

在线课程作业设计策略

——基于八门在线课程样本的分析证据

廖正山 李曼丽

(清华大学教育研究院, 北京 100084)

【摘要】 作业是测评学习者在线课程学习成效的重要工具,明晰作业设计策略对于促进在线教育课程质量建设意义重大。本研究借鉴安德森等修订的布卢姆教育目标分类学理论框架,按照课程知识类型与认知维度标注八门在线课程作业,建构了基于课程目标达成度、章节进度设计、学科异质性的DOS三维分析框架,深入分析在线课程作业设计策略。研究发现:在线课程作业设计策略具有明显的课程目标导向,遵照循序渐进的学习规律,并呈现出典型的学科差异。本研究指出,目前在线课程作业设计存在:1)作业设计与课程目标不匹配;2)作业形式缺乏多元性;3)部分学科作业考查的全面性不足等问题,并据此提出建议。

【关键词】 在线课程;作业设计策略;教育目标分类学;学习科学

【中图分类号】 G642

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2022)05-0079-14

一、引言

学堂在线(XuetangX)是清华大学2013年10月发起建立的慕课平台,是教育部在线教育研究中心的研究交流和成果应用平台。随着互联网、大数据、云计算等技术的普及应用,其丰富的网络化、开放的在线学习资源,创新的课程组织形式等特征,契合规模化受众的个性化学习需求(陈肖庚等,2013;李曼丽,2013;秦磊华等,2019;王永固等,2014)。至2022年9月3日,“学堂在线”学习者总数超过1亿人次,成为世界第二大在线教育课堂。

学习者在线课程学习状态的测量与诊断是在线学习评价的重要方面,但囿于在线课堂低频的师生交互,在线课程作业成为学习者学习状态诊断的

重要依托。学习状态诊断有赖于MOOC和智能导学系统等在线教育系统中嵌入的智能辅助应用对学习者的作业作答情况进行交互反馈来实现,智能批改、自适应测试(Martin et al., 2018)、认知诊断(Q. Liu, 2021)、知识追踪(Piech et al., 2015)等智能辅助应用与知识状态建模通用技术,在MOOC等在线课程作业设计中应用广泛。

但在技术层面,学习者知识状态建模技术仅依据作业的知识属性来反映学习者知识学习的增值,认知水平的发展被忽视;针对作业的研究主要集中在传统教科书范畴(范连众等,2017),对在线课程作业的研究不够深入;研究呈现出明显的学段差异,高等教育作业研究比基础教育阶段薄弱(李祥竹等,2022;刘辉等,2022)。因此,研究在线课程作业知

【收稿日期】 2022-09-21

【修回日期】 2022-09-24

【DOI编码】 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.05.009

【基金项目】 国家自然科学基金项目“数智时代真实学习情境下高阶思维能力形成机理与评价研究(62277034)”。

【作者简介】 廖正山,清华大学教育研究院2020级硕士研究生,研究方向:在线教育(liaozs20@mails.tsinghua.edu.cn);李曼丽,教授,博士生导师,清华大学教育研究院,研究方向:高等教育学,课程与教学,在线教育(marylee@tsinghua.edu.cn)。

【引用信息】 廖正山,李曼丽(2022).在线课程作业设计策略——基于八门在线课程样本的分析证据[J].开放教育研究,28(5):79-92.

识与认知维度设计的特点和策略,对厘清在线课程作业设计逻辑,丰富在线课程学习评价视角,促进在线课程质量建设有着重要意义。

二、文献综述与分析框架

(一)作业与作业设计策略的定义

作业是学生为达成学习目标、完成既定任务而开展的学习活动(郭要红,2009)。从目标定位看,作业的根本目的是强化学生对所学知识的认知和理解,培养学生综合运用能力(罗生全等,2021);从教学环节看,凯洛夫的教学五环节说与杜威的“做中学”教学理念均视作业为学习活动不可或缺的重要环节(刘辉等,2022)。罗生全等(2021)认为作业是学生在课堂教学外进行的学习活动。从内容来看,作业内容主要由基础性与综合性相结合的知识与技能组成,是承载学生多维发展需求的多类型学习任务;从功能看,作业具有引导学习过程,促进知识掌握,检查学习效果,提高思维品质的重要作用(秦磊华等,2019;吴欣歆,2022)。结合多元智能理论与“知识-能力-价值观”三维目标要求(黄梅等,2009),本研究对作业的界定为:作业是基于知识增值、认知发展、价值塑造的学习目标,具有引导学习进程,促进知识与认知发展,测评学习成效等功能,需要学习者多元智能投入参与的学习任务集合。作业设计策略,是应用系统理论、传播学理论和学习理论对构成作业的目标、环节、功能、内容等进行整合、安排和计划的方案集合。它是提高教学质量、作业质量和效率的一项重要工作(李学书等,2016)。

本研究涉及的作业为在线课程书面作业,涵盖课后作业、章节测验、考试试题等多种类型。

(二)作业设计策略研究的理论视角

作业设计策略研究集中在作业的目标定位、内容设计、形式呈现、进程安排、反馈机制等方面。目标导向是保持课程各阶段、环节和要素内在统一的关键,课程目标决定着课程内容体系的设计(王志军等,2022),作业作为课程内容的必要部分,其设计也应坚持目标导向,与课程目标匹配。

1. 以课程目标为基准设计作业策略

以教师为中心的作业设计策略,依赖教师对知识与能力的经验性理解与主观认识,教师个人因素

占主导;以教科书为中心的作业设计策略,强调学科知识是作业设计的主要依据,呈现封闭性、形式化的特征,表现为单一的书面形式,缺乏灵活性。课程目标导向的作业设计策略,注重作业目标与课程目标的统一与协调,以多元价值观为支撑,发展学习者多元智能,能够促进作业设计的知识观、学习观的多元转型,更具科学性与实践意义(李学书等,2016;李学书等,2014)。以课程目标为基准进行作业系统开发与设计能够串联和疏通课程、教学、作业各环节(张济洲,2013),实现知识传授、思维进阶、价值引领的教育目标在教与学全过程保持良性传导。同时作业内容应与课程目标认知水平要求达成一致(吴欣歆,2022),课程目标树立了作业评价的标杆,作业内容与课程目标的一致性可以作为过程性评价的指标。

2. 以知识增值与认知发展为目标设计作业内容

三维目标中“知识与技能”指向 know what (知识基础),是教学活动的内容载体,而知识分类精细化是教学活动合理化的基础(杨九俊,2008)。从知识分类视角审视作业,有利于了解作业知识分布特点,制定作业科学设计策略。刘辉等(2020)根据安德森的知识分类理论指出,作业知识内容设计要兼顾陈述性知识的巩固与程序性知识的生成。“过程与方法”指向 know how(认知操作),与学习者认知发展相关。依据认知理论,这一目标旨在描述与度量学习者知识获得和内部心理结构变化,关注个体如何运用内部的认知加工过程处理外部新信息和建构新知识,是内隐的信息加工过程。从认知维度审视作业,有利于了解作业对认知能力的要求。范连众等(2017)指出作业的认知水平指标与课程深度相关,涉及知识概念间关联的复杂程度以及概念掌握所需思维能力的抽象程度。作业内容具有知识与认知属性,通过建构学习者个体认知状态与领域知识结构相结合的学习者模糊认知地图能够表征学习者的深度学习情况(张玉柳等,2021)。布卢姆教育目标分类学将知识类型与认知维度形成匹配关系,从具体到抽象的事实、概念、程序和元认知四种知识类型和从低级到高级的记忆、理解、应用、分析、评价和创造六个认知过程对教学目标框架设计给出了指引(盛群力等,2004; U.Anderson et al., 2001),诸多学者将其引入作业设

计分析领域并进行了实践(李学书等, 2016; 杨瑞芳, 2015; 袁文娟, 2012)。

3. 以深度学习的提质增效为目标设计作业形式

与强调记忆的浅层学习相对, 作业设计应以支持学生高认知水平的深度学习为目标(谭小熙, 2021)。基于多元价值目标的课程应注重作业的开放性、综合性, 设置能够发挥学习者自主性、探究性、合作式参与的作业, 因此作业设计应形式多样, 各有侧重, 在不同的学习、测评场景中, 作业形式应有差异, 比如作业的数量、题目类型等不同, 应保持多种类型作业比例协调, 增加作业的可选择性, 创造学习者个性化发展的空间(吴欣歆, 2022); 同时要在科学测试与经验积累的基础上, 兼顾作业对知识与技能掌握高效巩固的练习目标与适度的学业负担两方面, 合理把握作业数量(范连众, 孔凡哲, 2017), 促进作业对学习者学习的提质增效。MOOC平台在习题、测验、考试等环节提供的作业多为封闭式题型, 如单项与多项选择、填空、判断、编程等(秦磊华等, 2019), 形式较为单一, 大多停留于浅层学习。

4. 遵循循序渐进的规律设计作业进程

学习不是一蹴而就的, 而是渐进的。根据布鲁纳掌握学习理论, 学习是由获取新知识、改造旧知识、校验知识是否恰当三个阶段组成。奥苏贝尔的认知同化理论也指出, 新知识的学习须以已有认知结构为基础, 这说明学习是新旧知识关联的动态建构过程。作业进程设计应与学习规律相统一。课程内容一般按照由易到难、由特殊到一般、由具体到抽象的逻辑排序(王志军等, 2022), 相应的, 作业任务设计应根据乔纳森知识获得的三阶段模式设计: 在初级知识获得阶段设计以基础知识与基本技能掌握为主的作业, 在高级知识获得阶段设计以对知识的理解、综合联系为主的作业, 在专家化知识学习阶段设计以对知识分析与应用为主的作业(刘辉等, 2020)。无论何种作业任务, 其设计均应在时间尺度与学习深度两个维度遵循循序渐进原则, 将章节知识进行分层拆解, 由简到繁地嵌入到课程进度中。MOOC学习者在线学习节奏的研究也指出, 学习者在不同章节间的学习行为呈现出明显差异(He et al., 2018)。

5. 以即时反馈为特点、促进认知建构为目标设计作业反馈机制

学习者与作业文本等学习材料的交互是在线作业交流反馈的基本形式。学习者基于课堂所学知识对作业情境中的问题进行解答, 辅助学习反思, 检视知识建构的合理性。作业反馈的内容主要为认知反馈与能力反馈, 认知反馈是对学习者认知建构过程的呈现, 能力反馈是对元认知水平的评测(刘辉等, 2022), 而实际在线课程作业中认知与能力反馈运用较少。作业反馈按频率可分为即时与延时反馈, 在线课程“视频(含内嵌测验)-作业”的教学模式更注重即时反馈。研究表明, 形成性测试的即时反馈能够支持“重复提取”认知行为, 增强知识建构能力(王永固等, 2014; Karpicke & Roediger, 2007)。即时反馈一定程度上也有利于消减挫败感, 更快获得学习绩效结果, 提升学习效能感(张海生, 2021), 但目前对学习成效的测评报告仅停留在题目是否作答正确, 知识是否掌握(Fei Wang et al., 2020)。这表明, 在线课程作业设计的即时反馈机制能够促进学习者认知行为的改进和认知水平的提升, 但目前的反馈机制对学习者认知维度的呈现不足, 以知识掌握为主。

基于文献综述, 作业内容设计中知识分类与认知水平要求是两个重要维度, 而作业的目标设计兼顾知识掌握、认知发展的多元价值; 作业的形式设计注重题目类型与数量的合理配置, 以实现知识掌握、高认知水平深度学习支持的提质增效; 作业的进程设计遵循知识由简到繁, 学习阶段由注重基础知识到综合能力提升的时间发展和课程章节进度推进的基本规律; 作业的反馈注重对学习者知识建构、认知水平的呈现与评价, 表明作业的知识与认知属性贯穿作业目标、内容、形式、进程、反馈的始终, 是作业设计分析的基础维度。

(三) 分析框架

文献调研表明, 基础教育阶段各学科领域课程标准对总体作业设计进行约束与规范(范连众等, 2017; 李祥竹等, 2022)。高等教育学科门类复杂、专业细分、知识领域窄化, 却无统一的课程标准参照, 学科领域间作业设计的差异缺乏衡量标准。考虑学科差异这一视角, 本研究建构了基于课程目标达成度、章节进度设计、学科异质性的 DOS 三维

分析框架(见图1)剖析在线课程作业设计策略。

课程目标达成度依据作业内容的知识类型和认知维度设计与课程目标的吻合度,分为“低载”“一致”“过载”三级,分别对应作业指标低于课程目标要求、与课程目标要求一致、高于课程目标要求。章节进度设计指作业内容的知识类型和认知维度在课程章节进度间的分布,分为初始与高级两个阶段,分别对应相应指标分布于课程章节的前半段与后半段;学科异质性按国家一级学科的设置标准划分。受限于样本数据,本研究只探讨理学、工学与哲学三个学科领域。

三、数据来源与研究方法

(一)数据来源

本研究在线课程作业数据样本源自清华大学“XuetangX”平台。样本筛选标准如下:1)学习者

行为数据较为丰富(考查学习者答题记录、视频观看行为、讨论区互动行为等数据);2)选课人数不少于10万;3)课程为教育部认定的国家级线上一流本科课程(亦称精品慕课);4)涵盖至少三个一级学科门类。课程样本包含学堂在线MOOC平台理学、工学、哲学三个一级学科的八门课程。本研究采集上述课程的课后作业、章节测验和期末考试等,共获得1440道作业文本数据。所选取的课程及作业数据的基本属性描述性统计见表一。

作业类型全部为客观题,涵盖单选题、多选题、判断题、填空题、编程题五种,其中单选题占92%,多选题占4%,填空题占2%,判断题与编程题共占2%(见图2)。

(二)知识类型与认知维度的标注方法

鉴于已有研究,本研究采用安德森等修订的布卢姆教育目标分类学理论框架作为作业内容分析

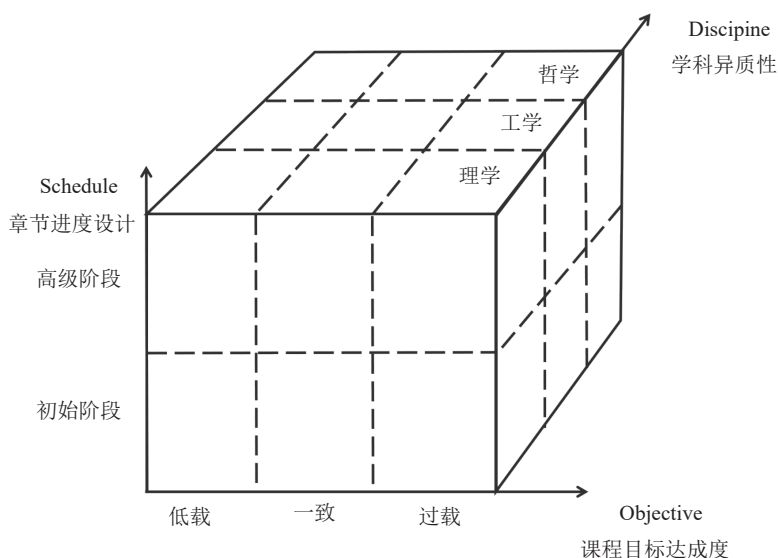


图1 在线课程作业DOS三维分析框架

表一 课程与作业数据统计

学科领域	课程名称	开课学校	作业数量(道)	选课人数
工学	数据结构 ^①	清华大学	168	390647
	网络技术与应用	中国人民解放军陆军工程大学	311	204686
	Java 程序设计	清华大学	178	222958
理学	概率论与数理统计	清华大学	226	187904
	大学物理 ^②	清华大学	237	158173
	微积分 ^③	清华大学	125	132591
哲学	西方哲学精神探源	清华大学	75	125545
	逻辑学概论	清华大学	120	227991

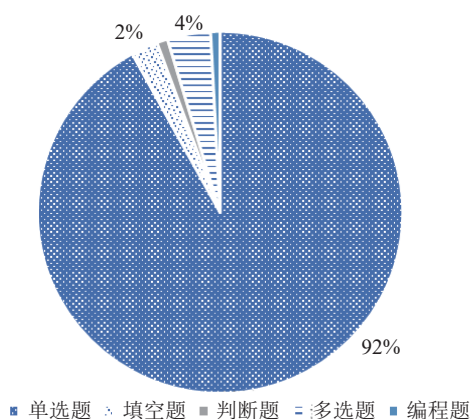


图2 题目类型分布

工具,从知识类型与认知维度两方面分析在线课程作业内容。依照布卢姆教育目标分类学的二维分析框架对作业数据进行文本分析,将作业文本反映出的知识所属类型以及对应考查的认知维度进行标注,数据标注框架见表二。具体标注方案为以下两种方法的结合。

方法一,关键词定位法。研究建立“认知维度+知识类型”的关键“行为动词+知识名词”的

常用词列表。若作业中的行为动词与列表中某条一致,则将其标注为与这一行为动词相对应的认知维度。若作业中的行为动词未出现在常用词列表中,或作业中未包含明显的行为动词,则使用方法二。

方法二,基于框架的理解标注法。标注者根据自身的领域知识整体把握作业文本考查的知识类型、认知维度,在布卢姆教育目标分类学框架的基础上进行作业标注。

(三)作业标注的信度

为确保标注的准确性,研究团队招募具有教育学、信息科学、哲学背景的清华大学本、硕、博士研究生志愿者标注作业文本,并等比例分层抽取293道作业样本进行双人背靠背标注用于信度检验。志愿者进行作业标注前先对标注方案进行讨论并达成理解一致。由于标注数据为类别数据,故本研究选择肯德尔协同系数(Kendall's W)进行信度测验。

本研究运用统计软件SPSS24.0进行信度检验,结果见表三。肯德尔协同系数的零假设为两者没有统计学意义上的一致性,结果显示渐进显著性均

表二 布卢姆教育目标分类学二维分析框架

知识类型	认知维度					
	1.记忆	2.理解	3.应用	4.分析	5.评价	6.创造
A. 事实性知识 学生通晓一门学科或解决其中的问题所必须知道的基本要素	再认 回忆	解释 举例 分类 概要 推论 比较 说明	执行 实施	区分 组织 归属	核查 评判	生成 设计 创造
B. 概念性知识 在一个更大体系内共同产生作用的基本要素之间的关系						
C. 程序性知识 如何做什么,研究方法和运用技能、算法、技术和方法标准						
D. 元认知知识 一般认知知识和有关自己的认知的意识和知识						

表三 作业标注结果肯德尔协同系数分析

变量列表	知识类型			认知维度		
	秩平均值	检验统计量		秩平均值	检验统计量	
VAR001	88.00	N	2	279.75	N	2
VAR002	88.00	肯德尔 W^a	0.869	45.00	肯德尔 W^a	0.784
……		卡方	507.615		卡方	457.808
VAR292	266.75	自由度	292	292.50	自由度	292
VAR293	266.75	渐进显著性	0.000	292.50	渐进显著性	0.000

注: a——肯德尔协同系数

小于 0.001, 拒绝零假设, 说明两组数据具有统计学意义上的一致性。知识类型与认知维度标注结果的肯德尔系数分别为 0.869 和 0.784, 可信度较高。

四、研究结果与发现

(一) 在线课程作业在知识类型与认知维度设计方面, 整体上具有较高的课程目标达成度, 但仍存在与课程目标不匹配现象

本研究爬取在线样本课程的“课程介绍”及“详细介绍”栏中课程目标描述的文本数据, 并基于布卢姆教育目标分类学框架对知识类型与认知维度的课程目标进行标注。总体来看, 在线课程作业对课程知识类型的考查与课程目标要求基本一致(见图 3), 其对认知维度的考查大体上能满足课程目标要求, 但部分作业考查高于课程目标要求, 表现为认知维度考查“过载”(见图 4)。

为明晰作业知识类型、认知维度达成课程目标的程度, 本研究定义作业知识类型课标达成度指数 α , 认知维度课标达成度 β :

$$\alpha = \frac{M}{N}, \beta = \frac{P}{Q} \quad (1)$$

其中, M 为课程作业对知识类型的考查数量(包含相应知识类型的作业数量需 >0);

N 为课程目标对知识类型的要求数量;

P 为所有认知维度的作业数量总和;

Q 为课程目标认知维度要求范围内的作业数量(即相应认知维度不超过课程目标要求)。

根据知识类型达成度指数计算结果, 整体来看, 在线课程作业内容对知识类型属性的设计符合课程目标要求, 达成度 α 为 0.96(见表四)。在课程层面, 12.5% 的样本课程对课程目标知识类型的达成度大于 1, 即相应课程作业对于知识类型的考查明显“过载”, 在研究样本中该课程为“数据结构”, “过载”知识类型为事实性知识与元认知知识; 62.5% 的课程作业设置并未达到课程目标要求, 表现为“低载”, 作业考查所缺失的知识类型主要集中在元认知知识, 其次为程序性知识; 完全符合课程目标要求, 即表现为“一致”的作业课程数量仅占 25%。在学科领域层面, 工学作业知识类型设计

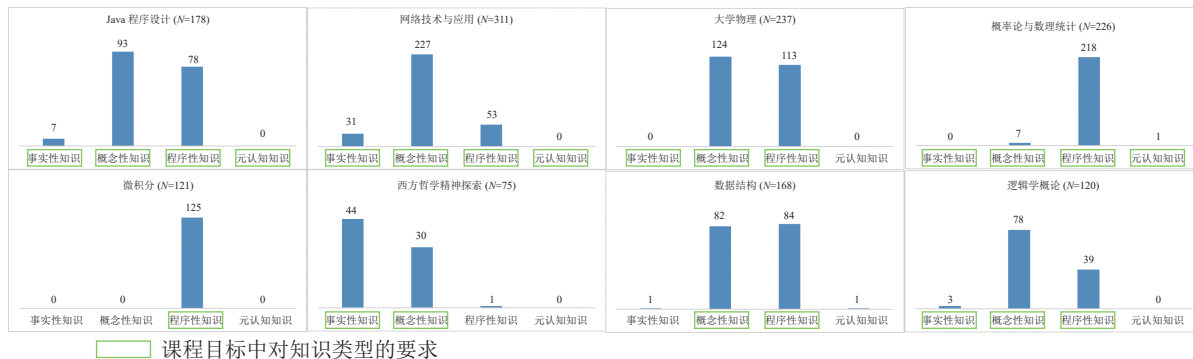


图 3 在线课程作业知识类型课程目标达成程度

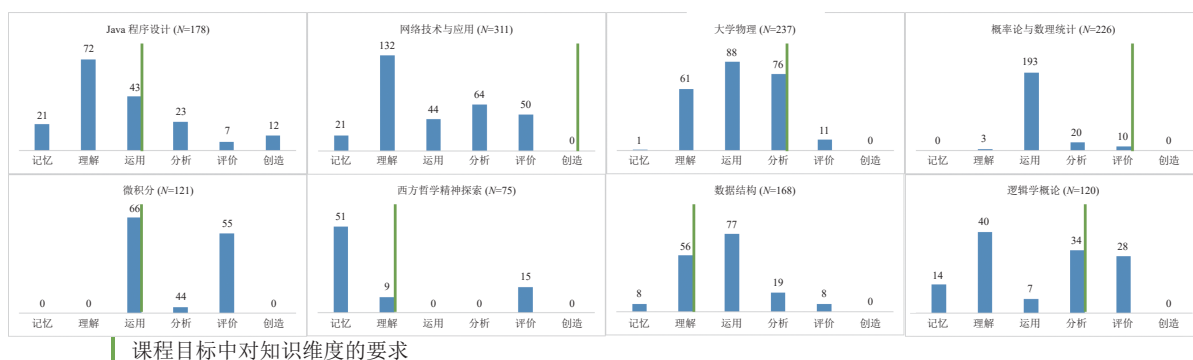


图 4 在线课程作业认知维度课程目标达成程度

完全符合课程目标的要求,达成度 α 为1;哲学作业表现为略微“过载”,达成度为1.2;理学作业呈现出“低载”,达成度为0.75。

指标含义:达成度指数大于1,指作业对知识类型或认知维度的考查超出课程目标要求;达成度指数小于1,指作业对知识类型或认知维度的考查未达到课程目标要求。

在线课程作业对认知维度课程目标达成度 β 为1.22,表现为“过载”(见表四)。在作业数量层面,八门课1440道作业中,1181道作业的认知维度符合课程目标要求,占82%;259道作业超出要求,占18%;在课程层面,八门课中仅两门课程作业认知维度与课程目标要求“一致”;75%的课程认知维度表现为“过载”,其表现为目标设置为“低阶认知^④”的课程作业考查了“高阶认知”。在学科层面,工学与哲学作业认知维度设计超出课程目标要求的题目数量占比较高,分别为28.57%、28.29%;理学作业“过载”数量占比为15.49%。这反映在作业认知维度的目标达成度上,工学与哲学达成度 β 为1.29、1.28,均高于理学1.15。

研究表明,在线课程作业的知识类型与认知维度均具有较高的课程目标达成度。与课程目标不匹配的现象主要体现在:作业知识类型设计低于课程目标要求,即“低载”,表现为作业缺乏对元认知知识的考查;作业认知维度设计高于课程目标要

求,即“过载”,表现为作业对高阶认知考查过多。同时,学科差异明显,哲学、工学、理学作业的知识类型设计分别呈现出对课程目标的“过载”“一致”和“低载”;哲学、工学、理学作业的认知维度设计呈现出对课程目标的“过载”,但理学超出程度较小。

(二)各学科领域在线课程作业的知识与认知考查特色各异,作业形式较单一且数量配置不均衡。

各学科领域在线课程作业对知识类型与认知维度的考查各有特色,工学作业设计较全面。从学科角度出发,在知识类型方面,工学、哲学作业以理论知识为主(占61%),侧重考查概念性知识(占55%);理学以逻辑推理知识为核心,侧重考查程序性知识(占78%)。在认知维度层面,工学作业聚焦理解与建构知识,侧重考查理解认知维度(占40%);哲学注重识记哲学思想理念,侧重考查记忆认知维度(占33%);理学强调应用知识解决问题,侧重考查应用认知维度(占59%)。理工多种知识类型与认知维度作业数量远高于哲学学科,体现出以练促学,学练一体的特点,哲学作业数量相对较少。依据图5-c, d学科-作业数量折线图分布规律,理工作业知识类型与认知维度设计呈“尖刀”状,集聚于某一知识类型和认知维度;而哲学作业知识类型与认知维度设计均呈“平板”状,表现出宽厚综合、兼容并蓄的特点。

表四 课程作业知识类型与认知维度达成度

课程名称	课程目标要求			作业实际考查		达成度 α	达成度 β
	知识类型 N	认知维度 P	认知维度	知识类型 M	认知维度 P-Q		
数据结构	B,C	64	理解	A,B,C,D	104	2.00	2.63
网络技术与应用	A,B,C,D	311	创造	A,B,C	0	0.75	1.00
Java 程序设计	A,B,C,D	136	应用	A,B,C	42	0.75	1.31
工学		511			146	1.00	1.29
概率论与数理统计	A,B,C,D	226	评价	A,B,C	0	0.75	2.00
大学物理	A,B,C	226	分析	B,C	11	0.67	1.05
微积分	C	66	应用	C	59	1.00	1.89
理学		452			70	0.75	1.15
西方哲学精神探源	A,B	60	理解	A,B,C	15	0.75	1.25
逻辑学概论	A,B,C	92	分析	A,B,C	28	1.00	1.30
哲学		152			43	1.20	1.28
总计	23	1181		22	259	0.96	1.22

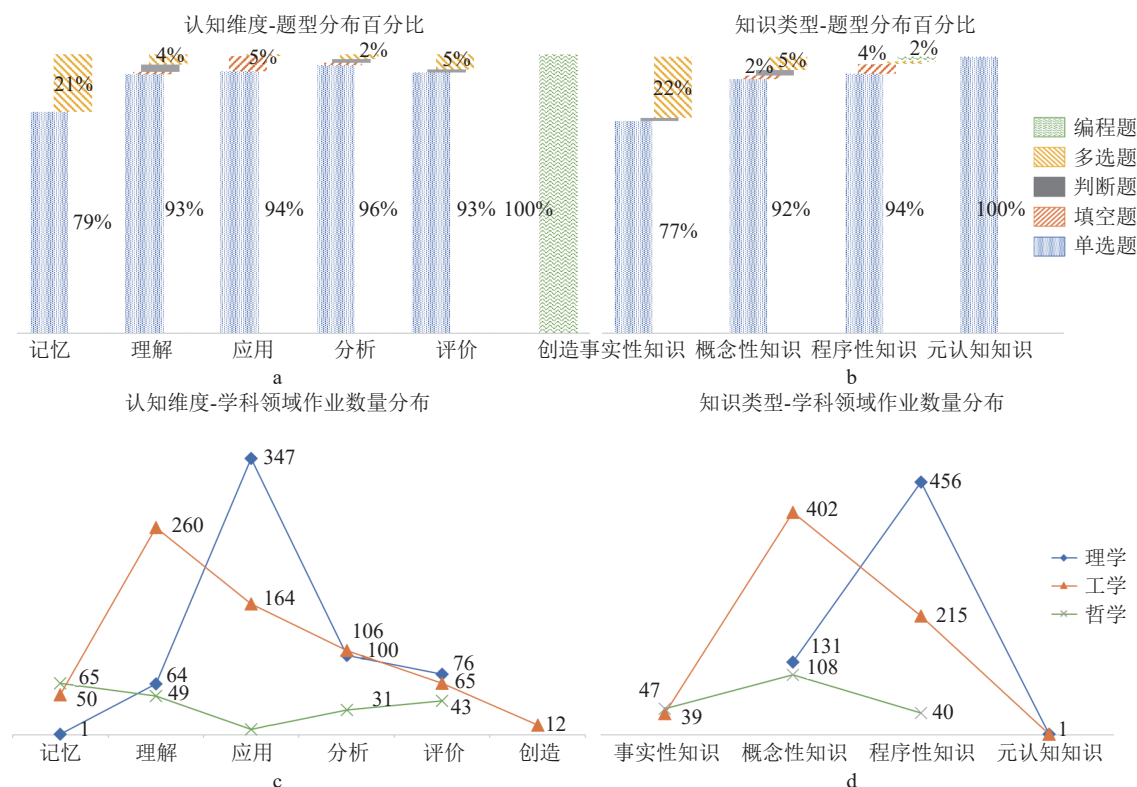
注:表中的英文字母与知识类型的对应关系为:A-事实性知识,B-概念性知识,C-程序性知识,D-元认知知识。

从作业设计的全面性来看,在知识类型方面,工学作业涵盖有四种知识类型,理学、哲学分别缺少对事实性、元认知知识的考查(图 5-d);在认知维度方面,工学作业涵盖所有六个认知维度,理学、哲学缺少对高阶认知中“创造”维度的考查(图 5-c)。相较而言,工学在线课程作业的知识类型与认知维度设计更为全面。

在线课程作业对知识类型、认知维度的考查形式较为单一,以选择题为主,数量配置失衡。在线课程作业多以客观题形式呈现,选择题是主要题型,占 96%,其中单选题占 92%,多选题占 4%(图 1)。在线课程作业基本保证了丰富的题目类型对各知识类型及认知维度的考查,包含单选题、多选题、填空题、判断题、编程题五种,但非选择题的作业数量较少。在知识类型方面,作业对事实性、概念性、程序性知识的考查覆盖三种以上题型,对元认知知识的考查仅涉及一种题型(图 5-b),不利于元认知知识课程目标的达成;在认知维度方面,作业对理解、应用、分析、评价认知维度的考查覆

盖三种以上题型,处在六种认知维度两极的记忆与创造的考查题型分别涉及两种、一种题型(图 5-a),这与普遍聚焦于学习者低阶认知水平发展的课程目标部分契合,作业并未重视对高阶认知维度的多样化考查。“创造”认知维度仅通过编程题进行考查(共 12 题),而“元认知”知识类型仅通过单选题考查(共 2 题),体现出在线课程作业对部分重要知识类型及认知维度考查的题型不够丰富以及作业数量配置偏少的缺陷。

研究表明,各学科作业设计差异明显,体现在作业对知识类型与认知维度考查的侧重点以及作业数量分配的差异。作业形式以选择题为主,比较单一,涉及考查高阶认知及元认知知识类型的作业较少。工学在线课程作业注重对概念性、程序性知识在理解与应用认知维度的考查;理学注重程序性、概念性知识在应用与分析认知维度的考查;哲学注重对概念性知识在记忆认知维度的考查。综合来看,工学作业设计更全面。理工体现出聚焦于某些知识类型与认知维度的作业设计特点,哲学作



注:图 5-a, b 中低于 2% 的题型数据标签未显示,图 5-c, d 中学科领域在相应知识类型、认知维度的作业数量为 0 的数据点未显示。

图 5 知识类型、认知维度与学科领域、题型分布情况

业分布相对分散和均衡,且数量较少。

(三)随章节进度推进,在线课程作业呈现出知识类型复杂化、抽象化,认知维度高阶化、综合化趋势,作业数量显现学科差异。

由于不同学科、课程的章节数量不同,不同章节包含的课程作业数量也不尽相同。为探究作业随章节进度发展呈现出的特点,增强不同学科领域间的可比性,本研究将不同课程的章节进度进行标准化(形成 0-1 之间的分布,表示该章节处于课程章节进度的某一阶段)来克服课程章节数量差异问题,并将某一章节所包含作业数量进行标准化(形成 0-1 之间的比例分布,表示该章节作业占该学科

或课程作业总量的比例)来克服章节间作业数量差异问题。本研究依据上述数据处理规则对各学科作业的知识类型、认知维度在章节进度中的分布进行数据可视化,使用对数函数对分布趋势进行拟合(见图 6、7),得到如下发现。

1)作业的知识类型在不同学科间的分布呈现出随章节进度推进逐渐复杂化、抽象化的规律。整体来看,除哲学考查概念性知识的作业数量占比随章节进度发展逐渐增加外,理学、工学、哲学三个学科考查事实性与概念性知识的作业数量占比均随章节进度推进逐渐减少,程序性与元认知知识的作业数量占比逐渐增加(图 6-类型总体),

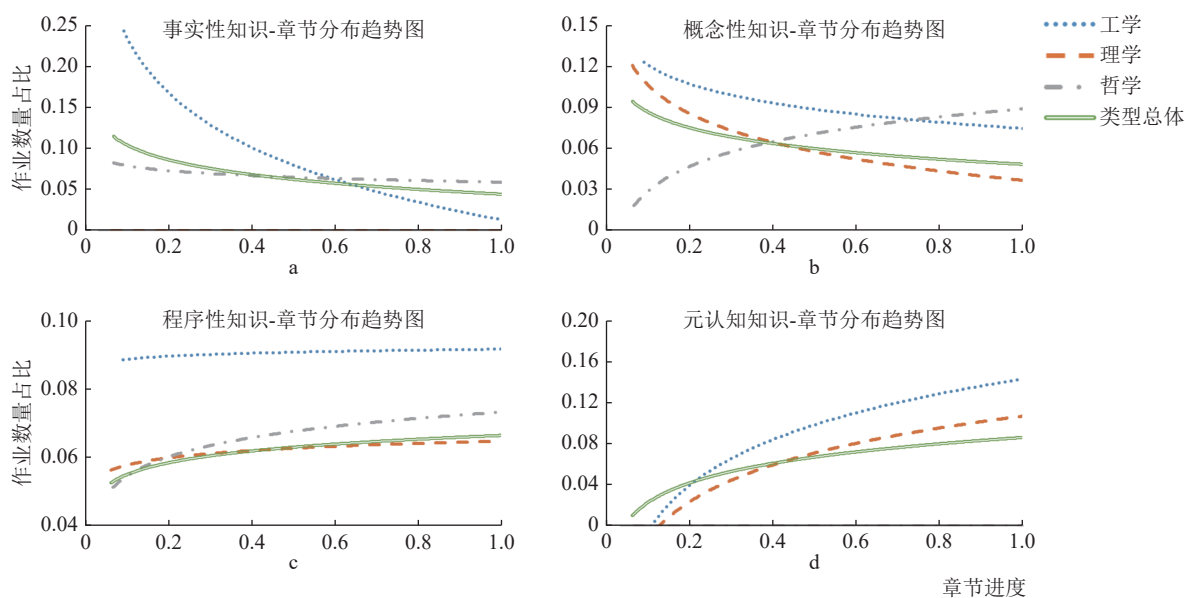


图 6 知识类型-课程章节作业分布趋势图

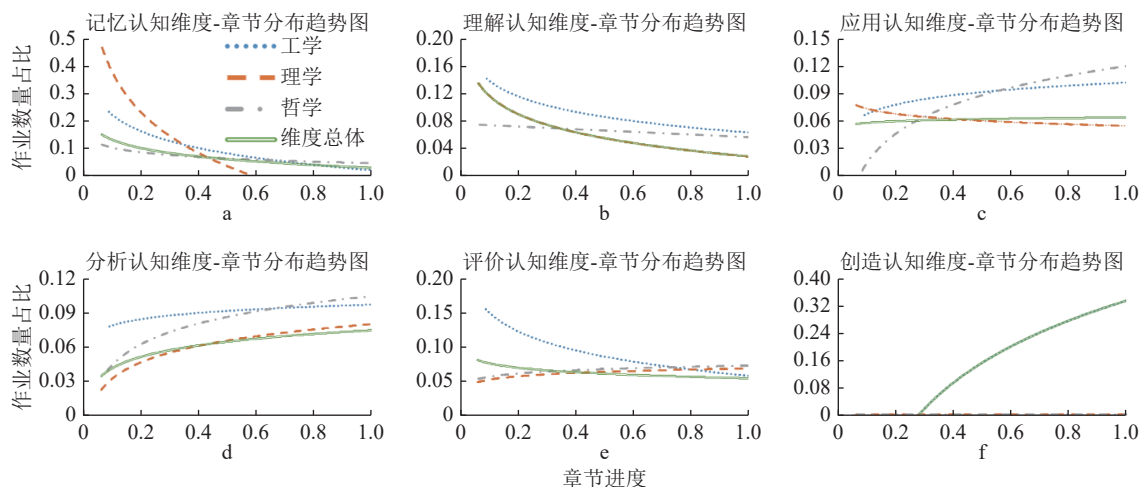


图 7 认知维度-课程章节作业分布趋势

表明注重基础学科要素、概念知识考查的作业主要集中在靠前的课程初始阶段,而侧重技能算法、思维策略知识考查的作业主要分布于课程的后半段,即高级阶段。这也与课程知识讲授由简单到复杂,由具体到抽象的教学规律相适应。

2)不同学科作业的知识类型在章节进度间的分布侧重点各异,元认知知识作业多设置于课程章节进度的高级阶段。工学各知识类型的作业,在章节进度的初始阶段呈现出明显高于其他学科的作业数量占比,表明工学更注重在课程初始阶段对学生知识学习与巩固的作业投入,理学的分布趋势与工学类似;相较于理工,哲学作业各知识类型的设计总体表现为在章节进度上的略微滞后,往往“后期发力”,作业数量占比随章节进度逐渐增加。在本研究的作业样本中,元认知知识仅在理工科作业中出现,且集中于课程章节进度的后40%(高级阶段),表明对知识学习策略等元认知知识的考查需要在学习者具备一定的知识基础后进行(图6)。

3)作业的认知维度在不同学科间的分布呈现出随章节进度推进逐渐高阶化、综合化的特点。整体来看,除评价认知维度作业数量占比随章节进度发展呈微弱的递减趋势外,记忆、理解维度作业数量占比随章节进度推进逐步降低,应用、分析与创造认知维度作业数量占比逐步增加(见图7-维度总体),表明在章节进度初始阶段的作业注重对识别记诵、解释建构等较低认知维度的考查,随着授课进度的推进,作业开始侧重考查执行实施、分析归纳、设计创造等较高认知维度,这与课程培养学习者解决复杂问题的教学目的一致。

4)各学科作业认知维度—章节分布与整体高阶化、综合化趋势基本一致,创造认知维度作业仅出现在工学且分布于章节进度的高级阶段。工学作业在认知维度—章节分布上与作业总体设计保持一致,哲学仅在评价认知维度—章节分布趋势上与作业总体情况相异(表现为占比增加),而理学在应用、评价认知维度与作业总体设计趋势相反(见图7)。这表明理学、哲学作业的部分认知维度设计有其特殊性,依据理学(样本中包含数学、物理学)、哲学(样本中包含逻辑学)的学科特点,其更注重逻辑演绎、理论反思与检验的教学方式可能影响其作业设计。根据图7的趋势曲线,记忆认知

维度的理学作业在课程章节的后40%中便不再出现,这表明理学作业可能不太强调对学习者的记忆能力的持续关注。创造认知维度作业仅出现于工学,且并未出现在章节进度的初始阶段,而置于课程的高级阶段。这表明,创造认知水平对学习者的知识基础、综合能力的要求较高。

5)理工注重在章节进度初始阶段的作业投入,哲学侧重于靠后的高级阶段。在课程章节进度的初始阶段,所有六个认知维度的工学作业数量占比均明显高于哲学,存在明显作业数量占比差异的四个维度中(见图7-a, b, c, d)。理学在记忆、理解、应用三个维度的作业数量占比明显高于哲学,理工学科在章节进度初始阶段的作业数量占比明显高于哲学(见图7)。在章节进度的高级阶段,除创造的其余认知维度中,哲学作业数量占比随章节进度逐渐缩小与理工学科的差距并实现反超,这表现出哲学作业相较而言更注重在课程后半段对学习者的认知维度的强化与提升。

综上所述,在线课程作业的知识类型随作业章节进度的推进呈现出由简单到复杂,由具体到抽象的趋势。在章节进度的初始阶段,作业以事实性、概念性知识为主。进入高级阶段,程序性知识与元认知知识的作业逐渐增加。作业认知维度随作业章节推进呈现出由基础到综合,由低阶到高阶的趋势。在章节进度的初始阶段,作业以记忆、理解认知维度为主,进入高级阶段,应用、分析、评价、创造等高阶认知维度的作业逐渐增加。同时,理工学科注重不同知识类型、认知维度在章节进度初始阶段的大量作业投入,哲学侧重于靠后的高级阶段,呈现出明显的学科差异。

五、结论与建议

(一)在线课程作业设计策略体现出明显的课程目标导向,存在作业设计对知识考查不足、对认知目标考察偏低的“裂痕”

在线课程作业设计策略注重与课程目标一致,但与部分课程目标的设定不完全匹配,存在实际作业设计与目标的偏差。作业对知识类型的考查与课程目标的要求基本一致,整体课程层面目标达成度为96%,对于认知维度的考查也与课程目标要求大体一致,整体作业数量层面认知维度目标达成度

为 82%。这表明, 课程目标在作业知识类型与认知维度设计中发挥了较强的导向作用。但实际的作业设计仍与课程目标不匹配。在课程层面, 多数课程目标对认知维度的要求集中于“低阶认知”, 75% 的课程存在作业认知维度“过载”, 主要集中于对高阶认知的考查, 反映了在线课程认知目标设置偏低的共性问题, 同时表明在线课程作业在认知维度存在对高阶认知水平考查的“过载”倾向; 62.5% 的课程存在对作业知识类型设计未达标的“低载”现象, 集中表现为作业对元认知知识和能力考查不足。原因可能为以下两点: 1) 在线课程作业题目类型主要为选择题, 形式单一, 较难实现对高阶认知水平以及元认知知识的考查; 2) 课程目标设计照搬传统线下课堂教学目标, 在目标设计层面没有合理地在线化, 导致其与作业设计的适配性有待提高。

(二) 在线课程作业设计策略呈现出学科异质性, 其中工学作业的题型、知识类型与认知维度设计更为全面

各学科领域在知识类型与认知维度作业设计中表现出不同的设计策略, 理工作业对知识类型及认知维度的考查更集中, 哲学倾向于均衡布局。其中工学注重对概念性、程序性知识在理解与应用认知维度的多方面考查, 侧重考查知识的建构与推广应用能力; 理学注重程序性、概念性知识在应用与分析认知维度的考查, 侧重考查知识的逻辑推理能力; 哲学注重对概念性知识在记忆维度的考查, 侧重考查知识的识记能力。同时, 理工学科习题数量明显多于哲学, 体现出理工学科作业设计注重学练一体的特点。工学在线课程作业涉及所有四种知识类型与六个认知维度, 明显多于其他学科, 且其对创造认知维度的考查多为编程题型, 题目类型更多样。相较于理学与哲学, 在线课程作业的设计在考查全面性上对工学明显有利, 原因可能是在线作业设计与批改的特点与工学作业注重符号表达的知识形式与侧重逻辑运算的认知特性更适配。

(三) 在线课程作业设计策略体现出学习者由浅入深的知识建构特点与循序渐进的认知规律, 理工学科作业注重前期投入, 哲学作业倾向后期发力

本研究由作业的章节进度切入, 提出量化作

业设计进程的方法, 探析作业知识类型与认知维度在章节进度上的分布规律和内在机制。随章节进度的推进, 在线课程作业的知识类型呈现出由简单、具体到复杂、抽象, 认知维度呈现出由低阶、基础到高阶、综合的趋势。这与布鲁纳的掌握学习理论以及奥苏贝尔的认知同化理论描述的学习过程一致, 即经历从新手到专家学习模式的转变。作业对知识类型与认知维度的考查也随此规律变化。这表明作业层次递进的设计策略具有一定的学习科学依据, 作业设计随课程进度为学习者搭建学习支架, 为其由浅入深地进行知识建构, 超越最近发展区进入下一阶段的学习提供循序渐进的引导。同时, 不同学科的知识特点也反映在随章节进度发展的作业设计策略之中, 理工学科注重在课程初始阶段强化掌握基础知识, 在此阶段设计大量作业资源。哲学注重在课程学习的高级阶段强化提升综合应用能力, 随课程进度推进逐渐增加作业资源投入。

依据上述结论, 在线课程作业的主要设计策略为明确的课程目标导向、差异化的学科特性、渐进的学习进度安排等。但在实际作业设计的实施过程中反映出作业设计与课程目标要求的部分不一致, 单一的作业形式无法满足多元的作业考查需求, 部分学科作业设计的全面性并未得以有效保障等不足, 本研究据此提出以下建议。

建议一: 应用课程系统思维, 强化课程目标对作业设计的导向作用

在线课程作业存在部分课程对课程目标要求的知识类型“低载”和认知维度“过载”问题。课程目标是课程教学实施的靶向指引, 是教学练测评各环节设计的纲领, 其划定教学的知识范围, 锚定教学的多元价值依循。同时, 课程目标兼顾对学习者学习状态的关注(刘献君, 2018)。作业作为反映学习状态的重要工具, 其设计策略制定应以课程目标为标尺, 贯彻目标的导向性作用。为强化课程目标对作业设计的导向作用: 1) 应立足课程视域, 将作业的功能价值与教学等同(毋丹丹等, 2022), 使作业设计策略直接响应课程目标要求, 而非将其作为教学的附属环节, 接收教学目标的间接传导, 提高作业设计的课程目标达成度。2) 加强对作业设计的系统思维, 将课程目标贯彻落实到作业设计

的各环节各要素中。作业目标设计应兼顾知识巩固与创新实践等多个方面,作业内容设计应做到知识训练与能力发展并重,注重内容的丰富性;作业形式设计应增强和提高作业的开放性与可协作性,注重作业形式的多元化;作业的结果应强调对课程目标的达成反馈,以此形成作业设计对课程目标一致性传导的完整链路。

建议二:引入前沿智能技术,赋能在线课程作业的多元化、差异化设计

目前在线课程作业设计存在作业形式封闭、题目类型单一,对元认知知识及高阶认知水平的考查不足,作业同质化程度高等问题,其原因是在线教育平台内嵌智能批改系统的技术短板和作业设计智能辅助工具缺位对作业设计的限制。为应对上述问题,本研究建议学习平台引入先进智能批改工具,实现作业形式的多元化,嵌入能够测评开放性、探究式、合作式作业的前沿智能技术,丰富在线课程作业的形式,确保课程目标的多元价值在作业设计中的贯彻落实。高等教育已有研究实现技术突破,实现智能批改系统对主观作业的测评(Liu et al., 2018),并付诸实践,尝试开发大学数学与物理在线作业智能批改系统并取得成效(胡玉才等, 2018; 杨勤民等, 2022);同时可以尝试依据不同课程目标对知识类型与认知维度的要求,借由智能工具差异化地辅助教师进行作业设计,将多元的作业形式作为拓展教师作业设计策略的有力抓手。

建议三:遵循知识特性与认知规律,兼顾作业设计的全面性与学科异质性

在线课程作业虽然在学科差异化设计方面对知识特性以及认知规律的遵循较好,但在考查的全面性上仍存在不足,理学、哲学作业的全面性相对于工学处于劣势。为应对上述问题,1)遵循学科知识特性与认知规律,坚持学科差异化的作业设计策略。从知识特性层面,在强调问题解决与逻辑推理的理工学科的授课初始阶段,可以设计更多的作业资源投入;在认知发展规律层面,有学者提出引入最近发展区及支架等认知理论,在实际学习情境中促进在线课程精准教学和在线深度学习(刘宁等, 2020; 刘哲雨等, 2022)。2)应在突出差异化的同时兼顾作业设计的全面性。在本研究框架下,作业设

计应先确保作业内容的知识类型、认知维度与课程目标的一致,在此基础上针学科差异选取适当的作业形式以确保对内容的完整考查,同时依据不同学科的认识规律随章节配置相应的作业资源以确保作业练测评效果的达成。

六、研究局限与展望

本研究基于学堂在线八门课程的作业数据,交叉分析知识类型和认知维度在课程目标达成度、作业章节进度、学科异质性方面的差异。我们发现,本研究在理论研究、数据样本、分析视角三方面均有一定的局限性。在基本理论研究方面,囿于直接讨论高等教育阶段作业设计的文献资料较少,本研究构建的分析框架的适用性和准确性还有待检验。在数据样本方面,研究所用样本课程仅涉及工学、理学和哲学三个学科,对学科异质性研究而言,其代表性有待提升;同时研究所用作业数据仅1440道题,据此得出的结论与发现仅可为后续研究提供参考。在分析视角方面,本研究以作业文本为研究对象,而对在线题库、智能批改技术赋能作业整体设计、及时反馈学习成效的技术特点及多元的在线应用场景关注较少。因此,在线课程作业的未来研究有待拓展研究视角,全面考量在线技术特点、场景应用特性与作业内容的耦合关系,提升在线作业设计策略研究的系统性、整体性。

值得指出的是,近年来,《教育信息化2.0行动计划》《中国教育现代化2035》等文件相继出台,反映了国家对在线教育、智慧教育的重视,教育信息化正在深入教与学的实际场景。从微观上看,在线课程作业设计策略的特征与问题,应该与我国当前线下课程并无大异。因此,在某种程度上我们可以认为,以技术助力教与学的质量提升、以教育信息化赋能未来教育体系这一目标的实现,仍需始于微观教学痛点问题的解决。

〔注释〕

① 完整课程名称为数据结构(下)。

② 完整课程名称为大学物理1(力学热学)。

③ 完整课程名称为微积分——极限理论与一元函数。

④ 一般将认知水平的“记忆、理解、应用”三个维度作为低阶认知水平,将“分析、评价、创造”三个维度作为高阶认知水平。

[参考文献]

- [1] Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. european legacy. https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=5c40e333748ea6d703ec610f2d9b93cb,site=xueshu_se.
- [2] Anderson, U., W. O., Krathwohl, R. D. (2001). Taxonomy of learning, teaching and assessing. undefined-undefined.
- [3] 陈肖庚, 王顶明(2013). MOOC 的发展历程与主要特征分析[J]. 现代教育技术, 23 (11): 5-10.
- [4] Fei, W., F., Qi, L., Enhong C., Zhenya H., Yuying C., Yu, Y., Zai, H., Shijin, W. (2020). Neural cognitive diagnosis for intelligent education systems. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34, 6153-6161. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i04.6080>.
- [5] 范连众, 孔凡哲(2017). 从关注学科知识转向关注核心素质的教科书的习题设计——基于对我国九个新版本初中数学教科书的调查[J]. 中小学教师培训, (10): 61-65.
- [6] 郭要红(2009). 有效作业的内涵与设计策略[J]. 中国教育学报, (6): 62-64.
- [7] 胡玉才, 汪静, 周丹(2018). 大学物理课程智能化在线作业系统的研究与实践[J]. 中国大学教学, (2): 43-46.
- [8] 黄梅, 宋乃庆(2009). 基于三维目标的教学目标设计[J]. 电化教育研究, (5): 99-103.
- [9] Jingjing, H., Chang M., Senbiao F., Zhihui D., Jason L., , Manli L.(2018). Analysis of MOOC learning rhythms. 1555-1562. <https://doi.org/10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00255>.
- [10] Karpicke, J. D., Roediger, H. L.(2007). Repeated retrieval during learning is the key to long-term retention[J]. Journal of Memory and Language, 57(2): 151-162.
- [11] 李曼丽(2013). MOOCs 的特征及其教学设计原理探析[J]. 清华大学教育研究, 34 (4): 13-21.
- [12] 李祥竹, 李刚(2022). “双减”背景下我国义务教育阶段作业设计优化路径研究[J]. 教育理论与实践, 42 (20): 3-7.
- [13] 李学书, 范国睿(2016). 作业减负的路径重建: 基于课程标准的设计[J]. 基础教育, 13 (1): 26-32.
- [14] 李学书, 黄复生(2014). 基于课程与教学目标的作业设计研究[J]. 基础教育, 11 (2): 80-86.
- [15] 刘辉, 李德显(2020). 理解作业: 知识分类视角下作业的审思与启示[J]. 当代教育科学, (2): 25-29.
- [16] 刘辉, 李德显(2022). 中小学作业设计变革: 目标确认、理念建构及实践路径[J]. 当代教育论坛, (1): 97-108.
- [17] 刘宁, 余胜泉(2020). 基于最近发展区的精准教学研究[J]. 电化教育研究, 41 (7): 77-85.
- [18] Liu, Q., Wu, R., Chen, E., Xu, G., Su, Y., Chen, Z., , Hu, G. (2018). Fuzzy cognitive diagnosis for modelling examinee performance. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST). https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=1j0b04g08a670080ew6t0j3087290679,site=xueshu_se,hitarticle=1.
- [19] 刘献君(2018). 论大学课程设计[J]. 高等教育研究, 39 (3): 51-57.
- [20] 刘哲雨, 刘畅, 许博宇(2022). 计划调节学习支架对在线深度学习的影响机制研究[J]. 电化教育研究, 43 (8): 77-84+100.
- [21] Liu, Q. (2021). Towards a new generation of cognitive diagnosis. Thirtieth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-21). http://www.researchgate.net/publication/353832615_Towards_a_New_Generation_of_Cognitive_Diagnosis.
- [22] 罗生全, 孟宪云(2021). 新时代中小学作业问题的再认识[J]. 人民教育, (Z1): 15-18.
- [23] Martin, A. J., Lazendic, G.(2018). Computer-adaptive testing: Implications for students' achievement, motivation, engagement, and subjective test experience[J]. Journal of Educational Psychology, 110(1): 27-45.
- [24] Piech, C., Spencer, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L., , Sohl-Dickstein, J. (2015). Deep knowledge tracing. ArXiv e-prints. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015arXiv150605908P>.
- [25] 秦磊华, 胡迪青, 谭志虎(2019). MOOC 教学设计的原则与策略[J]. 中国大学教学, (11): 18-23.
- [26] 盛群力, 褚献华(2004). 布卢姆认知目标分类修订的二维框架[J]. 课程. 教材. 教法, (9): 90-96.
- [27] 谭小熙(2021). 美国高校课程作业设计的框架与主要特征——以 Assignment Library 为例[J]. 外国教育研究, 48 (5): 70-83.
- [28] 王永固, 张庆(2014). MOOC: 特征与学习机制[J]. 教育研究, 35 (9): 112-120+133.
- [29] 王志军, 余新宇(2022). 在线课程设计与开发: 要素、理念模型与过程模型[J]. 开放教育研究, 28 (3): 81-92.
- [30] 毋丹丹, 黄爱华(2022). “双减”背景下义务教育阶段学科作业设计的五个关键[J]. 课程. 教材. 教法, 42 (6): 98-103.
- [31] 吴欣欣(2022). 核心素养背景下作业发展功能的实现[J]. 中学语文教学, (1): 4-8.
- [32] 杨九俊(2008). 新课程三维目标: 理解与落实[J]. 教育研究, (9): 40-46.
- [33] 杨勤民, 江志松(2022). 大学数学作业自动批改系统的设计与实践[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), (2): 76-83.
- [34] 杨瑞芳(2015). 基于布卢姆认知目标新分类学的高中化学教材习题研究 [硕士, 西北师范大学]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD, dbname=CMFD201602, filename=1015664225.nh, uniplatform=NZKPT, v=nalJ4Ew_s7nIYpdLSu9Pxo03big-aMgUKygE3x9CNuHqFaagMzGOBEa_2b29XoMK.
- [35] 袁文娟(2012). 基于布卢姆认知目标新分类的初中数学教科书习题研究 [硕士, 华东师范大学]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD, dbname=CMFD201401, filename=1012434971.nh, uniplatform=NZKPT, v=MfR5ti8CBb0BTIY6LR0ez4EsI_AONzZOBY74YD-ITIIhHc0tM7PT05kXf2MKWgTo.
- [36] 张海生(2021). 人工智能与教育深度融合发展: 逻辑、困境与策略[J]. 当代教育论坛, (2): 57-65.
- [37] 张济洲(2013). 中小学作业观: 特点、问题与走向[J]. 课程·教材·教法, 33 (7): 25-30.
- [38] 张玉柳, 赵波(2021). 深度学习视角下学习者模糊认知地图的构建与应用[J]. 现代教育技术, 31 (11): 37-45.

(编辑: 徐辉富)

Research on Strategies for Designing Online Course Assignments: Based on "Xuetangx" Course Samples

LIAO Zhengshan & LI Manli

(Institute of Education, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Assignment is an important tool to evaluate learners' learning effectiveness in online courses. Clarifying assignment design strategies is of great significance for promoting the quality construction of online education courses. This paper uses Bloom's taxonomy framework as a reference to label the knowledge types and cognitive dimensions of assignment context. Combined with a literature review, a three-dimensional DOS analysis framework based on the achievement of curriculum objectives, the design of chapter schedule, and the heterogeneity of discipline is constructed to conduct an in-depth analysis of online course assignment design strategies. The research finds that the online course assignment design strategy has obvious course goal orientation, follows the gradual learning rule, and presents typical disciplinary differences. The study points out that the current assignment design of online courses has : 1) a mismatch between assignment design and course objectives; 2) a lack of diversity in assignment formats; 3) insufficient comprehensiveness of some subject assignments. Based on the above discussions, we provide corresponding suggestions accordingly.

Key words: online courses; assignment design strategy; taxonomy of educational objectives; learning science

(上接第 38 页)

Three Fundamental Learning Theories and Educational Game Design

CAO Lu

(Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: After four decades of exploration, numerous studies have demonstrated the effectiveness of digital games in helping students learn knowledge and abilities. The current focus has gradually shifted from a "whether" question to a "how and why" question. That is, how to design educational games to support effective learning. Although there have been literature reviews on educational games in China, few studies discuss the development and change of the design of educational games from the perspective of learning theories. This paper analyzed and reviewed educational game design through the perspective of three fundamental learning theories: behaviorism, cognitivism, and constructivism. The design principles of the game mechanism and the game-based environment are further explored and discussed. Finally, the paper compares and contrasts the educational games oriented to different fundamental learning theories. Suggestions on how to design educational games underlying different learning theories to better support future education are also provided.

Key words: educational game; learning theories; game-based learning; learning sciences