

面向精准教学的 逆向教学设计模式构建与实证研究^{*}

——以高中数学学科为例

赵萍¹, 田俊^{2①}

(1.华南师范大学 数学科学学院, 广东 广州 510631; 2.华南师范大学 教育信息技术学院, 广东 广州 510631)

摘要:为进一步深化信息技术与学科教学的融合创新,落实学科核心素养的培养,借助智能教学平台与工具,构建了一种面向精准教学的逆向教学设计模式并进行实证研究。该模式在数据层与技术层的支持下,从预期结果出发,强调以学习目标作为起点和归宿,使评价设计优先于教学活动设计,构建了按照“精准目标设定→精准评价设计→精准活动设计→一致性检验→教学实施→聚焦思维的课堂评价”顺序进行的教学设计实践路径。且通过实验班与对照班的学业成绩对比分析、基于SOLO分类评价理论的数学思维发展水平对比分析,以及线上学习行为与学习效果的相关性探究,证实该模式对提升学业成绩,发展数学思维水平,尤其是中高水平的思维能力,改善学习效果具有显著作用。

关键词:逆向教学设计;精准教学;数学思维;核心素养

中图分类号:G434 **文献标识码:**A

一、问题提出

2017年教育部正式发布的《普通高中数学课程标准》^[1]中,明确了数学学科核心素养,并以核心素养为主线,细化了学科内容要求和目标,制定了学业质量衡量标准,强调“教、学、评”的一致性。但是,在本研究对湖北、广东两省13市27所高中,106位老师两个学期大约500个课堂的跟踪与实地观察发现仍存在三个突出问题。第一,“教”的问题。教学目标、情境、活动的设计,未能渗透数学核心素养,而较多地停留在知识目标达成;未能将课程标准、教材内容及单元目标分析与学情进行契合,实现以学定教。同时,目标、活动、评价的设计关联度较弱,缺乏一致性,以致难以判断目标的达成度,形成精准教学反馈。第二,“学”的问题。学生对数学学科的学习目标认识不清晰,以致数学学习的内部动机不足,被动完成学习任务,缺乏主动性,以致学习呈浅表化,难以实现深度学习,形成学科核心素养;同时,学情监测非实时,

学生自我认识不足,难以在规模化的班级学习中实现个性化发展。第三,“评”的问题。教学评价重视认知结果的评价,缺乏对学习目标达成度、思维发展状况等进行全面的评价,未能关注学生“实现真正的理解”,即评价学生的理解程度、知识迁移和实际应用情况。

另外,由于本研究团队成员大多是高中数学教学或教研的一线工作者,与广州、中山、东莞等地的高中数学教师建立了教研共同体,在长期的研讨与交流过程中发现,教师对数学学科核心素养的培养多停留在口号层面,未能落实于教学设计中;盲目追求方法创新而忽略素养目标渗透。

总体来看,面对“教”“学”“评”的问题,高中数学教师对新课标倡导的面向学科核心素养的课堂改进有强烈愿望,但缺乏操作性强的教学设计框架作为脚手架。为此,本研究以数学教学中的真实问题为导向,基于“追求理解”(Understanding by Design, UbD)理论的逆向教学设计思想所强调的

^{*} 本文系广东省教育研究院重点课题“高中数学新教材的单元教学设计研究”(课题编号:GDJY-2020-A-s142)阶段性研究成果。

① 田俊为本文通讯作者。

“帮助学生实现真正的理解”，提出了“面向精准教学的逆向教学设计模式”，并聚焦高中数学学科展开了实证研究。

二、理论依据与文献探讨

(一)精准教学

精准教学(Precision Instruction, 简称PI)由Lindsley于20世纪60年代基于行为主义学习理论提出,是一种基于对学习者的跟踪与测量,检验教学目标达成度,并依据结果反馈进行干预、补救的方法。随后,美国在多个区域展开了精准教学实践,用“准确度”和“速度”来衡量学生的学习进展,证实了精准教学在提升学习成绩、提高学习效率及帮助残疾学习者方面成效显著,尤其在阅读、数学等学科^[2]。收集和分析学生的学习数据对精准教学实践至关重要,但由于当时的技术手段仅能记录行为频次、学习时长等单一维度指标,无法准确跟踪测量学习者表现和行为过程,从而制约了精准教学的发展。

随着信息技术与教育深度融合,“精准教学”有了新的应用场景。各类智能终端作为学习数据记录载体走进课堂,使得教师能通过学习过程数据,更准确地设置目标、设计流程、评价效果,且在群体教学的基础上为学生提供个性化支持,最终实现“因材施教”。近年来,国内外学者对精准教学展开了大量实证分析。

Eamonn在数学乘法表的教学中,设计了一个为期12周的精准教学计划,通过计划实施前后得分对比分析,证实精准教学在提高学生乘法运用“流畅度”这一指标中有显著效果^[3]。Berg等人将精准教学应用于数学教学,并展开准实验研究,发现实验组学生答对题的准确率提高了两倍,且能够长时间保持这种优异表现^[4]。Amy在数学课堂中整合了多层次的评估系统,建立了多层支持系统模型实现精准教学,可以系统地加速学生在数学方面的进步^[5]。祝智庭提出了信息技术支持下的精准教学模式,并利用递归思想创新了精确化确定教学目标的方法^[6]。雷云鹤等以学习数据挖掘,支持教师实施精准教学^[7]。彭红超等设计了信息技术支持的精准教学模式,以及精准教学的活动生成性设计模型^[8]。国际教育领导研究中心为帮助学生达成更高的认知标准,实现更高的成就,设计了精准教学框架,用以检验课程、教学和评估^[9]。付达杰等构建了包括教学目标、教学设计、教学评价三个维度的基于大数据的精准教学模式^[10]。秦丹等提出了由精准学情分析、目标分析、内容分析、路径分析和教学干预五个步骤的精准教学课程教学一般流程^[11]。邢丽丽构建

了精准教学的混合式教学模式,且在高等数学中得以验证^[12]。郭利明设计了包含数据层、技术层、方法层、管理层和文化层的精准教学多维支持服务框架^[13]。

综上所述,精准教学之所以能有效提升教学效果,一方面离不开学习过程数据的支持,另一方面也归功于“精准”分析的结果在教学目标设定、教学过程设计、教学评价等各环节的融入。因此,本研究面向精准教学,以高中数学课堂教学为切入点,聚焦教学设计模式创新展开了研究。

(二)逆向教学设计

20世纪90年代末,美国课程与教学领域家Wiggins和McTighe受当时追求理解性学习思潮的影响,反思传统内容本位和活动本位的教学设计,提出了“追求理解”(Understanding by Design)的教学设计模式,即逆向教学设计(Backward Design),主张“从终点即想要的结果(目标或标准)开始,先确定达成预期结果的评估证据,再从证据出发组织学习和教学活动”^[14]。

不同于传统教学设计模式,逆向教学设计模式一改聚焦于“输入端”的做法,从“输出端”统筹教学,以“输出”倒逼“输入”。逆向教学设计过程分为确定预期结果、确定合适评估证据和设计学习体验与教学三个阶段。在第一阶段教师需要思考学习者应达成什么目标,尤其在面对多条课程标准时,需要分析思考目标对应的教学内容的优先次序,以及重难点范围;第二阶段教师需理清如何证明学生学会了,即收集学生目标达成的证据或表现;第三阶段教师则是要根据前两阶段的要求,思考运用什么教学方法和教学资源、组织什么样的学习活动,才能实现目标。第一阶段所确定的预期结果奠定了评估证据的性质,已确定的预期结果和评估证据指导学习活动的设计与选择。三者环环相扣,从而实现“追求理解的教学设计”。

近年来,诸多学者将逆向教学设计用于高中各学科的教学之中。谢莹通过在高中政治课程教学中对逆向设计的应用后,认为逆向设计强调课堂、单元和课程在逻辑上从想要达到的学习结果导出,其教学实施通过提供给学生分析、追寻问题的路径,为落实学科核心素养提供了一个新思路^[15]。卢天宇基于逆向教学设计“三步骤”,结合深度学习及SOLO分类理论等,架构了“明确概念教学要求、解构概念学习目标、预设评价方案、制定教学计划、实践观课反思”的指向概念深度学习的逆向教学设计新路径^[16]。罗利君在初中函数教学中利用逆向教学设计,证实该模式使教学设计更具整体性和连续性,

从而促进学生的深度学习和核心素养培养^[7]。

逆向教学设计,在设计教学活动前,确定目标以及达成的证据,有利于教师以此判断学生的已有经验和目标之间的距离,能充分发挥评价的诊断作用;根据评估证据设计教学活动,有利于教师在教学过程中借助证据“精准”了解“学情”,进而检验教学效果并改进教学,确保教、学、评一致性。逆向教学设计的这一特点,也与“精准教学”理念不谋而合,因此,本研究以逆向教学设计为精准教学的实现路径,以高中数学为例,展开了实践探索。

三、面向精准教学的逆向教学设计模式

(一)模式构建

《高中数学课程标准:2017年版》中提出“要让学生会用数学思维思考世界”,而数学思维需在数学学习和应用的过程中逐步理解、形成与发展。这与美国学者Wiggins和McTighe所提出的逆向教学设计思想所强调的“帮助学生实现真正的理解”的观念是一致的。本研究针对课堂观察与调研中所发现的“教”“学”“评”的问题,紧密结合新课程标准,以教学设计为切入点,以培养核心素养为目标,构建了面向精准教学的逆向教学设计模式(如图1所示)。

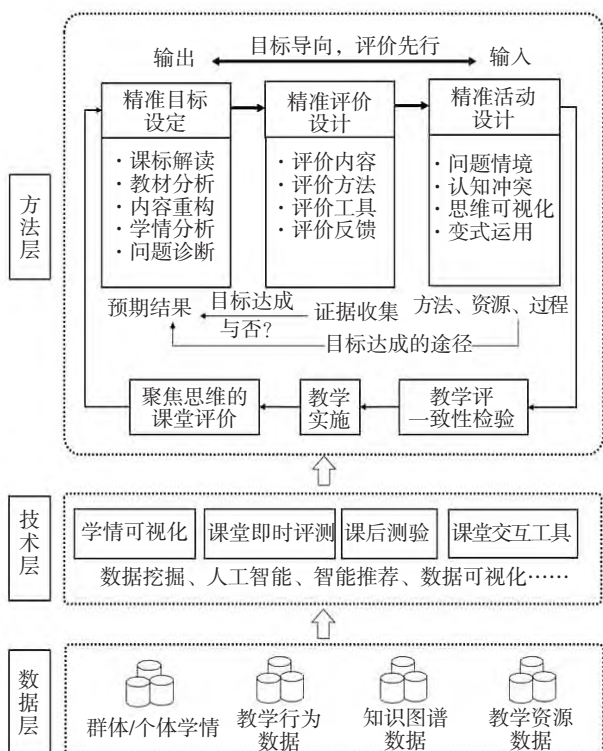


图1 面向精准教学的逆向教学设计模式

该模式有别于“内容本位的设计”和“活动本位的设计”,采取了“逆向思维”,目标导向,评价先行,从预期结果出发,强调以学习目标作为起点和归宿,从输出倒逼输入,使评价设计优先于教学活动设计,按照“精准目标设定→精准评价设计→精准活动设计→一致性检验→教学实施→课堂评价”的基本顺序进行,即为该模式的方法层。而其中“精准”的实现,需依赖于数据层(群体/个体学情数据、教学行为数据、知识图谱数据、教学资源数据)与技术层(学情可视化、课堂即时评测与反馈、课后测验、课堂交互工具等)的支持。在实际操作中,数据层和技术层需借助智能化的教学空间完成,包括智能终端、教与学的行为记录与分析系统、课堂交互系统等。

(二)模式分析

1.精准目标设定

精准目标设定,即确定预期结果。新课标中已经以核心素养为主线,细化了学科内容基本要求,但是目标的精准设定仍离不开学习者分析和学习内容分析的结果。学习者分析的目的是为了解学习者的知识水平和思维能力等学习准备情况及其学习风格,为后续学习内容选择和组织、学习目标阐明、学习活动设计等提供依据,也是精准教学即因材施教的前提和基础。在以班级为单位的规模化教学组织形式下,厘清学习者分析中的个体特征是较为困难的。而以数据为支撑的学情分析结果可视化让此难题迎刃而解。

与此同时,学习内容的分析需依据学生认知与思维发展状况,紧扣课标,分析教学内容的上下位关系、所蕴含的数学思想方法、不同版本教材对概念引入、情境创设、例题编排等方面的异同、教学重难点等,以知识模块、主题、方法或素养为主线重构教学内容,避免教学内容碎片化。这其中数据层所提供的可视化、颗粒化的知识图谱在知识节点之间建立联系,能实现精准的内容重构。

最后,以学习者分析和内容分析结果为依据,即可设置课堂需解决的基本问题,确定预期达成的学习目标,预设学生通过该课可获得的核心素养等。除此之外,目标的设定还应注意其可观察可测量的特点。

2.精准评价设计

精准评价设计,即确定合适的证据。高中数学课堂关注的不仅是学生掌握多少知识或技能,更重要的是在学习过程中,学生是否能对知识进行运用、分析或评价,实现数学思维的发展。因此,评价重心是学生的学习探究与思维过程,本研究将教

学目标分为“知识目标、能力目标、素养目标、情感目标”四个维度,通过课堂观察、学习成果交流等各种方式进行过程性评价和终结性评价。具体目标达成的证据可通过表现性任务、课堂对话、课堂探究、课堂检测、课后检测等确定,也可以设计相适应的评估工具,如测试卷、互评表、量表等,例如表1所示的高一上学期《三角函数的概念》的教学评价设计。图1模型中的数据层和技术层能提供相应的课堂评测、反馈的即时化和个性化数据和可视化结果,课堂交互工具等,均能为实现精准评价提供支持。

表1 《三角函数的概念》教学评价设计

评价目标	评价内容	评价任务	评价方法	目标达成的证据
知识目标	理解弧度制的概念和1弧度的定义	识记性任务	课堂提问 学生自评	1.编制一份单元思维导图 2.学生的自我评价和反馈表
	掌握三角函数的概念	操作性任务	课堂练习	
能力目标	掌握同角三角函数的基本关系式	操作性任务	课堂练习	1.小测验、作业情况 2.技能测试:能口述、能运用所学程序性知识解决新问题
	能运用弧长公式、扇形面积公式解决问题	操作性任务	课堂练习 测验	
	能直观解释点的圆周运动以及三角函数的概念	表达性任务	课堂提问 小组汇报	
素养目标	能根据一个角的三角函数值,求其它三角函数值	操作性任务	课堂练习 测验	1.课堂表现评价表 2.拓展性任务:一篇数学史读后感
	经历弧度制定义的抽象过程,类比归纳弧度定义	表达性任务	课堂提问 小组汇报	
	构建三角函数模型,解决实际问题	操作性任务	课堂练习	
情感目标	利用三角函数的定义推导同角三角函数的基本关系式	操作性任务	小组汇报	数学日记
	学习三角函数的概念后的收获或学习感悟	综合性任务	课后总结	

3.精准活动设计

精准活动设计,是落实学习目标的关键环节。主要解决两个问题:第一,确定教学目标后学生要做什么;第二,如何安排活动才是最佳设计。在前两步的基础上,通过创设问题情境、引发学生认知冲突、思维可视化、变式运用促进思维迁移这四个要素的设计,思考如何组织教学、运用何种方法和资源,才能让学生理解内容,达成目标。好的问题情境可充分激发学习者的学习动机,成为数学思维发展的依托;认知冲突能激发学生主动思考和知识建构,促进有意义学习的形成;思维的可视化能让学生明确目标,降低认知负荷;变式教学能促进学生对思维技能方法的准确、透彻把握,以及学科思想、技能、方法在不同场景间的应用迁移。

4.教学评一致性检验

所谓一致性检验指的是“教”(目标设定)、“评”(评价设计)、“学”(学习活动设计)三者之

间的对应程度。本研究提出了基于布鲁姆教育目标分类二维表的一致性检验方法(如图2所示)。分类表纵向维度为学习内容类型:事实性、概念性、程序性、元认知;横向维度为目标层级:记忆、理解、运用、分析、评价、创造。检验时将教学目标、评价方式、学习活动归类放入分类表中,判断“教”“评”“学”三者是否一致,若不一致则即时进行调整。以高一数学上学期内容《弧度制》为例,进行“教”“评”“学”一致性检验的流程如下。

		布鲁姆教育目标分类二维表					
		认知过程维度					
知识维度		1	2	3	4	5	6
		记忆	理解	运用	分析	评价	创造
A.事实性知识							
B.概念性知识	目标2 评价4	目标1 评价1 活动1 活动2				目标5 评价1 评价4 活动4	
C.程序性知识				目标3 目标4 评价3 活动3			
D.元认知知识		评价2					

图2 “教”“评”“学”一致性检验方法应用案例(弧度制)

第一步:教学目标重述。针对已确定的教学目标,确定所学知识的类型和认知过程的类型,采用动词加名词的方式重新叙述目标,如目标1:“理解弧度制的概念和1弧度的定义”,对应分类表中B2(概念性知识理解)单元格,并将其置于分类表中。

第二步:评价任务拟定。针对已设计的评价方案和测量工具,对评价内容所对应的认知过程进行区分,具体包括参照《走向发展型课堂评价》而制定的学生课堂表现评价表、将教学目标(知识目标、能力目标、素养目标、情感目标)操作化定义而成的学生自我评价表、从微观上评价学生目标达成情况的测试卷,以及针对具体知识内容的作业或任务。如《弧度制》案例中设计了“查阅弧度制的数学史并绘制思维导图”的作业,主要考察学生对“弧度制”概念的理解与内化,因而属于B1(概念性知识记忆)单元格。

第三步:学习活动分类。学习活动是服务于教学目标达成,需对各学习活动进行认知要求分析,如“活动1:查阅1°的历史来源,以小组为单位进行汇报”,活动1是服务于目标1的达成,因此将活动1置于B2(概念性知识理解)这一单元格中。

第四步：一致性检验。观察单元格，若教学目标、评价工具、学习活动三者在同一单元格中，表示三者高度一致，两个在同一单元格表示中度一致，只有一个在某单元格中，则说明一致性差，需对方案进行调整。

5. 聚焦思维的课堂评价

课堂既是精心预设的，又是动态生成的，是充分预设与动态生成的统一。新课标中提出“数学教育应引导学生用数学思维思考世界”，发展学生数学思维，促使知识向素养转化，这也正成为高中数学教学创新与改革的重要导向，而数学课堂便是数学思维发展的主阵地。由此，本研究从“教学设计、教学实施、教学反思”三个维度，聚焦数学思维的发展，构建了课堂评价的三维模型(如图3所示)，分别关注“教学设计”“问题解决”和“目标达成度”，以实现“教师引导学生生成的统一，问题导学与高阶思维的相互促进”。

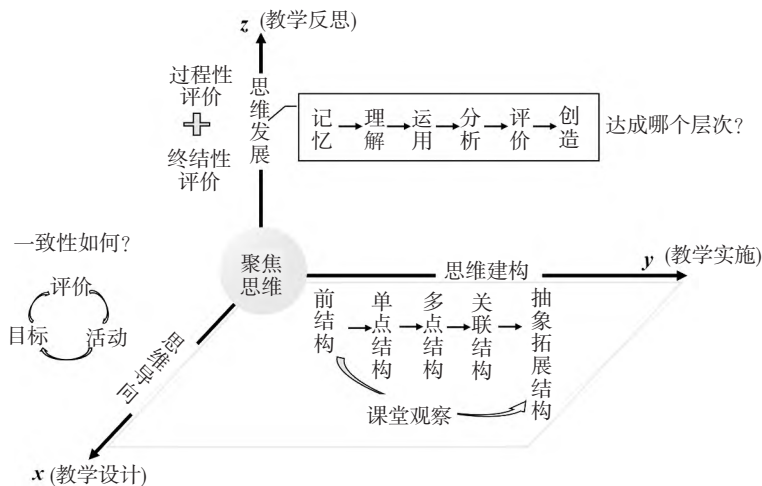


图3 聚焦思维的高中数学课堂评价三维模型

教学设计维度，利用前述的布鲁姆的教育目标分类二维表进行，检验目标、评价和教学活动是否具有 consistency，以及评价教师是否以学生数学思维发展统领教学目标设计、教学过程实施、学生学习评估。

教学实施维度，利用课堂观察法评价课堂教学实施情况。本研究基于SOLO(Structure of Observed Learning Outcome)分类评价理论，以理解水平为评价标准，将高中学生数学思维所达到的层级和水平分为“前结构水平、单点结构水平、多点结构水平、关联结构水平和抽象拓展结构水平”^[18]，重点在于分析学生在回答某一具体问题时所反映的思维复杂程度，具体的分析则是基于录像回放的课堂观察完成，示例如表2所示。

表2 课堂观察记录表示例——以《弧度制》为例

编号	问题实录	指向性		应答思维层次				
		具体	抽象	前结构	单点结构	多点结构	关联结构	抽象拓展
问题1	你知道圆周角为什么是360°么	√				√		
问题2	能否利用长度来度量角的大小呢	√						√
追问2-1	在圆内，我们学过哪些与长度相关的概念	√		√				
追问2-2	是否可以考虑用它们来划分圆周长		√		√			
追问2-3	若以半径划分圆周长，可划分成几份	√				√		
问题3	你能说说1rad角的含义吗		√					√
问题4	在一个半径为r的圆上，圆心角α对应的弧长为l，那么角α的弧度数的绝对值是多少呢	√						√
问题5	如何进行角度与弧度的换算		√					√
问题6	引入弧度制的好处是什么		√					√
追问6-1	在什么条件下，仅用弧长就可以度量角的大小		√					√

教学反思维度，采用过程性评价和终结性评价相结合的方式，利用课堂观察、量表、课后测验、访谈等方法评价学生的认知过程(由低阶思维到高阶思维，分别对应布鲁姆教育目标分类表中的记忆、理解、运用、分析、评价和创造)。学生课堂表现包括学生对提问的回应情况、学生基于学习思考后，能否在小组合作或展示中敢于表达与质疑等，课后利用自评量表评估学生的学习成效及相应层次，并利用作业情况、测验结果以评价学生能否进行知识的应用与迁移。

四、模式应用与效果分析

(一) 模式应用

为验证上述“逆向教学设计”模式的有效性，本研究选择了广州市执信中学、中山市杨仙逸中学、中山市桂山中学、东莞八中的高一年级的4个教学班共207人(实验班)，进行了为期一个学期(2020年秋季学期)约4个月的数学学科的教学实践。同时，参与教学实践的研究团队成员还同时任教了同年级的另外4个班共213人，作为对照班来分析“逆向教学设计”模式的教学效果。实验班和对照班生源水平相当，无明显差异；教学环境相似，均在配置智能终端和智能教学系统等软硬件资源的教学空间进行教学，均可实现课堂即时测试、课后小测验、个性化知识盲区补救练习，以及班级和个人的可视化学情报告；且均由相同的教师团队执教。区别在于，实验班的教学是基于“面向精准教

学的逆向教学设计”模式完成,涉及高一上学期数学课程的5个单元27个小节的教学。

对于该模式应用效果的分析,本研究采用了三个方面的对比分析。第一,学业成绩对比分析。在模式应用过程中,进行了4次阶段性测试(1次/月),试题由智能教学系统按照设定难度比例进行自动生成。第二,数学思维发展对比分析。在模式应用后的第三、四个月的课堂实录中随机抽样相同主题内容的8个视频(4个实验班,4个对照班)基于SOLO分类评价理论观察班级整体思维变化情况。第三,线上学习行为分析,探究线上学习行为与学习效果的相关性。

(二)效果分析

1.学业成绩对比分析

采用难度相当、考察知识内容相同的试题对实验班和对照班学生进行4次阶段性测试,每次测试总分100,基础知识题项与突出数学思维的题项比例为4:6。如表3所示,在进行第一个月的教学后,逆向教学设计模式并未起到明显的作用,实验班与对照班学生成绩无显著性差异;而从第二次阶段测,即完成两个月的教学之后,实验班学生成绩总体显著高于对照班学生。具体分析两组学生在基础知识题项和突出数学思维的题项中的得分发现(如图4所示),实验班和对照班学生在基础知识题项上的平均得分没有明显差异;但实验班在突出数学思维的题项中得分率明显高于对照班。

表3 实验班与对照班阶段测学业成绩对比分析结果

变量	实验班		对照班		t值
	均值	标准差	均值	标准差	
阶段测1成绩	72.32	16.79	71.20	17.53	1.056
阶段测2成绩	74.17	18.62	70.60	15.54	3.558***
阶段测3成绩	77.32	17.16	72.18	16.32	2.097**
阶段测4成绩	77.27	18.52	72.53	16.41	2.183**

注: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ 。

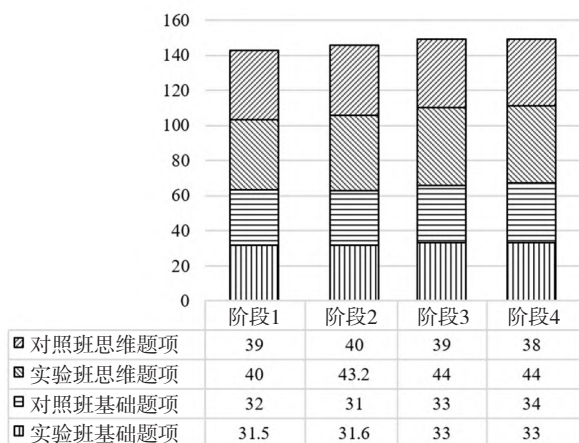


图4 阶段测中基础题与思维题得分对比分析

同时,在对思维能力要求较高的数学学科竞赛中,实验班学生获奖率也有所提升。例如,广州市执信中学朱老师(本研究团队成员)在竞赛辅导中应用“逆向教学设计”模式之后,获奖学生人次有了明显提升;学生纷纷表示“学会了数学思维方法,不需要漫无目的的刷题了”,学生学习兴趣、动机明显提升,数学思维逐步建立。

2.数学思维发展对比分析

运用数学思维分析、提出、解决实际问题的能力是新课标中数学学业质量标准之一。本研究对数学思维的评价,是基于SOLO分类评价理论而进行的,关注学习结果,更关注学生是如何学习,学习的程度以及理解的水平,将学生在课堂问题应答中所表现出的思维水平由低到高分分为“前结构水平(P)→单点结构水平(U)→多点结构水平(M)→关联结构水平(R)→抽象拓展结构水平(EA)”共五个层级^[19]。

本研究在逆向教学设计模式应用后的第三和四个月里,也就是中后期,随机在实验班和对照班中各抽样了4个内容主题的对应视频,根据前述表2示例的课堂观察表对班级整体数学思维发展水平进行了对比分析,如表4所示,在4个主题中,实验班和对照班的课堂问题总数基本相当,但应答思维水平上多点结构、关联结构两个层次上占比明显高于对照班,可以看出实验班学生在应答教师提出的问题时,表现出的“调用已有认知结构中多个认知素材,经再加工后应答”的思维过程较多,而前结构(直接从问题线索出发得出例如“是/否”判断结论)、单点结构水平(从问题线索出发,调用一个已有认知结构中的相关素材直接进行应答)的思维过程较少。尤其在关联结构(从问题线索出发,调用多个认知结构中多个相关素材,并对其相关关系进行梳理分析等深加工后应答)水平上实验班表现更优秀。最高水平的“抽象拓展结构”(在应答的基础上抽象化、衍生应用到新情境等复杂问题)在课堂上不易表现出来,所以实验班和对照班并无明显差异。由此可以看出,逆向教学设计模式对于促进学生中高水平的数学思维发展有一定的作用。

表4 班级整体数学思维发展水平对比

所属主题	思维层级	实验班		对照班	
		问题数	应答思维水平占比	问题数	应答思维水平占比
指数函数	前结构	1	8.33%	3	25.00%
	单点结构	2	16.67%	4	33.33%
	多点结构	4	33.33%	3	25.00%
	关联结构	4	33.33%	2	16.67%
	抽象拓展结构	1	8.33%	0	0.00%

续表4

对数函数	前结构	2	15.38%	3	23.08%
	单点结构	3	23.08%	4	30.77%
	多点结构	3	23.08%	3	23.08%
	关联结构	4	30.77%	2	15.38%
	抽象拓展结构	1	7.69%	1	7.69%
弧度制	前结构	1	9.09%	2	16.67%
	单点结构	3	27.27%	5	41.67%
	多点结构	4	36.36%	3	25.00%
	关联结构	3	27.27%	2	16.67%
	抽象拓展结构	0	0.00%	0	0.00%
三角函数	前结构	0	0.00%	2	16.67%
	单点结构	3	27.27%	4	33.33%
	多点结构	4	36.36%	3	25.00%
	关联结构	4	36.36%	2	16.67%
	抽象拓展结构	0	0.00%	0	0.00%

3.线上学习行为分析

本研究所构建的面向精准教学的逆向教学设计模式中，“精准”的实现离不开智能教学系统中数据分析和技术支持。在该模式的应用过程中，教师在学习活动设计阶段设计了若干课堂即时测试、课后测验，以及个性化作业和个性化补救练习等学习活动。有研究表明，学生的学习行为投入是影响学习绩效的重要因素^[20]。张思等学者将网络学习空间中学习者的投入行为分为参与(登录、浏览等)、专注(作业质量、参与讨论、发表观点等)、规律(即时答题、准时提交、定期观看资源等)、交互(上传资源、发问、回帖等)四类^[21]。本研究的应用对象是高中生，线上学习活动只是教学活动中的一部分，主要可分为课前、课中和课后三个时间段。在课前，以课前诊断测试和基于资源的预习为主；在课中，以课堂即时小测试为主；在课后，以作业提交和章节测试为主，辅以拓展性资源的浏览和发散性的主题讨论，所有活动的设计均是从目标出发，对应评估证据的。所表现出的行为数据主要有自主学习时长、任务(作业、测试、预习等)按时完成率(已按时提交的任务数/教师布置的任务数)、课堂交互参与度(参与课堂答题的次数/教师发起提问总次数)以及学习社区发帖情况(发帖数*50%+评论数*50%)四类数据。学习效果则采用上述衡量学业成绩的4次阶段性测试的平均值。

利用SPSS对实验班学生的行为数据与学业成绩进行相关分析发现(如表5所示)，自主学习时长与学业成绩无显著相关性($r=0.267$)，这与63.5%的学生存在根据个性化需求重复观看学习视频的现象有关，学习时长不能衡量其学习效果；但是任务按时完成率($r=0.821$)、课堂交互参与度($r=0.613$)和学习社区发帖数($r=0.548$)与学业成绩均存在显著正相关。在一定程度上可以说明，如果学习活动的设计与评估目标达成度的表现一致，则活动完成度高

的学生，其学习成绩更好。本研究所提出的面向精准教学的逆向教学设计强调“教、学、评”的一致性，先精准设定目标(明确预期结果)，精准评价设计(确定评估证据)，再进行精准活动设计(目标达成途径)，能确保在活动完成度高的状况下学习效果的提升。

表5 线上学习行为与学习效果的相关分析

	自主学习时长	任务按时完成率	课堂交互参与度	学习社区发帖数
学业成绩	0.267	0.821**	0.613**	0.548**

注：**在0.01水平(双侧)上显著相关。

五、结语

精准教学在教与学的技术支持下，是提升学生学习质量的一种有效方法。但“精准”不能脱离于教学设计与实施。本研究面向精准教学构建了逆向教学设计模式，在数据层(群体/个体学情数据、教学行为数据、知识图谱数据、教学资源数据)与技术层(学情可视化、课堂即时评测与反馈、课后测验、课堂交互工具等)的支持下，从预期结果出发，强调以学习目标作为起点和归宿，从输出倒逼输入，使评价设计优先于教学活动设计，构建了按照“精准目标设定→精准评价设计→精准活动设计→一致性检验→教学实施→聚焦思维的课堂评价”的顺序进行的教学设计实践路径。且在本研究团队成员执教班级的试点应用之后，通过学业成绩对比、数学思维发展对比，以及线上学习行为等实证分析，证实该模式对提升学业成绩，发展数学思维水平，改善学习效果有显著作用。

除了在本研究团队成员所执教班级应用之外，该模式也通过建设实验学校、专项培训、教学研讨交流、专家讲学、教师送教等形式，已经在全国9省30余市(县)进行大力推广，惠及200余所高中的8万余师生。根据对武汉、广州、中山、东莞等实验校的跟踪调查证实，基于该模式所开展的一系列探索和实践，切实解决了高中数学课堂教、学、评中的突出问题，有效促进了学生和教师的发展，带动了其他学科同步发展，以及乡村高中数学教学质量明显提升，进而促进了高中教育高质量均衡发展，得到了社会广泛认可，起到了一定的示范效应。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中数学课程标准:2017年版[M].北京:人民教育出版社,2018.
- [2] Downer A.C..The National Literacy Strategy Sight Recognition Program

- Implemented by Teaching assistants:A Precision Teaching Approach [J]. Educational Psychology in Practice,2007,23(2):129-143.
- [3] Eamonn Gallagher.Improving a mathematical key skill using precision teaching [J].Irish Educational Studies,2006,25(3):303-319.
- [4] Berg-Mortensen.The use of precision teaching to teach basic math facts [J].European Journal of Behavior Analysis,2014,15(2):225-240.
- [5] Amy B.Weisenburgh-Snyder,Susan K,et al.A Model of MTSS:Integrating Precision Teaching of Mathematics and a Multi-Level Assessment System in a Generative Classroom [J].Learning Disabilities:A Contemporary Journal,2015,13(1):21-41.
- [6] 祝智庭,彭红超.信息技术支持的高效知识教学:激发精准教学的活力[J].中国电化教育,2016,(1):18-25.
- [7] 雷云鹤,祝智庭.基于预学习数据分析的精准教学决策[J].中国电化教育,2016,(6):27-35.
- [8] 彭红超,祝智庭.面向智慧学习的精准教学活动生成性设计[J].电化教育研究,2016,37(8):53-62.
- [9] Willard R.Daggett..Rigor/Relevance Framework:A Guide to Focusing Resources to Increase Student Performance [EB/OL].http://www.leadered.com/wp-content/uploads/rigor-relevance-framework-professional-paper.pdf,2020-04-30.
- [10] 付达杰,唐琳.基于大数据的精准教学模式探究[J].现代教育技术,2017,(7):13-19.
- [11] 秦丹,张立新.问题与优化:课堂精准教学实践的现实审视与反思[J].电化教育研究,2019,(11):64-70+78.
- [12] 邢丽丽.基于精准教学的混合式教学模式构建与实证研究[J].中国电化教育,2020,(9):135-141.
- [13] 郭利明,杨现民等.数据驱动的精准教学五维支持服务框架设计与实践研究[J].电化教育研究,2021,(4):85-92.
- [14] 叶海龙.逆向教学设计简论[J].当代教育科学,2011,(4):23-26.
- [15] 谢莹.落实学科核心素养的逆向教学设计——以高中“影响生活质量的因素”为例[J].思想政治课教学,2018,(3):35-40.
- [16] 卢天宇,艾进达.逆向教学设计促成化学概念的深度学习——以“中和反应”的概念教学为例[J].化学教学,2020,(3):34-40.
- [17] 罗利君.基于UbD理论的单元逆向教学设计初探——以“一次函数”单元为例[J].教育观察,2021,(7):86-89.
- [18] 陈明选,邓喆.围绕理解的学习评价——基于SOLO分类理论的视角[J].中国电化教育,2016,(1):71-78.
- [19] 袁媛,朱宁波.高中生物模型思维的分层测试研究——基于SOLO分类评价理论和哥特曼量表法[J].物理教师,2019,(6):2-4.
- [20] 李爽,王增贤等.在线学习行为投入分析框架与测量指标研究——基于LMS数据的学习分析[J].开放教育研究,2016,(2):77-88.
- [21] 张思,刘清堂等.网络学习空间中学习者学习投入的研究——网络学习行为的大数据分析[J].中国电化教育,2017,(4):29-35+45.

作者简介:

赵萍: 副教授, 研究方向为教学学科教学法。

田俊: 副教授, 博士, 研究方向为信息技术学科教学法。

Construction and Empirical Research of Backward Design Model for Precision Teaching

—A Case Study of Math in High School

Zhao Ping¹, Tian Jun²

(1.School of Mathematical Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong; 2.School of Information Technology in Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong)

Abstract: In order to further deepen the integration of technology and subject teaching, and cultivate students' core literacy, this paper constructed a backward design model for precision teaching and conducted empirical testing. With the support of learning data and instructional technology, this model started from expected results, emphasizes learning goals as the starting point and destination, prioritizes evaluation design over teaching activity design, and built a structure in accordance with "Precise goal setting→ Precise evaluation design→ Precise activity design→ Consistency test→ Teaching implementation→ Classroom evaluation focusing on thinking". At the same time, through the comparative analysis of the academic performance of the experimental class and the control class, the comparative analysis of the development level of mathematical thinking based on the SOLO classification theory, and the exploration of the correlation between online learning behaviors and learning effects, it was confirmed that this model can improve academic performance and develop mathematical thinking Level, especially the middle-to-high level of thinking ability, has a significant effect on improving the learning effect.

Keywords: backward design; precision teaching; mathematical thinking; core literacy

收稿日期: 2021年10月14日

责任编辑: 李雅瑄