

高中数学在线视频学习行为影响因素研究 ——基于结构方程模型的机制路径

孙刚成¹, 金莹²

(1. 延安大学教育科学学院, 陕西 延安 716000; 2. 华东理工大学高等教育研究所, 上海 200237)

[摘要] 探究高中数学在线视频学习行为的影响因素, 可以为相关学习平台提供优化建议, 提升学习高中数学用户的学习效果。基于 D&M 与 TAM 模型、“SOR-KAP”融合模型构建了以高中数学在线视频学习行为为结果变量的理论框架, 并运用结构方程模型对模型进行检验、分析。结果显示: 在线视频平台的信息质量、系统质量和服务质量作为外界刺激会对包括感知有用性、易用性和高中数学在线视频学习态度、意愿在内的用户认知有机体产生正外部性, 并最终影响用户学习行为; 在线视频平台的信息质量、系统质量、服务质量、感知有用性、感知易用性以及在线视频学习态度、意愿作为影响因素并非简单地线性影响高中数学在线视频学习行为, 而是要通过复杂的机制路径协同作用促进高中数学在线视频学习行为。文章据此构建了高中数学在线视频学习行为影响因素模型, 并基于问卷调查, 采用结构方程模型验证了该模型的科学性。

[关键词] 在线视频学习行为; 高中数学; 结构方程模型; 影响因素模型; 自主学习

[中图分类号] G 442 [文献标识码] A [文章编号] 1671-6493 (2024) 01-0028-12

随着教育信息化、数字化不断发展, “互联网+教育”逐渐成为备受关注的新教育模式。2015年, 国务院印发《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》, 表明“互联网+教育”模式已经上升为国家战略, 要求积极推动构建“互联网+”思维模式, 使互联网的创新成果赋能经济社会各个领域, 其中对加强智力建设、“互联网+”教学研发及人才培养等做出了规划^[1]; 2021年, 教育部联合多部门印发《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》, 就加快推进教育新基建, 促进线上线下教育融合发展, 推动教育数字转型、智能升级、融合创新等问题做出了重要指示^[2]。但是, 目前的高中数学在线视频学习存在较多的不足之处, 会较大地影响学生的高中数学在线视频学习行为。因此, 本研究基于信息系统成功模型、技术接受模型、SOR模型和知信行模型等, 对高中数学在线视频学习行为的影响因素进行深入分析, 并通过构建结构方程模型

(SEM), 对高中数学在线视频学习行为影响因素之间的作用顺序和作用逻辑, 以及影响因素构成的机制路径进行定量分析, 以期为国家智慧教育平台建设、在线教育平台规范运营和学生自学途径延展等提供一定的理论参考和指导。

一、理论基础和变量解释

研究高中数学在线视频学习行为的影响因素, 首先, 需要从理论层面剖析哪些因素会导致学习者通过互联网视频平台学习高中数学教学视频, 其次, 需要基于相关理论从基本逻辑上确定不同性质影响因素之间的整体作用顺序。

(一) 信息系统成功模型 (D&M)

本研究在进行高中数学线上学习分析过程中, 借鉴信息系统成功模型^[3]探讨具体的影响因素。线上视频教学系统属于信息系统, 因此, 本研究主要围绕高中数学在线学习平台的质量、学习平台提供的信息质量、以及平台对用户的服务质量3个方

[收稿日期] 2023-11-06

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“基于图神经网络的学生课堂状态协同判别及解释模型研究”(62177039); 延安大学“研究阐释党的二十大精神”专项重点项目“高质量教育体系建构: 科学内涵、发展逻辑与路径”(2022YDZX18)

[作者简介] 孙刚成(1969—), 男, 河南濮阳人, 延安大学教育科学学院教授, 教育学博士, 博士生导师, 主要研究方向为教育基本理论和课程与教学论。

面, 从平台角度出发对用户线上平台视频学习的意愿及满意度展开研究。

(二) 技术接受模型 (TAM)

技术接受模型是从用户角度解释认知、使用信息系统行为意愿的典型模型^[4], 模型认为用户对信息系统的使用行为受个人意愿影响, 而个人意愿又受制于用户态度。所以, 本研究采用技术接受模型探讨学习者在线学习高中数学的行为意愿影响因素, 从感知易用性和感知有用性两大关键因素入手。分析线上教学平台的使用效果, 进而对平台的设计、教学内容呈现方式、互动方式等提出改进, 以便于达到更好的学习效果, 切合用户使用意愿。

(三) SOR 模型和知信行模型 (KAP)

为了确定在线视频平台信息质量、在线视频平台系统质量、在线视频平台服务质量、感知易用性、感知有用性、高中数学在线视频学习态度、高中数学在线视频学习意愿 4 个性质不同的因素之间的整体作用顺序, 本研究通过 SOR 模型和“知信行”模型 (KAP) 确定各影响因素的性质和整体作用逻辑。基于模型, 可以测定在线视频平台信息质量、在线视频平台系统质量以及在线视频平台服务质量属于外部环境因素, 主要对个体认知行为产生外部刺激影响; 而态度意愿以及作为影响因素的感知有用性与感知易用性属于认知有机体范畴, 是

用户受到外部环境刺激后做出的心理活动; 高中数学在线视频学习者是否会在平台进行学习的行为则是 SOR 模型中的反映。

基于 SOR 理论可以将上述性质不同的 7 个因素整体按照“刺激—机体—反应”的结构框架进行分析排序。但是感知易用性、感知有用性、视频学习的态度、意愿这 4 个不同性质的因素之间的作用顺序仍需要作进一步分析。“知信行”模型 (KAP) 认为知识的形成或对事物的了解程度是基础, 知识的获取程度影响个体对该事物的信念确立, 而信念是导致个体行为发生的关键因素^[5]。个体从事某一行为活动必然会经历“感知—信念—行为”的过程, 基于“知—信—行”理论分析, 在本研究中感知易用性和感知有用性属于知识层面, 通过感知易用性和感知有用性, 用户能够对在线教学平台使用的便捷程度和在线教学平台提供的使用功能做出较为全面的清晰了解和定位; 通过上述基础性的了解, 学习者会对在线教学平台形成自己的态度, 当学习者态度趋向于正向时会形成继续改善线上教学平台学习的意愿, 这二者也就是 KAP 模型中的信念; 在信念的驱动下, 学习者会做出相应的行为反应。

上述理论基础和变量的逻辑关系 (见图 1)。

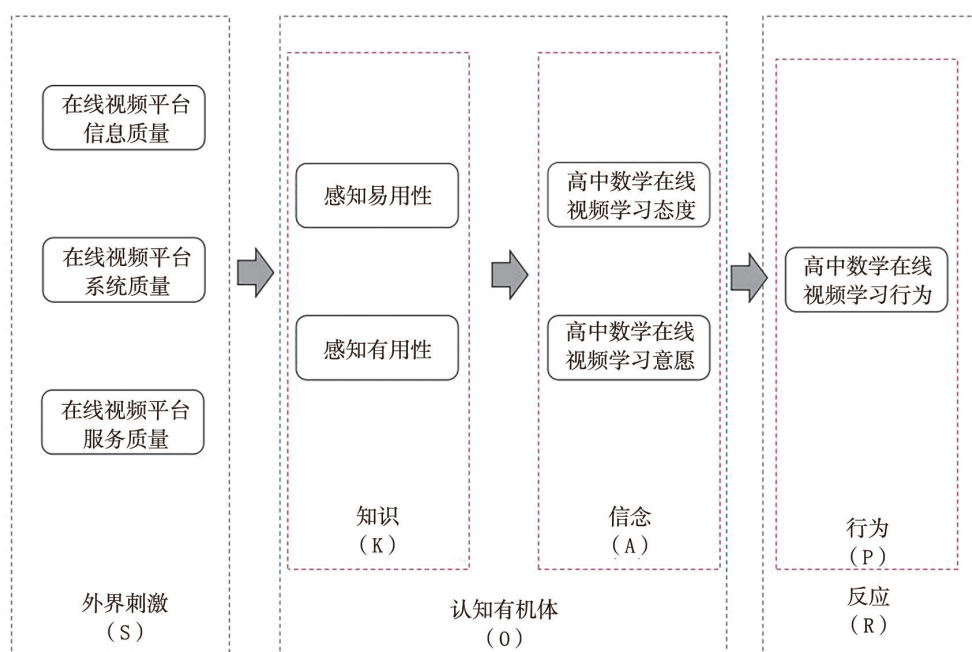


图1 理论基础与变量分类

二、理论模型与研究假设

(一) 外界刺激和知识形成

在 SOR 模型分析中,外界刺激(S)会通过认知有机体(O)对个体行为(R)施加影响;而在“SOR-KAP”的融合分析框架下,外界刺激首先会作用于知识层面的因素。因此,文章首先分析外界刺激因素(在线视频平台的信息质量、系统质量、服务质量)对认知有机体中知识因素(感知易用性、感知有用性)的作用机制。

高中数学在线教学视频平台的信息质量决定了数学学习者能够从该平台中获得的学习内容和学习资源的质量^[6]。当在线平台信息的及时性、可靠性和丰富性获得保障时,平台用户会倾向于信赖使用平台的信息资源,并认为使用该平台能为自己带来收益^[7]。本研究中,高中生之所以会选择接受在线教学视频作为学习资源,最主要的原因在于通过在线视频学习能够强化和巩固线下学习获取的知识,以获得更大的学习成效:或是因为学校数学教学的广度、深度不足,而同时又受到教师教学水平和教学精力、学校学习时间和学习资源的局限,需要从大量的在线教学视频资源中挖掘和补充更多的内容,以完善和提升自身的知识体系和学科素养。在这一过程中,在线视频平台的信息质量越好,学生就越能够从该平台获取更多有价值的学习资源,从而提升自身的数学学习素养。而平台在实践过程中,也会采取建立在线教学资格认证机制、教学视频学习者评价机制、视频用户举报投诉机制等措施,从而有效促进信息质量提升。高中数学在线教学视频平台的信息质量与学生的高中数学学习绩效直接挂钩,平台上教学视频的教学内容、教学方法和教学理念都能够对参与在线视频学习学生的高中数学学习产生一定影响,而平台上的学习资源越丰富、课程的质量越高,就越容易给参与学习的个体带来正向收益,从而促进学习主体的感知有用性。

同时,系统质量所体现的平台可靠性、安全性和响应速度等因素与学生参与在线视频学习的效率和成效密切相关。其影响主要分为两个层面:其一,系统质量的提升能够促进平台的安全性和稳定性,通过优化在线教学视频推送机制、在线教学双方互动机制和优质在线课程创作长效

机制等方式激励更多的视频教学资源涌现和优质课程上架,并能够将学习资源及时推广给学习主体,从而提升学习者的感知有用性;其二,优质系统质量还表现在信息安全可靠、界面友好、信息交互渠道畅通等方面,能够帮助用户提升使用效率和信息处理效率,帮助学习者从平台中快速检索并及时获取学习资源,进而促进学习主体的感知易用性。

系统的服务质量则能够决定用户对在线视频学习平台的使用体验,高中数学学习主体在使用在线视频学习平台进行数学学习的过程中,平台产生的可靠性、响应性、移情性^[8]都能够影响学生的学习体验。如果在线视频学习平台能够为用户提供详尽的视频检索功能、丰富的学习资源选择、完备的学习反馈机制,比如能够通过设置弹幕、评论区等模块实现学习主体之间的交流诉求,或者开放教师和学习者交流渠道,提高学生的信息检索、信息交互和数学学习效率,提升学生的感知易用性。

因此假设:

H1: 在线视频平台信息质量对感知有用性具有显著的正向影响。

H2: 在线视频平台系统质量对感知易用性具有显著的正向影响。

H3: 在线视频平台系统质量对感知有用性具有显著的正向影响。

H4: 在线视频平台服务质量对感知易用性具有显著的正向影响。

(二) 感知易用性和感知有用性

在技术接受模型中,感知易用性可以通过感知有用性间接影响行为意愿。在研究情境中,学习者在在线视频学习平台中的感知易用性越高,表明其对教学资源的检索、收集和学习的效率越高,能够较大程度地缩短学习者搜寻关键信息、过滤冗余信息和开展学习的时间,进而提升学生的学习绩效。

因此假设:

H5: 感知易用性对感知有用性具有显著的正向影响。

(三) 高中数学在线视频学习态度影响因素分析

在技术接受模型中,感知易用性和感知有用性直接影响用户学习态度,感知易用性是用户主观上

对高中数学在线视频教学平台使用难易程度的评估,可以从平台整体系统功能的适应性、操作的便捷性、界面清晰度等方面进行衡量;感知有用性是用户对使用在线视频平台学习的预期学习效果预估,学习效果越好,用户的使用态度越趋向于正向。高中数学在线视频教学平台越容易使用,使用者能很快检索出自己所要学习的视频内容,视频教学平台有清晰明确的指示或及时精准的推送,帮助使用者及时准确获取所需教学视频,使用者就越能对该视频教学平台产生正向的态度;另外,通过在视频平台的学习以及在线视频平台提供的师生答疑解惑、作业巩固等,使用者能获得与预期相符的学习效果、提高原有的学习水平或学习兴趣等,感知有用性的提高能够正向影响高中数学在线视频学习态度。

因此假设:

H6: 感知易用性对高中数学在线视频学习态度具有显著正向影响。

H7: 感知有用性对高中数学在线视频学习态度具有显著正向影响。

(四) 高中数学在线视频学习意愿影响因素分析。

在技术接受模型和“知信行”模型的联合框架中,感知有用性和学习态度对用户使用意愿会产生影响,用户对信息系统的使用意愿受感知有用性影响且成正比。在本研究中,高中生通过线上视频平台进行数学知识学习,在学习过程中或者学习后自身的数学素养等目标有明显提升,能够达到预期成效,则会加强继续在该平台进行线上数学学习的意愿。

此外,用户的学习态度对用户使用意愿产生积极影响。从“知—信—行”理论角度分析,态度属于信念范畴,个体在接受某一事物的过程中必然会搭建信念感,通过不断坚定的信念促进行为发生,而坚定信念的形成首先是对该事物态度的转变,从而影响个体行为意愿。本研究中,学习者在使用在线平台学习中积累了对该平台的知识层面认识,这些认识会影响学习者在线上平台学习高中数学的态度,学习者持有愈积极的态度,线上学习的意愿也愈强烈。

因此假设:

H8: 感知有用性对高中数学在线视频学习意

愿具有显著正向影响。

H9: 高中数学在线视频学习态度对高中数学在线视频学习意愿具有显著正向影响。

(五) 高中数学在线视频学习行为因素分析

高中数学在线视频学习行为是文章的研究对象,基于信息系统成功模型、技术接受模型以及“SOR-KAP”模型的融合分析,在线视频平台的信息质量、系统质量、服务质量、感知易用性、感知有用性及高中数学在线视频学习的态度和意愿都会间接或者直接影响高中数学在线视频学习行为,文章认为高中数学在线视频学习意愿是直接学习者学习行为的重要因素。

在外界信息刺激下,学习者会对高中数学在线视频平台学习的内容更加关注。整个平台的系统构成要素以及符合自身需求的服务机制有一个较为全面的认识,在此认知基础上,学习者会产生较为全面系统的感知价值体系。在这个体系中,学习者对高中在线视频学习的意愿是最后输出因素,学习者学习意愿直接影响其在线学习数学相关知识的行为。若经过一段时间的学习,未达到学习者的预期目标,甚至产生了浪费时间、精力等认知,学习者继续在线上教学平台学习数学的意愿将大幅度降低,也就不会产生更多在线学习行为抑或更换在线学习平台与方式。

因此假设:

H10: 高中数学在线视频学习意愿对高中数学在线视频学习行为具有显著正向影响

基于 H1-10 的机制分析,可以得到如下“高中数学在线视频学习行为影响因素模型”(见图 2)。

三、数据分析和实证检验

(一) 数据收集

基于高中数学在线视频学习行为模型,本研究通过问卷调查对模型的正确性进行检验。研究采用李克特七级量表将在线视频平台信息质量、在线视频平台系统质量、在线视频平台服务质量、感知有用性、感知易用性、高中数学在线视频学习态度、高中数学在线视频学习意愿、高中数学在线视频学习行为进行量化,各指标体系依据信息系统成功模型和技术接受模型已有的相关量化研究成果以及高中数学在线视频学习的行为特点设立。

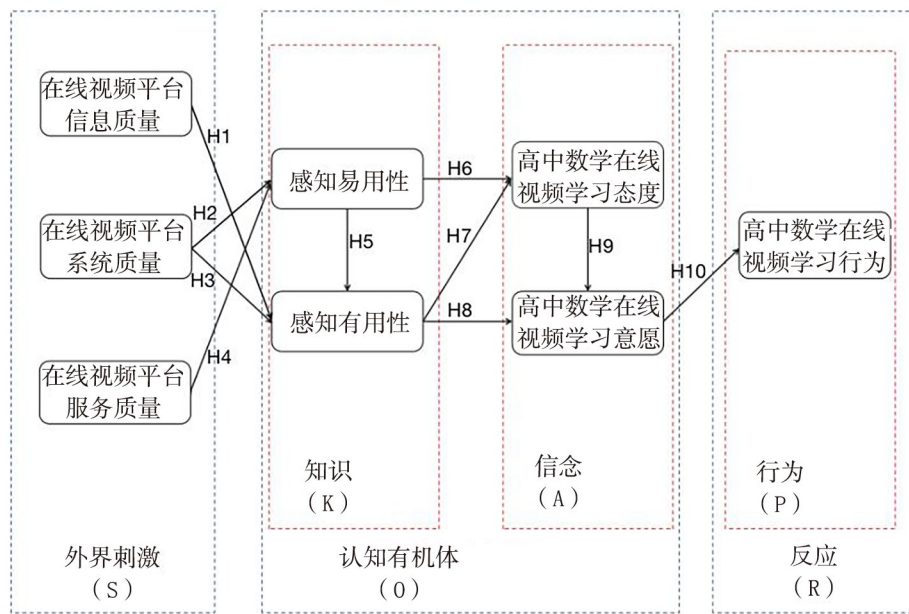


图 2 高中数学在线视频学习行为影响因素模型

文章围绕上述 8 个变量（见表 1），采用李克特七级量表对每一变量设计 3 个测量项内容，最终共计 24 个题项，对每一测量内容采用标准化处理，均有 7 个选项，“7”表示完全同意，“1”表示完全不同意，认可程度依次递减。问卷进行初步设计后，以问卷星、在线文档、线下邀请等形式对 20

位高中生进行预调研，并咨询 8~10 名中学教育领域的专家对问卷具体内容进行评估，然后根据反馈意见对问卷部分测量项的语义、顺序、进行修改。最后将修改后的问卷通过线上和线下方式向高中生进行发放，调研高中生数学在线视频学习的情况及其学习行为的影响因素。

表 1 高中数学在线视频学习行为影响因素调研问卷测量变量项

变量	测量项内容
1 在线视频平台信息质量 (IQ)	A1 该在线视频平台推送的高中数学教学视频与高中数学教学内容相契合，可以作为课堂学习的补充
	A2 该在线视频平台推送的高中数学教学视频不乏名师授课，会为我呈现优质高效的教学内容
	A3 该在线视频平台推送的高中数学教学视频符合当下高中数学学习内容和特点，能使高中生从中收益
2 在线视频平台系统质量 (SQ)	B1 该在线视频平台平台会提供较多的开源视频，内容丰富
	B2 该在线视频平台运行流程，反应迅捷，视频无卡顿
	B3 该在线视频平台系统安全性较高，会保护用户个人信息安全，可靠性高
3 在线视频平台服务质量 (HQ)	C1 该在线视频平台搜索功能较为智能，能根据我的搜索内容准确定位到所需要的高中数学教学视频
	C2 该在线视频平台专门有针对教学视频的模块，并且为教学视频设计了实用的功能
	C3 该在线视频平台的算法机制能够为我及时推送所需要的高中数学教学视频
4 感知易用性 (PE)	D1 该平台的视频功能多样，观看视频舒适便捷
	D2 该在线视频平台界面容易看明白
	D3 我能自主搜索自己想要的高中数学教学视频，在该在线视频平台获取高中数学教学视频容易

表1 高中数学在线视频学习行为影响因素调研问卷测量变量项

续表

变量	测量项内容
5 感知有用性 (PU)	E1 我能在该在线视频平台进行高中数学课外拓展学习, 对我数学成绩的提升很有帮助
	E2 我在课堂学习遇到困难, 可以通过观看在线视频平台中的教学视频解决问题
	E3 该在线视频平台能够满足我对感兴趣知识点的学习需求, 能够让我自主学习
6 高中数学在线视频学习态度 (SA)	F1 我有兴趣在该在线视频平台进行高中数学在线视频学习
	F2 该在线视频平台进行高中数学在线视频学习的经历可以为我的高中数学学业带来好处
	F3 我的老师和家长对我进行高中数学在线视频学习的行为表示认可, 并认为这样会提升我的学业成绩
7 高中数学在线视频学习意愿 (SI)	G1 我愿意在该平台进行高中数学在线视频学习
	G2 当我遇到问题时, 我愿意通过高中数学在线教学视频解决我数学学习的困惑
	G3 我愿意将优质的高中数学在线教学视频分享给他人
8 高中数学在线视频学习行为 (SB)	H1 我经常在该平台进行高中数学在线视频学习
	H2 我遇到高中数学难题, 经常通过在线视频学习解题方法和解题思路
	H3 我经常通过弹幕、评论等形式在该平台同授课老师、其他学习者针对高中数学学习开展交流

本次问卷数据获取的方式主要采用线下随机拦截和线上调研, 线下调研主要是随机选取几所高中学校, 在放学时段进行问卷调研 (主要选取等候家长和附近等公交的同学) 以及委托高中老师帮助完成问卷的分发和回收; 线上调研主要通过腾讯课堂、猿辅导、哗站三大在线学习相关功能或者途径的网站、App 上以链接和二维码的形式发放问卷, 在这三大平台上学生均可以以较为便捷的检索方式和较为自主的学习方式进行在线数学视频学习, 同时三大平台的教学视频均有评论区、弹幕、点赞等跟帖评教机制, 在视频内容、服务功能等模块上有较多相似之处, 适合在同一模型框架下进行样本分析; 同时, 三大平台在具体资源检索和学习方式、是否开源、是否专门的教育视频类网站等方面有着差异性, 有助于基于不同平台在文章构建的框架下提取和验证高中数学在线视频学习行为影响因素及其机制路径的一般规律。

经最终问卷调研, 共计收到 355 份问卷。对收集到的问卷进行筛选, 剔除无效问卷后剩余有效问卷 306 份, 有效问卷回收率达 86.2%。

(二) 基于 SEM 的实证分析

1. 问题预试分析和因子分析适用性检验。文章利用 SPSS 26.0 研究问卷设计测量项的合理性, 对量表 KMO 和 Bartlett 球形度检验 (检验结果见表 2), 分析结果中 KMO 值为 0.856, 大于 0.8, 通过

Bartlett 球形度检验, 近似卡法值为 5585.779, p 值小于 0.001, 通过了 1% 的显著性检验, 由此表明研究数据非常适合提取, 问卷的效度水平较高, 可以进行因子分析 (见表 2)。

表2 KMO 和 Bartlett 球形度检验

Kaiser - Meyer - Olkin (KMO 值)	0.856
Appro. Chi - Square	5585.779
Bartlett 球形度检验	Df
	276
	p 值

*** $p < 0.001$

2. 探索性因子分析。文章通过共同度、方差解释率值、因子载荷系数等指标进行综合分析以此检验问卷效度水平 (见表 3)。首先, 问卷所有测量项的共同度值均高于 0.4, 表明问卷各指标都能反映有效信息, 无不合理测量项, 所有指标均需保留; 其次, 对 8 个因子的方差解释率值进行旋转操作, 旋转后累积方差解释率值为 84.638% > 50%, 表明研究信息可以被有效提取; 最后, 结合因子载荷系数, 其绝对值大于 0.4, 即说明因子与选项有对应关系, 整个量表体系完整且有效。

经过因子提取, 在表 3 中, 因子 1 对应在在线视频平台服务质量, 因子 2 对应在在线视频平台信息质量, 因子 3 对应感知易用性, 因子 4 对应高中数学

在线视频学习行为, 因子 5 对应高中数学在线视频学习意愿, 因子 6 对应高中数学在线视频学习态

度, 因子 7 对应在线视频平台系统质量, 因子 8 对应感知有用性。

表 3 探索性因子分析结果

名称	因子载荷系数 •								共同度
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6	因子 7	因子 8	
A1	0.13	0.888	0.058	0.101	0.073	0.116	0.104	0.12	0.864
A2	0.135	0.893	0.09	0.085	0.043	0.139	0.089	0.157	0.886
A3	0.099	0.887	0.119	0.077	0.08	0.106	0.046	0.122	0.851
B1	0.111	0.079	0.09	0.059	0.02	0.13	0.873	0.051	0.812
B2	0.171	0.048	0.145	0.089	0.072	0.08	0.843	0.156	0.807
B3	0.088	0.102	0.183	0.037	0.059	0.131	0.815	0.102	0.748
C1	0.887	0.16	0.167	0.067	0.031	0.048	0.122	0.132	0.880
C2	0.905	0.081	0.077	0.098	0.051	0.018	0.164	0.125	0.887
C3	0.884	0.127	0.089	0.076	0.053	0.066	0.095	0.165	0.854
D1	0.155	0.092	0.86	0.014	0.101	0.176	0.161	0.131	0.857
D2	0.095	0.074	0.902	0.144	0.122	0.119	0.14	0.111	0.910
D3	0.099	0.116	0.875	0.13	0.135	0.083	0.153	0.132	0.872
E1	0.154	0.196	0.153	0.081	0.107	0.209	0.075	0.805	0.800
E2	0.201	0.13	0.074	0.112	0.046	0.222	0.136	0.815	0.810
E3	0.118	0.122	0.166	0.038	0.213	0.147	0.134	0.793	0.771
F1	0.045	0.086	0.069	0.152	0.173	0.813	0.19	0.217	0.811
F2	0.06	0.163	0.175	0.176	0.154	0.856	0.12	0.157	0.887
F3	0.042	0.169	0.169	0.164	0.155	0.817	0.1	0.228	0.839
G1	-0.012	0.078	0.119	0.153	0.864	0.229	0.054	0.07	0.850
G2	0.032	0.077	0.126	0.123	0.892	0.167	0.043	0.128	0.880
G3	0.108	0.044	0.094	0.092	0.888	0.039	0.056	0.126	0.840
H1	0.039	0.101	0.068	0.903	0.059	0.166	0.051	0.039	0.867
H2	0.108	0.075	0.057	0.923	0.123	0.107	0.082	0.086	0.914
H3	0.097	0.085	0.15	0.841	0.19	0.149	0.057	0.087	0.815
特征根值 (旋转前)	8.020	2.549	2.051	1.899	1.748	1.600	1.421	1.025	-
方差解释率% (旋转前)	33.419%	10.619%	8.547%	7.911%	7.283%	6.665%	5.921%	4.273%	-
累积方差解释率% (旋转前)	33.419%	44.038%	52.585%	60.495%	67.779%	74.443%	80.364%	84.637%	-
特征根值 (旋转后)	2.645	2.639	2.638	2.618	2.595	2.463	2.400	2.316	-
方差解释率% (旋转后)	11.019%	10.994%	10.993%	10.908%	10.811%	10.261%	10.002%	9.649%	-
累积方差解释率% (旋转后)	11.019%	22.013%	33.007%	43.915%	54.726%	64.987%	74.988%	84.637%	-

注: 根据加粗因子载荷值进行因子提取

3. 信度检验。文章采用 SPSS 26.0 分析定量数据的可靠准确性, 表 4 Cronbach 信度分析结果显示, Cronbach α 系数均大于 0.8, 说明量表收集的数据信度质量高。另外, 校正项总计相关性值均大于 0.4 (见表 4), 表明分析项之间具有良好的相关关系, 也反映信度水平良好, 可用于进一步的因子分析。

表 4 Cronbach 信度分析结果

名称	校正项总计相关性 (CITC)	项已删除的 α 系数 [•]	Cronbach α 系数 [•]
A1	0.838	0.889	
A2	0.864	0.869	0.922
A3	0.821	0.903	
B1	0.753	0.788	
B2	0.754	0.789	0.860
B3	0.703	0.836	
C1	0.854	0.886	
C2	0.859	0.882	0.925
C3	0.829	0.907	
D1	0.825	0.917	
D2	0.888	0.867	0.928
D3	0.846	0.901	
E1	0.754	0.790	
E2	0.746	0.797	0.862
E3	0.712	0.829	
F1	0.767	0.902	
F2	0.860	0.821	0.905
F3	0.807	0.867	
G1	0.814	0.875	
G2	0.857	0.838	0.910
G3	0.788	0.897	
H1	0.826	0.886	
H2	0.886	0.837	0.917
H3	0.788	0.917	
整体 Cronbach α 系数		0.912	

4. 验证性因子分析。为验证基于 8 个因子设置的 24 个分析项的合理性, 文章采用 SPSS 26.0 进行验证性因子分析 (CFA), 本次分析有效样本量为 306, 超出分析项数量的 10 倍。通过聚合效度和区分效度进行检验, 可得出各变量的平均方差萃取值 AVE 均大于 0.5, 且组合信度 CR 值均大于 0.7 (见表 5), 表明变量具有较高聚合效度, 分析项能充分反映变量信息; 由表 6 区分效度分析结果可得每一因子的 AVE 平方根值都明显大于该因子与其他因子的相关系数绝对值, 进一步说明因子聚合性很强, 变量间具有良好的区分效度。

表 5 验证性因子分析结果

变量	AVE 值	CR 值
在线视频平台信息质量	0.798	0.922
在线视频平台系统质量	0.676	0.862
在线视频平台服务质量	0.805	0.925
感知易用性	0.815	0.929
感知有用性	0.676	0.862
高中数学在线视频学习态度	0.768	0.908
高中数学在线视频学习意愿	0.774	0.911
高中数学在线视频学习行为	0.795	0.920

5. 基于结构模型方程的影响关系验证。文章使用 SPSS 26.0 进行结构方程模型 SEM 回归分析 (见图 3), 对上述基于理论基础分析提出的 10 个假设进行实证分析 (见表 6), 发现影响结构关系和测量关系数值均呈现显著性, 证明假设均成立。此外, 整体模型拟合效度较高, 通过了卡方自由度比、GFI、RMSEA 等指标检验 (见表 7)。

在线视频平台信息质量 ($\beta = 0.335, p < 0.001$)、在线视频平台系统质量 ($\beta = 0.221, p = 0.001$)、感知易用性 ($\beta = 0.235, p < 0.001$) 显著正向影响感知有用性, 假设 H1、H3、H5 成立; 在线视频平台系统质量 ($\beta = 0.333, p < 0.001$)、在线视频平台服务质量 ($\beta = 0.200, p = 0.001$) 显著正向影响感知易用性, 假设 H2、H4 成立; 感知易用性 ($\beta = 0.217, p < 0.001$)、感知有用性

($\beta = 0.485, p < 0.001$) 显著正向影响高中数学在线视频学习态度, 假设 H6、H7 成立; 感知有用性 ($\beta = 0.184, p = 0.013$)、高中数学在线视频学习态度 ($\beta = 0.338, p < 0.001$) 显著正向影响高中数学在线视频学习意愿, 假设 H8、H9 成立; 高中数学在线视频学习意愿 ($\beta = 0.335, p < 0.001$) 显著正向影响高中数学在线视频学习行为, 假设

H10 成立。

经过结构方程模型验证, H1 ~ 10 均通过实证检验, 且能够形成完整的影响因素机制路径, 表明文章基于“D&M-TAM-SOR-KAP”综合理论所构建的“高中数学在线视频学习行为影响因素模型”具有科学性(见表 8)。

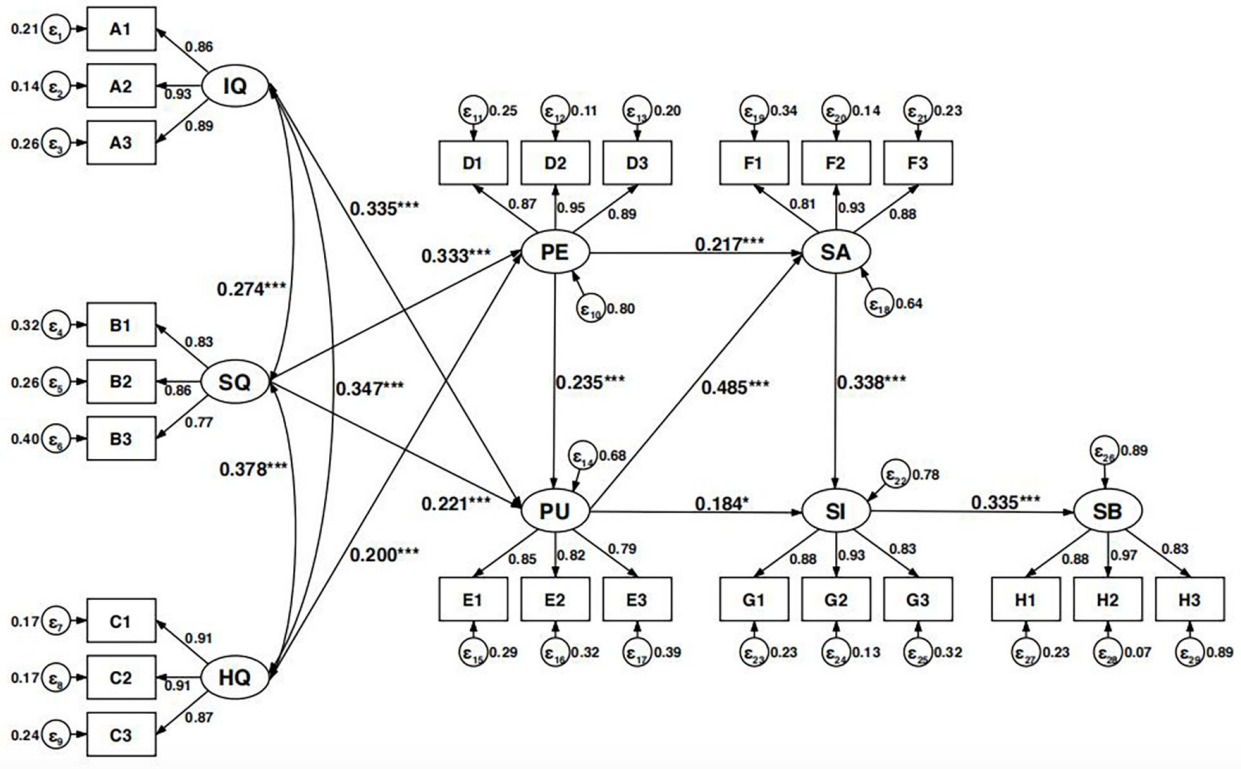


图 3 结构方程模型参数估计结果

表 6 区分效度: Pearson 相关系数与 AVE 平方根值

	IQ	SQ	HQ	PE	PU	SA	SI	SB
IQ	0.894							
SQ	0.241	0.822						
HQ	0.312	0.324	0.897					
PE	0.272	0.375	0.307	0.903				
PU	0.386	0.334	0.390	0.376	0.822			
SA	0.356	0.351	0.209	0.378	0.512	0.877		
SI	0.208	0.182	0.160	0.311	0.330	0.398	0.879	
SB	0.247	0.203	0.225	0.271	0.259	0.393	0.315	0.892

加粗数值为 AVE 平方根值

表 7 假设检验结果

假设	X→Y	非标准化 回归系数	标准化 回归系数	标准误	<i>z</i> (CR 值)	<i>p</i>
H1	在线视频平台信息质量→感知有用性	0.336	0.335	0.059	5.655	***
H2	在线视频平台系统质量→感知易用性	0.365	0.333	0.072	5.082	***
H3	在线视频平台系统质量→感知有用性	0.240	0.221	0.072	3.345	0.001
H4	在线视频平台服务质量→感知易用性	0.197	0.200	0.061	3.233	0.001
H5	感知易用性→感知有用性	0.233	0.235	0.061	3.793	***
H6	感知易用性→高中数学在线视频学习态度	0.197	0.217	0.053	3.748	***
H7	感知有用性→高中数学在线视频学习态度	0.445	0.485	0.059	7.493	***
H8	感知有用性→高中数学在线视频学习意愿	0.236	0.184	0.094	2.497	0.013
H9	高中数学在线视频学习态度→高中数学在线视频学习意愿	0.472	0.338	0.102	4.619	***
H10	高中数学在线视频学习意愿→高中数学在线视频学习行为	0.280	0.335	0.050	5.591	***

*** $p < 0.001$

表 8 模型拟合指标

拟合指标	χ^2	df	卡方自由度比 χ^2/df	GFI	RMSEA	CFI	NFI	NNFI	SRMA
判断标准	-	-	<3	>0.9	<0.10	>0.9	>0.9	>0.9	<0.1
统计值	369.477	236	1.566	0.910	0.043	0.976	0.936	0.972	0.089
拟合情况			理想	理想	理想	理想	理想	理想	理想

四、研究结论与对策建议

(一) 研究结论

文章基于信息系统成功模型和技术接受模型理论,从多个角度分析了影响高中数学在线视频学习行为的因素,最终确定在线视频学习平台信息质量、系统质量、服务质量、感知易用性、感知有用性、高中数学在线视频学习的态度、意愿等 7 个因素对用户进行在线学习行为具有直接或间接的影响。又通过“SOR-KAP”的融合分析确定了 7 个性质不同的因素对用户在线学习行为的整体作用逻辑,最终形成“高中数学在线视频学习行为影响因素模型”。在 SOR 模型框架中,在线视频平台的功能特点会作为外界刺激因素对包括感知易用性、感知有用性、用户学习态度和意愿在内的认知有机体产生作用,使个体形成对该在线视频学习平台的总体认知和判断,基于个

体认知,用户会对行为做出相应决策;基于 KAP 模型理论,感知有用性和感知易用性从知识层面对平台进行解读,进而形成包括学习态度和愿意在个体信念,从而指导最终的学习行为。最后通过结构方程对通过逻辑演绎形成的 10 个假设进行验证。

基于上述分析可见,高中数学在线视频学习行为并非仅受到单一因素的影响,而是需要基于包括信息系统成功模型、技术接受模型、“知—信—行”模型和 SOR 模型在内的多个理论,在在线视频平台信息质量、系统质量、服务质量、感知易用性、感知有用性、用户学习态度和意愿等多元因素的综合协同驱动下才能够最终形成。文章基于理论分析和实证分析发现,这些影响因素与高中数学在线视频学习行为并非简单的线性关系,而是需要基于一定的逻辑和信息传导感知顺序形成一个立体化、组态式的“高中数学在线视频学习行为影响因素模型”结构。

(二) 对策建议

1. 政府部门：强化监管与调节，着力优化公共平台。一个合法、安全、稳定且优质的“互联网+”教育体系需要政府作为领航者着力打造，尤其是在“互联网+教育”新模式下，众多企业、社会组织、个体经营户等以此为契机发展各种线上教学新模式，各类在线教育平台层出不穷，但其质量参差不齐，需要政府部门建立起一套完整的在线教育体系，从平台注册伊始对其在线教育模块进行质评，中期进行监管，定期进行抽检，解决存在的诸如平台所播放的教学视频质量不高、存在不利于学习品质提升的诱导信息、平台系统性能较低、不利于用户进行稳定长期学习、以及平台后期服务质量较差等问题。政府应该充分发挥“看不见的手”的规范职能^[9]，积极参与此类市场调节，引导高中数学在线视频平台有序参与市场竞争，趋向规范化发展。

当前国家有关部门已经为中小学教育专门构建了国家中小学智慧教育平台、国家教育资源公共服务平台等公共在线教育教学平台，以供学习者通过这些平台接受优质的在线教学视频资源，这表明政府在推进“互联网+”教育公共化的进程上迈出了关键一步。但从平台信息质量上看，这些平台上由教育主管部门发布的高中数学在线视频教学课程与大部分学校线下课堂教学课程存在明显的同质化，仍然偏重知识传递导向，不能为学生提供更为丰富的学习资源和差异化的课堂呈现，难以满足学生自主学习的个性化需求；从服务质量上看，这些平台与市场中优质的在线教学视频平台相比功能较为单一，缺乏学生与教师之间的互动和反馈机制，也没有为学生之间互相交流提供相关的服务模块。因此，很难使学生产生感知易用性和感知有用性。在这一方面，公共在线教学视频平台需要在保障公共性和公益性的基础上，主动参与市场竞争，并加大推广宣传，让更多的学生能够接受到优质的高中数学在线视频教学。

2. 学习平台：聚焦信息质量，整合优质资源。高质量的教学视频可以让学习者高效获取知识或学习问题解决方案，以完成学习规划。所以，平台可以根据高中数学知识学习特点、以高中生为主的学习者特点、不同教学模式特点等，制定相应的视频审核流程，尽可能提供适应不同学习方式、不同学习程度、不同模块知识点的优质教学视频。此外，

学习平台需要不断优化在线视频学习的系统质量，保护使用者的个人隐私，去除冗余的系统体系，提供稳定、流畅、快速运行的平台系统。还要注重平台的服务质量，在线视频学习过程的互动尤为重要，建议在线教育平台构建更多实时交流渠道；对于录屏讲解视频则侧重于课后反馈，可以设置课后自测、答疑解惑等反馈机制，以帮助学习者达到更好的学习效果，获得更好的学习体验。

另外，基于高中数学的学习特点，学生对该学科领域的互联网教学资源需求量较大，具有广阔的市场应用前景，但当前的一些视频应用软件缺乏对这部分资源的整合和规范化，如哔哩哔哩、抖音等视频平台已经有相当规模的此类视频，但没有这类视频资源的分区专栏。因此，建议有关平台开设相应的视频模块，并以高中数学学习者为用户画像，在模块中设置适用于教学学习的平台服务功能，使学习者更好地在友好的学习环境进行视频学习，这也有利于相关视频平台开拓市场，扩大用户范围。

3. 学习者：用好在线资源，提升自身数字素养与学习能力。高中生作为高中数学知识学习的主要人群，从学习者本身来说，不要拘泥于线下课堂教学、线下补习班的传统固有学习模式，而要学会尽可能地挖掘优质高中数学学习资源来提高数学素养、数学学习能力和数字素养。在教育数字化、信息化进程中，众多线上教学课程喷涌而出，在线视频学习为学习者提供有很大的自主性，有助于他们根据自己的学习特点、学习需求、合适的学习风格寻找在线学习资源，所以学生要根据自身需求，用好合适而有价值的在线学习资源、巩固基础知识、提前预习知识点、拓展数学素养与数字素养，并在提升自身综合素养基础上，形成强大的自主学习能力和良好的终身学习习惯。

[参考文献]

- [1] 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2015, 1523(20): 11-23.
- [2] 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[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2021(9): 15-19.
- [3] 刘鸣箐, 张鹏霞. 短视频用户生产内容的需求及满意度研究[J]. 新闻与传播研究, 2021, 28(8): 77

- 94.
- [4] DAVIS F D, BAGOZZI R P, WARSHAW P R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models [J]. *Management Science*, 1989 (8): 982 - 1003.
- [5] 廖冰. 农户家庭生计资本、人居环境整治付费认知与人居环境整治付费行为——以江西省873个农户为例[J]. *农林经济管理学报*, 2021, 20 (5): 598 - 609.
- [6] 李振, 周东岱, 童婷婷. 基于ISSM和TAM模型的自适应学习系统评价指标体系构建[J]. *图书馆工作与研究*, 2022 (S1): 10 - 17.
- [7] CHUNXIAO Y, YONGQIANG S, YULIN F, ET AL. Exploring the Dual - role of Cognitive Heuristics and the Moderating Effect of Gender in Microblog Information Credibility Evaluation [J]. *Information Technology & People*, 2018, 31 (3): 741 - 769.
- [8] 胡水星. 社区教育信息化服务质量评价指标体系研究——基于SERVQUAL评价模型的视角[J]. *教育发展研究*, 2015, 35 (23): 77 - 84.
- [9] 孙刚成, 金莹. 高等教育市场影响区域创新效率机制之谜——基于空间效应和制度环境的门槛效应分析[J]. *当代教育论坛*, 2023, 313 (1): 1 - 16.
- (责任编辑: 孙永泰)

Research on the Influencing Factors of High School Mathematics Online Video Learning Behavior ——The Mechanism Path Based on Structural Equation Model

SUN Gang-cheng¹, JIN Ying²

(1. School of Education Science, Yan'an University, Yan'an 716000, China;

2. Institute of Higher Education, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: This paper explores the influencing factors of high school mathematics online video learning behavior, which can provide optimization suggestions for relevant learning platforms and improve the learning effect of high school mathematics users. Based on D&M, TAM model and “SOR - KAP” fusion model, this paper constructs a theoretical framework that takes high school mathematics online video learning behavior as the result variable, and uses structural equation model to test and analyze the model. The results show that; the information quality, system quality and service quality of online video platforms, as external stimuli, have positive externalities on user cognitive organisms, including perceived usefulness, ease of use, attitude and willingness to learn high school mathematics online video, and ultimately affect user learning behavior; The information quality, system quality, service quality, perceived usefulness, perceived ease of use, online video learning attitude and willingness as influencing factors of online video platforms do not simply affect high school math online video learning behavior linearly, but promote high school math online video learning behavior through the synergistic effect of complex mechanisms and paths. Based on this, this paper constructs a high school math online video learning behavior influence factor model, and based on questionnaire survey, using structural equation model to verify the scientific model.

Key words: online video learning behaviors; high school mathematic; Structural Equation Model; influence factor model; autonomous learning