

## 土木工程专业学科交叉融合的案例教学实践

潘东辉 余新盟 丁其乐  
东莞理工学院, 广东 东莞 523808

**[摘要]** 该研究以一起实际火灾事故案例为基础, 探索土木工程专业多学科融合的教学实践。通过将火灾案例引入《房屋建筑学》与《建筑设备》课程, 并借助时事新闻激发学生的学习兴趣, 引导学生从实际工程问题出发进行学习。案例涉及的防火与消防问题具有多学科交叉特点, 课堂教学分四个步骤展开, 系统剖析事故成因, 还原其多因素触发机制。此外, 依托 Coze 平台构建了答疑智能体, 作为课后自主学习的辅助工具, 帮助学生巩固所学知识。通过课内与课外的联动教学, 培养学生应对实际复杂工程问题时的跨学科视野。

**[关键词]** 土木工程教学; 案例教学法; 智能体; 跨学科视野

DOI: 10.33142/fme.v7i3.19496

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

### A Case-based Teaching Practice of Interdisciplinary Integration in Civil Engineering

PAN Donghui, YU Xinmeng, DING Qile  
Dongguan University of Technology, Dongguan, Guangdong, 523808, China

**Abstract:** Using a factual fire accident as a basis, this research examines approaches to interdisciplinary teaching in the field of civil engineering. By introducing the fire case into the courses of "Building Architecture" and "Building Equipment" and utilizing current news to stimulate students' interest, learners are guided to approach knowledge from real-world engineering problems. The fire protection and firefighting issues involved in the case exhibit interdisciplinary characteristics. Classroom teaching is carried out in four steps to systematically analyze the causes of the accident and restore its multi-factor triggering mechanism. Furthermore, a Q&A agent built on the Coze platform serves as an auxiliary tool for after-class self-study, helping students consolidate their acquired knowledge. Through the integrated teaching of in-class and extra-curricular activities, this practice aims to cultivate students' interdisciplinary vision in addressing complex practical engineering problems.

**Keywords:** civil engineering education; case-based teaching; AI agent; interdisciplinary perspective

新工科要求推动现有工科专业的改革创新, 促进传统工科专业的升级改造与交叉融合, 培养复合型工程人才<sup>[1]</sup>。作为传统学科, 土木工程专业在当前城镇化后期的阶段面临新的挑战: 市场需求正逐渐从新建房屋转向存量房屋的管理、修缮与维保, 这要求学生具备更广阔的视野和更综合的专业训练。虽然土木工程教育领域在新工科的背景下对培养模式、课程体系和数字化等方面做了很多有益的探索<sup>[2-4]</sup>, 然而当前仍缺乏与相关学科交叉融合的教学环节, 因此开展这方面的探索与实践, 将有助于培养适应行业发展的复合型工程人才。

在土木工程领域, 与之关系最为紧密的学科是建筑学与建筑设备工程。后者具体涵盖给排水、电气与暖通三大专业方向。在传统课程体系, 《房屋建筑学》主要讲授建筑学知识, 而上述设备专业的内容常被合并为一门《建

筑设备》课程。由于各课程相对独立、知识体系庞大, 学生往往难以将不同领域的知识融会贯通。这种教学模式已难以适应当前工程实践对综合能力的需求。尤其在部分未开设《建筑设备》课程的高校, 学生面对需多专业协同解决的复杂工程问题时, 其知识结构的局限性就更为凸显。

案例教学是土木工程教学中一种成熟且广泛应用的方法, 通常案例教学法会简化因素, 抽象出理论以适配教学内容<sup>[5-7]</sup>, 然而真实的工程案例往往是多学科交织的系统, 深入剖析并还原事故的多因素影响, 可作为案例教学的另一个重要方向。若能选取同时涉及建筑学、建筑设备与结构工程的复合型事故案例, 则有助于将土木工程相关的知识融会贯通, 从而培养学生在面对实际复杂问题时的跨学科视野。

## 1 教学案例的选择

不管是房屋建设，还是存量房屋的管理，防火与消防都是不可回避的重要议题。这是一个涉及多专业协同的复杂问题，需要建筑学与给排水、电气、暖通等设备专业共同解决。然而在实践中，由于成本等因素限制，工地或物业管理基本不会有配齐各专业人员，许多现场管理人员由土木工程专业出身的工程师独立担任。如果土木工程师缺乏跨学科的整体视野，可能带来严重安全隐患。以 2025 年香港大埔宏福苑火灾为例，其中相当一部分起火因素是完全可以在外墙翻新阶段提前消除的。

虽然历史上已有不少火灾事故可作为教学案例，但选用近期发生的时事新闻——尤其是社会关注度高的重大事件，更能借助舆论热度迅速吸引学生注意力，从而有效驱动其自主学习。例如，2025 年 11 月 26 日香港新界大埔宏福苑因外墙维修引发的五级大火，火势迅速蔓延至七栋楼宇，成为香港自 2008 年以来最严重的火灾事故。该事件连续多日占据新闻头条，自然引起了学生的广泛关注。在课程中引入此类案例，可借助学生对新闻的关注，显著提升教学效果。

## 2 教学案例的课堂实施

火灾的原因分析与后期维修加固等，涉及房屋建筑学、

建筑设备、施工组织与管理、钢筋混凝土结构等多门课程，由于案例教学的目的是将紧密相关的建筑学和建筑设备相关专业融合进来，所以下文的教学安排与讨论将主要围绕《房屋建筑学》和《建筑设备》这两门课所涉及的内容展开。根据土木专业的课程设置与教学计划，将案例教学安排在这两门课程的授课学期的后半段。

围绕大埔宏福苑火灾的原因与后果，提炼出下文四个核心议题，并将其穿插于课程讲授过程中。为了让学生有充分时间吸收消化，四个议题是分次在课堂组织完成的，教学时将采用分组调研与课堂讨论相结合的形式进行。

### 2.1 提出问题：为什么建筑会发生火灾，并迅速蔓延至七栋楼宇

教学安排上，在计划进行课堂讨论的前一周发布议题并组织学生自由组队，次周各小组提交研讨要点。课堂讨论后，教师可根据各小组提交的要点及讨论表现进行评分，并计入课程平时成绩。此议题适宜在房屋建筑学课程讲授完“建筑平面设计”章节后布置，在发布议题时，教师还需要对火灾背景作简要介绍，例如宏福苑小区的总体平面和户型及其特点（图 1），还可以从网络资源下载视频，可以制作三维模型让学生进入火灾现场观察，增加事件的冲击力。

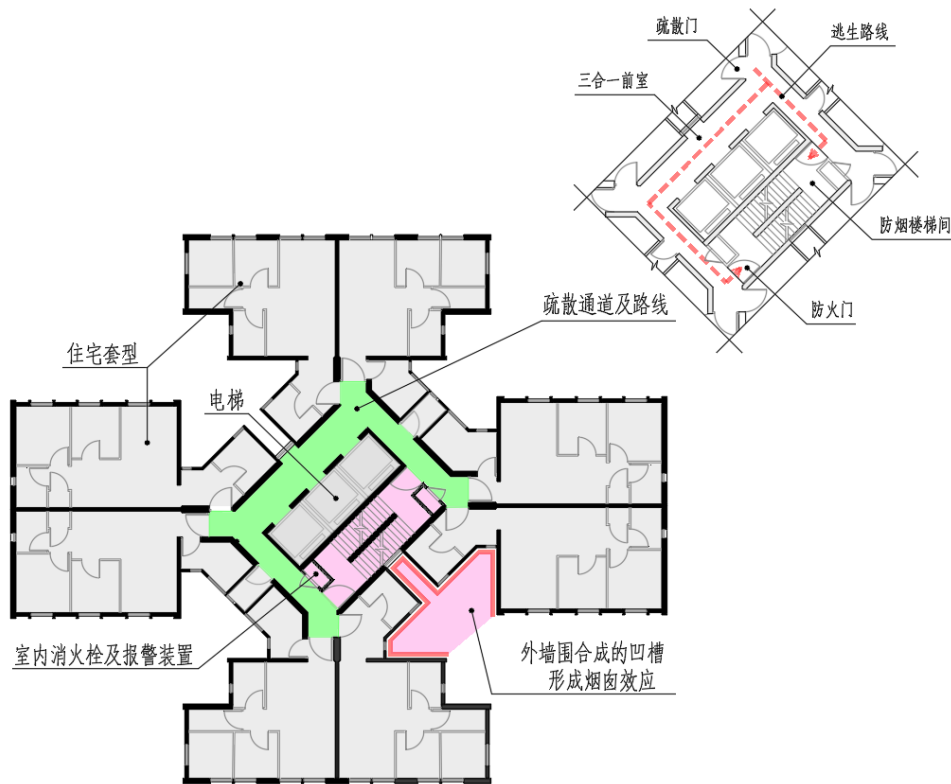


图 1 香港宏福苑户型及火灾相关设施

上课一开始便引入悬念:宏福苑小区的业委会会议记录显示,业委会在启动维修工程时,对现场查验、预算审核、招标流程及工程进度等工作均做得相当细致,但是问题恰恰隐藏在所有参与者未曾留意之处。以该问题引导学生进入火灾前现场的观察和分析,然后教师适当引导学生将理论知识与实际观察相结合,从中寻找分析线索。经学生讨论归纳出的重点原因有四项:(1)翻修的外墙棚架采用了易燃竹棚架和防护网;(2)户型间外墙围合成狭口的天井,形成火灾的烟囱效应,火灾蔓延迅猛;(3)楼宇间距不符合现行的标准,按国内防火规范,高层建筑间距要大于13m;(4)查询香港天文台自动气象站资料,火灾发生期间当地以北风为主,因此位于北边的宏志阁得以免于火灾波及。

## 2.2 深入问题:为什么建筑发生火灾带来的伤亡和损失惨重

在课堂开展该议题的讨论前,学生必须具备暖通专业的防烟与排烟的基本知识,若没有选修建筑设备课程,可由教师插入相关知识的讲解,但应控制时长,避免重回传统教学模式,消磨掉学生的学习热情。从实际授课效果看,哪怕学生没有选修设备课,这种方式仍能起到四两拨千斤的作用,有效提升了学生的学习积极性。

该议题经讨论后可归纳出如下要点:(1)相关报道中提及火灾发生时没有火警信号,建筑内部自动报警系统的失效;(2)室内消火栓系统与楼梯的防烟系统也疑似失效;(3)总平面场地狭小,消防扑救面不足;(4)建筑外立面全面着火,消防云梯也难以发挥作用;(5)居民中老龄人口占比达三分之一。

在本问题的讨论中,学生的参与度较第一次明显提升,更能体会事故后果的严重性,参与也更为积极。部分同学不仅懂得从已有知识中寻找答案,能利用智能体学习,甚至能针对尚未开设课程的内容,也能主动查阅相关规范,尝试去理解其中的条文。

## 2.3 预防措施:修葺施工前现场应采用何措施去防止类似的问题发生

在讨论该议题时,学生需已完成房屋建筑墙体构造的学习。由于该部分内容涵盖设备课程三大专业与消防系统相关的知识,教学上可安排部分内容提前讲授,部分内容留待课堂讨论时再行讲解。该议题经讨论后总结措施如下:

(1)外墙施工棚架及防护采用不燃或难燃的材料,施工人员接受安全教育,禁止吸烟和明火;(2)受现场条件和建筑防火先天不足的限制,可采用间隔施工,先一三五七栋做外墙修缮,再施工二四六八栋;(3)外墙围合的天井

隔几层设临时的防火隔板,竹棚架上方设临时的喷淋系统;(4)施工前应检查消防设备的完整性,并测试其性能,消防设施的维护或重新设置应先于外墙翻新。

在本次讨论中,学生已能基于前两次议题所发现的问题,有针对性地提出解决方案。教师则从工程经验出发给予提示,帮助学生弥补了经验上的不足,使其能从更多维度进行思考。这个阶段由于学生积累的专业知识开始丰富起来,有时还能提出一些创新性的建议,如利用原有屋顶水箱在竹棚架上方设置临时的喷淋系统,作为施工期间一道防灾的措施。

## 2.4 解决问题:灾后建筑的加固维修

最后的议题宜安排在房建与设备两门课程接近尾声时进行。此阶段由教师引导学生对前序议题的讨论成果及灾后重建的核心要点进行梳理与总结,结构加固与维修等专业性较强的知识点超出了学生当前的知识储备,因此由教师进行专题讲解。问题经讨论后由老师将灾后修缮的要点归纳如下:(1)检查火灾后主体结构及各种构造受力构件的混凝土和钢筋的损伤情况,并进行验算和加固维护;

(2)检查配电箱、断路器、保险丝是否受损,测试线路绝缘状况,验证接地系统完好性,检查墙体和楼板内线路可能的破损等;(3)对外墙和屋面用红外热像法检测热工性能,对外墙、屋面或卫生间等部位蓄水闭水试验或淋水试验,用烟气检查法或示踪物质法检查屋面系统;(4)其他配电系统、消防设施、给排水系统的检查及修缮。

通过四个议题的训练,学生展现出跨学科解决问题的初步能力,例如有学生指出“灾后重建不仅要恢复建筑功能,更关键是补充和提升老旧建筑在预警、防灾方面设备系统”,并且能够指出部分设备机房在现有条件下是很难做到的。部分学生在总结时,不再满足于复述多专业的知识点,而是开始深化剖析问题,例如有小组在上面学生提出问题的基础上又产生新的质疑:“如果灾后重建消防设备系统,但小区的规划无法改变,消防扑救面仍难以满足,未来仍存在风险隐患,作为小区的管理者该如何应对?”

## 3 构建课后的答疑助手

课上的时间较短,学生理解和深入学习都需要时间,而且融合多学科的问题难以在网上搜索得到高质量的答案。在智能化教学工具日益普及的今天,针对特定课程开发一个专业、精准的AI答疑助手,能够有效辅助教学,帮助学生深化理解。在案例教学的课堂之外,可利用字节跳动的Coze平台,以《房屋建筑学》《建筑设备》教材及配套PPT为核心知识源,构建一个能像老师一样引导学

生思考的消防知识答疑智能体。

### 3.1 构建标签化的知识库

一个高质量的知识库是智能体准确回答问题的关键，也是创建过程中最耗时的环节。开始前，请先整理好《房屋建筑学》和《建筑设备》的教材、讲义、习题案例及相关规范标准等资料，上传至平台并处理课程文档。接着进入知识库详情页，查看所有文档片段，并为每个片段手动添加 3~4 个核心标签，一般包括：所属课程（一级标签）、知识/专业分类（二级标签），以及知识点/系统与具体设备（三/四级标签）。表 1 展示了针对火灾相关课程内容的知识库标签分级示例，可依此配置知识库检索设置。

知识库需持续维护。随着课程进展，应及时补充新的讲义、习题解析，并根据学生反馈优化标签。若遇到回答不准确的情况，可查看对话日志，分析问题原因。

### 3.2 配置智能体人设与回复逻辑

人设与回复逻辑是智能体的灵魂。为拉近与学生的距离，可将其命名为“安全小灯塔”，并配以兼具专业感与亲切感的头像和描述。智能体需设定其角色、技能、目标、约束条件、工作流程与输出格式，并给出清晰的教学指令，引导其依据指定知识库进行检索。针对建筑设备类问题，可从定义、分类、工作原理、主要作用等方面组织回答；针对房屋建筑学问题，则可围绕概念、图示、指标、类型及案例等展开解答。

直接给大型语言模型提供知识库和指令，让它自由发

挥，其回答可能时好时坏，有时甚至会产生幻觉。如果智能体每次回答都严格遵循固定的教学模式，并且答案源自知识库，那么可以利用“工作流”功能，将答疑过程流程化和标准化。

创建一个新工作流，命名为“标准问题解答流程”。第一步接收学生提出的自然语言问题，并做适当引导；第二步接入“知识库搜索”节点，将用户问题转化为查询，从上传的资料中检索相关片段；第三步接入“大语言模型”节点，将检索到的知识片段与之前编写的系统指令一同输入给模型，驱动它按照图 2 的“引导-讲解-案例-总结”四步法组织生成最终回复；最后，将生成的带有指定性格口吻的回答返回给学生。由于网上信息可靠性较低，使用大模型时，应将其用途严格限定为查询现行国家规范和标准，并强调核心原理讲解必须依据已上传的知识库。

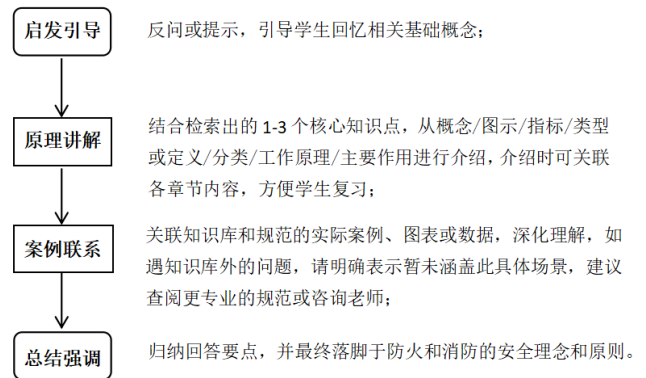


图 2 工作流的系统指令流程图

表 1 知识库标签分级

课程	知识/专业分类	知识点/系统和具体设备
房屋建筑学	防火设计基本原则	总体原则，建筑物耐火等级划分，防火间距要求，消防车道、救援场地设置
	防火分区与安全疏散	防火分区划分，安全出口数量、宽度、位置，疏散走道、楼梯间、前室设计，疏散距离、疏散宽度计算，应急照明与疏散指示标志
	建筑构造与材料防火	墙体、楼板、屋顶等构件的耐火极限，防火门、防火窗、防火卷帘的设置，装修材料的燃烧性能等级，管道井、缝隙的防火封堵
建筑设备	给排水工程专业	室内外消火栓系统：水源，供水方式，核心组件，管网布置 自动喷水灭火系统：系统类型，主要组件 其他灭火系统：水喷雾/细水雾灭火系统，泡沫、干粉灭火系统
	暖通工程专业	防烟系统：目标，自然防烟，机械加压送风 排烟系统：目标，自然排烟，机械排烟 通风与空调系统防火：防火阀设置，风管材料，系统防窜火
	电气工程专业	火灾自动报警系统：系统组成，报警与确认，系统布线 消防应急照明与疏散指示系统：电源与转换，灯具布置，智能疏散 消防设备供电与配电：负荷等级与电源，专用配电回路，线路防火 消防联动控制系统：联动控制对象，切除非消防电源，电梯迫降与消防广播
建筑结构	钢筋混凝土结构	材料高温性能，防火构造与措施
	钢结构	钢材的高温性能与耐火极限，钢结构防火保护措施

### 3.3 测试、部署与发布

构建完成模型后,应检查其能否依据知识库准确回答问题,以及能否遵循引导流程。例如,可用“宿舍楼失火时如何选择逃生路线?”来检验回答的准确性;用“如何设计一个月球科考站的暖通系统?”来测试其处理知识边界外问题的能力。这些检查结果有助于综合评估智能体的回复质量。可将打磨完成的智能体以小程序链接形式分享给给学生,或将该链接嵌入课程群,亦可集成到学校飞书等工作平台,使学生能随时随地与 AI 助手互动,获得启发式辅导。投入使用后,还可根据学生反馈,调整知识库内容的分段粒度、补充关键索引词,并持续优化系统指令,微调其互动语气、引导方式与回答结构。

### 4 结束语

在城镇化进程的后期,土木工程学生比以往更需要具备应对实际复杂问题的跨学科视野。传统课程体系下培养的工程师,常因知识结构局限而难以进行有效风险预判,这可能导致灾难重复发生。采用跨学科真实案例教学,是弥补当前专业教育盲区的有效手段之一。

防火与消防这一典型跨学科问题与土木工程密切相关的建筑学、建筑设备等学科均紧密关联。教师可从时事新闻中选取火灾事故案例,在课堂上引导学生剖析事故原因,还原多因素耦合致灾的过程。为提高学习质量、避免网络错误信息干扰,还可借助 AI 智能体辅助学生课后复习。此类跨学科案例教学,既能提升学生对复杂工程问题的理解,也能促进多学科知识融会贯通,从而培养适应行业发展的复合型工程人才。

从以上讨论可见,跨学科案例教学的实施主要面临两大挑战:首先,对教师的综合素质要求较高,需同时具备

建筑、结构、设备等多领域的知识体系。目前大多数高校培养的博士人才通常专精于某一学科,普遍缺乏跨学科整合能力,因此需要投入较多时间与资源用于教师知识拓展与能力发展。其次,案例的选取具有相当难度。时事新闻虽是理想素材,信息量大、易于激发学生兴趣,但须同时满足时效性与跨学科性,这对教学时机把握提出了较高要求,若将今年新闻延至明年使用,教学效果往往因时效性减弱而降低。尽管存在上述困难,跨学科案例教学在培养学生综合能力与工程视野方面具有显著价值,仍值得教师在实践中不断探索与完善。

#### [参考文献]

- [1] 邱伦海,周康.新工科背景下土木工程专业建设探究[J].高教学刊,2024(10):39-42.
- [2] 徐晓飞,丁效华.面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J].中国大学教学,2017(6):9-16.
- [3] 顾佩华,胡文龙,陆小华,等.新工科背景下工程教育课程体系重构的探索与实践[J].高等工程教育研究,2018(4):1-10.
- [4] 王浩,高志伟,张晓,等.建筑业数字化转型背景下的土木工程人才培养探索与实践[J].科教文汇,2023,631(7):74-77.
- [5] 崔武文,韩红霞,王喜燕.案例教学在土木工程专业课程教学中的应用[J].教育探索,2007,191(7):51-52.
- [6] 梁本亮.土木工程专业核心课程的教学方法研究[J].高等工程教育研究,2016(2):189-192.
- [7] 孙婧,刘宏波,郭涛,等.土木工程防火材料课程案例库建设研究[J].科教文汇,2022,575(23):81-84.

作者简介:潘东辉(1974—),男,汉族,广东汕头人,副教授,博士研究生。研究方向为结构抗震及加固维修。