

与时俱进开展生物化学教学改革思考与实践

张先文, 王征, 周小云, 钟英丽

湖南农业大学生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128

DOI: 10.61369/SDME.2026090020

摘 要 : 生物化学作为生命科学领域的重要基础课程, 具有知识体系庞杂、逻辑离散度高、自学难度大等特点。为顺应时代发展需求及高等教育可持续发展要求, 我们团队在长期教学实践中, 成功构建了“以方法论为基, 学科前沿为引, 趣味驱动为辅”的体系化教学模式。该模式倡导以科学方法论指导教与学全过程, 通过前沿案例拓展学术维度, 并利用多元化表达形式提升课程吸引力。实践表明, 该体系在增强学生学习兴趣的同时, 显著提升了其终身学习能力与综合素养。与此同时, 通过主编生物产业特色教材实现知识固化, 利用智慧教学平台构建动态知识图谱, 最终形成了以学生为中心、数字化赋能的生物化学立体化教学体系。

关 键 词 : 生物化学; 方法论; 学科前沿; 知识图谱; 教材建设; 终身学习

Reflections and Practices on Reforming Biochemistry Pedagogy in the Modern Era

Zhang Xianwen, Wang Zheng, Zhou Xiaoyun, Zhong Yinli

College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128

Abstract : As a foundational course of the life sciences, Biochemistry is characterized by its extensive knowledge base, high degree of logical discreteness, and significant self-study difficulty. To align with contemporary developmental demands and the imperatives of sustainable higher education, our team has successfully constructed a systematic pedagogical model grounded in "methodology as the foundation, disciplinary frontiers as the guide, and interest-driven engagement as the supplement". This model advocates for the application of scientific methodology to guide the entire teaching and learning process, expands academic dimensions through cutting-edge case studies, and enhances curriculum appeal via diversified modes of delivery. Practice has demonstrated that this framework not only significantly boosts student engagement but also markedly improves their lifelong learning capabilities and comprehensive literacy. Furthermore, by authoring textbooks with distinct bio-industry features, we have codified this knowledge; simultaneously, we utilized smart teaching platforms to construct dynamic knowledge graphs. Hopefully, our work has culminated in a student-centered, digitally empowered, multidimensional teaching ecosystem for Biochemistry.

Keywords : **biochemistry; methodology; disciplinary frontiers; knowledge graphs; textbook development; lifelong learning**

生物化学属于生物学相关专业最重要的基础课程之一, 理论概念多、覆盖面广, 理解难度大。传统的教学模式常面临双重挑战: 一方面, 课程本身的理解难度导致学生课前预习流于形式, 课堂参与度和互动质效偏低; 另一方面, 在生物技术日新月异的背景下, 单纯的知识填鸭式灌输与机械记忆已难以应对学科前沿的快速更迭, 更无法满足高等教育对学生终身学习能力培养的核心诉求。此外, 面对在新媒体、新技术环境下成长的“新一代”, 传统的陈旧教学手段难以激发其内在的学习动力与课堂热忱。因此, 生物化学课程教学亟需与时俱进, 开展深层次的教学范式改革与实践探索。同仁们也从课程思政^[1]、游戏法^[2]、混合式教学^[3]以及知识图谱^[4]等方面与时俱进地对生物化学教学开展了颇有成效的探索。

而教学的“与时俱进”不仅体现于学术维度的深度拓展——即紧跟学科动态、瞄准科研前沿, 将前沿研究成果与生物产业落地案例有机融入课堂, 实现理论与实践的深度耦合; 更体现于话语体系的时代转型——即契合当代大学生的思维特质与审美偏好, 采用更具时代感、互动性且恰当的表达方式解构复杂的科学问题, 并引入更具系统性的方法论重塑学习逻辑。基于此, 本课程组针对生物学专业本科生, 对生物化学教学改革过程中的探索与心得进行了系统梳理, 拟通过典型案例的总结与分享, 为有效推进教学供给侧改革、提升人才培养质量及促进师生学术共同体成长提供新路径。

项目信息:

湖南省教育厅教学改革研究项目 (HNJG-20230433);

湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目 (HNJG-20230399)。

一、掌握科学方法论

因为生物化学课程内容的特殊性，在长期教学和学习过程中，深感学习方法的重要性。为提高学生的学习效率和获得感，个人结合在教学中的实践和思考，以及学生的具体学情，总结出颇有成效的“薄－厚－薄”的总体学习策略。该策略的第一步是把本课程的内容以提纲的形式进行总览式学习，了解其基本结构、主要内容等，也被称为“解构”。这一步主要在新课的绪论环节进行。第二步是填充细节，将概念和理论等详细内容充实到提纲和结构中，从而将框架体系变厚。第三步是在充分掌握主体结构、主要内容及其相互关系的基础上，基于个人认知和知识背景，总结和提炼课程内容的内在逻辑性，重构课程框架，建构属于个人的课程体系结构，从而真正实现将外在化为内在，有形化为无形，知识化为思想。所以该总体策略又被具象化为“解构－填充－重构”三部曲。在此基础上，我们进一步倡导和推广“3W 学习指南”，即“What-Why-How”。该指南的逻辑是在掌握基础知识基本概念的基础上（What），学会提出问题（Why），进而深入全面了解和掌握有关理论的原理和机制（How），核心是知其然知其所以然，目的是掌握科学的方法论，事半功倍地进行学习与思考。这种“基于科学方法论的以逻辑建结构，以结构统全局，从全局提认知”的教学互促互进模式，初心是不断追求教育教学的本质，提高教学技艺、重构教学内容、践行思政理念，实现专业教学与思政教育的融合、促进专业提升与人格发展的统一。

二、学科前沿牵引：深化认知与激发探索

生物科学的飞速发展对传统教学内容和方式提出了新的挑战与机遇。我们通过紧密跟踪学科前沿进展，并将其与产业应用有机结合，有效补充了教材内容，拓宽了学生的学术视野，深化了知识理解层次，显著激发了学生的学习热情与探索欲望。

（一）泛素－蛋白酶体系的解析：诺奖启示与自主学习

上个世纪，人们对蛋白质的降解机制主要涉及蛋白酶的非特异水解。然而，由2004年诺贝尔化学奖得主欧文·罗斯（Irwin Allan Rose）与阿龙·切哈诺沃（Aaron Ciechanover）、阿夫拉姆·赫什科（Avram Hershko）共同阐明的泛素调节的蛋白质降解机制，则揭示了细胞精准调控蛋白质稳态的特异性通路。在2004年讲解蛋白质代谢的内容时，我们即引导学生以该成果为主题，自主查阅相关资料，制作课件，并通过小组协作、交流讨论后以课堂报告形式进行成果分享。这一实践，不仅为教材内容提供了前沿补充，更通过学生亲身参与，极大地加深了他们对复杂生命过程的理解，培养了批判性思维与信息整合能力。这一教学模式成为我们长期坚持的教学传统。

（二）非核糖体肽合成酶（NRPS）：从“What”到“How”的探索

在蛋白质化学章节，当讲解氨基酸的D/L构型以及核糖体合成L-氨基酸组成天然蛋白质的知识点后，我们会提出一个启发性问题：D-氨基酸如何被掺入到细菌细胞壁或抗菌肽中？这一提问正是“3W 学习指南”中“Why”的体现。通过引导学生思考这

一“异常”现象，从而引出非核糖体肽合成酶（NRPS）这一重要概念。NRPS 在新型抗生素和抗癌药物研发中展现出巨大的潜力。该内容的拓展同样由学生通过课堂报告形式完成，这不仅深化了他们对蛋白质合成多样性的认知，更激发了对生物学专业和产业化应用前景的浓厚兴趣。

（三）糖酵解与细胞低氧适应：沃伯格效应到诺奖突破

在糖代谢章节，糖酵解是最重要的内容之一。我们以德国生理学家奥托·沃伯格（Otto Warburg）的经典发现作为导入，100多年前，沃伯格发现：不管是有氧还是缺氧条件下，癌细胞都会将葡萄糖更多的转化为乳酸盐，而这是正常细胞在缺氧条件下才有的糖酵解的代谢方式，引出2019年诺贝尔生理学或医学奖——细胞如何感知并适应氧气供应的研究成果。通过对这一问题的深度剖析，让大家明白癌细胞的发生和发展与糖酵解的深度联系，也为启迪大家深入研究和探索的志向发挥涓涓之功。

三、融入流行表达法

专业知识因为其相对而言的生涩难懂，会更不容易被学生理解和接受，因此融入当下流行而通俗尤其是年轻人喜闻乐见的表达方式会给课堂带来愉快和谐的氛围和效果。

（一）命运齿轮讲氧化

在生物氧化这一章，我们在学完电子传递链的组成和功能、氧化磷酸化的偶联机理和化学渗透学说之后，会以案例的形式分析各种底物、抑制剂和解偶联剂对氧化磷酸化的影响，对呼吸调控进行总结，从而形成由“物质氧化－电子传递－跨膜泵质子－质子回流（ATP 合酶合成 ATP 或者通过解偶联产热）”等四个环节所组成的命运的齿轮，并深入分析它们之间相互促进，也相互制约的生化机制，即上游事件会推动下游事件的顺利进行，下游事件的快速进行也会拉动上游事件的发生；但上游事件被抑制，会直接导致下游事件被终止，而下游事件一旦被抑制，会通过维持较高的跨膜质子梯度来抑制前一步质子的跨膜转运，进一步抑制前面的电子传递和物质氧化，从而使得整个生化反应和代谢速率都被抑制。我们将这一原理以“命运的齿轮”的形式进行总结（图1），描述各个环节之间的相互关系，形象生动。不仅生动形象地揭示了严谨的代谢调控网络，更巧妙地借用了当下流行文化中的视觉隐喻。

这一方式深受学生喜爱，极大地提升了他们对生物氧化复杂机制的理解与记忆效果。

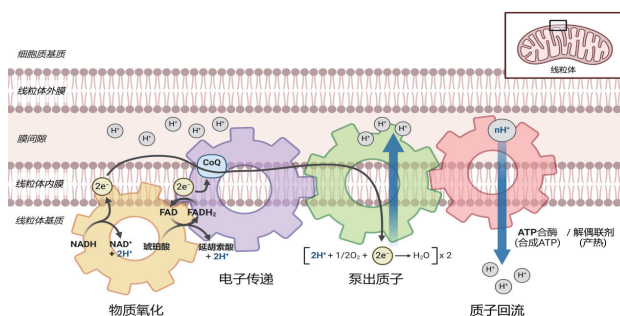


图1 命运的齿轮图解氧化磷酸化原理

（二）教学多样趣味化

鉴于专业知识的固有抽象性和理解难度，本课程组积极探索将时下流行的表达方式融入教学，以期打破学习壁垒，营造轻松愉悦的课堂氛围，并提升学生的学习效率和知识接受度，其中，通过多元化的趣味教学活动，包括游戏化学习、歌曲创作、诗词改编及科学故事编辑等创新形式，显著提升了学生的课堂参与感和知识内化效果。例如，在糖代谢章节，我们精心设计了糖代谢通路纸牌游戏，具体做法是：首先为糖代谢通路中的每个化合物和相关酶设计专属卡片，清晰印制其分子结构图、中英文名称及关键信息；随后将卡片随机分发给学生，确保每人持有独一无二的元素；游戏在第一轮中通过随机指定特定化合物，引导学生按照代谢反应的先后顺序，由持有相应酶或产物卡片的同学依次站立并展示卡片，口头报告名称，旨在强化学生对通路线性流程的认知；在第二轮中，我们选取2-3个关键生化反应进行，持有相关纸牌的同学需依次进行规定动作或情景演绎，从而加深学生对反应细节和偶联机制的理解，游戏过程中可选择性地在屏幕上展示完整的代谢通路图或挑战学生在无图辅助下进行演绎；此种游戏化学习活动，不仅极大地丰富了课堂内容、活跃了课堂气氛、提升了教学效果，更对教师的现场把控、组织应变及创新思维能力提出了更高要求并提供了锻炼机会。在此基础上，本课程组进一步构建了“三课堂”协同教学模式，包括讲授与讨论课堂（Lecture & Discussion Classroom）、外延课堂（Extended Classroom）和网络课堂（Online Classroom），通过明确划分各课堂功能，我们致力于构建以学生为主体的生物化学认知、讨论与质疑课堂，从而全方位激发学生的学习主动性和批判性思维。

四、智慧教学平台赋能：生物化学知识图谱的建设、挑战与未来路径

面向生物化学课程知识体系的庞杂性与逻辑离散度，并深度契合新时代学生的数字化学习习惯，本课程组积极探索并初步构建了基于智慧教学平台的生物化学知识图谱。当前阶段，我们主要依托如“学习通”、“智慧树”等教学平台，设计以核心概念为节点、知识关联为边的图谱架构，已初步形成包含生物大分子、细胞代谢、遗传信息传递三大知识集群的图谱雏形，节点间连接关系超2000条，实现了从基础生物化学知识到农业应用知识的多路径关联，方便师生直观探索知识脉络。在此基础上，我们对现有的课程PPT、随堂测试、课堂讨论记录等学习内容结构化处理，通过人工结合工具辅助的方式，从中提取核心关键词与概

念链接，进而初步形成了生物化学的知识图谱框架，从而辅助学生系统性地把握课程内容。同时，本教学改革实践已取得一系列显著的阶段性成果：在数字化教材建设与资源共享方面，已将模块化研究成果以二维码形式编撰于我们教学研究团队主编的国家战略新兴产业教材《生物化学》之中，实现了核心教学内容的数字化与便捷访问，并在教育部虚拟教研室平台展现了生物化学与其他课程的知识图谱；在个性化学习支持与动态监测方面，利用学习通平台持续完善学生学习生物化学的知识图谱，实现对学生学习动态的实时掌握和章节知识点掌握程度的精准评估，有效拓宽了学生的课外专业知识视野；此外，通过与新疆农业大学生物化学教研室共同创建虚拟教研室，搭建了跨区域教学交流与协作平台；创建生物化学微信公众号“湘农生化”并吸引学生积极参与内容编辑，聚焦学科前沿研究动态，有效拓展了学生的课外知识广度与深度；我们还建设了多个示范课程视频和实验实践课程资源为学生提供了多样化、高质量的学习材料。

五、存在问题和未来策略

然而，尽管已取得上述成效，我们清醒地认识到当前智慧教学平台中AI技术的深度融合与应用仍面临诸多挑战与提升空间。现阶段的AI辅助主要停留在基础的数据处理和信息组织层面，例如从文本中提取关键词和建立简单链接，尚未能充分发挥人工智能在教学诊断、个性化干预及智能交互方面的巨大潜力。针对这些问题，我们未来将致力于深化人工智能（AI）技术在生物化学教学与学生参与度提升中的作用，并制定以下改进措施：一是强化AI驱动的知识抽取与语义关联，运用更先进的自然语言处理（NLP）技术，从海量教学资源 and 前沿文献中自动抽取并构建更精准、更复杂的生物化学知识网络；二是实现基于知识图谱的个性化学习路径智能推荐，通过AI算法深度分析学生在智慧平台上的学习行为数据、知识薄弱环节与兴趣偏好，为其提供“千人千面”的定制化学习方案；三是部署AI驱动的智能问答与辅助答疑系统，利用生成式AI技术对复杂概念进行多角度阐释，并能即时定位知识图谱中的相关信息提供解答，有效弥补传统教学中师生互动时间有限的不足；四是引入AI辅助知识图谱的动态更新与迭代机制，确保图谱内容能实时响应学科前沿进展，保持学习内容的先进性与时效性。通过这些战略性改进，我们期望构建一个集知识管理、学习诊断、个性化辅导于一体的、更具交互性和智能化的未来学习生态，实现AI技术对生物化学教学的深层次赋能。

参考文献

- [1] 余燕芳, 夏亮亮, 李翼鸿, 等. 基于知识图谱和大语言模型的终身学习资源库供给生态构建研究 [J]. 远程教育杂志, 2024, 42(1): 104-112.
- [2] 梁少明, 尹文, 肖婷婷. "游戏法"提高高职院校生物化学课堂趣味性探讨 [J]. 生命的化学, 2020, 40(8): 1475-1479.
- [3] 刘娜, 周瑞珍. 混合式教学模式在生物化学教学中的探索与实践 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2020, 18(17): 158-160.
- [4] 王国光 [1]; 刘志敏 [2]; 王清强 [3]. 基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的国内外继续教育信息化研究的可视化分析 [J]. 职教论坛, 2024(8).