

多模态生成式人工智能在信息素养教育中的 整合机制与教学模式

孙晓瑜 时金华 孟文杰 张雪松 卢虎胜

中国石油大学（华东）图书馆 / 教务处 / 石油工程学院

2026年6月25日



01

研究背景与核心问题

数字化学习环境下信息素养教育面临的范式变革与核心挑战

02

四层整合机制

数据-算法-平台-伦理四层耦合的技术整合框架

03

六步实施框架

教学、技术与治理的映射——从理论到实践的六步落地路径

04

实证研究

中国石油大学(华东)《信息检索与利用》课程的实践验证

05

讨论与展望

研究贡献、实践反思与未来方向



01

研究背景与核心问题

数字化学习环境下信息素养教育面临的范式变革与核心挑战

🚀 GenAI带来的机遇

生成式人工智能 (GenAI) 凭借在多模态理解与内容生成方面的显著能力，为信息素养教育带来**范式变革**

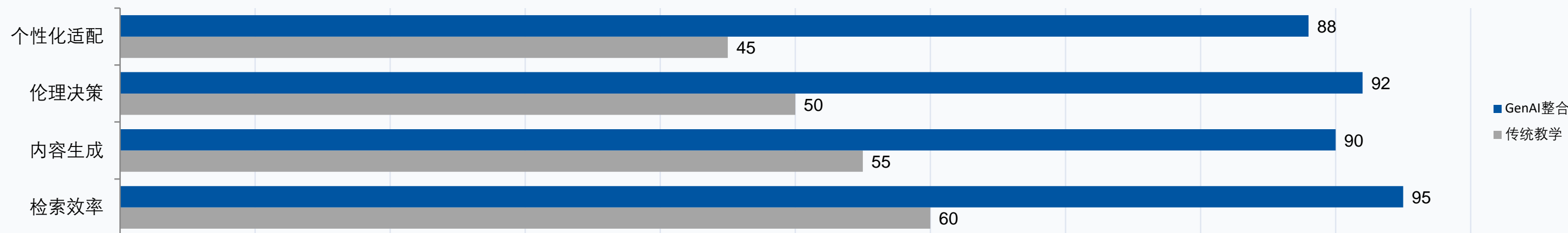
- 加强信息检索、证据评估与多模态表达能力
- 提供个性化学习路径与实时反馈
- 支持跨模态教学资源自动生成

⚠️ 面临的核心挑战

技术潜力的发挥面临多重制约，亟需系统化整合框架

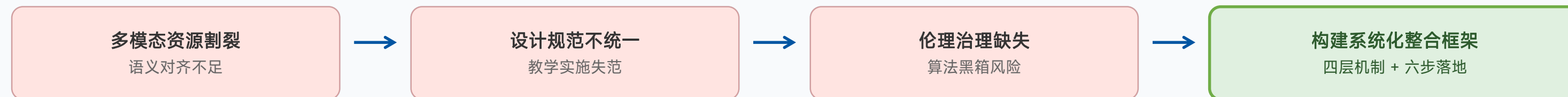
- 跨模态教育资源语义割裂
- 不同数据类型语义对齐不足
- 教学设计规范不统一
- 伦理治理风险突出

研究目标与框架



核心痛点与研究问题

痛点 → 问题 → 目标 逻辑链



两个核心研究问题

- 1 如何系统地将多模态生成式AI能力整合到信息素养教育中，以有效支撑以检索、评估和表达为核心的学习目标？
- 2 如何构建一个可扩展、基于证据的教学模型，促成整合模式在不同机构情境中的采纳与适应，并具备清晰的治理路径？



本研究提出的解决方案：

- 四层整合机制：数据-算法-平台-伦理
- 六步实施框架：从规划到迭代闭环
- "解构-协同-内化"螺旋教学模式
- 价值敏感设计贯穿全流程



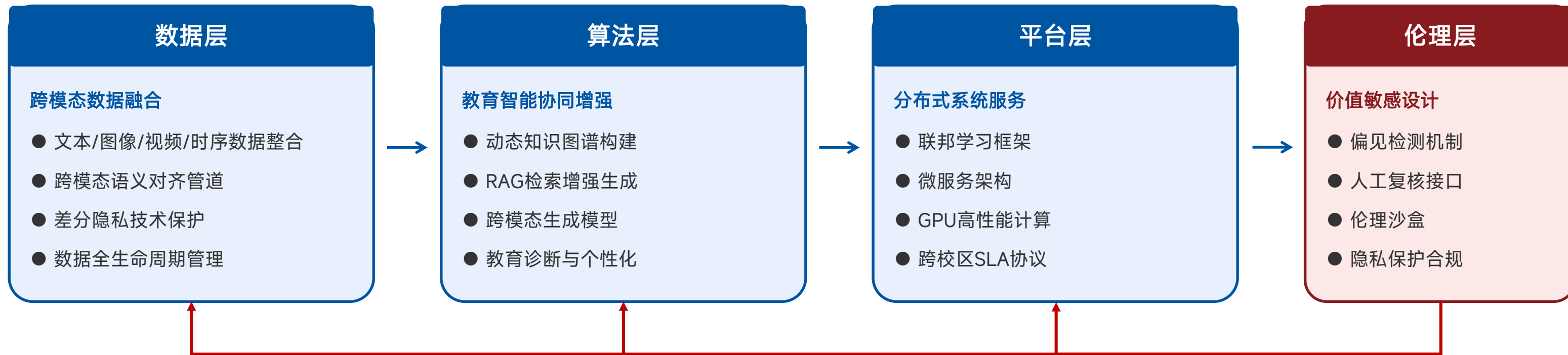
02

四层整合机制

"数据-算法-平台-伦理"四层耦合的技术整合框架

四层架构总览

数据层 → 算法层 → 平台层 → 伦理层，四层耦合服务于"检索→评估→表达"核心目标



核心信息素养目标

检索 — 高效信息获取

评估 — 批判性证据审查

表达 — 多模态内容生成

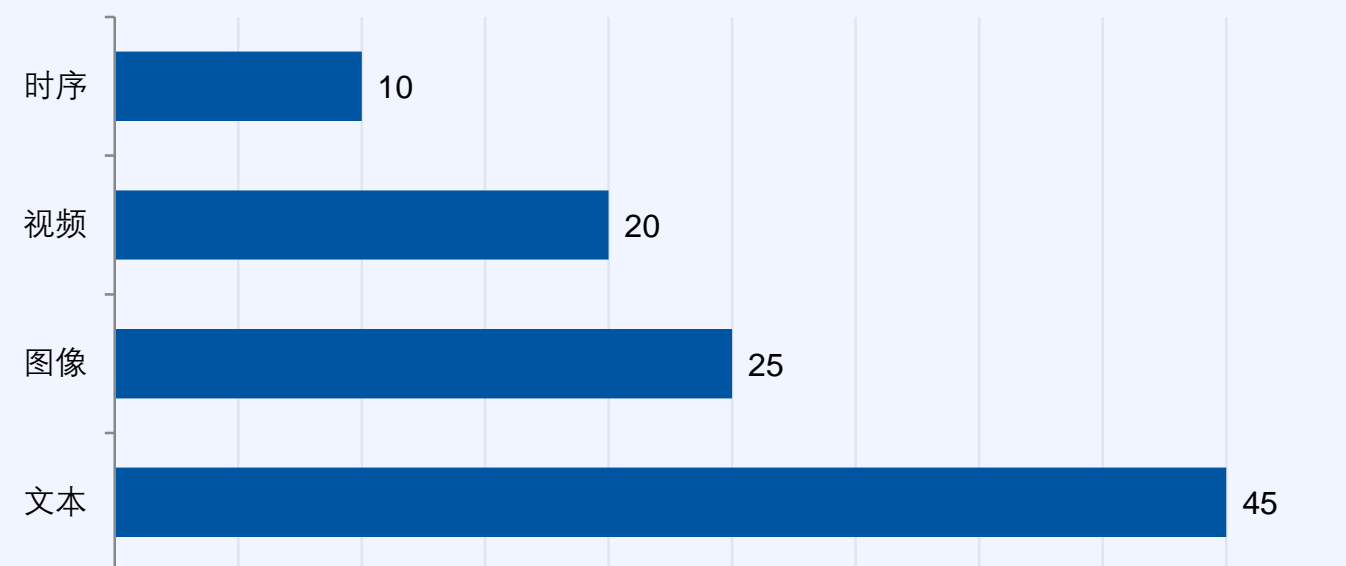
设计特点

- 数据流自左向右：从数据融合到智能服务逐层递进，确保技术能力有效转化
- 伦理准则横向贯穿：伦理层嵌入四层之中，确保技术向善，实现从技术工具应用到伦理意识行为化的转化

数据层：跨模态数据融合

数据来源整合

- 学术数据库 (CNKI、Web of Science等)
- 开放网络资源
- 实验仪器数据
- 学习行为日志



算法层：教育智能协同

核心技术组件

- 动态知识图谱：领域知识结构化表征
- RAG架构：知识图谱作为外部记忆库
- 跨模态生成模型：丰富教学资源
- 教育诊断模型：个性化学习调整

RAG工作流程

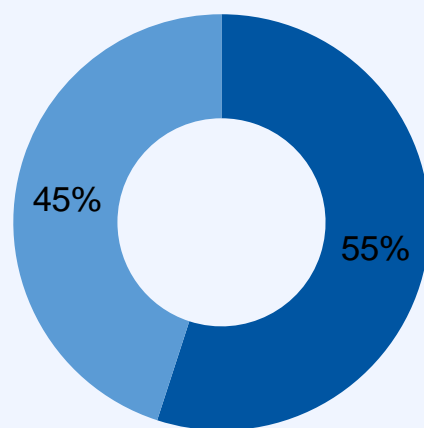


- 知识图谱约束生成范围，提升准确性
- 教育诊断模型进行个性化校准
- 确保教育逻辑对生成能力的引导

平台层：分布式系统服务

核心架构组件

- 联邦学习框架：本地数据不出域协同训练
- 微服务架构：统一API与弹性扩展
- GPU高性能计算集群支撑
- 跨校区服务等级协议（SLA）



■ 青岛校区 ■ 东营校区

伦理层：价值敏感设计

核心治理机制

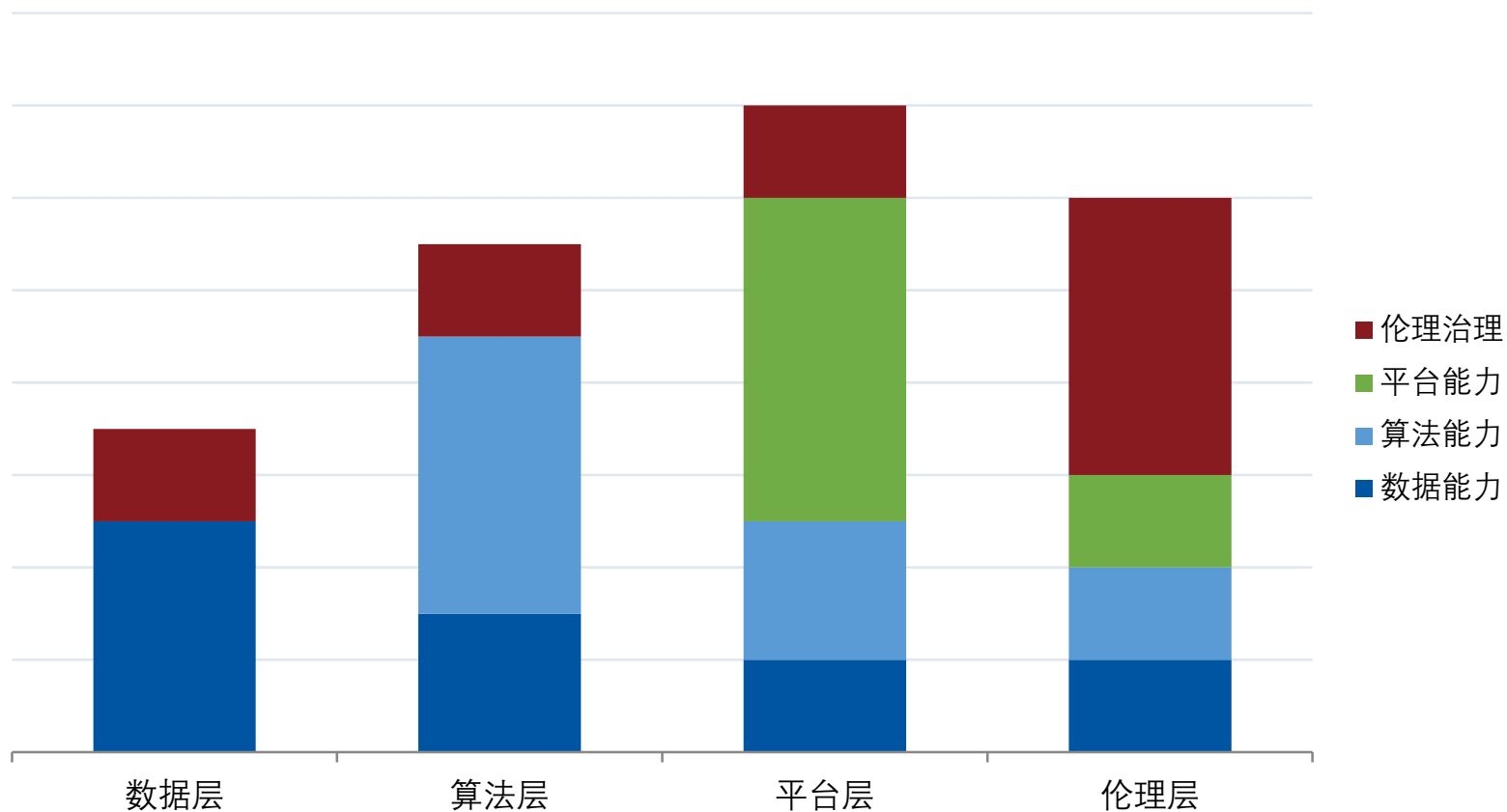
- 数据层：“尊重”与隐私保护
- 算法层：偏见检测+人工复核双重过滤
- 教学层：伦理沙盒情境演练
- 全流程：价值敏感设计嵌入

伦理治理流程



- 伦理沙盒帮助学生理解算法歧视
- 知识产权与数据共享困境模拟
- 负责任的技术使用成为内在要素

四层耦合与技术整合体系



整合体系核心特征

↑ 数据流自下而上：从数据融合到智能服务逐层递进

↔ 伦理横向贯穿：价值敏感设计嵌入全部四层

↻ 反馈回路闭环：持续优化数据质量与算法性能

□ 可扩展架构：支持跨校区、大规模个性化教学

技术整合体系总结

四层整合机制构建了一个面向多模态GenAI情境的**系统性技术框架**。数据流自下而上支撑智能服务，伦理准则横向贯穿确保技术向善，强调数据与算法的协同、平台的可扩展性以及伦理治理的嵌入性，共同构成一个**完整、可控、可扩展**的技术整合体系，为后续教学模型的实施奠定了坚实的**系统基础**。



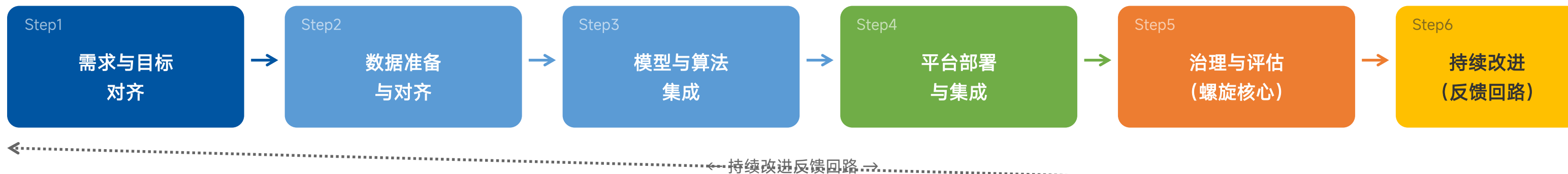
03

六步实施框架

教学、技术与治理的映射——从理论到实践的六步落地路径

六步框架总览

将四层整合机制的操作化路径拆解为六个递进阶段，构建从规划到迭代的完整实施闭环



六步框架与四层机制映射概览

步骤/层	数据层	算法层	平台层	伦理层
Step1 需求对齐	数据需求初步评估	能力需求评估	协作范围设想	伦理边界框架
Step2 数据准备	标准化+隐私设计	输入格式统一	数据共享策略	差分隐私审计
Step3 模型集成	高质量输入标注	知识图谱+RAG	模型版本管理	证据可追溯性
Step4 平台部署	访问控制日志	输出管控日志	资源调度+SLA	透明性仪表盘
Step5 治理评估	使用授权审计	偏差监控	学习分析透明	伦理审查
Step6 持续改进	数据质量提升	证据链更新	治理模板迭代	伦理沙盒迭代

步骤一~二：需求对齐与数据准备

Step 1

需求与目标对齐

教学映射：信息素养核心能力（检索、评估、表达）行为化拆解

技术映射：数据资源盘查、GenAI工具偏见扫描与合规检查

治理映射：组建跨职能团队，产出《数据伦理风险评估清单》

Step 2

数据准备与对齐

教学映射：明确所需数据类型、范围与模态

技术映射：跨模态采集清洗管道，语义对齐模型

治理映射：差分隐私保护，《数据全生命周期管理规范》

教学-技术-治理映射详情

维度	Step 1：需求与目标对齐	Step 2：数据准备与对齐	关键产出
教学	核心能力行为化拆解，形成能力描述指标	明确训练与评估数据的类型、范围与模态	能力指标体系、数据需求清单
技术	数据资源盘查、工具偏见扫描、合规检查	跨模态采集管道、语义对齐、差分隐私	伦理风险评估清单、数据管理规范
治理	跨职能团队组建，伦理边界初步框架	数据所有权、访问控制、最小化收集	合规性指南、伦理审查通过

步骤三~四：模型集成与平台部署

Step 3

模型与算法集成

教学映射：构建动态知识图谱，学科知识结构化

技术映射：RAG架构部署，跨模态生成模型集成

治理映射：算法审计流程，自动化偏见检测+人工复核

Step 4

平台部署与集成

教学映射：算法能力封装为教学服务

技术映射：微服务架构，联邦学习框架，GPU集群

治理映射：SLA协议，跨校区联合技术运维

教学-技术-治理映射详情

维度	Step 3: 模型与算法集成	Step 4: 平台部署与集成	关键产出
教学	知识图谱结构化, RAG提升生成质量	教学服务封装, 跨校区资源调度	智能教学内核、服务平台
技术	知识图谱+RAG+跨模态生成模型	微服务+联邦学习+GPU集群	可扩展技术平台
治理	算法审计、双重过滤机制	SLA协议、合规报告	治理仪表盘、运维章程

步骤五~六：治理评估与持续改进

Step 5

治理与评估

教学映射：“解构-协同-内化”螺旋教学流程

技术映射：过程性数据采集，学习分析仪表盘

治理映射：伦理沙盒情境演练，偏差监控阈值

Step 6

持续改进

教学映射：基于评估数据调整教学目标与内容

技术映射：四层协同反馈回路，模型参数优化

治理映射：最佳实践沉淀为可共享治理模板

“解构-协同-内化”螺旋教学模型



- **解构：**培养学生对多源信息的批判性评估能力，对比分析学术论文、行业报告与社交媒体信息
- **协同：**提升人机协作解决问题能力，AI负责数据整理与图表生成，学生负责框架设计与结论提炼
- **内化：**促进技术伦理从认知到行为的转化，在伦理沙盒中模拟决策困境

六步框架完整映射关系表

步骤/层	数据层	算法层	平台层	伦理层
Step1 需求对齐	数据需求初步评估 伦理边界设定	初步能力与证据性需求	跨校区协作范围设想	伦理边界与治理原则 初步框架
Step2 数据准备	数据标准化、元数据模型 隐私设计	输入格式统一 对齐误差度量	跨校区数据共享策略	差分隐私、审计与授权
Step3 模型集成	高质量输入、证据标注 可追溯性	动态知识图谱、RAG 教育算法	模型版本/更新与日志	证据可追溯性 治理触发
Step4 平台部署	数据访问控制、治理日志	输出管控、日志聚合	跨机构资源调度、SLA	透明性仪表盘 合规报告
Step5 治理评估	数据使用授权、隐私审计	输出解释性、偏差监控	学习分析透明性 治理指标	伦理审查、治理阈值
Step6 持续改进	改进清单、数据质量提升	产出改进与证据链更新	部署与治理模板迭代	伦理沙盒迭代记录



04

实证研究

中国石油大学（华东）《信息检索与利用》课程的实践验证

课程背景与实施目标

课程基本信息

课程名称: 《信息检索与利用》

课程性质: 通识教育核心课程

面向对象: 2023级本科生

专业覆盖: 石油工程、地质科学等

实验规模: 实验组60人 / 对照组60人

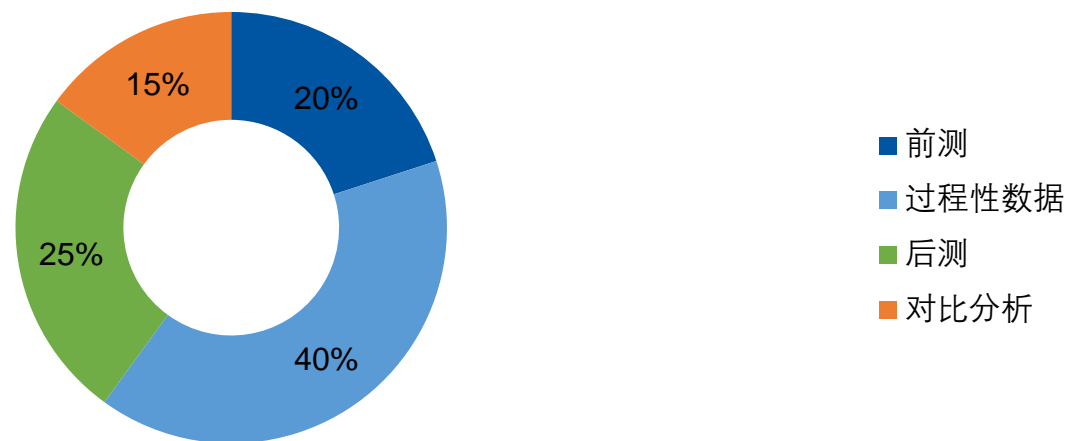
三大验证目标

目标1: 验证整合机制对个性化、情境化学习的支撑效果

目标2: 验证"解构-协同-内化"螺旋模型的课堂路径可行性

目标3: 评估信息检索效率与伦理决策能力的提升效果

研究方法设计



混合研究方法

- 对照实验设计: 实验组 vs 对照组 (各60人)
- 前后测对比: 信息检索效率、伦理决策能力
- 过程性数据: 学习行为日志、平台交互数据
- 统计检验: t检验, $p < 0.05$ 为显著

整合机制的具体配置

数据层

- SPE数据库 (石油工程领域)
- 钻井作业视频日志
- 地质岩芯图像数据集
- 学习行为日志
- 改进CLIP实现文本-图像语义对齐

算法层

- "油气勘探开发"动态知识图谱
- 基于RAG的问答引擎
- 领域微调开源大语言模型
- 定制化Stable Diffusion模型
- 生成地质示意图

平台层

- 校内GPU集群算力支撑
- 联邦学习框架
- 连接多个校区
- 本地数据主权保障
- 模型协同更新机制

伦理层

- 《课程数据伦理使用规范》
- 事实准确性校验机制
- 偏见关键词扫描"双重过滤"
- 人工复核接口
- 虚拟伦理沙盒模块

8周教学实施流程

W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8

第1-3周：解构阶段

多模态信息对比分析

第4-6周：协同阶段

人机协作探究项目

第7-8周：内化阶段

伦理沙盒+辩论

解构阶段详细内容

- 围绕"水力压裂技术环境影响"争议课题
- 使用平台工具对比分析学术论文、行业报告与社交媒体
- 完成"信息解构报告"

协同阶段详细内容

- "非常规油气资源评估"探究项目
- 平台推送个性化文献与数据
- AI负责数据整理与图表生成
- 学生负责框架设计与结论提炼

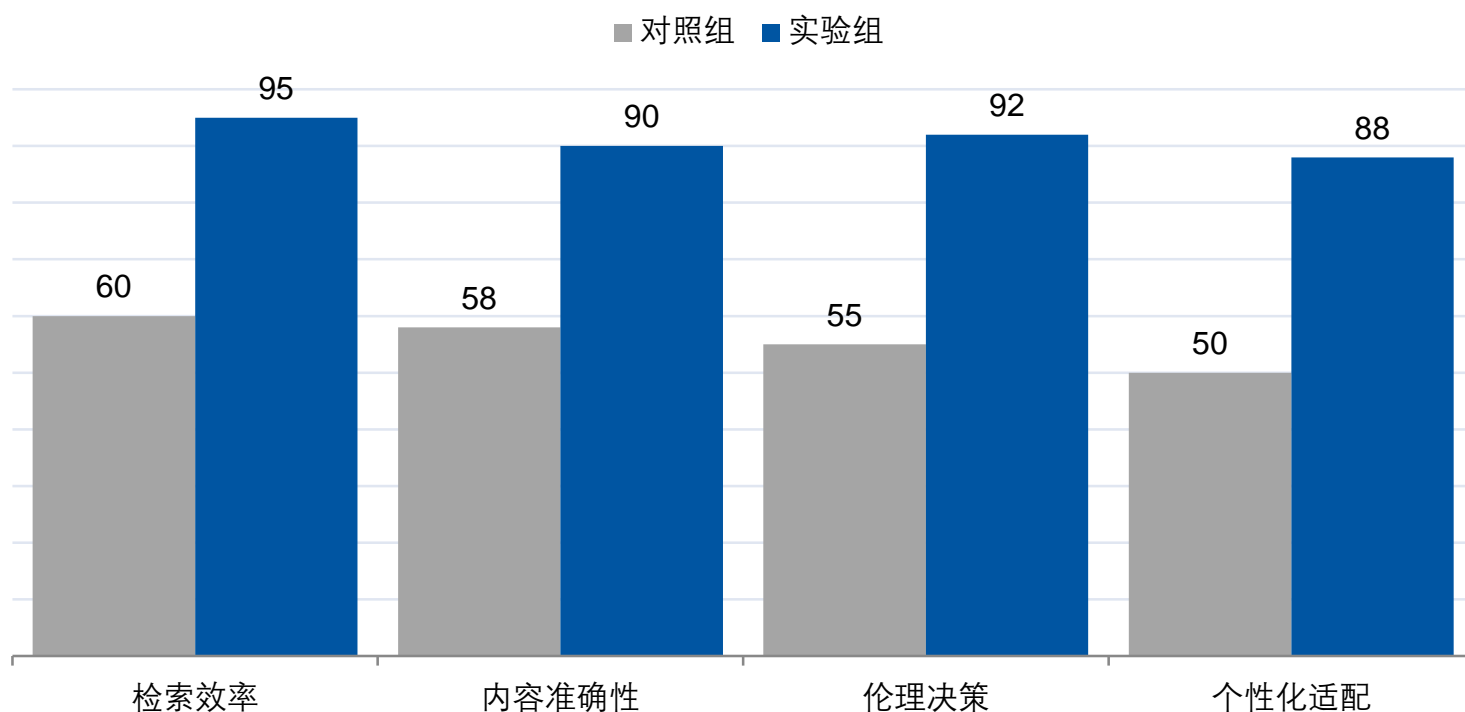
内化阶段详细内容

- 伦理沙盒模拟"数据造假压力决策"
- 小组辩论与方案讨论
- 提交"负责任的油田数据共享方案"

实施亮点

- 个性化适配：学习仪表盘提供实时反馈，系统基于认知薄弱点推送微课与练习
- 人机协同：AI辅助数据整理与图表生成，学生聚焦高阶思维活动
- 伦理内化：通过伦理沙盒将技术伦理从认知层面转化为行为决策
- 过程评估：全程学习行为数据采集，支持精准评估与持续改进

实施成效与数据分析



核心数据成果

53.4%

信息检索效率提升

$t=4.82, p<0.01$

41.2%

多模态内容准确性提高

89.2%

伦理决策正确率

$p<0.05$

60+60

实验组/对照组样本量

关键发现

- 学习效能显著提升:** 实验组信息检索效率提升53.4% ($t=4.82, p<0.01$)，多模态内容生成准确性提高41.2%
- 伦理内化效果显著:** 实验组在模拟学术伦理情境中的正确决策率达到89.2% ($p<0.05$)，能主动识别数据偏见并提出修正方案
- 模式迁移性初步验证:** 为石油工程构建的动态知识图谱，经轻量化调整后已能支持地质科学相关课程



05

讨论与展望

研究贡献、实践反思与未来方向

理论贡献

1. 层级清晰的整合机制

创新性将数据层、算法层、平台层与伦理层进行系统性耦合，明确了各层级间的支撑与约束关系

2. "解构-协同-内化"螺旋模型

将信息素养培养从离散技能训练升级为阶段递进、数据驱动的动态认知发展过程

3. "技术-伦理"双驱动框架

构建了首个面向教育场景的技术能力与伦理治理并重的理论模型

实践贡献

1. 六步实施框架

提供从目标对齐到持续改进的完整行动路线图，明确每一步的教学-技术-治理映射关系

2. 可迁移实践模板

包含具体工具链、伦理协议与评估方法，为其他院校降低试错成本

3. 实证验证数据

在中国石油大学（华东）的验证表明框架有效提升学习效能与伦理决策能力

外部有效性局限

- 单一机构验证（中国石油大学（华东））
- 聚焦工程类专业（石油、地质）
- 在人文社科、医学等领域适用性待验证
- 资源条件差异大的院校推广有挑战

因果推断局限

- 对照设计+前后测存在样本选择偏差
- 教学实施差异与外部干扰因素
- 难以实现严格的因果推断
- 需引入随机分组或准实验设计

长期效果追踪不足

- 研究周期相对较短（8周课程）
- 难以观察课程结束后长期发展
- 伦理实践的持续性未充分验证
- 需设计纵向研究（1-2年跟踪）

数据质量挑战

- 专业领域高质量标注数据不足
- 跨模态语义对齐难度大
- 具身知识难以完全数字化
- 影响知识图谱准确性与可靠性

跨机构多点验证 (12-18个月)

与不同类型高校（综合类、师范类、高职）合作，验证框架的跨学科、跨机构适用性

核心组件封装为可插拔微服务

将RAG引擎、知识图谱、联邦学习接口等封装为标准化微服务，降低部署门槛

制定教育应用治理白皮书

联合多所高校制定《多模态GenAI教育应用治理白皮书》，统一数据标准与伦理审查流程

引入XAI组件提升可解释性

集成可解释AI组件，增强生成过程透明度，提升学习者对AI输出的信任与批判性理解

纵向研究追踪长期效果

开展1-2年纵向跟踪调查，评估伦理决策的稳定性与迁移性



谢谢!

敬请批评指正!