

# 基于结构方程模型的高校公共数学学习效果影响因素分析

张轩铭, 何金秀, 韦扬江\*

南宁师范大学数学与统计学院, 广西 南宁

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

## 摘 要

为探究高校公共数学学习效果的影响机制, 以广西某高校1488名理工科大一学生为研究对象, 构建以课程属性、教师课内与课外行为为前因、学习行为为中介的PLS-SEM模型, 借助MICOM与MGA检验性别、高考数学成绩的调节作用。结果显示, 课程属性显著负向影响学习行为与学习效果, 学习行为承担部分中介。教师课堂外行为仅对学习效果存在直接作用, 教师课堂内行为则通过学习行为的完全中介间接影响学习效果。学习行为能够正向提升学习效果。多群组分析未证实性别因素、高考数学成绩具有显著调节效应。课程与教师等外部因素大多需要经由学生学习行为方能转化为学习成效。教学中应当优化课程难度设计, 强化课堂教学的行为导向, 完善课外教学支持, 重视学生学习行为的培育, 以此改善课程教学质量。

## 关键词

公共数学, 学习效果, 结构方程模型, PLS-SEM, 中介效应

# An Analysis of Influencing Factors on Learning Outcomes in University Public Mathematics Courses Using Structural Equation Modeling

Xuanming Zhang, Jinxiu He, Yangjiang Wei\*

School of Mathematics and Statistics, Nanning Normal University, Nanning Guangxi

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 张轩铭, 何金秀, 韦扬江. 基于结构方程模型的高校公共数学学习效果影响因素分析[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1159-1174. DOI: 10.12677/ae.2026.16102216

## Abstract

To investigate the underlying mechanisms influencing the learning outcomes of public mathematics courses in higher education institutions, this study examines 1488 first-year science and engineering students at a university in Guangxi. A PLS-SEM model was constructed, with course attributes and teachers' in-class and out-of-class behaviors as exogenous variables and learning behaviors as the mediator. The moderating effects of gender and the National College Entrance Examination (Gaokao) mathematics scores were tested using the MICOM and MGA methods. The results indicate that course attributes exert a significant negative influence on both learning behaviors and learning outcomes, with learning behaviors playing a partial mediating role. Teachers' out-of-class behaviors have only a direct impact on learning outcomes, whereas their in-class behaviors indirectly influence learning outcomes through the full mediation of learning behaviors. Learning behaviors positively enhance learning outcomes. The multigroup analysis did not reveal any significant moderating effects of gender or Gaokao mathematics scores. Most external factors—such as course characteristics and teacher attributes—must be mediated by students' learning behaviors before they can translate into improved learning outcomes. Therefore, teaching practices should focus on optimizing course difficulty design, strengthening behavior-oriented approaches in classroom instruction, enhancing extracurricular teaching support, and placing greater emphasis on fostering students' learning behaviors to ultimately improve the quality of course instruction.

## Keywords

Public Mathematics, Learning Outcomes, Structural Equation Modeling, PLS-SEM, Mediating Effect

Copyright © 2026 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

公共数学是理工科本科人才培养体系中不可或缺的基础性必修课程，承担着训练学生逻辑推演、数理分析与科学思维的重要职能，同时也是后续专业课程开展理论学习与工程计算的重要工具支撑。而公共数学课程本身具备逻辑严密、概念抽象、知识密度大的特点，课堂教学节奏显著加快，不少学生出现知识理解困难、自主学习投入不足、课程学习成效不佳等现实问题，部分学生甚至产生数学畏难情绪，公共数学的学习质量已经成为影响理工科学生本科阶段学业发展的关键痛点，也持续受到高等数学教育领域的广泛关注。

围绕高校公共数学学习的影响因素，已有研究已经从课程条件、教师教学、学生个体特征等多个角度开展大量探讨。现有教学改革类研究大多指出课程难度、教材适配水平等课程客观条件，会直接影响学生的学习体验与学习投入。也有实证研究证实，教师课堂讲授、课后答疑反馈等教学行为，对学生的学习态度与学业收获具备重要影响。但多数现有研究习惯于单独讨论课程因素或者教师教学的独立作用，较少将课程属性、教师课堂内行为、教师课堂外行为纳入统一分析框架，区分外部因素的直接效应与经由学生学习行为产生的间接效应。外部教学条件究竟是直接作用于最终学习效果，还是需要通过改变学生预习、听课、复习等实际学习行为，才能够转化为学习产出，这一内在作用机制仍有待进一步的实证检验。

基于此,本研究以广西某高校理工科大一学生为调查对象,采用 PLS-SEM 偏最小二乘结构方程模型,将课程属性、教师课堂内行为、教师课堂外行为作为前因变量,学习行为作为中介变量,构建公共数学学习效果影响因素理论模型。通过问卷调查采集样本数据,实证检验课程客观特征、教师不同场景下的教学行为对学习行为、学习效果的直接效应与中介效应,同时借助 MICOM 与多群组 MGA 分析,检验性别、高考数学成绩的多群组调节作用,识别公共数学学习效果的关键影响路径。

## 2. 文献综述

### 2.1. 国内外数学学习实证研究进展梳理

大学数学作为高校重要的公共基础课程,其学习成效与学业困境问题已受到国内诸多学者的关注与研究。陆伟以湖北 H 高校调研发现,大学数学不及格多源于学生学习方法不适、基础薄弱,同时受教学、学校管理影响[1]。在教育心理学归因理论的支撑下,付夕联对大学生数学学习行为展开探究,认为该行为主要受学生个体、教师教学和社会环境三类因素共同作用[2]。方超通过结构方程模型证实,学习动机、态度、投入与环境互相正向作用,共同显著影响大学生数学学习效果[3]。满志欣认为数学建模竞赛参与度正向显著提升大学生创新能力,培训强度、角色核心度是能力增长的重要影响因素[4]。数学教育实证研究不断发展,各类理论模型视角下学习行为与教学意向的形成路径已受到国内外诸多学者的关注与分析。李欣欣基于中介模型研究表明,家长、教师、同伴的社会支持可经由自我效能感作用于初中生数学学习毅力,同伴支持效应最强,同时存在显著性别调节差异[5]。李欣欣修正拓展 UTAUT2 模型后实证得出,态度、社会影响、绩效期望、教学反思直接正向影响职前数学教师微课程教学意向,TPACK 与享乐动机主要通过中介路径发挥间接作用[6]。Tommy Tanu Wijaya 基于 UTAUT2 模型调研发现,绩效期望是唯一显著正向影响职前数学教师使用 AI 聊天机器人行为意向的因素,意向进一步正向作用于实际使用行为[7]。诸多学者围绕数学学习从学生个体、教学环境、社会支持、竞赛实践及职前教师技术采纳等方面,运用归因理论、结构方程、UTAUT2 模型等开展实证,探究数学学习的影响因素与内在作用机制。

### 2.2. 教师行为负向效应的理论

#### 1、过度教学理论

孙焱认为“过度指导”是教师过度控制学生的课堂学习过程,削弱了学生的学习自主性,使得学生逐渐脱离课堂教学与学科学习[8]。那些过度教学的教师,通常向学生提供过多需要死记硬背的解释和指导,忽视了培养学生独立学习的能力,从而容易导致教师很认真地教学,而学生的成绩却不高。这也表明在某些学科中观察到的教师参与度与学生学习成果之间的负相关关系,反映的是教师对学生困难所作出的补偿性反应,而不是教师行为本身的问题。

#### 2、期望落差理论

朱明和王燕分析了学生从中学教育到高等教育过程中面临的主要障碍,特别指出课程种类多,学业负担过重以及学术评估方法多样化等问题[9]。这些因素导致了期望与现实存在差距。对于当前教学研究不应只关注教师的教学计划,还要考虑课堂上对学生的期望,以及这些期望与教师实际教学实践之间的差异。若学生“高期望”与“贫乏体验”之间的差距过大,会让学生产生一种疏离感,并且参与度也会下降。

#### 3、自我决定理论

张剑,张建兵,李跃等学者分析阐述了自我决定理论的哲学基础[10]。该理论认为,社会环境可以通过支持自主、胜任、关系三种基本心理需要的满足来增强内部动机、促进外部动机的内化。其核心命题

是：当三种基本心理需要得到满足时，个体的自我动机和心理健康会增强；当需要受挫时，动机会减弱。教师的“支持性”行为而非“控制性”行为能够更好地促进自主探究性的学习。同样的教师行为，在不同学生眼中可能具有不同意义：有的学生将其解读为关心与支持，有的学生则将其解读为压力与控制。这种感知分化可能导致教师行为对学习行为和学习效果的作用方向不一致。当课后答疑、作业反馈等行为被学生解读为监控或不信任时，教师行为对学习效果的影响可能转为负向。

### 3. 核心变量与研究假设

#### 3.1. 核心变量

课程属性指高校公共数学课程本身具备的固有特征与客观条件，包括课程难度、内容抽象程度与教材适配性等，是影响学生初始学习认知与接纳度的基础因素，已有研究证实其对学生的学习态度与学习投入具有显著影响，是影响学习效果的关键外部变量。本研究，课程属性指学生感知到的公共数学课程的难度、专业结合度、教材适配性等客观特征。

教师课堂外行为指教师在正式课堂前后，与学生、课程相关的延伸性行为与互动，包括课前备课、课后答疑、作业批改反馈、线上沟通等，已被证实可直接影响学生的学习支持感知与学习态度，是课堂教学的重要补充影响因素。本研究，教师课堂外行为指学生感知到的公共数学教师在课前的备课行为及课后提供的学习支持与指导行为。

教师课堂内行为指教师在课堂教学场景中开展的全部教学活动与言行表现，包括教学方法运用、重难点讲解、课堂互动与课堂节奏把控等，已被证实可直接影响学生的课堂参与度与学习投入，是影响学习态度与学习行为的重要课堂因素。本研究，教师课堂内行为指学生感知到的公共数学教师在课堂中的教学表现与互动行为。

学习行为指学生在公共数学学习过程中表现出的外在实际行动与学习活动，包括课前预习、课堂听讲、课后复习、习题完成与主动拓展学习等，已被证实可直接影响学生的知识掌握程度与最终学习效果，是学习态度的外在体现与学习效果的直接前因。本研究，学习行为指学生在公共数学学习中开展的预习、复习、练习等一系列实际学习活动。

性别是个体与生俱来的人口统计学特征，已有大量数学教育相关研究表明，不同性别学生在数学学习自我效能、学习策略选择、风险偏好以及数学学习投入上可能存在一定差异，是数学学习研究中常见的控制与调节变量。本研究，性别为被试学生自身生理性别，分为男、女两类，用于检验其在公共数学学习机制中是否存在群组调节效应。

高考数学成绩反映学生进入大学之前已具备的数学知识基础、运算能力与数学学科素养，能够体现学生前期数学学习积累水平，是影响大学公共数学学习起点的重要前置变量。已有研究指出，前期数学基础会影响学生对大学数学课程的适应速度、学习信心与知识接受效率。本研究，高考数学成绩依据学生高考数学得分划分为优秀及良好、一般及较差两组，用以探究不同数学基础水平下，各变量之间的作用机制是否存在群组差异。

#### 3.2. 研究假设

基于文献综述与研究问题，本研究探索高校公共数学学生学习效果影响因素。构建了如图 1 所示的理论研究模型，并提出 9 个研究假设。该模型包含三个自变量、一个中介变量、一个因变量及两个调节变量。

H1：课程属性(CP)对学习行为(LB)有显著负向影响。H2：课程属性(CP)对学习效果(LE)有显著负向影响。H3：教师课堂外行为(TOB)对学习行为(LB)有显著正向影响。H4：教师课堂外行为(TOB)对学习效

果(LE)有显著正向影响。H5: 教师课堂内行为(TIB)对学习行为(LB)有显著正向影响。H6: 教师课堂内行为(TIB)对学习效果(LE)有显著正向影响。H7: 学习行为(LB)对学习效果(LE)有显著正向影响。H8: 性别因素(GEN)对研究模型中的结构路径具有调节作用。H9: 高考数学成绩(GMS)对研究模型中的结构路径具有调节作用。

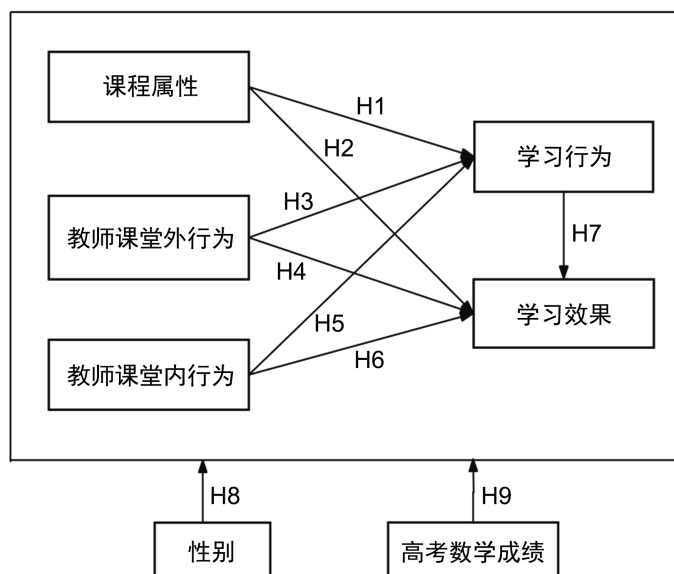


Figure 1. Research model  
图 1. 研究模型

## 4. 研究设计

### 4.1. 研究方法

本研究采用问卷调查法以及定量研究方法,旨在探究影响高校公共数学学生学习效果的因素。数据收集采用在线调查策略,以确保广泛而多样的范围,利用在线调查平台“问卷星”进行数据收集。问卷分为两个部分:第一部分收集人口统计学信息(性别、所属学院和高考成绩)。第二部分为主体问卷,包含22个题项,旨在评估高校公共数学学生学习效果的各因素。本研究的问卷调查采用5点李克特量表,范围从1(非常不同意)到5(非常同意)。本研究中因变量学习效果采用单一题项进行测量。受问卷总篇幅、线上填答疲劳等现实约束,本次调查未采用多题项量表测量学习效果。参照PLS-SEM中单指标潜变量的处理规范,对该单题潜变量做技术约束。该处理方式在部分教育PLS-SEM实证文献中被采纳,但单题项测量存在固有局限,难以全面捕捉知识掌握、能力提升、知识应用等多维学习产出,测量误差会高于多题项量表,可能会低估模型的 $R^2$ ,相关结果解读需要保持谨慎。后续研究应开发包含多道题项、经过信效度检验的多维学习效果量表,优化因变量测量质量。

首先,使用SPSS软件进行正态性检验与描述性统计。计算了样本的基本信息以及所有变量的均值、标准差以及偏度和峰度,以呈现数据的整体分布特征。其次,对测量模型的信度和效度进行评估,通过分析各量表的内部一致性和结构效度,以确保测量工具的稳健性。最后,进行结构方程模型(SEM)分析,对变量间的假设关系进行了直接效应检验和中介效应检验。基于协方差的结构方程模型(CB-SEM)和偏最小二乘结构方程模型(PLS-SEM)是两种最具有代表性的结构方程模型,其中CB-SEM主要用于既有理论模型验证,PLS-SEM主要用于理论模型构建及推论的逻辑关系验证。因此本研究选用Smart-PLS4.1软件

开展信效度检验以及构建偏最小二乘结构方程模型(PLS-SEM)。此外,还采用多群组分析(MGA)方法检验性别和高考数学成绩是否对模型中的结构路径存在调节作用。

## 4.2. 研究对象

本研究的对象选取广西某高校大一年级理工科学生,最后收集到 1488 份有效调查问卷。根据结构方程模型(SEM)研究中受访者数量不应少于 200 人,因此本研究的受访者数量是足够充足的。其中,受访者分别来自十个不同学院,包括女性 966 人(64.9%)和男性 522 人(35.1%)。另外受访者中有 309 人(20.8%)的高考成绩为良好与优秀,769 人(51.7%)的高考成绩为一般,410 人(27.6%)高考成绩为较差。

## 4.3. 访谈设计与实施

为深入理解学生如何解读公共数学教师的课堂内行为与课堂外行为,并解释量化分析中呈现的路径关系,本研究在问卷调查基础上开展半结构化质性访谈。访谈旨在从学生视角探究教师行为被感知、被解释和被回应的过程,为量化结果提供机制性解释,而非预设教师行为的作用方向。

访谈对象从有效问卷样本中采用目的性抽样,兼顾性别、高考数学成绩、教师课堂内行为感知高低、教师课堂外行为感知高低、学习行为和学习效果水平。初步计划抽取 10 名学生,访谈以线上会议或面对面形式进行,每次约 20~30 分钟,经知情同意后录音并转录为文字。

访谈提纲主要包括:

- (1) 你如何描述公共数学教师在课堂上的教学行为?例如讲解节奏、互动方式、重难点处理等。
- (2) 当教师课堂投入较多时,你通常会产生什么感受?是支持、压力、焦虑还是其他?
- (3) 你如何理解教师的课后答疑、作业批改、线上沟通等行为?
- (4) 这些教师行为是否影响你的预习、听课、复习、练习或提问行为?请举例说明。
- (5) 你期望公共数学教师如何教学?实际教学与你的期望是否存在差距?
- (6) 当教师行为与你的期望不一致时,你会如何调整自己的学习行为?
- (7) 你认为教师的高投入是否可能意味着课程太难、班级基础较弱或教学进度压力较大?

访谈资料采用归纳式主题分析。反复阅读转录文本,对与学生解读教师行为相关的语句进行初始编码,并将相近编码归纳为若干主题。质性结果与量化路径相互参照,以增强对研究结果的解释力度。

## 5. 模型检验

### 5.1. 正态性检验与描述性统计

在进行模型检验之前,首先对数据进行正态性检验与描述性统计。如表 1,本研究中各题项的均值分布在 2.45 到 4.16。整体来看,受访者对教师教学表现与课程价值的评价普遍较高,其中教师备课充分度( $M = 4.12$ )、作业批改反馈及时性( $M = 4.13$ )与课后答疑态度( $M = 4.16$ )得分居前。此外,本研究的标准差范围从低至 0.756 到高达 1.263。标准差(SD)反映了每个题项下受访者回答的离散程度,较低的标准差意味着受访者的回答更集中在均值附近,表明对该题项的认同度较高,而较高的标准差则说明受访者的态度存在一定差异。

分析偏度和峰度值旨在揭示每个题项的分布特征。通常,用于评估数据分布不对称性的偏度,其值若在-1 到+1 的范围内,则被普遍认为表示分布具有合理的对称性,意味着这些题项的数据并未显著偏离预期的正态分布。此外,用于衡量分布陡峭程度的峰度,若其值落在-3 到+3 的范围内,则被视为良好。本研究中,所有题项的偏度绝对值介于 0.056~0.821 之间,峰度绝对值介于 0.030~1.280 之间,均满足上述标准,表明所有题项均呈现近似正态分布。

Table 1. Normality and descriptive analysis of the measurement model  
表 1. 测量模型的正态性分析与描述性分析

| 变量  | 题项   | 平均   | 平均值  | 标准差   | 偏度     | 峰度     |
|-----|------|------|------|-------|--------|--------|
| CP  | CP1  | 3.53 | 3.61 | 0.982 | -0.509 | 0.144  |
|     | CP2  |      | 3.33 | 0.911 | -0.143 | 0.065  |
|     | CP3  |      | 3.66 | 0.777 | -0.408 | 0.786  |
| TOB | TOB1 | 4.14 | 4.12 | 0.766 | -0.821 | 1.28   |
|     | TOB2 |      | 4.13 | 0.795 | -0.597 | 0.053  |
|     | TOB3 |      | 4.16 | 0.761 | -0.056 | -0.304 |
| TIB | TIB1 | 3.79 | 3.94 | 0.81  | -0.637 | 0.765  |
|     | TIB2 |      | 3.76 | 0.756 | -0.206 | 0.03   |
|     | TIB3 |      | 3.67 | 0.843 | -0.68  | 0.875  |
|     | LB1  |      | 2.76 | 0.959 | 0.102  | 0.166  |
| LB  | LB2  | 3.41 | 3.59 | 0.809 | -0.458 | 0.675  |
|     | LB3  |      | 3.75 | 0.786 | -0.375 | 0.441  |
|     | LB4  |      | 3.55 | 0.896 | -0.407 | 0.202  |
| LE  | LE   | 2.45 | 2.45 | 1.263 | 0.373  | -0.999 |

5.2. 收敛效度分析

聚合效度检验通过评估每个潜在变量的因子载荷、组合信度(CR)、平均方差提取量(AVE)和克隆巴哈系数(CA)来进行[11]。

因子载荷代表观测变量与其潜在构念之间的相关性，如表 2，本研究中的所有因子载荷值均高于 0.70，仅 TIB2 略低于 0.7。这表明各潜在变量能够很好地代表其对应题项，题项与潜在变量的关联度相对较高。平均方差提取量(AVE)衡量潜在变量捕获的方差量相对于测量误差导致的方差量。本研究中，各变量的 AVE 值均高于 0.5 的临界标准，表明收敛效度良好。组合信度(CR)用于评估代表同一潜在变量的一组题项的内部一致性。本研究中，各潜在变量的 CR 值均高于 0.70 的临界标准，表明各变量的题项内部一致性良好。克隆巴哈系数(CA)用于衡量一组题项测量同一构念的可靠性。本研究中所有潜在变量的克隆巴哈系数(CA)值均高于 0.70，表明各维度题项的内部一致性良好，测量信度可靠。

本研究中学习效果这一构念采用单一观测题项测量。单指标潜变量无法常规计算 AVE、CR、CA 等信效度指标。参照 PLS-SEM 中单指标潜变量的处理规范，对该单题潜变量做技术约束：将题项因子载荷固定为 1，预设该指标信度为 0.7，以此实现潜变量模型识别。其余潜变量均采用三道及以上题项常规测量。

综上，本研究的各潜变量均具有较好的收敛效度，各测量指标具有较好的信度。

**Table 2.** Convergent validity test for the measurement model  
**表 2.** 测量模型的收敛效度检验

| 变量  | 题项   | 因子载荷  | AVE   | CR    | CA    |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| CP  | CP1  | 0.873 | 0.627 | 0.834 | 0.711 |
|     | CP2  | 0.700 |       |       |       |
|     | CP3  | 0.793 |       |       |       |
| TOB | TOB1 | 0.860 | 0.785 | 0.916 | 0.863 |
|     | TOB2 | 0.889 |       |       |       |
|     | TOB3 | 0.908 |       |       |       |
| TIB | TIB1 | 0.837 | 0.641 | 0.841 | 0.73  |
|     | TIB2 | 0.687 |       |       |       |
|     | TIB3 | 0.866 |       |       |       |
| LB  | LB1  | 0.700 | 0.637 | 0.875 | 0.808 |
|     | LB2  | 0.855 |       |       |       |
|     | LB3  | 0.856 |       |       |       |
|     | LB4  | 0.771 |       |       |       |
| LE  | LE   | 1     | 0.5   | 0.7   | 0.7   |

**5.3. 区分效度分析**

区分效度也称判别效度，是指一个构念(潜变量)与其他构念在测量上不相关程度。它评估一个构念是否真正区别于其他构念。根据福奈尔 - 拉尔克准则，如果每个构念的平均方差提取量(AVE)的平方根大于构念之间的相互相关性，则区分效度成立。这确保了构念与其自身测量指标的相关性强于与其他构念测量指标的相关性，凸显了其独特性。接下来，采用异质特质 - 同质特质比率来增强判别效度的验证，它衡量评估其他因子的因子之间所有指标关系的平均值[12]。

**Table 3.** Fornell-Larcker criterion  
**表 3.** 福奈尔 - 拉克尔准则

| 潜变量 | CP     | LB     | LE     | TIB    | TOB   |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|
| CP  | 0.792  |        |        |        |       |
| LB  | -0.500 | 0.798  |        |        |       |
| LE  | -0.362 | 0.371  | 1.000  |        |       |
| TIB | 0.711  | -0.594 | -0.323 | 0.801  |       |
| TOB | -0.601 | 0.441  | 0.219  | -0.758 | 0.886 |

**Table 4.** Heteroskedasticity-homoskedasticity ratio (HTMT)  
**表 4.** 异方差 - 单方差比值(HTMT)

| 潜变量 | CP    | LB    | LE    | TIB   | TOB |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| CP  |       |       |       |       |     |
| LB  | 0.636 |       |       |       |     |
| LE  | 0.4   | 0.41  |       |       |     |
| TIB | 0.924 | 0.732 | 0.348 |       |     |
| TOB | 0.742 | 0.523 | 0.236 | 0.978 |     |

如表 3，福奈尔 - 拉克尔准则结果显示，各潜变量的 AVE 平方根均大于该变量与其他潜变量的相关系数，满足判别效度的传统标准。如表 4，HTMT 结果显示，课程属性(CP)与教师课堂内行为(TIB)、教师课堂内行为(TIB)与教师课堂外行为(TOB)的 HTMT 值略高于 0.90 宽松阈值。按照 Hair 等观点，概念高度相关的构念可适度放宽 HTMT 至 0.90 [8]。教师课内行为、课外行为、课程属性三者在教学实践中高度耦合，课程难度高的课程，教师会同步调整课堂讲授方式、增加课后答疑辅导，因此样本层面出现高相关。进一步查看 HTMT 的 95%置信区间均不包含 1，说明构念仍然具备可区分性，未出现完全共线问题。综合两项指标，模型判别效度整体尚可。

5.4. 结构模型分析

结构模型分析聚焦于检验其构念间的预测能力以及潜变量之间的因果关系。主要通过使用 PLS 算法估计模型参数，并采用自助法算法检验假设关系的显著性与稳定性来实现的。关键评估指标包括决定系数(R<sup>2</sup>)、效应量(f<sup>2</sup>)、预测相关性(Q<sup>2</sup>)、拟合优度(GoF)以及路径系数(β) [11] [12]。

结构方程模型中的决定系数 R<sup>2</sup> 是衡量模型解释力的关键指标，它表示模型对因变量变异的解释程度，0.20、0.30、0.60 分别代表低、中、高的解释效力[13]。通过算法计算得到内生变量的决定系数 R<sup>2</sup>，其中学习行为(LB)的决定系数 R<sup>2</sup> 为 0.366，表明课程属性(CP)、教师课堂内行为(TIB)与教师课堂外行为(TOB)能够解释学习行为(LB) 36.6%的变异。学习效果(LE)的决定系数 R<sup>2</sup> 为 0.183，表明模型中各潜变量仅能够解释学习效果(LE)18.3%的变异。该模型对学习行为(LB)的解释力尚可，而对学习效果(LE)的解释力偏弱，说明学习效果(LE)还受到本研究模型之外其他因素的影响。

效应量(f<sup>2</sup>)以评估每个外源性构念对内源性潜变量的贡献。f<sup>2</sup> 值为 0.02、0.15 和 0.35 分别代表小效应、中效应和大效应[9]。结果表明，教师课堂内行为(TIB)对学习行为(LB)具有显著影响(f<sup>2</sup> = 0.134)，接近中等效应水平，说明教师课堂内行为(TIB)对学习行为(LB)的变异解释贡献较大。课程属性(CP)对学习效果(LE) (f<sup>2</sup> = 0.034)、课程属性(CP)对学习行为(LB) (f<sup>2</sup> = 0.020)以及学习行为(LB)对学习效果(LE) (f<sup>2</sup> = 0.047)的影响均为小效应水平。相比之下，教师课堂外行为(TOB)对学习行为(LB) (f<sup>2</sup> = 0.001)、教师课堂外行为(TOB)对学习效果(LE) (f<sup>2</sup> = 0.004)、教师课堂内行为(TIB)对学习效果(LE) (f<sup>2</sup> = 0.002)的 f<sup>2</sup> 值均小于 0.02，效应量微弱。总体而言，教师课堂内行为(TIB)是模型中贡献最强的预测因子，其余显著路径虽多为小效应，但仍具备统计学显著性。

以往研究多采用 Blindfolding (交叉验证冗余)方法计算传统 Q<sup>2</sup> 开展样本内预测评估[12]，本研究使用 Smart-PLS4 的 PLSpredict 算法开展 k 折外样本交叉验证，评估结构模型的预测相关性，以 Q<sup>2</sup>、RMSE、MAE 以及 CVPAT 检验作为评价指标。潜变量层面结果显示，构念学习行为(LB)的 Q<sup>2</sup> 为 0.361，学习效果(LE)的 Q<sup>2</sup> 为 0.140，二者均大于 0。全部显变量题项的 Q<sup>2</sup> 同样大于 0，表明模型具备预测相关性。对

比基准模型可以发现, PLS-SEM 模型各指标的 RMSE 均小于天真均值基准 IA 的 RMSE。尽管部分题项的 RMSE 略高于线性回归基准 LM, 但该现象在 PLS-SEM 研究中属于可接受范围。CVPAT 检验结果表明, 学习行为(LB)、学习效果(LE)以及总体模型的 P 值均小于 0.001, PLS-SEM 模型预测损失显著低于天真均值基准, 进一步证实本研究结构模型具有可靠的预测能力。

采用拟合优度(GoF)指数评估模型整体拟合效果, 该指数计算为测量模型所得平均 AVE 值与结构模型所得平均 R<sup>2</sup> 值的几何均值。GoF =  $\sqrt{AVE \times R^2}$ , GoF 的阈值为 0.10、0.25、0.36 分别代表低、中、高 [14]。本研究全部潜变量平均 AVE 为 0.638, 内生潜变量平均 R<sup>2</sup> 为 0.2745, 计算得到 GoF=0.418, 大于 0.36 的高阈值, 说明模型整体拟合效果较好。

5.5. 效应分析

本研究检验了模型中的 7 个假设性直接效应, 以探讨高校大学生公共数学学习效果的因素及作用机制。此外, 还采用标准化路径系数比较了各预测关系的相对强度。

如表 5, 路径分析显示, 课程属性(CP)对学习行为(LB)标准化路径系数为-0.163 (P < 0.001), 课程属性(CP)能够显著负向预测学习行为(LB), 支持 H1 假设。课程属性(CP)对学习效果(LE)标准化路径系数为-0.240 (P < 0.001), 课程属性(CP)能够显著负向预测学习效果(LE), 支持 H2 假设。学习行为(LB)对学习效果(LE)标准化路径系数为 0.247 (P < 0.001), 学习行为(LB)能够显著正向预测学习效果(LE), 支持 H7 假设。

教师课堂外行为(TOB)对学习行为(LB)标准化路径系数为-0.046 (P = 0.222), 该路径不显著, H3 假设未得到支持。教师课堂外行为(TOB)对学习效果(LE)标准化路径系数为-0.090 (P < 0.05), 教师课堂外行为(TOB)能够显著负向预测学习效果(LE), H4 假设未得到支持。教师课堂内行为(TIB)对学习行为(LB)标准化路径系数为-0.513 (P < 0.001), 教师课堂内行为(TIB)能够显著负向预测学习行为(LB), H5 假设未得到支持。教师课堂内行为(TIB)对学习效果(LE)标准化路径系数为-0.073 (P = 0.091), 未达到显著水平, H6 假设未得到支持。

Table 5. Hypothesis testing results for the structural model  
表 5. 结构模型的假设检验结果

| 假设 | 路径     | 原始样本<br>(β) | 样本均值<br>(M) | 标准差<br>(STDEV) | T 统计数据<br>( O/STDEV ) | 95%的置信区间         | f <sup>2</sup> | P 值   | 结果  |
|----|--------|-------------|-------------|----------------|-----------------------|------------------|----------------|-------|-----|
| H1 | CP→LB  | -0.163      | -0.163      | 0.032          | 5.100                 | [-0.225, -0.100] | 0.02           | 0.000 | 支持  |
| H2 | CP→LE  | -0.240      | -0.242      | 0.032          | 7.544                 | [-0.304, -0.179] | 0.034          | 0.000 | 支持  |
| H3 | TOB→LB | -0.046      | -0.045      | 0.038          | 1.221                 | [-0.119, 0.028]  | 0.001          | 0.222 | 不支持 |
| H4 | TOB→LE | -0.090      | -0.091      | 0.036          | 2.516                 | [-0.162, -0.019] | 0.004          | 0.012 | 不支持 |
| H5 | TIB→LB | -0.513      | -0.513      | 0.044          | 11.688                | [-0.596, -0.426] | 0.134          | 0.000 | 不支持 |
| H6 | TIB→LE | -0.073      | -0.072      | 0.043          | 1.692                 | [-0.158, 0.013]  | 0.002          | 0.091 | 不支持 |
| H7 | LB→LE  | 0.247       | 0.248       | 0.030          | 8.140                 | [0.188, 0.305]   | 0.047          | 0.000 | 支持  |

本研究检验学习行为(LB)在各前因变量与学习效果(LE)之间的中介机制[15]。如表 6 所示, 学习行为(LB)在课程属性(CP)与学习效果(LE)之间起到部分中介作用(间接效应  $\beta = -0.040$ , P < 0.001), 课程属性(CP)既能够直接负向影响学习效果, 也可通过学习行为(LB)间接对学习效果(LE)产生负向作用。学习行为

(LB)在教师课堂内行为(TIB)与学习效果(LE)之间表现为完全中介效应(间接效应  $\beta = -0.127$ ,  $P < 0.001$ ), 教师课堂内行为(TIB)对学习效果(LE)没有显著直接影响, 仅依靠学习行为(LB)这一中介变量实现对学习效果(LE)的作用。教师课堂外行为(TOB)通过学习行为(LB)指向学习效果(LE)的间接路径不显著(间接效应  $\beta = -0.011$ ,  $P = 0.237$ ), 说明学习行为(LB)不是教师课堂外行为(TOB)作用学习效果(LE)的中介变量, 教师课堂外行为(TOB)仅存在对学习效果(LE)的直接影响。

**Table 6.** Mediation effect analysis for the structural model  
**表 6.** 结构模型的中介效应分析

| 路径        | 原始样本<br>(O) | 样本均值<br>(M) | 标准差<br>(STDEV) | T 统计数据<br>( O/STDEV ) | 95%的置信区间         | P 值   |
|-----------|-------------|-------------|----------------|-----------------------|------------------|-------|
| CP→LB→LE  | -0.040      | -0.040      | 0.009          | 4.442                 | [-0.059, -0.024] | 0.000 |
| TIB→LB→LE | -0.127      | -0.128      | 0.021          | 6.030                 | [-0.171, -0.088] | 0.000 |
| TOB→LB→LE | -0.011      | -0.012      | 0.010          | 1.184                 | [-0.031, 0.007]  | 0.237 |

5.6. 调节效应分析

本研究以性别和高考成绩作为分类变量, 探讨其在模型中的潜在调节作用。首先, 使用 Smart-PLS 软件中的复合模型测量不变性(MICOM)方法检验了不同性别群体间的测量不变性, 然后进行多群组分析(MGA) [16]。

在性别方面, 结果证实了构型不变性, 并揭示了部分成分不变性。五个构念中的三个(LB、LE 和 TIB)的置换检验值均不显著( $P > 0.05$ ), 而 CP ( $P = 0.027$ )和 TOB ( $P = 0.039$ )则具有显著性( $P = 0.039$ )。根据先前的研究建议, 部分不变性足以支持组间比较[16]。因此, 随后进行了基于性别的 MGA 分析, 以检验男女学生之间的结构关系是否存在差异。采用引导式 MGA 置换检验开展性别多群组分析, 以双尾  $P < 0.05$  作为组间差异显著的判定标准。如表 7, 结果表明, 全部路径的双尾 P 值均大于 0.05, 仅学习行为指向学习效果(LB→LE)路径双尾( $P = 0.098$ ), 呈现边缘显著趋势, 男生样本的路径系数高于女生样本, 其余路径均不存在统计学意义上的组间差异。整体而言, 实证结果未支持性别因素对模型路径存在显著调节效应, H8 假设未得到支持。

**Table 7.** Multigroup analysis by gender  
**表 7.** 按性别划分的多组分析

| 路径     | 差额(男 - 女) | 单尾(男 vs 女) P 值 | 双尾(男 vs 女) P 值 |
|--------|-----------|----------------|----------------|
| CP→LB  | -0.033    | 0.688          | 0.624          |
| CP→LE  | 0.013     | 0.427          | 0.854          |
| LB→LE  | 0.106     | 0.049          | 0.098          |
| TIB→LB | -0.111    | 0.895          | 0.21           |
| TIB→LE | 0.146     | 0.066          | 0.133          |
| TOB→LB | -0.096    | 0.895          | 0.21           |
| TOB→LE | 0.025     | 0.372          | 0.745          |

按照学生的高考数学成绩，将样本划分为优秀及良好、一般及较差两组。MICOM 组合不变性检验结果显示，全部潜变量置换 P 值均大于 0.05，模型达成完全组合不变性，满足多群组比较的前提条件。随后开展引导式 MGA 置换检验，如表 8 所示，所有路径的双尾 P 值均大于 0.05，未检测出显著的组间路径系数差异。说明无论学生高考数学成绩优劣，课程属性、教师课堂内外行为、学生学习行为与学习效果之间的作用机制不存在统计学层面差异，高考数学成绩未表现出调节效应，H9 假设未得到支持。

**Table 8.** Multigroup analysis based on national college entrance examination scores  
**表 8.** 按高考成绩划分的多组分析

| 路径     | 差额(优秀及良好 - 一般及较差) | 单尾(优秀及良好 vs 一般及较差) P 值 | 双尾(优秀及良好 vs 一般及较差) P 值 |
|--------|-------------------|------------------------|------------------------|
| CP→LB  | -0.093            | 0.879                  | 0.241                  |
| CP→LE  | -0.092            | 0.873                  | 0.253                  |
| LB→LE  | -0.027            | 0.618                  | 0.764                  |
| TIB→LB | 0.055             | 0.328                  | 0.656                  |
| TIB→LE | 0.080             | 0.246                  | 0.492                  |
| TOB→LB | -0.034            | 0.660                  | 0.679                  |
| TOB→LE | -0.026            | 0.612                  | 0.777                  |

## 6. 研究结果

### 6.1. 公共数学学习行为总体现状

从描述统计结果来看，受访学生公共数学学习行为整体处于中等偏上水平，学生具备学好公共数学的主观意愿。在各项学习行为当中，课堂专注度、课后复习完成作业、遇到问题主动求助等行为得分相对较高，反映出大部分学生能够意识到公共数学课程的重要性，愿意投入时间开展听课、练习、求助等学习活动。但同时也能够看到，学生之间的学习行为表现存在个体差异，部分学生预习、课后拓展等主动学习行为仍有待加强。另外，高校大学生想学好公共数学课程的行为意向总体表现积极，平均得分为 4.49(满分 5 分)。其中，题项 LB3(“课后复习、完成公共数学作业的认真程度”)得分为 3.745。题项 LB2(“公共数学课堂上的专注度”)与 LB4(“遇到数学问题时，主动请教老师和同学或上网查资料的意愿”)同样获得较高分。这一结果表明，高校大学生在公共数学学习上具备较好的主观学习意愿。

### 6.2. 公共数学学习效果影响因素

课程属性对学习行为、学习效果均表现出显著的负向预测作用。学生感知公共数学课程难度越高、内容越抽象、教材适配性越差，其预习、复习、练习等学习行为投入水平就越低，同时也会直接带来更差的学习效果。这说明课程本身的客观特征是影响公共数学学习的基础性外部因素，过高的课程压力不仅会打击学生开展自主学习的积极性，还会直接损害学生的知识掌握与学习产出。同时中介结果显示，学习行为在课程属性与学习效果之间发挥部分中介作用，课程属性既可以直接作用于学习效果，也能够通过抑制学生学习行为，间接降低学习效果。

教师课堂外行为对学习效果存在显著负向直接影响，但对学习行为的预测作用不显著。教师课后答

疑、作业反馈、课外指导等课堂外教学活动,能够直接影响学生的公共数学学习效果,却难以改变学生预习、复习、练习这类自主学习行为。中介检验表明,教师课堂外行为经由学习行为指向学习效果的间接效应不显著,课外教学支持只能直接改善学生学习收获,无法有效撬动学生内在的自主学习行为。

教师课堂内行为能够显著负向预测学生的学习行为,但对学习效果的直接效应不显著。教师课堂教学方法、重难点讲解、课堂互动等课堂内教学行为,并不会直接改变最终学习效果,其全部影响都需要借助学习行为这一中介实现,属于完全中介效应。学生对课堂教学的负面感知,会先降低自身课堂听讲、课后练习等学习投入水平,再进一步造成学习效果下滑。也就是说,课堂教学的作用落脚点是学生的学习行为,脱离学生主体学习行为,课堂教学难以直接转化为学习产出。

本研究观察到在教师课内与课外行为的两个核心变量呈现显著的负向关联,这可能反映了教育实践中的“过度教学”机制。即由于班级既有学业基础较差或学习动力不足,教师不得不投入更多时间进行辅导和教学管理,从而导致在截面上呈现“高努力-低产出”的假象。

学习行为正向显著影响公共数学学习效果,学生预习、听课、复习、习题练习等学习行为投入越多,公共数学的学习效果越好。学习行为在外部教学因素和学习效果之间扮演重要中介桥梁。课程属性可以部分通过学习行为影响学习效果,教师课堂内行为则完全依靠学习行为实现对学习效果的作用。这说明课程条件、教师教学等外部因素并不直接等同于学习结果,外部环境需要经由学生自身学习行为的转化,才能够最终落实为学习成效。

性别因素仅对学习行为到学习效果这一路径存在边缘显著的调节趋势。男生样本的路径系数略高于女生样本,但组间差异并未达到统计学显著水平。而其余路径均不存在统计学意义上的组间差异。这是由于公共数学课程属于大学通识基础课程,课程内容、课堂教学安排、作业考核要求对全体学生保持统一,标准化的教学环境在一定程度上弱化了性别带来的转化效率差异。因此,即便男生样本显现出学习行为向学习效果转化更强的趋势,在统一的课程教学体系之下,男女生学习行为对学习效果的作用机制整体上趋于一致。因此,性别因素并未成为公共数学学习模型中关键的调节变量。

高考成绩并未对模型各路径产生显著的调节作用。尽管高考成绩代表学生入学阶段的数学知识储备与学科基础,基础较好的学生在知识起点上具备先天优势,但结果显示,高考成绩优秀良好组与一般较差组之间全部路径系数均不存在显著组间差异。这说明,面对大学公共数学课程时,无论学生高中阶段数学基础的优劣,课程属性感知、教师课堂内外教学行为对学习行为、学习效果的影响路径具备一致性。

综合来看,高校公共数学学习效果是课程客观特征、教师课内课外教学行为、学生学习行为多重因素共同作用的结果。但本研究模型仅能够解释学习效果 18.3%的变异,解释程度偏弱,表明除本研究纳入的变量之外,学生的数学基础、学习自我效能、学习动机、时间管理等其他个体因素,同样会对公共数学学习效果产生重要作用。

### 6.3. 访谈结果

通过对 10 名学生的访谈资料进行归纳式主题分析,共提炼出四个与教师行为路径相关的主题。

如表 9 所示,四个主题分别对应教师行为路径的不同机制。教学过度投入解释了教师行为的内生性,即教师高投入可能源于学生基础薄弱或班级整体困难;学生期望落差解释了课堂内行为对学习行为的抑制,即高密度、快节奏讲解偏离学生期望时,会引发焦虑和回避;控制性感知解释了课堂外行为对学习效果的负向影响,即课后答疑、作业反馈等行为被部分学生解读为监控或不信任;行为回避与被动应对则体现了上述机制的行为后果。这些质性证据与量化路径相互参照,表明教师行为的负向关联不宜简单归因于教师行为本身,而应理解为教师行为、学生感知与教学情境共同作用的结果。

**Table 9.** Initial codes and representative statements for each theme  
**表 9.** 各主题的初始编码与代表性语句

| 主题            | 初始编码                                               | 代表性语句(受访者编号)                                     |
|---------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 教学过度投入        | 教师高投入源于班级基础弱; 讲得越多说明大家没懂; 课后辅导多因作业完成差; 教师被迫赶进度补漏洞  | “老师讲得越多, 我越觉得这门课难, 因为好像大家都没听懂。” (S03)            |
| 学生期望落差        | 期望节奏慢、过渡多; 实际节奏快、密度高; 预习了也跟不上; 期望互动但课堂满堂灌          | “我本来想课前预习, 但老师一节课讲太多, 我预习了也跟不上, 后来就不想预习了。” (S07) |
| 控制性感知与支持性感知分化 | -0.027 催作业 = 监控; 点名答疑 = 不信任; 作业反馈 = 能力否定; 也有学生视为支持 | “老师总在群里催作业、点名答疑, 我会觉得是不是觉得我们不行。” (S11)           |
| 行为回避与被动应对     | 减少预习; 被动听课; 应付作业; 考前突击                             | “反正听了也跟不上, 我就干脆不预习了, 作业能交就行, 考前再突击。” (S15)       |

7. 局限性与启示

7.1. 研究局限性

本研究借助 PLS-SEM 模型探究高校公共数学学习效果的影响因素与内在作用机制, 得到若干实证结论, 但受客观条件制约, 本研究仍存在多方面局限。

第一, 样本代表性存在局限。本研究调查对象仅为广西某所高校理工科大一学生, 样本来源较为单一, 没有涵盖综合类院校、高职院校学生。不同办学层次、不同地域高校的公共数学课程设置、教师教学模式存在差异, 学生基础也各不相同, 因此本研究结论推广到其他院校、其他学生群体时需要谨慎。

第二, 横截面数据难以严格判断因果关系。本研究采用一次性问卷调查的横截面数据, 只能反映某一个时间节点各变量之间的相关与路径关联。无法判定变量之间的因果流向, 不能排除反向因果、双向交互的可能性。例如, 学习效果较差的学生, 更容易形成课程难度高、教师需要加大补偿性教学投入的主观感知。文中报告的路径系数、中介效应均描述变量间的关联模式, 不等同干预意义上的因果效应。未来可采用纵向追踪问卷、面板数据进一步厘清变量的因果顺序。

第三, 模型解释力不足, 变量覆盖有限。本模型可以解释学习行为 36.6% 的变异, 但对因变量学习效果的解释度仅为 18.3%, 解释程度偏弱。本研究主要考察课程属性、教师课堂内外行为等外部教学因素对公共数学学习的作用机制, 重点检验学习行为的中介效应。依据已有数学教育实证研究, 数学自我效能感、学习动机、学习策略等学生个体心理特征同样是影响数学学习产出的重要前因变量, 本研究受问卷篇幅限制未将其纳入基准模型。后续研究可将上述个体层面变量纳入理论框架, 构建外部环境 - 个体心理 - 学习行为 - 学习效果的链式中介模型, 进一步提升模型对学习效果变异的解释能力, 更加完整地揭示高校公共数学学习的复杂作用机制。

第四, 测量工具存在一定不足。其一, 本研究中学习效果采用单一题项进行测量, 虽然参照已有文献做了约束处理, 但单选题难以完整、多维刻画学生的公共数学学习效果, 相比多选题量表, 测量误差风险更高。其二, 测量模型 HTMT 结果显示, 课程属性、教师课堂内行为、教师课堂外行为三个外生潜变量 HTMT 部分数值高于 0.90, 构念之间区分效度偏弱。尽管理论上三者概念本身联系紧密, 但较高的变量相关, 会在一定程度上干扰结构模型路径的估计结果。

## 7.2. 研究启示

基于上述结论,本研究从课程建设、教师教学、学生学习三个层面提出以下实践启示,为高校公共数学教学改革提供参考。

第一,优化课程设计,降低学生认知负荷。课程属性对学习行为与学习效果均存在显著负向影响,说明过高的课程难度、过强的抽象性会直接抑制学生的学习投入。高校公共数学教学应重视课程内容的梯度设计,在保证知识体系完整性的前提下,合理安排教学进度,避免大一新生在入学初期即面临过大的学习压力。教材选用应兼顾理论严谨性与可读性,可配套编写适合本校学生水平的辅导材料、习题集与知识点梳理手册,帮助学生搭建从高中数学到大学数学的过渡桥梁。同时,可借助信息化教学平台,将抽象的数学概念通过可视化演示、动画模拟等方式呈现,降低学生的理解门槛。

第二,强化课堂教学的行为导向功能,推动学生从“听懂”走向“学会”。教师课堂内行为对学习效果的直接效应不显著,而是完全通过学习行为发挥间接作用,这一发现表明课堂教学的价值不在于教师讲了多少,而在于能否有效激发学生的学习行为。教师在课堂教学中应改变“满堂灌”的传统模式,注重引导学生主动参与学习过程,通过课堂提问、小组讨论、随堂练习、板书推演等方式,促使学生在课堂上保持高度专注并积极思考。课后应布置分层作业,明确预习与复习要求,建立学习行为的反馈机制,让学生的每一次学习投入都能得到及时回应,从而将课堂教学的影响力切实转化为学生的自主学习行动。

第三,重视课堂外教学支持,发挥其对学习效果的直接促进作用。教师课堂外行为对学习效果存在显著直接影响,说明课后答疑、作业批改、课外辅导等环节是提升公共数学学习质量的重要抓手。高校应建立健全公共数学课后辅导机制,通过固定答疑时间、线上答疑平台、学习互助小组等多种形式,为学生提供及时的学习支持。教师在作业批改中应注重批注的针对性,不仅要给出对错判断,更要指出错误根源与改进方向,让学生在作业反馈中实现知识的查漏补缺。对于学习困难较大的学生,可开展针对性的课外辅导,帮助其克服学习障碍,避免问题累积导致学习效果持续下滑。

第四,聚焦学生学习行为这一关键中介,构建全方位学习行为引导体系。学习行为是外部教学因素作用于学习效果的核心中介变量,提升公共数学学习效果的根本落脚点在于改善学生的学习行为。高校与教师应协同构建覆盖课前、课中、课后的学习行为引导体系。课前通过发布预习任务单、设置预习检测等方式,培养学生的预习习惯。课中通过互动式教学维持学生的课堂专注度。课后通过作业管理、学习打卡、同伴互助等方式,督促学生完成复习与练习。

## 8. 结论

综上,本研究以高校理工科大一学生为研究对象,探究公共数学学习效果的影响因素与内在作用机制,旨在改善学生公共数学学习质量,为高校公共数学教学改革提供实证依据。基于文献梳理与理论分析,本研究构建以课程属性、教师课堂内行为、教师课堂外行为为前因,学习行为为中介,学习效果为结果的分析框架,对广西某高校 1488 名学生开展问卷调查。通过 Smart-PLS 软件分析发现,受访学生公共数学学习行为整体处于中等偏上水平。课程属性与学习行为以及学习效果存在显著关联,同时可经由学习行为产生间接作用。教师课堂外行为与学习效果存在显著关联,学习行为的中介效应不成立。教师课堂内行为与学习效果并不存在关联性,而是通过学习行为的完全中介实现间接影响。学习行为与学习效果存在显著关联,是外部教学因素转化为学习产出的关键桥梁。但受横截面研究设计约束,本研究观测得到的中介与路径均为变量间统计关联,不能直接作为因果结论。另外,性别的不同以及高考数学成绩的差异并不会对公共数学的学习效果产生显著的差异性。本研究明确了应当从优化课程设计、改进课堂教学、完善课外教学支持、培育学生学习行为等方面提升公共数学教学实效,也为高校公共数学课程

建设提供可参考的经验证据。

## 基金项目

广西研究生教育创新计划项目(JGY2025281)。

## 参考文献

- [1] 陆伟, 陈琴. 高校大学数学课程不及格现象的调查及分析——以湖北 H 高校为例[J]. 高教学刊, 2020(34): 73-76.
- [2] 付夕联, 李红, 徐宁, 等. 大学数学教育亟待解决的几个问题[J]. 洛阳理工学院学报(社会科学版), 2018, 33(1): 87-92.
- [3] 方超, 盛旗锋. 基于结构方程模型的大学生数学学习现状及影响因素研究[J]. 长春大学学报, 2025, 35(8): 86-91.
- [4] 满志欣, 宋眉眉. 结构方程模型视域下数学建模竞赛对大学生创新能力培养影响效应研究[J]. 天津理工大学学报, 2026, 42(4): 116-123.
- [5] Li, X., Koul, R. and Cao, Y. (2026) Investigating the Relationship between Social Support and Grit in Mathematics Learning: The Mediating Role of Self-Efficacy and Gender-Based Differences. *Current Psychology*, **45**, Article No. 266. <https://doi.org/10.1007/s12144-025-08971-w>
- [6] Li, X., Wijaya, T.T., Cao, Y. and Zhou, Y. (2025) Influencing Factors of Behavioral Intention to Use Micro-Lectures for Teaching among Pre-Service Mathematics Teachers in China: A Modified UTAUT-2. *Humanities and Social Sciences Communications*, **12**, Article No. 1659. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05898-2>
- [7] Wijaya, T.T., Su, M., Cao, Y., Weinhandl, R. and Houghton, T. (2024) Examining Chinese Preservice Mathematics Teachers' Adoption of AI Chatbots for Learning: Unpacking Perspectives through the UTAUT2 Model. *Education and Information Technologies*, **30**, 1387-1415. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12837-2>
- [8] 孙焱. 小学数学的过度教学及矫正策略[J]. 江苏教育研究, 2010(20): 53-54.
- [9] 朱明, 王燕. 向高等教育过渡: 大学生心理预期和现实之差距及应对策略[J]. 产业与科技论坛, 2024, 23(10): 92-94.
- [10] 张剑, 张建兵, 李跃, 等. 促进工作动机的有效路径: 自我决定理论的观点[J]. 心理科学进展, 2010, 18(5): 752-759.
- [11] Hair, J.F., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2011) PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, **19**, 139-152. <https://doi.org/10.2753/mtp1069-6679190202>
- [12] Hair Jr., J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M., Sarstedt, M., Danks, N.P. and Ray, S. (2021) Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R: A Workbook. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- [13] Hair, J. and Alamer, A. (2022) Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in Second Language and Education Research: Guidelines Using an Applied Example. *Research Methods in Applied Linguistics*, **1**, Article ID: 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- [14] Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G. and van Oppen, C. (2009) Using PLS Path Modeling for Assessing Hierarchical Construct Models: Guidelines and Empirical Illustration1. *MIS Quarterly*, **33**, 177-195. <https://doi.org/10.2307/20650284>
- [15] Chin, W.W. and Marcoulides, G. (1998) The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. *Advances in Hospitality and Leisure*, **8**, 295-332.
- [16] Henseler, J., Ringle, C.M. and Sarstedt, M. (2016) Testing Measurement Invariance of Composites Using Partial Least Squares. *International Marketing Review*, **33**, 405-431. <https://doi.org/10.1108/imr-09-2014-0304>