

新工科背景下高校数据库课程教学改革探索与实践

李艳红 龙焰 侯睿

中南民族大学计算机学院

(人工智能学院), 武汉 430074

摘要 数据库课程是计算机类专业的重要基础课,但现有教学在内容更新、实践组织和评价方式上仍存在明显滞后。围绕新工科背景下数据库人才培养需求,本文提出“基础层—扩展层—前沿层”的课程内容重构思路,构建以真实项目为主线、以大语言模型为辅助、以过程评价为牵引的教学改革方案。试点材料显示,改革后 SQL 技能考核通过率由 75%提高至 92%,数据库设计竞赛获奖率由 15%提高至 35%,企业实习反馈评分由 3.2 分提高至 4.5 分,就业对口率由 60%提高至 85%。结果表明,该方案有助于增强学生的数据建模、SQL 开发、NoSQL 应用和工程化调优能力,并推动课程从知识传授转向能力生成。

关键词 数据库教学,教学改革,项目驱动, NoSQL, 大语言模型, 产教融合

Exploration and Practice of Database Course Teaching Reform in Universities under the Emerging Engineering Education Context *

Li Yanhong Long Han Hou Rui

College of Computer Science(College of Artificial Intelligence),

South-Central Minzu University, Wuhan 430074, China

Abstract—Database courses are core foundational courses for computer-related majors, yet current teaching practices still lag behind in content renewal, practical organization, and assessment design. To meet the demand for database talent training under the emerging engineering education context, this paper proposes a course content reconstruction framework consisting of a foundation layer, an extension layer, and a frontier layer. It further develops a teaching reform scheme that takes real-world projects as the main thread, uses large language models as auxiliary tools, and relies on process-oriented assessment as the driving mechanism. Practice shows that this scheme improves students' abilities in data modeling, SQL development, NoSQL application, and engineering-oriented performance tuning, while shifting the course from knowledge delivery to capability formation.

Keywords—database teaching, teaching reform, project-driven learning, NoSQL, large language models, industry-education integration

1 引言

数据库技术已从单一关系型系统扩展到云原生、分布式、多模型和 AI 原生数据库等多元形态^[1]。高校数据库课程如果仍停留在“概念讲解—SQL 练习—期末考试”的线性模式,学生虽然能够掌握若干语法和术语,却难以完成真实业务中的数据建模、系统选型、性能优化和安全治理任务。

因此,数据库教学改革的关键不只是增加若干新技术章节,而是重建课程逻辑:以关系数据库原理为根基^[2],以真实项目贯通知识点,以前沿技术拓展应用边界,以多元评价促进持续改进。本文在梳理课程痛点的基础上,提出一套结构化改革方案,并结合试点实践分析其实施效果。

2 高校数据库教学的主要问题

2.1 教学内容更新滞后

现有教材和课堂内容多以关系型数据库为中心,对 MongoDB、Redis、HBase、图数据库、时序数据库、向量数据库和云数据库等内容涉及不足。学生能够完成传统表结构设计,却缺少面对半结构化数据、高并发缓存、海量日志和智能检索场景时的技术选型能力。

2.2 理论教学与工程实践割裂

不少课程仍以课堂讲授和孤立 SQL 练习为主,实验任务规模小、业务背景弱、交付要求低。学生知道范式、事务和索引的定义,却缺少从需求分析、概

念建模、物理设计到测试优化的完整训练，导致“会做题”与“能做系统”之间存在断层。

2.3 课时有限与内容扩张冲突

数据库课程通常只有 48 学时左右，而教学内容已覆盖关系模型、SQL、数据库设计、事务管理、NoSQL、分布式架构和安全治理等多个方向。若平均分配课时，容易造成知识面看似完整、重点却不突出的局面；若只守住传统内容，又难以回应产业需求。

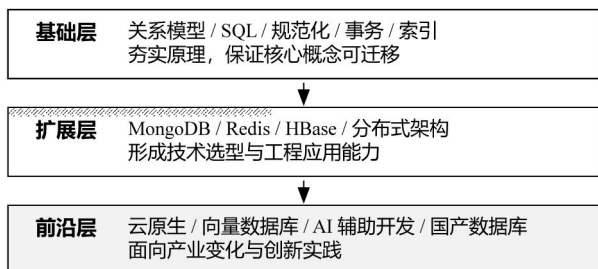
2.4 评价方式难以反映综合能力

以笔试成绩为核心的评价方式能够检测概念掌握，却难以评价学生在实际项目中的建模质量、协作过程、调优能力和工程文档能力。评价导向若不改变，学生就会倾向于短期记忆和题型训练，改革难以真正落地。

3 教学改革的总体思路

本轮改革以“基础扎实、实践贯通、前沿可见、评价闭环”为目标^[3]。基础扎实强调关系数据库核心理论不可弱化^[4]；实践贯通强调每个知识点尽量落到真实业务任务中；前沿可见强调课程应呈现数据库技术演进方向；评价闭环强调通过过程数据、项目成果和产业反馈持续修正教学设计。课程三级内容体系如图 1 所示。

数据库课程“基础—扩展—前沿”三级内容体系



逻辑：先稳定核心知识，再进入多模型数据库，最后接入真实产业技术栈

图 1 数据库课程三级内容体系

3.1 内容体系：从单一知识点到分层课程群

课程内容被组织为三个层级。基础层聚焦关系模型、SQL、规范化、事务和索引，是学生理解数据库系统的共同语言；扩展层引入 NoSQL、缓存、列式存储和分布式架构，帮助学生理解不同数据模型的适用边界；前沿层关注云原生、向量检索、AI 辅助开发和国产数据库生态，使课程与产业技术保持联动。

3.2 教学组织：从讲授中心到项目牵引

改革后的课堂不再把项目放在课程末尾作为附加任务，而是用项目贯穿教学全过程。教师先以业务问题导入知识点，再通过案例拆解呈现关键概念，随后

让学生在项目任务中完成建模、编码、测试和优化，最后通过复盘把经验迁移到新场景^[5]。具体教学流程如图 2 所示。

项目驱动教学流程

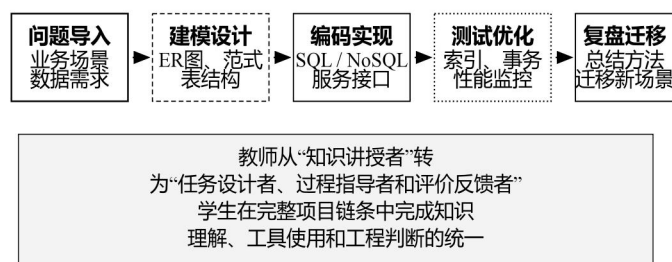


图 2 项目驱动教学流程

4 教学内容与方法的关键改革

4.1 核心理论案例化

关系数据库基础仍是课程根基。关系代数教学可结合订单查询、库存联动等场景解释选择、投影和连接；范式教学可从冗余字段、更新异常和查询性能的矛盾切入；事务教学可使用银行转账、库存扣减和秒杀下单等案例说明 ACID、隔离级别和并发控制。这样既保留理论深度，又降低抽象概念的理解门槛。

4.2 NoSQL 与云原生内容模块化

NoSQL 教学不宜停留在概念罗列，而应围绕“何时使用、如何建模、怎样保证一致性”展开[8]。MongoDB 适合半结构化文档管理，Redis 适合高并发缓存和排行榜，HBase 适合海量稀疏数据存储，云数据库适合弹性扩缩容和托管运维。为帮助学生理解不同数据模型的适用边界，课程从数据模型、一致性、扩展方式和适用场景等方面开展对比教学，具体内容见表 1。

表 1 关系型数据库与 NoSQL 数据库教学比较

维度	关系型数据库	NoSQL 数据库	教学重点
数据模型	结构化表与强约束	文档、键值、列族、图等	让学生理解模型差异与约束边界
一致性	强一致与事务完整性	多采用最终一致或局部事务	结合业务场景讨论一致性取舍
扩展方式	以纵向扩展和读写优化为主	更强调水平扩展	引入分片、复制和容灾设计
适用场景	OLTP、财务、订单等强约束业务	日志、缓存、内容、社交关系等	训练技术选型与混合架构设计

4.3 实践体系项目化

实践环节按“基础实验—综合项目—创新实践”递进设计^[7]。基础实验保证 SQL、索引、视图和事务等技能达标；综合项目要求学生完成需求分析、数据库设计、接口实现和测试报告；创新实践鼓励学生围绕 AI 知识库、物联网时序数据、校园服务平台等主题开展拓展。其中，不同层级实践任务的重点、典型成果及能力指向见表 2。

表 2 项目化实践体系设计

层级	任务重点	典型成果	能力指向
基础实验	SQL 查询、表结构设计、索引与事务	实验报告、SQL 脚本	基本操作与概念理解
综合项目	需求分析、ER 图、物理设计、接口联调	数据库设计文档、演示系统	工程实现与协作交付
创新实践	向量检索、时序分析、云数据库部署	专题报告、原型系统	创新应用与技术迁移

4.4 大语言模型辅助教学

大语言模型可作为数据库课程的学习支架，但不应替代学生的判断^[6,10]。教师应提供标准化提示词和验证规则，引导学生把 AI 输出用于方案初稿、错误定位、执行计划解释和性能优化建议，再通过人工审查、实验验证和课堂讨论完成知识内化。在这一过程中，教师需要针对不同应用环节设置相应的控制点，具体应用内容与教学边界见表 3。

表 3 大语言模型辅助教学的应用边界

应用环节	AI 辅助内容	教师控制点
DDL 设计	根据业务描述生成表结构、约束和索引建议	检查范式、主外键、字段类型和业务一致性
SQL 编写	生成复杂查询并解释窗口函数、连接和聚合逻辑	要求学生说明执行计划与优化依据
错误调试	定位语法错误、死锁风险和慢查询原因	用真实数据库环境验证建议有效性
方案评估	从扩展性、安全性和可维护性给出改进意见	防止生成式内容替代工程决策

5 实践案例与效果评价

5.1 电商订单数据库综合案例

以电商订单系统为例，学生需要围绕用户、商品、订单和订单明细四类核心实体完成数据库设计。教学中不再展示大段零散代码，而是要求学生提交三类成果：ER 图与表结构说明、核心 SQL 查询与索引策略、压力测试与优化记录。

在“月度品类销售额排名”任务中，学生需要完成多表连接、时间条件筛选、聚合统计和排名函数使用，并解释 orders 表的 created_at、status 字段以及 order_items 表的 order_id 字段为何需要索引。通过该案例，学生能够把 SQL 语法、执行计划和业务指标联系起来。

5.2 数据迁移与备份恢复案例

迁移实践以 MySQL 到 MongoDB 的用户数据迁移为主题，要求学生比较全量迁移、增量同步和双写策略的适用条件，并完成数据格式转换、索引重建和一致性校验。备份恢复部分则比较 mysql-dump、xtrabackup、mongodump、mongorestore 以及云迁移服务的使用边界，使学生理解数据安全不只是工具命令，而是包含恢复目标、停机窗口和一致性验证的系统工程。

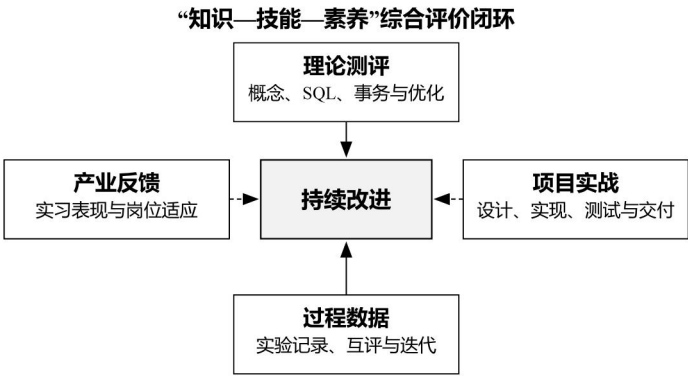


图 3 课程综合评价闭环

5.3 制造系统事件数据的数据库选型案例

为强化学生面向真实业务进行数据库选型的能力，课程引入制造系统事件数据案例。该场景持续产生带时间戳的事件日志，事件主体包括加工零件、AGV 等移动对象（MU），事件地点包括加工站、缓存区和运输路径等。核心检索需求包括：按 MU 查询完整事件轨迹，按加工站查询指定周期或全周期内的事件，以及按照时间片顺序回放仿真或生产过程。

该数据具有持续追加、时间有序、查询路径稳定和 Historical 数据量大的特点，本质上属于时序事件日志。选型时不仅要考虑写入吞吐量，还要综合比较时间范围扫描、复合条件检索、关系数据关联、历史归档和

后续统计分析能力。已有研究从工程教育认证角度讨论了 NoSQL 数据库课程的内容重构与能力培养,为通过场景驱动方式开展数据库选型教学提供了参考。

综合比较后,课程案例将 PostgreSQL 与 TimescaleDB 组合作为事件主库的优先方案。TimescaleDB 在保留 PostgreSQL 事务、SQL 查询和关系关联能力的基础上,能够按时间组织和分区事件数据,适合同支持 MU 轨迹查询、加工站周期查询和时间顺序回放。当事件数据增长到上亿级并以扫描、聚合和分析为主时,可将事件明细同步到 ClickHouse,利用列式存储和排序键提升大范围查询效率。不同数据库方案的比较结果见表 4。

表 4 制造系统事件数据的数据库选型比较

数据库	主要优势	主要局限	建议定位
PostgreSQL+TimescaleDB	时序分区、SQL 关联、事务与复合索引能力较强	超大规模分析性能弱于列式数据库	事件主库,优先方案
ClickHouse	大规模扫描、聚合和时间回放性能较高	事务和单条更新能力较弱,需按查询路径设计排序键	大数据量分析副本
MySQL	生态成熟,业务开发和维护方便	海量时序事件写入、索引维护和范围扫描压力较大	订单、配置和权限等业务主数据
MongoDB	文档结构灵活,适合字段差异较大的事件载荷	固定多条件时序检索和复杂关系关联并非优势	半结构化事件或灵活载荷存储

事件表可设置 run_id、sim_time、seq_no、event_type、mu_id、mu_type、station_id、related_mu_id 和 payload 等字段。其中, sim_time 表示仿真或生产时间, seq_no 用于区分同一时间点内多个事件的先后顺序,回放时应按照 sim_time 与 seq_no 联合排序。针对三类核心查询,可分别建立 (run_id, mu_id, sim_time, seq_no)、(run_id, station_id, sim_time, seq_no) 和 (run_id, sim_time, seq_no) 复合索引。

系统设计采用“事件日志表+当前状态表”双层结构。事件日志表保存不可随意修改的完整历史,用于追溯、回放和统计;MU、加工站和 AGV 当前状态表保存最新快照,用于实时界面展示。该案例使学生认识到数据库选型不能仅依据数据是否为 JSON 或是否包含时间戳,而应从数据模型、查询模式、数据规模、事务要求和生命周期管理等维度进行综合判断。

5.4 综合评价闭环

(1) 评价对象、数据来源与指标口径

教学效果评价采用教改前后年级汇总数据进行对比。教改前数据对应 2022 级课程实施结果,教改后数据对应 2023 级试点结果。数据来源包括课程考核记录、数据库设计竞赛结果、企业实习反馈、就业去向统计以及学生问卷。评价指标覆盖知识掌握、实践创新、岗位适应和学习体验四个维度^[9]。

其中,SQL 技能考核通过率和数据库设计竞赛获奖率反映专业知识与实践创新能力;企业实习反馈评分和就业对口率反映岗位适应程度;学生问卷用于考察 NoSQL 内容、AI 辅助工具和项目驱动模式的主观认可度。现有归档材料未完整记录各年级样本人数和问卷有效回收率,因此本文以描述性统计呈现变化,不进行显著性检验,也不将全部变化简单归因于单一教学措施。

改革后的评价体系由项目实战、实验过程、理论测试和拓展成果共同构成。项目实战评价数据库设计质量、功能实现和交付能力,实验过程评价迭代记录、错误定位与问题解决,理论测试保证关系模型、事务和索引等概念底座,技术博客或开源贡献用于评价知识迁移与拓展能力。多源评价结果共同进入课程改进闭环,用于调整案例难度、实验任务和教学资源。课程综合评价闭环如图 3 所示。

(2) 教改前后核心指标对比

表 5 给出教改前后的核心指标,各项指标的变化情况如图 4 所示。对于百分比指标,本文同时区分百分点变化和相对增幅,避免将二者混用。例如,SQL 技能考核通过率由 75%提高至 92%,提高 17 个百分点,相对增幅为 22.7%;数据库设计竞赛获奖率由 15%提高至 35%,提高 20 个百分点相对增幅为 133.3%。

表 5 试点班级教学效果对比

评价指标	教改前	教改后	变化
SQL 技能考核通过率	75%	92%	+17 个百分点 (相对 +22.7%)
数据库设计竞赛获奖率	15%	35%	+20 个百分点 (相对 +133.3%)
企业实习反馈评分 (满分 5 分)	3.2	4.5	+1.3 分 (相对 +40.6%)
就业对口率	60%	85%	+25 个百分点 (相对 +41.7%)
平均起薪	8500 元/月	11200 元/月	+2700 元/月 (相对 +31.8%)

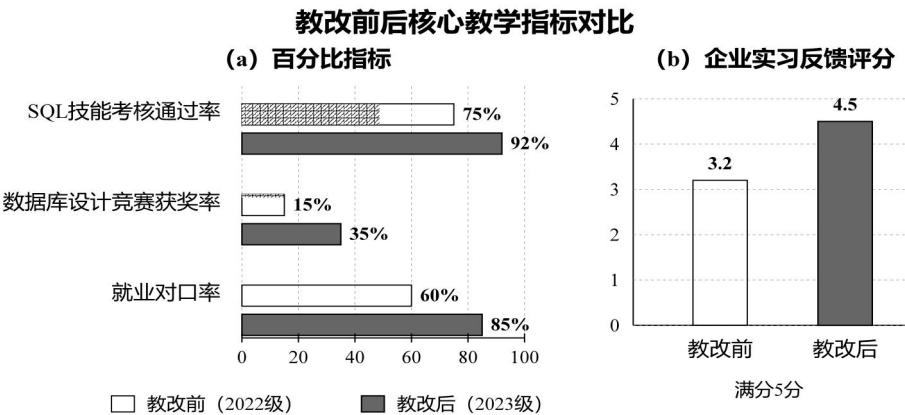


图 4 教改前后核心教学指标对比

从知识与技能维度看，SQL 技能考核通过率提高 17 个百分点，说明更多学生达到课程设定的基本技能标准；数据库设计竞赛获奖率提高 20 个百分点，表明项目化训练与综合设计任务对创新实践具有积极作用。从岗位适应维度看，企业实习反馈评分由 3.2 分提高至 4.5 分，就业对口率提高 25 个百分点，显示课程内容与企业数据库技术栈的匹配度有所改善。平均起薪由 8500 元/月提高至 11200 元/月，但该指标还可能受到就业地区、行业景气度和学生个体差异影响，只能作为辅助证据。

(3) 学生问卷与企业反馈

除客观指标外，课程试点还汇总了学生和企业反馈，如表 6 所示。该类数据用于解释量化指标变化的可能机制，但受问卷自陈偏差和企业样本范围影响，主要作为辅助证据。

表 6 学生感知与企业反馈结果

证据来源	评价指标	结果	结果解释
学生问卷	认为新增 NoSQL 内容对就业有帮助	89%	课程前沿内容获得较高认可
学生问卷	认为大语言模型工具提高学习效率	82%	AI 辅助有助于调试和即时反馈
学生问卷	认为项目驱动增强动手能力	78%	真实任务促进知识向实践迁移
企业反馈	试点学生入职适应期	缩短 40%	课程任务与岗位工作衔接有所增强
企业反馈	数据库设计与实践能力满意度	提高 35%	企业对试点学生能力评价改善

学生问卷中，89% 的学生认可 NoSQL 内容对就业的帮助，82% 的学生认为大语言模型工具提高了学习

效率，78% 的学生认为项目驱动增强了动手能力。企业反馈显示，试点学生入职适应期缩短 40%，对其数据库设计与实践能力的满意度提高 35%。客观指标、学生感知和企业反馈呈现一致方向，共同支持课程内容更新、项目驱动和 AI 辅助教学对能力培养具有积极作用。后续研究仍需补充样本量、问卷信效度及多轮追踪数据，以进一步提高结论的可靠性。

6 未来发展方向

第一，教学内容将继续从单一数据库系统走向全栈化和前沿化。关系数据库仍是核心，但图数据库、时序数据库、向量数据库、HTAP 架构和国产数据库生态应逐步进入课程案例。

第二，教学模式将更加依赖 AI 驱动、项目化和虚实融合。AI 助教可承担即时答疑、错误定位和个性化练习生成，云平台与虚拟实验室则能为学生提供更接近企业环境的分布式数据库实践条件。

第三，能力培养将从工具操作延伸到系统思维与工程素养。未来课程应进一步强化高并发、高可用、数据安全、成本优化、隐私保护和数据伦理等内容，使学生具备从局部实现走向系统治理的能力。

第四，产教融合将成为课程持续迭代的重要支撑。高校可与数据库厂商、云服务企业和开源社区共建案例库、实验环境和评价标准，让课程内容跟随产业变化动态更新。

7 结束语

数据库课程教学改革应避免简单地“加内容”或“换工具”，其核心在于重构课程逻辑。本文通过三级课程体系、项目驱动流程、大语言模型辅助和综合评价闭环，将基础理论、真实任务、前沿技术与过程评价连接起来。试点材料显示，改革后 SQL 技能考核通过率提高 17 个百分点，数据库设计竞赛获奖率提

高 20 个百分点, 企业实习反馈评分提高 1.3 分, 就业对口率提高 25 个百分点; 学生和企业反馈亦呈现一致的积极变化。这些结果初步说明所提方案对知识掌握、实践创新和岗位适应具有促进作用。受样本量、问卷回收率和其他外部因素资料不完整的限制, 本文暂不作因果推断。后续将扩大样本范围, 开展多轮追踪与统计检验, 并进一步评估 AI 辅助教学在数据库安全、工程规范和创新能力培养中的作用。

参考文献

- [1] 王嵩立, 荆一楠, 何震瀛, 张凯, 王晓阳. 支持混合事务和分析处理的数据库管理系统综述[J]. 软件学报, 2024, 35(1):405-429. DOI:10.13328/j.cnki.jos.006916.
- [2] 王珊, 萨师煊. 数据库系统概论(第5版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [3] 庞继芳, 张夏蕾, 王元龙, 李茹, 魏巍. 以“双一流”和“新工科”为导向的数据库系统课程教学改革研究[J]. 计算机教育, 2022(5):150-154.
- [4] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(上)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [5] 张夏蕾, 庞继芳. 基于翻转课堂的数据库系统课程教学改革[J]. 计算机教育, 2023, No. 340(04):181-185. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.04.006.
- [6] 刘璘, 王乐, 黄舒炜等. 大模型辅助创意软件课程教学初探[J]. 软件导刊, 2025, 24(02):1-8. DOI:10.11907/rjdk.241739.
- [7] 程菲, 江子湛. 基于作品集评价的 PBL 模式在计算机专业课程教学中的有效性研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(4):1-7. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20241001.
- [8] 董晓丽, 李华玲, 李玉蓉. 工程教育认证背景下《NoSQL 数据库技术》课程教学改革探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(4):62-68. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20241011.
- [9] 郭春丽, 林伟伟, 谢明玲. 基于 OBE 理念的课堂教学形成性评价研究与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(4):8-14. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20241002.
- [10] 赵明华, 张朝晖, 王秀青. 生成式 AI+项目驱动的程序设计类课程实验教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026, 14(1):39-44. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20260307.