

面向信息科技课程探究式学习动机提升的教育智能体设计与开发研究

Design and Development of an Educational Agent to Enhance Motivation in Inquiry-Based Learning for Information Technology Courses

王伟琪¹, 于辛源¹, 陈志翰^{2*}, 高明^{1*}

¹ 上海师范大学教育学院

² 宁波大学信息中心

* chenzhihan@nbu.edu.cn

* mgao519@shnu.edu.cn

【摘要】探究式学习因任务开放性与复杂性，常导致学习者动机不足及探究浅表化。本研究基于 ARCS 动机模型设计并开发了一款面向初中信息科技课程的教育智能体，并对其应用效果进行了验证。结果表明：（1）使用智能体后，学生在 ARCS 四个维度及学业成绩上均显著提升，且各动机维度得分趋于均衡；（2）学生对智能体的感知易用性、感知有用性与使用意愿均处于较高水平；（3）质性反馈显示，智能体通过即时反馈、清晰引导与适切挑战，有效增强了学生的控制感与成就感。

【关键词】 探究式学习；ARCS 模型；教育智能体；学习动机

Abstract: Inquiry-based learning, due to its openness and complexity, often leads to insufficient learner motivation and superficial engagement. Based on the ARCS motivational model, this study designed and developed an educational agent for junior secondary information technology courses and evaluated its effectiveness. The results indicate that: (1) students showed significant improvements in all four ARCS dimensions and academic performance, with more balanced motivation across dimensions; (2) students reported high levels of perceived ease of use, perceived usefulness, and behavioral intention; and (3) qualitative findings suggest that the agent enhanced learners' sense of control and achievement through timely feedback, clear guidance, and appropriately challenging tasks.

Keywords: Inquiry-based learning; ARCS model; educational agent; learning motivation

1. 前言

《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》倡导以真实问题驱动教学，通过“做、用、创”融合提升学习参与。探究式学习（IBL）因契合问题驱动与主动建构理念，成为信息科技课程培育学习者高阶思维与核心素养的重要路径（Chen et al., 2025）。然而，受任务开放性与复杂性影响，学习者在探究过程中易出现目标模糊与动机不足等问题（Liu et al., 2021）。研究表明，学习动机虽能在一定程度上被真实情境任务所激发，但其持续维持仍需结构化支持（Deci & Ryan, 2016; Liu et al., 2021）。传统课堂限于教师的精力与个性化指导能力，易导致动机衰减甚至探究中断。随着大语言模型的发展，教育智能体已具备自然语言交互、情境感知、个性化反馈与持续学习等能力（卢国庆，等，2026），为破解 IBL 动机困境提供了新契机。本研究引入 ARCS 动机模型作为理论框架，从注意、关联、自信与满意四个维度出发，设计面向探究过程的教育智能体，并通过教学实践检验其效果。

2. 智能体设计与开发

2.1. 学习动机现状调查

在智能体开发前期，本研究对学习动机测量量表（Instructional Materials Motivation Survey, IMMS）（Keller, 1987）进行改编，并在上海某初中开展专项调研。量表共 36 个题项，采用五点李克特量表计分（1=完全不同意，5=完全同意）。本次调研面向该校七年级学生开展，

共发放并回收问卷 136 份，其中有效问卷 125 份，有效率 91.91%。问卷整体 Cronbach's α 系数为 0.876，KMO 值为 0.856，且各维度 α 系数均高于 0.7，此问卷信效度表现优良。

如表 1 所示，学生在各维度上的得分位于中值附近（均值范围：2.97 - 3.32）。通过单因素方差分析发现，四个动机维度的平均得分存在显著差异 ($F(3, 348) = 8.51, p < 0.001$)。事后多重比较分析发现，相关与满意维度得分显著高于自信维度，且相关维度得分显著高于注意维度。由此可见，后续干预设计亟需在全面提升 ARCS 四维支持的基础上，重点强化信心赋能机制（如提供适切挑战、及时反馈与成长性评价）。

表 1 ARCS 四维度的单因素方差分析

维度	平均值	标准差	<i>F</i>	<i>p</i>	事后比较
注意 (Attention)	3.05	0.457	8.51	< 0.001	注意<相关
关联 (Relevance)	3.32	0.637			相关>自信
自信 (Confidence)	2.97	0.527			满意>自信
满意 (Satisfaction)	3.25	0.483			

2.2. 基于 ARCS 模型的智能体设计与开发

基于现状调查结果，本研究首先以 Keller (1999) 提出的 ARCS 模型为核心理论框架，将四个维度细化为 12 个子策略，并嵌入智能体设计中。随后，依托 Coze 平台完成面向探究式学习过程的教育智能体设计与开发，其整体功能架构如图 1 所示。开发过程中，本研究将基于 ARCS 各子维度制定的动机支持策略，系统性融入 Coze 平台的智能体编排全模块，包括知识库搭建、角色设定、开场白设计等核心环节（如图 2 所示）；同时将各子维度策略落地要求转化为智能体技能设置的提示词撰写依据，通过提示词的精准设计，将引导探究、问题解答、概念理解、练习巩固、总结归纳五类核心技能与动机支持策略深度绑定，实现策略在智能体交互过程中的落地执行（如表 2 所示）。

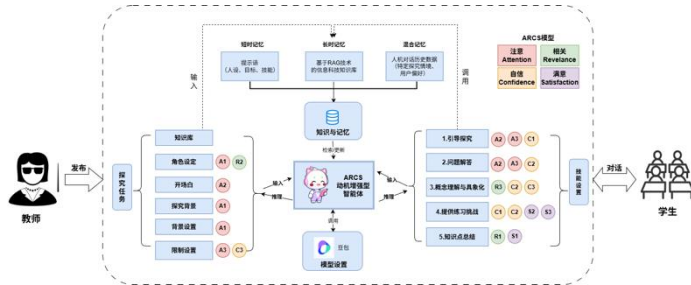


图 1 智能体架构图

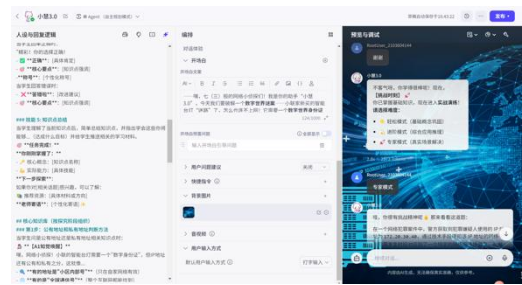


图 2 智能体编排设置界面

3. 研究方法

3.1. 研究情境

本研究以上海某初中七年级 3 班 47 名学生作为实验对象，以该年级信息科技课程《直播网络我来建》为教学内容，开展为期 3 课时（每课时 40 分钟）的教学实验。该单元聚焦网络地址与数据传输原理等抽象概念，具备典型的探究式学习动机支持需求。

3.2. 研究工具

在学习动机方面，沿用前文经信效度验证的学习动机问卷。在知识学习效果方面，聚焦单元核心知识点编制针对性测试卷（总分 100 分）。实验结束后，采用自编智能体体验问卷收集学生对教育智能体的使用反馈 (Hwang, et al., 2013) 并采用半结构化访谈补充质性数据。

表 2 智能体设计策略、技能设置及提示词

维度		智能体设计策略	任务和技能实现	智能体对话举例
注意	A1 感知唤醒	情景、案例、角色	角色设定、探究背景、开场白、背景	“你要作为...任务是...”
	A2 探究唤醒	问题式探究引导	开场白和技能1、2	“你觉得...为什么？”
	A3 多变性	语气与形式多样化	限制和技能1、2	“我们这样来看...”
相关	R1 目标导向	学习目标明确化	技能5	“学会这些，你将能够...”
	R2 动机匹配	第二人称个性化互动	角色设定	“你想要...”
	R3 熟悉性	基于兴趣的概念解释	技能3	“你平时喜欢什么？”
自信	C1 学习要求	明确任务与成功标准	技能1	“成功标准是...”
	C2 成功机会	阶梯任务与即时反馈	技能2、3、4	“瞧，你已经掌握了”
	C3 自主控制	学生自主控制节奏	限制	“这样讲你能理解吗？”
满意	S1 自然结果	真实任务与过程反馈	技能3、5	“太棒了，你已经能够...”
	S2 积极后果	象征性奖励称号	技能4	“请给老师查看本组奖励”
	S3 公正性	标准一致	技能4	“这道题我们需要...”

4.研究结果

4.1. 学习动机

配对样本 *t* 检验结果显示，学习后学生在四个动机维度上的平均得分均高于学习前（如表3所示）。进一步通过单因素方差分析，结果显示差异不显著， $F(3, 176) = 1.215, p > 0.05$ 。干预后学生在 ARCS 四个动机维度上的表现趋于均衡，未出现某一维度明显滞后的情况。

表3 学习前后学习动机的配对样本 *t* 检验结果

维度	学习前		学习后		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	标准差	平均值	标准差		
注意	3.09	0.457	3.73	0.700	5.28***	< 0.001
相关	3.25	0.637	3.72	0.716	3.29**	0.002
自信	2.99	0.527	3.50	0.705	3.69**	0.001
满意	3.24	0.483	3.76	0.812	3.61**	0.001

4.2. 学业表现

本研究通过前、后测学习成绩对比评估学生的学习成效。结果显示，学生在智能体支持的探究式学习干预后，知识测试均分显著提高（见表4），表明其学习表现获得明显改善。

表4 学业成绩配对样本 *t* 检验结果

平均值	标准差	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
-----	-----	----------	-----------	----------

前测	26.18	14.554	-12.77***	46	< 0.001
后测	59.21	16.508			

4.3. 学习体验

学习体验问卷分析结果显示，学生在感知有用性（ $M=4.14, SD=0.794$ ）、感知易用性（ $M=4.30, SD=0.796$ ）和使用意愿（ $M=4.30, SD=0.806$ ）三个维度平均得分均处于较高水平。由此表明，表明学生普遍认为教育智能体操作直观、界面友好、学习与使用成本较低，并表现出较强的持续使用意愿。访谈结果的词云图分析显示，“易用”“清晰”“趣味”“即时反馈”和“控制感”为高频关键词（如图 4），初步表明该教育智能体在交互设计与学习支持方面具有较好的课堂适配性与应用潜力。



图 4 学生对“小慧”的学习体验访谈词云图

5.研究结论

本研究基于 ARCS 模型设计面向信息科技课程探究式学习动机提升的教育智能体，并对其效果进行检验。结果显示，该智能体可显著学生的学习动机与学业表现，学生对其易用性、持续使用意愿评价较高，认可其在任务引导、概念澄清与即时反馈等方面的支持作用。同时，本研究明确了 ARCS 动机要素转化为智能体对话策略与反馈机制的方法，为理论驱动型教育智能体设计提供了参考。受限于当前研究条件，后续将通过随机对照实验与多模态数据分析，实现学习动机的动态识别与个性化调节，推动教育智能体从“通用支持”迈向“精准赋能”。

致谢

本论文受国家自然科学基金青年科学基金项目（C 类）“面向知识建构的人机对话注意力流跨层动态耦合机制与干预研究”资助（项目编号：62507032）；浙江省自然科学基金探索项目 Q 类资助项目“基于生成式人工智能的高校学习支持研究”资助（项目编号：ZX2025000803）

参考文献

卢国庆,徐秀莲,巴深 & 贺相春.(2026).协作学习中教育智能体的设计策略、角色功能与交互模式.电化教育研究,47(1), 67-74+83.

Chen, F., Chen, G. (2025). Learning analytics in inquiry-based learning: a systematic review. *Education Technology Research and Development*, 73, 2131-2161.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2016). *Building autonomous learners: Perspectives from research and practice using self-determination theory*. Springer.

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[J]. *Computers & Education*, 69, 121-130.

Keller, J. M. (1987). *IMMS: Instructional materials motivation survey*. Tallahassee, Florida: Florida State University.

- Keller J M. (1999). Using the ARCS Motivational process in computer-based instruction and distance education. *New directions for teaching and learning*, (78), 37-47.
- Liu, C., Bano, M., Zowghi, D., & Kearney, M. (2021). Analysing user reviews of inquiry-based learning apps in science education. *Computers & Education*, 164, 104119.