社会科学与教育 2026年第10期
ISSN: 3079-4420

基于三维图谱的“水工程施工”智慧课程建设与实践

尤永军，胡雪菲*
塔里木大学水利与建筑工程学院，新疆阿拉尔，中国
*通讯作者

【摘要】针对“水工程施工”课程存在的知识体系碎片化、学情反馈滞后、教学方法单一、评价方式粗放等问题，课程团队以“学为中心”、成果导向教育（OBE）为理念，构建“知识-问题-思政”三维图谱并开展教学应用：知识图谱按“知识模块-知识点-知识节点”三层梳理，形成 4 个知识模块；问题图谱构建“全局层-概念层-方法层”三级递进问题体系；思政图谱凝练 8 个思政主题，建立“知识-思政”映射网络。在此基础上，将三维图谱贯通课前导学与学情诊断、课中问题驱动与价值引领、课后个性化巩固与量化评价的教学全流程，并接入生成式人工智能搭建智能教学助手辅助教学。经 4 个教学周期实践，学生课前预习完成率、课中研讨参与度与课后作业完成度明显提高，课程考核成绩稳步向好，基础薄弱学生提升尤为显著，成果已辐射至给排水专业课程群，为施工类课程的智慧化建设提供了可复制的实践路径。

【关键词】三维图谱；水工程施工；智慧课程；混合式教学；教学评价

【基金项目】兵团本科教育教学改革研究项目（编号：BTBKXM-2024-Y19、BTBKXM-2024-Y27、BTBKXN-2025-Y66）；2025 年兵团高校课程思政示范课程（水工程施工）；塔里木大学校级扶持专业（环境工程）建设点项目（编号：FCZYXJ202401）；塔里木大学环境工程专业实践基地建设教学团队（编号：TDJXTD2407）

1.引言

当前，以人工智能为代表的新一代信息技术正深刻重塑高等教育的理念、模式与形态。教育数字化转型推动高校课程建设从资源数字化向教学智能化跃迁，知识图谱与生成式人工智能成为课程改革的重要技术支撑[1,2]；构建结构化、多层次的课程图谱体系，推动课程、教材与教学体系的智能化升级，已成为智慧课程建设的共识路径[3]；智能技术与教育教学的深度融合正加速重构“教、学、评”全流程[4,5]。在政策与技术的双重驱动下，高校课程建设正经历从资源数字化向教学智能化的关键跃迁，知识图谱以其对知识元素的结构化表达与语义关联能力，成为智慧课程建设的核心技术载体[6]。就课程建设而言，知识图谱可以完成 3 类体系构建（如图 1）：1)学科内前后续课程、课程间知识点的关联构建；2)课程内知识点与教学资源关联构建；3)学生与知识点关联构建。

“水工程施工”是给排水科学与工程专业的核心必修课，上承水力学、土力学、水质工程学等基础课程，下接毕业设计与工程实践，是培养学生解决复杂工程问题能力、塑造工程伦理与职业责任感的关键课程。课程内容涵盖土石方工程与地基处理、施工排水、水工程构筑物施工、管道工程施工及施工组织与质量管理等多个板块，具有知识点多、工艺链条长、隐蔽工程占比高、标准规范约束性强等特点，对教学的系统性、实践性要求极高[7]。

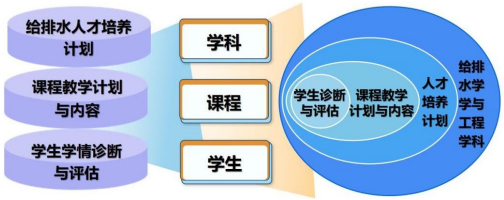


图 1.知识图谱三层次动态建模

然而，教学实践中，本课程受制于四个突出问题。其一，知识体系碎片化：内容按章节线性排布，各板块知识点缺乏显性逻辑关联，学生往往“单节能听懂，合起来理不清关联”，难以形成“图纸-工艺-现场”一体化的系统认知。其二，学情反馈滞后：教师主要依靠作业与课堂提问了解学情，等发现共性薄弱点时教学进度已经推进，补救窗口极为有限。其三，教学方法单一：课程涉及大量隐蔽工序与动态工艺（如沉井、顶管施工），传统课堂以教材插图与平面图纸讲

授为主，满堂灌方式难以激发学习兴趣与探究意愿。其四，评价方式粗放：考核以期末笔试为主，重记忆轻过程，既无法评价施工方案设计、故障分析等高阶工程思维能力的达成度，也难以支撑面向个体差异的教学改进。已有改革多聚焦单一维度的知识图谱构建，缺乏将知识组织、问题驱动与价值引领有机统一的整体设计，图谱“建而不用”、教学流程与图谱数据“两张皮”的现象仍较普遍[8,9]。

针对上述问题，课程团队以“学为中心”、成果导向教育（OBE）为理念，构建“知识-问题-思政”三维图谱：知识图谱按“知识模块-知识点-知识节点”三层梳理课程内容，解决“学什么”；问题图谱以“全局层-概念层-方法层”三级递进组织工程问题，驱动学生明确“为什么学”；思政图谱立足三大融入点建立“知识-思政”映射网络，落实“为谁学、为谁建”的价值引领。在此基础上，团队将三维图谱贯通课前导学与学情诊断、课中问题驱动与案例研讨、课后个性化巩固与量化评价的教学全流程，形成“图谱筑基、问题驱动、数据闭环”的智慧课程教学新生态。

2.“知识-问题-思政”三维图谱的构建

2.1 构建理念与总体框架

三维图谱构建遵循三项原则。一是系统性原则：图谱全面覆盖课程核心教学内容，纵向梳理知识点由基础到高阶的递进关系，横向打通不同模块之间的应用关联，形成完整无遗漏的课程知识网络[10]。二是实用性原则：图谱紧密贴合课堂教学实际与给排水施工岗位能力要求，将课程重难点与实操核心要点置于图谱核心位置，使图谱既可直接服务课堂教学，亦可支撑学生后续岗位发展。三是动态更新原则：图谱预留内容扩展接口，依据行业新发布的施工规范、新推广的施工工艺（如非开挖修复、装配式水厂建造）持续补充优化节点内容，确保图谱与行业前沿同步。

三维图谱的逻辑分工为：知识图谱回答“学什么”，实现课程内容的结构化呈现；问题图谱引导“为什么学”，以工程问题驱动知识理解与应用；思政图谱落实“为谁学”，将价值塑造嵌入知识节点。三者以知识点为共同锚点相互耦合：问题挂载于知识，思政嵌入于知识，学习行为数据回写于知识，形成“知识为体、问题为链、思政为魂”的立体化课程知识体系。

2.2 知识图谱：课程知识的结构化重组

知识图谱构建按照“知识梳理与实体抽取-属性定义-关系界定-可视化呈现”的标准化流程推进，全程依托超星学习通平台完成。

（1）实体层。按照课程内在逻辑将教学内容归纳为 4 个知识模块：构筑物施工、给排水管道施工、施工组织与质量管理、实体工程案例讨论（图 2）。各模块向下逐层拆解为知识单元、核心知识点与细分知识节点，全课程共提炼 89 个知识点、254 个知识节点。每个节点标注适用规范条文、重难点等级、前置知识等属性，工艺类节点附加工艺参数、质量标准与安全要点。



图 2.“水工程施工”知识体系

（2）关系层。依据课程知识逻辑与工程施工流程，定义四类核心关系：从属关系（如“沉井施工”从属于“水工程构筑物施工”）、递进关系（如“沟槽开挖”先于“管道安装与验收”，“施工原理”是“工艺实操”的前置基础）、关联应用关系（如“室外管道工程施工”与“施工质量控制”“施工安全管理”的配套联动）、标准约束关系（如强制性标准条文对沟槽支护、顶管顶进等操作的质量与安全约束）。通过关系定义，将孤立的知识点编织为结构化知识网，为学情诊断与精准教学提供基础数据。

（3）可视化层。图谱提供树状、环状、网状三种呈现形式：树状图展现课程完整知识体系与层级隶属，环状图突出工艺全流程的递进顺序，网状图呈现跨模块知识点之间的逻辑关联与相互支撑。学生可沿图谱自主检索、溯源与学习，实现“知识可看、可查、可学”。

2.3 问题图谱：以工程问题驱动学习

问题图谱立足课程工程性、实践性强的特点，以培养工程思维与问题解决能力为导向，构建“全局层-概念层-方法层”三级递进式问题体系。

全局层问题聚焦综合性工程应用，具有跨模块、多知识点融合的特征，贯穿课程始终，如“如何为某污水处理厂组织构筑物群与进出水管网的施工？——从施工部署、排水方案、构筑物工艺到管道特殊施工的系统组织”。概念层问题着重核心概念辨析与理论关系梳理，一般关联 3~5 个知识点，帮助学生打通模块间的逻辑脉络，如“沉井下沉系数对下沉稳定性的影响机理是什么？为什么必须实时监测与纠偏？”。方法层问题对应具体工艺与操作，如“顶管施工中注浆压力与注浆量如何确定？顶力超标时应采取哪些纠偏措施？”。三级问题均挂载至知识图谱对应节点，学生在探究问题时可精准获取所需学习资源，实现“问题链牵引知识理解、知识点支撑问题解决”的联动格局。问题图谱推动学生学习重心从被动接收知识向主动解决工程问题转变，也为课中研讨式教学提供了现成的问题库。

2.4 思政图谱：价值塑造的网络化融入

依据理工类课程育人要求，课程从三大融入点系统挖掘思政元素：国家发展与专业历史（给排水行业发展、超级工程、专业先辈事迹）、生态文明与标准规范（绿色施工、水资源保护、规范意识与法治意识）、职业精神与工程质量（工匠精神、工程伦理、安全红线与责任担当）。在此基础上凝练 8 个思政主题，每个主题与至少一个知识节点建立“载体-内涵”双向关联，形成“专业知识-思政元素”映射网络。

思政图谱使隐性思政资源显性化、碎片化元素网络化：教师可沿映射网络组织专题研讨与案例教学，学生可沿“知识点-案例-思政锚点”路径在理解工艺原理的同时体悟工程伦理与职业责任，从根本上解决思政“硬嵌入、贴标签”的问题。

2.5 三维图谱的耦合机制与平台实现

三维图谱并非三个独立图谱的简单叠加，而是以知识点为共同锚点的有机整体：问题图谱中的每一级问题均挂载知识图谱对应节点，确保“解题”过程即“学知识”过程；思政图谱中的每个思政主题依托具体知识载体呈现，确保价值引领有据可依；学习行为数据（节点学习进度、问题作答情况、案例研讨表现）统一回写至知识图谱节点，形成学情画像的数据底座。三者在平台中互联互通、交叉映射，为课前学情诊断、课中精准施教、课后个性化推送提供统一的数据与资源支撑，实现“一张图谱管全程”。

3.基于三维图谱的课前-课中-课后教学应用

3.1 教学总体设计

三维图谱的价值最终要在教学流程中兑现。团队以“学为中心”重构教学组织，将三维图谱嵌入“课前-课中-课后”全流程：课前依托知识图谱导学并诊断学情，课中依托问题图谱驱动研讨、依托思政图谱融入价值引领，课后依托图谱学情数据实施个性化巩固与量化评价，形成“图谱牵引、数据闭环”的混合式教学新样态。教师的角色由知识讲授者转变为学习设计者，学生由被动接受者转变为基于图谱的主动探究者。

3.2 课前——图谱导学与学情诊断

教师依据知识图谱中“地基处理”相关节点的层级与前置关系，发布结构化预习任务：学生沿图谱路径学习“换填垫层-预压地基-强夯-复合地基”等节点的微课视频与规范条文，完成学前测评。系统自动将答题情况映射至图谱对应节点，生成班级与个人学情画像：若数据显示相当比例学生在“复合地基承载力计算”节点失分，且错误集中指向“桩间土承载力发挥系数”这一前置概念，教师即可在课前调整教学侧重，将课堂

重心预设于该薄弱链条；同时，AI 课程助教依据图谱关联关系向基础薄弱学生推送前置知识补偿资源，向学有余力学生推送拓展文献，实现“未到课堂，先懂学生”。

3.3 课中——问题驱动与价值引领

课堂不再从概念定义讲起，而是从问题图谱中的全局层问题切入：“在黄浦江畔的深厚软土上建造六百多米高的上海中心大厦，地基如何处理才能保证沉降受控？”这一问题横跨“工程地质-地基处理方法比选-桩基施工”多个模块，学生分组依托图谱检索相关知识节点，围绕“为何不能采用换填或强夯”“大直径灌注桩在软土中的成孔与沉渣控制”等概念层、方法层问题展开研讨。教师针对预习暴露的共性难点——如高压旋喷注浆工艺参数的确定——进行重点讲解与工艺动画演示。

研讨中，思政图谱自然融入：以上海中心大厦近千根大直径钻孔灌注桩、桩长逾 80 米、6 米厚钢筋混凝土筏板的工程事实，引导学生体会“差之毫厘，谬以千里”的精度意识与质量责任；结合软土地区桩基事故案例，开展“工程伦理与利益权衡”辨析，强化安全红线意识。价值引领依托工程案例载体呈现，做到润物无声。课中随堂测试数据实时回写图谱节点，当堂验证目标达成度。

3.4 课后——个性化巩固与智能批阅

课后，教师通过平台学情观测模块查看“地基处理”各节点的班级掌握度与个体进度：对掌握度不足的学生，沿图谱递进关系发布补偿性作业（前置概念复习+基础题训练）；对达成度较好的学生，推送问题图谱关联的探究任务（如“对比 CFG 桩复合地基与钻孔灌注桩在造价、工期、沉降控制上的适用边界”）。作业批阅由 AI 辅助完成客观题与计算题的初步批改，标注共性错误并生成班级错题分布，教师仅需复核疑难卷面，将精力集中于针对性辅导。由此，教学评价不再是课程结束后的单次判定，而是贯穿学习全程的动态调控工具。

3.5 典型教学单元案例小结

以“地基处理”教学单元（2 学时）为例，其完整设计为：课前以知识图谱导学并完成节点化学情诊断；课中以超级工程上海中心大厦地基处理案例引出全局层问题，组织三级问题研讨与思政融入，随堂数据回写图谱；课后按分层策略推送个性化作业并完成 AI 辅助批阅。该单元中，三维图谱既是内容组织的主线（知识图谱定内容、问题图谱定节奏、思政图谱定价值），又是数据采集的底座（学情、作答、研讨表现均回写节点），集中体现了“一张图谱管全程”的建设理念。

4. AI 智能助手的辅助应用探索

在三维图谱提供结构化知识底座的基础上，团队接入生成式人工智能搭建智能教学助手，作为图谱应用的辅助工具开展初步探索。目前主要实现两方面功能：一是智能答疑与概念解析，学生可就施工工艺、规范条文等疑难问题在线提问，助手以课程图谱和自建知识库为约束生成回答，对“换填与强夯的适用条件”“混凝土养护时间确定”等易混概念进行对比解析，降低对通用搜索引擎的依赖；二是智能备课与资源生成，辅助教师完成教案初稿、章节测验题与案例素材的生成，减轻重复性工作负担。

同时，团队基于通用大模型搭建了“施工小智”AI 智能体原型：学生以“上海中心大厦地基处理”等工程案例为入口提问，智能体沿案例关联路径自动串联散布于不同章节的知识点，生成“案例背景-涉及工艺-规范要求-思政启示”的结构化解读，帮助学生建立跨章节的知识关联。需要说明的是，“施工小智”目前尚处于原型阶段，在教学应用过程中逐步优化，其回答的准确性仍需教师校核，下一步将结合三维图谱的学情数据深化联动，并建立使用规范以引导学生合理利用、防止盲目依赖。

5.数据驱动的全过程量化评价

针对传统考核重结果轻过程、难以反映真实学习成效的问题，团队依托三维图谱构建覆盖“课前-课中-课后”全过程的量化评价机制。过程性考核占比提升至 50%，考核指标与图谱节点一一挂钩：课前预习完成度与学前测评、课中随堂测试与案例研讨表现、课后作业与探究任务质量，均按知识点归集，形成可追踪、可回溯的评价链条。

评价数据经平台自动汇聚，生成个人与班级两级学情画像：个人层面输出知识点掌握度雷达图，直观呈现学生在“工艺原理”“参数计算”“规范应用”等维度的强弱分布；班级层面输出节点掌握度热力图，精准定位共性盲区，为教师调整教学策略提供循证依据。评价主体上，采用师评、自评、互评多元交叉验证。评价结果即时反馈至学生

端与教师端，驱动分层策略动态调整与知识短板精准干预，实现从“经验评价”向“循证评价”的转变，形成“诊断-教学-评价-优化”的持续改进闭环。

6.改革成效

三维图谱驱动的智慧课程建设经过 4 个教学周期的实践检验，在学业成效、学习投入与成果辐射三个维度均取得积极效果。

（1）学业成效显著提升。基于图谱学情数据的精准施教有效缓解了“基础不齐、统一进度”的矛盾：过程性数据显示，学生课前预习完成率与课中研讨参与度较改革前明显提高，课后作业完成度与施工案例研讨参与度提高至 87%；课程考核成绩稳步向好，平均分、及格率、优秀率均高于改革实施前，其中基础薄弱学生的提升尤为明显——借助图谱前置知识追溯与个性化补偿资源，该群体“跟不上-掉队”现象显著减少。

（2）学习投入与专业认同增强。问卷与访谈反馈表明，学生对图谱化、问题驱动的混合式教学接受度较高：随堂测试与问题研讨的即时反馈增强了学习的目标感，“施工小智”答疑与个性化推送延长了学生课后自主学习时长；依托思政图谱开展的超级工程与事故案例研讨，使学生的工程责任意识与专业认同感明显增强，与课程团队前期观测到的专业认可度提升趋势相互印证。

（3）成果辐射与示范效应显现。三维图谱及配套教学资源已在给排水专业核心课程群中开始迁移应用，为相近工科课程的智慧化建设提供了可复制的路径参考；课程建设成果支撑了省级一流课程和课程思政示范课程的申报与建设，形成了“课程建设-教学研究-成果推广”的良性迭代。

7.结论与展望

本文以“水工程施工”课程为对象，针对知识碎片化、学情反馈滞后、教学方法单一、评价方式粗放四大痛点，构建了“知识-问题-思政”三维图谱，并将其贯穿课前导学诊断、课中问题驱动与价值引领、课后个性化巩固与量化评价的教学全流程，辅以 AI 智能助手的初步应用。实践表明，三维图谱有效支撑了课程内容的结构化重组、学习路径的个性化适配与教学评价的循证化转型，为施工类课程的智慧化建设提供了可复制的实践路径。

研究尚存不足：图谱的动态更新维护机制有待完善，“施工小智”智能体尚处原型阶段、与图谱数据的深度联动有待加强，成效结论需更多教学周期的对照检验。后续将深化图谱与生成式 AI 的融合应用，推动三维图谱向给排水专业课程群贯通，持续提升智慧课程的育人实效。

参考文献

[1] 袁振国.教育数字化转型：转什么，怎么转[J].华东师范大学学报（教育科学版），2023，41（3）：1-11.
[2] 杨文霞，王卫华，何朗，等.知识图谱赋能智慧教育的研究与实践——以武汉理工大学“线性代数”课程为例[J].高等工程教育研究，2023，（6）：111-117.
[3] 王继茹，朱靖，王建，等.数据驱动的知识图谱在本科教学信息化改革中的作用[J].高等工程教育研究，2024，（3）：121-128.
[4] 彭志扬.知识图谱赋能高校课程“教-学-评”一体化实施路径的构建研究[D].华南师范大学，2025.
[5] 沈火明，龚晖，富海鹰，智慧课程构建：从数字赋能到教学模式的创新转型路径[J].中国大学教学，2025，（9）：10-17+2.
[6] 李艳燕，张香玲，李新，等.面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J].电化教育研究，2019，40（8）：60-69.
[7] 岳胜如，胡雪菲，王闪.基于四融合四重塑的"水工程施工"课程教学改革与创新[J/OL].中文科技期刊数据库（文摘版）教育，2024（7）：54-57.
[8] 李万里，李建胜，赵远，等.多图谱驱动的惯性导航智慧课程改革研究[J].测绘通报，2026，（S2）：392-395.
[9] 周文文，张湘薇，范欣怡，等.生成式 AI 结合智能化图谱在“食品微生物学”课程教学中的应用探索[J].微生物学杂志，2026，46（4）：136-144.
[10]周东岱，董晓晓，顾恒年.教育领域知识图谱研究新趋向：学科教学图谱[J].电化教育研究，2024，45（2）：91-97+120.