, 樊维佳, 等. 精准对接专业、立足产教融合的大学物理教学探索与实践[J]. 物理与工程, 2024, 34(6): 63-66.

Cite this article: XU J P, XIE S Y, FAN W J, et al. Exploration and practice of college physics teaching based on precise professional integration and industry education integration[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(6): 63-66. (in Chinese)

versity physics teaching, which can provide students with first-hand information on enterprise technological transformation, expand their horizons, and enhance their scientific and technological innovation spirit. All these measures can promote the development of new quality productive forces in the future while improving students' scientific literacy.

Key words professional connection; integration of industry and education; new quality productive forces

“新质生产力”大致由三个“新”构成——以战略性新兴产业和未来产业为代表的“新制造”，以高附加值生产性服务业为代表的“新服务”，以及以全球化和数字化为代表的“新业态”，这些形成的聚合体就是新质生产力。通过培育新质生产力推动中国制造业克服短板，成为未来发展的新的增长极。

新质生产力如何发展是一个值得探讨的问题，但已经有一些达成共识的概念，如新质生产力需要新的科学发现，比如量子科学、脑科学的研究。新质生产力需要新的制造技术。新质生产力需要新的生产工具，如 EUV 光刻机的出现让 7nm、5nm 芯片制造成为可能；新能源汽车制造中的一体化压铸成型技术，让新车的制造成本大幅下降等^[1]。

大学物理课程作为工科大学生进入大学后接触的首批科学类通识课程，对于学生的科学素养和创新思维培养具有重要作用，因此开设内容适当的大学物理课程至关重要。在有限学时培养过程中，需要提高学生的实践能力，要照顾不同学科的特点，进行差异化教学，促使我们精准对接专业。

同时，技术的发展日新月异，高校的科研与企业的技术改造在同步进行。总的来说，高校的科研要领先于企业的技术，但有时这种领先又会脱离于企业的实际，造成产学研对接的脱节。因此在进行高校科研的同时，还需要了解企业的实际，双方协同发展才能更好地促进国家生产力的进步。高校在教学中不仅强调国家取得的重大科学进展，更要告诉学生们生产企业遇到的技术问题和瓶颈，引导他们对专业领域的了解，激发树立未来的发展方向。

同济大学物理教研室始建于 20 世纪 50 年代，承担着全校“普通物理”课程。1961 年合作主编国内首部面向工科的《普通物理学》（程江版），

1996 年被授予国家工科物理课程教学基地，2004 年获国家精品课程，2013 年出版“十二五”规划教材《大学物理学》，2016 年获国家精品资源共享课，2017 年大学物理系列课程获国家精品在线开放课程，2018 年普通物理课程获国家精品在线开放课程，2020 年普通物理课程获国家级一流线下课程。针对以上两个迫切需求，同济大学物理教研室群策群力，在以往取得教学成果的基础上，有针对性地开展了教学改革，面向信息类和土木类分别开设了“大学物理（精）Ⅰ”和“大学物理（精）Ⅱ”两门课程，同时积极设立丰富的产学研教学案例，再结合人工智能赋值教育，持续提升教学质量。以下将介绍一下这三方面的工作。

1 精准对接专业

“大学物理”课程教授物理学所涵盖的自然界物质运动基本规律，包含力学、热学、电磁学、光学、相对论和量子力学等，所涉及的内容是自然科学的基础和现代工程技术的重大支柱。课程对于培养学生物理核心素养发挥了十分重要的作用。物理核心素养主要体现在物理观念，科学思维，科学探究以及科学态度与责任等多个方面，将教学内容与科研发展紧密结合，对于拔尖创新人才综合素质的培养能起到十分重要的作用。然而，随着各个学校不断压缩上课课时，要在有限的课时中面面俱到显然已经不可能。2023 年 8 月教育部发布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》中提出“专业衔接，即针对不同专业方向，有针对性地组织专题模块进行教学”的要求，正好为我们解决这一问题提供了思路。

我们面向与信息相关专业的大一本科生开设物理类必修通识课“大学物理（精）Ⅰ”。针对信息类专业的特点，该课程强化和拓展了振动与波动中的傅里叶变换、热学中的熵、电磁学、波动光学和量子物理等章节的内容，从而为学生后续学习

信息类专业知识和信息科学技术打下必要的物理基础。具体的,我们在振动的合成与分解中拓展了傅里叶变换与信号处理的应用介绍;在热力学第二定律的微观解释中拓展了熵与信息论的知识;在磁介质中拓展了软磁材料与矩磁材料知识,以及磁性信息存储材料的应用现状;在麦克斯韦方程中专题探究电磁波的调制与解调;在波动光学中介绍了相控阵雷达原理、信息光学;在狭义相对论中的光的多普勒效应中专题介绍多普勒效应与雷达技术;在量子物理章节则专题探究量子信息与量子通信。这些内容与信息类学生的后续专业学习紧密相关。

同济大学的土木专业是我校的传统强势学科,我们面向土木类相关专业的本科生开设了“大学物理(精)Ⅱ”。针对土木专业的特点,我们强化了力学方面的学习,并在土木转向智能建造这一趋势下,强化了物理概念的机械应用方面的拓展。比如,我们强化了流体力学教学要求,拓展了风洞、隧道空气动力学等知识;振动中拓展了共振及桥梁振动实验(港珠澳大桥),古代计时器,高层建筑抗风设计,上海慧眼减震,风振控制,涡激振动等工作原理;机械波则拓展了噪声防护、超声无损检测的应用;热学则拓展了建筑隔热、空调等应用;电磁学部分则拓展了避雷系统、地下管道检测雷达、新能源汽车、超级电容、无线充电等;波动光学中则拓展了建筑检测相关的光学传感器、光弹效应、位移传感器等;量子物理中与人工智能相关我们也强调了量子信息与量子计算的拓展。

更重要的是,我们的课程设置与相关学院开展了研讨,他们非常欢迎我们的定制化服务。电信学院仔细审核了我们的教学大纲,认为我们的电磁学部分教学内容与他们的一些专业课内容高度重合,以此为依据,他们消减了部分专业课的教学内容,同时对我们的一些案例提出了建议。土木学院非常迫切地需要在课程内容中选用土木学院的工程案例,包括一些探索实验,他们也提供了自己的实验室和实验器材,希望通过与我们的合作,提升土木学院大一新生的专业认同感。这无疑为我们的教学改革提供了非常强有力的正面反馈。

2 产教融合

物理学的发展,促进了历次产业革命。新质

生产力的发展也离不开物理学的发展。然而在现有的制造业中依然存在一些并不那么高大上的技术需求,这些技术需求有时并不那么显眼,但却制约了那个行业的发展。而要知道这些现实的技术需求,只有亲自去企业调研。同时物理教学中,很多的器件我们只知道原理,但在现实生产中却大有门道,通过去企业调研,能够把教学内容和实际生产有机结合,提升了教学的内涵和深度。作者从2023年9月起在江苏省海安市挂职科技镇长,负责曲塘镇和新能源产业链的产学研对接工作,期间调研了很多企业,掌握了不少第一手资料,将调研的内容与教学有机地结合起来,极大地提升了教学的趣味性和内涵,得到了学生的一致认可。现在我们举几个例子。

目前年轻人不愿意进厂,导致企业用工紧张,发展自动化是企业的共性需求,因此只要是能盈利的企业都已经完成初步自动化,尤其是一些以往工作环境比较恶劣的化工企业,早早地就实现了自动化。工人并不会直接接触化学原料,生产车间也没什么异味,工人只需要进行监测即可,将这些告诉化学专业的学生,可以打消他们的顾虑。

在力学中讲解到绳子时,就可以提到参观一家制作渔网的企业,这家企业已经基本实现自动化,但是存在一个瓶颈。渔网是用网线织成的,但是网线一锭是有限长度的,用完了就需要换一锭,这就涉及网线连接的问题。由于使用情景的要求,目前网线必须用打结的方式连接,才能保证强度和耐用性。但就是这个打结的环节目前还没有自动化,必须由人工实现。这个看起来很容易,但是很多高校的课题组来尝试过都失败了。而这家企业就是全世界最大的渔网厂,它遇到的问题就是共性问题。这很容易就引起了学生们的兴趣,激励他们后续通过专业的学习来解决这一问题。

我们在讲解电容器时只提到电容器是由两块隔开的金属板构成的,但是在实际制造时这两个金属并不是相同的金属,而且从成本的角度考虑,是在有机薄膜上镀上金属来制造极板的。有老师通过考察电容器阴极制造企业——宇华新材料了解了这一点。考察发现,电容器的阴极是用薄膜镀铝来实现的,目前性能已经达到国际领先水平。他们公司下一步的计划是投产阳极极板,成本较高。只有将物理教学内容与实际融合,才能理解

为什么电容器的阴极和阳极是不同的金属,以及阳极为什么比阴极成本要高。在课堂上向同学们提出此类问题,会引起学生的好奇心和求知欲,从而强化他们对知识的理解。

在讲解磁介质时,我们会提到软磁、硬磁和矩磁材料。从科研的角度,矩磁材料才是高大上的东西,因为它应用于信息存储,属于信息产业。但是在实际考察中,作者走访了南通优冠达磁业,这家企业专门制造软磁材料,年产值5亿元人民币。软磁材料的应用就是电控开关,磁性会随电流单调变化。从企业了解到,软磁产业的产业非常巨大,而且软磁材料的一个高端应用就是汽车上用的电控开关,目前车用的软磁材料几乎是进口的,并不是国产的性能不行,而是合资企业就是不用国产的,因此可以教育学生,汝辈当自强。

还有很多例子,这些内容与教学目标高度重合,有力地提升了教学效果。

3 人工智能赋能教育

人工智能赋能教育前景广泛、大有可为。同济大学发布了1+N人工智能赋能学科创新行动计划,归纳为八大任务。这八大任务简单地说,就是做强人工智能本体的科学研究、人才培养方面的核心工作。特别是在无人系统领域,以及打造学校共享的算力数据平台,支撑学校科学研究,还有参与国家人工智能专项的建设。这是人工智能最核心的科学研究和人才培养的本职工作。与此同时,全面赋能学校各个学科各个专业各项工作,特别是在教学创新方面^[2]。

我们新开设的“大学物理(精)Ⅰ”和“大学物

理(精)Ⅱ”,按照人工智能赋能的要求,重新规划课程教学内容。根据课程大纲、教材和教学资料系统梳理课程知识点,包括课程教学目标、教学知识点、知识点类型、教学资源、教学方式和教学考核内容,分类整理知识点,确保全面覆盖课程中所有核心知识点,形成结构化的知识点清单。确定知识点之间的关系,基于梳理的知识点及其关系图,构建知识图谱,包括知识领域、知识单元和知识点的系统结构,基本实现知识融合。开发与知识图谱配套的教学资源(如多媒体课件、在线测试题库、教学案例等),促进知识融合和知识加工,尤其是知识推理,支撑交互式学习,提升学生自主学习能力。

4 结语

通过专业精准对接、产教融合,结合人工智能的教学过程监测和教学结果评价,我们建立了“四基本(科学知识、科学思维、科学应用、创新精神)”“两综合(理论与实践综合,创新意识和创新能力综合)”“一拓展(科学前沿拓展)”的同济特色“四二一”教学体系,为新质生产力的发展提供了有益的尝试。

参 考 文 献

- [1] 黄奇帆. 何谓新质生产力[EB/OL]. 第一财经, 2024/01. <https://www.yicai.com/news/101952304.html>. [2024-06-06].
- [2] 郑庆华. 人工智能赋能创建未来教育新格局[EB/OL]. 人民网, 2024/03. <https://news.tongji.edu.cn/info/1006/86651.htm>. [2024-06-06].