

基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式探索与实践

——以《X 射线晶体学》为例

易琪 孙蕾蕾 石永胜 范丛斌*

江西科技师范大学化学化工学院 江西南昌 330013

摘要: X 射线晶体学是一门研究物质晶体结构的科学,被广泛应用于研究各种晶体结构,在材料与生命科学等领域具有广泛应用价值。为满足师生深入学习 X 射线晶体学的内在需求,本教学模式改革融合三种创新模式: SPOC 分层教学——通过准入机制与个性化资源,实现学生能力分级培养; PBL 问题驱动——以科研实践问题激发探究动力; CBL 案例解析——借助典型晶体结构案例深化理论认知。根据学生的自身情况,课堂教学形成“基础分层-问题牵引-案例强化”的教学闭环,显著提升学习主动性与教学实效性。

关键词: X 射线晶体学; 教学模式改革; PBL+CBL; SPOC; 混合式教学

1. X 射线晶体学的教学现状

X 射线晶体学是一门利用 X 射线来研究物质晶体结构的重要学科,能给出物质准确的空间结构信息,在化学、生物、材料科学等领域中有广泛的应用^[1]。因此,在科研一线的师生对 X 射线晶体学知识和结构解析技能有着大量的需求^[2]。经过多年的课程教学,发现该课程在教学中还存在不少问题,如,课程属于多学科交叉,学习难度大,X 射线晶体学处于科学研究的前沿,具有明显的跨学科性质,理论和应用高度复杂并且相互关联。因此,学生必须对数学、物理、化学、工程和计算机科学知识有一定的理解。

然而现实情况却是学生的相关学科知识掌握存在差异,并且传统的 X 射线晶体学教学以教材提炼知识点,多媒体讲授式为主,该教学方法不适用于所有学生,与课程适配度较低,学生对于该门课程的学习吃力,严重影响基础较为薄弱的非晶体专业方向学生^[3]。

2. 基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学改革的举措

2.1 SPOC 教学法的要点

小规模限制性在线课程 (Small private online course, SPOC) 旨在为学生设置限制性的准入条件,只有符合条件的被纳入 SPOC 课程,达到因材施教的效果。在上课前教师根据学生的真实情况将不同深度的学习资料分门别类地进行推送,上传到 SPOC 平台,便于学生提前预习^[4]。如在 X 射线晶体学这门课程的教学时,根据不同专业方向的研究生

专业人才培养要求,分别向对应学生推送有针对性要求的 X 射线晶体学知识,学生在自己已有知识基础上进一步学习,从而达到更好的教学效果。

同时 SPOC 教学注重线上和线下的有机整合,线上授课时,教师根据学生课前预习情况给出合理有效的启发引导,并就学生预习情况进行答疑解惑,及时解决学生在学习过程中遇到的困难。在线下课时在教师指导下进行仪器操作,达到更理想的教学效果。线上和线下有机结合,使学生学习更有针对性,最大限度提高学生学习效率。

2.2 PBL 教学法

PBL 教学法 (Problem-based learning) 是一种从问题提出到解决的教学方法。主要通过授课过程中引出问题,学生发现问题,并寻求解决办法。PBL 教学法激发学生学习的主动性,激励学生在学习过程中的展现自我活动,通过活动,逐步强化他们发现问题和解决问题的能力。在 X 射线晶体学课程中,授课老师通过教学内容安排引导学生发现问题,并激励学生应用所学知识解决问题。如对晶体解析中,通过网上 CHECK 时发现 AB 警报,然后引导他们如何消除,如何对解析中出现偏差的键长、键角的限制等,并在 SHELXTL 及 OLEXII 软件中对其进行精修,最终达到理想效果,从而消除解析中出现的警报。

2.3 CBL 教学法

以案例为基础的 CBL (Case-based learning) 教学法是

在授课过程中根据教学目标,使用典型、有针对性的例子,讨论具体的实施策略。这种教学方法有助于培养学生的学习兴趣、独立思考和文献综述能力,避免对公式死记硬背,提高对 X 射线晶体学公式的理解和知识迁移应用。该类教学法采用网上已经报道的晶体数据,如对无序的处理,平面的限制、溶剂模块的套用等,如在 ACS、RSC 等数据库中化学期刊支撑材料中的晶体结构拿来研究,给大家解析,最终通过典型的案例解析最终达到别人发表的水平。

2.4 基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式构建

前期调研发现,目前已有学者将 SPOC 教学法和其他教学方法结合起来实施教学,通过提高学生的兴趣,最终提升教学效果 [4-6]。国内一些院校也尝试将 PBL 和 CBL 结合起来教学,并取得了一定成效 [7]。但 SPOC 教学法联合 PBL、CBL 教学法在 X 射线晶体学教学中的应用研究有限,急需进一步研究探索。

在学生分类后,将 PBL 和 CBL 两种教学方法有机结合加以应用。即在问题导向下,学生置于特定的教学案例场景,就教学内容有关的具体问题以小组讨论的形式进行讨论,并对特定的问题进行分析、思考和讨论,教师就问题的提出、思考的角度、解决的方式方法、总结等具体环节进行辅助。在线上教学内容预习环节,教师根据实际情况导出相应的问题,例如晶体结构解析中如何确定对称结构单元中氮原子与碳原子,学生根据问题进行有针对性的学习从而解决问题,或者以小组为单位进行讨论进行解决。线下课堂,以学生为中心,收集经过小组讨论仍然解决不了的问题给老师,然后老师给与讲解。通过这种教学方法,学生可以在学习中获得更大的自主权,开阔视野。

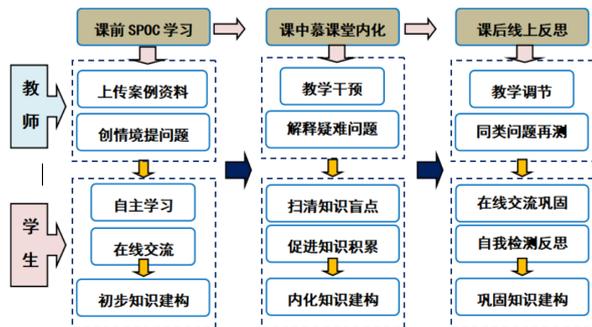


图 1 基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式示意图

在课前预习阶段,老师根据学生的具体知识掌握情况进行针对性地推送线上教学内容,以课件、思维导图、文本

资料形式发布课程理论知识点、学习任务。将系统性的内容设置为碎片化课程知识点便于学生理解自学 [5]。教师在这阶段主要线上监测学生自主学习,设置课前预习问题督促学生及时学习;并在线指导答疑、线上和学生讨论与互动。

线下课堂则以“学生主体,教师主导”形式架构课堂,引导学生自己通过案例发现问题,分析问题,解决问题,教师在必要的时候给与相应指导,实现学生成为课堂的主人。在线上线下课堂中,通过“PBL 和 CBL 联合教学法”的教学方案,让课堂真正“动、忙、活”。

课后在线上对同类问题实施再测,巩固所学知识,并在线交流反思,进行知识整体的提升。

3. 建立立体多元化的教学质量评价体系

X 射线晶体学专业课程的评分,采用平时和期末考核来评价,重在平时。在教学过程中,根据学生对知识的掌握情况来定每一次课的平时分,采用学生自评、同学互评结合教学过程中老师的评价来对平时成绩进行综合评价 [8]。如在课程中老师注重平时课程的考核,对平时对课程内容的理解,晶体的解析情况等来评价;最后考核采用小论文形式,考核要求学生对 X 射线晶体相关领域的深入了解,并对其发展提出自己的看法等制定出详细的评分标准。

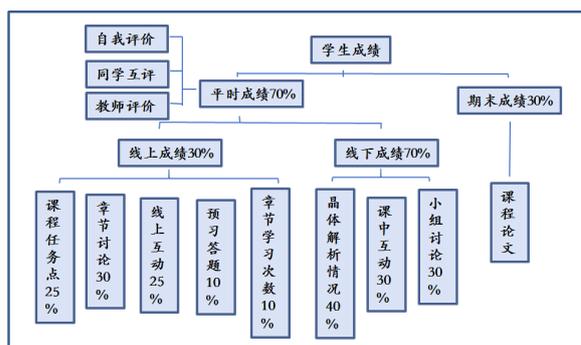


图 2 多元化教学质量评价体系示意图

基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式的实施成效通过对实施“PBL+CBL”的 SPOC 教学改革与常规教学教师与学生的调研,发现该教学模式受到了教师与学生的强烈反响。授课教师表明,“PBL+CBL”的 SPOC 分层引导,教师更轻松,也更有效地调动学生积极性并提高学生发现问题,解决问题的能力。就学生来说,课堂参与度与课后自主学习时间明显提高,并且 78% 以上的学生表示该模式有助于提高团队协作能力。

数据显示,该模式实施后学生课程平均成绩显著增长,

由改革前的 68.5 分提升至 82.3 分, 提升了 20.1%。对于如“晶体结构解析”课程核心重难点知识模块, 教学改革前的正确率仅为 42.7%, 而在应用该教学模式后, 学生正确率高达 76.5%, 知识掌握程度显著提升; 对于多晶衍射数据分析、单晶结构精修这些涉及复杂理论应用与实操能力的综合性题型, 正确率则从改革前的 31.2% 跃升至 69.8%。此外, 82.3% 的学生反馈, 课程中的案例讨论与项目实践环节, 使其更能清晰认知 X 射线晶体学技术在科研场景中的具体应用范畴。

课后习题准确率则提升了 27.3 个百分点, 在侧重知识综合运用能力考查的主观题模块, 该类题型的准确率从改革前的 41.5% 提升至 79.2%, 提升 37.7 个百分点, 可见改革后学生知识体系构建与跨知识点关联应用方面能力显著增强。晶体胞理论计算、衍射数据处理类等具有课程代表性的综合性习题的满分率也由 8.9% 攀升至 37.6%, 提升幅度达 28.7 个百分点。这充分证明, 该教学模式不仅有助于学生夯实单个知识点, 还可以促进学生知识整合能力。

从博士申请录取结果来看, 该教学模式也体现了显著的促进效应。改革后, 博士申请平均录取率由 10% 提升至 25%, 增幅达 15 个百分点。且证明科研潜力的申请材料质量也明显优化: 改革前约 28.6% 的学生能在申请阶段提交与 X 射线晶体学领域相关的自主研究报告或小型科研成果, 改革后比例可达 76.9%, 并且有关单晶解析方向的科研成果, 也获得了相关领域导师的高度认可。

依托该教学模式所培养的科研思维与实践能力, 学生在博士培养阶段能更快适应新阶段的学术学习。改革前约 65.3% 的学生在博士入学后前半年内难以独立开展与 X 射线晶体学相关的科研任务, 改革后这一比例降至 21.7%, 可见其科研独立性与任务处理能力得到显著增强。在学术成果方面, 博士一年级期间发表的与该课程相关的学术论文中, 以第一作者身份发表论文的比例从改革前的 11.2% 上升至 35.8%, 学生的核心学术贡献能力也得到有效提升。

4. 基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式的创新反思与展望

“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学, 通过引入科学问题提高了课堂教学的生动性, 激发学生 X 射线晶体学学习兴趣 and 热情, 培养学生学习自主思考, 解决问题的能力。在得出学习成果过程中, 各个环节的组织交流学习, 很好的促进

了师生、生生之间的互动, 构建了良好的师生关系, 生生关系; 培养了学生的沟通、解决问题能力以及团结协作能力。线上针对性地推送教学视频进行因材施教, 既减轻了学生学习压力, 也减轻了教师的教学负担, 学生学习有获得感成就感, 形成良性循环, 在 X 射线晶体学这门课程的学习上逐渐得心应手, 从而为相关专业学习打下良好基础。基于此, 实验取得良好效果, 此教学模式可推广应用于其他学科的教学, 全面提高研究生教学效果。

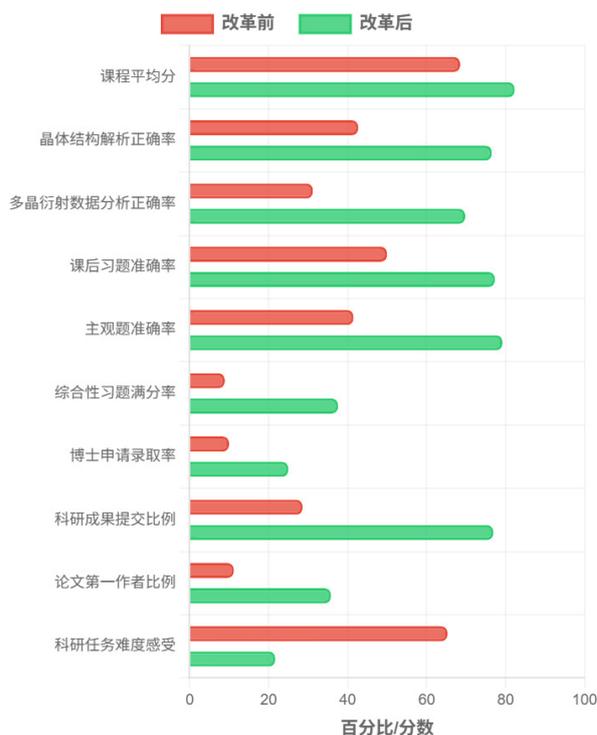


图 3 教学改革前后成效对比

参考文献

- [1] 马宏伟, 张芳, 艾惠, 等. 集成 X 射线、TEM 和 STM 的晶体学教学尝试 [J]. 大学化学, 2024, 39 (03): 5-17.
- [2] 范丛斌, 郑春红, 大型精密仪器分析实验中线上线下教学改革探索与实践—以单晶 X 射线衍射实验为例 [J], 当代化工研究, 2022, 7, 141-143.
- [3] 周宇乔, 曹伟地, 董顺喜, 等. 实用化导向的 X 射线晶体学与结构解析教学改革探索 [J]. 大学化学, 2024, 39 (03): 23-28.
- [4] 车伟, 杨震柏. 基于 SPOC 翻转课堂的土木工程概论课程线上线下混合式教学模式构建与实践 [J]. 高等建筑教育, 2023, 32 (06): 88-96.

[5] 王雁南, 陈翠红, 丛培芳, 等. 基于 SPOC 的混合式教学模式在仪器分析实验课程中的应用 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (23): 9-11.

[6] 何士凤, 孙振涛, 朱泽飞, 等. SPOC 及 CBL 联合 PBL 在麻醉实践技能教学中的应用 [J]. 中国继续医学教育, 2022, 14 (09): 66-69.

[7] 王伶改, 祝盼盼, 李富, 等. CBL 结合 PBL 双轨双向教学法在中医思维课程中的应用 [J]. 光明中医, 2023, 38 (22): 4479-4483.

[8] 温会玲, 唐林, 赵继宽, 等. 物理化学实验线上线下混合式一流课程建设 [J]. 化学教育 (中英文), 2024, 45(06): 16-22.

通讯联系人: 范丛斌, 男, 汉族, 1976.10, 教授, 主要从事高等教育教学规律探索与方法论研究工作。

基金项目: 2022 年度江西省学位与研究生教育教学改革项目“基于“PBL+CBL”的 SPOC 混合式教学模式探索与实践——以《X 射线晶体学》为例” (项目编号: JXYJG-202-171)