

《数学分析》课程的线上线下混合式教学研究

——以怀化学院为例

李红光

怀化学院数学与计算科学学院, 湖南 怀化

收稿日期: 2022年6月13日; 录用日期: 2022年7月11日; 发布日期: 2022年7月18日

摘要

基于双一流专业人才培养要求和培养区域性应用型人才的全局, 结合产学合作和自己多年的教学实践, 论述了在我院数学分析教学中融入线上教学与线下教学相结合的混合式教学模式的必要性, 并就如何实现这种混合式教学融入到数学分析课程教学中的具体方案进行了探讨, 希望能为其他院校的数学分析课程的相关教学研究提供一定的帮助。

关键词

混合式教学, 数学分析, 双一流

Research on Online and Offline Mixed Teaching of *Mathematical Analysis*

—Taking Huaihua University as an Example

Hongguang Li

School of Mathematics and Computational Science, Huaihua University, Huaihua Hunan

Received: Jun. 13th, 2022; accepted: Jul. 11th, 2022; published: Jul. 18th, 2022

Abstract

Based on the training requirements of double first-class professional talents and the overall situation of training regional applied talents, combined with industry-university cooperation and many years of teaching practice, this paper discusses the necessity of integrating the mixed teaching mode of online teaching and offline teaching into the teaching of mathematical analysis in our college, and discusses the specific scheme of how to integrate this mixed teaching into the teaching of

mathematical analysis course, hoping to provide some help for the relevant teaching research of mathematical analysis course in other colleges and universities.

Keywords

Blended Teaching, Mathematical Analysis, Double First-Class

Copyright © 2022 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

近年来,国家教育部提出各高校需根据实际情况在教育教学中深度融入现代信息技术,探索“混合式”教学模式,逐步推进课程教学改革,进一步提高高校教学质量。随着各大高校与各种功能强大的网络教学平台(如中国慕课、超星平台,雨课堂等)的联合,“混合式”教学模式成为高校日常教学的主要形式,我院各专业课程也纳入了这股潮流,作为我院大一主课的数学分析也不例外。

数学分析课程是数学专业的重要的基础课程之一,它的内容体系分为三大块:极限,微积分和无穷级数[1]。这些理论除了相互渗透之外,还渗透到了高等代数、复变函数、常微分方程等数学课程。数学分析已成为现代学术研究的重要工具,是各高校数学院系的核心基础课,不仅担负着为其它数学类课程供应必要的基础工具的重任,而且具备培养大学生的各种能力的重要作用。数学课程具有内容抽象、涉及面广、逻辑性强和计算复杂度高等特点。如果缺乏课前、课后等教学讨论环节,缺乏能使学生进行课前自学的有效网络课程资源,学生仅仅依靠单一的课堂教学,是难以进行深刻思考和高效地学习。

因此,如何利用教学帮助学生更好地理解极限、微积分、无穷级数等相关概念,为其它专业课程的学习打下坚实基础,是我们目前所面对的重要议题。线上线下“混合式”教学模式的提出,为我院数学分析课程的教学改革指明了新的方向,为学生更全面地理解数学分析的基本知识和应用提供了强有力的帮助,为全面提升数学分析课程的教学提供了支持。目前这方面的研究已取得一些成果[2] [3] [4] [5],这些成果为我们的研究提供了理论基础。

2. “混合式”教学的原则与方法

混合式教学模式是指线上和线下教学相融合的一种教学模式。混合式教学的原则:1) 以生为本的原则,既要充分发挥教师在进行启发、教学时的主导地位,又要充分体现学生在学习过程能充分发挥出积极性、能动性与创新性的主体地位。2) 实践性原则,教师要引导学生充分利用现代化的网络教学平台,引导学生利用科学的方法进行实践,把所学的理论知识与实际工作结合起来,通过反复实践,将所学的知识转化为自己的技能。3) 整合性原则,把线下教学和线上教学两者的优势融合起来,充分利用网络教学在线资源,培养学生的自主学习能力。4) 评价性原则,混合式教学需要科学的评价体系,要求对学生的学习成果逐一评价,并及时反馈评价结果,把教师评价和学生自我评价整合在一起。

混合式教学方法:学生充分利用自己的时间,灵活地进行地课前预习,进行相关优秀网络视频的观看。观看视频后,如遇不懂的地方,可以反复进行回放观看,反复学习,也可以进行小组讨论。如果还有未能弄懂的地方,可以在线上跟老师沟通,也可以等到线下教学时,认真听老师的详细讲解,与教师进行零距离地探讨。考虑到一些因不积极或其它因素没能进行课前预习的同学,老师更需要在教学中融

入“混合式”教学模式，通过运用线上学习法、PBL 教学法和小组讨论法等方法激发他们的学习动力。

针对我院学生整体数学基础相对薄弱、水平相对较低、学习动力不足的现状，探索出一套行之有效的《数学分析》课程的混合教学方式是非常及时的和有必要的。在我院数学分析课程的教学融入“混合式”教学具有重要的实际意义和创新性，符合我院双一流专业建设的要求和校企共同育人的需求。

3. 基于“混合式”教学的数学分析教学过程

3.1. “混合式”教学的线上教学

课前学习：针对数学分析的教学，以往没有考虑课前学习，这样的方式不利于学生理解知识的难点、重点和应用，只会让学生认为数学分析课程的知识点众多、枯燥和很难理解。现在有了线上平台这个优势，我们可事先把一些抽象和难以理解的概念和定理录成微课、慕课等短视频。上课之前，在我院线上平台上发布一些事先设计好的简单测验题和相关微、慕课视频，并设置好需要完成的时间段，要求学生有效完成。老师需要在学生完成后，进行相关的答题情况统计，分析学生的预习效果，并做出解决方案，这样利于课堂的讲解与讨论。从而切实地改变传统的教学模式，做到有的放矢，这样就能取得良好的效果。另外，数学分析的课前学习需要融入知识的应用，提高学生的积极性。实际上，对于数学分析课程中的大多数定义与定理(如数列极限、一阶导数、定积分和数列级数等)，都能够找到与之有关地实际应用的案例。我们利用现代教育技术把这些案例录成微课、慕课视频。并把它们呈现在课前预习中，这样既能有效节省学生的时间，也能有效提高学生的积极性和创新性，从而能使学生更轻松地理解数学分析的相关概念和定理，对这些概念不再感到抽象和难懂。这种混合式教学的线上预习方式，有助于培养学生的理论学习能力和造就学生的实际操作能力。

课后学习：对于数学分析课程，目前大多数老师还是以书中的课后题目作为学生的课后练习。课后题目的一成不变、题型单一和实际应用性深度缺乏，不仅深深地影响到了数学分析课程的教学，而且违背了双一流建设的初衷，与我院的专业建设相违背。因此，仅仅只给学生布置书本上的习题作为课后练习，已经远远不能满足培养学生应用能力和实际操作能力的要求。针对这样的不利的情况，需要结合校园网络平台和企业平台，将一些与实际有关的题目和项目上传到平台。组织学生利用已学知识自行或小组讨论进行相关问题的求解。这样的方式，不仅能培养学生的积极性和应用创新能力；也能体现学生在完成这些与数学分析有关的实践问题时所需的一些数学软件的掌握情况。通过我校网络平台和平台，授课老师(包括企业的老师)更便于和学生进行交流和沟通，从而提升课后练习的效能，达到培养学生的实际应用和操作能力的目的。

实践学习：随着校企合作的迅速开展和我院双一流专业建设的深入进行，许多数学课程的实践教学都需要通过线上平台由企业安排老师来完成。目前，我校数计院正在探索多门专业课程的建设和实践改革，其中也包括数学分析课程的实践改革。鉴于校企合作和双一流专业建设要求，认为利用企业的丰厚资源进行实验课程的校企共同教学，可以激发学生对数学分析课程的学习动力。如在每次实验课前，通过企业的网络平台布置与企业实际问题相关的实践练习，让学生先了解实验课所要讲解的内容，然后由企业老师来解答。这不仅体现了实验教学的针对性，同时也提升了学生学习创新性和目的性，增强他们的实际问题解决能力。

3.2. “混合式”教学的线下教学

课堂是教学的核心地，要提升课堂的效果和课后的拓展，就需要我们及时地掌握学生的课前学习情况和普遍遇到的困难，利用课堂教学着重点解决这些困难，从而使学生形成全面的知识框架和理论系统，

建构基于“混合式”的睿智线下教学方式。

课堂教学不仅要注重方法，也要充分调动学生的主观能动性，帮助学生成为课堂的主角，活跃课堂氛围，把难的问题进行简单化。课堂教学要深入研讨，课堂环节需要精心设置。对每次课堂的教学设置，都需要充分融合教师自身对数学分析知识体系的理解和学生的自身情况。

为了更好地说明混合式教学的实施，我们对数学分析课程中“高斯公式”这一节内容进行了线上与线下的教学设计，采取的模式是线上-线下-线上。

线上的教学设计：在课堂讲授之前，发布线上任务。针对第二型曲线积分 $\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ ，其中函数 $P = y(x-z), Q = x^2, R = y^2 + zx$ ，曲面 S 为 $z = 5 - x^2 - y^2$ 上 $z \geq 1$ 的部分，并取上侧，考虑以下四个问题：1) 利用二重积分求 $\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ 。2) 利用高斯公式求 $\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ 。3) 若给出空间中任意一个曲面 S ，问是否可以利用高斯公式计算 $\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ ？4) 对于任意三元函数 P, Q, R 和空间中任意一个曲面 S ，问是否可以利用高斯公式计算 $\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ ？

线下的教学设计：在高斯公式这节内容的课堂教学中，我们先引导学生利用已掌握的知识对问题 1) 进行求解，如先求出 S 的表面在坐标面上的投影，再利用二重积分求第二型曲面积分

$\iint_S Pdydz + Qdzdx + Rdx dy$ 。大部分同学都能顺利的完成问题 1) 的解答。但对于问题 2)，大多数学生还是感到有些迷茫和不解，不能理解其与问题 1) 的区别在哪里，不知道如何利用高斯公式去求解问题 2)。因此，老师在课堂上，需要针对性地对问题 2) 进行细致地讲解，启发学生去发现其和问题 1) 的不同之处。在完成问题 2) 之后，进一步指引学生从这个特殊情形延伸到更一般地情形：问题 3)、问题 4)。这样的教学设计能使学生更好地理解定理成立所设置的条件。通过这样的一种学习方式，不但能提升学生对定理所需条件的认知，而且可以加深学生对结论形成的理解，从而能更好地掌握定理，并对定理进行运用。

线上的教学设计：在我校网络平台上上传可以利用高斯公式解决的实际问题。如利用高斯公式证明电学中的高斯定理的问题：在由点电荷 q 所产生的静电场中，电场强度 \vec{E} 向外穿过任何包含 q 在其内部的光滑封闭曲面 S 的电通量都等于 $4\pi q$ 。(提示：以 q 为球心作一半径充分小的球面 S_1 ，使 S_1 全部落在 S 所包含的区域内部，并将坐标原点取在 q 处。由电学知识，在点 $M(x, y, z)$ 处的电场强度为

$$\vec{E} = \frac{q}{r^3}(xi + yj + zk)。$$

通过以上的教学方式，不仅提高了学生理解和应用高斯公式的能力，而且激发了学生学习数学分析的兴趣，提升了教学效果。

3.3. “混合式”教学的考核模式

考核模式以考查学生的整个学习过程为核心，为培育学生的创新应用能力和实际操作能力为方向，以课前网络平台学习(包括知识预习、相互讨论、平台测试等)，课堂师生讨论；课后平台作业、课后校企合作实践项目实施过程；期中、期末考试等为主要考查元素。从以往以期末考试作为单一的考查维度向重视学生整个学习过程的多个考查维度转变，形成行之有效的全面考核模式。根据各考核要素的比重，在最终成绩中体现不同成绩比重，如表 1 所示：

4. 结论

经过一个学期混合式教学的试验，得到了我院 2021~2022 第一学期 2021 级数学与应用数学专业采取传统教学方式和混合式教学方式的期末考试成绩的对比，如表 2 所示：

Table 1. Assessment score ratio**表 1.** 考核评价分值配比

项目	线上考核成绩		线下考核成绩		期末考核
具体内容	超星平台上学习、网上讨论	平台测试、提交作业	平时考勤 课堂表现	实践考核	知识测试
分值比例/%	20	15	15	15	35

Table 2. Comparison of final exam results**表 2.** 期末考试成绩的对比

教学方式	平均分	样本	及格率
混合式教学	75.22	52	65%
传统教学	56.23	56	45%

从表 2 的数据可以看到采用传统教学方式学生成绩的平均分数、及格率远低于混合式教学方式下学生成绩的平均分数和及格率。鉴于这种良好的情况，继续在我院数学与应用数学专业中的数学分析课程的整个教学过程实行混合式教学是非常有必要的。同时，探索实现线上与线下教学相融合的“混合式”教学的最佳方案，分析实行这种“混合式”教学方式后出现的问题以及出现这些问题的根源，并不断地进行总结和改进。最终达到培养学生全面感知理论概念、定理存在的内涵与变化特征的能力、科学推理能力、想象能力，从而提升学生对实际问题探索的能力。

基金项目

湖南省教育规划课题(No. ND212460)，协同育人项目(No. 689fff25-aeb1-4a8f-b425-eeb54b2a2de9)。

参考文献

- [1] 华东师范大学数学系, 编. 数学分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 韩领兄. 混合式教学及其在数学分析课程中的应用[J]. 科技资讯, 2018, 16(21): 159-160.
- [3] 甘容辉. 高校混合式教学法存在的问题及改进措施[J]. 黑龙江高教研究, 2016(7): 174-176.
- [4] 曾小龙. 以网络为平台构建《数学分析》课程的研究性学习[J]. 青年与社会·中外教育研究, 2010(12): 39-40.
- [5] 戴培良. 《数学分析》课程建设的思考[J]. 常熟理工学院学报, 2010, 24(12): 97-100.