

面向 AI 定制化学习的光学通识课建设

王方原 王新强 蒋曲博

(桂林电子科技大学光电工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要 一直以来基础科学类的通识课受到基础门槛高、知识难度大、概念复杂抽象等因素的限制,很难受到学生的青睐。本文从梳理专业整体知识结构的角度出发,讨论了通过引入 AI 定制化学习工具来降低学生知识门槛、扩展课程知识延伸范围、提升最终教学效果的可行性。本文提出了进行定制化学习所需要的条件,讨论了面向定制化学习的课程应具备的特点,并给出了利用 AI 定制化学习进行光学通识课建设的具体案例。课程方案的实施效果表明,利用 AI 定制化学习工具可以有效提高学生的课程学习效果,从而使通识课的教学内容和教学方法更加灵活生动。

关键词 AI 定制化学习;专业知识体系结构;光学通识课;生成式学习计划

CONSTRUCTION OF OPTICAL GENERAL EDUCATION COURSE FOR AI CUSTOMIZED LEARNING

WANG Fangyuan WANG Xinqiang JIANG Qubo

(College of Optoelectronics Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract General education courses in basic science have always been limited by factors such as high basic requirements, difficult knowledge, and complex abstract concepts, making it difficult for students to appreciate them. This article discusses the feasibility of introducing AI customized learning tools to lower students' knowledge barriers, expand the scope of course knowledge extension, and enhance the final teaching effectiveness from the perspective of sorting out the overall knowledge structure of the profession. This article proposes the conditions required for customized learning, discusses the characteristics that courses aimed at customized learning should possess, and provides a specific case of using AI customized learning for the construction of optical general education courses. The implementation effect of the course plan shows that using AI customized learning tools can effectively improve students' course learning effectiveness, thereby making the teaching content and methods of general education courses more flexible and vivid.

Key words AI customized learning; professional knowledge system structure; optical general education course; generative learning plan

收稿日期: 2025-03-25

基金项目: 广西高等教育本科教学改革工程项目“基于知识点衔接的光电专业课程一体化建设”(2023JGA183);“挑战性课程体系的建设研究——以光学系统设计类课程为例”(2024JGZ126)。

通信作者: 王方原, wangfy@guet.edu.cn。

引文格式: 王方原, 王新强, 蒋曲博. 面向 AI 定制化学习的光学通识课建设[J]. 物理与工程, 2025, 35(3): 166-172.

Cite this article: WANG F Y, WANG X Q, JIANG Q B. Construction of optical general education course for AI customized learning[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(3): 166-172. (in Chinese)

大学通识课是高等教育的重要组成部分,旨在提高学生的基础素养、人文素质以及独立思考与判断能力等综合素质,具有丰富的课程内容和独特的课程特点^[1-3]。在当前的大学通识课中,文科类和艺术类的通识课普遍受到学生们的欢迎,一些特定前沿领域的工科通识课也能吸引学生们的兴趣,但是像物理学这样基础科学的通识课却很少能获得学生们的青睐。究其原因,一方面是不同文理不同专业的本科生物理基础差别非常大,同一门通识课既要让文科生和艺术生听得懂,又要让理科生和工科生在大学物理课程之外品出新的味道,这就对授课的内容提出了很高的要求;另一方面通识课一般学时较少、人数较多并且通常不具备实验演示的条件,想要把抽象的物理概念和物理规律讲得生动有趣,就需要在物理通识课的授课理念上进行创新^[4]。此外,当学生要将通识课学到的物理知识运用到自身专业领域时,缺乏系统性数理基础训练的弊端往往很难通过短时间的自学来进行弥补,这就成为非物理专业学生生活学活用物理通识知识的障碍。如果不能解决物理通识知识“学而无用”的窘境,那么无疑很难吸引学生对物理类通识课的兴趣。

当前人工智能技术高速发展,“人工智能+学习大数据”带来的定制化学习热潮引起了学术领域和社会舆论的广泛关注^[5,6]。定制化学习不仅可以学生的知识基础、学习习惯和能力特长,生成专属于个人的学习资料和学习方法,还可以为实现某一特定学习目标或者掌握某一特定专业技能量身定制个人的长期学习路径和学习规划。在这一新型工具的辅助下,学生进行定制化学习的门槛得以大大降低,这就使得学生可以针对特定物理知识进行快速的学习和补强,从而为不同专业学生利用物理通识知识“学以致用”提供了新的途径。

遵循这一想法,本文提出通过引入 AI 定制化学习功能来拓展物理通识课知识边界,通过科学故事、原理概念、经典案例等内容引发学生的学习兴趣、梳理学科的发展脉络、描绘知识结构的基本框架,并且培养学生根据兴趣或实际需要利用 AI 辅助对特定物理知识点进行定制化学习,从而使其具备利用物理知识快速精准解决自身学科专业问题的能力。本文将以太州科技大学光电工程学院开设的全校通识课“探秘光学的世界”为

例,探讨这类面向 AI 定制化学习的基础科学通识课程的建设可行性。

1 定制化学习专业知识所需要的条件

如果把复杂的专业知识体系结构比作一张知识的地图,知识与知识之间的拓扑结构就好比地图上的一条条道路,学习过程大数据就是这些道路的特征参数,那么用来生成定制化学习方案的 AI 就相当于帮助学生合理规划学习路径的智能导航系统。要使这个“学习导航系统”能发挥作用,就需要以下三方面的基本条件支持。

1.1 学科专业知识之间的拓扑支撑关系

想要使用“学习导航系统”,首先就需要绘制一张专业知识体系结构的知识地图,即获得相应专业所有知识之间的支撑关系。传统的专业知识支撑关系一般是由相应领域的教育专家制定的,其具体表现就是各专业的培养方案以及各门课程的教材。培养方案将专业知识体系分解到各门课程的教学目标中,各门课程再将教学目标细化到每一节课的教学计划,这种课程与课程之间学习的先后关联形成了传统培养方案中知识支撑逻辑。

随着网络学习资源的日渐丰富,教学的基本单元逐渐由一节节课向一个个知识点发生转变,当前的网课大数据拥有了比从前更精细也更复杂的知识网络关系。从知识间的支撑关系来看,既然学习的最小单元已经从一节节课细化到了一个个知识点,那么学生完成专业培养时所需要掌握的知识要求也应该可以细化到一个个的知识点,专业对学生的培养过程其实就是遍历这些知识节点的过程。因此,学生学习知识不一定要完全按照统一的规范化的学习顺序,而是可以在满足知识支撑关系的逻辑下根据个人实际情况进行灵活的调整,即实施定制化的学习过程。

这个定制化学习的路径可能会打破原有培养方案上课程之间的界限,也可能会涉及原有课程之间知识衔接的盲区,还可能会和其他不同专业的相关知识发生融合和交叉。培养学生合理利用 AI 进行定制化学习,一方面可以帮助我们对现有的教学过程和教学逻辑进行优化和改进,另一方面也可以为学生整个职业生涯的终身学习打下基础。

1.2 学习过程大数据表征的学习难度和学习强度等特征参数

不同的知识具有不同特点,有些知识需要不断复习巩固形成长期记忆,短时间高强度的记忆并不会取得更好的效果;有些抽象的概念需要发挥学生的想象力来进行理解,这时候恰当的启发方式往往会事半功倍。学习某个知识点的难度既包括知识本身的复杂程度以及熟练运用所需要的练习次数等客观情况,也包括学生本人的知识基础、思维习惯和学习能力等动态因素。学生的学习强度既包括学生一天或者一周内需要投入时间的多少,也包括学生学习过程中对注意力、记忆力等大脑活跃程度的要求。这些指标能够有效的反映知识本身的特点,是 AI 生成定制化学习方案的必要参数,其重要性就像道路车流等参数信息对导航系统一样。

合理的学习计划不仅需要找到达成学习目标的“物理最短路径”,也需要根据知识的特点和学生的情况来安排合适的学习方法、学习强度和时间的规划。根据学习过程大数据来制定学习计划,就好比导航系统根据交通拥堵情况调整行车路线和行驶速度,从而在保证安全的前提下规划出最省时的路线。因此充分收集不同学生学习各个知识点时学习效果的大数据,才能为 AI 定制化学习打下数据基础。

1.3 学习路径规划算法、大语言模型以及教学资源生成功能

当专业知识的拓扑支撑关系和学习过程大数据已经具备后,还需要相应的算法来实现学习路径的规划和人机之间的交互。大语言模型可以负责分析学生对学习目标的描述,将其正确匹配到专业领域内的具体知识和技能,并根据专业知识之间的拓扑支撑关系进一步细化为所需学习的知识点清单。路径规划算法负责分析学生的知识基础、能力特点、学习偏好等特征,并从学习大数据中匹配出最佳的学习方案,并可以根据学生学习情况对方案进行动态分析和调整。前者类似于智能导航系统的地址匹配功能,后者相当于智能导航系统的路径规划算法,它们共同构成了定制化学习的最终交互功能。此外,人工智能规划算法制定出相应的学习方案后,还应该进一步的根据学生特点和需求生成定制化的学习资料,推荐相应的在线课程和参考书目等,使定制化的学习方案最终能够落地执行。

2 面向定制化学习的通识课应具备的特点

2.1 突出学科关键知识的正确理解及其与其他知识的关联

虽然 AI 定制化学习的功能非常强大,但是学生在使用时会有一无法回避的问题,那就是学生要能够提供准确的学习目标关键词或者相对比较明确的特征描述。如果学生无法有效描述需要达成的学习目标,系统就无法从浩如烟海的知识数据库中进行匹配搜索,那么定制化学习计划就无从拟定。这就好比只给智能导航系统一个模糊的词语,那么系统往往会因为无法识别有效的目标地址而失效。

针对这个问题,通识课就需要针对某一专业知识领域进行概览性的介绍,让学生对专业知识体系结构形成整体性的印象,走马观花式的将知识地图上的“知识地标”介绍给学生。当学生需要确定学习目标时,就可以首先利用这些知识地标大致锁定所需学习的内容。

因此,为了使学生在今后学习或者工作中能够尽可能准确的找到所需的知识,就需要在通识课梳理好学科知识的发展脉络,搭建起学科知识体系的基本框架,并使用丰富的案例来帮助学生理解各知识模块的应用场景以及适用前提条件。这样的通识课不仅能丰富其他专业学生的潜在知识储备,也能帮助本专业学生梳理专业知识结构,因此兼具了通识课与专业课的特性。

2.2 弱化前置基础知识的要求和专业背景的针对性

使用定制化学习时,不同专业学生的基础知识和思维模式可能都会有很大的差别,其中既有高中文科知识基础的差异,也有不同专业知识构成和能力培养之间的差异。面向定制化学习的通识课应该做到低门槛甚至是零门槛,也就是说尽量利用通俗的语言和日常生活中的例子来讲解,并且尽可能联系中学的数理化知识,做到让大一入学的新生也能听得懂学得会。

此外,面向定制化学习的通识课还应该减少专业背景的针对性。不同专业和不同学科对同一知识点会有不同的理解和运用方式,通识课应该鼓励不同学科思想的交流与启发,避免单一专业的范式思维限制了知识和观点的开放性。特别是数学和物理这样的基础学科,既要尊重不同专业在

运用数理知识时常常约定许多“一般性”前提条件成立的合理性,也要提示学生一些特殊情况下会导致常用方法失效的“特殊性”。从不同专业的视角选取案例来讲授通识知识,既能延伸通识课的知识边界,也能使课程内容更加生动,有利于不同学科知识的交叉创新,培养学生独辟蹊径的创新意识。

2.3 系统性梳理专业知识结构的整体构架和发展脉络

定制化学学习所规划的学习路径通常会跨越传统课程之间的框架,这就可能涉及传统课程之间知识联系的盲区。因此作为面向定制化学的通识课,就需要系统性地梳理专业知识结构,让学生了解现有专业课程体系中每个知识模块的定位、涉及的核心知识及其能解决的实际问题。今后学生如果在定制化学学习中进入了传统课程知识之间的盲区,就可以根据对临近知识模块的理解来明确知识之间的关联性,从而帮助学生降低学习的难度。

传统课程教学时,关注的往往是课程内容的完整性和效率性,即使用尽量精练的语言来把某一个知识点讲清楚,并给出其正确的运用方法。这种讲法对于掌握了相应知识的教师来说,具备了专业性和严谨性的美感,但对于初学者而言却不一定是最自然的。人类认知世界的过程是在试错中不断总结规律来实现的,是通过一个个“错误的观点”才建立起对客观世界的正确认知;如果一味强调正确的概念、正确的思路和正确的答案,往往会使学生害怕犯错误,并且犯了错误之后又很难想清楚犯错的原因。

因此,通识课在帮助学生构建专业知识结构整体印象时,也应该恰当地梳理专业知识的发展脉络。不仅要讲清楚对现在具有重要影响和重要价值的关键科学创新,也要讲清楚专业历史发展过程中那些“错误观点”的合理性和局限性。这些正常教学过程中容易略过的“错误观点”往往反映了人类最自然的惯性思维,不仅能帮助学生更好的建立专业知识之间的联系,也能潜移默化的培养学生真正的科学探索精神。

3 面向定制化学的光学通识课建设方案

3.1 课程定位与授课理念

桂林电子科技大学是一所典型的“双非”本科

院校,学校开设专业以工科为主。原有的全校通识选修课主要以文化艺术类为主,科学技术类通识课的占比非常少,并且通识选修课中网络课程的占比相对较高。“探秘光学的世界”通识课程自2024年开课以来已经完成了两个完整的授课周期,目前已经开始第三个周期的授课。在前两个授课周期内,学生普遍反映课程内容比较深奥,很多感兴趣的内容听不懂,并且想要把学到的光学知识应用到自身专业领域也存在困难。学生到课人数随着课程进度不断流失,到最后两次课的到课率甚至会跌落到60%以下。

为了在有限的课时内使不同专业不同基础的学生都能有所收获,本课程考虑引入AI定制化学来扩展课程信息容量的上限,对授课内容和授课形式进行调整。作为一门全校通识课,本课程需要给不同专业的学生普及光学常识,并且让他们可以以感兴趣的知识为切入点进行更深入的学习,或者在遇到与光学相关的问题时能够准确匹配核心知识点来解决问题。在这一课程定位下,我们对课程设立了不使用复杂的公式推导、不设前置知识基础这两大要求,力求通过中学数理基础和生活常识来把课程知识讲清楚。考虑到本课程要对光学整体知识结构进行一个概览性的讲解,我们决定以光学的发展为脉络,从古典光学开始介绍人们对光本质的探索过程,以及由此不断深化的人们对客观世界本质的认识过程。

3.2 授课内容与教学计划

由于通识课授课时间仅有16学时,要在八节课的时间内对光学发展做一个概括性的介绍,这就对授课内容的选择提出了一定的要求。考虑到近代物理学无论从微观尺度的量子力学还是宏观时空的广义相对论,其发展都与光学有着千丝万缕的联系。波粒二象性、黑洞、时空弯曲、超光速等科幻概念往往是学生们非常感兴趣的内容,但受限于大学物理系列课程的授课计划安排又无法深入讲解。虽然这些物理知识在当前国民经济各产业中尚未广泛应用,但随着量子信息技术和深空探测技术的发展,这些知识很可能在若干年后成为新兴产业的基石。

由鉴于此,我们制定了如表1所示的教学计划,课程内容从古典光学的粒子学说和波动学说的争论开始,一直讲到近代电磁场理论的统一,帮助学生了解几何光学、波动光学、电磁场等经典理论之

表 1 “探秘光学的世界”通识课授课计划

教学内容	学生学习预期成果	学时
一、古典光学	了解古典光学的发展历程,了解古典光学的基本观点及其依赖的现象和逻辑,能够客观评价古典光学的合理性和局限性。	2
1.1 光是什么		
1.2 光线与光波	了解光的粒子学说与波动学说的基本观点,理解射线光学理论和波动光学理论的基本方法,理解成像理论的基本原理和几何方法。	2
二、近代光学	了解光的波粒二象性提出的实验现象基础,理解波粒二象性的基本观点,理解量子力学的基本假设和基本观点。	4
2.1 光的波粒二象性		
2.2 光与物质	理解光场的基本理论观点,理解光作为物质的特殊性。了解光与其他物质相互作用的基本理论,初步掌握激光的基本原理。	2
2.3 光、空间与时间	了解天文观测的光学方法,了解恒星分类法、周光关系、哈珀定律等天文学基本规律。理解相对论时空观的基本假设,理解光作为时空量度工具的基本假设及其推导出的基本结论。	4
三、光学前沿	了解光学科技前沿发展的最新动态,了解光学在其他学科前沿中的相关应用案例。	2

间的关联以及应用它们解决问题时适用的场景。随后,以“麦克斯韦方程组引申出的参考系问题”及“赫兹验证电磁场传播速度时发现的光电效应”为线索,引入近代光学的内容。近代光学部分主要包括光的波粒二象性的实验现象和基本假设、光与物质的相互作用方式以及激光的发明和应用、大尺度的宇宙观测以及天文学基本规律三个部分,介绍量子力学、量子光学、辐射理论、激光原理、天体物理、光谱学、相对论等相关知识。最后利用一节课的时间简要介绍当前光学前沿的发展,通过微纳光学、非线性光学、光子计算机、量子通信等方向的具体实例,展望光学未来的广阔发展前景。

3.3 授课方式与教学特色

为了降低本课程的基础知识门槛,课程尽力避免了大量的公式推导,而是通过实验现象和生活中的常识来解释科学原理。如图 1 所示,课程搜集了大量的彩图、动态图、短视频、人物故事、影视节选等素材,力求用尽量通俗的语言把核心知识概念讲明白。

为了弱化本课程对专业背景的针对性,课程将光学知识与不同学科的专业知识进行交叉联系,选择多样化的实例来阐述相关的光学知识。比如为了辨析“频率”和“颜色”的概念,课程选用了艺术生常用的调色“色相盘”来解释人眼感光的原理,并据此解释光的“三原色”与颜料的“三补色”之间的关系,这个知识点就引起了艺术与美术学院本科生的极大兴趣。又比如在介绍宇宙时空

理论时,引入《星际穿越》等热门科幻影片的经典片段来进行对比评述,受到了学生广泛的好评。

3.4 课外知识延伸与课程考核方式

课程开始两节课会对学生使用 AI 定制化学习进行示范。学生首先输入自己的专业、年级、基础课程等信息以及想要学习的光学知识点关键字,利用 AI 匹配生成相关的支撑知识节点。学生在这些支撑知识节点中选择不熟悉的或者需要复习强化的内容,使用 AI 定制化生成相应的学习计划和学习资料。最后,学生还可以根据自身需要随时修改学习总时长、增加知识点详细案例讲解、跳过已经掌握的知识点等方式来动态调整学习计划。

授课过程中鼓励学生使用 AI 搜索工具对课程知识进行扩展学习。课程中的每一张演示文稿都给出了与知识点匹配的关键字,力求用最少的文字把每一个知识点的“知识坐标”传递给学生。学生可以对感兴趣的知识概念、背景故事、物理原理等进行更深入的了解,还可以利用 AI 对特定知识生成定制化的学习方案进行系统性的学习。

课程的考核要求则是提供若干个光学核心知识概念,要求学生选择一个感兴趣的知识点,根据自己的专业、年级、知识基础等情况利用 AI 生成一个三小时的定制学习方案并实施,最终提交学习方案的相关材料、学习成果报告和心得体会。该环节主要培养学生自主利用 AI 进行定制化学习的基本能力,并根据学习效果进行课程成绩评定。

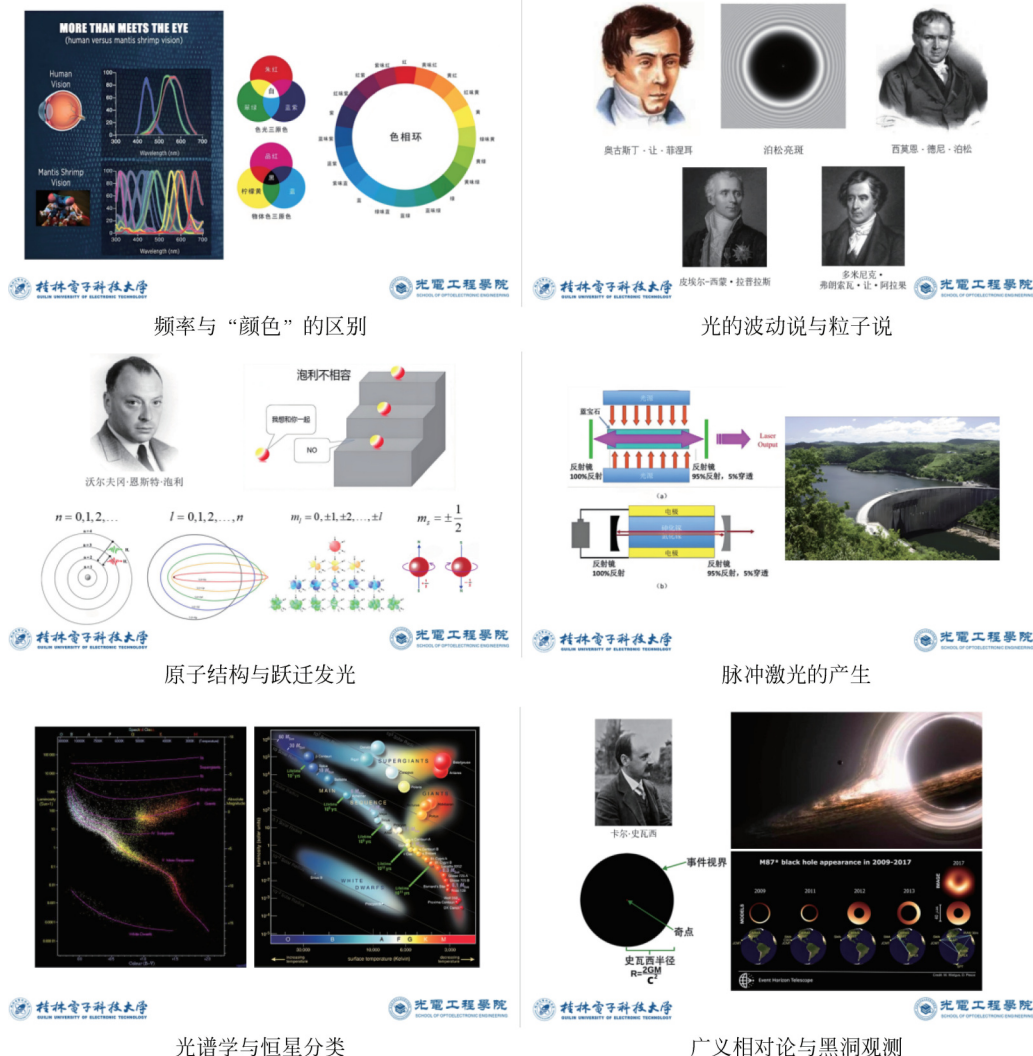


图1 “探秘光学的世界”课件示例

3.5 课程思政与科学精神

作为一门基础科学的通识课,我们认为课程思政的最好的切入点就是帮助学生们形成正确的世界观。光学是当今人类探索微观尺度和宏观尺度的重要工具之一,因此介绍光学在现代科学前沿的探索和发现的重要作用,本身就有助于学生正确理解物质、空间、时间等抽象概念,从而形成与当前科学前沿相匹配的正确世界观。此外,在光学发展历程中众多科学家孜孜求索的故事、人类认知真理过程中经历的各种曲折和反复都具有非常深刻的教育意义,也有助于学生形成正确的人生观和价值观。

本课程还介绍了很多历史上“错误”的科学观点,批判了这些观点的局限性,也肯定了它们在人类探寻真理过程中起到的积极作用。这种在失

败中总结经验和规律,深化认知水平从而不断趋近真理的过程,正是科学精神的体现。比如在介绍原子结构与跃迁发光时,本课程介绍了索末菲的原子模型,将角量子数解释为“电子轨道”由圆到扁的若干状态,将磁量子数解释为“电子轨道”朝向的若干分立角度。这样一方面能让学生对角量子数和磁量子数产生一种最直观的物理图像,另一方面再通过对“轨道”这一概念的局限性进行批判,同时引入大家熟知的“电子云”观点对索末菲模型进行改进,从而使学生更好的理解四种量子数的现代物理学解释。

此外,本课程鼓励学生利用 AI 对课程知识进行扩展学习,其中也包括了很多被现代科学证明是“错误的观点”。这些观点从今天看来存在这样或那样的问题,但对学生而言却是“新鲜而有趣

的”,不仅可以促使他们通过分析和思考更好的掌握所学知识,也可以培养他们利用 AI 进行信息搜集、整理、分析和判断的能力。

4 讨论与结论

“探秘光学的世界”在第三个授课周期进行了面向 AI 生成式学习的授课调整后,受到了学生的广泛好评,平均到课率从原来的 67.3% 上升到了本学期的 85.7%。学生们普遍反映课程传授知识的方式比较轻松,授课内容丰富有趣,学习中发挥自身主观能动性的空间非常大。特别是利用 AI 进行定制化学习的相关训练,使学生们掌握了一种新的学习方法,提升了他们获取知识的方法和效率。

本学期的课程中期调查问卷显示,89.8% 的学生认为课程讲授的光学知识“有趣”或者“非常有趣”,说明低门槛或者是无门槛的基础科学知识确实能够吸引不同专业学生的学习兴趣。73.4% 的学生认为课程讲授的内容与自身专业存在“一定关联”或者“比较紧密的关联”,其中 61.2% 的学生认为利用 AI 进行定制化学习的做法“有一定效果”或者“效果良好”。当被问及哪些知识点能给学生留下比较深刻的印象时,学生的答案主要集中在与自身专业有关联的知识点(比如艺术学院的学生对视觉“颜色”的形成原理非常感兴趣)以及科幻影视作品中的前沿物理概念(比如黑洞、超光速、量子纠缠等),说明恰当的案例选择能更好的提升教学效果。

AI 定制化学习是一种非常具有潜力的新型学习方法,它可以有效延伸通识课的知识覆盖面,降低学生知识基础差异造成的学习门槛,是一种辅助教学的有效工具。利用 AI 定制化学习讲好光学通识课,我们从课程定位、设计、内容、形式等

多方面进行了有益的探索,以期望对 AI 定制化学习融入专业人才培养模式提供参考和借鉴。

参 考 文 献

- [1] 郭大光,郭玉婷. 高等教育学的时代特征与知识体系建构[J]. 中国高教研究, 2024(7): 1-5.
WU D G, GUO Y T. The characteristics of the times and the construction of knowledge system in higher education studies[J]. China Higher Education Research, 2024(7): 1-5. (in Chinese)
- [2] 李施,尹钰,王鹏飞. 新工科背景下光电专业人才培养模式探索[J]. 高教学刊, 2023, 9(20): 171-174.
LI S, YIN Y, WANG P F. Exploration of talent cultivation mode in optoelectronics under the background of new engineering[J]. Journal of Higher Education, 2023, 9(20): 171-174. (in Chinese)
- [3] 沈忠华. 高等教育学学科“开放性”与知识体系“自主性”[J]. 中国高教研究, 2024(7): 6-11.
SHEN Z H. The “Openness” of higher education disciplines and the “Autonomy” of knowledge systems [J]. China Higher Education Research, 2024(7): 6-11. (in Chinese)
- [4] 林辉,陈冰,刘成岳,等. 面向新工科的“近代物理专题”课程体系的创新构建[J]. 物理与工程, 2024, 34(6): 42-50.
LIN H, CHEN B, LIU C Y, et al. Innovative construction of the “Modern Physics Special Topic” curriculum system for new engineering disciplines[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(6): 42-50. (in Chinese)
- [5] 王天平,杨璐. 数智时代教学范式变革的动因、理论与进路[J]. 教育与教学研究, 2025, 39(3): 58-69.
WANG T P, YANG L. The motivation, theory, and approach of teaching paradigm transformation in the digital age [J]. Education and Teaching Research, 2025, 39(3): 58-69. (in Chinese)
- [6] 钟柏昌,刘晓凡. 生成式人工智能何以、以何生成教育[J]. 电化教育研究, 2024, 45(10): 12-18, 27.
ZHONG B C, LIU X F. How generative artificial intelligence generates education and how it generates education [J]. Research on Electronic Education, 2024, 45(10): 12-18, 27. (in Chinese)