

高校光电子学课程的科学前沿性改革探讨

孙振华, 武红磊, 李百奎*

深圳大学物理与光电工程学院, 广东 深圳

收稿日期: 2023年7月26日; 录用日期: 2023年8月24日; 发布日期: 2023年8月31日

摘要

光电子技术在当今信息社会的各个方面得到了广泛的应用, 并且正在不断发展之中。光电子学是其中的重要科学内容, 是高校相关专业学生必须学习的课程。将光电子学与科学前沿的进展结合在课程中, 是必不可少的。这篇论文探讨了光电子学课程和科学前沿相结合的必要性和挑战性, 并对国内高校中的教改进展进行了概括和总结。论文提出了具体而合理的应用方案, 并通过案例揭示了这一教改活动的重大意义。本论文将有助于光电子学教学内容改革的进步, 促进相关专业学生的综合素质提升。

关键词

光电子学, 科学前沿, 教学方法, 教学内容

Discussion on the Scientific Frontier Reform of Optoelectronics Course in Colleges and Universities

Zhenhua Sun, Honglei Wu, Baikui Li*

School of Physics and Optoelectronic Engineering, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong

Received: Jul. 26th, 2023; accepted: Aug. 24th, 2023; published: Aug. 31st, 2023

Abstract

The optoelectronics technology has been widely applied in various aspects of today's information society and is constantly evolving. Optoelectronics is an important scientific content that students in related majors must study in universities. Combining optoelectronics with the progress at the scientific frontier is essential in the curriculum. This paper explores the necessity and challenges

*通讯作者。

of integrating optoelectronics courses with the scientific forefront and summarizes the progress of teaching reforms in domestic universities. It puts forward specific and reasonable application plans and reveals the significance of this teaching reform through case studies. This paper will contribute to the reform of optoelectronics teaching content and promote the comprehensive quality improvement of related major students.

Keywords

Optoelectronics, Scientific Frontier, Teaching Methods, Teaching Content

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 在本科教育中开设光电子学相关课程的重要价值与意义

光电子学是一门研究光与电子相互作用的学科，是光学和电子学的交叉学科。该课程涉及到光电传感、光电器件、光电信息处理等多个领域，研究利用光电子技术进行信息处理、能量转换和传输的原理和方法。随着科技的不断进步，光电子学在现代化生产和科技创新中发挥着越来越重要的作用。光电子学课程的重要性主要体现在以下几个方面：

(1) 应用广泛：光电子学已广泛应用于通信、医疗、能源、材料、军事等领域，如光通信、光存储、激光医疗、太阳能电池、纳米材料等。

(2) 产业前景广阔：随着信息技术和通信技术的迅猛发展，光电子技术在未来的发展前景非常广阔，在经济社会发展中扮演越来越重要的角色。据统计，全球光电子产业市场规模已经超过千亿美元，预计在未来几年还会持续增长。

(3) 科学研究重要性：光电子学的发展对科学研究也非常重要。光电子学的研究不仅可以深化对自然现象和物质特性的理解，还可以推动科学技术的不断进步和革新。例如，光电子学研究在材料科学、化学和物理学等领域的应用已经产生了许多重要的突破性发现。

(4) 人才培养的必要性：光电子学技术的快速发展需要大量的高素质光电子学人才。培养具备光电子学知识和实践经验的专业人才，有利于满足社会对光电子学人才的需求，促进产业发展和科学研究进步。

因此，对于学习光电子学的学生来说，深入掌握光电子学的原理和技术，掌握光电子学的前沿科技和应用，具备光电子学的研究和开发能力，将会是非常有前途和有价值的一项职业选择。同时，光电子学的重要性也决定了高校应该注重光电子学课程的建设，加强对学生的光电子学教育，以培养更多的光电子学专业人才。

1.2. 目前光电子学科作为当前自然科学的显学，一直处在科技发展第一线

在光电子学领域，有许多前沿技术在实际应用中已经取得了重大突破，以下是其中的几个例子：

(1) 全息技术：全息技术是一种基于光学原理的三维成像技术，可以实现真实、逼真的立体图像。该技术已经被广泛应用于医学、军事、航天等领域。

(2) 光子晶体技术：光子晶体是一种由周期性的介质构成的结构，具有光子禁带、衍射等特性。该技术已经被应用于光通信、传感、光电器件等领域。

(3) 量子点技术：量子点是一种纳米级别的半导体结构，具有能带结构调控、荧光性能优异等特点。该技术已经被应用于显示、照明、生物医学等领域。

(4) 纳米光学技术：纳米光学是一种研究纳米结构与光相互作用的学科，可以实现超分辨成像、光子操控等应用。该技术已经被应用于生物医学、信息存储等领域。

因此高校中的光电子学课程本身就是一门前沿性科学课程，如能将光电子学课程与科学前沿相结合，可以使学生更好地了解光电子学领域的最新进展和应用。教师也可以通过讲授前沿技术，引导学生思考其背后的物理原理和应用场景，培养学生的创新能力和解决问题的能力。这对课程教学目标的实现有着重要的意义。

2. 当前我国光电子学课程教学中存在的主要问题

目前国内各大高校光电相关专业均开设了光电子学相关课程，名称不一，如《光电子学》、《光电子技术》、《光电子技术基础》等。但基本内容类似主要包括以下：

(1) 光学基础知识：包括光的本质、光的传播、波动光学、几何光学、光的干涉和衍射等

(2) 光学仪器：包括光学元件、光学仪器的基本原理和应用，如望远镜、显微镜、光谱仪等。

(3) 光电子器件：包括半导体光电子器件、光电探测器、激光器等。

(4) 光通信：包括光纤通信、无线光通信等。

(5) 光计算和信息处理：包括光计算的基本原理、应用及其在信息处理中的应用。

(6) 光学成像和显示：包括数字图像处理、计算机视觉、全息成像等。

(7) 光学材料和纳米光学：包括光学材料的基本性质、制备方法及其在光学器件中的应用，以及纳米光学的基本原理及其在生物医学、信息存储和能源等领域中的应用。

中国大学光电子学本科课程在时效性方面存在一些问题，这些问题主要涉及以下几个方面：

(1) 技术更新换代快：随着科技的不断发展，光电子学领域的技术也在不断更新换代，新的技术和应用不断涌现。然而，一些大学的光电子学本科课程内容相对较为陈旧，无法及时跟上最新的技术和应用，导致教学内容与实际需求脱节。例如，一些大学可能仍然在教授老式的光通信技术，而忽略了最新的 5G 光通信技术。

(2) 缺乏实践环节：光电子学是一门实践性很强的学科，但是一些大学的光电子学本科课程缺乏足够的实践环节，导致学生在实际操作中缺乏经验和技能。例如，一些大学可能只提供了基础的光电子器件制作实验，而没有更加深入的光电子系统设计和调试实验。

(3) 教师水平参差不齐：一些大学的光电子学本科课程教师水平参差不齐，有些教师缺乏实践经验和最新科技知识，无法及时更新教学内容和教学方法。一些大学的光电子学本科课程可能只提供了基础的实验课程，而没有更加深入的实践环节。例如，一些大学可能只提供了基础的光电子器件制作实验，而没有更加深入的光电子系统设计和调试实验。

(4) 缺乏与产业接轨：一些大学的光电子学本科课程缺乏与产业接轨的教学内容和实践环节，例如，一些大学可能没有与光电子产业的合作项目，导致毕业生在就业市场上面临一定的挑战。

因此，传统光电子学课程教学方式需要适时调整和改进，通过融入实践操作、创造型培养和跨学科知识交叉等方式，增强学生的实践能力和创新能力，提高教学质量和效果。此外，光电子学领域不断发展和变化，课程内容和教学方式也需要随之更新，不断与时俱进，才能更好地适应光电子学领域的发展需要，培养更多高素质的光电子学人才。

3. 保持光电子学课程的时效性与前沿性的必要性

将大学本科光电子学课程与科学前沿进行结合，是提高光电子学教育质量的有效途径，其必要性体

现在以下几个方面:

(1) 能够培养创新思维和科研能力: 结合科学前沿, 可以为学生提供切实的科学研究案例, 使其能够更好地理解和应用光电子学的原理和技术, 同时也能够激发学生的创新思维和科研能力, 培养他们成为具有独立思考和解决问题能力的高级人才。

(2) 能够拓展知识面和学科视野: 结合科学前沿, 可以让学生了解到最新的研究进展和应用前景, 使其能够拓展自己的知识面和学科视野, 有助于培养出具备跨学科交叉能力的复合型人才。

(3) 能够提高学习兴趣和学习效果: 结合科学前沿, 可以让学生感受到光电子学的魅力和前沿性, 增强学生的学习兴趣和动力, 同时也能够使更加深入地理解和掌握所学知识, 提高学习效果。

(4) 能够促进产学研结合和科技创新: 结合科学前沿, 可以为产学研结合和科技创新提供有益的支持。通过与前沿科研合作, 可以提高学生的实践能力和创新能力, 促进学校与科研机构、企业等单位的合作, 进一步促进光电子学领域的科技创新和产业发展。

因此, 将大学本科光电子学课程与科学前沿进行结合, 既能够提高光电子学教育的质量, 也能够培养更多高素质的光电子学人才, 同时也有助于推动光电子学领域的科技产业发展。作为一个处于高速发展的学科领域, 光电子学需要不断地吸收新知识、新技术和新思维, 通过与科学前沿的结合, 可以更好地实现这一目标。

4. 目前国内在光电子学相关课程中融入科学前沿内容方面的情况概述

截至 2022 年, 中国各大高校在《光电子学》或《光电子技术》课程中融入科学前沿内容的大学有很多。以下是其中一些大学及其融合的内容:

(1) 清华大学: 该校在《光电子学》课程中融入了量子光学、量子信息和非线性光学等前沿内容, 旨在培养学生对量子光学和量子信息的理解和应用能力。

(2) 北京大学: 该校在《光电子技术》课程中融入了光通信、光存储和生物光子学等前沿内容, 旨在培养学生对光电子技术的应用和创新能力。

(3) 南京大学: 该校在《光电子技术》课程中融入了纳米光学、表面等离子体共振和超材料等前沿内容, 旨在培养学生对纳米光学和表面等离子体共振等领域的理解和应用能力。

(4) 中国科学技术大学: 该校在《光电子学》课程中融入了量子光学、非线性光学和光电子器件等前沿内容, 旨在培养学生对光电子学和量子光学的应用和创新能力。

这些大学在课程中的融合方式可能不尽相同, 但它们都旨在使学生了解和掌握光电子学的最新进展和应用, 培养学生的创新能力和实践能力。

5. 光电子学相关课程中融入科学前沿内容方面难点分析与解决方案

5.1. 难点分析

大学光电子学相关方面本科课程的教学内容与科学前沿相结合的难点主要有以下几个方面:

(1) 科学前沿的发展性与多样性: 科学研究通常是发散的与多元的。哪些发展是科学的、可信的、应该在课堂中介绍的, 这些都考验授课教师的判断力与发现力, 构成了巨大的挑战。

(2) 科学前沿的抽象性与交叉性: 科学前沿的内容涉及到多学科的交叉, 有些内容也比较抽象、深奥, 难以被学生直接理解和掌握, 需要教师具备跨学科的知识 and 技能, 并能将其转化为易于理解和应用的教学内容, 才能提高学生的学习兴趣和动力。

(3) 教材更新的挑战: 随着科学技术的不断进步和发展, 相关领域的知识也在不断更新和演进, 教材可能很快就会过时。

(4) 学生基础差异大：光电子学的学生群体基础可能存在较大差异，有的学生对理科基础较好，能够快速接受新知识；但有些可能缺乏计算、物理、化学等理科基础知识。

(5) 实验条件的限制：在光电子学中，实验通常是非常重要的。然而，由于实验条件的限制，有时很难在课堂上进行最新的实验。

(6) 教学内容的复杂性：光电子学涉及多个学科，如光学、电子学、物理学等，其理论和实验内容较为复杂和繁多，对学生的综合素质和动手实践能力都有较高要求。

(7) 师资力量和教育教学条件：为了保证教学质量，需要配备充足的师资力量和教育教学条件，如普及广泛的计算机及其应用软件等。这需要大量的投入和维护，对于一些学校来说可能较为困难。

总之，将光电子学相关的本科课程教学内容与科学前沿相结合是一个充满挑战的过程，对课程教授过程中的主观与客观因素都提出了巨大的要求，这方面相应的思考与恰当的举措具有很大的必要性。

5.2. 解决方案

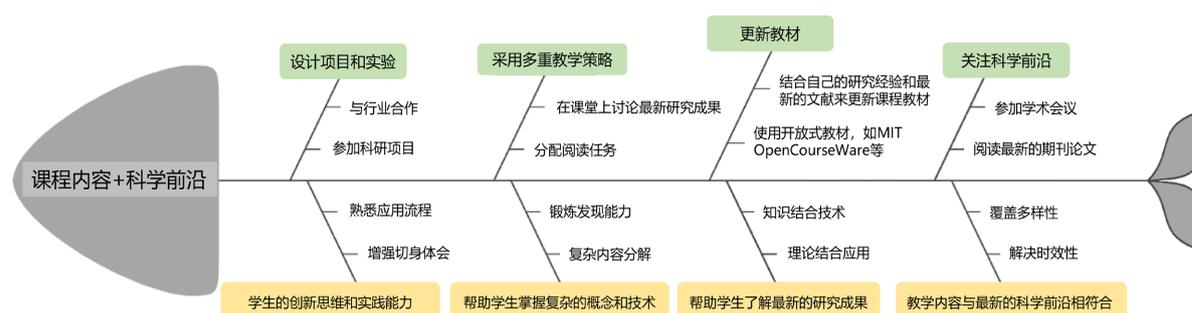


Figure 1. A mind map of goals and strategies for integrating curriculum content with scientific frontiers

图 1. 实现课程内容与科学前沿相结合的目标与策略的思维导图

针对光电子学相关的本科课程教学内容与科学前沿相结合的难点，建议按照图 1 所示思路采取应对措施，具体阐述如下：

(1) 关注科学前沿：教师需要时刻关注最新的研究进展，可以通过参加学术会议、阅读最新的期刊文章等方式来了解最新的科学前沿。

(2) 更新教材：教师需要及时更新教材，以确保教学内容与最新的科学前沿相符合。可以结合自己的研究经验和研究方向涉及课程教材，或者使用一些开放式教材，如 MIT OpenCourseWare 等，这些教材通常会更新得比较及时。

(3) 设计项目和实验：教师可以设计一些与最新科学前沿相关的项目和实验，以帮助学生了解最新的研究成果。这可以通过与行业合作、参加科研项目等方式来实现。

(4) 采用多种教学策略：教师可以采用多种教学策略，如讲座、小组讨论、案例分析等方式，以帮助学生理解和掌握复杂的概念和技术。

总之，针对光电子学相关的本科课程教学内容与科学前沿相结合的难点，教师需要时刻关注最新的研究进展，更新教材，引导学生阅读最新文献，设计项目和实验，并采用多种教学策略，以确保学生能够理解和掌握最新的科学前沿。

6. 改革案例分析

由于光电子学相关课程的重大意义，全国各地不同院校对该课程的教学过程的改革与探讨一直在进行。如 2019 年南京航空航天大学王祥传针对半导体光电子学课程提出了理论教学 - 实践教学 - 翻转课堂

相结合的新型教学模式,达到锻炼学生提取和融合现有知识、解决复杂工程问题的能力,以及提升学生动手能力的目的[1]。2021年郑州轻工业大学的薛人中等人探索了将线上线下课程教学相结合的混合教学方式,不仅有利于提高课堂教学效果,还明显提高了学生学习的主动性和积极性,既充分达成教学目标,同时又培养了学生的科研素养[2]。2021年河南师范大学高语浓就如何在光电子技术基础课程中培养大学生创新能力进行了研究,并提出了具有高度可操作性的技术方案[3]。2022年扬州大学的徐峰对光电子材料与技术课程进行了基于科学前沿的课程设计,以发光二极管(LED),特别是微缩矩阵化LED器件(MicroLED)为前沿目标,创新教学过程,围绕“课程理论+仿真实践”开展了教学模式改革探讨[4]。

我们开设的光电子学课程使用的是西安电子科技大学安毓英著《光电子技术》(第四版),实验内容教材是自行编写的《光电子技术实验指导书》。本课程共54学时,在18个教学周内完成,平均每周3个课时,其中前12周进行理论授课,后6周为实验课。在此框架下,我们对课程内容进行了适度的前瞻性设计,比如,在讲授光的传播理论部分,融入了目前最新的量子通讯原理介绍,及大地提升了同学们的兴趣;在讲授调制与解调时,充分利用互联网资源,使用视频动画来形象讲解工作原理;在光电转换器件方面,将最新的钙钛矿太阳能电池、量子点太阳能电池等前沿技术融入课堂,提升课堂科学含量(图2);在光电成像系统部分,系统介绍了目前最新的红外热成像产品参数,播放了近期世界上局部战争中利用红外热成像进行制导攻击的画面,在讲解技术的同时还进行了思政教育。以上课程改革获得了良好结果,学期末课程评分排名从约60%提升到了约20%。这些显示出学生对课程进行科学前沿化的迫切需求以及进行系统课程改革的必要性。

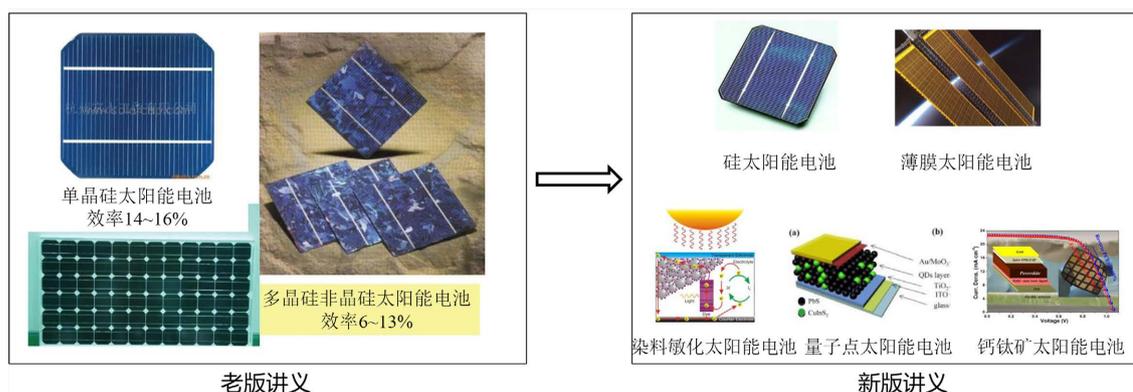


Figure 2. Comparison of lecture notes before and after the scientific frontier information is integrated into photoelectric conversion device part of the course

图 2. 对课程光电转换器件部分融入科学前沿信息前后的讲义对比图

7. 结论

由于光电子学领域不断发展和变化,高校中光电子学课程内容和教学方式也需要随之更新,不断与时俱进,才能更好达到增强学生的实践能力和创新能力,提高教学质量和效果的目的,培养更多高素质光电子学人才。本论文论述了高校本科光电子学课程与科学前沿进展相融合的必要性与迫切性,列举了国内不同高校在这一方面的努力,通过具体的案例分析,提出了教师关注科学前沿、及时更新教材、丰富教学实践、多种教学方式并举等应用策略。希望本论文能为同行们推进光电子学课程的改进改革提供有益参考。

基金项目

2021年度深圳大学教学改革研究项目,“面向科学前沿的《光电子学》教学内容改革探讨”

(JG2021086)。

参考文献

- [1] 王祥传. 基于半导体光电子学课程的新型教学模式研究[J]. 教育现代化, 2019(49): 94-95.
- [2] 薛人中, 李涛, 谢罗刚. 光电子材料与器件课程混合式教学探索与实践[J]. 郑州师范教育, 2021, 10(6): 73-75.
- [3] 高语浓. 光电子技术基础课程中如何培养大学生创新能力[J]. 广西物理, 2021, 42(1): 67-69.
- [4] 徐峰. 基于科学前沿的光电子材料与器件课程教学设计——以“半导体发光二极管”为例[J]. 物理通报, 2022(11): 7-9.