

H 学院《物理化学》教学中形象化教学模式的应用实践

李乔琦 缪腾飞 刘 成 刘晓燕

淮阴师范学院化学化工学院 江苏 淮安 223300

【摘 要】：针对工科课程长期以来因较强的抽象性导致实际教学过程中存在诸多共性难题，教学团队基于多维度形象化教学模式，通过为期八年的持续教学应用实践，系统破解工科课程教师教学困难与学生认知负荷过高的双重困境，有效提升《物理化学》课程的教学体验，获得有持续性改进的教学效果，可为相关工科专业的教学方法改革提供具有普适性的方法论框架。

【关键词】：工科课程教学困境；抽象概念形象化；物理化学；教学方法改革

DOI:10.12417/2705-1358.26.01.002

工科专业课程，如《物理化学》不同于有实物的教学内容及研究对象的理科专业课程^[1]，其教学内容几乎都建立在艰深的数学基础之上，具备较强的抽象性^[2]，其共性是“理论枯燥，内容抽象”，教师教学难度大且乏味，学生学习难度大易厌学^[3]。在新时代下，高等院校学生的学习兴趣与学校的教学方式早已处于背离的形势^[4]，尤其是当前的工科专业课程的教学形式早已不适应于当前“零零后”大学生的学习心理，亟待进行系统化的改革^[5]。笔者以所承担教学任务的 H 校化学工程与工艺专业 2016-2023 级学生为研究对象，经过八年周期的教学实践，逐步形成一套基于多维度形象化教学模式的工科教学改革范式。该范式不仅适应当前学生群体的学习心理，还能在化解工科专业课程的“抽象性”的基础之上，结合人类的认知规律，灵活运用多种教学手段有效解决工科专业课程所面临的难题，获得有持续性改进的教学效果。

1 当前工科专业课程的教学困境

（1）以课程的角度，课程抽象性过强

《物理化学》作为化工学科体系中的核心理论课程，其学术深度与教学挑战性均居四大化学课程之首，以物理方法为手段，以数学模型为工具，通过热力学、动力学和统计力学原理揭示宏观化学现象的本质规律。以当前国内权威教材——南京大学物理化学教研室编著的《物理化学》（第七版）为例，其内容架构包含 142 个数学模型推导、217 个学科核心概念，却无具体物质载体或特征反应作为认知锚点，这种高度抽象化的知识表征方式使其成为工科教育中认知负荷最显著的课程之一。

（2）以教师的角度，教学手段乏力

当前的教师可分为以“六零、七零后”的传统教学派和“八零、九零后”的新生教学派两大分类。其中传统教学派教师的教学经验相对丰富，但是教学形式普遍以传统的板书、PPT 教学为主，对学生的吸引力不大。更值得关注的是，教学媒介的异化现象加剧了这一困境——基于对笔者所在的 H 高校的课堂观察，近 40% 的传统教学派工科课程教师将 PPT 误用为教材文本的数字化复制工具，导致抽象概念的二次抽象化；甚至存在将教材文字内容大篇幅照搬进入 PPT 的案例，不仅不能吸引学生的学习兴趣，反倒加重学生对工科课程的厌学情绪。尽管新生教学派教师的信息化素养相对更高，但是由于大部分青年教师刚刚从博士研究生阶段走出，未经历系统的师范教育培训，其教学经验相对薄弱。基于对笔者所在的 H 高校的课堂观察，入职三年内的青年教师普遍较难掌握工科课程的教学节奏，其中近八成的授课青年教师表示授课节奏紊乱、授课情绪紧张，学生整体感受不佳。

（3）以学生的角度，学习难度过大

当前“零零后”学生以至今后的“壹零后”学生成长于互联网信息技术飞速发展的时代，对于传统的 PPT 教学很难产生兴趣，并认为是“上个世纪的事物”；传统的网页版本的文字教学也很难激发学生的学习热情；而面对长达 45 分钟或者更长时间的课程实录，学生往往会选择“快进”或者失去观看的兴趣；因此“网络课程”、“PPT 教学”和“视频课程”等传统“多媒体教学”不再成为当前的有效教学手段。因此对于工科专业枯燥的抽象课程内容更容易产生厌学心理，学生普遍反映对该课程的学习较为吃力。因此，学生上课发困，课堂效率低下，考前突击应付等现象已成为蔓延于我国高等教育的普遍现象。

第一作者、通讯作者简介：李乔琦（1987——），男，黑龙江省齐齐哈尔市人，博士，副教授，从事绿色化学与新能源材料研究。

基金项目：结合艾宾浩斯记忆曲线和知识图谱的工科课程形象化教学研究（淮阴师范学院教育教学改革与研究项目：项目编号 2024HSJG029）；淮阴师范学院 2024 年度高等教育研究一般课题（项目编号 2024GJYJ007）。

2 解决问题的实践方案

笔者所在教研室的实践思路着眼于对当前大学生的学习心理特点。由于学生们长期习惯于处于信息时代快节奏的信息获取方式，对于传统的书本文字易产生疲劳感。但是作为工科课程，逻辑思维过程是不能缺少的，因此不能摒弃传统教学方法，更不能完全依靠现代化教学手段，而应当集中利用各种教学手段的优势，充分调动学生的学习热情。

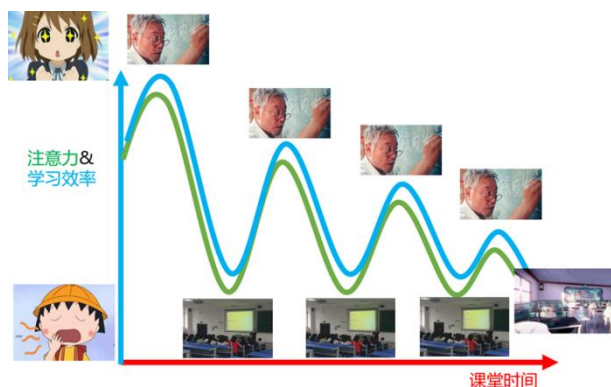


图1 人类的注意力与时间的曲线

由于人类的注意力与学习效率呈现正相关关系，如图1所示，因此一旦抓住了学生的注意力，就能够有效提高学生的学习效率。但是学生的注意力很难长时间保持在一个较高的水平上的，往往呈现周期性的波动，学生的兴奋与疲倦是不可避免的。在课程的初期学生的注意力达到顶峰，此时学生的学习效率最高，需要抓住这个实际利用板书推导公式、概念论述，完成抽象概念的思维推导过程。当学生注意力降低时，采取形象化教学，完成抽象概念的形象化理解过程。如此反复相互穿插，逐步完成一节课的多小节学习，在课堂的每一分钟可实现有效学习。最后在课后结合“知识图谱”，学生能够更为主动地、有针对性地完善课程学习的内容，助力一个完整的、高效的课程教学（图2）。



图2 创新教学思路

（1）抽象概念的形象化教学

当前《物理化学》课程的教学，对抽象概念形象化的呈现

方式非常匮乏。目前实现方式主要以PPT和简单的Flash动画为主，往往会将抽象的概念再次抽象化。笔者所在的教研室组织教师学习制作3D动画、视频和实物模型等，将全书的抽象概念及知识点全面形象化。不仅打破传统教学手段的枯燥无味、消灭学生的厌学心理，还能够打造“直观化”的课程内容，使学生产生浓厚的学习兴趣，更能够充分激发学生的学习兴趣与热情，大幅度提升课堂的教学效率。

（2）基于认知规律的课堂教学

人类的注意力、理解能力与记忆力符合“艾宾浩斯曲线”的规律，在课堂的初期阶段学生的注意力、理解能力与记忆力最佳，适合以板书的形式推导公式，建设思维过程；在课堂的中期阶段，因学生的注意力、理解能力与记忆力逐渐下降，应通过形象化教学手段激活学生的学习热情，优化思维过程；在课堂末期以课堂互动形式盘活学生的学习能力，强化思维过程；在课后以分布式知识点的短视频，巩固思维过程。

（3）基于“知识图谱”的短视频教学

将课本内容打散，不再以章节划分知识点，也不再以小节为内容录制整节课的教学视频，而是单个的知识点拍摄专题教学短视频，最后通过逻辑对应关系构建知识图谱网络。并将视频链接于网络教学平台内，以二维码的形式标记在教材相应的知识点附近，分布于整本教材，学生可以随时扫码直接观看该知识点的讲解视频。短视频时长控制在3分钟左右，符合当前学生的观看习惯和学习心理。通过建设“知识图谱”，将全书的短视频进行有机链接，学生能够自发地根据知识图谱横向与纵向学习其他相关知识点，将更能够有效的激发学生的主动学习兴趣，能够实现“互联网+”教学应具有的“沉浸感”，有效提高教学效率。

3 教学实践实施成效

（1）实物教具

任课教师根据每章节的抽象概念知识点进行制作实物化的教具，至今已形成一整套覆盖整本《物理化学》教材的教具集。以“卡诺循环”为例，如图3所示，教师根据“卡诺循环”的相关原理，制作外燃形式的斯特林发动机，该装置具备高温端气缸和冷却气缸，学生能够通过该装置的结构直观且形象化掌握“卡诺循环”这个抽象概念中热源与冷却体的必要性，还能够通过改变不同热源所产生的不同动力验证衍生的另一抽象概念——“卡诺定理”，该方式在教学实践中收到了良好的反馈。

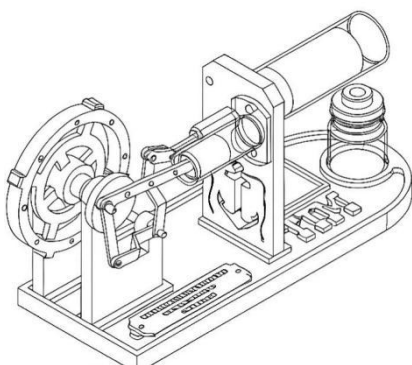


图3 教师制造的斯特林发动机模型结构图

(2) 教师的成果

物理化学教研室通过新老教师“传帮带”不断磨练中青年教师的教学技能，使“六零、七零后”教师与“八零、九零后”教师相互学习、共同促进。教研室教师通过教学竞赛进行成果验证，自2016年以来，物理化学教研室每年均获得多项校级、省部级和国家级教学奖项与高级别人才荣誉称号（表1），并形成具备出色传承性，物理化学教研室已成为H校知名基层教学组织。

表1 H校物理化学教研室教师教学成果一览表

年份	成果名称	种类	等级
2016	淮阴师范学院第九届校级教学标兵	教学人才称号	校级
2017	淮阴师范学院第十四届青年教师教学评优	教学人才称号	校级
2018	淮阴师范学院第二届教坛新秀一等奖	教学竞赛	校级
2019	淮阴师范学院十佳教学能手	教学人才称号	校级
2020	淮阴师范学院十五届青年教师教学评优	教学人才称号	校级
2020	江苏省高校微课教学比赛一等奖	教学竞赛	省级
2021	江苏省师范院校智慧教学大赛二等奖	教学竞赛	省级
2021	首届全国高等院校化工类专业教师课程思政能力大赛二等奖	教学竞赛	国家级
2021	全国高等学校化工类专业优秀课程思政案例评选二等奖	教学竞赛	国家级
2022	江苏省高校青年教师教学竞赛一等奖	教学竞赛	省级
2022	江苏省技术能手	教学人才称号	省级
2022	江苏省五一创新能手	教学人才称号	省级
2023	江苏省青蓝工程优秀青年骨干教师	教学人才称号	省级
2023	江苏省青年岗位能手	教学人才称号	省级

2023	淮阴师范学院第九届校级教学标兵	教学人才称号	校级
2024	江苏普通本科高校课程思政典型案例（课程）	教学竞赛	省级

(3) 学生的成长

通过本教学实践的有效实施，学生对《物理化学》课程不再产生恐惧感，自2016年以来H校化学工程与工艺专业的《物理化学》课程的班级人均不及格率直线下降至1~2人每班。学生不仅对《物理化学》产生学习主动性，对其他课程的学习热情也有较大的提高，间接促进化学工程与工艺专业整体学风的改善与学业素质的提高。可从学生参加江苏省大学生化工设计竞赛的历年获奖情况予以直观的体现，其中2016级学生于2019年起始获H校建校以来首个省级特等奖，此后每年均能够稳定获得多项特等奖与一、二等奖（见表2），有效证明H校化学工程与工艺专业的学生在江苏省内具备出色的专业知识掌握程度。由于《物理化学》是化学工程与工艺专业研究生入学考试的必考课程，2016级起H校化学工程与工艺专业本科生的研究生录取率直线上升，并常年稳定在50%左右，如图4所示，其数值高于该专业的全国平均录取率（21%）。

表2 H校化学工程与工艺专业学生教学成果一览表

年份	成果名称	数量	等级
2019	第八届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	2	省级
2019	第八届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	1	省级
2020	第九届江苏省大学生化工设计竞赛特等奖	1	省级
2020	第九届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	2	省级
2020	第九届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	3	省级
2021	第十届江苏省大学生化工设计竞赛特等奖	1	省级
2021	第十届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	3	省级
2021	第十届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	5	省级
2022	第十一届江苏省大学生化工设计竞赛特等奖	1	省级
2022	第十一届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	2	省级
2022	第十一届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	3	省级
2023	第十二届江苏省大学生化工设计竞赛特等奖	1	省级
2023	第十二届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	4	省级
2023	第十二届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	4	省级
2024	第十三届江苏省大学生化工设计竞赛特等奖	1	省级

录取率

2024	第十三届江苏省大学生化工设计竞赛一等奖	5	省级
2024	第十三届江苏省大学生化工设计竞赛二等奖	3	省级

4 结语

H 校《物理化学》教研室实施的抽象概念形象化教学模式是本教学实践的最大特色，通过动画视频、教具、课堂实验等形式将工科专业课程高度抽象的概念形象化，极大地激发学生的学习兴趣。以人类的认知规律——艾宾浩斯曲线，在整个课堂的进行过程中交叉多种教学手段，如传统课堂板书、公式推导、PPT 教学、实物化教学及短视频教学，最大程度化解每种手段的弊端，充分发挥每一种教学手段的优越性，激发学生全程高效学习，提高教学效率。本教学实践使课程得到更为有效的教学，有利于在整个培养环节支持毕业要求的达成，有效解决困扰工科专业课程教学的难题。



图 4 2016-2021 届化学工程与工艺专业本科生研究生招生考试

参考文献:

[1] 韩微莉,王孟,房媛,董林娟.物理化学教学存在的问题与应对策略研究[J].化纤与纺织技术,2024,53(12):210-212.

[2] 李岩,郭文峰.新能源专业物理化学课程教学改革探究[J].造纸技术与应用,2024,52(04):66-69.

[3] 王珊,戚克振.互联网视域下高校“物理化学”课程的混合式教学模式实践探讨[J].现代盐化工,2025,52(01):186-188.

[4] 郭丽萍,王红梅,宋利,李孟丽,郭海洋.物理化学项目驱动式习题课教学改革与实践[J].大学化学,2025,40(X):1-9.

[5] 宋洁,周守勇,徐继明,赵朴素,皮武.物理化学融合实验的设计与教学——以电动势测定实验为例[J].大学化学,2023,38(2):15-21.