

# 《清洁生产与审核》案例式教学的探索 ——以成都工业学院为例

董彦, 刘艺, 李静灵, 肖厚玲, 孙静\*

成都工业学院材料与环境工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年9月15日; 录用日期: 2025年11月6日; 发布日期: 2025年11月17日

## 摘要

随着环境问题的日益严峻, 清洁生产与审核作为实现可持续发展的重要手段, 其在高等教育中的地位日益凸显。文章以成都工业学院环境科学与工程本科专业《清洁生产与审核》课程为例, 探讨了案例式教学法在该课程中的应用与探索。通过构建案例库、设计教学流程、实施案例教学, 从而提升教学效果, 提高学生的学习兴趣与实践能力, 为培养具备清洁生产理念与审核技能的高素质人才提供参考。

## 关键词

《清洁生产与审核》, 案例式教学, 成都工业学院, 教学改革

# Exploration of Case-Based Teaching in “Cleaner Production and Auditing” —Taking Chengdu Technological University as an Example

Yan Dong, Yi Liu, Jingling Li, Houling Xiao, Jing Sun\*

School of Materials and Environmental Engineering, Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan

Received: September 15, 2025; accepted: November 6, 2025; published: November 17, 2025

## Abstract

Amid growing environmental challenges, cleaner production and auditing have become vital tools for achieving sustainable development, and their role in higher education is increasingly prominent. This paper examines the application and exploration of case-based teaching methods in the undergraduate course “Cleaner Production and Auditing” within the Environmental Science and

\*通讯作者。

文章引用: 董彦, 刘艺, 李静灵, 肖厚玲, 孙静. 《清洁生产与审核》案例式教学的探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(11): 383-389. DOI: 10.12677/ces.2025.1311881

**Engineering program at Chengdu Technological University. By developing a case library, designing teaching procedures, and implementing case-oriented instruction, this study aims to enhance teaching effectiveness, stimulate students' learning interest, and improve their practical skills. The findings provide a reference for cultivating high-quality talents equipped with the concepts and technical competencies of cleaner production and auditing.**

## Keywords

**"Cleaner Production and Auditing", Case-Based Teaching, Chengdu Technological University, Teaching Reform**

Copyright © 2025 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

随着工业化和城市化进程的加速,环境问题日益凸显,对环境科学与工程专业人才的需求也日益增长。成都工业学院作为一所地方性应用型本科院校,积极响应国家关于生态文明建设和绿色发展的号召,致力于培养具备环境科学与工程基础知识、实践能力和创新精神的高素质工程技术人才。在此背景下,其材料与环境工程学院开设了《清洁生产与审核》课程,旨在通过理论与实践相结合的方式,使学生掌握清洁生产的基本理论和技能,具备在工业生产中进行清洁生产审核和管理的能力。因此,本文将以成都工业学院为例,探讨《清洁生产与审核》课程的案例式教学方法,以期同类课程的教学改革提供参考。

我国承诺在 2030 年前力争实现碳达峰,2060 年前实现碳中和。清洁生产是实现“双碳”目标的重要手段之一。清洁生产通过源头预防、过程控制和终端治理,减少污染物和温室气体的排放,从而助力实现碳达峰和碳中和目标,已成为全球工业可持续发展的必然趋势[1]。自 2003 年实施《清洁生产促进法》以来,清洁生产理念逐渐深入人心,清洁生产审核作为推动企业实施清洁生产的重要手段,其重要性日益凸显。然而,传统的理论教学方法往往难以激发学生的学习兴趣,且缺乏实践环节,导致学生难以将所学知识应用于实际工作中[2]。因此,探索一种能够有效结合理论与实践的教学方法,对于提高《清洁生产与审核》课程的教学质量具有重要意义。

案例式教学(Case-Based Teaching)作为一种以学生为中心、以案例为基础的教学方法,已在国内外众多学科领域得到了广泛应用[3]-[5]。案例式教学与基于问题的学习(PBL)和基于团队的学习(TBL)均强调学生的主动参与和实践能力的培养,但在实施方式和侧重点上存在差异[6]。PBL 通常从一个具体的问题出发,学生通过自主探究和合作学习来解决问题[7]。更注重问题的开放性和学生的自主性,但可能缺乏系统性和结构性的指导。TBL 强调团队内部的协作和竞争,通过小组讨论、角色扮演等形式来促进学生的学习。更注重团队动力和成员间的互动,但可能忽视个体差异和深度学习[8]。而案例式教学是通过构建真实的案例库,设计结构化的教学流程,使学生在分析案例的过程中掌握知识和技能。案例式教学既注重问题的真实性和复杂性,又提供了系统性的指导和反馈,有助于学生在实践中深化理解和应用。

在环境科学与工程专业中,案例式教学也被认为是一种有效的教学方法。国外高校在环境类课程教学中普遍采用案例式教学,通过构建丰富的案例库、设计多样化的教学流程等方式,提高学生的学习兴趣和实践能力[9]。国内高校也逐渐开始尝试将案例式教学引入环境类课程教学中,并取得了一定的成效[10]-[12]。在《清洁生产与审核》课程中,采用案例式教学法,可以使学生更直观地了解清洁生产审核的

实际操作过程，从而加深对相关理论知识的理解和记忆。同时，通过案例分析和讨论，学生可以学习到如何在不同的工业背景下应用清洁生产审核的方法和技巧，这对于他们未来从事相关工作具有重要的指导意义。然而，针对《清洁生产与审核》课程的案例式教学研究仍相对较少，需要进一步探索和完善。因此，本文的研究内容主要包括以下几个方面：一是构建《清洁生产与审核》课程案例库；二是设计案例式教学并评估教学效果；三是总结案例式教学的经验与不足，并提出改进建议。

2. 课程案例库建设

结合《清洁生产与审核》的核心知识点，设计契合本校“应用型高校”特色的项目至关重要。经过清洁生产审核教学团队的深入探讨，我们精心策划了多个项目，并持续进行更新与优化(表 1)。

课程案例库的建设遵循“真实性、典型性、启发性、时效性”原则。每个案例均包含企业基本概况、生产工艺流程图、原辅料消耗与污染物排放数据、审核重点环节分析、备选清洁生产方案及可行性论证、实施效果评估等模块，并配套思考题和讨论方向，引导学生从“发现问题 - 分析问题 - 解决问题”的逻辑链展开思考。此外，案例库按行业类别和清洁生产审核阶段(预审核、审核、方案产生与筛选、方案可行性分析、方案实施与持续清洁生产)进行分类存储，便于教师根据教学进度和知识点需求灵活调取，同时建立动态更新机制，每年根据政策法规变化、行业技术革新和教学反馈补充新案例，淘汰过时或代表性不足的内容，确保案例库的科学性和实用性。

Table 1. Introduction to case-based projects

表 1. 案例库部分项目简介

| 序号 | 项目名称             | 项目背景和目标                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 印染行业清洁生产审核 [13]  | 印染行业能耗高、污染大，自《清洁生产审核法》颁布以来，多数印染企业经过至少两轮清洁生产审核，在先进设备、清洁能源、无毒低毒原材料使用等方面取得较大发展，单位产品水耗和工业增加值能耗降低，在节能减排方面成效显著。某小型印染厂位于中国南方的一个工业园区内，主要业务为纺织品的印染加工。随着环保法规日益严格以及市场竞争压力增大，工厂管理层意识到必须采取措施来减少污染排放并提高生产效率。因此，他们决定开展一次全面的清洁生产审核。         |
| 2  | 有色冶金清洁生产技术 [14]  | 我国有色金属产业是重要的基础原材料产业，在多方面发挥战略性作用且产业关联度超 90%，是国民经济与国防建设不可或缺材料。不过该产业面临资源、能源短缺及环境污染等问题，制约了可持续发展。国家指明要推动其优化升级、加快低碳和数字化转型，使产业朝绿色、智能、高端、循环方向发展并输出中国冶金技术和方案。而推行清洁生产意义重大，是贯彻相关国策、实现减污降碳协同增效，以及破解产业资源、能源与污染难题，促进经济社会全面绿色转型的重要举措和有效途径。 |
| 3  | 乳制品行业清洁生产审核 [15] | 在国家生态文明建设、云南“碳达峰、碳中和”及“十四五”节能减排目标等要求下，加之市场竞争激烈，清洁生产成了环境保护、污染治理与循环经济的助推器。乳制品行业深知其作用意义，积极寻求突破，其中清洁生产及审核工作提供了方法路径。二者相辅相成，审核能检验清洁生产成效，通过系统程序诊断生产环节，找出高能耗等问题并提出方案，以方案实施督促乳制品企业强化绿色经济意识，扛起环保责任，提升清洁生产水平。                          |
| 4  | 陶瓷行业清洁生产技术 [16]  | 陶瓷生产是一个能源密集型行业，烧成阶段尤其耗能。烧成温度通常在 800 至 2000 摄氏度之间，能源成本占总成本的 10%到 25%不等。此外，生产过程中还涉及大量的煤炭、天然气等燃料的使用。因此，陶瓷行业作为“高耗能”行业之一，节能降碳势在必行，用清洁生产审核这个工具，将有助于整个陶瓷行业实现节能降碳，助力碳中和。                                                            |

3. 案例式教学流程设计

为提升教学效果，强化过程性考核[17]，本课程建有任务卡数据库，开课时根据选课人数将学生每 6~8

人一组进行小组划分，小组抽取任务卡，进行角色分配，伴随上课进程完成任务卡任务(任务卡示例见图1)。具体小组成员角色分工如表2所示(仅展示8人小组角色分工)，任务结果为项目PPT和简易版清洁生产审核报告。此过程考核了学生对清洁生产审核全流程的系统性掌握能力、团队协作与角色胜任力、数据获取与实证分析能力、政策标准检索与合规性判断能力、技术经济与可行性论证能力，以及面向企业决策者的沟通表达与方案说服能力。通过“任务卡-角色-阶段成果-即时反馈”的闭环设计，把传统简单签到、提问、作业式的过程性考核拆分为可观测、可记录、可评价的子环节，实现过程性考核占比，显著降低“临时抱佛脚”式学习。同时，每年根据国家层面、省市层面、行业层面与清洁生产与审核相关的政策、法规、标准等变化，课程组对任务卡数据库进行动态迭代，通过“政策-技术-数据-评价”四维同步刷新，任务卡从“静态案例”升级为“活案例”，既保证了教学内容的时效性，也促使学生摆脱模板化思维，在真数据、真政策、真考核环境下反复淬炼，形成可持续改进的清洁生产审核系统思维与职业能力。

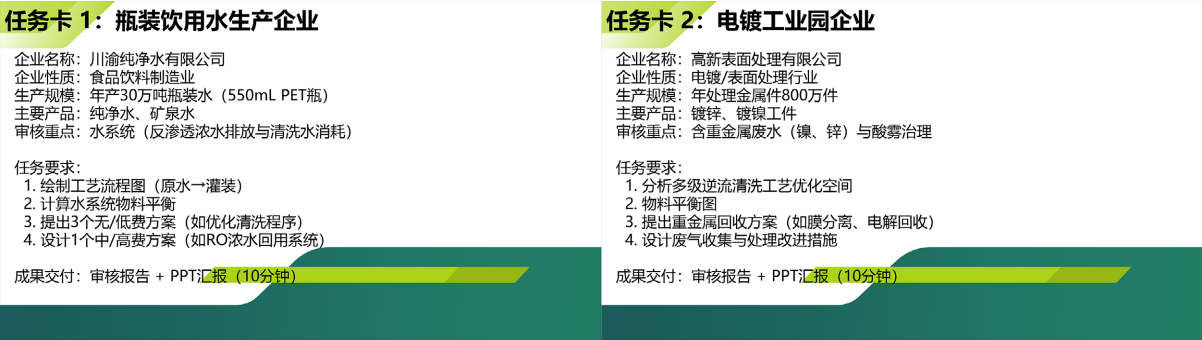


Figure 1. Task card

图 1. 任务卡示例

Table 2. Role division in an 8-student team

表 2. 8人组角色分工介绍

| 序号 | 角色      | 工作内容                                                   |
|----|---------|--------------------------------------------------------|
| 1  | 项目经理    | 统筹小组进度，分配周任务，监控里程碑节点，担任与指导教师的唯一联系人。                    |
| 2  | 资料收集师   | 搜集企业生产数据、能源台账、污染物排放报表、政策法规文件，并分类入库。                    |
| 3  | 数据分析师   | 清洗数据，完成物料与能量平衡、水平衡、污染因子核算，输出图表与关键指标。                   |
| 4  | 方案设计师   | 小组头脑风暴，依据“双超双有”及能耗瓶颈，提出备选清洁生产方案，进行技术可行性初筛。             |
| 5  | 经济分析师   | 编制投资、运行费用与效益估算表，计算 NPV、投资回收期、节能减排成本，完成敏感性分析。           |
| 6  | 报告撰写人   | 按照《清洁生产审核报告编制指南》整合各章节，撰写《简易清洁生产审核报告(学生版)》，确保数据闭合、逻辑一致。 |
| 7  | PPT 制作人 | 将审核全过程提炼为 15~20 页路演 PPT，统一模板、配色与图标，嵌入动态图表与方案对比图。       |
| 8  | 总结汇报人   | 课堂现场进行 10 min 汇报，回答其他组及老师质询，汇总反馈并制定改进清单。               |

为验证“任务-角色-案例”教学法的有效性，课程组构建了“三阶-多维-对照”评估体系。

1) 三阶：分别在课程开始前(T0)、课程中期(T1，第4周)、课程结束后(T2，第8周)对学生进行跟踪访谈。

随机抽取了 16 名学生进行半结构式访谈，提炼出 2 个核心主题：一是“真数据带来真压力”，学生认为动态抓取的企业排放数据让任务“像咨询项目而非课程作业”；二是“角色感促进投入”，项目经理与汇报人需面对全班及教师质询，形成“社会临场感”，显著降低搭便车行为。

2) 多维：采用闭卷测试考查知识维度，重点考查清洁生产审核七阶段核心知识点与政策更新；使用“清洁生产审核能力量表”(表 3)测评学生系统思维、数据诊断、方案设计、经济分析、沟通汇报 5 项能力；以任务卡完成度、课堂即时反馈、导师评分作为过程性证据。

**Table 3.** Core dimensions and assessment framework of the “Cleaner Production Audit Competency Scale”  
**表 3.** 《清洁生产审核能力量表》的核心维度及评分依据

| 评价维度 | 维度定义                           | 评分依据                        |
|------|--------------------------------|-----------------------------|
| 系统思维 | 能否从全生命周期视角识别问题并建立逻辑链条          | 物料平衡图的完整性                   |
|      |                                | 各审核阶段(预审核、审核、方案实施等)的逻辑衔接合理性 |
| 数据诊断 | 是否准确完成水平衡、物料流分析和污染因子核算         | 数据闭合率(输入 = 输出 + 损耗)         |
|      |                                | 关键指标计算误差范围                  |
| 方案设计 | 提出的技术改进措施是否符合“双超双有”原则且具备创新性    | 提出的备选方案数量                   |
|      |                                | 技术可行性初筛结果(如成熟度、适用性)         |
| 经济分析 | 能否合理估算投资回收期、净现值(NPV)、节能减排成本等指标 | 财务模型完整性(投资、运行成本、收益)         |
|      |                                | 敏感性分析的深度与合理性                |
| 沟通汇报 | PPT 表达清晰度、答辩应对能力及团队协作表现        | 教师对汇报内容与表达的评分               |
|      |                                | 小组成员互评均值                    |

3) 对照：与未改革的 2021 级同一专业采用“讲授 + 简单案例”模式的成绩与问卷结果进行前后对比。在课程改革实施中，选取 2022 级环境科学与工程专业作为实验组(48 人，“任务卡 - 角色 - 案例”教学)，以及 2021 级同一专业为对照组(48 人，“传统讲授 + 简单案例”教学)。课程结束后进行统一测试与能力测评，结果如表 4 所示。

**Table 4.** Comparison of class knowledge and ability assessment results before and after reform  
**表 4.** 改革前后班级知识与能力测评对比结果

| 测评项目              | 实验组(M ± SD) | 对照组(M ± SD) | p 值 |
|-------------------|-------------|-------------|-----|
| 知识掌握(闭卷测试，满分 100) | 85.3 ± 6.2  | 76.8 ± 7.9  | *** |
| 系统思维能力            | 4.2 ± 0.6   | 3.3 ± 0.8   | *** |
| 数据诊断能力            | 4.1 ± 0.7   | 3.2 ± 0.9   | *** |
| 方案设计能力            | 4.0 ± 0.8   | 3.1 ± 0.7   | *** |
| 经济分析能力            | 3.6 ± 0.9   | 2.9 ± 0.8   | *** |
| 沟通汇报能力            | 4.3 ± 0.5   | 3.4 ± 0.7   | *** |

注：M 代表平均分；\*\*\*表示  $p < 0.001$ ，具有统计学显著性；5 维度采用 5 点 Likert 评分法(1 = 极弱，5 = 极强)，由三位授课教师独立打分后取平均值。

课程组反思时发现，任务卡迭代频率过高(>2 次/学期)会导致学生“疲于奔命”，后续将改为“每年大修 + 学期中微修”模式；此外，经济分析环节对非工科背景学生仍偏难，计划和环境科学与工程专业选修课《工程管理与施工》及《环境经济学》组建项目库，学生在三门课程中实现“一课切入、三课联动、成果互认”的横向贯通。同时，值得注意的是，高度结构化的任务设计虽有助于保障教学秩序，但也



可能限制学生的自主探索空间。个别学生反映“任务卡指令过细”，导致创造性受限。未来应在“规范引导”与“开放探究”之间寻求更好的平衡，鼓励学生在规定框架内提出更具突破性的解决方案。

综上，量化和质性结果共同表明，“任务卡-角色-案例”式教学显著提升了学生的知识、能力与价值认同，有效解决了传统课堂“理论-实践脱节”和“过程性考核流于形式”的痛点，为应用型高校《清洁生产与审核》课程的教学改革提供了有益的探索。

#### 4. 总结

本文以成都工业学院环境科学与工程专业《清洁生产与审核》课程为实践载体，系统探索了案例式教学在应用型本科人才培养中的实施路径与成效。通过构建“真实性、典型性、启发性、时效性”兼具的多行业案例库，设计“任务卡-角色分工-阶段成果-动态反馈”的闭环教学流程，并建立“三阶-多维-对照”的综合评估体系，有效实现了理论教学与工程实践的深度融合。

研究表明，案例式教学显著提升了学生对清洁生产审核七阶段核心知识的掌握程度，增强了其在物料平衡分析、污染源识别、清洁生产方案设计、技术经济可行性论证等方面的综合能力。特别是通过角色化任务驱动，激发了学生的学习主动性与团队协作意识，“社会临场感”有效减少了搭便车现象，培养了面向企业真实场景的问题解决能力和职业素养。质性访谈进一步证实，基于真实数据和政策背景的“活案例”使学生感受到接近实际工作的压力与挑战，从而更深刻地理解清洁生产的系统思维与可持续发展理念。

同时，本研究也发现当前教学实践中仍存在部分挑战：如任务迭代频率需合理控制，避免增加学生负担；非工科背景学生在经济分析模块面临较大困难，建议通过跨课程联动机制实现知识衔接与能力整合。未来将进一步优化案例库结构，探索“校-企-政”协同育人模式，引入企业导师参与案例开发与成果评价，提升教学内容的产业适配度。此外，尽管本研究在提升《清洁生产与审核》课程教学效果方面取得了积极成效，但仍存在一定的局限性：研究样本局限于一所地方应用型高校的单一专业，外部推广的普适性有待进一步验证；教学模式对教师投入要求较高，任务卡的动态更新、多角色指导及过程性评价显著增加了教学负担。因此，该教学模式在其他院校推广应用时，应配备熟悉清洁生产实务的“双师型”教师队伍，并建议与地方政府生态环境部门、行业协会等共建共享案例资源平台，降低数据获取门槛。推广过程中宜采取“小范围试点-反馈优化-逐步扩展”的路径，以确保教学改革的平稳落地与有效实施。

综上所述，案例式教学是提升《清洁生产与审核》课程教学质量的有效途径，尤其适用于强调实践性与系统性的环境类应用型课程。该教学模式不仅有助于学生掌握专业知识与技能，更有助于培育绿色工程伦理意识和可持续发展价值观，为我国实现“双碳”目标和生态文明建设背景下环境类课程的教学改革提供了有益的探索路径，研究结果表明该模式在提升学生实践能力方面具有较大潜力。

#### 基金项目

本项目受成都工业学院教学改革与质量提升工程项目(2025QNJG040)和成都工业学院“高等学校虚拟仿真教学创新实验室”项目(2025XNFZJX04)资助。

#### 参考文献

- [1] 侯琳峰. 碳达峰碳中和背景下的企业环境法律责任[J]. 法学, 2024, 12(2): 690-698.
- [2] 吕泽红. 基于任务驱动的项目教学设计[J]. 畅谈, 2023(20): 124-126.
- [3] Durand Thomas, M., O'Connor, F.W., Albert, M.L., Boutain, D. and Brandt, P.A. (2001) Case-Based Teaching and Learning Experiences. *Issues in Mental Health Nursing*, 22, 517-531. <https://doi.org/10.1080/01612840152393708>

- 
- [4] Segers, M., Martens, R. and Van den Bossche, P. (2008) Understanding How a Case-Based Assessment Instrument Influences Student Teachers' Learning Approaches. *Teaching and Teacher Education*, **24**, 1751-1764. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.02.022>
- [5] Ali, M., Han, S.C., Bilal, H.S.M., Lee, S., Kang, M.J.Y., Kang, B.H., et al. (2018) iCBLS: An Interactive Case-Based Learning System for Medical Education. *International Journal of Medical Informatics*, **109**, 55-69. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.11.004>
- [6] 黄金丹. 基于 PBL 的高校工科人才培养机制研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [7] O'Neill, P.A. (2000) The Role of Basic Sciences in a Problem-Based Learning Clinical Curriculum. *Medical Education*, **34**, 608-613. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2000.00629.x>
- [8] 刘荣盛, 詹晓梅, 王鑫, 等. TBL 教学模式应用研究综述[J]. 内江科技, 2019, 40(9): 27-28+24.
- [9] Wyner, Y. (2013) A Case Study: Using Authentic Scientific Data for Teaching and Learning of Ecology. *Journal of College Science Teaching*, **42**, 54-60.
- [10] 王琰, 黄磊. 应用导向下的案例式教学在环境行为学课程中的实践[J]. 华中建筑, 2013, 31(3): 174-177.
- [11] 马云. 主体参与案例式教学在“环境规划”课程中的实践探索[J]. 教育教学论坛, 2019(2): 160-161.
- [12] 逢妮妮, 张世文, 郑永红, 等. 生态文明建设背景下案例教学法融入《环境科学概论》课程改革探索[J]. 现代农村科技, 2024(8): 148-149.
- [13] 周卫, 许园婷. 新形势下如何开展印染行业清洁生产[J]. 当代化工研究, 2023(11): 194-196.
- [14] 柴立元, 颜旭, 王云燕, 等. 有色冶金清洁生产技术发展态势[J]. 有色金属工程, 2024, 14(7): 1-12.
- [15] 刘倩, 代晓丽, 高敏. 乳制品企业清洁生产审核及应用[J]. 玉溪师范学院学报, 2022, 38(6): 88-96.
- [16] 马跃涛, 刘会杰, 于欣沛, 等. 建筑卫生陶瓷行业清洁生产审核要点[J]. 大众标准化, 2024(8): 108-110.
- [17] 雷芳, 余翔, 刘乔寿, 谢良波. 促进自主学习的课程考核方式的实践[J]. 教育研究, 2022, 5(1): 137-140.