

“141”协同育人模式下学习成效的评估分析

——以杭州师范大学《数学分析》SPOC混合式课程为例

汪婧雯, 孙庆有

杭州师范大学数学学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年9月30日; 录用日期: 2023年10月28日; 发布日期: 2023年11月3日

摘要

目前, 大学生的学习成效是国内各高校研究和实践的热点, 提高课程教学效率与质量是高校必须解决的重要课题。在“三全育人”的视域下, 杭州师范大学从师范特性出发, 以《数学分析》课程为示范构建了以SPOC混合式课程为基础的“141”协同育人模式。本文旨在深入剖析“141”协同育人模式的驱动机制、运行机制、保障机制三个育人机制, 基于案例分析与多元回归法, 对杭州师范大学数学系具有代表性的年级及班级学生《数学分析》课程的学习进行成效评估, 以期总结并推广课程建设经验, 并进行完善与改进。

关键词

“141”协同育人, 数学分析, 建构主义, 成效评估, 多元回归

Evaluation and Analysis of Learning Effectiveness under the “141” Collaborative Education Model

—Taking the SPOC Blended Course of *Mathematical Analysis* at Hangzhou Normal University as an Example

Jingwen Wang, Qingyou Sun

School of Mathematics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: Sep. 30th, 2023; accepted: Oct. 28th, 2023; published: Nov. 3rd, 2023

Abstract

At present, the learning effectiveness of college students is a hot topic in the research and practice

of domestic colleges and universities, and improving the efficiency and quality of course teaching is an important issue that colleges and universities have to solve. Under the perspective of “three-pronged education”, Hangzhou Normal University (HZNU) has constructed a “141” collaborative education model based on SPOC blended courses with the course of *Mathematical Analysis* as a model from the perspective of teacher training. The purpose of this study is to analyze the driving mechanism, operating mechanism and guarantee mechanism of the “141” collaborative education model, and to evaluate the effectiveness of the learning of the *Mathematical Analysis* course in representative grades and classes in the Mathematics Department of Hangzhou Normal University based on the case study and multiple regression method, so as to summarize and popularize the experience of the course construction, and to perfect and improve it.

Keywords

“141” Collaborative Education, Mathematical Analysis, Constructivism, Effectiveness Evaluation, Multiple Regression

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. 研究背景

2021 年教育部在第十三届全国政协第四次会议上发布《关于高质量做好线上线下融合，推动教育事业健康发展的提案》。教育部在答复函中表示，高度重视教育信息化工作，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”发展，促进信息技术与教育教学深度融合，发展更加公平更有质量的教育[1]。在大力推进教学信息化与本科一流课程“双万计划”背景下，SPOC 混合式教学成为高校教学的“新常态”，是高校教学改革与“质量革命”的重要举措，其中明确提到完善线上线下教育融合机制，推动教育教学改革；推进教育新型基础设施建设，共享优质教育资源；探索建立健全多元综合评价方式，强化教育质量监督等多个方面。

国内外已有多位学者对 SPOC 混合式课程的设计、提升学习者满意度的学习活动等方面进行了研究。杨开诚、杜立梅基于“问题即是含有破缺的实例”这一思想，提出了一种名为“知识网络图变形法”的活动任务设计方法。他们认为教学设计任务不仅涉及学习内容的序列化、教学事件设计和媒体选择，还包括学习活动任务的设计，这被视为最核心的工作[2]康叶钦等学者通过分析国外著名大学如哈佛的教学案例，得出 SPOC 更加注重赋予学生完整、深入的学习体验，从而增强学生的学习动机，有助于提高课程的完成率[3]。Veronica A. Thurmond 等人采用调查研究法，以 Input-Environment-outcome 评价模式以及大学教育良好实践七原则为理论框架，对 120 名本科在线学习者进行调查。他们发现评价活动和交互活动对学习者的学习起到促进作用，并在一定程度上影响学习者的学习满意度[4]。

2. “141”协同育人模式构建：驱动机制 - 运行机制 - 保障机制

近年来，杭州师范大学《数学分析》课程团队一直在探索和研究数学系相关课程的建设，结合现代建构主义学习理论——建构主义模型，如图 1，强调学习者通过主动参与、建构和解决问题来建立知识和理解，在线教学提供了一个探究性学习环境，引导学生主动思考、合作探索和解决问题，以促进深度学习和知识建构，因而构建出“141”协同育人模式，并在实践中取得了一定成效。

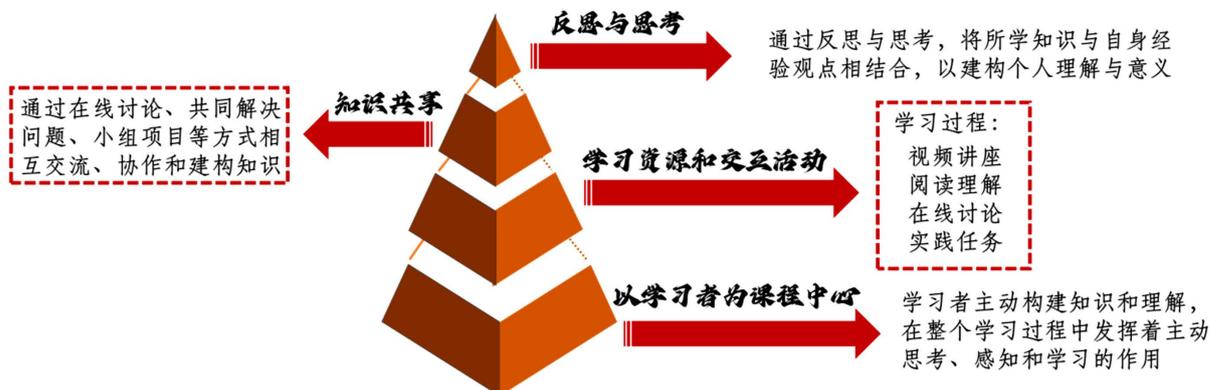


Figure 1. Modern constructivist learning theory—constructivist pyramid SPOC design model

图 1. 现代构造主义学习理论——建构主义金字塔 SPOC 设计模型

在“三全育人”的视域下, 基于《数学分析》课程建设的实证调查资料以及教学实际, 根据评估目标, “141”协同育人模式(如图 2)以“发挥师范特性——学高为师、身正为范”为数学师范生专业发展的驱动机制, 致力于数学师范生专业发展的推进; 以培养“以学生为中心”思想为四个运行机制, 以确保学生的综合素养培养; 同时, 为保障教学效果和学生学习成果, 课程采用了多元化考核体系, 以满足不同学生的学习需求, 并从理论和实践两个层面探讨可行的改进与创新。

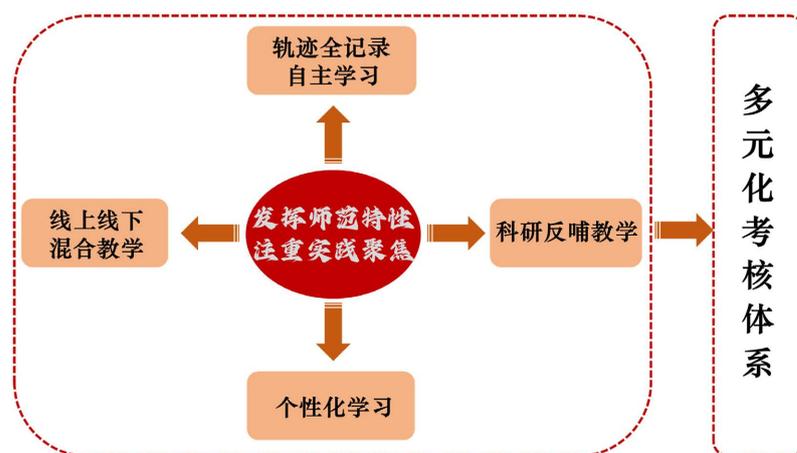


Figure 2. Structure of the “141” collaborative education model

图 2. “141”协同育人模式结构图

2.1. “1”驱动机制：发挥师范特性——注重实践聚焦

结合师范院校特长, 发挥专业师范特性, 注重实践聚焦。基于线上学习, 挑选部分内容由学生线下试讲, 培养师范生的教学能力, 让学生参与到知识的讲授中, 提高他们的教学技能以及对知识的理解和应用能力, 将学校和专业的教育思想与理念传承下去; 强调模块化设计, 明确指定每个课程单元或主题的学习目标, 将课程内容分为逻辑和连贯的模块, 每个模块涵盖一个特定的主题或概念。基于此, 学生可以按照自己的节奏学习, 逐步建立起对整个课程的理解; 教师根据最新的教育研究成果, 优化教学设计、课堂组织和学习活动。例如, 运用启发式教学法、问题导向学习等教学策略, 增强学生的主动探究能力以及师范技能训练, 有助于学生培养实践能力、解决问题的能力 and 创新思维, 为将来的职业发展做好准备, 肩负起立德树人的功能, 培养学生的师德素养、学科素养和学科教学素养。

2.2. “4” 运行机制：教学方法创新——以学生为中心

2.2.1. 线上线下混合式教学

线上线下混合式教学是一种潜力巨大且富有创新的教学模式，通过合理利用在线和面对面教学的优势，提高大学生的学习成效，丰富学习体验，培养学生的自主学习能力和终身学习的意识。线下教学通过课前预习、过程性考核和课堂讨论，准确找出学生在理解和掌握知识点上存在较高错误率或掌握不透彻的问题，有针对性地解决重难点，有效增强学生对知识的理解 and 应用能力；线上教学采用作业提交和批改的机制，学生可以获得实时的作业反馈和评估，获得个性化的学习建议和解答，根据个人需要和时间安排更好地参与学习，及时调整学习策略和弥补知识差距，是实现学生随时学习、教师随时讲解的双向高效教学方式。

2.2.2. 轨迹全记录自主学习

课前，利用线上教学平台提供数学分析的预习资料，学生可以通过移动端利用碎片化时间进行学习，帮助学生在课程开始时更好地准备，并能够更深入地参与课堂讨论和活动，帮助他们建立对《数学分析》课程的基本认知。

课后，线上平台会记录学生的学习活动，包括课程访问记录、作业提交和测验成绩等。学生可以随时查看自己的学习记录，并生成学习报告，以了解自己的学习情况和进展。强调形成积极主动的学习态度，引导学生自己提出猜想理论并进行证明，包括在线论坛、协作项目和小组讨论，以促进学生可以更好地互相交流和学习。

2.2.3. 个性化学习

随着 SPOC 教育的发展，教师可以根据学生的个性特点，采取针对性的学习方式，利用线上平台促进学生之间的交流和合作，教师作为知识的传授者，将学习过程和成果记录下来，并完成了教学范式的转变，具体如表 1 所示。

Table 1. Changes in teaching paradigms

表 1. 教学范式的改变

	教的范式	学的范式
任务目标	提高教的质量	提高学的质量
教学结构	讲授知识内容的多少	特定学习成果
学习理论	学习是渐进式、线性的	学习是嵌套式的
角色性质	教师作为主要讲解者	教师作为学习方法和环境的设计者

同时，线上平台利用即时数据统计和数据分析，根据学生的需求和兴趣，为其推荐相关的课程内容，为每个学生提供个性化学习体验；收集和分析学生的学习数据，向教师提供实时反馈和评估，教师可以实时监测学生的学习进度和理解程度，了解他们的学习特点、需求和困难，并且可以根据学生的个体差异，为他们提供个性化的学习支持、评估和反馈，帮助学生及时纠正错误、澄清疑惑，促进他们在《数学分析》课程的进步。

2.2.4. 科研反哺教学

2019 年《教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》明确指出要推动科研反哺教学，强化科研育人功能。教学科研协同育人不是简单的本科教育和研究生教育相加，也不是教学和

科研相加, 而是通过科研成果推动教学质量的提升, 并探索教学科研融合的高端创新人才培养模式, 力求科教融合取得 $1+1>2$ 的效果, 做好教学科研协同育人工作, 实现二者协调发展, 是创建“双一流”大学的基本要求, 也是高校管理者和教师面临的共同挑战[5]。

教师在线上平台中引用最新的数学分析教研论文、当前相关研究领域热门问题的科研论文、在线学习社区高级课程等线上资源, 再通过课堂研讨、课题研究等方式, 实现科教融合, 可以使学生了解到相关领域的前沿知识和最新进展, 帮助学生进一步深入学习和研究《数学分析》及后续专业课程。

2.3. “1”保障机制: 考核方式创新——多元化考核体系

课程的成绩评定采用多元化考核体系, 含阶段测试、小组活动(如汇报研讨、建模编程)小论文等, 如表 2 所示。

Table 2. Rules of the diversified assessment system

表 2. 多元化考核体系细则

成绩组成	考核环节	分值	考核细则
平时成绩	① 线上平台学习; ② 出勤/作业; ③ 课堂提问; ④ 小组活动;	25	① 线上资源学习时长计算得分, 满分 5 分; ② 出勤/作业满分 5 分; ③ 课堂提问满分 5 分(研究性思考题作为附加分); ④ 小组活动含小组汇报、教师点评、生生互评; 成果提交等内容, 满分 10 分
测验成绩	单元测验/期中测验	25	线上测验, 共计 5 分(4 次单元测验、1 次期中测验), 每次 5 分
期末成绩	期末综合测试	50	主要考核学生对课程关键知识点的理解和掌握程度

通过设定平时成绩(包括线上学习、出勤/作业、课堂提问、小组活动等)、测验成绩以及期末成绩来评估学生在各个方面的能力, 包括理解概念、掌握技巧、解决问题的能力等, 使评估结果更加准确和全面, 并促使学生综合运用数学分析知识和技巧解决实际问题, 有助于培养学生的逻辑思维、问题分析和解决能力, 提高他们在数学领域的综合素质。

3. “141”协同育人模式下学生学习成效评估

基于案例分析与多元回归法, 本研究对杭州师范大学数学系具有代表性的年级及班级学生《数学分析》课程进行学习成效评估。以下是评估流程以及评估结果:

3.1. 评估流程

基于线上后台数据以及学生平时、期末考核成绩等“141”协同育人模式相关要素, 运用因子分析, 提取出四个变量, 分别是“线上资源学习时长”——学习投入、“作业情况”——学习反馈、“期末测验”——学习考核以及“研究性论文”——学习拓展, 作为学习评估的四大要素, 使用“生成变量”的平均值功能, 将多个量表题合并成一个整体维度, 再用“学习质量”进行一一测量, 得出分析结论, 尝试为该模式下的课程改进提出有效建议, 本研究设计的评估流程如图 3 所示。

3.2. 评估结果

运用 Python 进行相关性分析, 结果显示, 其相关系数值分别是 0.307、0.226、0.336、0.435, 且 P 值均大于 0, $P < 0.01$, 说明“学习质量”和四要素之间均显著性相关, 详见表 3。

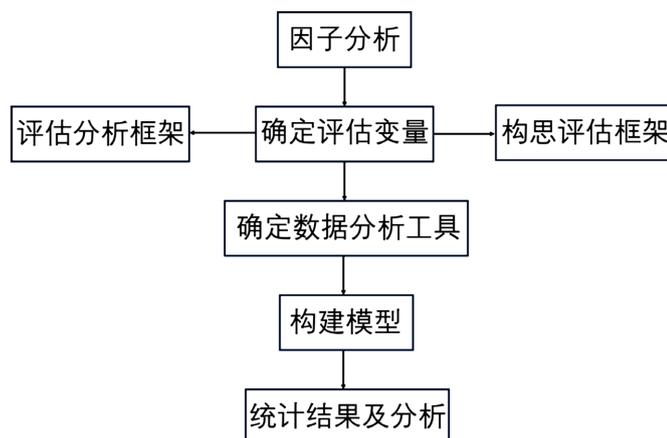


Figure 3. Framework diagram of the assessment process

图 3. 评估流程框架图

Table 3. Correlation coefficients between variables of assessment of learning as well as quality of learning

表 3. 学习评估以及学习质量各变量间的相关系数

	学习质量	学习投入	学习反馈	学习目标	学习拓展
学习质量	1				
学习投入	0.307	1			
学习反馈	0.226	0.405	1		
学习考核	0.336	0.605	0.365	1	
学习拓展	0.435	0.126	0.341	0.175	1

为进一步评估“学习评估”四要素对“学习质量”的影响方向及程度，我们对数据进行线性回归分析，根据进行的线性回归分析结果表明，“学习评估”四个要素对“学习质量”会产生影响，并且影响的方向和程度可以通过回归模型来描述。模型的R平方值为0.236，通过F检验的结果($F = 119.625$, $P < 0.05$)，说明至少四个要素中的一个对学习质量有显著影响，且多重共线性检验、D-W值均发现模型情况较好，详见表4。

Table 4. Multiple regression results of factors influencing the quality of learning

表 4. 学习质量影响因素的多元回归结果

	非标准化系数		标准化系数	t	P	VIF	R ²	调整 R ²	F
	Beta	标准误差	Beta						
常数	1.138	0.114	-	9.845	0.000	-			
学习投入	0.284	0.036	0.165	4.526	0.000	2.987			
学习反馈	0.214	0.011	0.132	3.215	0.001	1.298	0.236	0.230	119.625 (0.000)
学习考核	0.115	0.023	0.265	4.178	0.000	2.625			
学习拓展	0.136	0.036	0.127	3.002	0.000	2.614			

因变量：学习质量；D-W 值：1.667。

结合上表, 我们可以观察到, “平时投入”、“学习反馈”、“期末考核”、“学业拓展”的系数分别为 0.284 ($t = 4.526, P = 0.000 < 0.01$)、0.214 ($t = 3.215, P = 0.001 < 0.01$)、0.115 ($t = 4.178, P = 0.000 < 0.01$)、0.136 ($t = 3.002, P = 0.000 < 0.01$)。这意味着上述“学习评估”四要素对于“学习质量”产生显著的正向影响, 且影响显著性均达到了统计上的显著水平(P 值小于 0.01)。根据回归系数的大小顺序, “平时投入”对学习质量的影响力最大, 其次是“学习反馈”、“学业拓展”, 最后是“期末考核”。这意味着在评估学习的过程中, 平时的投入对于学习质量的影响最为重要, 其次是学习反馈、学习拓展以及期末考核, 影响力从大到小依次为“平时投入” > “学习反馈” > “学业拓展” > “期末考核”。

4. 总结与课程建设改进

4.1. 总结

随着科技的进步, “141”协同育人模式将碎片化、模块化和系统化的教学方法与智慧课堂技术相结合, 为培养应用型和复合型数学师范生提供了更加灵活的环境, 对学生的综合素质和创新能力提出了更高的要求[6]。混合式教学模式能够通过数据采集、分析与评价帮助教师在教学方面做出科学修正, 不断提升教学效果, 提供教学资源的集中管理和共享, 减轻教师的教学负担, 提高教学管理的效率[7]。通过应用“141”协同育人模式, 学校和教师可以更便捷地管理课程安排、学生成绩和教学资料等, 实现了教学资源的优化和共享。同时, 学生也能更好地了解自己的学习进展和学习质量, 从而提高学习的自主性和效率。这种教学模式积极响应了相关政策要求, 并促进了教育信息化在实际教学中的应用和推广。

4.2. 课程建设改进——放大学习投入

为进一步推进《数学分析》课程建设与改革, 我们需要持续不断地探索产学协同育人、混合式教学、案例教学、智慧课堂等多样化教学模式的有机融合[8]。

在教学评估中, 不能一味地重视期末考核, 高校尤其是师范类院校, 应倡导发挥学生在课程建设中的主体地位, 放大平时的学习投入, 在线上课程中设置学习能力和自主学习技能的培养模块, 帮助学生发展学习技能, 如目标设定、时间管理、信息检索和批判性思维等, 增强学生的主体意识和能动性; 设计学生中心的学习活动, 如小组讨论、项目研究和实践任务等, 让学生在同伴合作和交流中主动参与, 发挥主体作用, 实现主动学习, 激发出更多、更好的学习行为, 学生在全面参与学习评估过程中, 能更了解高要求、高期待的学习目标, 明确优秀学习成果的标准, 以及在取得优秀学习成果过程中形成自我认识, 建立学习认同感, 从而生发出对自身学习过程与质量的持续监督, 成为自主学习者。

基金项目

2020 年杭州师范大学线上线下混合式一流本科课程建设项目: 数学分析, 2023 年杭州师范大学虚拟教研室项目: 分析类数学课程群虚拟教研室。

参考文献

- [1] 范彦彬, 钱明霞, 赵磊磊. MOOC 教学视频中教师课堂教学行为分析与改进研究——基于视频分析技术[J]. 数字教育, 2022, 8(2): 69-76.
- [2] 杨开诚, 杜立梅. 基于活动的教学设计理论中学习内容分析和活动设计方法的探究[J]. 中国电化教育, 2003(8): 22-24.
- [3] 康叶钦. 在线教育的“后 MOOC 时代”——SPOC 解析[J]. 清华大学教育研究, 2014, 35(1): 85-93. <https://doi.org/10.14138/j.1001-4519.2014.01.001>
- [4] 白晓晶. 远程学习材料中的活动设计[J]. 开放教育研究, 2006(4): 88-91.
- [5] 王鸿蕴, 戴国琳, 马爽. “双一流”高校教学科研协同育人模式研究[J]. 卫生职业教育, 2023, 41(11): 1-4.

<https://doi.org/10.20037/j.issn.1671-1246.2023.11.01>

- [6] 冷昕, 孙丽. 混合式教学在产学协同育人模式中的实践研究——以安徽师范大学 ACCA 方向班为例[J]. 教育教学论坛, 2022(8): 116-119.
- [7] 欧阳鑫颖. 基于现代教育技术学基础理论创新研究[J]. 智库时代, 2018(42): 102+104.
- [8] 江美芬. 学习评估: 高校学生学习质量提升的路径选择[J]. 黑龙江高教研究, 2019, 37(8): 45-48.