

# 《高温工程材料》课程案例教学及制作

赵 萍, 娄有信, 李 芹, 周海峰, 王 峰

齐鲁工业大学材料科学与工程学院, 山东 济南

收稿日期: 2022年7月19日; 录用日期: 2022年8月25日; 发布日期: 2022年9月5日

## 摘 要

课程案例是教学资源的一部分, 为了构建理论学习与实践训练之间的联系桥梁, 根据教学目标选取理论与实践结合紧密的案例, 建成课程教学案例, 有助于学生理解课程理论知识, 又能培养其分析、解决工程问题的能力。案例主要来源于工程实践和学术科研, 具有真实性、实用性和前沿性。案例内容的基本架构可以借用科技论文的形式, 即每一个主题案例为一篇完整的论文, 在撰写时以科学方法与思维为脉络主线将工程问题层层展开。

## 关键词

案例, 教学, 思维

# Course Case Teaching and Making of *High Temperature Engineering Materials*

Ping Zhao, Youxin Lou, Qin Li, Haifeng Zhou, Feng Wang

School of Material Science and Engineering, Qilu University of Technology, Jinan Shandong

Received: Jul. 19<sup>th</sup>, 2022; accepted: Aug. 25<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 5<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The course case is a part of teaching resources. It is a bridge between theoretical learning and practical training. According to the teaching objectives, cases are selected which combine theory and practice closely. It helps students understand the theoretical knowledge of the course and cultivate their ability to analyze and solve engineering problems. The case mainly comes from engineering practice and scientific research, which is authentic, practical and cutting-edge. The case content may be like a scientific article, and the engineering problems are carried out layer by layer with scientific methods and thinking.

## Keywords

Case, Teaching, Thinking

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

1870年,哈佛大学法学院院长兰德教授首创案例教学法,于1920年成立了案例开发中心[1]。1979年中国工商代表团访问美国后将现代案例教学介绍到中国,并逐渐引起人们的重视。1999年,大连理工大学建立了国内第一个案例库网站。2013年教育部分别出台《关于深化研究生教育的意见》和《关于深入推进专业学位研究生培养模式改革的意见》,指出要针对专业学位培养要求改革教学内容和教学方式,并建议加强案例教学,积极推动专业学位研究生案例库建设。案例教学作为教学改革的一个方向,在培养学生的创造能力和分析解决工程问题能力方面效果明显,是实现理论与实践相结合,培养高素质应用型、创新型人才的重要手段。

案例制作及教学的研究在法学、教育学、管理学等领域的成果较突出,但在工科类的实践及推广还不够活跃。工科类的案例通过对某一工程或科学问题的解析,呈现问题情境,剖析蕴含的专业知识,梳理理论逻辑脉络,既可以作为工程、研究的参考文献,又可以将其引入专业课教学。“高温工程材料”是一门实践性很强的材料工程专业课程,在授课过程中引入相关案例进行课堂教学时发现,学生的学习兴趣大大提高,在老师的引导下学生能主动思考并给出自己的见解,使课堂教学生动化。因此,在总结教学应用的基础上对课程案例的制作提出如下看法。

## 2. 案例适合教学需求:理论的应用,思维的训练

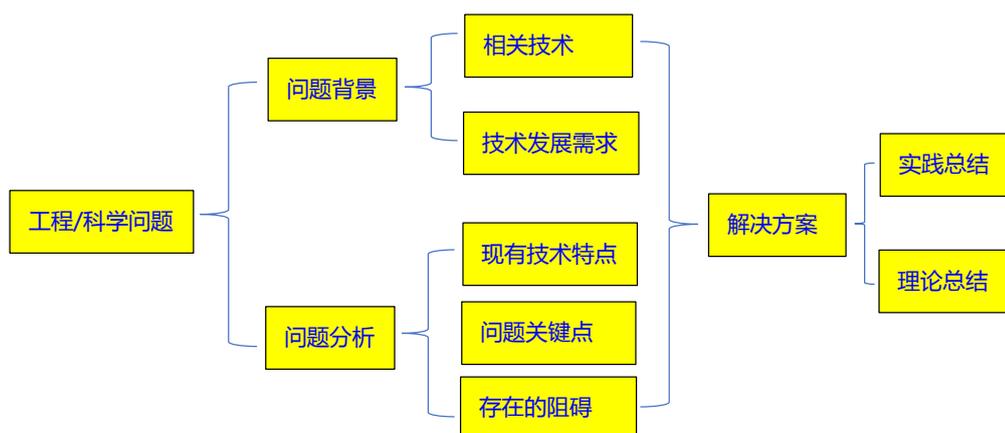


Figure 1. Application process of case for teaching

图 1. 案例引入教学的应用过程

案例不同于教学中的举例子,它涵盖的内容更多、更广。如果是举例子,只要简单的三言两语佐证观点即可[2],其中仅包含能说明问题的部分。而案例引入教学的过程如图 1 所示。通过这一过程,有针

对性地引导学生将理论和实践相结合，以课程理论知识为基础，案例为媒介双向印证、分析、理解并学会其应用。

### 2.1. 案例要集合多个理论点

一个工程或科学问题的解决往往会涉及多方面，因此，一个好的案例可以提取多个知识点。这样当案例用于教学时就能将散落在各门课程中的理论点串联起来，单个知识点的学习是基础，而解决问题则需要多个知识点的组合。例如，制作“分析一件产品质量事故”的案例时，大的框架包括：案例的主干是什么？分枝有哪些？相互之间是如何联系在一起？知识点则包括：高温工程材料(耐火材料)的生产工艺、材料的使用环境、材料的配方设计、材料在高温下的反应、材料的表面及界面等，而每一个知识点又包含一些更具体的小知识点，如在配方设计中，可细分为主成分的选择、结合系统的确定、颗粒的级配、基质的组成等，这些内容可以择其重点在案例中列出，以方便在教学时能串联，结合培养方案指出是在哪门课程中习得，如庖丁解牛一般理顺清楚，让学生学习新知识的同时加深之前专业学习的内容，从过去一个个单一知识点累积的正向学习，变换为从综合问题中将一个个的知识点拆分出来的逆向学习，反复揉搓真正掌握。

### 2.2. 案例中要设计思维的训练

在案例的制作中，通过梳理“发现问题→分析问题→解决问题”的思路，用案例中涉及的知识点来设计相关问题达到训练思维的效果。例如：以“钢包用浇注料无尽衬技术”为案例时，可以设计一系列的疑问，如“如何操作可保留部分钢渣层且不损伤旧衬体？”，“为什么以钢渣作为新旧衬体的焊接层？”等等，以激发学生思维，在质疑、思考、讨论下不断澄清对问题的认识，让学生身处由老师信息流、同学信息流、自我学习信息流，这种多维度信息冲击、传递的立体学习环境中，对自己的知识体系进行重新整合，对自己固有的思维模式进行内省和重构，增强发散式思维的活跃度，将思维的广度由以往的“书本 + 课堂”拓展到“书本 + 课堂 + 实践”，思维的深度由“是什么 + 为什么”深入到“是什么 + 为什么 + 怎么做”。实现由理论学习向“理论 + 应用”学习的过渡，了解所学知识在实际生产中的应用形式，提升解决实践问题的能力。《荀子·儒效》中有言，“不闻不若闻之，闻之不若见之，见之不若知之，知之不若行之，学至于行而止矣。”与所谓的“学以致用”都强调学习的最终目的要落实到应用上。虽然在课堂上不能实现现场的实际操作，但是通过这些案例的作用则可达到近似身临其境下的“学而知之”。

## 3. 案例的制作以真实为前提，以科学方法与思维为主线

真实的案例可信度高，说服力强，尤其学生在日后的工作中很可能就会遇到，因此，认同感和求知欲很强，学习及参与讨论的热情较高，容易将自身设定为其中的工程人员，进行不断的思考并与案例发展相互印证，实现“疑惑→思考→想法→澄清→再思考→想法……→方案”这一过程。

### 3.1. 真实案例的获得

案例的真实性并不意味着工程问题的原汁原味不经加工，案例像艺术作品一样，来源于生活但又高于生活。案例的收集、整理、分析过程要清楚其中涉及到的知识点、相关的拓展知识、大的知识点、细分的小知识点等等。案例优先选用生产中的工程实例，尤其是教师亲身参与过的案例，老师对这种案例整个过程的前因后果都非常清楚，甚至包含一些未见于文字性资料的背后知识，如解决问题时工程人员是如何从无到有的拿出最后的方案？期间做过哪些尝试？中间失败的原因是什么？最终的方案是如何确定的？问题得到解决后又进行了哪些改进优化？等等，这些内容一般不会公之于众，而恰是理清问题来

龙去脉的原始资料,对于案例的制作、应用有重要作用。案例的选择也可采用教师团队的科研成果,工程技术很多是实验室中应用科学研究的成果,两者关系密切。工程技术的一些改进想法可以在实验室先行验证,实验室获得的技术可以经过工厂小试、中试最后形成批量生产,因此,实验研究的思路、方法会影响后续技术产业化的可能性及水平。所以,实验室的科研活动成功或失败的案例对思维训练、理论应用具有良好的效果。另外,文献资料记载的工程案例通过整理亦可作为课程案例,毕竟每个人参与的工程是有限的,通过各种媒体的学习是获取知识的重要途径,因此,选取那些主题适当的文献资料进行分析与整理,虽然内容的丰满程度比前两者要差些,但也能获得较好的案例。

### 3.2. 科学方法与思维是案例的主线

科学方法是人们在认识和改造世界中遵循或运用的、符合科学一般原则的各种途径和手段,包括在理论研究、应用研究、开发推广等科学活动过程中采用的思路、程序、规则、技巧和模式,从而得出所研究对象的本质和规律。利用科学方法来研究事物的本质及规律,科学思维是首要前提。案例是一只五脏俱全的麻雀,非常适合引入教学中,因为单一地传授知识或把传授知识作为教学的唯一内容,这种教学思想与体系已不能适应新时代发展的需求。加强素质教育、培养创新人才,需要把传授知识、思想和方法放在同等重要的地位[3]。在案例的制作中,一方面是陈述理论知识如何用来解决实际问题,另一方面是揭示整个过程中包含的科学思想,因此,科学的方法与思维是案例的一条主线。既要准确提炼科学知识,也要恰当总结提炼其中所蕴含的科学思想与思维方法。在科学思维和科学方法的背景中呈现科学知识,在科学知识中体现科学方法和科学思维的精髓。遵循科学方法的一般步骤,形成案例的逻辑脉络,将案例层层展开。例如,以“钢包用浇注料无尽衬技术”案例制作为例,第一步是“呈现存在的问题”,即案例中要解决的是什么工程问题?分析可知,问题是“改良传统续浇技术,提高浇注料使用寿命”。第二步对此问题展开研究,“把问题的技术关键找出来,并收集相关数据”,也就是将这些资料转化为专业的技术参数,如:钢包内钢水的温度、停留时间、钢种、传统续浇具体做法、目前采用浇注料的性能等等,根据现场施工条件、目前的技术水平,设计多个解决方案。第三步对这些方案进行实验室的前期测试和对比,不断对其进行修正和改善,最终选出最优结果并通过小试、中试,最后投入生产,且在后续的生产中持续完善,达到或超出工程要求的预期,完成工程实践的过程。这样,在科学方法的指导下将案例组织成一个完整的故事。

### 4. 案例的结构: 每一个主题案例即为一篇完整的论文

案例的内容会融合多个知识点,这些知识点可涉及多门学科,且能有机的联系在一起。工科类案例品种繁多,表述的形式多种多样,但基本架构可以借用科技论文的形式,即每一个主题案例即为一篇完整的论文。内容包含:摘要、引言、背景、问题描述、问题分析、解决问题的方法与措施、结论等。同时,案例的写作要从读者的接受能力出发,把有关情景向其讲清楚,尽可能地具体些,以便于他们掌握事实[4]。摘要是对案例主要内容的概括,便于读者了解案例的主题及领域。引言是案例的开场白,它就像龙的龙首一样重要,开场白写好了,即起到了画龙点睛的作用,因此,引言部分一般是开门点题的形式,以简要语句概括说明主要任务与主要问题,从而抓住读者的注意力。以“钢包用浇注料无尽衬技术”为例,引言可直接开宗明义,点明案例的任务是改良传统续浇工艺,降低浇注料消耗。而背景的介绍则要详细,耐火材料的应用范围较广,如钢铁冶金、化工、机械、陶瓷、玻璃、水泥等,不同的热工设备使用环境不同,对材料的性能要求也不同。因此,可从工程所在领域的宏观发展给出概述,如耐火浇注料的发展、钢铁冶炼对耐火材料的要求等,再收缩到钢包用工作衬耐火材料的发展、传统续浇技术的特点等,与工程问题密切相关的发展内容。然后聚集到要解决的问题上,对问题进行客观的叙述;一步步

深入分析并设计解决的方案，最后将整个过程进行总结得到结论，完成案例的撰写。另外，完全用文字和数据来表达工程问题是不够的，通常需要辅以结构图样、照片、多媒体动画等[5]。

## 5. 结束语

案例既是实践学习的资源，也是理论学习的资源。工程问题获得解决后，工厂鲜少对其中涉及的理论反复剖析、系统总结，而制作案例则需要对其掰开揉碎，细致地分析和整理，即理论与实践反复磋商阐述清楚。将案例引入教学可以让学生获得充分的实践性学习，同时，这些富含理论诠释的案例又可反哺工厂，让实践人员获得更细致的理论学习。

## 基金项目

本文得到山东省专业学位研究生教学案例库项目(项目编号: SDYAL20177)资助。

## 参考文献

- [1] Foster, R.H., Mcbeth, M.K. and Clemons, R.S. (2010) Public Policy Pedagogy: Mixing Methodologies Using Cases. *Journal of Public Affairs Education*, **16**, 517-540. <https://doi.org/10.1080/15236803.2010.12001613>
- [2] 周君华, 宫照玮. 案例、案例库、案例教学再认识[J]. 中国成人教育, 2021(2): 37-40.
- [3] 李无杰, 王仁海. 工科力学教学如何讲科学思想与思维方法[J]. 物理与工程, 2000, 10(5): 26-30.
- [4] 郑金洲. 案例教学指南[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000.
- [5] 谢志江, 孙红岩, 蒋和生, 张济生. 案例教学法在工科教学中的应用[J]. 高等工程教育研究, 2003(5): 75-77.