

《半导体器件基础》混合式教学的探索与实践

唐平华, 嵇海宁, 刘斌, 彭杰*

湘潭大学物理与光电工程学院, 湖南 湘潭

收稿日期: 2024年4月3日; 录用日期: 2024年4月29日; 发布日期: 2024年5月7日

摘要

混合式教学在人才培养模式改革中日益受到重视, 对教育的高质量发展具有重要意义。《半导体器件基础》作为电子信息类专业难懂但极其重要的基础课, 亟需混合式教学新模式。本课程团队积极探索和实践了线上线下混合式教学模式在《半导体器件基础》课程教学中的应用, 通过有效整合不同教学要素, 充分发挥了“教师主导、学生主体”作用, 提升了学生的学习体验, 取得了很好的教学效果。相关成果服务于一流课程建设, 可为混合式教学推广到其他课程提供参考和借鉴。

关键词

半导体器件基础, 混合式教学, 教学探索与实践

Exploration and Practice of Blended Teaching in *Semiconductor Device Fundamentals*

Pinghua Tang, Haining Ji, Bin Liu, Jie Peng*

School of Physics and Optoelectronics, Xiangtan University, Xiangtan Hunan

Received: Apr. 3rd, 2024; accepted: Apr. 29th, 2024; published: May 7th, 2024

Abstract

Blended teaching is increasingly valued in the reform of talent cultivation models, holding signifi-

*通讯作者。

文章引用: 唐平华, 嵇海宁, 刘斌, 彭杰. 《半导体器件基础》混合式教学的探索与实践[J]. 创新教育研究, 2024, 12(5): 124-129. DOI: 10.12677/ces.2024.125260

cant importance for the high-quality development of education. *Semiconductor Device Fundamentals*, as a foundational course in the field of electronic information, is both challenging and crucial, demanding a new model of blended teaching. Our course team has actively explored and practiced the application of blended teaching, combining online and offline modes, in the teaching of *Semiconductor Device Fundamentals*. By effectively integrating different teaching elements and fully leveraging the roles of “teacher-led, student-centered” dynamics, it has enhanced students’ learning experiences and achieved excellent teaching results. The related results contribute to the construction of top-tier courses and can serve as a reference for the extension of blended teaching to other courses.

Keywords

Semiconductor Device Fundamentals, Blended Teaching, Teaching Exploration and Practice

Copyright © 2024 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

在 21 世纪的信息化和全球化浪潮中,知识获取方式发生了翻天覆地的变化,传统的“以教师为中心”的教学模式已经不能适应当今社会的需求,教育教学改革势在必行。2012 年,慕课(MOOC)作为一种新的教学模式在全球范围内引起极大关注,我国高校也于 2013 年开始积极参与,并取得了不错的教学成果[1]。在此背景下,教育部高度重视教育信息化发展,并于 2019 年提出大力发展“互联网+”和“智能+”教育,实施一流课程“双万计划”,致力于共享优质课程资源,推动高等教育高质量发展[2]。随后,教育部多次强调全面加强教育信息化的顶层设计和统筹规划,积极推进“互联网 + 教育”。最近,教育部联合五部门发布了《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》,倡导建设教育专网和“互联网 + 教育”大平台,支持高质量教育[3]。

尽管 MOOC 推动了教育与信息技术的融合,促进了优质教学资源的共享,但作为一种线上教学模式,它也表现出明显的不足。其中,最突出的问题包括学生以及师生之间缺乏情感交流,互动不够方便,课堂缺乏“温度”和“热度”。因此,要进一步推动“互联网+”背景下的课堂教学改革,迫切需要创建线上线下混合教学模式。混合式教学于 2000 年由美国学者 Cooney 等人提出,经过 20 多年的发展,在全球范围内获得了广泛认可与关注[4]。该教学模式能够将传统教学和网络化教学的优势结合起来,既发挥了教师在引导、启发、监控教学过程的主导作用,又充分体现了学生在主体学习过程中的主动性、积极性和创造性[5]。目前,国内许多高校在大力推进混合式教学。然而,该教学模式的发展在不同高校、地区之间仍然存在很大的不平衡。重点大学和沿海发达地区普遍较好,中西部地区尤其是实力偏弱的高校还应用较少。

《半导体器件基础》是电子信息类专业一门非常重要的基础课,该课程在教学过程中暴露出一些亟待解决的问题。首先,课程涉及较多的数学公式,器件原理也比较复杂,有限的学时下学生难以理解、消化。其次,考核方式过分依赖期末考试成绩,忽视了过程性考核。这些问题迫切需要我们创建线上线下混合教学模式,重组教学结构、优化教学流程、增强教学互动,形成线上线下协同育人效果。基于此,课程团队对线上、线下混合式教学模式在《半导体器件基础》课程教学中的应用进行了探索与实践,促进了不同教学要素的优化整合,充分发挥了“教师主导、学生主体”的作用,提升了课堂“温度”、“热

度”以及学生的学习体验，取得了很好的教学效果。

2. 课程简介

本课程面向测控技术与仪器专业大一下学期本科生，课程设置 2 学分，32 学时。教材选用黄均鼎等人编著的《半导体器件原理》，非常适合电子信息类专业低年级本科生使用。该教材前七章涉及半导体器件基础，考虑到学时有限，课程旨在向学生讲授半导体器件的物理基础、pn 结特性分析、双极型晶体管的直流特性、半导体表面特性及 MOS 电容、MOS 场效应晶体管的基本特性等专业知识，培养学生分析解决半导体器件物理问题的能力，特别强调对物理概念、基本原理的深入理解，掌握相关技术，为今后从事半导体器件相关的科学研究及技术开发打下良好的专业基础。

3. 混合式教学设计

为充分发挥教师主导、学生主体作用，并形成线上、线下协同效应，产生“1+1>2”的育人效果，我们对教学平台、教学资源、教学策略等一系列要素进行整合并优化教学设计。

3.1. 线上教学平台的选择

本课程线上教学平台选择“湘潭大学课程中心”，教师在课程中心建立线上课程，课程内容开放、共享。该平台与“学习通”对接，可为学生提供丰富的学习资源和多样化的学习方式，能够满足不同学生的学习需求，促进学生的自主学习和深度学习。其次，师生以及学生之间可通过“学习通”交流与互动，有利于学习问题的讨论，激发创新思想。最后，教师还可通过平台的各种评估和反馈机制，及时发现学生的学习问题并给予指导。

3.2. 线上线下教学设计与实践

针对当前本课程教学存在的问题，对线上、线下教学的内容、结构、流程等进行了系统的规划和设计。总体而言，建立了教学资源库，注重情景引入、开放讨论和思政元素的创建，把课前预习和课后复习、作业、开放讨论放在线上，把课程思政、重点难点内容的讲解以及翻转课堂放在线下。

3.2.1. 教学资源构建

为了提升教学效果，给学生提供好的学习体验，教学团队在湘潭大学课程中心对教学资源进行了构建，如图 1(a)所示。主要包括：一、思政资源库构建。每一章我们均结合章节内容特点，构建了富有感染力的思政素材。比如在介绍半导体器件的发展史时，引入王耀南院士发表于《人民论坛网》的主题为“坚决打赢半导体领域核心技术攻坚战”以及国产芯片的自力更生等思政元素。图 1(b)为介绍芯片自力更生的典型案例。通过介绍中国集成电路的战略需求、西方国家的极力遏制以及国产芯片的异军突起，帮助学生在了解半导体器件发展的同时，激发学生爱国情怀，奋勇加入到解决半导体器件卡脖子技术的攻坚克难中。二、课件构建及教学视频录制。在课件构建中，我们参考了多门精品在线课程，确保知识点以最容易理解的方式呈现出来并具有启发性。我们也查找了大量非常形象的英文教学视频，确保器件原理易于理解、学生掌握专业英语词汇的同时，增强学习的趣味性。以 pn 结知识点为例，教学视频非常形象地展示了空间电荷区的形成、外加偏压对空间电荷区宽度的影响以及 pn 结发光、发热的过程和机制，部分视频内容如图 1(c)所示。为了便于学生复习，促进知识点的内化，我们对教学过程进行了录制并上传到线上教学平台，供学生随时随地学习。三、习题库构建。针对每一章教学内容的特点，我们构建了章节测试题库以及问题讨论题库。章节测试注重学生基础知识的掌握情况，讨论题则注重现象、机制的分析，培养学生的发散思维、团队协作能力以及创新意识。比如：第一章半导体器件的物理基础，要求学生硅的晶格结构及能带结构有基本的了解，对本征半导体电阻率随温度的变化及背后的物理机制有

清晰的理解，相应的习题如图 1(d)所示。

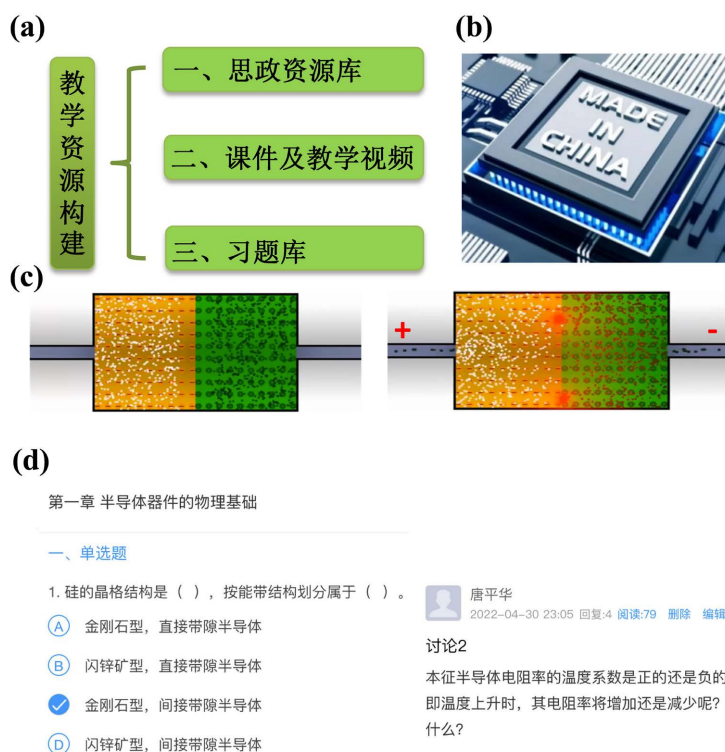


Figure 1. (a) Teaching resource building modules; (b) example of political education; (c) emission mechanism of pn junction; (d) exercise example

图 1. (a) 教学资源构建模块; (b) 思政教育示例; (c) pn 结发光机理; (d) 习题示例

3.2.2. 线上教学

线上教学包括课前和课后两部分。针对《半导体器件基础》涉及较多的数学公式、物理基础知识而课堂学时非常有限的问题，我们会在课前依托学习通将课堂中的要用到的数学、物理基础知识提前一周发布，供学生提前掌握。针对器件现象、原理等重点难点，我们则以讨论题的形式发布，引导学生提前思考、讨论。课后，我们将课堂教学视频以小节分块发布在线上，供学生有选择性地复习。我们也会在线上以典型案例讨论的形式进行讨论，比如讨论半导体器件制备的某个环节或某个技术领域面临的瓶颈或难题以及可行的解决方案。在一章结束的时候，我们会发布章节测试题目，学生在规定的时间内完成并提交。针对错误率高的习题，学生以及师生之间进行线上讨论，线上无法解决的问题则继续在线下进行讨论。

3.2.3. 线下教学

在线下课堂教学中，我们采用“情景引入 - 启发讨论 - 归纳总结”的模式进行教学。在情景引入部分，注重思政教育以及典型案例。比如：介绍半导体工艺的时候引入一些思政元素，激发学生爱国情怀；引入圆形硅晶片的生产过程，使学生对相关技术有清晰的了解。启发讨论部分，注重课堂翻转，教师只给出一些问题，引导学生讨论。比如制作硅晶片的时候为什么要做成圆的而不是方的？根据双极型晶体管的放大系数表达式，讨论如何改进器件的放大性能。归纳总结部分，引导学生根据讨论情况对知识点进行归纳总结。

4. 多元化考核以及教学效果评价

混合式教学模式为学生学习的多元化考核提供了理想的平台。学生学习的考核由三部分组成，各部分考核所占比重如图 2(a)所示。包括：平时成绩，包括学生线上签到、课堂回答问题和讨论问题积极性等，占 10%；章节测试成绩，取所有章节测试的平均成绩，占 20%；期末考试成绩，占 70%。为了评估混合式教学模式在《半导体器件基础》课程教学中的效果，本课程结合学生的学习过程、综合成绩、问卷调查、访谈以及湘潭大学教务系统课程评价结果进行综合分析。该混合式教学已在湘潭大学测控技术与仪器专业系统服务过 2 届学生，相较传统教学，学生抬头率及学习积极性有了大幅提高，2022 年度和 2023 年度学生的综合平均成绩分别为 81.4 分和 79.6 分；90 分以上学生分别占 21%和 20.5%；及格率分别为 98.4%和 94.5%。两届学生的成绩分布如图 2(b)所示。2023 年度学生整体成绩与 2022 年度相比有所下降，主要原因是 2023 年度学生的基础普遍不及 2022 年度学生(2023 年度开始大规模扩招，录取分数线降低)。问卷调查中认为该教学模式提高了学习主动性和积极性的学生达 97.3% (72/74)，认为对课程学习有极大帮助的达 94.6% (70/74)，支持本课程继续采用混合式教学的达 100% (74/74)。湘潭大学教务系统课程评价 2022 年度和 2023 年度学生评分分别为 96.7 分和 93.3 分。这些结果充分说明线上线下混合式教学模式在《半导体器件基础》课程教学中受到学生的广泛认可，也取得了非常好的教学效果。

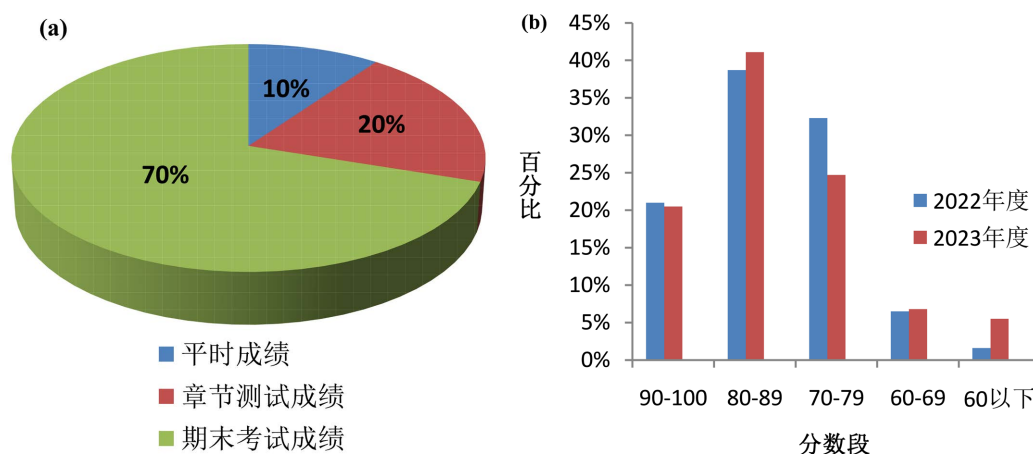


Figure 2. (a) The proportion of each assessment part; (b) Distribution of students' comprehensive scores
图 2. (a) 各考核部分所占比重; (b) 学生综合成绩分布

5. 结论与展望

混合式教学模式作为一种时代的产物已被证实优于传统的线下教学以及单一的线上教学。如何有效发挥线上、线下教学的协同效应，产生“1 + 1 > 2”的教学效果，始终是课程教学改革的目标和方向。本课程团队积极探索和实践了线上线下混合式教学模式在《半导体器件基础》课程教学中的应用，通过对教学平台、教学资源、教学策略等一系列要素进行整合并优化教学设计，充分发挥了“教师主导、学生主体”作用，取得了很好的教学效果，获得了学生的好评。在一流课程“双万计划”背景下，大力开展混合式教学模式，在专业基础课程中探索和实践，不仅服务国家战略，促进高校教学高质量发展，而且对推动高校教育教学改革、引领课堂革命也具有重要意义。

基金项目

湘潭大学第十二批教学改革研究项目“《半导体器件基础》混合式教学的研究与实践”。

参考文献

- [1] 王泉, 张龙. 数字革命与大学教学变革——2022 世界慕课与在线教育大会分论坛——综述[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(1): 96-101.
- [2] 教育部办公厅. 教育部办公厅关于实施一流本科专业建设“双万计划”的通知[Z]. 教育部办公厅, 2019-04-02. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201904/t20190409_377216.html?eqid=849d08ca0005095c00000004643f5d00, 2019-04-04.
- [3] 教育部等六部门. 教育部等六部门关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见[Z]. 教育部等六部门, 2021-07-01. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202107/t20210720_545783.html?eqid=b3dc2a1100014368000000066497b0b6, 2021-07-08.
- [4] 王婷. 混合式教学引发“跨空间”教学变革——兼论高校艺术类专业育人模式创新[N]. 中国教育报, 2022-11-10(07).
- [5] 王金旭, 朱正伟, 李茂国. 混合式教学模式: 内涵、意义与实施要求[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(4): 7-12.