

OBE 理念下《传热学》课程工程导向教学改革探索

李国杰 周丹丹 胡广涛 李 明

榆林学院能源工程学院, 陕西 榆林 719000

摘要: 针对《传热学》教学中存在的知识割裂、工程实践薄弱等问题, 以 OBE 理念为指导, 构建“能力导向—工程任务—反向设计”改革路径。通过重构课程目标(CLO 体系)、整合工程任务(换热器设计、热故障诊断等), 配套过程性 Rubric 评价与学习档案袋, 实现知识传授向能力培养的转型。实践表明, 学生工程分析、表达及解决问题能力显著提升, 为专业基础课改革提供可推广范式。

关键词: 传热学; OBE 理念; 工程任务; 教学改革; Rubric 评价; 过程性评价

0 引言

《传热学》是能源与动力工程专业的核心基础课程, 为锅炉设计、热系统分析、换热器开发等后续课程打下基础。长期以来, 该课程教学以“三种传热方式+经典解析公式+习题训练”为主线, 强调理论知识的系统性与逻辑完整性。但这种偏重“知识传授”的教学模式, 在当下以能力培养为核心的新工科建设背景下, 正逐步显现出其在育人功能上的局限性^[1]。

随着新工科理念和 OBE (Outcome-Based Education, 成果导向教育) 体系在国内高校的推广, 《传热学》课程的改革也面临新的契机和挑战^[2,3]。OBE 理念强调以“毕业时应具备什么能力”为导向, 反向设计课程目标、教学活动与评价体系, 实现“教—学—评”的高度一致与闭环管理。这一理念为《传热学》提供了突破“知识中心论”的路径, 使其教学能够从“讲清知识”向“培养能力”转变, 从“公式训练”走向“工程思维建构”。

本文以 OBE 理念为引领, 围绕“能力导向—任务驱动—过程评价”三大核心环节, 对《传热学》课程的教学目标、内容结构、教学方法及考核体系进行系统重构。通过嵌入多样化的工程任务、构建可追踪的学习成果体系(CLOs), 配套分层 Rubric 评价机制, 探索将“专业基础”课程有效转化为“能力起点”课程的实践路径。本研究能为工程类基础课程的教学转型提供可借鉴的样本, 也为专业课程的“工程化育人”目标落地提供新思路。

1 课程目标重构: 围绕 CLO 设计教学路径

在充分调研人才培养方案、访谈行业工程师和回顾近年教学反馈的基础上, 结合 OBE 理念, 将《传热学》课程目标拓展为六项核心学习成果(CLOs), 突出能力导向, 如表 1 所示。与后续《锅炉原理》、《热力发电厂》等课程

形成衔接, 引导学生提前建立工程系统观和技术责任意识。

表 1 六项核心课程学习成果及能力要素

编号	课程学习成果 (CLO)	支撑能力
CLO1	理解传热机制及工程应用	理论认知
CLO2	掌握传热系数估算与典型结构计算	分析判断
CLO3	诊断换热故障并提出改进方案	工程判断
CLO4	完成换热器选型与设计计算	系统设计
CLO5	用图表表达热系统分析结论	工程表达
CLO6	理解传热在节能降耗中的责任	价值导向

2 教学内容重构: 问题驱动与模块整合

在课程内容设计上进行了结构性调整, 围绕“问题—方法—情境—表达”重组知识单元, 强化技术与工程、知识与现实之间的连接。

2.1 内容组织按“工程问题场景”归类

重构后的课程大致分为四个教学模块:

(1) 模块一: 热的传播方式与控制思维

以“为什么电机要加散热片”、“墙体保温为什么要分层”为引, 引导学生辨析传热三方式。讲解过程中, 结合金属棒导热实验等微型任务, 帮助学生建立“结构—热流—效率”的基本理解。

(2) 模块二: 工程对流与换热系统原理

在传统“管内流动传热”教学基础上, 加入“风冷冷却器为什么比水冷慢”、“为什么机房风道不能转角过多”等实用问题, 带动学生学习努塞尔数、雷诺数、对流传热系数等抽象概念。

(3) 模块三: 换热器选型与简单设计

该部分以“如何为某工况选一个合适的换热器”为核心任务, 从传热面积估算、流程组合优化, 到基本结构分析, 嵌入“换热器剖面

阅读”、“流程图分析与拟合”训练,引导学生初步体验工程方案制定的过程。

(4) 模块四: 综合热系统分析与工程表达
设置“热泵系统的热效率优化”、“废热利用装置的热量损失分析”等案例,鼓励学生在实际工况中进行参数估算和方案比较。引入热系统流程图绘制与“口头汇报”环节,助力学生工程表达能力培养。

2.2 内容重构强调绿色导向与社会视野

为了强化课程的价值引导,在教学中有意识地融入以下专题: 传热在节能降耗中的作用(如工业余热回收); 高效换热器的绿色评价指标(如传热密度); 工程伦理议题引导(如不合理设计带来的能耗浪费、安全隐患); 与“双碳”背景下热技术发展趋势的结合(如高温换热器的国产化路径)。

通过专题植入,课程从“传什么热”延伸到“热如何传得更好”、“传热技术对环境的影响”,引导学生站在更高的技术责任维度上看待这门课程。

3 教学方法改革: 任务驱动与协作实践

《传热学》的知识体系本身不复杂,真正的挑战在于如何让学生把抽象原理与真实工程联系起来^[4]。为此,将课堂教学从“知识灌输”转向“任务驱动”,构建一种以情境导入、任务推进、小组协作和表达反思为核心的教学结构,引导学生“像工程师那样思考和表达”。

3.1 情境导入: 问题带动兴趣, 案例打开思路

每个教学单元的开始,都设计一个与生活或工程现场相关的引导问题。比如: 在讲“非稳态导热”时,设计“为什么保温杯早上倒的热水,中午还能喝?”在学习“自然对流”时,讨论“夏天高层住宅不开空调为什么还是热?”也会选用真实的工程简报或实物模型做展示(如旧换热器的拆解件、工业流程图),让“看得见的设备”和“算得出的数据”互相印证,增强学生对课程实际价值的感知。

3.2 小组任务: 任务单代替习题册

传统《传热学》教学以习题训练为核心,但学生普遍反映“会做题,不代表看得懂工程图纸,也说不出设计思路”。因此,尝试用“任务单”代替“习题册”,将每一章重点内容转化为小型工程任务,让学生在操作中学、在表达中思考。以下是典型的任务设计形式:

(1) 换热器选型与技术说明书撰写。学生以某工况参数为基础(流速、温度、介质种类),查阅资料、计算面积、选择换热器形式,编写技术说明书,说明选择的理由和注意事项。

(2) 建筑墙体热损分析(以宿舍楼为例)。

提供图纸、数据和结构参数,学生需完成一建筑围护结构热流计算,建议节能措施,培养能源经济意识。

(3) 数据反推实验任务(开放式设计)。
提供部分换热器运行数据(如流量、进出口温度),学生根据反推模型估算换热系数,并解释出现偏差的原因。该任务常被用于综合能力测试。

3.3 协作式学习与课堂表达

为了更有效地推进任务,将课堂从“听讲式”转向“协作式”,采用“两层小组”制度: 每4~5人组成一个基本学习组,固定搭配;每两个小组为一个“交流单元”,阶段性互评、互审成果。小组内部促进合作,组间交流增加比较,任务完成过程中“学生教学生”的现象自然出现,教师则主要承担“场外教练”的角色,适时进行点拨、指导和提醒。

每完成一个阶段性任务,安排展示环节,如纸面答辩(如图纸+书面报告)、口头汇报(3分钟小讲台)。学生不再只是“考完交卷走人”,而是“把自己的方案讲出来”。很多学生在这里第一次意识到: 表达和计算同样重要。

3.4 教师角色转变与课堂节奏调整

改革要求教师从“讲授者”变为“任务设计者”、“思维引导者”。例如: 把一章知识拆成两个层次——基础讲解(以视频或导学材料布置)、重点问题(在课堂中深入推进); 教师课堂上少讲公式多讲思路,引导学生提出问题、尝试解读数据、用图示进行表达; 教学节奏“快—慢—快”结合: 先给出问题概况→留出足够时间探究→集中展示和点评。

这一变化初期学生会感到“比原来累”,但很快就能感受到“做得出来”比“记得住”更有成就感。对教师而言,这也倒逼持续更新教学内容、案例库与表达方式,不断打磨“问题怎么问”、“任务怎么给”的能力。

4 教学评价机制: 以过程为重心, 以能力为导向

在评价机制上不仅要看学生是否“会算”,更要看其是否“能分析、能表达、能转化”。在OBE理念指导下,重新构建了以“过程性+结果性、知识+能力”双结合的立体评价体系。

4.1 多维度评价体系

设置了四个核心评价维度,对应学生认知、应用、沟通与价值判断四个层面,如表2所示。工程任务评价采用Rubric评分量表,按“技术合理性—方案完整性—表达清晰度—问题意识”四项打分,由教师评分+小组互评共同决定。

表2 核心评价维度设置

评价维度	内容	权重
知识掌握	章节测试、公式推导	25%
工程任务表现	小组任务完成情况、方案完整性、数据分析准确性、图表制作质量	30%
表达与协作	汇报逻辑、语言表达、答辩互动，以及团队协作记录	25%
反思与延伸	项目日志、自我评价报告、“工程伦理与能效判断”小论文、学习成长记录	20%

4.2 成果多样化呈现

新评价机制鼓励学生以多种方式呈现学习成果：

- (1) 对于重点任务，可提交“方案汇报 + 一页技术摘要”；
- (2) 开放性作业可为“简报 + 配图 + 算法逻辑说明”；
- (3) 在项目答辩中，重视学生用自己的语言讲清楚“为什么这样设计”“换一种方法会怎样”。

阶段任务完成后，需撰写简短的“反思日志”，总结问题解决过程与学习心得。学生反馈：“过去只是答题，现在像是在做‘小论文’”，“第一次觉得原来 PPT 也能体现一个工程师的专业度”，“项目日志让我看到了自己的思维变化”。

4.3 动态反馈机制

为了确保评价的公平与动态调节，在每轮任务后发放“快速反馈卡”，学生匿名填写“我在这个项目中最有收获的一点”、“最困惑的地方”、“建议或意见”，教师团队定期收集整理，并用于后续调整。课程评价从“终点验收”变成“过程协同”，增强学生的参与感和归属感。

5 教学成效与持续改进方向

经过三轮教学改革实践，《传热学》课程在教学内容丰富性、课堂参与度、能力导向性等方面取得了明显进展。

5.1 学生学习行为和能力的变化

学生反馈普遍显示课程“更有真实感”、“内容更贴近工程应用”。具体表现为：

- (1) 理解深化：从记忆公式转向解释推导（如答辩中主动应用能效比、对流边界层等）；
- (2) 表达提升：PPT 答辩中，小组能清晰阐述设计逻辑；
- (3) 协作强化：学生形成明确分工、共享资料的团队模式；
- (4) 责任意识：在“热损失优化建议”类任务中，学生在能源浪费、经济成本与环境责

任三维度分析，初步体现工程伦理意识。

5.2 教师教学行为的变化

教师从“讲解者”逐步转变为“引导者”、“设计者”，课堂内容从公式推导转向情境构建与思路引导。团队内部教学研讨频次增加，形成“教学—反馈—调改”闭环机制。典型变化包括：统一教学节奏与任务安排，避免进度失控；共建案例库和作业包，减少重复劳动，提高教学效率；青年教师参与度提升，由“助教”角色向“课程开发者”转变。

5.3 持续改进路径与展望

下一阶段将重点推进以下几项工作：（1）建设换热器传热过程可视化虚拟仿真平台，实现“理论—实验—数据”三位一体教学联动。（2）升级任务库与 Rubric 体系，根据学生完成情况优化任务难度、延展方向和评分细则，适配不同层次学生的成长节奏。（3）探索课程群协同，与《工程热力学》《锅炉原理》等课程构建“传热—热机—系统”纵向贯通链，打造跨课程协同的能力培养体系。

6 结语

《传热学》改革的核心是让学生“真正能做什么”。当课程从单纯知识传授转向“工程视角 + 问题驱动 + 表达训练”的能力导向时，学生获得的不仅是解题技巧，更是对工程思维、分析表达和专业责任的初步认知。教学的真正价值，不在于试卷的高分，而在于学生哪怕在十年之后，仍能清晰地记得：热量如何传、问题如何解、方案如何说。

参考文献：

[1] 郑佳, 黄宏升. 新工科背景下传热学课程教学改革与探索 [J]. 时代汽车, 2025(13): 65-67.

[2] 张井志, 周乃香, 袁学良, 等. 传热学课程混合式教学模式探索 [J]. 中国现代教育装备, 2025(11): 96-98.

[3] 林贵平, 柏立战, 庞丽萍. “三强”模式应用于“传热学”教学的探索与实践 [J]. 教育教学论坛, 2025(22): 89-92.

[4] 李乃良, 陈敬炜, 张一帆. 基于微项目的传热学实验课程教学模式探索 [J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(03): 113-117.

作者简介：李国杰（1987.6-），男，汉族，山西临汾，研究生，副教授，工业余热资源回收利用技术。

项目信息：榆林学院 2024 年本科课程建设项目，《热力发电厂》知识图谱课程，项目编号 KC2442。