

# 基于PBL的光电图像处理课程知识图谱建设研究

付艳华\*, 王晴岚, 徐利, 张琴

湖北汽车工业学院光电工程学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月8日

## 摘要

针对光电图像处理课程中知识点分散、理论与实践衔接不足及项目教学路径不清晰等问题, 本文提出一种融合PBL教学模式与知识图谱技术的课程建设方法。结合课程内容体系与项目式学习需求, 构建了包括项目任务设计、知识抽取与分类、关系建模、知识图谱构建与可视化、学习反馈与知识迭代在内的五阶段知识图谱构建流程。在此基础上, 设计“项目需求-所需理论-适配工具-实施环节-考核标准”一体化PBL教学框架, 并以“基于机器视觉的太阳能电池片缺陷检测”项目为例, 给出面向PBL教学的多视角知识图谱可视化表达方案。本文研究可为光电图像处理课程的知识组织、项目化教学设计及教学资源整合提供参考, 并为工程类课程教学改革提供一种可借鉴的实现路径。

## 关键词

光电图像处理课程, 知识图谱, PBL教学, 项目化教学设计, 课程教学改革

# Research on the Construction of a Knowledge Graph for the Optoelectronic Image Processing Course Based on Project-Based Learning

Yanhua Fu\*, Qinglan Wang, Li Xu, Qin Zhang

School of Optoelectronic Engineering, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: April 1, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 8, 2026

## Abstract

To address the problems of fragmented knowledge points, insufficient integration between theory

\*通讯作者。

and practice, and unclear pathways for project-based teaching in the Optoelectronic Image Processing course, this paper proposes a curriculum construction method integrating the PBL teaching model with knowledge graph technology. Based on the course content system and the requirements of project-based learning, a five-stage process for knowledge graph construction is established, including project task design, knowledge extraction and classification, relationship modeling, knowledge graph construction and visualization, and learning feedback and knowledge iteration. On this basis, an integrated PBL teaching framework is designed, covering project requirements, required theories, applicable tools, implementation procedures, and assessment criteria. Furthermore, taking the project of solar cell defect detection based on machine vision as an example, a multi-perspective knowledge graph visualization scheme for PBL teaching is presented. This study can provide a reference for knowledge organization, project-based instructional design, and teaching resource integration in the Optoelectronic Image Processing course, and offers a feasible path for the reform of engineering education.

## Keywords

Optoelectronic Image Processing Course, Knowledge Graph, PBL Teaching, Project-Based Instructional Design, Curriculum Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着计算机、电子信息、人工智能和通信技术的飞速发展,光电图像处理技术在航空航天、智能制造、医学成像、智能监控等领域得到了广泛应用,成为现代信息社会不可或缺的技术之一[1][2]。为了培养学生的专业技能和实践能力,光电图像处理课程成为了光电信息科学与工程及电子信息类专业中的重要课程之一。光电图像处理是一门理论深度与技术应用紧密结合的课程,其理论门槛高,知识点分散,课程内容涉及光学、电子技术、数学变换和计算机视觉等多个领域,不同子领域的理论没有必然的学习次序。这导致学生在学习过程中,常常感到知识跨度大、抽象概念难以理解、理论与实践衔接困难[3]-[5]。当前光电图像处理课程的教学模式仍以“教师-教材”双中心为主导,课堂呈现为单向的知识传授结构。以教师为中心的讲授型课堂,学生处于被动接收知识的位置,课堂互动与即时反馈机制薄弱。其结果导致教师的教学设计往往基于预设而非学情,难以实现精准施教;学生的学习进程则容易陷入机械记忆,缺乏深度参与和问题驱动的主动思考。这种“教”与“学”的脱节,制约了教学效率与学习效果的提升[6]。而以教材为中心的内容组织方式,客观上造成了教学与行业需求的脱节。实践内容多为对理论结论的简单验证,缺少引导学生进行探索与创新的设计性、综合性项目。这种设计与实施层面的局限,使得学生的工程思维和解决复杂问题的能力难以得到系统性的培养和锻炼[7]。

为解决上述问题,可以将项目式学习(PBL)与知识图谱融合,构建覆盖课程核心内容的知识图谱,明确知识点间的层级与关联关系,实现教学内容的结构化与可视化;在此基础上设计具有层次性、情境性和挑战性的PBL项目任务链,使学生在完成项目的过程中循序渐进地激活并应用相关知识节点,引导学生在真实项目任务驱动中主动构建知识网络,实现“学做结合、知行融通”的创新教学模式。

## 2. 理论基础与文献综述

PBL是一种以学生为中心、以问题或项目为驱动的教学方法。其核心思想是通过提出复杂的实际问题,

引导学生在解决问题的过程中主动探索、整合和应用知识,从而培养其批判性思维、自主学习能力和解决复杂问题的技能[8] [9]。Bilgin 等[10]通过实证研究论证了采用项目式学习能同时显著提升学生的学业成就和科学教学自我效能感。Kardoyo [11]等提出教师可以结合多种教学策略应用 PBL 模式,以系统性提升学生的批判性与创造性思维能力。卢海丽等[12]将项目式学习应用于 Python 课程教学中,教学评价结果表明学生的协作能力、解决问题的能力、信息技术的应用能力等都得到了明显提升。周瑜等[13]探索了 AIGC 与 PBL 相结合的“人机共创”学习模式,并对该校电气与 PLC 技术课程进行教学实践研究,证实该模式能有效激发学生的自主学习热情与科研兴趣,增强学生的专业归属感。PBL 教学方法在教学实践中也存在一些问题,主要集中于 PBL 过于浪费时间,对教学资源利用率高,成本较高,由于教学资源和时间等限制,教师难以在短时间内为每个学生提供个性化指导,导致部分学生缺乏深入思考与持续探究的动力[14] [15]。

知识图谱是一种利用图形化方式表示实体及其之间关系的知识库,采用本体论和语义网技术进行知识的组织和共享[16]。课程知识图谱是一种将课程内容、知识点、关系等元素进行建模并以图谱形式展现的工具。它通过对教材、学习资源及学生学习情况等数据进行分析 and 整合,形成一个结构化的知识网络。课程知识图谱的构建可以帮助教师更好地理解 and 把握课程知识的脉络与内在逻辑,同时也为学生提供了个性化的学习路径和资源推荐[17] [18]。

近年来,知识图谱在项目式学习(PBL)及课程教学改革中的应用逐渐受到关注。相关研究主要集中在三个方面:一是知识图谱与 PBL 教学实践的结合,如刘强等将知识图谱引入大数据类课程 PBL 教学,探索了知识组织与项目实施相结合的教学路径[19];王福珍等将知识图谱与混合式教学及 PBL 相结合,应用于肾内科实习教学[20]。二是知识图谱驱动的项目式教学设计研究,如周静等面向“电工电子学”课程开展项目式教学设计[21],卫沅等探讨了基于知识图谱的新型项目式教学实施方式[22]。三是面向专业课程或校企合作课程的融合应用研究,如施伟梅等提出“知识图谱 + 项目式”双驱教学模式[23],Shan-Shan 等则以校企合作课程为对象,研究了项目课程知识图谱的构建与应用[24]。总体来看,现有研究已表明知识图谱在课程知识组织、项目任务关联和教学过程设计方面具有较好的应用潜力,然而,相关研究多侧重于教学模式应用或案例实践,对知识图谱如何系统支撑项目任务分解、实施路径规划及教学闭环构建的研究仍显不足,尤其针对光电图像处理这类兼具理论抽象性、技术综合性与工程实践性的课程,相关研究尚较少。基于此,本文以光电图像处理课程为对象,提出了包含项目任务设计、知识抽取与分类、关系建模、知识图谱建模与可视化、学习反馈与知识迭代在内的五阶段课程知识图谱构建流程,并构建了“项目需求 - 所需理论 - 适配工具 - 实施环节 - 考核标准”一体化 PBL 教学框架,进一步打通了课程知识组织、项目任务分解与教学实施设计之间的关联链条,使知识图谱不仅承担知识展示功能,而且服务于项目实施路径梳理与教学闭环构建。

本文所构建的教学框架立足于建构主义学习理论和认知负荷理论。建构主义学习理论强调学习者在真实任务情境中主动建构知识意义,PBL 通过项目任务驱动学习活动,能够促使学生在问题分析、方案设计与实践操作中实现知识内化;而知识图谱则通过显性化呈现知识节点及其关系,为学习者提供结构化认知支架,有助于支持学生在项目情境中完成知识建构。认知负荷理论则指出,复杂课程学习中信息呈现方式会直接影响学习效果,本文通过知识图谱对知识节点、项目任务、工具方法和实施环节进行结构化整合,有助于降低信息碎片化带来的外在认知负荷,提升学生对课程整体逻辑和项目实施路径的理解效率。因此,本文不仅在应用场景上拓展了“知识图谱 + PBL”研究在光电图像处理课程中的实践边界,也在课程知识组织与项目化教学融合机制方面提供了新的研究思路。

### 3. 光电图像处理课程知识图谱构建

为解决光电图像处理课程中知识点分散、层次关联不清、理论内容与项目实践衔接不足等问题,有

必要引入知识图谱方法，对课程知识体系进行结构化梳理与语义化组织。知识图谱不仅能够以节点和关系的形式直观呈现课程中的核心概念、方法、工具及其内在联系，还能够为项目式学习情境下的教学设计、学习路径规划和教学资源整提供支撑。基于此，本文将从项目任务设计、知识抽取与分类、关系建模、图谱可视化以及反馈迭代五个环节展开课程知识图谱构建研究，形成面向项目实践和能力培养的课程知识组织路径。课程知识图谱构建的流程如图 1 所示。

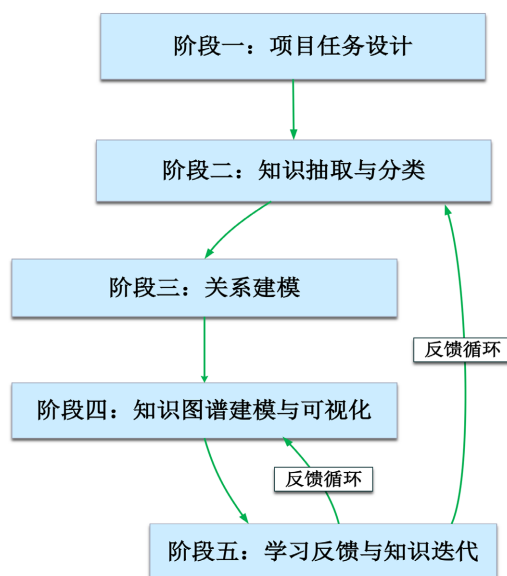


Figure 1. Flowchart of course knowledge graph construction  
图 1. 课程知识图谱构建流程图

### 3.1. 项目任务设计

项目任务设计是课程知识图谱构建的首要环节，其核心在于以项目为纽带建立课程目标、知识内容与实践能力之间的联系。在 PBL 教学模式下，项目任务既是教学实施的基本载体，也是知识图谱组织与建模的重要依据。针对光电图像处理课程，应结合课程目标、知识体系和工程应用需求，从机器视觉检测、图像识别与分析等典型场景中提炼具有代表性的项目任务，并按照任务复杂度和能力要求进行层次化设计。

项目任务设计应突出真实性、典型性和综合性，使任务能够覆盖图像采集、预处理、特征提取、目标识别及结果评价等课程核心内容，同时反映知识在实际项目中的应用过程。通过对项目任务进行分解，可进一步明确各任务环节所涉及的理论知识、算法方法、软件工具和实施步骤，从而形成“项目任务 - 知识点 - 能力要求”之间的映射关系，为后续知识抽取、关系建模和图谱可视化提供基础支撑。

### 3.2. 知识元抽取与分类

知识元抽取是指从非结构化或半结构化的课程资源(教材、课件、学术论文、实验讲义、HTML 等)中自动识别并提取知识实体及其语义关系的过程。知识元是构成知识体系的最小独立单元，在 PBL 模式下，知识元不仅是课程内容的原子化表达，更是连接“项目实践”与“理论知识”的桥梁。本研究面向光电图像处理课程的 PBL 教学模式，知识元抽取旨在构建“理论→算法→工具→项目”四层闭环，支撑三类核心任务：学习路径规划、实践项目关联、跨章节知识融合。

知识元抽取覆盖四类核心数据源：① 课程教学大纲、光电图像处理领域经典教材(如彭真明《光电图

像处理及应用》、冈萨雷斯《数字图像处理》、杨杰《数字图像处理及 MATLAB 实现》)以及先修课程(信号与系统、数字信号处理、光电探测原理)、后续进阶课程(机器视觉);② 课程组积累的 PBL 教学项目库、真实工程场景需求文档;③ 学术论文;④ 实验讲义、Matlab 官方文档、OpenCV 库函数、PyTorch 框架操作等。

采用“规则预匹配 + 教学团队人工校验”的抽取方式:先通过关键词匹配、文本分句规则初步筛选知识点、项目要素等候选单元,再由任课教师结合教学逻辑、专业边界校验修正,避免无关内容混入,保障知识元的教学适用性。结合 PBL 教学的全流程需求,本研究将抽取得到的知识元分为三大类:① 基础理论知识元:为课程核心知识点集合,分为通用图像处理模块(图像数字化、空域/频域滤波、特征提取等)与光电特色模块(光电成像原理、光电图像非均匀性校正等),每个知识元标注难度、先修知识点、对应教学章节等属性,是 PBL 项目的核心知识支撑;② PBL 项目要素知识元:为适配 PBL 教学的特色单元,包含项目场景类(如工业缺陷检测、安防监控、医疗影像分析等典型选题)、实施流程类(数据采集、算法选型、成果汇报等节点)、考核评价类(知识点掌握度、项目完成度等考核维度)三类子单元,标注关联知识点、适用项目难度、考核权重等属性,是连接理论与实践的核心载体;③ 跨域关联知识元:为支撑 PBL 项目拓展的辅助单元,涵盖先修课程知识点(高等数学、信号与系统、光电检测技术等)、工具类知识(OpenCV、PyTorch 等常用框架操作)、产业常识类知识(光伏检测、安防监控等领域行业标准),方便学生开展项目时按需调取拓展内容。

### 3.3. 关系建模

关系建模是课程知识图谱的核心构建环节,旨在打通此前抽取的[基础理论知识元、PBL 项目要素知识元、跨域关联知识元]三类单元的关联壁垒,既保证光电图像处理学科知识体系的逻辑严谨性,又适配 PBL 教学“问题牵引、理实融合、按需拓展”的核心需求。本文针对三类知识元的属性特征,构建“学科逻辑 - 教学适配 - 拓展支撑”三层级结构化关系体系,所有关系均以[实体 - 关系 - 实体]的三元组格式存储,为后续教学资源智能推荐提供推理基础。

#### (1) 学科逻辑关系:筑牢知识体系骨架

该类关系面向基础理论知识元内部关联,严格遵循光电图像处理课程教学大纲与认知规律,共设置两类核心关系:① 从属关系(定义上下位知识的包含与被包含关系,用于呈现知识层级结构);② 先修关系(定义知识点学习的先后顺序约束,避免学生出现知识盲区)。

#### (2) PBL 教学适配关系:打通理实连接路径

该类关系是本研究的特色设计,面向三类知识元的跨域关联,直接服务 PBL 教学全流程实施,共设置三类核心关系:① 理论 - 项目支撑关系(定义基础理论知识元对 PBL 项目具体环节的支撑作用);② 工具 - 项目适配关系(定义工具类知识元对项目任务的适配性);③ 项目 - 环节递进关系(定义 PBL 项目各实施节点的先后逻辑)。

#### (3) 拓展支撑关系:满足个性化学习需求

该类关系面向跨域关联知识元与其他两类知识元的连接,支撑 PBL 项目的拓展学习与个性化需求,主要包含三类:① 先修课程关联关系(关联本课程知识点与先修课程的对应内容);② 产业场景关联关系(关联知识点与光电领域典型产业应用,强化课程的专业适配性);③ 资源关联关系(关联知识点与配套拓展资源,如微课视频、开源项目代码等,为学生开展 PBL 项目的自主探究提供支撑)。

### 3.4. 知识图谱建模与可视化

在完成知识元抽取分类、三层关系体系构建的基础上,遵循“学科逻辑严谨、PBL 教学适配、交互

查询便捷”的原则，完成知识图谱的模式层、数据层建模，并设计面向教学全角色的可视化交互模块，最终形成可直接嵌入课程教学平台的可用工具。

### 3.4.1. 模式层设计

模式层定义知识图谱的本体结构，规范实体类型、属性字段、关系约束，是保障图谱逻辑一致性与可扩展性的核心。本文基于前述三类知识元与三层关系体系，构建“实体-属性-关系”三位一体的模式框架。

#### 1) 实体类型定义

针对三类知识元，定义7种核心实体类型如表1所示，每种实体配置必填属性与可选属性。

Table 1. Entity type definition

表 1. 实体类型定义

实体类型	英文标识	必填属性	可选属性	典型实例
基础理论知识元	Theory Knowledge	id, name_zh, chapter, difficulty	name_en, formula, description, teaching_hours	OTSU 阈值分割
PBL 项目场景	Project Scenario	id, name_zh, difficulty, domain	dataset, duration, team_size, deliverables	太阳能电池片缺陷检测
项目实施环节	Project Phase	id, name_zh, phase_order, assessment_weight	duration, tools, deliverables	数据集标注
考核评价维度	Assessment Dimension	id, name_zh, weight, rubric	scoring_method, pass_threshold	知识点掌握度
工具类知识	Tool Knowledge	id, name_en, platform, doc_url	name_zh, version, learning_curve	cv2.threshold
先修课程知识	Prerequisite Knowledge	id, name_zh, course_name, chapter	textbook, video_url	傅里叶变换-信号与系统
产业场景知识	Industry Scenario	id, name_zh, industry, standard	company_cases, market_scale	光伏组件热斑检测

#### 2) 关系类型定义

基于三层关系体系，定义9种有向关系类型，如表2~4所示。每种关系配置约束规则与属性标注。

### 3.4.2. 数据层设计

数据层将模式层定义的实体与关系实例化为可查询的图数据库，本研究采用 Neo4j 图数据库完成实例存储，结合 Python 生态完成数据导入与质量校验。首先将前期抽取的知识元整理为7个 CSV 文件，

Table 2. Logical relationships within the discipline

表 2. 学科逻辑关系

关系类型	英文标识	起点实体	终点实体	关系属性	约束规则	示例
从属关系	Belongs_to	Theory_Knowledge	Theory_Knowledge	Level (层级差)	禁止环路	(空域滤波)- [:Belongs_to {level:1}]->(图像预处理)
先修关系	Prerequisite	Theory_Knowledge	Theory_Knowledge	mastery_level (了解/应用/精通)	拓扑排序 校验	(频域滤波)- [:Prerequisite {mastery_level:"应用"}]->(傅里叶变换)

**Table 3.** Relationships for PBL teaching adaptation  
**表 3.** PBL 教学适配关系

关系类型	英文标识	起点实体	终点实体	关系属性	约束规则	示例
理论支撑	Supports_phase	Theory_Knowledge	ProjectPhase	application_scenario, mastery_required	多对多	(OTSU 阈值分割)-[:Supports_phase {scenario:"缺陷分割", mastery:"应用"}]->(缺陷检测-分割环节)
工具适配	Tool_for	Tool_Knowledge	ProjectPhase	difficulty_match, code_example_url	多对多	(cv2.threshold)-[:Tool_for {difficulty:2, example:"github.com/..."}]->(图像二值化环节)
环节递进	Next_Phase	Project_Phase	ProjectPhase	dependency_type (强制/建议)	有向无环图	(数据标注)-[:Next_Phase {type:"强制"}]->(模型训练)

**Table 4.** Extended support relationships  
**表 4.** 拓展支撑关系

关系类型	英文标识	起点实体	终点实体	关系属性	约束规则	示例
先修课程关联	Relates_to_Prerequisite	Theory_Knowledge	Prerequisite Knowledge	review_priority (高/中/低)	一对多	(傅里叶变换)-[:Relates_to {priority:"高"}]->(信号与系统-频域分析)
产业场景关联	Applied_in_Industry	Theory_Knowledge	Industry Scenario	application_maturity (实验室/成熟)	多对多	(红外图像增强)-[:Applied_in {maturity:"成熟"}]->(光伏热斑检测)
项目场景包含	Contains_Phase	Project_Scenario	Project Phase	is_optional (是/否)	一对多	(电池片缺陷检测)-[:Contains {optional:否}]->(数据采集环节)
资源关联	Has_Resource	Theory_Knowledge/Tool Knowledge	外部资源节点	resource_type (视频/代码/文档)	多对多	(YOLOv8)-[:Has_Resource {type:"代码"}]->(GitHub 开源项目)

将三层关系体系整理为 9 个 CSV 文件，再使用 Python 脚本将预定义的三元组批量入库；之后通过“规则校验 + 人工复核”完成数据清洗，通过环路检测算法排查先修关系、项目环节关系的逻辑矛盾，删除孤立实体与无效关联，最终得到有效三元组。

### 3.4.3. 面向 PBL 教学的多视角可视化设计

面向 PBL 教学的多视角可视化设计的核心思想是：围绕项目任务，将知识要素、实施流程、工具适配、能力要求和评价标准等信息以不同视角进行可视化呈现，使教师能够从教学组织与评价管理角度把握项目全貌，学生能够从问题求解与知识建构角度理解项目路径，从而提升项目学习的系统性、导向性和交互性。针对教师、学生两类用户的差异化需求，本研究设计两套交互式视图：① 学生端视图：设置两类交互场景，一是全局知识体系视图，采用“核心 - 外围”层级布局：核心层为基础理论知识元，按课程模块分簇展示，高亮从属、先修关系；中间层为 PBL 项目要素，通过支撑关系与核心层连接；外围层为跨域资源，通过拓展关系与内层连接，支持关键词检索、点击实体高亮全关联路径，方便学生快速梳理知识脉络。二是 PBL 项目专属子图视图，学生选定项目后，自动生成定制化子图，按[项目需求 - 所需理论 - 适配工具 - 实施环节 - 考核标准]的流程串联所有关联实体，对未达掌握要求的先修知识点标注

红色预警，点击实体可直接跳转对应微课、操作手册等资源，解决学生开展 PBL 项目时“知识零散、路径不清”的痛点。② 教师端视图：设置两类管理场景，一是教学规划视图，支持教师拖拽调整实体、关系，新增 PBL 项目时可自动匹配所需知识点、工具资源，辅助教师快速完成项目设计与前置知识梳理；二是学情分析视图，可视化展示学生高频查询的知识点、项目卡壳的集中环节，辅助教师及时调整授课重点。

以图 2“基于机器视觉的太阳能电池片缺陷检测”PBL 项目子图为例，该图谱以“项目需求→所需理论→适配工具→实施环节→考核标准”为主线，完整体现了项目驱动下课程知识网络的结构特征。

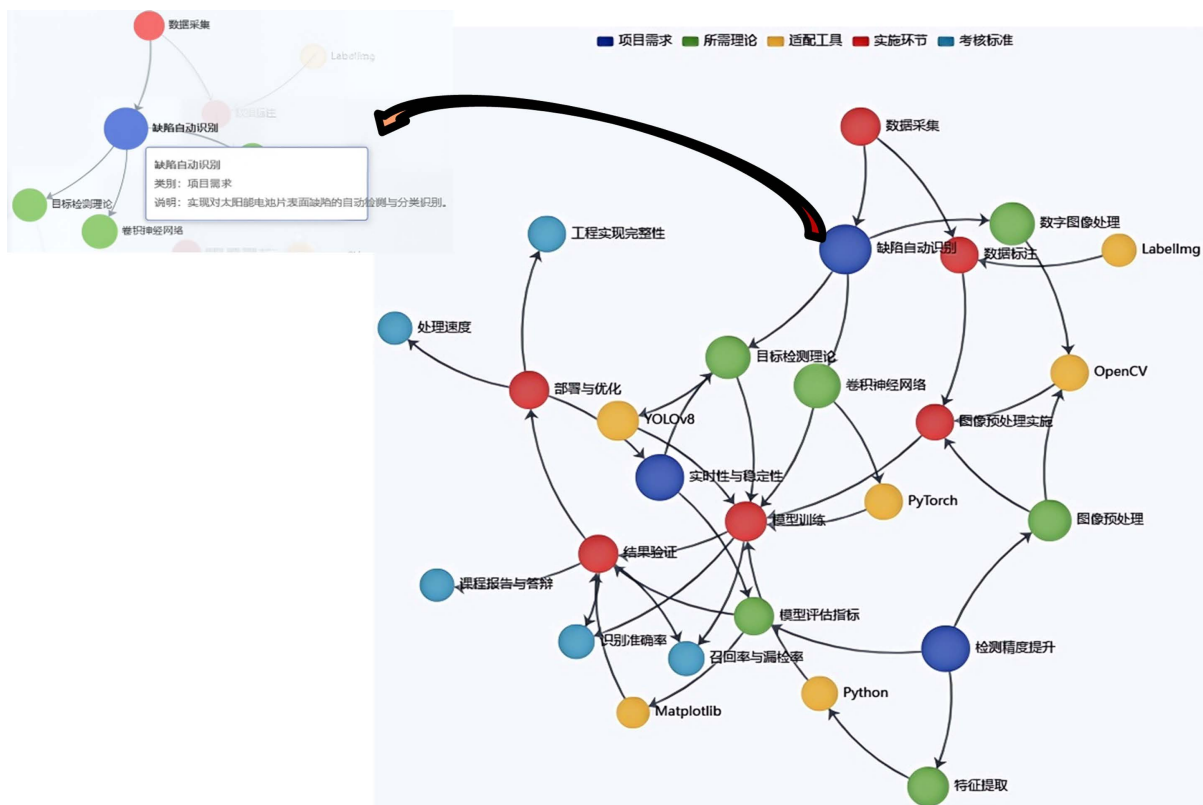


Figure 2. View of PBL project subgraph knowledge graph and node details

图 2. PBL 项目子图知识图谱及节点详情查看

### 3.5. 学习反馈与知识迭代

在基于知识图谱的 PBL 教学模式中，学习反馈与知识迭代是实现教学优化的重要机制。学习反馈贯穿项目实施全过程，主要来源于学生在任务完成、工具应用、项目成果和答辩展示中的表现。以图 2“基于机器视觉的太阳能电池片缺陷检测”项目知识图谱为例，学生在数据标注、图像预处理、模型训练和结果验证等环节中的问题，能够反映其对相关理论知识和工具方法的掌握情况。教师据此将反馈结果映射到知识图谱中，对重点知识节点、关联关系和学习路径进行动态调整，形成知识迭代。通过这一过程，学生不断完善自身知识结构，教师持续优化教学内容与项目设计，最终实现从项目实施到学习评价、再到知识更新的教学闭环。

## 4. 基于知识图谱的 PBL 教学模式设计

基于知识图谱的 PBL 教学模式以真实工程项目为载体，以课程知识图谱为支撑，将项目任务、知识

要点、工具方法、实施流程与考核评价进行结构化关联,实现“知识组织-项目驱动-过程实施-能力评价”的一体化教学设计。围绕图2展示的“基于机器视觉的太阳能电池片缺陷检测”项目的知识图谱,可开展以项目实施环节为主线的教学过程。

图2中的“数据采集-数据标注-图像预处理实施-模型训练-结果验证-部署与优化”等节点,构成了项目实施的完整流程,也为教学过程设计提供了清晰路径。因此,课程可按项目实施流程分阶段开展教学。

第一阶段为项目导入与任务分析。教师以太太阳能电池片缺陷检测这一典型工业视觉场景为切入点,引出项目背景、任务目标及实际应用价值,组织学生分析问题并形成初步实施方案。

第二阶段为数据准备与认知建构。学生在教师指导下完成样本采集、缺陷类型识别及数据标注,通过真实数据认识缺陷图像特征。

第三阶段为图像处理与模型构建。围绕图像预处理、特征提取和目标检测等内容,学生分组开展算法实现与模型训练,在实践中掌握关键知识。

第四阶段为结果验证与问题优化。学生依据评估指标对模型结果进行分析,针对误检、漏检、速度不足等问题进行优化改进。

第五阶段为成果展示与总结反思。各小组展示项目成果、汇报技术路线和实验结果,并进行答辩与反思总结。

通过上述设计,教学过程与项目实施过程保持一致,学生在“做项目”的过程中完成“学知识”的任务,体现了PBL教学模式中“做中学”的核心理念。

## 5. 结论

本文针对光电图像处理课程中知识组织分散、项目实施路径不清晰以及理论与实践衔接不足等问题,开展了基于知识图谱的PBL教学模式研究。研究结合PBL教学特点与课程内容结构,提出了包括项目任务设计、知识抽取与分类、关系建模、知识图谱建模与可视化、学习反馈与知识迭代在内的五阶段课程知识图谱构建流程,并在此基础上形成了“项目需求-所需理论-适配工具-实施环节-考核标准”一体化教学设计框架。以“基于机器视觉的太阳能电池片缺陷检测”项目为例,展示了知识图谱在课程知识组织、项目实施路径梳理及教学资源关联中的应用方式。研究结果表明,该模式能够为光电图像处理课程的知识重构与项目化教学设计提供较为清晰的组织思路,也为工程类课程中知识图谱与PBL教学融合应用提供了参考。后续还需结合具体教学实践,对其教学实施效果与育人成效进行进一步验证。

## 基金项目

湖北汽车工业学院教学改革研究项目(JY2024064)。

## 参考文献

- [1] 钟剑丹. 人工智能背景下数字图像处理课程改革探索[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2025(31): 64-66.
- [2] 金伟其, 王霞, 苏秉华, 等. 《现代光电图像处理方法》课程的设计与实施[C]//陕西省物理学会 2015 年学术年会. 2015: 149-152.
- [3] 蒲恬, 彭真明. 依托虚拟仿真平台的“光电图像处理”课程实验教学改革探索——以成像目标检测与跟踪实验为例[J]. 工业和信息化教育, 2022(10): 3-6, 27.
- [4] 彭响华, 彭玲, 刘舸, 等. “数字图像处理”课程教学改进与研究[J]. 大科技, 2024(5): 16-18.
- [5] 丁卫, 王伟. “新工科”背景下数字图像处理课程教学改革与实践[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2021(8): 142-144.
- [6] 赵若晴, 杨文博. 基于“四位一体”数字图像处理课程教学改革探究[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(15): 170-172.

- [7] 姚河花, 刘晓静, 赵亚娟, 等. 融入地方元素的数字图像处理课程教学探索[J]. 计算机教育, 2025(3): 224-228.
- [8] 周如金. 目标问题导向课程教学理念创新与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2024.
- [9] 孙少妮, 等. 基于国家一流线上课程的机械制图课程 PBL 教学模式研究[J]. 创新创业理论研究与实践. 2024, 7(22): 27-29.
- [10] Bilgin, I., Karakuyu, Y. and Ay, Y. (2015) The Effects of Project Based Learning on Undergraduate Students' Achievement and Self-Efficacy Beliefs Towards Science Teaching. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **11**, 469-477. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1015a>
- [11] Kardoyo, K., Nurkhin, A., Muhsin, M. and Pramusinto, H. (2020) Problem-Based Learning Strategy: Its Impact on Students' Critical and Creative Thinking Skills. *European Journal of Educational Research*, **9**, 1141-1150. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1141>
- [12] 卢海丽, 王彬彬, 高兴莘. 智能时代项目式学习的设计与实践研究——以 Python 课程的 PBL 教学为例[J]. 河南教育学院学报: 自然科学版, 2022, 31(2): 67-75, 90.
- [13] 周瑜, 张其亮, 王丽敏. 生成式人工智能在 PBL 实践教学中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(8): 166-172.
- [14] 耿小亮, 赵彬, 王佩艳, 等. PBL 教学模式的实验力学课程教学方法探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7): 232-236.
- [15] 唐晓峰. 面向知识图谱的智能车辆课程体系创新建设的探索[J]. 文教资料, 2023(14): 175-179.
- [16] 赵宇博, 张丽萍, 闫盛, 等. 个性化学习中学科知识图谱构建与应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(10): 1-21.
- [17] 王俊彦, 罗剑. 课程知识图谱技术及应用综述[J]. 计算机时代, 2025(3): 30-35.
- [18] 陶善菊, 刘清堂, 王凡, 等. 基于知识元的教育技术学科资源库构建[J]. 现代教育技术, 2011, 21(5): 115-120.
- [19] 刘强, 徐小龙, 赵龙龙, 陈明凯. 基于知识图谱的大数据类课程 PBL 教学实践[J]. 计算机教育, 2023(12): 325-330.
- [20] 王福珍, 钟雪晶, 陈丽玲, 陈隆天. 基于知识图谱的混合式教学模式结合 PBL 教学法在肾内科实习教学中的应用[J]. 福建医药杂志, 2025, 47(1): 89-91.
- [21] 周静, 肖馨, 侯世英, 等. 知识图谱驱动的“电工电子学”课程项目式教学设计[J]. 工业和信息化教育, 2025(10): 15-18, 24.
- [22] 卫沅, 周志刚, 董振乐. 基于知识图谱的新型项目式教学的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2026, 45(1): 181-185.
- [23] 施伟梅, 廖俊招, 李珊, 楚震威. 药学专业物理化学课程“知识图谱 + 项目式”双驱教学新模式的研究与实践[J]. 赣南医科大学学报, 2025, 45(4): 411-416.
- [24] Shan-Shan, K. and Tang-Xi, Q. (2024) Innovative Construction and Application of Knowledge Graphs in Project-Based School-Enterprise Cooperative Courses: Taking the Course “BIM Data and Carbon Emission” as an Example. *2024 14th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Guiyang, 13-15 September 2024, 1037-1039. <https://doi.org/10.1109/itme63426.2024.00207>