

新工科理念下的军校工科专业基础课程 教学改革研究

——以光电信息科学与工程专业本科“物理光学”为例

张来线, 孙华燕, 郑海晶, 郭惠超, 张怀利, 张廷华

(战略支援部队航天工程大学 电子与光学工程系, 北京 101416)

摘要:“强军新工科”面向军事人才的培养, 是国家新工科的重要组成部分。开展新工科理念下军队院校工科专业基础课程教学模式研究是“强军新工科”的重要内容。本文将新工科的理念融入到光电信息科学与工程本科专业必修课“物理光学”教学活动中, 开展教学内容、教学方法、教学评价手段和方式改革。改革以军事需求为牵引, 以科研成果为桥梁, 充分利用“互联网+”的教学资源优势, 建立基础理论与作战能力的链接, 采用多维考核评价手段实现学员综合能力评价。研究成果对激发学员的学习积极性、提升学员的学习效果及面向岗位的创新能力具有一定的指导作用。

关键词: 军队院校; 强军新工科; 教学模式

中图分类号: G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2022) 03-0060-05

Research on the Teaching of Basic Major Courses for Emerging Engineering Majors in Military Academies Based on Emerging Engineering Education Ideas: A Case Study of Physical Optics, an Undergraduate Course for Optoelectronic Information Science and Engineering Major

ZHANG Lai-xian, SUN Hua-yan, ZHENG Hai-jing, GUO Hui-chao, ZHANG Huai-li, ZHANG Ting-hua
(Department of Electronic and Optical Engineering, Space Engineering University, Beijing 101416, China)

Abstract: As an important part of national emerging engineering education, emerging engineering education for strengthening the armed forces focuses on military personnel training. One of its main tasks is to reform the teaching mode of basic courses for engineering majors in military academies. This study integrates the emerging engineering education ideas into the teaching of physical optics, a compulsory course for optoelectronic information science and engineering undergraduates, reforming the course content, teaching methods and evaluation methodology. The new course takes military needs as the guide, uses scientific research achievements as a bridge, makes full use of the advantages of Internet plus teaching resources, builds links from basic theory to military competence and adopts multidimensional assessment to evaluate students' comprehensive ability. The results shed light on motivating students to learn, improving learning effect and cultivating job-oriented innovation ability.

Key words: military academy; emerging engineering for strengthening the armed forces; teaching mode

一、引言

2017年2月以来,教育部积极推进“面向产业、面向世界、面向未来”的新工科建设^[1],其目的就是面对第四次工业革命浪潮所带来的日益严峻的挑战,为我国经济高质量发展的迫切需求培育优秀的工程人才。与此对应,开展强军新工科建设,培养能应对剧烈变革的世界局势,为我国经济发展提供可靠的军事力量保障的职业化军事人才是我国经济建设发展的必然要求。习主席强调,强军兴国,关键靠人才,基础在教育。军队院校主要依托工科专业培养人才,工科教育在军校教育中占有重要地位。事实上,世界上第一批工程和技术学校就是军校。直至今日,各国的生长军官学历教育仍以高等工程教育为主体。面向未来,高素质工程人才是支撑军事转型、发展新型作战力量、建设创新型军队等重大战略的重要保障。

战略支援部队航天工程大学是我军系统培育航天人才的军事院校。为适应部队发展需要,大学以航天相关工科为特色,设置航天测控、航天侦察、预警探测等航天领域军事应用的特色学科,形成了面向部队、面向战场的人才培养导向,是我国航天力量应用的重要培养单位。光电信息科学与工程是光与电的交叉学科,是新工科建设的重要发力点之一。光电信息科学与工程专业的人才培养目标是完成普通本科学历教育,同时进行政治思想教育和军政基础训练,坚持知识、能力、素质三位一体,培养德、智、军、体全面发展,军政素质、人文社会科学素质、自然科学素质、工程技术素质、指挥管理素质协调发展,熟悉光电信息科学与工程技术、装备及其应用,能够胜任战略支援部队对应岗位任职需要,具备较强的光学探测技术应用和专业素质学习能力的高素质初级技术与指挥人才。军事院校的本科学员相比地方院校学员,约束性相对更多^[2],所学课程设置军政科目较多,面向首次任职培训开设的实习科目繁杂,学员学习时间、精力有限,学习目标不清,导致学习主动性相对较差。尤其是专业基础课程学习,由于理论难度较大,学员不能建立起学习与岗位应用之间的联系,学员在课程学习中往往采取敷衍了事和不求甚解的态度、方法,以书面课程内容的掌握为主,影响了学员学

习效果。

新工科建设理念是相关领域专家集体智慧的结晶,包涵了许多教学新理念新方法和前沿新知识。在新工科建设背景下开展教学内容、方式、评价方法等教学模式上的改革,培养学员创新意识,提高学员学习能力,塑造学员学为战的意识,是大学在新形势下对军校教员教学活动的基本要求。“物理光学”是光电信息科学与工程专业的专业基础课程,结合新工科理念开展课程教学模式改革、提高学员学习效果、激发学员学习兴趣,对于光电信息科学与工程专业学员后续专业课程的学习及首次任职能力的培养具有重要意义。2017年以来,以本轮军队院校改革为契机,以新工科理念为指导,航天工程大学的“物理光学”课程教学大纲产生了较大调整,开展了教学模式研究,从教学内容、教学手段和教学评价等方面进行了改革,对光电信息科学与工程专业生长干部本科学员培养产生了积极影响。

二、面向强军需求的教学内容改革

教学内容决定着人才培养的质量和方向,对人才培养起着支撑和定向作用。强军新工科必须坚持瞄准未来前瞻设课,保证教学内容与时代发展同步、与军事变革合拍、与使命任务契合。注重紧跟军事技术发展和作战样式演变,培养学员军事思维习惯和军事应用能力。

针对课程定位和工科专业基础课程内容枯燥的特点,军队院校工科专业基础课程设计教学内容要解决两个方面的问题:一方面如何让学员对枯燥的基础理论知识产生兴趣;另一方面,如何将基础理论课程与部队作战需要进行有机结合。

(一) 兼顾经典与创新,强调课程内容的时代特色

工科专业基础课程往往有经典的教学内容安排,内容相对固定,需要学员掌握的知识点和理论较为基础,抽象程度高,学员往往感觉较为枯燥。而人的认知行为决定了对于感知上比较新的东西会产生比较大的兴趣,这就要求我们在课程内容设置上要将经典理论与学员认知上的新东西进行有机结合,让学员在学习的过程中既感受到基本理论知识与自己的工作生活有紧密联系,同时又能认识到,这种联系通过课程上所学的基本理论知识能够得到较好的解释。在这种情况下,

学员往往对所学的基本理论知识会产生一定的期望，从而调动学员的学习积极性。

根据航天工程大学“物理光学”的教学大纲要求，设计教学内容包括八个部分，分别是：绪论、光的电磁理论、光波的叠加与分析、光的干涉与干涉仪、多光束干涉和光学薄膜、光的衍射、光的偏振和晶体光学。课程内容设置按照学员的认知规律以及各部分之间的认知递进逻辑关系进行。围绕着物理光学的主体进行内容设计，依次为：简介、物理光学基本理论、物理光学典型现象（干涉和衍射）、波动光学与物质的相互作用。为了在讲解过程中使各部分的理论内容易于接收，我们在每个部分根据内容设置了与经典理论对应的创新问题、创新应用或与生活息息相关的新事件等各类素材。例如，在第一部分绪论中，让学员预习理解诺贝尔物理学奖中与光学相关的奖项及其典型应用，在课上讲授中适时抛出 X 光成像、彩色全息等诺贝尔奖原理与物理光学的关系，从而让学员对物理光学产生兴趣。在讲解光波的电磁理论过程中，通过实际演示“激光随水流”的有趣现象，让学员通过眼睛可以观察到生活中有趣的全反射现象，对全反射的物理过程产生兴趣。对日常生活中红绿灯颜色的选择原因、激光通信中可见光通信、紫外光通信及近红外激光通信中波长的选择开展讨论，让学员对光的电磁理论产生直观认识，将看不见的电磁理论与日常生活和应用建立连接。在讲解光的干涉与干涉仪时，通过对激光器谐振腔的工作原理进行分析，引导学生思考光的干涉强度分布特性与激光输出之间的关系，并展示干涉腔长与激光器出光之间的仿真关系，让学员直观认识到光的干涉的物理过程。在讲解光栅衍射时，以美国对华芯片打压为例，讲解高精度刻蚀与光栅的关系，引导学员深入认识衍射光栅高分辨率原理，思考国内半导体发展与基础学科发展。

（二）知识与思政内容有机结合，注重价值观与知识能力的均衡培养

习近平总书记多次强调指出，“高校立身之本在于立德树人”“人无德不立，育人的根本在于立德”^[3-4]。习总书记的话深刻阐明了高等教育育人的根本任务和本质要求。立德树人，就是要求高等院校在人才培养过程中坚持价值塑造、知识传授和能力培养三位一体，造就德才兼备、德智体美全面发展的社会主义建设者和接班人。实际上，

中国传统教育观念始终认为，育才先育德；高尚品德是为人在世的根本；立德树人体现了中华民族的优秀传统美德。此外，未来大国竞争、技术较量等在本质上是各类人才的比拼。那些不具备高尚品德、健康人格、坚定信念的“人才”，即便技能再高，也不能够担当起国家发展的重任，因此立德树人更蕴含着时代发展的价值^[5]。对于军校学员，坚持课程思政内容建设是培育“四有”革命军人、坚持党对军队绝对领导的重要举措。

对于工科专业基础课程，需要合理对思政内容进行设计，在课程专业知识讲解过程中，合情、合理地加入思政元素，从而实现知识与思政内容的有机结合。根据“物理光学”教学内容，课程教学过程中各个模块分别设置了不同的思政主题。各模块内容及其思政主题如表 1 所示。

表 1 课程各模块内容设置的思政主题

模块内容	思政主题
绪论	发展史，培养学员的科学精神
光的电磁理论	光的电磁理论过程，科学探索的曲折
光波的叠加与分析	相干叠加，合作精神
光的干涉和干涉仪	引力波探测，原始创新
多光束干涉和光学薄膜	光刻机，国产化道路
光的衍射	身正影直
光的偏振与晶体光学基础	光与物质的相互作用，不同物质的结合产生新的应用领域

在各章节的具体思政过程中，考虑了多种形式的思政元素嵌入方式，如故事嵌入、图片文字嵌入、视频植入等，让思政元素自然展现，同时给学员留下深刻印象。例如，在绪论模块介绍物理光学发展史时，讲解波动学说与粒子学说之间的争论，采用泊松亮斑的故事嵌入“非比寻常的结论需要非比寻常的证据”的科学理念；在证明以太的发展过程中，讲解“奥卡姆剃刀原理”的科学意识；在光的衍射章节中，将“衍射过程中衍射屏与像之间的映射关系”与“人的行为与产生的影响”进行类比，突出身正影直，引导学员培养良好的行为习惯；在两种衍射过程的讲解中，将衍射屏设置为具有思政元素的图案，如五星红旗、党旗镰刀斧头图案、军旗上的八一图案等，从而在不经意中完成课程思政内容设计。

(三) 加强科研进教学, 强调教学内容的实战化应用

回归打仗初心是军事教育改革的内在要求。习主席强调, 军队院校因打仗而生、为打仗而建, 必须围绕实战搞教学、着眼打赢育人才^[6]。航天工程大学根据航天任务需求和部队实际需要, 前期开展了多项光电信息处理相关科研活动, 形成了丰富的科研成果。将科研成果引入课堂, 通过讲解科研成果的基本物理过程, 建立基础知识与军事应用之间的联接, 有效提高了学员对知识应用的理解, 提升了学员学为战的意识。

三、以新工科人才培养为导向, 采用多元教学手段提高教学效果

随着新工科建设理念的发展, 应更加注重提高学生的学习兴趣、学习参与度、学习效果和能力的培养^[7]。传统的填鸭式教学手段与“新工科”的要求差距越来越明显。尤其是工科专业基础课程, 其教学内容以大量的基础理论知识为主, 学员往往在课堂上容易犯困走神, 学习参与度和学习效果难以保证。随着信息技术的发展以及新教学理念的提出, 需要采用多元化教学手段提高教学效果。

(一) 构建“互联网+”教学模式, 充分利用信息化技术提高学员学习主动性

工科专业基础课程内容相对固定, 在互联网平台上, 如 MOOC、Coursearea、雨课堂、B 站, 有大量优秀的公共网络教学资源, 因此可以采用混合式教学的教学方式, 开展线上与线下同步教学, 让学习能力差的学员下课单独体会, 学有余力的学员则可以灵活获得更多的学习资源, 从而充分调动学员学习的主动性, 采取适合学员自身情况的学习节奏开展学习活动。

“物理光学”在教学实施过程中, 充分利用中国大学 MOOC 平台的三门物理光学优秀网络教学资源作为线上教学手段, 在上课前通过分发预习课件让学员提前利用互联网资源对重点内容进行预习, 在上课前采用问卷星等网络工具进行要点、重点、难点知识预习情况摸底, 从而更有针对性地设置课程内容。在课堂进行过程中, 按照课程教学节奏, 对当次课堂内容的重难点设置层次, 在课堂中采用实时抽测的方法对已讲述的部分进行效果检测, 从而有效把握课

堂授课节奏。

在教学过程中, 充分利用多媒体教学手段, 采用 PPT 进行主要内容讲解。对于抽象的物理过程, 如电磁波的传播规律、不同频电磁波的叠加、多缝衍射、光在晶体中的传播规律等, 则利用动画展现方式, 让学员能够通过视觉直观感受到抽象的物理过程, 从而提高教学效果。

在课堂上合理采用探究式、启发式、案例式、讨论式等教学方式方法, 对于学员知识的获取、应用和创新能力的培养和提高、社会能力的培养和提高以及综合素质的养成和提升具有明显的成效。

(二) 闯关式学习进度设计, 提高学员学习自主性和学习兴趣

工科专业基础课程由于其内容的特殊性, 学员往往不能够对其产生强烈的兴趣。为了有效提高学员学习兴趣, 保证教学效果, 结合课程教学内容, 设计闯关式的教学进度, 将枯燥的教学内容赋予具体的形象, 通过形象化的知识掌握过程, 让学员的学习过程更加生动, 有效提高学员的学习自主性和学习兴趣。

在“物理光学”教学活动实施过程中, 开发了基于网页的“物理光学”闯关答题, 学员可以根据自己的实际情况, 在空闲时间进行闯关答题。通过给枯燥的知识点赋予具体的形象, 将枯燥的知识解答过程变成形象的攻坚克难的过程, 学员在答题过程中会有高频的正反馈, 学员的学习主动性明显增强。

在闯关答题设计中, 为了区分学员学习效果, 便于学员根据自身情况自主控制学习进度, 在闯关答题中设计了主线任务和支线任务。其中, 主线任务为大纲要求学员必须掌握的知识点, 要求所有学员必须完成主线任务才可以进入到下一阶段任务; 支线任务是为了满足学有余力的学员进行自我提高而设计的任务。以光的干涉为例, 等厚干涉的计算公式为主线任务, 而利用等厚干涉基本原理完成狭小缝隙的厚度变化计算则是支线任务。

四、多维度考核和教学评价, 突出学员综合能力的考量

评价是人才培养管理链路中的关键一环, 其核心目的是实现对培养打仗人才的诊断、修正和

改进。以成果为导向的教育(Outcome-based Education, 简称 OBE), 是国际工程教育的主流模式, 并逐渐成为国内高等教育院校关注的焦点, 其核心理念为“需求导向、学为主体、持续改进”^[8]。新工科人才培养, 培养的人才主要是面向新工业应用的工程技术人才, 培养效果的最终评价标准应为人才是否适应新工科发展需求, 是否具有较强的创新工程实践能力。对于院校教育, 考核的内容和手段设计是学员学习方向的指挥棒。为贯彻学为战的理念, 在课程考核方式和考核内容设计上, 需要以面向实战为导向, 以学员综合能力的考量为主题。

“物理光学”作为光电信息科学与工程专业的专业基础课, 不能单纯以课本知识的掌握作为考核量度, 应对物理过程的理解以及物理过程的应用纳入考核范围, 采用多种形式的考核方式考量学员的综合能力。在本课程中, 针对课程理论性较强、物理概念较为抽象且军事应用较多的特点, 设置多层次考核内容, 采用多维度考核设计和多样化考核方式, 实现对学员的综合考核。

(一) “理论+实验+仿真”的考核内容设置

根据课程内容和大纲要求, 围绕课程理论知识点和基本技能的掌握程度, 采用“理论+实验+仿真”的考核内容设置。在课程教学设计中, 绪论、光的电磁理论这两部分内容为纯理论性知识, 属于整个课程教学内容的理论基础, 以理论知识的掌握程度和相应的仿真作业为主要考核内容; 对于光的干涉、光的衍射以及光与晶体的相互作用等内容, 则突出相应理论的物理过程及其应用的考核, 以实验过程中对实验现象的解释和实验数据的处理能力为主。通过对考核内容的设置, 引导学员对基础理论部分进行深入思考, 强化对基础理论数理模型的掌握; 在理论应用部分, 则以实际应用为导向, 引导学员注重物理概念与物理过程的联系, 突出利用理论解决实际问题的能力。

(二) 课堂内容考核与课外应用考核的有机结合

由于军队院校的最终培养目标是面向应用、面向战场。在课程考核方面, 充分采用了课堂内容考核与课外应用考核有机结合的考核方式, 帮助学员树立面向应用、面向问题的学习理念。组织学员以小组作业的形式开展基于物理光学的方

案设定、仿真分析与实验, 最终提交小组报告, 小组之间进行报告评比, 计入课程最终成绩, 小组成员之间根据贡献度进行打分。

五、结语

本文对强军新工科背景下的军校专业基础课程特性进行了分析, 以光电信息科学与工程专业“物理光学”课程为例, 探索了教学内容、教学方式和评价方法等方面的改革。通过面向强军需求的教学内容设计、多元化教学手段设计和多维度学员综合能力评价改革, 有效激发了学员的学习积极性, 培养了学员的创新能力。下一步, 将开展量化对比分析, 继续优化课程教学模式, 为军校工科专业基础课程的教学效果提升提供有力借鉴。

参考文献:

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 沈晓芳, 徐军, 周战荣. “新工科”理念下的军校大学物理教学模式改革探索[J]. 物理与工程, 2018, 28(S1): 140-142.
- [3] 新华社评论员. 立德树人, 为民族复兴提供人才支撑——学习贯彻习近平总书记在全国高校思想政治工作会议重要讲话[EB/OL]. (2016-12-08)[2020-06-09]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c_1120083340.htm.
- [4] 刘伟. 习近平在北京大学师生座谈会上的讲话[EB/OL]. (2018-05-02)[2020-06-09]. http://www.ccps.gov.cn/xsxxk/zyjs/201812/t20181216_125673.shtml.
- [5] 蔡伟伟, 黄涣, 朱彦伟, 等. 课程思政融入航空航天专业课程建设的思考——以“航天任务规划与评估”课程为例[J]. 学科探索, 2021(10): 55-57, 60.
- [6] 王士彬, 尹航. 习近平视察陆军步兵学院并发表重要讲话[N]. 解放军报, 2019-05-22(1).
- [7] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [8] 周雷, 王保华, 李民. 以“新军科”建设引领军事高等教育创新变革——试论新时代生长军官人才培养体系的重构[J]. 信息工程大学学报, 2019, 20(5): 629-534.

(责任编辑: 邢云燕)