

思维导图结合案例法在课程教学中的应用探索

—以“材料现代分析方法”课程为例

严祥辉, 刘利盟

(北方民族大学 材料科学与工程学院 宁夏 银川 750021)

[摘要]思维导图和案例法是基于 OBE 理念“以学生为中心”的两种有效教学方法, 它们在《材料现代分析方法》课程中的联合应用, 丰富了教学方法, 在很大程度上能解决传统教学过程中知识点散落、理论知识掌握不透彻、各种测试方法的应用能力不足等问题。实践表明, 基于 OBE 的教学改革, 提高了学生自主学习能力, 加深了学生对材料现代分析技术的基本原理、仪器构造、测试方法的理解, 增强了学生运用理论知识分析解决材料及相关领域实际问题的能力。

[关键词]思维导图; 案例教学法; 目标导向教育; 教学改革; 应用能力

[中图分类号] G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1647-9514(2024)-0045-21 **[收稿日期]** 2024-10-18

《材料现代分析方法》是本校材料科学与工程专业必修课中六大专业骨干课之一, 是一门理论性和实践性都很强的课程, 课程内容涉及一些现代分析测试技术的基本概念、基本原理、相关仪器构造、仪器操作、分析方法及应用范围, 旨在使材料科学与工程专业的学生能够解释 X 射线衍射、扫描/透射电子显微镜、电子探针显微镜、红外光谱、紫外光谱、综合热分析仪等现代分析技术的基本原理和分析方法, 能够描述相应仪器设备的结构功能和制样技术, 并能够正确选择和利用这些仪器、原理、方法对材料成分、物相、结构、形貌、缺陷等进行分析, 然后进一步识别、判断和解决材料领域复杂工程问题。

材料科学与工程是研究材料组成、结构、生产过程、材料性能与使用性能以及它们之

间关系的学科。因而把组成与结构、合成与生产过程、性质以及使用效能称之为材料科学与工程四个基本要素, 这四个要素是基本的, 缺一不可的。其中, 材料的组成与结构、性质必须借助科学仪器进行测试分析才能获取, 并基于此优化合成与生产过程以期进一步改进材料的使用性能。随着对高性能特殊材料需求的不断增长, 而对其结构与性能的研究依赖于各种材料表征分析技术。因此, 结合《材料现代分析方法》课程、材料科学与工程学科特点和专业人才培养目标要求, 培养材料科学与工程专业学生具备扎实的材料测试技术基础理论与分析方法尤其是对它们的实际应用能力具有重要的意义。

在修订和重新构建专业人才培养体系中, 课程教学模式和内容的改革是重要的一环, 是实现专业培养目标和毕业要求的依托。本

文主要通过分析学生在课程结束后调查问卷中的反馈意见、案例作业、实验报告及期末考试情况，评价将思维导图结合案例教学法融合到《材料现代分析方法》课程中的教学模式对学生学习效果的影响并进行总结。

一、课程内容设置与学习现状

《材料现代分析方法》课程内容具有学科交叉性、知识面广、综合性、理论和实践性强的特点，且涉及的表征分析方法类别多，每种分析方法都有其各自的特点，它们的仪器构造、工作原理、操作方法、样品制备、涉及的基础理论、分析软件、数据分析方法也差异较大。培养方案调整后课时减少到只有 40 课时，因此难以对所有分析方法面面俱到且进行系统深入的讲解；另外，本学院材料科学与工程专业的大多数学生学习基础较差且参差不齐，教学过程中的调查问卷也显示同学们普遍反馈学习本门课程有难度；最后，在与理论课对应的《材料现代分析方法实验》课程中，例如 X 射线衍射仪的认识及实验、扫描电子显微镜的认识及实验、透射电子显微镜的认识及实验和红外光谱仪的认识及样品制备，要求每个实验内容完成后撰写实验报告，但绝大部分学生反映尽管学习了全部相关理论也顺利操作完实验，仍不会分析处理实验数据。

随着新一轮的科技革命和产业变革，高等工程教育和相应的人才培养受到了前所未有的巨大挑战，我国在“卓越工程师教育培养计划”的基础上，站在以服务国家战略、

满足产业需求和面向未来发展的高度，提出了新工科和新工课建设的战略行动[1,2]。基于上述学习现状和时代需求，迫切需要对本课程教学模式、方法进行改革探索，从而提升教学质量和效果，促进学生专业知识能力、实践能力、就业能力的提高。

二、OBE 教学理念

目标导向教育（OBE）理念是一种以学习成果为导向的注重持续改进的教育模式，其主要是以学生的能力培养为核心目标。在新工科背景下，探索基于 OBE 为核心的工程教育，应持续改进课程的教学模式、内容并形成闭环反馈[3]。

作为 21 世纪全球革命性思维工具，由于其具有的自主学习能力和清晰的思维方式，思维导图已经应用于学习，写作、沟通、教育、演讲、管理、会议等工作和生活的方方面面[4]。运用思维导图法能够把各级主题的关系用相互隶属与相关的层级图表现出来，把形象思维与抽象思维很好地结合起来，利于梳理抽象知识脉络，从而能够将知识进行结构化，强化认知，加强理解程度，待复习巩固时还能够唤起记忆，提高学习效率，促进学生自主学习能力的提升[5-7]。

案例教学是一种能将理论和实际有效结合的教学方式，比传统的讲授法更有利于学生真正地理解教学内容[8,9]。设计基于任务驱动的合适案例，能将主要侧重于知识传授的传统教学理念转变为更多注重完成任务、解决问题的多维互动式的教学理念；还将再

现式教学转变为探究式学习，激发学生的学习兴趣 and 主动性[10,11]。因此，在这种教育模式下，通过案例执行过程中的阅读、分析思考以及相互间的讨论，将切实能提高学生独立思考和处理问题的实践能力。

显然，上述两种教学方法完全符合“以学生为中心”的 OBE 理念，基于《材料现代分析方法》的特点，它们也非常适合用于改革探索这门课程的教学模式，其联合运用将有潜力培养学生的自主学习和解决实际问题的能力。

三、基于思维导图及案例法的教学设计

为增强学生对课程知识点的掌握程度以及能够建立起整个课程知识体系框架，从 2019 级开始，首先基于自愿组合将材料 191 班学生分成了 9 组（每个小组不允许少于 4 人和超过 5 人），并给他们简短介绍了可以通过 XMind、MindMaster 等专业软件制作思维导图或者可以通过 ppt 甚至手绘制作；然后将课程内容按照章节及相关性分成了 9 个部分，包括（1）第一章（X 射线物理学基础）+第二章（X 射线衍射方向）、（2）第三章（X 射线衍射强度）+第四章（多晶体分析方法）、（3）第五章（物相分析及点阵参数精确测定）、（4）第八章（电子光学基础）、（5）第九章（透射电子显微镜）、（6）第十章（电子衍射）、（7）第十一章（晶体薄膜衍射成像分析）、（8）第十三章（扫描电子显微镜）、（9）第十五章（电子探针显微分析）+第十六章（其它显微结构分析方法：

红外和紫外）+第十七章（热分析法），每个小组选择一个部分的内容，等老师讲解完相应课程内容后，小组同学协作将其主要知识点制作成一份思维导图；最后老师用自己制作的思维导图对章节知识进行总结巩固，同学们则将自己的思维导图与之进行对比并进行完善。

在对 2019 级学生反馈调查问卷中，有些同学提出了希望结合例子讲解加深学习印象，并且表示在后期完成课程实验后进行 XRD 等实验数据处理时仍然很困难。基于此建议，在 2020 级的课程教学中首次嵌入了案例教学法，旨在加强学生运用所学理论知识分析解决材料领域相关实际问题的能力，同时提升自主学习能力。案例教学效果取决于案例的选取和设计，合适的案例是提高教学质量的关键。以第一篇 X 射线衍射分析的内容为例，我们综合设计了如下案例：

探测到一处矿产（主要含有 Al 和 O 元素），其矿物的 X 射线衍射分析结果如下（XRD 谱图省略）。提供给同学们 XRD 谱图的原始 txt 文本数据，让同学们以小组为单位进行阅读思考、分析讨论，利用 Jade 软件结合所学理论知识和查阅文献协作完成下述问题：（1）写出 X 射线衍射定性定量分析的原理；（2）请分析此矿产中主要含有哪些矿物并计算各矿物的质量分数；（3）计算其中属于立方相矿物的点阵参数；（4）计算立方相矿物的晶粒尺寸。

四、实施效果

课程结束后,在对 2019 级材料 191 班学生反馈调查问卷中的主观题第 10 题问到“课程讲授中让你印象最深刻的学习方法是哪一个?”,高达 65.7%的同学明确列出了思维导图法;在客观题中,其中 71.4%的同学认为思维导图方法是有利于巩固或加深自己所学知识,22.9%的同学认为有一些,而 5.7%的同学认为有一点点作用,没有一位同学否认思维导图的促进作用;高达 88.6%的同学积极参与到小组中协作制作章节思维导图,而 11.4%的同学参与度一般。

在对 2020 级材料 202 班的反馈调查问卷中,根据教学大纲将所有知识点及其应用设置成了多达 50 道单项选择题,统计结果表明,每道题的平均掌握程度都超过了 72.7%;而设置的多选题问到“您认为本课程还可以培养和提升您的哪些能力?”,选择了 B 项“团队协作能力”的同学占比 77.8%,选择了 C 项“独立思考和逻辑思维能力”的同学占比 88.9%,选择了 E 项“分析、解决问题的能力”的同学占比 84.4%,而同时选择了 C 和 E 项的同学仍然高达 77.8%,甚至同时选择了 B、C 和 E 项的同学也高达 68.9%。

上述 2019 级材料 191 班和 2020 级材料 202 班的每个小组都基本能绘制出逻辑清晰的、包含了章节主要知识点的思维导图。例如在透射电子显微镜结构的思维导图中,同学们先从左边画出透射电子显微镜结构分为三部分(照明系统、成像系统和观察记录系统),再向右从上至下依次列出了电子枪→

聚光镜→聚光镜光阑→样品→物镜→物镜光阑→背焦面(位置)→选区光阑→物镜像平面(位置)→中间镜→投影镜→荧光屏→照相室,然后从左至右依次列出了各构件的类别及相应功能,它们之间既有关联又有对比,直接清晰,厘清了它们之间的逻辑关系,加深了同学们对各部件相对位置及各自功能的认知和理解。通过对每个章节的思维导图训练,同学们在脑海中能对整个课程的知识框架初步建立起思维地图。

由于设计的案例综合性较强以及之前没有经过这方面的训练,材料 202 班同学在初期确实感觉无从下手,但是经过老师的慢慢引导和解释以及同学们的分组讨论,再通过实验操作的直观体验,同学们形成了解决问题的基本思路,最终能够协作完成基本正确甚至完全正确的案例任务和相应实验报告。例如在 X 射线衍射的案例任务中,巩固了 X 射线衍射定性定量分析的基本原理,熟悉了 Jade 软件的使用步骤,理解了物相质量分数的参比强度计算方法和步骤,掌握了如何用图解外推法计算点阵参数及作图处理,强化了利用 Scherrer 公式计算晶粒尺寸的应用能力,深化了同学们对本课程理论知识的应用认知,另外在整个任务过程中也培养了大家的团队协作意识。

2018 级材料 182 班(教学过程中未使用思维导图和案例法)、2019 级材料 191 班(仅使用了思维导图法)和 2020 级材料 202 班(同时使用了思维导图和案例法)的期末考试的

卷面平均分分别为 70.93、78.66 和 64.85，而卷面及格率分别为 82.9%、85.4%和 65.2%。对比分析可知，相比 182 班，191 班的卷面平均分和卷面及格率都有所提高，但到 202 班又有所下降，这主要是因为疫情从第 4 周开始一直在线教学至课程结束，也未能进行线下复习，且临近考试期间同学们已准备陆续离校，因此大家整体学习状态不佳；另外，首次按照工程认证要求出题，试卷难度有所增加，这些因素导致材料科 202 班卷面平均分和及格率下降。

上述问卷调查、作业提交以及期末考试的结果反映了基于 OBE 理念的思维导图法和案例法的结合使用，能够让学生主动学习，增强对理论知识的理解和初步建立全面的课程知识地图，并提升他们分析解决问题的实践能力。

五、应用评价总结

引导学生使用思维导图法总体上能够厘清各章节知识点间的逻辑关系，并加深对基本概念、基本原理、仪器构造的理解和提升对知识点的串联总结能力；案例教学法增强了学生对测试原理的理解能力和相应测试方法的应用能力。基于 OBE 理念“以学生为中心”的此两种教学法调动了学生学习的积极性和参与度，具有很强的合理性、实用性和有效性，它们的结合使用能够培养学生自主学习能力和提升学生分析解决实际问题的能力，这些有效经验方法能够推广到其它课程

体系改革中，为学生们今后继续深造，从事相关科研、生产奠定扎实的理论和实践基础。

基金项目：2021 年度北方民族大学教育教学改革研究一般项目“基于 OBE 的《材料现代分析方法》课程的教学模式探索与实践”（项目编号：2021JY084）。

作者简介：严祥辉（1980—），男，湖北广水人，博士，北方民族大学材料科学与工程学院副教授，研究方向为碳基功能材料的设计制备及在电化学中的应用。

参考文献：

- [1] 王小博, 张毅. 新工科背景下以OBE为导向的课堂持续改进模式探索[J]. 教育现代化, 2019, 6 (95): 39-40.
- [2] 王子宜, 师海雄, 陈倩, 冯志刚. 新工科背景下以OBE为导向应用化学专业课程教学改革与实践[J]. 广州化工, 2021, 49 (21): 142-143+152.
- [3] 巨晓洁, 夏有强, 李德富, 刘文彬, 李子元, 杨坤, 葛黎明. 新工科背景下基于OBE理念的化工复合型人才培养体系的构建与实践[J]. 化工高等教育, 2021, 38 (04): 27-30.
- [4] 白虹编著. 思维导图[M], 北京: 中国华侨出版社, 2014.
- [5] 关成, 丁俊, 苏艳炜, 熊丽民. 思维导图在工科非化学专业化学教学中的效果研究[J]. 亚太教育, 2016, 28: 76.
- [6] 严祥辉, 李东, 薛同, 房国丽, 陈宇红. 思维导图在工科基础化学中的教学效果分析[J]. 教育教学论坛, 2020, 42: 316-317.

- [7] 严祥辉, 薛 同, 李 东, 房国丽. 思维导图在《工科基础化学》教学中的应用初探[J]. 广州化工, 2020, 48 (16): 150-151.
- [8] 罗玉梅, 王斌, 王平. 案例教学法在《材料分析方法》课程中的应用与思考[J]. 教育教学论坛, 2012, 22: 168.
- [9] 张豪, 多树旺, 施江, 李平, 徐迅, 邱灵芳, 张雪, 李俊. 案例教学结合因材施教在《材料研究测试方法实验》课程中的应用与思考[J]. 山东化工, 2021, 50 (02): 201-202+204.
- [10] 张建, 汪定妮. 任务驱动法在《金属材料与热处理》课程教学中的应用[J]. 成功(教育), 2012, (03): 109.
- [11] 杨玉雪, 杨小慧, 柳凯祥, 龙梅. 任务驱动法在“复合材料学”教学中的实践与探索[J]. 科技风, 2024, (02): 118-120.

The application of mind mapping combined with case method in the teaching of Modern

Materials Analysis Method

Yan Xianghui , Liu Limeng

(School of Materials Science and Engineering, North Minzu University,

Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: Mind mapping method and case method are two very effective teaching methods based on the OBE concept of "student-centered". Their joint application in the course "Modern Materials Analysis Method" made the teaching method more abundant, and could solve the problems in the traditional teaching process to a large extent such as scattered knowledge points, incomplete grasp of theoretical knowledge and insufficient application ability of various testing methods. The practice showed that the teaching reform based on OBE improved students' independent learning capability, deepened students' understanding of the basic principles of modern material analysis technologies, basic structure of instruments, and test analysis methods, and enhanced students' ability that they applied theoretical knowledge to analyze and solve practical problems in materials and related fields.

Keywords: Mind mapping; Case teaching method; Outcome based education; Teaching reform; Application ability