

生成式人工智能在聋校跨学科研学课程中的深度赋能：机制、模型与实践验证

Generative AI-Empowered Interdisciplinary Inquiry Learning in Schools for the Deaf:

Mechanisms, Models, and Empirical Evidence

米秀兰^{1*}, 邓太常²

¹² 肇庆启聪学校

* 531654505@qq.com

【摘要】 本研究针对听障学生在研学课程中面临的信息感知断裂、实时交互壁垒与经验转化断层三重困境，基于情境认知、分布式认知与体验学习理论，创新性提出“研学即生成”的核心理念，并构建了生成式人工智能（GAI）赋能的“感知增强—情境交互—经验生成”三阶研学模型，从认知机制层面重构听障学生与真实世界的交互路径。通过在“寻肇庆广府文脉，为古城非遗代言”主题研学中的两轮迭代实践与混合方法评估，研究证实：GAI支持下的实验组学生高阶问题提出、跨学科概念整合及文化创意表达等方面均显著优于对照组，其核心素养发展呈现出具有教育统计意义的显著提升，为“人工智能+特殊教育”的融合创新提供了兼具理论深度与实践效度的范式参考。

【关键词】 生成式人工智能；听障教育；跨学科研学课程；多模态学习；个性化学习路径

Abstract: This study addresses triple dilemmas faced by deaf and hard-of-hearing (DHH) students in field-based inquiry: gaps in information perception, barriers to real-time interaction, and difficulties in transforming lived experience into structured knowledge. Based on situated cognition, distributed cognition, and experiential learning theories, we propose the core concept of “Field-based Inquiry as Generative Learning” and develop a three-stage inquiry model powered by Generative Artificial Intelligence (GAI)—Perception Enhancement, Situated Interaction, and Experience Generation. The model helps restructure the cognitive between DHH students and the real world at the cognitive mechanism level. Following two rounds of iterative practice and a mixed-methods evaluation within the thematic project “Exploring Zhaoqing’s Guangfu Culture and Advocating for Ancient City Intangible Cultural Heritage,” the findings reveal that the GAI-supported experimental group significantly outperformed the control group in higher-order questioning, interdisciplinary conceptual integration, and creative cultural expression. Furthermore, the development of students' key competencies showed statistically significant improvement. This research not only provides a feasible pathway for DHH students to equitably engage in deep inquiry experiences but also offers a theoretically grounded and practically validated paradigm for the integrated innovation of “AI + Special Education.”

Keywords: Generative Artificial Intelligence (GAI), Deaf and Hard-of-Hearing (DHH) Education, Interdisciplinary Inquiry-Based Learning, Multimodal Learning, Personalized Learning Pathways

1. 问题的提出

近年来，国家与地方层面对实践育人与教育数字化转型提出了明确指引。教育部《关于进一步加强新时代中小学思政课建设的意见》强调“强化实践体验，促进知行合一”。在此背

景下, 研学课程作为连接学科学习与真实世界的重要载体, 其育人价值日益凸显(丁成浩, 2025)。然而, 听障学生参与常规研学常面临三重困境: 信息感知断裂, 听觉信息的缺失导致情境认知碎片化; 实时交互壁垒, 手语支持的滞后性限制了探究深度; 经验转化断层, 具身体验难以升华为结构化知识。这三重困境并非听障学生独有的学习挑战, 但其在听觉信息依赖型教学环境中尤为突出, 相关研究已指出听障学生在情境信息获取、社会性交互与概念抽象等方面存在系统性障碍(方俊明, 2001)。生成式人工智能(GAI)的快速发展, 为应对这些挑战提供了新的可能(米秀兰, 邓太常, 2025)。GAI不仅能处理多模态信息, 更能理解动态情境、适配学习者认知特征, 作为“智能学伴”嵌入探究全过程(张鹏, 汪旻, 尚俊杰, 2024)。因此, 本研究旨在探索如何借助GAI重构听障学生的研学路径, 支持其在真实、开放的学习场域中开展深度、连贯且富有创造性的探究, 从而切实落实研学课程的育人价值。

2. 理论框架

本研究整合情境认知理论、分布式认知理论与体验学习圈理论, 提出“研学即生成”的核心理念。GAI在此理念下扮演三种关键角色:

作为多模态感知的增强器, 基于情境认知理论, 学习深深植根于其所发生的情境(张良浩, 靳玉乐, 2019)。GAI通过整合如智能手机等设备的摄像头、传感器, 实时“观看”和“聆听”环境, 并将捕捉到的图像、视频、环境音等信息转化为文字字幕进行即时分析。它能识别场景中的关键对象、文字标识、空间关系, 并生成结构化情境摘要, 为听障学生构建信息完整、焦点突出的“增强型认知情境”, 弥补其因听觉通道关闭而可能缺失的上下文线索。

作为分布式认知的交互枢纽, 根据分布式认知理论, 认知活动分布在个体、工具及环境之中(张潇冰, 2025)。在研学中, GAI成为一个分布式的智能节点。学生可以随时通过文字或结合图像识别向GAI发起实时提问。GAI不仅基于通用知识库回答, 更能结合实时场景画面进行针对性解释与拓展提问, 激发学生思考。同时, GAI能成为小组协作的“共享工作区”, 实时记录观察要点、疑问, 并生成初步讨论框架或思维导图, 促进集体智慧的可视化生成。

作为经验概念化的生成脚手架, 依据体验学习圈理论(具体经验—反思性观察—抽象概念化—主动实践)(Vince, R., 1988), GAI尤其在“反思性观察”到“抽象概念化”的关键跃迁中提供支架。研学过程中及结束后, GAI可引导学生对收集的图片、笔记、问题进行复盘。例如, 它能自动将系列照片按主题或时间线归类, 提示学生发现规律; 或根据学生的零散记录, 生成初步的分析报告、故事草稿或问题解决方案雏形。学生在此雏形基础上进行修改、深化与创作, 从而更顺畅地将感性经验转化为理性认知与创造性成果。

3. 模型构建: GAI赋能的听障学生三阶研学模型

本研究构建的GAI赋能的听障学生“三阶研学模型”, 以情境认知、分布式认知及体验学习理论为框架, 系统设计了“感知增强—情境交互—经验生成”的递归式认知发展路径。通过GAI形成以听障学生视觉认知优势为中心, 贯穿研学全过程的适应性学习循环, 为其在复杂真实环境中开展深度探究与意义建构提供结构化支持。结构如图1所示。

感知增强阶段立足听障学生视觉主导、跨模态重组的认知神经机制, 通过GAI将环境中散乱的多源信息(空间布局、动态过程、文字符号)实时转化为结构化的视觉表征与语义注解, 构建信息完整、焦点突出的增强情境, 直接对接其优势感知通道, 系统补偿听觉缺失。

情境交互阶段针对听障学生依赖视觉沟通、社会性线索获取受限的特点, 将GAI构建为支持手语、图文及情境感知的分布式交互枢纽(曾烁, 马滢, 胡艾新, 王庭照, 2025)。它通过智

能对话引导探究方向，并作为协作媒介显化集体思维过程，促进社会性意义协商与认知共享。

经验生成阶段回应听障学生从具象经验到抽象概念转化困难的学习瓶颈，GAI 通过模式识别与生成式重构，将零散的观察记录转化为可迭代的概念框架、叙事脉络或解决方案雏形，为经验的概念化与创造性外化提供认知支架，完成意义生成的闭环（周沛,詹泽慧,2025）。

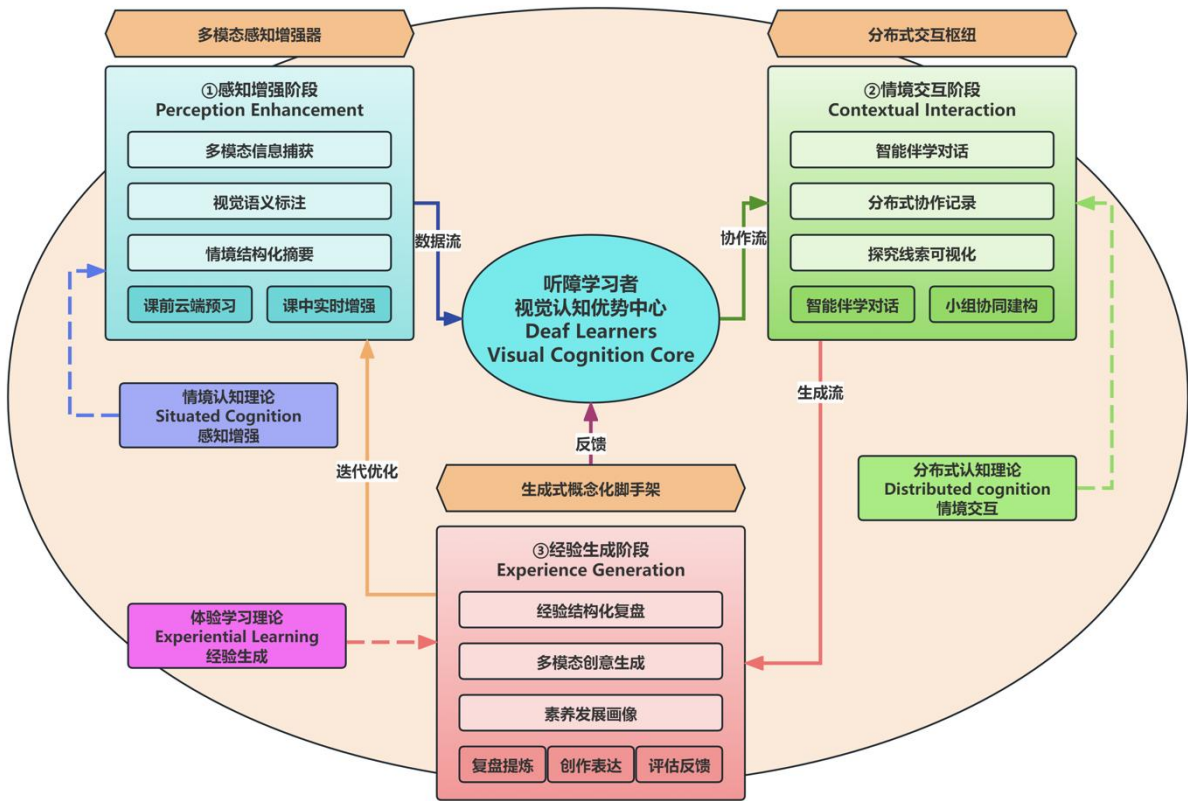


图 1 GAI 赋能的听障学生三阶研学模型

4. 研究设计与方法

4.1 研究对象与分组

本研究以华南地区某聋校九年级两个自然班为研究对象，均为听障学生，听力损失程度在重度以上，日常沟通以手语为主。实验组采用 GAI 赋能的研学模式，对照组采用传统研学模式。两组学生在年龄、听力损失程度、前测核心素养得分等方面无显著差异

（ $p>0.05$ ）。每组配备一名手语教师作为辅助指导，但教师在实验组中仅提供技术支持与安全协助，不参与探究引导。

4.2 实验流程与 GAI 系统配置

本研究共进行两轮迭代实践，主题为“寻肇庆广府文脉，为古城非遗代言”。实验组学生使用搭载 GAI 的移动终端，支持实时图像识别、情境对话、协作文档生成等功能。对照组学生使用传统研学手册与纸质资料，教师按常规方式进行讲解与引导。

4.3 量化指标与测量工具

量化评估包括：（1）**高阶问题提出数量**：在研学过程中，记录每组学生提出的问题，按布鲁姆认知目标分类法划分为记忆、理解、应用、分析、评价、创造六类，统计后三类（分析、评价、创造）作为高阶问题；（2）**跨学科概念整合能力**：由相关科任教师对最终作品（如文化创意方案、数字故事）进行盲评，评分维度包括概念关联性、学科融合度、创新

性，评分一致性信度 Cronbach’s $\alpha=0.87$ ；（3）**核心素养发展水平**：采用《核心素养自评量表》进行前后测，涵盖人文底蕴、科学精神、学会学习、实践创新等维度，量表内部一致性信度 Cronbach’s $\alpha=0.91$ 。

4.4 质性数据收集

质性数据来源包括：（1）学生研学过程中的对话记录、协作文档与 GAI 交互日志；（2）半结构化访谈：访谈提纲围绕“学习过程体验”“GAI 工具使用感受”“小组协作情况”及“对文化的理解与认同”四个方面展开，每人访谈时长约 10 分钟；（3）教师观察笔记与反思日志。

数据分析采用主题分析法。首先，将所有质性材料转录为文本；其次，由两名研究者独立进行开放式编码，初步识别意义单元；随后，通过讨论形成初始主题；最后，整合并提炼为核心主题。表 1 为主题分析编码表示例，呈现了部分编码过程与结果。

表 1 主题分析编码表（示例）

核心主题	子主题	代表性原始陈述（受访者编号）
认知赋能	情境理解增强	“能知道自己在看什么、该问什么。”（S3）
	学习方向感提升	“以前不知道要看什么，现在 GAI 会提示我们关注哪些细节。”（S5）
交互支持	协作效率提升	“小组讨论时有东西可以一起看、一起改。”（S7）
	沟通壁垒降低	“用手打字问 GAI 比问老师方便，它解释得更细。”（S2）
情感与认同	自主性与参与感	“感觉自己像个‘研究者’。”（S4）
	文化认同增强	“原来端砚有这么多故事，我想告诉别人。”（S9）

4.5 伦理与隐私保护

本研究所有数据采集均获得学生知情同意，学生上传的图像与对话记录仅用于研究分析；与 GAI 平台交互时，对学生真实姓名等敏感数据信息进行匿名化处理，研究结束后统一删除。

5. 模式应用

本案例以聋校《道德与法治》九年级“文明与家园”单元为基础，结合肇庆作为广府文化发祥地的地域资源，以“寻肇庆广府文脉，为古城非遗代言”为主题，完整贯穿 GAI 赋能的听障学生“三阶研学模型”，支持听障学生完成从文化感知到创新表达的全过程深度学习。该主题整合了道德与法治（文明与家园）、美术（端砚拓印、建筑纹样）、语文（非遗叙事写作）、信息技术（数字作品制作）等多学科内容，体现跨学科学习特征。

5.1 第一阶段：感知增强——多模态环境信息的结构化呈现

感知增强阶段紧密围绕听障学生视觉认知优势，通过 GAI 技术系统性实施多模态环境信息的结构化呈现。在行前“云端感知预热”环节，教师引导学生运用 GAI 工具对核心文化概念进行探索：系统不仅自动生成融合文字、图像与 AI 手语翻译的导学资源，更通过构建交互式文化知识图谱，将分散的文物点、历史人物与非遗技艺（如包公祠、端砚、裹蒸）按其时空与逻辑关系进行可视化联结，助力学生预先形成结构化的认知图式。进入实地“情境增强解读”环节，学生使用移动设备捕获现场画面（如建筑细节、工匠动作）时，GAI 通过实时图像识别与自然语言处理，对场景进行智能解析与标注——例如当镜头聚焦古城墙砖石

时，系统自动生成“明代楔形砖结构解析”等具象化说明，将物理环境转化为可读、可查询的增强现实文本。这实质上是将无声的物理环境转化为可读、可查询的“增强现实文本”，显著降低听障学生在复杂研学环境中自主获取与整合关键信息的认知负荷（陕玉娟,2020）。

5.2 第二阶段：情境交互——生成式对话与协作探究引导

情境交互阶段的核心是促进学生在“增强型情境”中开展深度、主动的探究。GAI 作为智能交互枢纽，通过生成式对话与协作工具，引导学生从被动观察转向主动提问、关联思考与集体建构。在智能伴学对话层面，学生可通过文字或手势随时发起情境化提问（如“端砚纹样寓意”），GAI 则生成结合现场场景的引导性回应，例如在解析纹样后进一步追问：“请对比民用砚台纹样，思考装饰主题与社会等级的关系”，以此推动学生从表层观察转向批判性思考与关联分析。在分布式协作建构层面，各小组通过 GAI 协作文档实时共享观察记录、访谈转录与影像素材，系统对碎片化信息进行动态聚类与语义关联，自动生成可视化“探究线索图”并提出整合性问题（如“包公祠‘清廉’典故与端砚‘匠人精神’能否提炼共通的广府价值观？”）。这种设计不仅显化了集体认知轨迹，更通过结构化的问题支架催化小组内部的意义协商与知识共建，使听障学生在社会性交互中突破沟通壁垒，实现从个体观察到协作建构的认知跃迁。

5.3 第三阶段：经验生成——从具身体验到创造性外化

经验生成阶段聚焦于引导学生将丰富的具身经验与探究所得进行系统反思、抽象概括，并外化为个性化的、创造性的成果，完成研学经验的个人化与知识化闭环。研学活动间隙及结束后，可用 GAI 引导学生对海量的过程性材料进行复盘。它可以自动生成时间线叙事、将照片按主题分类、并提炼各小组讨论中的核心观点，形成一份初步的“研学发现报告”草案，为学生提供了将感性体验升华为理性认知的有力支架。在创意生成与多模态表达中，GAI 作为创意协同伙伴，根据学生提出的主题方向（如“石刻上的千年故事”）生成视觉风格、叙事脚本及交互逻辑建议，并通过自然语言转代码等功能降低技术门槛，使学生能够专注于文化内涵的创造性呈现。最后，在个性化素养评估与反馈闭环中，GAI 通过分析全程学习数据，生成涵盖“感知关联、理解阐释、实践创新、表达传播”四个维度的素养发展画像，该画像不仅为学生提供精准的能力发展反馈，也为教师优化教学设计提供依据，从而真正实现“体验—反思—创造—评估”的完整意义生成闭环。

本案例表明，通过系统性地应用“感知增强—情境交互—经验生成”三阶模型，GAI 技术深度融入研学课程的核心环节，有效赋能听障学生跨越感知壁垒、深化情境交互，并最终实现创造性表达，为其参与文化遗产的传承与创新提供了平等而富有深度的学习体验。

6. 研究结果

6.1 量化分析结果

两轮实践结束后，实验组学生在高阶问题提出数量上显著高于对照组（M 实验=4.21，M 对照=1.83， $t=5.36$ ， $p<0.001$ ，Cohen's $d=1.24$ ）。在最终作品盲评中，实验组在跨学科概念整合与抽象迁移能力维度得分显著优于对照组（M 实验=86.3，M 对照=71.5， $t=4.72$ ， $p<0.001$ ，Cohen's $d=1.08$ ）。核心素养前后测差异分析显示，实验组在“学会学习”“实践创新”“人文底蕴”三个维度上得分提升显著（ $p<0.01$ ），而对照组仅在“人文底蕴”维度有微弱提升（ $p<0.05$ ）。表 2 为量化分析结果汇总。

表 4 实验组与对照组在四维评价模型上的成效对比

评估指标	实验组 (M±SD)	对照组 (M±SD)	统计检验	效应量
高阶问题提出数量	4.21±1.05	1.83±0.78	$t=5.36$, $p<0.001$	Cohen's $d=1.24$

跨学科概念整合能力	86.3±7.20	71.5±8.90	t=4.72, p<0.001	Cohen's d=1.08
核心素养 (学会学习)	提升显著 (p<0.01)	提升不显著	-	-
核心素养 (实践创新)	提升显著 (p<0.01)	提升不显著	-	-
核心素养 (人文底蕴)	提升显著 (p<0.01)	提升微弱 (p<0.05)	-	-

6.2 质性分析结果

访谈与观察数据表明，实验组学生普遍反映“能知道自己在看什么、该问什么”（S3）、“小组讨论时有东西可以一起看、一起改”（S7），90%以上的学生自我报告学习方向感、自主性与文化认同感增强。教师观察也指出，实验组学生在探究过程中表现出更强的持续注意力与协作意愿，小组内部沟通更加高效。对照组学生则多次出现“不知道该看哪里”“问了老师也解释不清”的情况，探究过程较为被动。

7. 讨论与结论

本研究通过两轮迭代实验和混合研究评估框架，从特殊教育个别化发展与学科核心素养生成的双重维度验证了 GAI 赋能模式的有效性。量化分析显示，实验组学生在研学过程中提出的高阶认知问题（解释性与探究性）数量显著高于对照组，且其最终作品所体现的跨学科概念整合与抽象迁移能力，经盲评得分计算效应量呈现出具有实际教育意义的显著提升。质性数据进一步表明，超过 90% 的学生自我报告学习方向感、自主性与文化认同感增强。这些数据说明，GAI 通过提供符合听障学生视觉认知优势的适应性支架与情境化交互，不仅显著优化了学习过程与成果的可测量指标，更系统地促进了其在复杂真实情境中“学会学习”“实践创新”“人文底蕴”及“责任担当”等核心素养的整合发展，为在特殊教育中实现素养导向的体验式学习提供了实证路径。在隐私与伦理层面，本研究严格遵循知情同意与数据本地化存储原则，未来在大规模推广中应进一步建立听障学生多模态数据采集与使用的伦理规范。

本研究虽取得积极成效，但仍存在一定局限。首先，样本仅选取一所聋校的两个班级，样本量相对有限，未来研究需在更多学校、不同学段中扩大样本以验证模型的普适性。其次，干预周期不够长，GAI 赋能的长期效应及对学生发展的持续影响有待进一步追踪。此外，在隐私与伦理层面，本研究严格遵循知情同意与数据本地化存储原则，未来在大规模推广中应进一步建立听障学生多模态数据采集与使用的伦理规范。

本研究证实，GAI 通过构建“感知增强—交互支持—生成支架”的认知中介系统，赋能听障学生实现从“访问式学习”到“生成式探究”的范式转型，有效弥合其与真实情境的交互鸿沟。未来，通过推进 GAI 与 AR、可穿戴设备的深度融合，并持续优化符合听障认知特点的交互设计与数据驱动的个性化路径，有望构建更沉浸、自适应的研学环境，最终支持每一位听障学生在真实世界的探索中实现知识建构、文化认同与核心素养的全面发展。

参考文献

- 丁成浩.(2025). 具身认知理念下中小学研学课程育德功能与课程构建.教学与管理(S2).
 方俊明.(2001).感官残疾人认知特点的系列实验研究报告.中国特殊教育,(01),3-6+17.
 米秀兰 & 邓太常.(2025).基于数智技术的聋校高中语文大单元教学.现代特殊教育,(05),25-28.

- 张鹏,汪旻 & 尚俊杰.(2024).生成式人工智能与教育变革:价值、困难与策略.现代教育技术,34(06),14-24.
- 张良, & 靳玉乐. (2019). 核心素养的发展需要怎样的教学认识论?——基于情境认知理论的勾画.教育研究与实验(5), 6.
- 张潇冰(2025).面向元认知能力培养的人机协同学习活动设计与实践——以初中信息科技课程为例. (Doctoral dissertation, 曲阜师范大学).
- Vince, R. . (1998). Behind and beyond kolb's learning cycle. Journal of Management Education,22(3), 304-319.
- 曾烁,马滢,胡艾新 & 王庭照.(2025).教育强国背景下人工智能赋能特殊教育的技术现象学内涵把握、现实困境与推进路径.中国特殊教育,(12),3-10.
- 周沛,詹泽慧.人工智能何以赋能特殊学生个性化学习[J].现代特殊教育,2025,(24):30-36.
- 陕玉娟.(2020).国外 AR 技术在特殊教育中应用的价值取向变迁与理性选择.中国教育信息化,(02),7-12.