

基于情感反馈的 AI 智能体对职前教师协同设计学习的影响研究

Examining the Effects of an Emotion Feedback-Based AI Agent on Pre-Service Teachers'

Collaborative Design Processes

谢高策¹, 蔡慧英^{1*}, 韩冰¹

¹ 江南大学 人文学院教育技术系, 江苏 无锡 214122

* caihy@jiangnan.edu.cn

【摘要】 协同设计是促进职前教师专业学习与教学能力发展的重要方式,但其过程常伴随较高的认知与情感困境。随着人工智能技术在教师教育领域的应用,基于情感反馈的 AI 智能体为支持职前教师协同设计学习提供了新路径。本研究旨基于成就情绪控制-价值理论,开发了基于情感反馈的 AI 智能体,并采用准实验研究法,在中国东部某大学招募 46 名职前教师开展对比实验。通过问卷收集职前教师的学习动机、认知负荷与学习投入等数据,分析 AI 智能体的效果。结果表明,该 AI 智能体有助于改善职前教师的协同设计学习体验,并为情感支持导向的 AI 智能体设计提供启示。

【关键词】 协同设计; 情感反馈; AI 智能体

Abstract: Collaborative design is an effective approach to promote preservice teachers' professional learning and teaching competence, but it often involves high cognitive and emotional challenges. With the growing use of artificial intelligence in teacher education, emotion-feedback-based AI agent offer new support for collaborative design learning. Guided by the control-value theory of achievement emotions, this study developed an emotion-feedback-based AI agent and adopted a quasi-experimental design. Forty-six preservice teachers from a university in eastern China participated in the study. Questionnaire data on learning motivation, cognitive load, and learning engagement were collected. The results show that the AI agent improves preservice teachers' collaborative design learning experience and provides implications for affect-oriented AI agent design.

Keywords: Collaborative design, Emotional feedback, AI agent

项目基金: 2025 年无锡市“太湖人才计划”宣传文化人才项目 (20251229SK0011); 2024 年认知智能全国重点实验室智能教育开放课题 (iED2004-M006) 及 2022 年江苏高校哲学社会科学重大项目 (2022SJZD037) 的科研成果

1. 前言

协同设计对于促进教师教研发挥着重要作用 (Deng et al., 2024)。通过共同分析教学问题、协商教学目标并共创教学方案,教师能够在互动中实现知识共享与意义建构。然而,协同设计并非简单的任务分工过程,而是一种高度依赖情感调节的复杂社会性学习活动,其成效在很大程度上取决于教师在互动过程中的学习体验与情绪状态 (Pozzi et al., 2023)。

从理论上,成就情绪控制-价值理论 (Control-Value Theory of Achievement Emotions) 指出,学习者在学习活动中产生的情绪体验,源于其对任务控制感与价值感的主观判断,而不

同类型的情绪会通过影响动机、认知资源分配与调节策略，作用于学习过程与学习结果（Pekrun, 2024）。积极情绪有助于激发学习动机、促进深层认知加工，而消极情绪则可能引发回避行为、增加无关认知负荷，削弱学习投入水平。在实际协同设计过程中，教师往往面临情绪支持不足的问题。一方面，任务复杂性与时间压力容易引发焦虑、挫败等消极情绪（Lang et al., 2022）。另一方面，协同互动中缺乏及时、针对性情感反馈，使得情绪问题难以及时被识别与调节（Koong et al., 2025）。基于情感反馈的 AI 智能体能够在对话过程中识别职前教师的情感状态并提供相应支持，为解决协同设计过程中的问题提供了可行的技术路径。

因此，本研究将通过问卷收集职前教师在协同设计过程中的学习体验数据，从微观层面分析基于情感反馈的 AI 智能体对职前教师学习动机、学习投入与认知负荷是否产生影响以及产生何种影响，以期情感导向的人机协同教研支持设计提供实证依据，并为优化人机协同教研实践模式提供研究启示。

2. 文献综述

2.1. 协同设计

协同设计是指多个参与者围绕共同的教学设计目标，在持续互动与共同决策的过程中，通过分工合作、观点协商与反复修订，共同生成和优化教学设计方案的过程（Deng et al., 2024）。该过程既涉及问题分析与决策判断等高水平认知加工，也依赖持续的社会互动与观点协商，并伴随情绪变化。相关研究表明，当教师能够感知到协同设计任务的价值，并在互动中获得支持与成就感时，其参与动机更易被激发，从而表现出更高水平的持续投入（Miller et al., 2021）。相反，若协同设计任务过于复杂或互动过程缺乏支持，教师可能产生挫败、焦虑等消极体验，进而增加无关认知负荷，削弱对协同活动的投入程度。

2.2. 基于情感反馈的 AI 智能体

情感反馈是指在反馈过程中，针对学习者的情绪体验与动机状态提供支持性回应，以调节其情感状态并维持学习投入（Molloy et al., 2020）。基于成就情绪的控制-价值理论，学习情绪源于学习者对任务控制感与价值感的判断。情感反馈通过强化控制感与价值感，有助于激发积极情绪并缓消极情绪，从而改善整体学习体验（Fronozo & Yang, 2023）。随着生成式人工智能的发展，基于 AI 智能体的情感反馈逐渐受到关注。AI 智能体是指能够感知环境变化并自主采取行动以影响环境的实体（Parv et al., 2019）。相关实证研究表明，在多媒体学习与自主学习情境中，引入具备情感识别与反馈功能的教学 AI 智能体，有助于缓解学习者的困惑、焦虑与挫败等消极情绪，并提升其学习动机与学习投入水平（Lang et al., 2022; Koong et al., 2025）。总体来看，基于情感反馈的 AI 智能体通过情绪识别与共情性反馈，有助于维持学习动机并促进学习投入，为复杂协同学习情境提供情感支持路径。

3. 研究问题

为探究基于情感反馈的 AI 智能体在教师协同设计学习中的作用效果，本研究组织职前教师开展了引入基于情感反馈的 AI 智能体的协同设计活动，并在教研过程中系统收集学习体验相关问卷数据，从过程性视角分析基于情感反馈的 AI 智能体对教师学习体验的影响。基于上述研究目的，本研究重点关注学习动机、学习投入与认知负荷三个关键变量，意在揭示基于情感反馈的 AI 智能体是否以及如何影响职前教师的协同设计过程。因此，本研究拟回答以下研究问题：（1）在协同设计过程中，基于情感反馈的 AI 智能体是否会对职前教师的学习动机产生影响？有何影响？（2）在协同设计过程中，基于情感反馈的 AI 智能体是否会对职前

教师的学习投入产生影响？有何影响？（3）在协同设计过程中，基于情感反馈的 AI 智能体是否会对职前教师的认知负荷产生影响？有何影响？

4.研究方法

4.1. 参与者与研究情境

为探究基于情感反馈的 AI 智能体在教师协同设计学习中的作用效果，本研究招募了 46 名职前教师，并组织他们参加基于 AI 智能体的协同设计活动，在此基础上展开对比实验研究。根据职前教师教学设计能力的前测结果，我们将 46 名职前教师分为 16 组，每组有 2-3 名职前教师。其中，控制组情境下包括 8 个小组，实验组情境下包括 8 个小组。

4.2. 基于情感反馈的 AI 智能体

本研究从理论基础、技术架构、使用界面三个层面对基于情感反馈的 AI 智能体进行设计与实现。在理论层面，本研究从反馈内容、反馈规则两个方面展开了设计。在反馈内容方面，从积极情感反馈与消极情感反馈两个维度构建情感反馈内容框架，各反馈维度及其内涵见表 1。在反馈规则设计方面，本研究从反馈语气、反馈取向、表达方式与内容呈现四个层面进行规则化设定。情感反馈统一采用积极、支持性的语气，遵循“先肯定、再引导”的建设性取向，并通过相对拟人化的对话风格增强社会存在感。同时，使用表情包作为积极情绪线索。

表 1 情感反馈维度及内涵

情感反馈维度	情感反馈维度的内涵	来源
针对积极情感给予的反馈	正向激励维度 通过指出表述中的亮点与优势，增强职前教师的自我效能感，进一步激发其持续投入与探索的动力。	Koong et al., 2025; Alsaiani et al., 2025
	承认贡献维度 强调对职前教师在跨学科教学设计过程中的努力与创造性贡献的肯定，以促进职前教师的满足感与价值感。	
	成长心态维度 旨在帮助职前教师树立“能力可通过努力提升”的认知，引导其将错误视为学习过程中的自然环节，从而将挫折转化为学习与发展的机会。	
针对消极情感给予的反馈	客观归因维度 通过将错误归因于任务难度或外部条件，而非个体能力的不足，减轻职前教师的自我怀疑，维护其学习动机与信心。	Koong et al., 2025; Liu et al.,2024

在系统架构层面，基于情感反馈的 AI 智能体采用“情感识别—反馈生成”的两阶段流程。首先，对职前教师在协同设计过程中的文本输入进行情感状态识别。具体的，AI 智能体将依据文本中的情绪词汇、语气表达及语义内容，将其划分为积极与消极情感两类。其中，积极情感通常表现为热情、自信、理性分析状态。消极情感则体现为困惑、焦虑或自我怀疑等情绪，往往伴随对任务难度、时间压力或设计方向不确定的表述。随后，根据识别结果触发相应的情感反馈策略，为学习者提供鼓励、肯定或引导性支持，整体工作流程如图 1 所示。

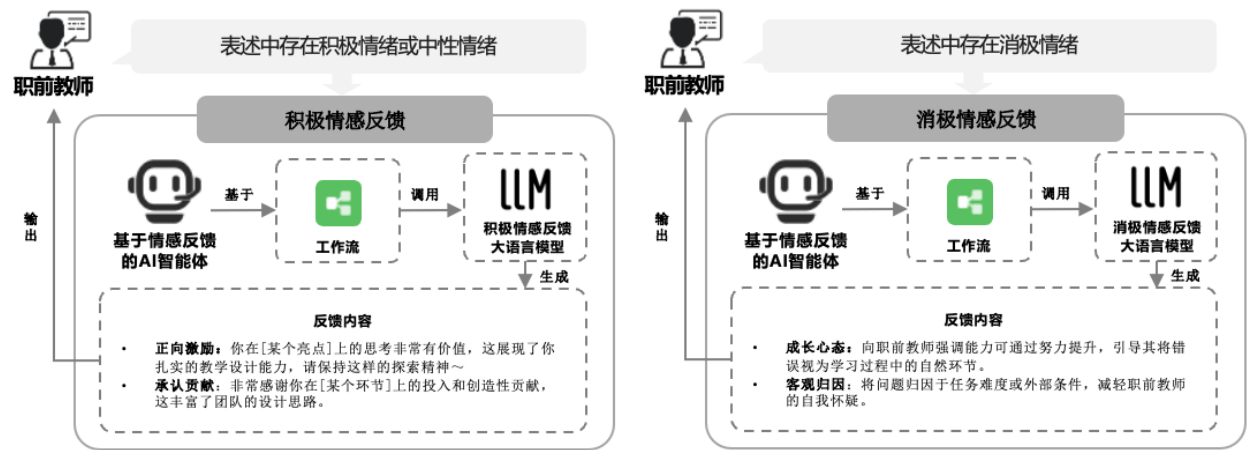


图 1 基于情感反馈的 AI 智能体的工作流程

在使用界面层面，本研究基于 Coze 平台对基于情感反馈的 AI 智能体进行了设计与实现。本研究设计并开发了基于情感反馈的 AI 智能体的工作流，具体流程如图 2 所示。具体的，基于情感反馈的 AI 智能体的使用界面如图 3 所示。

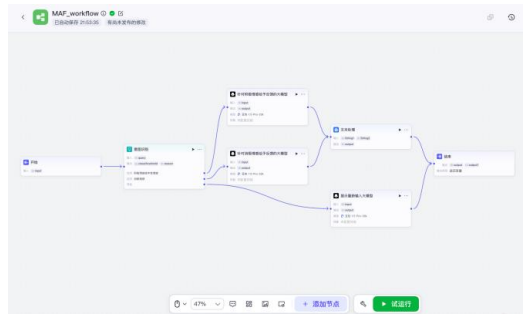


图 2 基于情感反馈的 AI 智能体的工作流

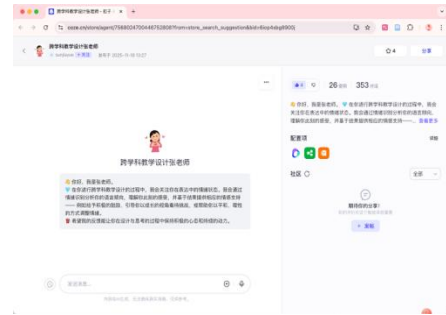


图 3 基于情感反馈的 AI 智能体使用界面

4.3. 实验实施过程

本研究采用准实验研究设计，对职前教师开展为期三周的协同设计学习干预，具体实验步骤如图 4 所示。在前测阶段，将 46 名职前教师根据教学设计能力前测结果被分为实验组 (M=3.76, SD=0.31) 与控制组 (M=3.86, SD=0.33)， $t=0.742$, $p=0.530>0.05$ ，差异不显著。

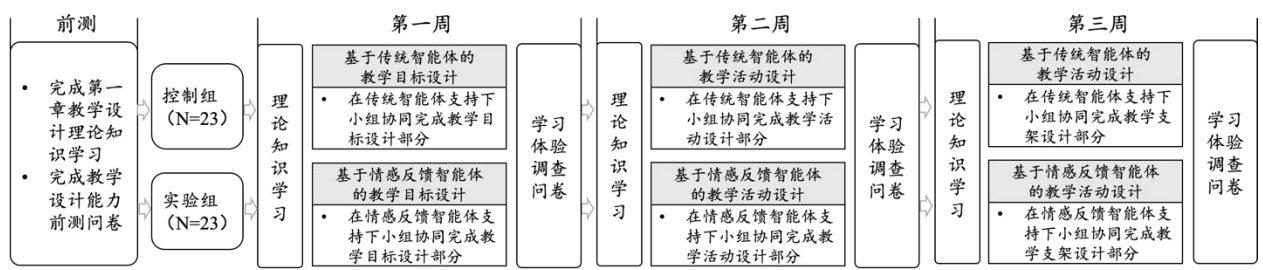


图 4 实验步骤流程图

在实验过程中，两组职前教师完成相同的协同设计任务，围绕教学目标、教学活动与教学支架三个核心设计要素开展小组协作。任务要求职前教师在三周内以科学学科为核心，并与其他学科进行整合，完成一份完整的跨学科教学设计教案。设计过程通过 QQ 与金山文档进行，以支持小组成员之间的在线讨论与协同编辑。

在技术支持方面，控制组使用不具备情感反馈功能的 AI 智能体进行协同设计。实验组在相同学习任务条件下使用基于情感反馈的 AI 智能体，该 AI 智能体能够在协同设计过程中持

续提供情感支持。除情感反馈功能外，两组所使用的学习资源与任务要求保持一致。为减少外部干扰因素，两组在实验期间的协同互动时长保持一致，且在设计过程中未设置教师介入或额外指导，以确保职前教师主要通过同伴协作与 AI 智能体支持完成任务。

4.4. 数据收集与分析方法

本研究采用学习体验调查问卷收集数据，测量职前教师在协同设计过程中的学习动机、学习投入与认知负荷三个维度的表现。

第一，为评估职前教师在协同设计过程中的学习动机，本研究参考 Annamalai 等人(2025)的教师学习动机测量工具，从内在动机与外在动机两个维度编制了职前教师学习动机问卷。其中，内在动机维度 3 个题项，外在动机维度 2 个题项。效度分析结果显示，问卷 KMO 值为 0.729，且 Bartlett’s 球形检验均达到显著性水平 ($p<0.05$)，表明问卷具有良好的结构效度。另外，问卷整体的 Cronbach’s α 系数值为 $0.806>0.7$ ，表明问卷具有较高的内部一致性。

第二，为评估职前教师在实验前后协同设计过程中的学习投入水平，本研究依据 Lo 等人(2024)与 Wang 等人(2016)等研究中使用的学习投入与学习情绪测量工具，从认知参与、行为参与与情感参与三个维度编制了职前教师学习投入问卷。其中，认知参与维度 3 个题项，行为参与维度 4 个题项，情感参与维度 4 个题项。效度分析结果显示，问卷 KMO 值为 0.711，且 Bartlett’s 球形检验均达到显著性水平 ($p<0.05$)，表明问卷具有良好的结构效度。另外，问卷整体的 Cronbach’s α 系数值为 $0.716>0.7$ ，表明问卷具有较高的内部一致性。

第三，为评估职前教师在协同教学设计过程中的认知负荷情况，本研究参考 Ba 等人(2025)与 Hwang 等人(2013)的认知负荷测量工具，从心理负荷与心理投入两个维度编制了职前教师认知负荷问卷。其中，心理负荷维度 3 个题项，心理投入维度 2 个题项。效度分析结果显示，问卷 KMO 值为 0.667，且 Bartlett’s 球形检验均达到显著性水平 ($p<0.05$)，表明问卷具有良好的结构效度。另外，问卷整体的 Cronbach’s α 系数值为 $0.853>0.7$ ，表明问卷具有较高的内部一致性。

上述问卷均采用 5 点李克特量表进行测量，其中“1”表示“非常不同意”，“5”表示“非常同意”。各维度题项的平均得分用于表征职前教师在协同设计过程中的学习动机、学习投入与认知负荷水平。

5.研究发现

5.1.学习动机维度

为了了解职前教师学习动机情况，本研究利用 SPSS 26.0 工具对控制组、实验组职前教师学习动机调查问卷的进行独立样本 T 检验，结果如表 1 所示。

表 1 职前教师学习动机独立样本 T 检验结果

维度	控制组		实验组		t	D f	p
	M	S	M	S			
	D		D				
学 习 动 机 (总)	3 .919	0 .304	4 .154	0 .365	- 2.411	4	0. 020
内在学习动 机	3 .888	0 .422	4 .106	0 .481	- 1.628	4	0. 110
外在学习动 机	3 .949	0 .384	4 .202	0 .426	- 2.120	4	0. 040

结果显示，实验组在整体学习动机上的得分显著高于控制组（ $p = 0.020 < 0.05$ ）。在子维度层面，实验组在外在学习动机上的得分显著高于控制组（ $p = 0.040 < 0.05$ ），而在内在学习动机上的差异未达到统计显著水平（ $p = 0.110 > 0.05$ ）。

5.2.学习投入维度

为了进一步探讨教学实验对职前教师学习投入的影响，本研究对控制组与实验组的学习投入情况进行了独立样本 T 检验，结果如表 2 所示。

表 2 职前教师学习投入独立样本 T 检验结果

维度	控制组		实验组		t	f	D	p
	M	S	M	S				
	D		D					
学 习 投 入	3	0	3	0	-		4	0.
(总)	.036	.358	.328	.462	2.395	4		.021
认知参与	2	0	2	0	-		4	0.
	.275	.575	.763	.791	2.394	4		.021
行为参与	4	0	4	0	0.5		4	0.
	.131	.416	.069	.359	.46	4		.588
情感参与	2	0	3	0	-		4	0.
	.702	.671	.152	.632	2.342	4		.024

结果显示，实验组在整体学习投入上的得分显著高于控制组（ $p = 0.021 < 0.05$ ）。在子维度层面，实验组在认知参与上的得分显著低于控制组（ $p = 0.021 < 0.05$ ），实验组在情感参与上的得分显著低于控制组（ $p = 0.024 < 0.05$ ），而在行为参与上的差异未达到统计显著水平（ $p = 0.588 > 0.05$ ）。

5.3.认知负荷维度

为了评估教学实验是否会对职前教师造成心理负担，本研究对控制组与实验组的认知负荷情况进行了独立样本 T 检验，结果如表 3 所示。

表 3 职前教师认知负荷独立样本 T 检验结果

维度	控制组		实验组		t	f	D	p
	M	S	M	S				
	D		D					
认 知 负 荷	3	0	3	0	0.0	4	0.	
(总)	.447	.498	.438	.553	54	4	.957	
心理负荷	3	0	3	0	-	4	0.	
	.058	.653	.109	.662	0.262	4	.795	
心理投入	3	0	3	0	0.3	4	0.	
	.836	.631	.768	.538	91	4	.698	

结果显示，实验组与控制组在整体认知负荷及其各子维度上的差异均未达到统计显著水平（ $p = 0.957 > 0.05$ ； $p = 0.795 > 0.05$ ； $p = 0.698 > 0.05$ ）。

6. 研究结论与启示

6.1.研究结论

对于“研究问题(1):在协同设计过程中,基于情感反馈的AI智能体是否会对职前教师的学习动机产生影响?有何影响?”,基于情感反馈的AI智能体的干预能够显著提升职前教师的外在学习动机,但对内在动机的促进作用尚未显现。结果显示,实验组在学习动机总分及外在动机维度上的得分均显著高于控制组,说明AI智能体提供的情感反馈能够通过鼓励与支持强化任务价值感,从而发挥外部驱动作用,提升职前教师参与协同设计活动的积极性。然而,两组在内在动机维度上未达到显著差异。这一结果可能受到多方面因素的共同影响。首先,职前教师在跨学科教学设计方面仍处于能力发展初期,其学习行为在一定程度上依赖外部支持,因此短期干预更容易影响外在动机。其次,协同设计任务具有较高的复杂性,参与者往往更关注任务完成与评价结果,而非形成对设计活动本身的持续兴趣。因此,要进一步促进内在动机的发展,仍需要更长期的干预以及与认知支持相结合的反馈策略。

对于“研究问题(2):在协同设计过程中,基于情感反馈的AI智能体是否会对职前教师的学习投入产生影响?有何影响?”,本研究发现,基于情感反馈的AI智能体对职前教师的学习投入产生了显著的积极影响。具体而言,实验组在整体学习投入及认知参与、情感参与维度上的得分均显著高于控制组,这表明该AI智能体有效减轻了职前教师在协同设计过程中的心理负担,并增强了其自主性。这说明,情感反馈在情感层面缓解了职前教师的焦虑体验,在认知层面降低了其过度依赖,促进了更为主动的思考与判断。此外,两组在行为参与方面均保持较高且稳定水平,表明该AI智能体未对外显学习行为产生负面影响。

对于“研究问题(3):在协同设计过程中,基于情感反馈的AI智能体是否会对职前教师的认知负荷产生影响?有何影响?”,本研究发现,基于情感反馈的AI智能体在协同设计学习中的应用具有较好的可接受性,并未对职前教师造成额外的认知负荷。结果显示,实验组与控制组在认知负荷及其各维度上均无显著差异。这一结果表明,实验组学习投入的下降并非由任务难度或认知负荷增加所致,而更可能与情感反馈对学习情绪的调节作用有关。同时,该结果也反映出AI智能体在设计上的一定优势。首先,AI智能体主要通过简短的情感反馈与提示进行干预,未对学习者的信息加工过程形成额外压力。其次,反馈通常在关键节点提供,频率相对适中,能够在提供支持的同时避免对任务流程产生过多干扰。

由此可见,基于情感反馈的AI智能体在未增加认知负荷的情况下,通过缓解焦虑与压力等负向体验,优化了职前教师的学习投入状态,并进一步强化了其外在学习动机。这表明,基于情感反馈的AI智能体通过调节学习情绪与心理体验,间接促进学习动机与学习投入的改善。

6.2.研究启示

结合本研究在协同设计情境中关于学习动机、学习投入与认知负荷的研究发现,从以下三个方面提出研究启示。

第一,基于情感反馈的AI智能体更适合作为外在动机支持工具,其功能应与内在动机培育机制加以区分。本研究发现,该AI智能体能够显著提升职前教师的外在学习动机,但对内在动机的促进作用在短期内不显著,这一结果与自我决定理论一致。该理论认为,外在动机可以通过反馈、强化和社会性支持在短期内被激发,而内在动机的形成依赖于自主性、胜任感和关系需要的持续满足(Ryan&Deci,2000)。因此,未来研究可进一步探讨情感反馈促进外在动机向内在动机内化的路径。

第二,基于情感反馈的AI智能体是促进协同设计中高质量学习投入的重要支持路径。本研究发现,该AI智能体有效缓解了职前教师的心理负担并增强其自主体验,这与自我决定理论关于学习投入依赖自主性、胜任感与关系需要的观点一致(Deci & Ryan, 2000)。与此同时,情感反馈并未削弱行为参与水平,说明其支持作用主要体现在优化学习体验而非替代学

习行为。因此，未来研究在设计基于情感反馈的 AI 智能体时，应以支持自主性为导向，将情感支持定位为促进高质量学习投入的关键机制。

第三，基于情感反馈的 AI 智能体在认知负荷层面具有可行性，为其在高复杂度学习情境中的进一步优化应用提供了基础条件。本研究发现，实验组与控制组在认知负荷各维度上均无显著差异，该结果与认知负荷理论相一致，即恰当设计的学习支持不会增加额外负荷（Sweller, 1988）。这表明，在协同设计等高认知复杂度任务中，引入基于情感反馈的 AI 智能体在教师的心理承载层面是可接受的。未来研究可在不显著增加认知负荷的前提下，进一步拓展其在协同反思与情绪调节中的应用。

6.3. 研究不足与展望

本研究围绕协同设计情境，设计并实施了基于情感反馈的 AI 智能体的教学干预实验，从结果层面系统考察了该 AI 智能体对职前教师学习动机、学习投入与认知负荷的影响，为理解人工智能支持下教师协同设计效果提供了实证依据。但本研究也存在一定局限，如参与实验的样本数量较少、实验周期较短、数据收集方式较为单一等。为此，研究团队将在现有研究的基础上，扩大研究样本和研究周期，补充质性研究手段丰富分析维度，同时探索面向个体差异的反馈优化策略，以进一步揭示情感反馈 AI 智能体促进教师协同设计质量提升的作用机制。

参考文献

- Alsaiani, O., Baghaei, N., Lahza, H., Lodge, J. M., Boden, M., & Khosravi, H. (2025). Emotionally enriched AI-generated feedback: Supporting student well-being without compromising learning. *Computers & Education*, 105363. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105363>
- Annamalai, N., Bervell, B., Mireku, D. O., & Andoh, R. P. K. (2025). Artificial intelligence in higher education: Modelling students' motivation for continuous use of ChatGPT based on a modified self-determination theory. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100346. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100346>
- Ba, S., Zhan, Y., Huang, L., & Lu, G. (2025). Investigating the impact of ChatGPT-assisted feedback on the dynamics and outcomes of online inquiry-based discussion. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13605>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Deng, F., Xiao, C., Jia, F., Tian, P., & Zhu, J. (2024). Developing Chemistry Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) through the Learning by Collaborative Design (LBCD) Curriculum Model. *Journal of Baltic Science Education*, 23(4), 615-631.
- Fronozo, C. E., & Yang, L. (2023). *Feedback orientation and learning-related academic emotions: An exploratory study in Filipino university students*. In Positive psychology and positive education in Asia: Understanding and fostering well-being in schools (pp. 57-75). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.008>

- Koong Lin, H. C., Tsai, M. C., Wang, T. H., & Lu, W. Y. (2025). Application of WSQ (watch-summary-question) flipped teaching in affective conversational robots: impacts on learning emotion, self-directed learning, and learning effectiveness of senior high school students. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(7), 4319-4336.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2351708>
- Lang, Y., Xie, K., Gong, S., Wang, Y., & Cao, Y. (2022). The impact of emotional feedback and elaborated feedback of a pedagogical agent on multimedia learning. *Frontiers in psychology*, 13, 810194.<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810194>
- Liu, Z., Duan, H., Liu, S., Mu, R., Liu, S., & Yang, Z. (2024). Improving knowledge gain and emotional experience in online learning with knowledge and emotional scaffolding-based conversational agent. *Educational Technology & Society*, 27(2), 197-219.
<https://www.jstor.org/stable/48766171>
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Jong, M. S. Y. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. *Computers & Education*, 219, 105100.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100>
- Miller, E. C., Severance, S., & Krajcik, J. (2021). Motivating teaching, sustaining change in practice: Design principles for teacher learning in project-based learning contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 757-779.<https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1864099>
- Molloy, E., Boud, D., & Henderson, M. (2020). Developing a learning-centred framework for feedback literacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45(4), 527-540.
<https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1667955>
- Parv, L., Deaky, B., Nasulea, M. D., & Oancea, G. (2019). Agent-based simulation of value flow in an industrial production process. *Processes*, 7(2), 82.<https://doi.org/10.3390/pr7020082>
- Pekrun, R. (2024). Control-value theory: From achievement emotion to a general theory of human emotions. *Educational Psychology Review*, 36(3), 83. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7>
- Pozzi, F., Manganello, F., & Persico, D. (2023). Collaborative learning: A design challenge for teachers. *Education Sciences*, 13(4), 331.<https://doi.org/10.3390/educsci13040331>
- Ryan, R., & Deci, E. L. (2000). La Teoría de la Autodeterminación y la Facilitación de la Motivación Intrínseca, el Desarrollo Social, y el Bienestar. *American psychologist*, 55(1), 68-78.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.[https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The math and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, 43, 16-26.<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008>