

如何设计在线作业更能促进学习?

——基于57项实验与准实验研究的元分析

魏雪峰¹ 华丹云¹ 王晓笛¹ 王雪²

(1. 鲁东大学 教育学院, 山东烟台 264025; 2. 天津师范大学 教育学部, 天津 300387)

[摘要] 作业数字化转型是数智时代作业变革的趋势。相关研究认为,在线作业能提高学习效率、丰富学习资源和支持个性化学习。然而,如何设计在线作业更能促进学习,如何有效应用在线作业,仍有待探讨。本研究采用元分析方法,系统分析2010年以来国内外57项在线作业实验与准实验研究,发现在线作业对学习效果有中等程度的正向影响;学情诊断范畴、答题试错机制、即时反馈类型、错题管理方式等对学习效果的影响存在显著差异,不同个性化作业推荐模式对学习效果的影响差异不显著;在线作业在不同学段的应用各有优势,且效果没显著差异,但使用周期对学习效果的影响差异显著。本研究建议教师善用人工智能技术,提高作业个性化水平;重视诊断和即时反馈的作用,关注使用周期,优化个性化学习效能。

[关键词] 在线作业; 作业设计; 作业数字化; 学习效果; 元分析

[中图分类号] G423.07

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2025)05-0089-12

一、引言

作业是连接教师课堂教学和学生自主学习的重要桥梁,发挥着促进知识内化和能力提升的关键作用(骈扬等, 2023)。近年来,在线作业与人工智能、大数据、物联网等新兴技术结合,推动智能作业、智慧作业涌现,学情分析、个性化推荐、即时反馈等功能都得到极大改进(曹梅, 2020)。智能技术能够全面记录、跟踪、掌握和可视化学习者学习基础、学习行为、学习特点、学习效果和ari需求,评估学习者学习过程、发现潜在问题、预测未来表现,并针对性开展个性化干预和指导,促进有效学

习的发生(姜强等, 2016)。

目前在线作业已被广泛使用。研究者围绕在线作业对学习效果的影响开展了诸多实证研究,但结论不一。比如,有研究者利用系统性文献综述和元分析等方法,探讨在线作业对学习效果的影响,认为在线作业可以提高学生学习效果,对在线作业应持积极态度(Magalhães et al., 2020; Bishop et al., 2024)。本研究采用元分析方法,梳理已有在线作业教育应用效果的实证研究,探讨在线作业的设计方式和应用模式对学生学习效果的影响,为人工智能如何赋能作业设计与应用提供依据。

[收稿日期] 2025-04-19

[修回日期] 2025-06-20

[DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2025.05.010

[基金项目] 国家社会科学基金教育学一般课题“学习分析技术支持下的中小学个性化作业设计研究”(BCA220217)。

[作者简介] 魏雪峰, 博士, 教授, 博士生导师, 鲁东大学教育学院, 研究方向: 人工智能教育应用、学习分析(xuefengwei99@163.com); 华丹云, 硕士研究生, 鲁东大学教育学院, 研究方向: 人工智能教育应用; 王晓笛, 博士研究生, 鲁东大学教育学院, 研究方向: 人工智能教育应用; 王雪, 博士, 教授, 博士生导师, 天津师范大学教育学部, 研究方向: 人工智能教育应用。

[引用信息] 魏雪峰, 华丹云, 王晓笛, 王雪(2025). 如何设计在线作业更能促进学习? ——基于57项实验与准实验研究的元分析[J]. 开放教育研究, 31(5): 89-100.

二、文献综述

(一) 在线作业对学习效果的影响

研究者对在线作业的学习效果开展了大量实证研究,但结论不一。例如,弗拉托等(Fratto et al., 2016)选取财务会计入门课程,通过准实验方法比较在线作业和传统纸笔作业对学习成绩的影响。单因素方差分析结果显示,在线作业显著提高了学习成绩。法特米等(Fatemi et al., 2014)针对中级会计课程的研究结果显示,在线作业组学生的单选题得分高于传统纸笔作业组,但概念理解、批判性思维等多选题的得分低于传统纸笔作业组。马加良斯等(Magalhães et al., 2020)对 31 项实证研究进行系统性文献综述研究发现,24 项研究认为在线作业能提高学生学习效果,其中 9 项研究认为在线作业比传统作业更能促进学生学习,且 26 项研究鼓励使用在线作业。乔陆(2020)对 42 项实证研究进行元分析(合并效应值为 0.523)研究发现,与传统作业相比,在线作业能显著提高学习效果。比肖普等(Bishop et al., 2024)对 18 项实证研究进行元分析研究发现,在线作业可以提高学生学习效果(合并效应值为 0.06),但与传统作业相比,对学习效果的影响不显著。这些研究表明在线作业教育应用的巨大潜力和价值,但结论不一。

(二) 潜在调节变量

作业设计一般涉及作业目标、内容、形式、反馈等(廖正山, 2022)。不同的在线作业设计会影响作业质量和学习效果(李学书, 2016)。围绕作业设计要素,本研究通过梳理相关实验或准实验中在线作业的设计和应用,发现学科类别、学情诊断范畴、个性化作业推荐、答题试错机制、即时反馈类型、错题管理方式、学生学段、使用周期是影响在线作业能否提高学生学习效果的重要调节变量。

1. 学科类别

目前,在线作业已被广泛应用(Selvaraj et al., 2021),不同学科的作业内容选择与设计有所不同。自然科学类作业注重从应用与分析维度考察程序性知识和概念性知识,社会科学类作业注重从记忆认知维度考察概念性知识(廖正山, 2022)。不同作业内容会影响作业题型,与社会科学类开放式作业

相比,自然科学类作业更适合计算机智能评测,在线作业效果更好(Magalhães et al., 2020)。此外,在语言学习中,在线作业更侧重满足学生的听力和口语等技能练习需求,且能显著提升学习效果(周文娟, 2017)。然而,在线作业在不同学科的应用效果有无显著差异尚不明确。

2. 学情诊断范畴

在线作业的学情诊断已从最初的静态数据分析逐渐转向动态过程分析,从关注作业结果转向跟踪作业过程,并向智慧化迈进。在线作业的学情诊断一般涉及认知、行为和情感(Wei et al., 2021)。认知诊断是在线作业学情诊断初期的重点,主要包含知识点覆盖率、正确率、错题分布等数据指标(Kodippili, 2008)。随着人工智能、大数据、物联网等技术的发展,在线作业的学情诊断逐步拓展至对学习行为(Cunningham et al., 2011)、学习情感(Li, 2023)等多模态数据的诊断,即通过对多源数据的深度挖掘和智能分析,精准评估学生知识掌握情况,动态监测作业过程,揭示学习偏好,甚至捕捉学生情绪状态,为个性化学习提供科学依据。然而,多模态学情分析会因算法偏差加剧教育不公平,实时监控增加学习压力等,影响学习效果(Cukurova et al., 2020)。

3. 个性化作业推荐

推荐能有效缓解信息过载问题。在线作业推荐通过提供针对性作业,能显著提高学生的学习效率(Urdaneta et al., 2021)。在线作业推荐指依据一定的提取策略,检索作业题库后自动生成科目、章节、知识点、题型、难度系数、认知层次等内容(刘晓华, 2006)。围绕知识点学习的个性化推荐策略主要有两种:一是按照教学目标推荐,即围绕学习知识点,按照学生能力推荐不同难度、类型的作业(Fatemi et al., 2014);二是按照知识点结构推荐,即结合学科知识图谱,针对学生知识掌握薄弱点推荐作业(Fratto et al., 2016)。两种推荐方式各有优势。前者能紧密结合教学内容,覆盖多个知识点和能力要求,注重学生能力的全面培养和整体学习效果的达成,更适合复习总结和综合能力评估;后者更关注学生对具体知识点的掌握情况,提供精准化的补救和巩固练习,适合解决学习的个性化问题。目前,

学界尚不清楚两种推荐策略的学习效果是否存在显著差异。

4. 答题试错机制

答题试错机制指允许学生重复答题,即针对题目设置试错次数,这是在线作业有别于传统纸笔作业的重要特征。研究表明,在多次答题中提供即时反馈,可以帮助学生巩固知识并提高学习兴趣(Archer, 2018; Dona, 2024)。研究发现,相对于无限定次数答题机制,限定试错次数可以显著提高学生学习效果(MacKenzie, 2019)。但也有研究认为,答题试错机制会导致学生利用对错反馈功能,排除错误答案得出正确答案,出现偷懒行为,不深入思考,进而影响作业效果(Bonham et al., 2001)。因此,是否设定试错次数及如何设定有待深入探究。

5. 即时反馈类型

反馈对学习至关重要。在线作业的即时反馈可以提高学生的参与度,提升学习效果(Cavalcanti et al., 2021)。大量研究表明,不同反馈类型对学习效果存在显著差异(Cai et al., 2023)。依据内容的详略程度,反馈可分为证实性反馈和指导性反馈(胡定荣, 2013)。证实性反馈只告知答案正确与否,指导性反馈则增加对错误原因的剖析、解题方法优劣比较等。例如,斯莫林斯基等(Smolinsky et al., 2020)针对微积分课程设计在线作业平台,为学生提供正确或错误的反馈,但不提供任何解释,发现在线作业组和传统纸笔作业组学习效果没有显著差异。蔡周(Chua-Chow, 2011)针对商务统计课程设计的在线作业平台提供指导性反馈,即系统针对错误回答提供正确解答提示,帮助学生订正。该研究发现指导性反馈提高了学生的概念理解能力,培养了学生间交流讨论的学习习惯,显著提高了学习效果。因此,将不同反馈类型作为调节变量,探究在线作业对学习效果有无显著影响尤为重要。

6. 错题管理方式

错题管理理论认为学生学习过程中出现错误是正常的(刘儒德等, 2004),倡导积极对待错误,鼓励学生从错误中学习,避免再次犯错(Frese et al., 1988)。研究表明,错题管理不仅能提高学优生的学科素养,也有助于增加教师对学困生的辅导投入,促进教育公平(潘昆峰等, 2018)。在线作业中错题

管理主要有两种模式:一是收集作业错题,形成错题集(Serkan, 2022);二是分析学生作业中知识点掌握情况,形成薄弱知识点专项习题集(Wood, 2019)。错题管理是现有在线作业系统的普遍功能,然而少有研究关注哪类错题管理更有效。

7. 学生学段

不同年龄段学生认知发展特点存在显著差异(Abdivalyevna, 2024; Hobbiss, 2024),这会对在线作业的使用效果产生差异。例如,门迪奇诺等(Mendicino et al., 2009)在小学数学开展准实验研究,发现在线作业对提高小学生数学学习效果有积极作用;多德森(Dodson, 2014)以高中环境科学课程为例开展研究,同样发现在线作业可以提高高中生的科学学习效果;威廉姆斯(Williams, 2012)对大学教育统计学导论课程作业开展研究,发现在线作业对大学生学习效果的影响不显著。此外,有研究发现小学生、高中生的家庭作业与学习效果之间的关系比初中生更紧密(Fan et al., 2017)。因此,本研究将学段作为调节变量。

8. 使用周期

学生对在线作业形式及在线作业平台的适应是个渐进的过程(胡玉才等, 2018)。使用周期长短会影响学生对在线作业的接受程度。使用周期过短,可能学生无法适应,导致难以有效适应在线作业平台,从而影响在线作业的效果。此外,学习效果难以在短期内呈现显著变化(Magalhães et al., 2020)。因此,探讨合适的使用周期对发挥在线作业应有效果尤为重要。

本研究对在线作业展开元分析,检验在线作业对学习效果的影响,为在线作业设计提供建议,助力作业数字化变革。研究问题包括:

1)哪些设计要素(学科内容、学情诊断范畴、个性化作业推荐、答题试错机制、即时反馈类型、错题管理方式)更有助于提高学习效果?

2)何种应用方式(学生学段、使用周期)更有助于提高学习效果?

三、研究设计

本研究采用元分析方法探究在线作业对学生学习效果的影响。研究过程包含提出问题、检索

文献、筛选文献、编码文献、统计分析和报告结果等步骤(Glass, 1976)。

(一)文献检索

2010 年《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》提出,要大力发展远程教育,为学习者提供方便、灵活、个性化的学习条件(中华人民共和国教育部,2010)。此后,我国在线教育快速发展,出现了较多综合的、跨学科的在线作业系统、智慧作业平台等。因此,本研究通过中国知网、Google Scholar、Web of Science、EBSCOhost、Springer Link、Wiley、Elsevier 开展文献检索(英文检索词包括“web-based homework”“online homework”“automatic homework”“internet and homework”“digital homework”“smart homework”“intelligent homework”,中文检索词包括“在线作业”“网络作业”“数字作业”“智慧作业”“智能作业”),将时间跨度设定为 2010 年 1 月至 2025 年 1 月,共检索得到 21746 篇英文文献,2560 篇中文文献,并通过文献追踪等“滚雪球”方式,另获得 17 篇英文文献。

(二)文献纳入与排除标准

本研究根据元分析方法要求筛选文献,标准如下:1)选择以中文或英文发表的文献;2)采用实验或准实验研究方法,包含实验组(在线作业)和对照

组(传统纸笔作业);3)包含对学习效果的影响研究;4)包含可计算效应值的数据,如实验组和对照组的样本量 N 、均值 M 、标准差 SD 等;5)不包含重复文献,若期刊文章与作者硕博学位论文相似,则选择后者。纳入元分析的文献有 50 篇(其中中文文献 14 篇,英文 36 篇),实验总样本量为 16149 人,效应值为 57 个(见图 1)。

(三)文献编码

文献编码包含描述性变量和调节变量。描述性变量包括标题、作者信息、发表年份、样本量和实验结果。调节变量包括在线作业设计特征和应用特征。在线作业设计的调节变量包括学科类别(自然科学、社会科学)、学情诊断范畴(学习结果数据分析、学习结果数据+学习行为数据分析、多模态分析)、个性化作业推荐(按教学目标推荐、按学科知识点推荐)、答题试错机制(0 次、1~5 次、5 次以上)、即时反馈类型(证实性反馈、指导性反馈)、错题管理(错题集、专项训练题集)。应用方式调节变量包括学生学段(基础教育、高等教育)、使用周期(0~4 周、4~12 周和 12 周以上)。两位研究者独立完成编码,对编码结果不一致的文献,与第三名研究者讨论后确定编码结果,最终编码结果(部分)见表 1。

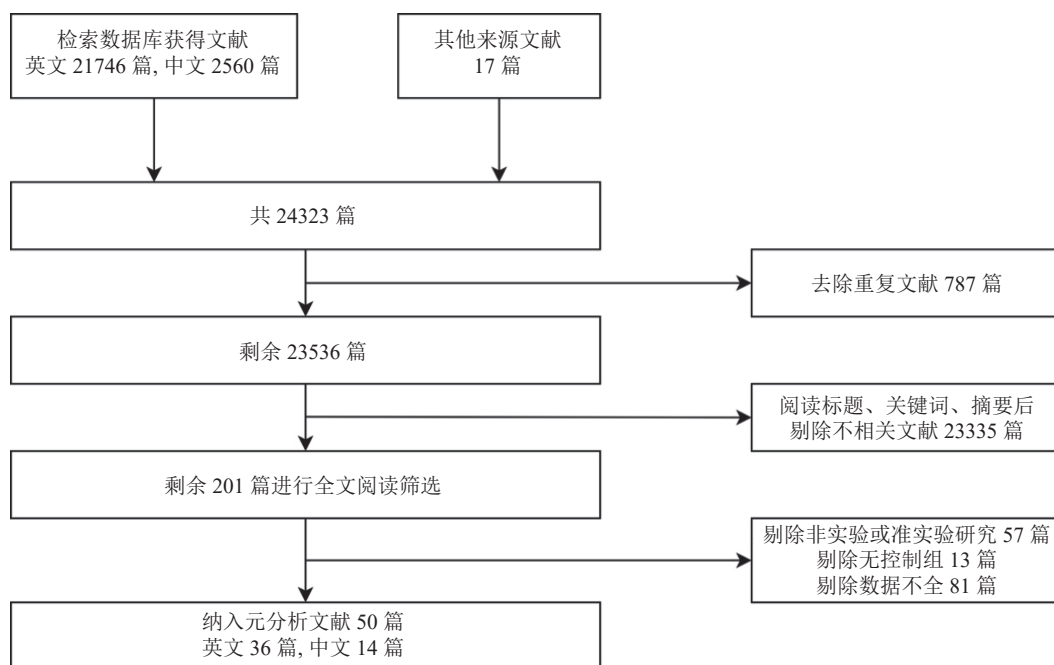


图 1 纳入和排除文献流程

表 1 文献编码信息(部分)

序号	作者 (年份)	学科 类别	学情诊断 范畴	个性化 作业推荐	答题试 错机制	即时 反馈 类型	错题管理 方式	学生学段	使用周期	实验组 样本量	对照组 样本量	效应值
1	Brewer & Becker (2010)	社会科学	多模态	按教学目标	5 次以上	证实性	错题集	高等教育	4~12 周	60	85	0.250
2	Chua-Chow et al.(2011)	社会科学	学习结果+ 学习行为	按教学目标	5 次以上	指导性	专项训练 题集	高等教育	4~12 周	621	580	0.335
3	Fatemi et al.(2014)	社会科学	学习结果	按教学目标	1~5 次	指导性	错题集	高等教育	4~12 周	46	28	-0.229
4	Serkan & Cigdem (2022)	社会科学	学习结果+ 学习行为	按知识点结构	5 次以上	指导性	专项训练 题集	高等教育	4~12 周	81	109	0.433
5	Wood & Bhute (2019)	自然科学	多模态	按教学目标	5 次以上	证实性	错题集	高等教育	12 周以上	49	29	-0.062
6	Maxwell et al. (2018)	社会科学	多模态	按教学目标	0 次	证实性	错题集	高等教育	4~12 周	230	84	0.018
7	Dodson (2014)	自然科学	学习结果+ 学习行为	按教学目标	0 次	指导性	错题集	基础教育	0~4 周	17	19	-0.115
8	吕婧(2017)	自然科学	学习结果+ 学习行为	按教学目标	0 次	指导性	错题集	基础教育	4~12 周	34	32	0.098
9	王致萱(2023)	自然科学	多模态	按教学目标	0 次	指导性	专项训练 题集	基础教育	4~12 周	50	50	0.260
10	许凤仪(2021)	社会科学	学习 结果	按教学目标	0 次	指导性	专项训练 题集	基础教育	4~12 周	30	30	0.014

四、研究发现

(一)发表偏倚检验与异质性检验

发表偏倚检验采用漏斗图、失安全系数法、Egger 线性回归检验和 Begg 秩相关检验方法。漏斗图中单个效应值基本对称分布在整体效应值左右两侧(见图 2),初步表明样本数据不存在发表偏差。失安全系数为 2981,大于 5n+10(n 为研究个数),Begg 秩相关检验结果为 $Z=0.489<1.96$, $p=0.625>0.05$, Egger 线性回归 $p=0.487>0.05$ 。这表明研究存

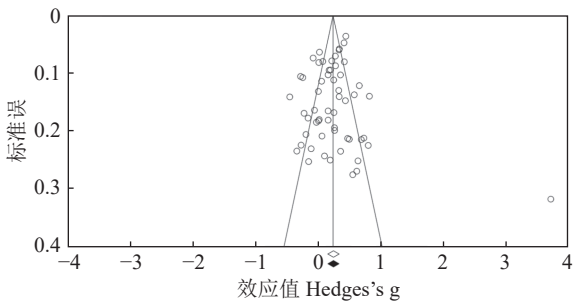


图 2 发表偏倚漏斗图

在发表偏差的可能性小,研究结论整体安全可靠。

异质性检验结果表明, Q 值为 399.713($p<0.001$),说明本研究异质性显著; I^2 值为 85.990,大于 75%,表明异质性较强,宜采用随机效应模型(Random Effects Model, REM)计算整体效应值(Higgins et al., 2003)。此外,异质性显著意味着在线作业对学习效果的影响可能存在调节变量,有必要开展调节效应检验与分析。

(二)在线作业对学生学习的整体影响

本研究采用随机效应模型探讨在线作业形式对学习的影响(即整体效应分析)。由于纳入分析的部分实验样本量小,本研究统一将 Hedge's g(简称 g 值)作为效应值指标(郑昊敏等, 2011)。57 项研究合并效应值 $g=0.232$, 95% 置信区间为 [0.151, 0.313], 不包括 0, $p<0.001$, 达到统计学显著水平(见表 2)。这表明在线作业在中等效应程度上对学习效果有正向显著影响(Cohen, 1992)。因此,从整体上看,在线作业在一定程度上能够促进学生学习。

(三)不同调节变量对学生学习的影响

研究结果表明,在线作业对不同学科学习效果的影响不存在显著差异。本研究将学科特征分自然科学(物理、化学、数学、STEM等)和社会科学(经济、会计、统计等)。总体上,组间效应值 $Q_B=0.937, p>0.05$,说明在线作业对不同学科学习效果的影响差异不显著。自然科学的效应值为0.284,社会科学的效应值为0.199,且两者的p值均小于0.001,说明在线作业能提高学习效果(见表3)。

在学情诊断方面,不同诊断范畴对学生学习效果的影响存在显著差异,组间效应分析 $Q_B=8.513, p=0.014<0.05$ 。其中,仅对学习结果进行诊断分析,

效应值为0.087,且p值为0.239,表明影响效果不显著。将学习结果与学习行为结合($g=0.375, p<0.001$),显示出中等程度的正向影响。多模态学情诊断($g=0.191, p<0.001$)对学习效果有较小程度的影响。可见,学习结果和学习行为结合的学情诊断效应值最大,其次是多模态学情诊断。

在个性化作业推荐方面,按教学目标推荐g值为0.194,且 $p<0.001$;按知识结构推荐g值为0.414,且 $p<0.05$ 。这说明两种推荐方式均对个性化学习有正向影响。组间效应分析结果 $Q_B=1.567, p=0.211>0.05$,说明两种推荐类型对学生个性化学习效果不存在显著差异。

表 2 在线作业对学生学习的整体影响效果检验

效应模型	研究数	合并效应值(Hedges's g)	95% 置信区间		双尾检验		异质性检验			
			下限	上限	Z	p	Q 值	df	p	I ²
随机效应模型(REM)	57	0.232	0.151	0.313	5.613	0.000	399.713	56	***	85.990

注:***表示p<0.001。

表 3 不同调节变量的效应检验

调节变量		效应数	效应值(Hedges's g)	95% 置信区间		异质性检验(I ²)	双尾检验		组间效应
				下限	上限		Z	p	
学科类别	社会科学	31	0.199	0.099	0.299	83.446	3.902	***	$Q_B=0.937$ ($p=0.333$)
	自然科学	26	0.284	0.145	0.422	88.540	4.013	***	
学情诊断范畴	多模态	16	0.191	0.102	0.280	54.481	4.200	***	$Q_B=8.513$ ($p=0.014$)
	学习结果+学习行为	22	0.375	0.238	0.512	90.930	5.381	***	
	学习结果	19	0.087	-0.058	0.233	75.348	1.179	0.239	
个性化作业推荐	按教学目标推荐	42	0.194	0.115	0.274	82.177	4.788	***	$Q_B=1.567$ ($p=0.211$)
	按知识结构推荐	14	0.414	0.079	0.750	91.712	2.420	*	
答题试错机制	0 次	22	0.094	-0.004	0.192	67.892	1.883	0.060	$Q_B=8.583$ ($p=0.014$)
	1~5 次	17	0.317	0.180	0.453	79.466	4.551	***	
	5 次以上	17	0.303	0.127	0.479	90.780	3.366	**	
即时反馈类型	证实性反馈	16	0.027	-0.089	0.143	75.997	0.457	0.648	$Q_B=14.544$ ($p=0.000$)
	指导性反馈	40	0.318	0.223	0.413	85.095	6.565	***	
错题管理方式	错题集	31	0.144	0.05	0.239	74.037	3.005	**	$Q_B=4.766$ ($p=0.029$)
	专项训练题集	24	0.328	0.193	0.464	89.990	4.745	***	
学生学段	基础教育	15	0.327	0.172	0.482	60.140	4.126	***	$Q_B=1.769$ ($p=0.183$)
	高等教育	42	0.204	0.110	0.297	88.754	4.265	***	
使用周期	0~4 周	10	0.035	-0.142	0.213	57.079	0.389	0.697	$Q_B=6.905$ ($p=0.032$)
	4~12 周	30	0.304	0.203	0.404	87.219	5.942	***	
	12 周以上	17	0.191	0.021	0.361	84.553	2.198	*	

注:*表示p<0.05;**表示p<0.01;***表示p<0.001。

在线作业的答题试错机制分 0 次、1~5 次、5 次以上。组间效应 $Q_B=8.583$, $p<0.05$, 说明在不同试错次数的机制下, 在线作业对学习效果的影响差异有统计学意义。没有试错次数的效应值最小, 且检验结果不显著($g=0.094$, $p>0.05$); 有试错次数的效应值达到中等效应, 且检验结果显著(1~5 次 $g=0.317$, $p<0.001$; 5 次以上 $g=0.303$, $p<0.01$), 其中 1~5 次的效应值为 0.317, 大于 5 次以上的效应值 0.303。这说明 1~5 次试错对学习效果影响更好。

在线作业的反馈形式分为证实性反馈和指导性反馈两类, 组间效应 $Q_B=14.544$, $p<0.001$, 说明在不同反馈形式下, 在线作业对学习效果的影响有显著差异, 指导性反馈更有助于提升学生的学习效果。其中, 指导性反馈($g=0.318$, $p<0.001$)的效应值为中等效应且显著, 表明提供指导性反馈的在线作业能提高学生的学习效果。证实性反馈($g=0.027$, $p>0.05$)的效应值为小效应且不显著, 表明提供证实性反馈的在线作业对学习效果的影响差异不显著。

错题管理方面, 错题集 g 值为 0.144, $p<0.01$; 专项训练题集 g 值为 0.328, $p<0.001$, 表明两种干预方式对学生学习起到中等程度的正向促进作用。组间效应分析结果 $Q_B=4.766$, $p=0.029<0.05$, 说明在线作业的错题管理方式对学生学习存在显著差异, 专项训练题集的干预效果显著优于错题集。

学生学段方面, 基础教育的效应值大于高等教育, 但组间效应 $Q_B=1.769$, $p=0.183>0.05$, 表明效应值在不同学段之间不存在显著差异, 即在线作业对高等教育、基础教育学段学生学习效果影响稳定, 学段之间不存在显著差异。在线作业对高等教育($g=0.204$, $p<0.001$)、基础教育($g=0.327$, $p<0.001$)的影响效果均属中等程度, 且达到显著水平, 表明在线作业能提高不同学段学生的学习效果。

在线作业的使用周期分 0~4 周、4~12 周和 12 周以上。数据显示, 组间效应 $Q_B=6.905$, $p<0.05$, 说明不同周期的在线作业对个性化学习的影响存在显著差异。其中, 0~4 周($g=0.035$, $p>0.05$)对学生学习效果影响不显著; 4~12 周($g=0.304$, $p<0.001$)和 12 周以上($g=0.191$, $p<0.05$)效应值为中等效应, 且两者均达到显著水平, 说明 4 周以上的在线作业对学生学习有中等程度的影响, 且 4~12 周的干预

效果最好。

五、结论与讨论

(一) 结论

本研究得到以下结论: 1) 在线作业对学生学习有中等程度的正向影响; 2) 使用周期、学情诊断范畴、答题试错机制、即时反馈类型和错题管理方式对学习效果具有调节效应, 但学科类别、个性化作业推荐模式和学生学段等变量不存在调节效应。上述结论证实了在线作业应用的积极效果, 揭示了不同调节变量的具体作用, 为在线作业的设计及应用提供了依据。

(二) 讨论

1. 在线作业对学习效果的影响

本研究证实了在线作业对学生学习效果的促进作用。主效应检验结果显示, 总效应值为 0.232, 且达到显著水平, 表明整体上在线作业对学生学习有中等程度的正向影响, 这与已有研究结论 (Murphy et al., 2020; Balta et al., 2018) 一致。从元分析结果看, 首先, 在线作业平台可以根据学生学习数据进行学情诊断, 形成学习者画像, 并根据学生特征智能化推送作业, 实施个性化作业和教学 (张治, 2021)。其次, 在线作业的即时反馈和评价功能能纠正学生的学习偏差, 减少错误概念的记忆沉积时间, 避免传统纸笔作业反馈信息延迟等问题 (曾杰, 2009), 有助于学生了解自身学习情况, 针对性地弥补学习短板。再次, 在线作业丰富多样的学习资源和灵活的场景, 可以满足学生多样化的学习兴趣与需求, 促使其保持学习积极性与学习兴趣 (Akmalovna, 2024)。此外, 有研究指出, 作为“数字土著”的学生不抵触在线作业, 能熟练使用在线作业软件满足个性化作业需求 (Jonsdottir et al., 2017)。

2. 调节变量对学习效果的影响

从学科类别看, 在线作业能提高不同学科的学习效果, 但在设计时需要根据学科特点优化内容和形式。自然科学知识点明确、学习内容结构清晰, 在线作业可以提供多样化的练习题型和即时反馈 (杨勤民, 2022), 利用动态演示或交互式模型帮助学生理解复杂概念。社会科学注重阅读理解、深度分析和开放性表达, 在线作业可以提供多样且丰

富的阅读资源、情境化学习方式、在线讨论平台等, 促进学生批判性地思考和表达(Carter et al., 2024; Soyer et al., 2024)。此外, 在线作业能提供一定的实践方式, 满足不同学科的技能练习需求, 如提供实验模拟(张学军等, 2014)、对话模拟(秦一丹等, 2023)等。因此, 在线作业设计需结合学科特点与学生练习需求开展设计; 智慧作业平台可针对学科和作业类型开发差异化系统。

在学情诊断方面, 不同诊断范畴对学生学习效果影响的差异显著。研究表明, 学习结果+学习行为诊断对学生个性化学习的影响最显著, 因为它不仅反映了学生的学习成果, 还能追踪学生的学习过程和行为模式。学生基于学习结果和学习行为的数据反馈, 可以自我监控和及时调整学习策略, 有助于提升元认知能力, 从而实现深度学习(Al-Othman, 2024)。相比之下, 单纯依赖学习结果诊断往往无法全面揭示学生的学习动态, 学生难以针对性地加以调整, 对学习效果的促进作用有限。诺奥兹等(Noroozi et al., 2020)组合认知、动机、情感诊断, 使用多模态数据分析学生学习过程, 以全面了解学生学习。但本研究发现, 多模态学情分析对学习效果的影响不如学习结果+学习行为分析。原因可能在于: 一是多模态数据因模式增多和异质性增强, 会大幅增加算法复杂度, 导致数据分析困难(Sharma, 2020); 二是多模态数据采集可能影响学生学习注意力、产生道德伦理问题(Gupta et al., 2024)。因此, 本研究建议在学情诊断系统中构建双维诊断框架, 建立学科知识图谱与错题数据库, 记录响应时间、修改次数、求助频率等指标, 对学习结果和学习行为等核心学习数据进行诊断分析, 还可酌情引入语音、表情识别等智能分析技术, 增强诊断的全面性和精准度。

在个性化作业推荐方面, 无论是按照教学目标还是按照学科知识点结构推荐对学生的学习效果均有显著正向影响, 且差异不显著。数字化时代, 个性化学习资源推荐对改善学习体验和提高学习效果的影响不容忽视(Liu, 2024), 考虑学科知识的前后关系、选择关键节点布置作业可以实现精准设计作业, 在减少作业总量的同时提高作业的针对性和有效性(骅扬等, 2023)。按教学目标推荐作业

更适合在课程框架内确保学生达到预定的学习目标, 尤其适合进度较快或具备一定基础的学生。据此, 本研究建议开发双引擎推荐系统, 结合基于课程标准的教学目标匹配引擎和基于认知发展的知识结构关联引擎, 通过动态权重分配机制, 根据学习者特征自动调整推荐策略; 基于知识掌握程度、认知风格、行为模式等构建学习者画像, 实现精准化、个性化作业推荐。

在试错次数方面, 设置 1~5 次的答题试错次数, 学习效果最佳。学生的学习效果与作业行为投入显著相关, 即作业行为投入越高, 学习效果越好。从试错次数看, 具备试错次数功能的在线作业一定程度上增加了学生的学习投入行为, 有助于提高学生学习效果。李爽等(2016)发现, 专注完成作业、尽早提交作业、为获得满意的成绩而多次提交最好版本的作业等指标, 体现了学生在完成作业过程中的主动与努力。另外, 在线作业平台允许学生重复修改答案, 有利于学生理解所学知识(Dorko, 2020)。但试错次数并非越多越好, 本研究发现试错次数 5 次以上的效果不如 1~5 次。这与已有研究结论(Kortemeyer, 2015; Bowman et al., 2014)一致。因此, 在线作业设计应充分发挥人工智能优势, 根据题目难度动态设置 1~5 次试错机会。

在即时反馈类型方面, 详细的指导性反馈优于证实性反馈。在线作业的证实性反馈对学习效果的影响未达到统计学显著效应; 指导性反馈对提升学生学习效果达中等促进效应, 且达到统计学意义上的显著水平。与证实性反馈相比, 指导性反馈更有助于激发学生积极情绪。王雪等(2021)研究发现, 积极的学业情绪能引导学生更多注意反馈材料, 加强认知加工, 增强知识理解, 提高作业效果。因此, 在线作业设计应重视试错—反馈的联动效应, 包括在试错机制的基础上, 提供及时的错因分析、关联知识点和阶梯式解题指导等指导性反馈, 帮助学生及时修正错误认知, 提高学习效果; 设置“求助阈值”, 在必要时触发教师介入机制, 以提供针对性指导。此外, 在线作业的即时反馈功能应与课堂教学紧密结合, 助力“培优辅差”, 促进学生个性化发展。

在错题管理方面, 错题集练习和知识点专项练

习能提高学生的学习效果,但知识点专项练习效果更好。错题集可以帮助学生回顾错误类型,但应关注背后的薄弱知识点,通过错题累计情况了解学生知识掌握程度(董俊娟, 2022)。因此,在线作业错题管理可通过错题筛选学生薄弱知识点,并提供专项练习。原因在于,学生在重做错题时容易依赖记忆完成而非重新梳理解题过程,不足以促进学生对知识的掌握。相比之下,薄弱知识点专项练习更有效,它能引导学生分析和理解出错的原因,并通过系统性练习弥补薄弱环节,比如通过变换题型和情境,锻炼学生灵活运用知识的能力;又如提供针对性练习使学生掌握相关知识点,避免再次出错。

在学生学段方面,在线作业对高等教育和基础教育阶段学生的学习均有促进作用,且无明显差异。基础教育阶段学生抽象思维能力和逻辑思维能力尚需发展,在线作业可以将抽象知识具像化,直观呈现复杂问题,帮助学生加深对知识的理解,提高个性化学习效果,但学生自控能力不足,完成在线作业易受社交媒体、游戏和其他娱乐内容的干扰(Simsir, 2024)。高等教育阶段学生时间相对分散,在线作业便于自主学习,提高学习的灵活性与便利性(Zhu et al., 2024)。因此,在线作业在基础教育和高等教育各有优势,效果无显著差异。

就使用周期而言,组间差异显著,这表明使用周期对在线作业学习效果影响不同。依据效应值排列大小,干预效果呈倒 U 型曲线,4 周以内效应值呈负值,4~12 周效果最好,12 周以上效应值减弱。原因可能是短时间内,学生对在线作业平台功能不熟悉、输入方法不熟练、不太情愿使用(胡玉才等, 2018)。随着学生对功能的熟悉,在线作业凭借方式的新颖性和即时反馈能激发学生学习的积极性、参与度与学习动机(Metwally et al., 2024),但随着学生使用频次增多,新颖效应逐渐减弱(Jeno et al., 2019)。此外,长期使用在线作业可能会使学生过度依赖智能反馈功能,削弱其自主解决问题和批判性思维能力(Kortemeyer, 2024)。因此,教师需关注在线作业的使用周期,将在线作业与传统作业相结合,灵活切换作业形式,提高学生的作业积极性和完成效果,避免因单一作业模式导致的倦怠感;将在线作业整合到 4~12 周的中短期课程中,确保

最佳应用效果。

(三)不足与展望

不足之处在于:第一,未能探讨学生个体差异,如学习动机、先验知识水平等对学习效果的影响;第二,限于样本数据,未能深入剖析不同在线作业类型对学习效果的影响。未来研究可从以下方面深化:一是探讨在线作业对不同学习者的影响,如学习者情感和认知如何影响在线作业应用效果;二是深入剖析在线作业类型对学习效果的影响,如习题类和模拟操作类在线作业的学习效果差异;三是分析在线作业对学生学习表现的影响及其作用机理,为在线作业的设计与应用提供参考。

[参考文献]

- [1] Abdivalyevna, A. N., & Farmonova, E. (2024). Characteristics of the development of cognitive processes in primary school students[J]. *International Journal of Advance Scientific Research*, 4(3): 35-39.
- [2] Akmalovna, Z. A. (2024). "Online homework" as an innovative technology for teaching a foreign language[J]. *Golden Brain*, 2(8): 126-128.
- [3] Al-Othman, M., & Abdul-Aziz, A. (2024). EFL students develop cognitive and metacognitive self-regulated writing strategies using automated feedback: A case study[J]. *Theory & Practice in Language Studies (TPLS)*, 14(5): 1525-1536.
- [4] Archer, K. K. (2018). Do multiple homework attempts increase student learning? A quantitative study[J]. *The American Economist*, 63(2): 260-269.
- [5] Balta, N., Perera-Rodríguez, V. H., & Hervás-Gómez, C. (2018). Using socrative as an online homework platform to increase students' exam scores[J]. *Education and Information Technologies*, 23: 837-850.
- [6] Bishop, R., Best, T., & Horsley, M. (2024). Comparison of academic achievement between online vs traditional homework: A meta-analysis[J]. *E-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, 18(1): 8-20.
- [7] Bonham, S., Beichner, R., & Deardorff, D. (2001). Online homework: Does it make a difference?[J]. *The Physics Teacher*, 39(5): 293-296.
- [8] Bowman, C. R., Gulacar, O., & King, D. B. (2014). Predicting student success via online homework usage[J]. *Journal of Learning Design*, 7(2): 47-61.
- [9] Brewer, D. S., & Becker, K. (2010). Online homework effectiveness for underprepared and repeating college algebra students[J]. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(4): 353-

371.

[10] Cai, Z., Gui, Y., Mao, P., Wang, Z., Hao, X., Fan, X., & Tai, R. H. (2023). The effect of feedback on academic achievement in technology-rich learning environments (TREs): A meta-analytic review[J]. *Educational Research Review*, 39; 100521.

[11] 曹梅, 宋昀桦(2020). 在线作业的用户体验及其影响因素研究——兼论对在线作业推广应用的反思 [J]. *现代教育技术*, 30(2): 79-84.

[12] Carter, A., Dixon, D., & Li, X. (2024). Literary discussions in the modern classroom: Online and in-person implementation strategies[J]. *International Journal of Technology in Education and Science*, 8(1): 152-163.

[13] Cavalcanti, A. P., Barbosa, A., Carvalho, R., Freitas, F., Tsai, Y. S., Gašević, D., & Mello, R. F. (2021). Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review[J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2; 100027.

[14] Chua-Chow, C., Chauncey, C. A., & McKessock, D. (2011). Enhancing the study of business statistics with an e-homework system[J]. *Journal of Education and Vocational Research*, 1(3): 96-105.

[15] Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology: A power primer[J]. *Psychol. Bull.*, 112: 1155-1159.

[16] Cukurova, M., Giannakos, M., & Martinez-Maldonado, R. (2020). The promise and challenges of multimodal learning analytics[J]. *British Journal of Educational Technology*, 51(5): 1441-1449.

[17] Cunningham, A. W., Dias, O., & Angulo, N. (2011). Math is not a spectator sport: The effect of online homework-completion tutoring on community college remedial mathematics performance[J]. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2(2): 59-65.

[18] Dodson, J. R. (2014). The impact of online homework on class productivity[J]. *Science Education International*, 25(4): 354-371.

[19] Dona, G., & Zamarripa, R. (2024). Do unlimited homework attempts improve student learning outcomes? Evidence across sociodemographic backgrounds[J/OL]. [2024-12-23]. <https://ssrn.com/abstract=4980344>.

[20] 董俊娟(2022). 聚焦育人方式改革的高中作业设计 [J]. *中小学管理*, (7): 50-52.

[21] Dorko, A. (2020). Red X's and green checks: Model of how students engage with online homework[J]. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(3): 446-474.

[22] Fan, H., Xu, J., Cai, Z., He, J., & Fan, X. (2017). Homework and students' achievement in math and science: A 30-year meta-analysis, 1986-2015[J]. *Educational Research Review*, 20: 35-54.

[23] Fatemi, D. J., Marquis, L., & Wasan, S. (2014). Student performance in intermediate accounting: A comparison of the effectiveness of online and manual homework assignments[J]. *The Accounting Educators' Journal*, 24: 1-19.

[24] Fratto, V., Sava, M. G., & Krivacek, G. J. (2016). The impact

of an online homework management system on student performance and course satisfaction in introductory financial accounting[J]. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 12(3): 76-87.

[25] Frese, M., Albrecht, K., Altmann, A., Lang, J., Papstein, P. V., Peyerl, R., & Wendel, R. (1988). The effects of an active development of the mental model in the training process: Experimental results in a word processing system[J]. *Behaviour & Information Technology*, 7(3): 295-304.

[26] Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research[J]. *Educational researcher*, 5(10): 3-8.

[27] Gupta, S., Kumar, P., & Tekchandani, R. (2024). Artificial intelligence based cognitive state prediction in an e-learning environment using multimodal data[J]. *Multimedia Tools and Applications*, 83(24): 64467-64498.

[28] Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses[J]. *British Medical Journal*, 327(7414): 557-560.

[29] Hobbiss, M. H., & Lavie, N. (2024). Sustained selective attention in adolescence: Cognitive development and predictors of distractibility at school[J]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 238: 105784.

[30] 胡定荣(2013). 课堂反馈的学习理论视角与综合分类 [J]. *上海教育科研*, (3): 57-60.

[31] 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.

[32] Jenö, L. M., Vandvik, V., Eliassen, S., & Grytnes, J. A. (2019). Testing the novelty effect of an m-learning tool on internalization and achievement: A self-determination theory approach[J]. *Computers & Education*, 128: 398-413.

[33] 姜强, 赵蔚, 李松, 王朋娇(2016). 个性化自适应学习研究——大数据时代数字化学习的新常态 [J]. *中国电化教育*, (2): 25-32.

[34] Jonsdottir, A. H., Bjornsdottir, A., & Stefansson, G. (2017). Difference in learning among students doing pen-and-paper homework compared to web-based homework in an introductory statistics course[J]. *Journal of Statistics Education*, 25(1): 12-20.

[35] Kodippili, A., & Senaratne, D. (2008). Is computer-generated interactive mathematics homework more effective than traditional instructor-graded homework?[J]. *British Journal of Educational Technology*, 39(5): 928-932.

[36] Kortemeyer, G., & Bauer, W. (2024). Cheat sites and artificial intelligence usage in online introductory physics courses: What is the extent and what effect does it have on assessments?[J]. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1): 010145.

[37] Kortemeyer, G. (2015). An empirical study of the effect of granting multiple tries for online homework[J]. *American Journal of Physics*, 83(7): 646-653.

[38] Li, R. (2023). An empirical approach to the utilization of affective decision tree models in smart teaching[M]. Amsterdam: Modern

Management Based on Big Data IV. IOS Press; 30-45.

[39] 李爽, 王增贤, 喻忱, 宗阳(2016). 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, 22(2): 77-88.

[40] 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.

[41] 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.

[42] Liu, X. (2024). Construction of a personalized recommendation service model for online learning resources[J]. Advances in Computer, Signals and Systems, 8(4): 128-137.

[43] 刘晓华, 刘建舟(2006). 智能化网络作业系统的设计与实现 [J]. 现代远程教育, (3): 54-56.

[44] 刘儒德, 江涛, 李云芳(2004). 高一学生的错题管理行为 [J]. 心理发展与教育, (1): 54-58.

[45] 吕婧(2017). 在线作业平台在小学高年级数学中的应用研究 [D]. 天津: 天津师范大学: 27-34.

[46] MacKenzie, L. M. (2019). Improving learning outcomes: Unlimited vs. limited attempts and time for supplemental interactive online learning activities[J]. Journal of Curriculum and Teaching, 8(4): 36-45.

[47] Magalhães, P., Ferreira, D., Cunha, J., & Rosário, P. (2020). Online vs traditional homework: A systematic review on the benefits to students' performance[J]. Computers & Education, 152: 103869.

[48] Maxwell, P., Smoker, K., & Stites-Doe, S. (2018). Does the homework format really matter? The impact of homework format and learning style on accounting students' learning engagement and academic achievement[J]. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 27(3): 343-366.

[49] Mendicino, M., Razzaq, L., & Heffernan, N. T. (2009). A comparison of traditional homework to computer-supported homework [J]. Journal of Research on Technology in Education, 41(3): 331-359.

[50] Metwally, A. H. S., Huang, R., Palomino, P. T., & Yousef, A. M. F. (2024). The effect of micro gamified online homework on gameful experience, intrinsic motivation, engagement, and cognitive load[J]. Education and Information Technologies; 1-35.

[51] Murphy, R., Roschelle, J., Feng, M., & Mason, C. A. (2020). Investigating efficacy, moderators and mediators for an online mathematics homework intervention[J]. Journal of Research on Educational Effectiveness, 13(2): 235-270.

[52] Noroozi, O., Pijera-Díaz, H. J., Sobocinski, M., Dindar, M., Järvelä, S., & Kirschner, P. A. (2020). Multimodal data indicators for capturing cognitive, motivational, and emotional learning processes: A systematic literature review[J]. Education and Information Technologies, 25: 5499-5547.

[53] 潘昆峰, 丁慧, 李宛豫(2018). “错误管理”与中学生 STEM 学科的学业表现: 来自物理课堂随机试验的证据 [J]. 教育学术月刊, (5): 104-111.

[54] 骈扬, 余胜泉, 李晟(2023). 基于认知诊断的有效作业精准化

设计 [J]. 中国远程教育, 43(8): 13-24.

[55] 乔陆, 范会勇(2020). 网络家庭作业与传统家庭作业学习效果差异元分析 [J]. 开放教育研究, 26(1): 100-110.

[56] 秦一丹, 李晨, 景月坤(2023). “双减”背景下高中英语单元整体作业设计探究 [J]. 中国教育学报, (S2): 101-103.

[57] Selvaraj, A., Radhin, V., Nithin, K. A., Benson, N., & Mathew, A. J. (2021). Effect of pandemic based online education on teaching and learning system[J]. International Journal of Educational Development, 85: 102444.

[58] Serkan, G., & Cigdem, H. (2022). Formative quizzes in the learning of sensors and transducers: Online vs. paper based[J]. Computer Applications in Engineering Education, 30(6): 1919-1930.

[59] Sharma, K., & Giannakos, M. (2020). Multimodal data capabilities for learning: What can multimodal data tell us about learning?[J]. British Journal of Educational Technology, 51(5): 1450-1484.

[60] Simsir-Gokalp, Z., & Akyurek, M. I. (2024). Self-control and problematic social media use: A meta-analysis[J]. Journal of Education in Science, Environment and Health, 10(3): 199-215.

[61] Smolinsky, L., Marx, B. D., Olafsson, G., & Ma, Y. A. (2020). Computer-based and paper-and-pencil tests: A study in calculus for STEM majors[J]. Journal of Educational Computing Research, 58(7): 1256-1278.

[62] Soyer, M., Yigit, M. F., Ziyank, S., Kasu, B. B., Thurston, T., & Suggs, J. (2024). Enhancing student learning through #digital-powerups, "pushed me to be creative": Student discussions in environmental sociology course[J]. Research in Social Sciences and Technology, 9(1): 1-30.

[63] Urdaneta-Ponte, M. C., Mendez-Zorrilla, A., & Oleagordia-Ruiz, I. (2021). Recommendation systems for education: Systematic review[J]. Electronics, 10(14): 1611.

[64] 王玟萱(2023). 基于智慧作业的农村寄宿制学生课后自主学习能力提升实践研究 [D]. 南昌: 南昌大学: 43-48.

[65] 王雪, 高泽红, 徐文文, 张蕾(2021). 反馈的情绪设计对视频学习的影响机制研究 [J]. 电化教育研究, 42(3): 69-74.

[66] Wei, X., Saab, N., & Admiraal, W. (2021). Assessment of cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in massive open online courses: A systematic literature review[J]. Computers & Education, 163: 104097.

[67] Williams, A. (2012). Online homework vs. traditional homework: Statistics anxiety and self-efficacy in an educational statistics course[J]. Technology Innovations in Statistics Education, 6(1): 1-19.

[68] Wood, P. M., & Bhute, V. (2019). Exploring student perception toward online homework and comparison with paper homework in an introductory probability course[J]. Journal of College Science Teaching, 48(5): 68-75.

[69] 许凤仪(2021). 在线作业平台在初中英语教学中的应用有效性研究 [D]. 武汉: 华中师范大学: 21-26.

[70] 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.

[71] 曾杰(2009). 在线作业系统发展现状, 问题与建议[J]. 中国电化教育, (8): 106-110.

[72] 张学军, 唐久磊, 魏江明(2014). 基于 Flash3D 的中学化学虚拟实验平台的设计与实现[J]. 电化教育研究, 35(1): 79-84.

[73] 张治, 杨熙, 夏冬杰(2021). 基于在线作业数据的学习行为投入画像构建研究[J]. 电化教育研究, (10): 84-91.

[74] 郑昊敏, 温忠麟, 吴艳(2011). 心理学常用效应量的选用与分析[J]. 心理科学进展, 19(12): 1868-1878.

[75] 中华人民共和国教育部(2010). 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)[EB/OL]. [2024-11-19]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6052/moe_838/201008/t20100802_93704.htm.

[76] 周文娟(2017). 基于在线作业平台的小学英语听说效果研究[D]. 重庆: 重庆师范大学: 24-31.

[77] Zhu, M., Berri, S., Koda, R., & Wu, Y. J. (2024). Exploring students' self-directed learning strategies and satisfaction in online learning[J]. *Education and Information Technologies*, 29(3): 2787-2803.

(编辑: 魏志慧)

What' s the Better Online Homework in Learning? A Meta-analysis of 57 Experiments and Quasi-experiments Studies

WEI Xuefeng¹, HUA Danyun¹, WANG Xiaodi¹ & WANG Xue²

(1. College of Education, Ludong University, Yantai 264025, China; 2. Faculty of Education, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract: *In digitalization of education, digital transformation of homework is the future trend of homework reform. Online homework has received widespread attention as a specific manifestation of homework digitalization. Relevant studies have concluded that online homework can improve learning efficiency, enrich learning resources and support personalized learning. However, what kind of online homework can better promote learning and how can it be effectively applied remain unanswered. This study adopts meta-analysis method to systematically analyze 57 empirical studies on the application of online homework at home and abroad since 2010. The results show that online homework has a moderate positive impact on students' learning effects. The study also finds the impact of different online homework designs, such as the scope of learning diagnosis, the trial-and-error mechanism for answering questions, the type of instant feedback, and the way of error management on learning effects, has significant differences, and the impact of different personalized homework recommendation modes has non-significant differences on learning effects. In addition, online homework has its own advantages in the application of different school years, and there is no significant difference in application effect, but the impact of the use cycle is significant on the learning effect. Finally, it is suggested that artificial intelligence technology should be thoughtfully used in design to improve the level of homework personalization and online homework should integrate precise diagnosis and dynamic cycle in application to optimize the personalized learning effectiveness.*

Key words: *online homework; homework design; digital transformation of homework; learning effectiveness; meta-analysis*