

“Fourier 分析”课程线上线下混合式教学的探究

逯光辉

西北师范大学数学与统计学院 甘肃兰州 730070

摘要: 从调和分析专业的研究生基础课程“Fourier 分析”的课程内容、教学方式与考核环节等方面阐述了“Fourier 分析”课程教学改革的必要性、教学改革的构思以及对线上线下混合式教学的实施和探究. 通过采用线上线下混合式教学, 研究生的教学质量不仅显著提升, 而且增强了研究生的科研和实践能力.

关键词: Fourier 分析; 线上线下混合式教学; 课程融入; 能力

引言

调和分析作为现代数学领域的重要分支之一, 最初是由美国著名数学家 A.Zygmund、A.P.Calderón、E.M.Stein、G.Weiss 和 R.R.Coifman 等引入的. 在 20 世纪 60 年代中期, 由陆善镇引入到北京师范大学数学科学学院, 并创立了国内调和分析研究群体. 随着调和分析的不断发 展, 该领域在国内外 的影响 力越来越 大, 也使得越来越多的本科生在选择报 送或报 考考 调和 分析 专业; 另外, 该领域主要涉及算子理论、函数空间理论、小波分析、恒等逼近和调和分析方法在方程中应用等内容的研究. 其中“Fourier 分析”作为调和 分析专业 研究生的基础课程, 是由西班牙著名数学家 J.Duoandikoetxea^[1] 所编著的; 这部教材在西北师范大学数学与统计学院的调和 分析专业中已讲授二十多年, 主要采用讲授与板 书相结合 的方式. 然而, 在 2020 年年初爆发的“新冠肺炎”疫 情, 使得全国所有的大中小 学校所有课程一下从线 下教学转 变成线 上教学. 此时, 线 上线 下混合 式教学也 发挥 出它的 优势: 首先, 这种 教学模 式结合 了线 上资源 的灵活 性与线 下互动 的深度, 使研 究生能 够根据 自身节 奏学习 理论知 识, 同时 通过面 对面讨 论深化 理解. 其次, 这种 模式促 进了个 性化学 习, 导师 可以针 对不同 年级不 同研究 生的进 度和能 力提供 定制 化指导, 有助 于提高 学习效 率与成 效. 再者, 线 上平台 丰富的 多媒体 资料拓 宽了学 习渠道, 增强 了学习 的趣味 性和吸 引力. 最后, 线 上线 下混合 式教学 鼓励自 主学习 与合 作学习 的结合, 培养 了学生 的团队 协作能 力和解 决问题 的能力. 基于 以上优 势, 线 上线 下混合 式教学 在不同 学科不 同专业 被广泛 地关注 与研究^[2-4]. 因此, 将线 上线 下混合 式教学 运用到 “Fourier 分析” 课程的 教学中 是有 意义的, 也是 值

得深入去探究的.

本论文的主要结构为: 第一部分根据“Fourier 分析”课程的特点和线上线下混合式教学的优势和特点来阐述“Fourier 分析”课程教学改革的必要性. 第二部分主要是对“Fourier 分析”课程改革的一些构思. 第三部分主要是对“Fourier 分析”课程进行线上线下混合教学的实施和探究. 第四部分是对本论文的给出一些总结和未来的展望.

1. “Fourier 分析”课程教学改革的必要性

作为调和 分析专业 研究生的 基础性 课程之 一, “Fourier 分析”课程 主要涉 及奇异 积分算 子、Hardy-Littlewood 极大函数、Hilbert 变换、Hardy 空间和 有界平 均振荡 空间(BMO)、Littlewood-Paley 理论、加 权不等 式和 r_1 定理 等内 容; 这些 内容涉 及很多 小节内 容且蕴 含了很 多琐碎 的知 识点. 一方面, 传统的 教学方 法展现 出了其 固有的 局限性: (1) “Fourier 分析”课程 涉及大 量复杂 的数学 公式与 逻辑推 理, 传统的 讲授 式教学 往往难 以使学生 深入理 解这些 抽象概 念, 导致 学生被 动接受 知识, 缺乏 主动思 考与探 索的空 间. (2) 调和 分析 的专业 性极强, 传统 教学方 法在案 例分析 与实践 应用方 面的不 足, 使得 学生难 以将理 论知识 与实际 问题相 结合, 影响 了学生 实践能 力的培 养. (3) 传统 教学方 式缺乏 互动 性, 研究生 之间的 交流与 讨论受 限, 不利 于形成 浓厚的 学习氛 围和协 作精神. (4) 随着 信息技 术的快 速发展, 调和 分析领 域的新 理论、 新方法 层出不 穷, 而传统 教学方 法在更 新教学 内容、 引入前 沿技术 方面存 在滞后 性, 难以 满足学 生获取 最新知 识的需 求. 另一 方面, “Fourier 分析”课程 属于基 础性课 程, 其内 容理论 性强、 抽象度 高, 对研 究生的 逻辑 思维能 力和数 学基础 有着极 高的要 求. 在这样 的背景 下, 传

统单一的教学模式往往难以满足不同层次学生的学习需求,而线上线下混合式教学的引入则显得尤为重要:(1)线上教学能够为研究生提供丰富的学习资源和灵活的学习时间,研究生可以根据自己的学习进度和理解能力,自主选择观看线上其他高校调和与分析专业的教学视频、参与在线讨论或完成线上习题,从而加深对“Fourier 分析”课程内容的理解和掌握。(2)线下教学则能够确保教师与学生之间的面对面交流和互动,教师可以通过课堂讲解、实例分析和答疑解惑等方式,帮助学生解决线上学习中遇到的问题,进一步巩固和拓展学生的知识体系。

因此,将线上线下混合式教学应用于“Fourier 分析”课程中,不仅能够弥补传统教学模式的不足,提高教学效果和学习效率,还能够更好地适应不同年级不同层次研究生的学习需求,促进学生的全面发展和个性化成长.这对于培养具备扎实数学基础和创新能力的高素质人才具有重要意义。

2. “Fourier 分析”课程教学改革的构思

为了让调和与分析专业的研究生尽快掌握“Fourier 分析”课程的内容并运用其来解决科研中的问题,调和与分析团队(陶双平、孙小春、邵旭旭、逯光辉、杨沿奇和刘荣辉)对“Fourier 分析”课程进行了教学改革,统筹规划了该课程的教学大纲和教学方法,将本科阶段的“实变函数与泛函分析”教材、研究生教材“Classical Fourier Analysis”和“Fourier 分析”及其内容相关的文献与部分案例整合到所讲授内容中.通过统筹规划“Fourier 分析”课程教学的内容,采用线上线下混合式教学的方式,并将西北师范大学本科生“教学五环节”中的前四个环节融入到课程教学中,即课前预习、平时作业、课外阅读和课外讨论;再加期末的一个小测验构成“Fourier 分析”课程较为完整的考核方式,该课程教学改革的模式如图 1 所示。

线上线下混合式教学作为“Fourier 分析”课程的一种新的教学模式,将传统面对面的课堂教学与互联网在线教学优势相结合,形成了“Fourier 分析”课程一套较为完整的考核环节,该课程的教学模式包含了几个核心环节:首先,课前预习环节,研究生通过在线平台(长江雨课堂)预先学习课程内容,通过观看教学视频、阅读电子教材,并完成初步的知识构建.这一步骤有助于研究生在进入线下课堂前对知识点有基本的了解.其次,课堂教学环节(线下深化阶段),教师在课堂上针对线上预习的内容进行深度讲解和讨论,通

过案例分析、小组合作等形式,加深学生对知识的理解和应用能力.教师现场解答疑惑,促进师生、生生之间的互动交流.最后,课后巩固环节(线上巩固与反馈部分),学生在线上平台完成作业、测试,参与在线讨论,教师则通过平台数据监测学习成效,提供个性化反馈.这一闭环设计不仅强化了学习效果,还便于教师灵活调整教学策略。

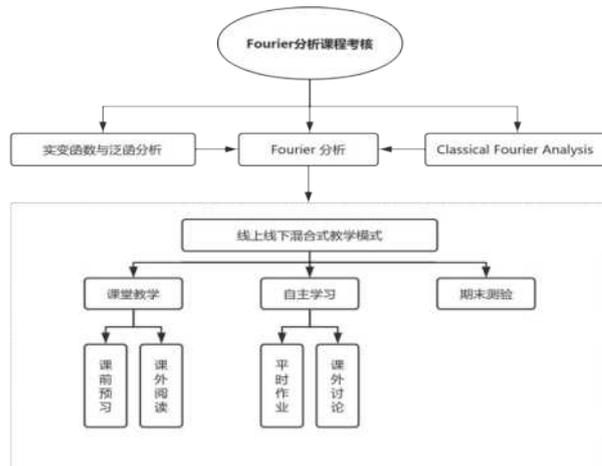


图 1 Fourier 分析课程考核图

综上所述,线上线下混合式教学模式通过课前预习、课堂深化和课后巩固三个阶段的有机结合,既发挥了线上资源的灵活性和便捷性,又保留了线下教学的互动性和即时反馈优势^[5],为“Fourier 分析”等调和与分析专业的课程的学习提供了高效和个性化的路径。

3. 线上线下混合式教学模式的实施和探究

3.1 线上线下混合式教学模式的实施

线上教学资源的建设与线下活动的设计是混合式教学最重要的两个环节,如图 2 所示,具体为:一方面,为了确保研究生能够高效、自主地学习,我们团队成员精心制作了一些丰富的线上教学资源.在线上教学平台——长江雨课堂,我们上传了高质量的课件、教学视频和论文题目.课件内容条理清晰,涵盖了“Fourier 分析”课程的核心概念、性质和定理;教学视频则主要由陶双平和孙小春两位教师录制,通过生动的讲解和实例演示,帮助研究生深入理解复杂的知识点.此外,我们还设计了多样化的练习题,既有基础训练,也有挑战性题目,以满足不同年级不同层次研究生的学习需求.另一方面,为了确保研究生能够深入理解并掌握“Fourier 分析”课程复杂的理论知识,团队成员也精心规划了一系列线下活动:(1)我们设置了面对面的授课环

节,由陶双平教授和逯光辉副教授亲自讲解“Fourier 分析”课程中的关键概念和定理,通过板书和现场推导,帮助研究生构建扎实的理论基础。同时,我们安排了小组讨论,鼓励研究生围绕课程中的难点问题和重点内容进行交流,促进学生之间的思维碰撞与知识共享。(2)我们还设计了实践操作环节,让学生在应用统计实验室中亲自动手进行“Fourier 分析”课程在图像恢复和数值模拟中的实验,通过实际操作加深对理论知识的理解和应用。应用统计实验室配备了先进的计算工具和软件,为学生提供了良好的实践环境。

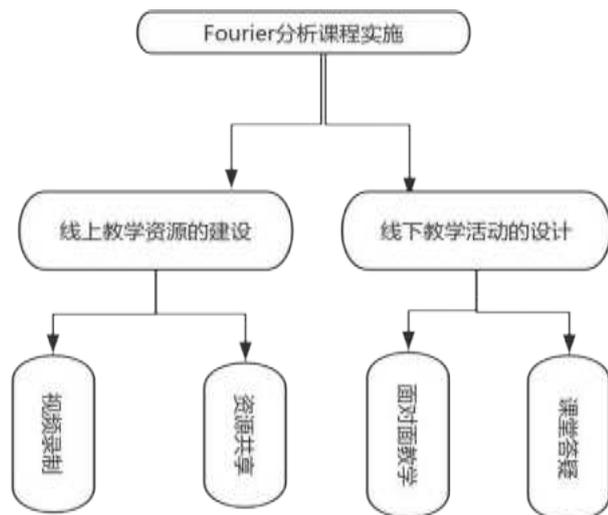


图 2 Fourier 分析课程线上线下实施图

有了前面的准备工作,接下来我们对 2024 年 9 月新进校的 13 名硕士研究生(其中 1 名博士研究生,12 名硕士研究生)的“Fourier 分析”课程实施线上线下混合式教学。在实施过程中,我们团队教师注重与研究生的互动,及时解答他们在学习过程中遇到的问题,并根据研究生的反馈调整教学进度和内容。同时,我们也鼓励研究生提出自己的见解和疑问,培养他们的创新思维能力。

3.2 线上线下混合式教学模式的探究

线上教学以其灵活性和资源丰富性,为学生提供了广阔的学习空间;而线下教学则通过面对面的互动,加深了学生对复杂概念的理解。为了实现两者的有机融合,我们采用了“线上预习+线下深化”的教学模式。学生在课前通过线上平台预习基础理论,观看教学视频,完成初步的学习任务。课堂上,教师则针对预习中的难点和重点进行深入讲解,并通过小组讨论、案例分析等形式,促进学生对知识的深度理解和应用。同时,我们还注重线上线下教学的无缝衔接。线

上平台不仅提供学习资源,还记录学生的学习进度和反馈,为教师调整教学策略提供依据。线下教学中,教师也会根据线上预习的情况,灵活调整教学内容和方法,确保每个学生都能在适合自己的节奏下学习。

在将线上线下混合式教学融入到“Fourier 分析”课程内容的授课中,我们还需对这种教学方式进行评估,评估的指标与方法为:学习成果评估:通过学生的作业、项目、模拟考试和测验来评估其对调和分析专业知识的掌握程度和应用能力。此外,学生的学习报告和学习心得也能反映其学习积极性和深度。参与度评估:利用线上学习平台的数据记录,如签到、资源查看、视频观看、单元测试、作业提交和互动讨论等,结合线下课堂表现,如发言、小组讨论等,全面评估学生的参与度。多元评价模式:采用知识掌握、能力发展、学习态度、职业素养和情感态度等多维度评价标准,确保评估的全面性和客观性。同时,引入学生自评、同伴互评、教师评价及 AI 评价等多元化评价主体。教学资源评估:对线上课件、教材、辅助材料等教学资源的质量和适用性进行评估,确保它们能有效支持学习目标的达成。同时,评估在线学习平台的用户友好性、功能完备性和安全性。

根据“Fourier 分析”课程的特点和上述的评估,对该课程线上线下混合式教学模式的改进与完善可从以下几个方面进行:首先,加强线上资源的丰富性和互动性。除了提供高质量的课件和视频资源外,还应增加在线讨论、实时问答等互动环节,以激发学生的学习兴趣 and 参与度。同时,利用大数据分析学生的学习行为,为他们提供个性化的学习路径和资源推荐。其次,优化线下课堂教学活动。线下教学应注重知识的深入讲解和实际操作,针对线上学习中存在的问题进行重点剖析。通过小组讨论、项目实践等形式,培养学生的团队协作和问题解决能力。此外,建立有效的评价体系。混合式教学模式的评价应综合考虑线上学习成果、线下课堂表现以及最终考核成绩。通过多元化评价,全面反映学生的学习效果和进步。最后,持续进行教师培训和技术支持。教师应定期接受线上线下混合式教学相关的培训,提升他们的信息技术应用能力和教学设计能力。同时,教育机构应提供稳定的技术支持,确保线上教学平台的顺畅运行。

4 总结

本研究通过对“Fourier 分析”课程实施线上线下混合式教学模式的深入探讨,取得了显著的研究成果。首先,我

们构建了适用于调和与分析课程的线上线下混合式教学框架,该框架有效融合了线上资源的便捷性与线下互动的深度,提升了学生的学习体验与效率。其次,实践数据显示,混合式教学模式在增强学生自主学习能力、促进师生互动及提高课程满意度方面均表现出色。特别是在复杂理论讲解与实例演练结合上,线上线下结合的方式显著优化了教学效果。此外,通过去年半学期的线上线下混合式教学的研究还发现,通过引入在线测试、小组讨论等多元化评价手段,不仅丰富了考核体系,还有助于教师更全面地了解学生的学习状况,及时调整教学策略。“Fourier 分析”课程这一数学分支的抽象性与深度,在混合式教学的辅助下,得以被更多研究生理解与掌握。

综上所述,本研究成功验证了线上线下混合式教学在调和与分析专业课程中的可行性与有效性,为高等数学教育模式的创新提供了有力证据与实践参考。未来,持续优化教学内容与方法,将是进一步提升研究生教学质量的关键方向。另外,展望未来,有几个研究方向值得进一步探讨:一是扩大研究样本,涵盖更多高校、更多专业和不同背景的研究生,以验证线上线下混合式教学的普遍适用性和效果差异性。二是深入研究混合式教学中线上与线下环节的融合机制,探索如何更有效地促进师生互动、生生互动,以及学习资源的优化配置。三是结合现代技术,如 AI 人工智能和雨课堂^[6]融合、大数据分析等,开发智能化的教学平台和学习分析工具,以个性化、精准化的方式支持学生的学习过程。此外,还应关注混合式教学模式对学生自主学习能力、创新思维和问题解决能力等综合素质的影响,为教育教学的全面改革提供有力支持。四是增加课程思政元素^[7]和课程案例分析到“Fourier 分析”课程的线上线下混合式教学中去,这样导师将复杂的

理论知识如傅里叶变换、希尔伯特变换等制作成微课视频,上传至线上教学平台,供学生自主学习。

参考文献:

[1] J. Duoandikoetxea, Fourier analysis [M], Graduate Studies in Mathematics, vol. 29, American Mathematical Society, Providence, RI, 2000.

[2] 庄雨淇,章彧婕,黄瑛娇,等. 线上线下混合式教学模式探索 [J]. 西部素质教育, 2025, 11(5): 142-145.

[3] 王永明,王禹萱. 基于线上线下混合式教学模式的研究培养效果提升研究 [J]. 教书育人, 2025, (03): 97-100.

[4] 刘笑涵,赵秀臣. 高等教育数字转化背景下线上线下混合式教学模式改革探究 [J]. 知识库, 2024, 40(17): 111-114.

[5] 许伟志,王曙光. 新工科视域下土木工程专业毕业设计教学改革——以混凝土框架结构设计中隔震技术引入为例 [J]. 教育教学论坛, 2024, 51: 85-88.

[6] 岳佳音,孙燕,隋丽丽,等. 基于“雨课堂”的混合式教学模式探索——以《生物学》实验课为例 [J]. 中国医药导刊, 2024, 26(12): 1216-1220.

[7] 张丽娜,乔军胜. “空间解析几何”课程思政的探索与实践——以西北师范大学为例 [J]. 兰州文理学院学报, 2024, 38(4): 114-119.

作者简介: 逯光辉(1987-),男,甘肃秦安,副教授,博士;研究方向:调和与分析与应用统计。

基金项目: 国家自然科学基金项目(项目编号:12201500);西北师范大学研究生培养与改革项目(项目编号:2024KGLX01007);西北师范大学研究生教学案例库建设项目(项目编号:2024ALKLX01012).