教育教学与研究 2026年第5期
ISSN: 3135-5609

基于知识图谱的“大地测量学基础”翻转课堂教学模式探索与实践

岳胜如，王洋*，孟福军
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“大地测量学基础”课程知识体系庞杂、课前预习浅表化、实践能力培养滞后、考核重知识记忆轻高阶思维评价等问题，依托超星学习通平台构建了基于知识图谱的翻转课堂教学模式。以课程教学大纲和教材为数据源，采用本体建模方法构建覆盖课程核心内容的知识图谱，将知识拓扑划分为地球几何参数与坐标系统、地球重力场与高程系统、椭球面投影与平面直角坐标、大地测量控制网与平差原理四个模块；在此基础上设计“图谱导航、课前自学、课中研讨、课后巩固、数据评价”的教学流程，实施三阶段结构化预习、图谱驱动的课中协作探究与图谱赋能的过程性评价。教学实践表明：学生课前小测平均得分由62%提升至81%，高阶任务优良率由40%提高至86%，课程目标达成度逐年提升；92%的学生认为图谱导航明确了学习的先后顺序与轻重缓急。该模式为西部地方高校测绘类课程的智慧化教学改革提供了可借鉴的实践路径。

【关键词】知识图谱；翻转课堂；大地测量学基础；测绘工程
【基金项目】塔里木大学一流本科专业（测绘工程）建设点项目（编号：YLZYXJ202409），塔里木大学教学改革项目（编号：TDGJYB2630）

1.引言

“大地测量学基础”是测绘工程专业的核心课程，内容涉及地球形状和大小、坐标系统和时间系统、大地测量基本技术和控制测量及平差等各方面，知识点之间逻辑联结强，层层递进[1]。课程不仅要让学生掌握基本的理论知识和计算方法，还要培养学生建立三维空间认知能力，把抽象的理论知识同具体的工程实践联系起来。课程内容同现代测绘技术发展紧密相连，必须把GNSS定位、卫星重力测量这些最新科技的成果融合到教学之中去，体现教学内容“高阶性”。

工程教育专业认证对学生的复杂工程问题解决能力提出了明确要求，推动课程教学从“知识传授”向“能力培养”转变[2]；教育工作关于"推进智慧校园建设，探索数字赋能大规模因材施教、创新性教学的有效途径"的部署要求，为课程教学改革指明了方向。以知识图谱、人工智能为代表的新一代信息技术正深刻改变着课程教学的组织形态。知识图谱能够将碎片化的知识点及其逻辑关系以结构化、可视化的方式呈现，有利于学生构建系统的知识体系、规划个性化的学习路径[3]；以知识图谱为支撑的翻转课堂，则将知识传递前置到课前自主探究，课堂时间转而用于研讨、内化和迁移，是提升学生高阶思维能力的重要路径[1,4]。

塔里木大学肩负着为本区域培养高素质测绘人才的重要使命。学校测绘工程专业生源基础差异较大，部分学生自主学习能力和先修课程基础相对薄弱；实践教学受地域条件和仪器资源限制，相对有限；课程学时偏少与教学内容庞杂之间的矛盾较为突出。针对上述问题，本课程教学团队依托超星学习通平台开展课程建设与知识图谱建设，选取部分重难点章节实施翻转课堂教学，并以知识图谱学习行为数据为支撑加大过程考核比重，构建了“图谱导航、课前自学、课中研讨、课后巩固、数据评价”的教学模式。本文以测绘工程专业“大地测量学基础”课程为例，介绍基于知识图谱的翻转课堂教学模式的设计思路与实施过程，并对其实施效果进行分析与讨论，以期为同类高校相关课程的智慧化教学改革提供参考。

2.“大地测量学基础”翻转课堂实施中的现存问题

“大地测量学基础”教学长期面临若干突出问题：课程内容涉及数学、物理、误差理论等多个知识领域，相似术语众多、公式推导繁琐，学生理解记忆困难，易产生厌学情

绪[5]；课程授课学时有限而配套实践教学环节相对薄弱，学生难以通过简单动手操作深化对理论知识的理解[5]；教学过程以教师讲授为主，学生被动听课，学习主动性和课堂参与度不足[1]；考核方式以终结性闭卷考试为主，过程性评价体系单一，难以全面客观地反映学生的学习成效[5]。同时，大班授课背景下“一刀切”的教学安排，使教师难以顾及学生在知识基础、学习能力上的个体差异，个性化学习支持不足。结合学生实际情况，课程教学痛点主要表现在以下几方面。

2.1 知识体系庞杂，认知负荷过重

大地测量学基础知识体系庞杂，包含数学物理基础、测绘技术手段和空间技术发展等内容。各个知识模块虽然存在着内在关联，但是由于教材编排和教学实践安排的原因，往往被分割成独立的章节，碎片化的呈现方式使学生不能形成连贯的知识链条。大量相似词以及复杂公式的使用加大了学生的认知负荷和对本门课程的畏难心理[5]。例如，在对高斯投影正反算这些较长的推导过程进行学习的时候，学生所花费的时间和精力都是十分有限的，并未理解公式背后所隐含的几何直观和物理意义。该矛盾在翻转课堂模式下更突出，课前自主预习阶段信息量大，学生元认知能力无法应对，预习只停留在表面。

2.2 理论教学任务重，实践能力培养滞后

测绘工程专业以工程实践能力为培养目标，但是该课程长期存在着“重理论、实践难”的倾向。受课时压缩、实习仪器设备不足、实习费用偏高、安全因素等限制，实践教学仅限于验证性实验和数据的后处理，缺少测绘外业全过程的感受。学生会默写坐标变换公式，但是对控制点布设、异常值判断、平差批处理这类实际工程问题束手无策。翻转课堂前置知识点，可有效将理论知识与实践案例有机融合，但是课堂教学缺乏结构化任务设计，翻转课堂并未真正实现有限学时学生综合能力的提升，学生实践能力的培养目标无法落地。

2.3 预习浅表化，翻转课堂异化为传统教学

翻转课堂的有效实施高度依赖学生课前自主学习的效果[6]，而本课程课前预习环节面临较大困难。在知识组织层面，各知识点孤立理解时难度并不显著，但当多个知识点交叉呈现时，学生难以辨识知识主干与细节延伸之间的层次关系，亦难以把握章节内容间的内在逻辑脉络。在学习行为层面，尽管教师已通过平台推送微课资源，多数学生的课前学习仍停留于浅层浏览，缺乏对知识内涵的深入领会。以椭球参数体系为例，学生经课前预习仅能掌握其基本定义，而对该体系的深层物理意义，及其关联的大地高与正高修正项所对应的实际几何与物理内涵，理解普遍浅薄。课前学习质量不佳进而引发课堂环节的连锁问题：学生缺乏必要的认知准备，课堂讨论难以形成共识基础，教师被迫重复讲授基础内容，致使翻转课堂异化为传统课堂的简单变种。究其根源，在于课前学习缺乏系统化的认知引导机制，学习路径呈现盲目性，整体学习效率显著降低。

2.4 重知识记忆考核，轻高阶思维评价

现行考核方式在结构上存在明显缺陷。传统闭卷考试虽能有效考查学生对基本概念与公式的掌握程度，却难以对算法设计、误差分析、方案评价等高阶思维能力进行有效测评；平时出勤与作业完成情况亦难以反映学生学习的深度。部分学生虽能取得较高的期末成绩，但在后续衔接课程中仍暴露出概念混用、知识断层等问题。此外，翻转课堂引入的讨论、展示与汇报等环节，若缺乏科学的量规设计，则易流于形式，难以促进学习的真正深入。因此，构建覆盖知识积累全过程、凸显能力维度的多元化评价体系，成为本课程教学改革亟待解决的关键问题。

3.基于知识图谱的翻转课堂教学模式构建

3.1 构建覆盖核心内容的课程知识图谱，破解知识碎片化困境

化解课程内容体系繁杂、学生认知负担较重的突出矛盾，关键在于构建覆盖课程核心内容的知识图谱[7]。图谱以课程教学大纲与教材为主要数据源，采用本体建模方法定义知识点实体及其语义关系，遵循课程内在逻辑将知识拓扑划分为四个模块：地球几何参数与坐标系统、地球重力场与高程系统、椭球面投影与平面直角坐标、大地测量控制网与平差原理。各模块内部实体之间存在包含、前驱、后继、相似等多类型语义联系，由此形成层次化的知识关联网络。图谱建设依托教学一体化平台，基于超星学习通平台具体实施。

知识图谱的教学价值主要体现在三个方面。其一，为教师优化教学设计提供决策依据。图谱所标注的“重难点”“前驱知识”“易

混淆概念”等属性，有助于教师精准把握教学进度与内容取舍。其二，为学生提供全局性知识导航。学生通过浏览图谱，能够明确所学知识点在课程体系中的定位，及其与前后章节知识的内在关联，从而构建系统化的认知结构。其三，为个性化学习推荐提供数据支撑。知识点的难易程度、关联资源与认知顺序等信息，可为预习资料的智能推送与学习薄弱环节的诊断提供依据。

3.2 实施图谱引导的课前结构化预习，提升自主学习效能

翻转课堂的实施成效在很大程度上取决于课前自主学习的质量[8]。对于内容密度大、公式推导繁复的课程而言，仅依靠微课视频推送难以有效解决认知引导不足的问题。在教学实践中，约三分之一的学生无法准确辨识视频中哪些推导需完整掌握、哪些仅需把握逻辑主线，预习效果大打折扣。针对上述问题，课程组设计了结构化预习方案，将预习过程划分为三个阶段。

第一阶段为全局浏览。学生借助知识图谱总览，明确本次课知识点在课程体系中的位置及其与前序知识的关联，建立先行认知框架。第二阶段为逐点研习。学生沿图谱标注的学习路径逐层探究具体知识点，结合时长约 10 分钟的微视频、讲解资料与典型例题开展深入研习。第三阶段为关系建构。学生利用图谱中“前驱-后继”“相似-辨析”等语义联系，将新习得的知识整合进既有认知结构，实现纵向贯通、横向联结。每一阶段结束后，平台推送简短的在线自测题，供学生自主检测掌握情况。

为支撑上述三阶段预习，课程组配套建设了“自学补给包”，包含三个组成部分：微视频聚焦核心概念与重要推导的讲解，图表演示辅助抽象内容直观呈现；随堂练习与课前小测用于基础知识掌握情况的即时检测；学案通过引导式提问促进学生主动思考。平台后端实时采集视频观看时长、习题正确率等学习行为数据，自动生成学情分析报告，为教师精准调整课堂教学提供依据。第二轮教学实践数据显示，实施结构化预习后，学生课前小测平均得分由 62%提升至 81%，自主学习的效率与质量均获得实质性改善。

3.3 构建图谱驱动的课中探究，实现知识由“点”及“网”的结构化内化

课中环节是翻转课堂的核心场域。实践表明，缺乏组织设计的自由讨论难以产生高质量的思维碰撞，必须依托知识图谱的语义导航功能对课堂探究加以结构化组织。实践初期存在课堂讨论时间分配不合理的问题：学生在基础概念辨析上耗费时间过多，留给综合应用与深度研讨的时间不足。据此，课程组遵循问题导向、分级递进的原则，构建了知识图谱驱动的协作探究流程[9]。

第一步为图谱导入、聚焦问题。教师展示知识图谱，引导学生回顾预习内容，并依据平台学情数据精准定位两三个薄弱环节或易混淆知识点，作为课堂探究的主要方向。第二步为分组研讨、图谱导航。学生围绕核心问题分组研讨，将问题定位于图谱的具体节点，借助图谱视图追溯其前置知识与拓展内容，使抽象讨论落到实处。第三步为成果展示、图谱串联。各小组汇报研讨成果，教师引导学生在图谱上将不同小组的贡献加以串联，形成完整的认知图景，实现知识由“点状”向“网状”结构的转化。

课中研讨的关键在于讨论题的选择：题目过难易使学生产生挫败感，过简则易流于浅层。有效的策略是依据图谱中的分叉节点与易混淆节点设计开放性问题，如“大地高与正高的定义过程分别解决了哪些不同的科学问题”。此类问题无标准答案，可经由辩论与质疑引发思维的深度碰撞。在此过程中，教师的角色由知识传授者转变为思考框架的搭建者与追问者，通过连续追问拓展学生的思维深度。

3.4 建立图谱赋能的过程性评价体系，实现能力达成追踪

针对终结性考核难以测评高阶思维能力、课堂活动易流于形式的问题，课程依托知识图谱学习行为数据，构建了覆盖“课前-课中-课后”全过程的多元化评价体系，将考核重心由知识记忆转向能力达成[10]。评价体系由三部分构成。其一为图谱学习行为评价，平台自动采集学生图谱节点访问路径、视频观看时长、阶段自测正确率等数据，生成学习投入度与知识点掌握度画像，实现预习质量的客观量化；其二为课中表现评价，对研讨汇报、论点辨析、图谱操作展示等活动制定分级量规，从“资料准备、逻辑表达、观点深度、协作贡献”四个维度按等级赋分，将讨论环节由“形式的热闹”转化为可评可测的学习证据；其三为高阶任务评价，课后设置开放性任务，如基于控制网数据的设计方案评价、平差程序的误差分析报告

等，重点考查算法设计、误差分析与方案论证能力，弥补闭卷考试的能力测评盲区。

在评价结果的运用上，借鉴 OBE“目标-评价-反馈-改进”的闭环逻辑，将每个考核项目与课程目标建立对应矩阵，逐生计算目标达成度，并依托图谱定位未达标学生薄弱的知识点节点，推送针对性补给资源，实现“诊断-干预-追踪”的精准帮扶。实践数据显示，实施该评价体系后，学生课程目标达成度逐年提升，高阶任务优良率由 40%提高至 86%；问卷反馈表明，91%的学生认为过程性评价促进了其学习的深度投入。

4.教学实施过程与教学效果评价

本课程依托超星学习通平台，将知识图谱、翻转课堂与过程性评价有机整合，形成了“图谱导航、课前自学、课中研讨、课后巩固、数据评价”的教学实施链条。

以“高斯投影及其计算”一节为例。该节涉及椭球面至平面的正形投影条件、高斯投影正反算及邻带坐标换算，公式推导繁复，历来是教学难点。课前，学生依据知识图谱开展三阶段结构化预习：先总览高斯投影在“椭球面投影与平面直角坐标”模块中的位置及其与前序椭球参数体系的关联，再沿图谱路径研习投影条件与正反算推导的微视频、例题，最后通过在线自测检验掌握情况；平台同步生成学情报告，显示“投影长度变形规律”与“邻带换算适用条件”为共性薄弱节点。课中，教师依据学情数据将“高斯投影正反算中长度变形的控制策略”确定为主探究问题，学生分组研讨后借助图谱视图追溯变形公式的前驱知识，各小组成果在图谱上串联展示，教师以“工程控制网为何需要分带”连续追问，引导讨论由公式记忆深入到几何意义与工程应用。课后，学生完成高斯正反算的综合性作业，并针对图谱诊断出的薄弱节点接收个性化推送的巩固练习。整个过程中，预习自测、研讨汇报量规评分、综合性作业与期末考核共同构成全过程评价数据链，实现对该节各课程目标达成度的逐生追踪。

从实施效果看，教学实践对比显示：学生课前小测平均得分由 62%提升至 81%；课堂讨论中基础概念辨析所占比重明显下降，综合应用类问题成为研讨主体；期末考核中与高斯投影相关的综合题得分率亦有显著提高。问卷反馈显示，92%的学生认为图谱导航使其“明确了学习的先后顺序与轻重缓急”，96%的学生认为量规化的研讨评价促使自己“更深入地投入课堂讨论”。

5.结论与展望

本文针对“大地测量学基础”课程知识体系庞杂、课前预习浅表化、实践能力培养滞后、考核重知识记忆轻高阶思维评价等问题，依托超星学习通平台构建了基于知识图谱的翻转课堂教学模式。教学实践表明：图谱导航的结构化预习使学生课前小测平均得分由 62%提升至 81%；课中协作探究实现了知识由“点状”向“网状”的转化；图谱赋能的过程性评价体系支撑了课程目标达成度的逐生追踪。该模式为西部地方高校同类课程的教学改革提供了可借鉴的实践路径。

展望后续工作：一是引入 AI 助教，在知识图谱的基础上实现 24 小时智能答疑、基于学习行为数据的动态学情诊断与个性化资源精准推送，进一步减轻教师的重复性工作负担；二是深化知识图谱与人工智能的融合应用，探索大模型辅助的开放性问题生成与作业智能批改，持续完善“数据驱动-精准干预”的教学闭环。

参考文献

[1] 岳迎春，丁开华，施冠崧.大地测量学基础课程的 OBE 混合式教学设计与实验[J].测绘通报，2025，（12）：168-172.
[2] 蒋宗礼.本科工程教育：聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J].中国大学教学，2016，（11）：27-30+84.
[3] 李振，周东岱，王勇.“人工智能+”视域下的教育知识图谱：内涵、技术框架与应用研究[J].远程教育杂志，2019，37（4）：42-53.
[4] 陈光保.“混合式教学”课程思政的探索与实践——以“大地测量学基础”课程为例[J].教育教学论坛，2021，（33）：113-116.
[5] 郑志琴，康霞.“大地测量学基础”课程教学的改革与实践[J].延边大学学报（自然科学版），2024，50（4）：145-149.
[6] 史绪国，张绍成，陈启浩，等.新工科背景下“雷达干涉测量”课程的教学改革与实践探索[J].地理空间信息，2026，24（2）：133-136.
[7] 冯徽徽，王威，邹滨，等.基于知识图谱的测绘类课程思政建设现状分析[J].测绘通报，2023，（S2）：34-39.

[8] 彭程，李晓莉，张春菊，等.测量学课程信息化教学中一些问题的探讨[J].测绘通报，2022，（6）：158-161.
[9] 刘智敏，独知行，刘尚国，等.“GNSS测量与数据处理”线上线下混合式教学改革与实践[J].测绘工程，2022，31（6）：76-80.
[10]王颖，严勇，王鹏.工程教育认证背景下测量学课程教学改革实践[J].测绘与空间地理信息，2023，46（3）：24-27.