

# 基于石油石化特色的机械原理与机械设计课程设计高阶 教学模式探索与实践

刘晓 周扬理 李振涛 刘庆

山东石油化工学院, 山东东营, 257061;

**摘要:** 面向国家能源战略与新工科建设要求, 针对石油石化院校机械类专业在《机械原理》与《机械设计》课程中存在的理论与实践脱节、行业特色缺失等问题, 本文构建了深度融合石油石化特色的高阶教学模式。该模式以OBE理念为指导, 以培养学生高阶思维为核心, 通过重构“石油装备功能导向”的模块化知识体系、共建校企协同案例库、构建“理论-实践-创新”多维联动教学体系、实施项目驱动的混合式教学, 并建立能力与过程并重的多元评价体系, 形成系统化改革框架。该模式旨在突破传统教学与行业需求的壁垒, 系统提升学生运用机械知识解决石油石化领域复杂工程问题的能力, 为培养服务国家能源战略的高素质应用型人才提供新路径。

**关键词:** 石油石化特色; 课程设计; 高阶教学模式; 校企协同

**DOI:** 10.64216/3080-1516.25.09.072

## 引言

《机械原理》与《机械设计》是机械类专业承上启下的核心课程, 其课程设计环节对培养学生工程实践与创新能力具有关键作用。山东石油化工学院地处东营, 依托胜利油田这一特大型国有企业, 在服务国家能源战略与区域经济发展方面具备独特区位优势。然而, 传统课程设计教学模式长期面临两大瓶颈, 制约人才培养质量提升:

一是教学内容与行业需求严重脱节的“平行线”现象。现有课程设计多局限于通用机械领域, 学生仅考虑常规强度、刚度等指标, 而对石油装备面临的高温蠕变、应力腐蚀等特殊工况, 以及GB、SY/T等行业标准体系缺乏了解, 导致其知识结构与实际需求之间存在“能力鸿沟”, 就业后需经历较长的再适应过程。

二是人才培养与地方发展渐行渐远的“相脱离”困境。课程内容缺乏地方产业特色, 学生对胜利油田认知不足、情感联结弱, 学习动力难以激发, 毕业生对本地产业认同感不强, “学在东营, 就业他乡”现象普遍, 未能有效转化为支撑区域发展的“人才红利”。

为破解上述难题, 必须将石油石化特色从“附加项”转为“核心要素”, 深度融合于课程设计全过程。本文基于OBE理念与产教融合思想, 探索以胜利油田真实工程问题为驱动、校企协同育人为路径的教学改革, 推动教学内容与产业需求精准对接, 增强学生对本地产业的认同, 引导其将职业规划融入地方发展, 最终培养“下得去、留得住、用得上、干得好”的高素质石油石化工程技术人才。

## 1 教学改革思路与目标

### 1.1 总体思路

以“需求导向、学生中心、校企协同”为建设理念, 以“工程应用”为抓手, 以“创新能力”培养为目的, 构建一个以石油石化行业真实需求为驱动, 贯穿“学-思-悟”全过程的高阶教学模式。

### 1.2 改革目标的理论基础与具体构建

本课程设计改革目标的制定, 深度融合了工程教育专业认证的OBE理念与布鲁姆的高阶思维理论。

OBE理念强调“以学生为中心”, 要求课程目标与毕业要求指标点形成清晰、可衡量的支撑关系, 确保学生所获能力可观测、可评价, 能有效支撑毕业要求的达成。布鲁姆高阶思维理论则指明了“能力跃升”方向, 要求教学目标超越对知识的简单复现, 着力培养学生的分析、评价与创造等高阶认知能力。

在上述理论共同指导下, 结合石油石化行业特殊需求, 制定了如下课程设计教学目标:

**目标1 (工程问题分析与知识应用):** 能够运用数学、自然科学及机械设计的基本原理, 对给定的石油石化典型装备(如抽油机、压缩机)的某一特定工程问题(如效率优化、可靠性分析)进行识别、原因分析, 并提出初步的改进思路。

**目标2 (机械系统方案设计与论证):** 能够针对上述工程问题, 提出至少一种可行的机械系统改进或创新设计方案, 并能运用图解法、解析法或现代设计工具(如CAD/CAE软件)进行方案设计、参数计算与可行性论证。

**目标3 (设计规范与工程表达):** 能够根据国家及石油行业标准(如GB、SY/T), 完成设计方案的规范化表达, 绘制符合工程要求的零件图和装配图, 并撰写一

份格式规范、逻辑清晰的设计说明书。

## 2 融合石油石化特色的高阶教学模式实践

### 2.1 重构“石油装备功能导向”的模块化知识体系

为破解传统教学内容与行业需求脱节的“平行线”困境，首先从教学内容的顶层设计入手，打破传统教材“机构分析-机构设计-机械系统设计”的学科逻辑结构<sup>[8]</sup>。借鉴高阶教学模式中“以设计为导向”的实践教育理念，遵循石油装备全生命周期的工程逻辑主线，按照装备的核心功能对教学内容进行模块化重构，旨在构建一个与工程实践无缝对接的新型知识体系。

模块一：流体输送与增压机构设计。该模块聚焦于被誉为石油工业“心脏”的流体机械，如离心泵、往复压缩机等。教学内容重点围绕曲柄滑块机构、齿轮机构、凸轮机构的运动学与动力学分析，并延伸至转子动力学基础与轴系密封技术等关键工程知识。通过此模块，学生不仅掌握机构原理，更能理解其在实现流体增压与输送这一核心功能中的具体应用。

模块二：物料处理与执行机构设计。此模块着眼于油田现场的“肌肉系统”，涵盖抽油机、钻井绞车、皮带输送机等重型装备。教学核心在于平面连杆机构的综合应用、组合机构的创新设计，以及机械系统总体方案设计与可靠性分析。该模块引导学生从单一零件设计跃升至系统级思维，理解如何通过机构的巧妙组合，实现复杂的物料举升与搬运功能。

模块三：过程控制与安全联锁机构设计。安全生产是石油石化行业的生命线，本模块则聚焦于保障生产安全的“神经中枢”，如安全阀、闸阀、调节阀等控制阀门。教学内容深入探讨凸轮机构、螺旋机构在精密运动控制中的应用，并引入精密传动技术、疲劳强度与寿命预测等高级知识点，培养学生对设备安全性和可靠性的深刻认识。

在每个模块内部，进一步构建了“理论基础—典型案例—设计约束—创新点”的四层次递进式教学结构。首先，夯实理论基础；其次，引入胜利油田提供的真实工程案例，建立理论与实际的桥梁；再次，明确讲解高温、高压、腐蚀等行业特定设计约束及国家（GB）、石油（SY/T）标准规范；最后，鼓励学生在约束条件下寻求技术突破，激发其创新潜能。通过这种功能导向、层层递进的知识体系重构，有效弥合了课堂理论与工程实践之间的鸿沟，为学生后续的课程设计奠定了坚实且具有行业特色的知识基础。

鸿沟，为学生奠定了坚实且具备行业特色的知识基础。

### 2.2 共建“石油石化特色”的工程案例库

案例是连接理论与实践的桥梁，深度联合胜利油田、齐鲁石化等区域龙头企业，共同构建了具有鲜明石油石化特色的工程案例库。案例库的构建严格遵循“功能分析-方案分解-参数确定-集成优化”的系统化流程，确保了案例的科学性与工程实用性。

精心遴选了一系列源于生产一线的典型装备作为教学载体。例如，在“物料处理与执行机构设计”模块中，引入游梁式抽油机节能改造设计案例，引导学生深入剖析传统四杆机构的能耗瓶颈，并运用机构学知识提出优化方案或创新传动形式。而在“流体输送与增压机构设计”模块中，则设置了高压加氢装置用离心压缩机转子动力学分析案例，要求学生必须综合考虑临界转速、振动抑制等实际工况，完成轴系的精密设计与校核。更进一步，针对“过程控制与安全联锁机构设计”模块，开发了临氢环境下闸阀阀杆驱动与密封设计这一综合性案例，将材料选择、高温蠕变、密封可靠性等复杂工程约束融入设计过程，旨在全面培养学生的综合设计能力。

这些源自真实工程背景的案例，不仅直接转化为课程设计的核心题目与研讨课的关键主题，更确保了教学内容始终与行业前沿保持同步，从而显著提升了教学的先进性与实践指导价值。

### 2.3 构建“校企协同、六位一体”的教学体系

为保障高阶教学模式的有效落地，系统性地构建了一个“理论教学—设计训练—研讨课—实验—课程设计”五维联动的教学体系，并将校企协同理念贯穿于每一个环节。

在理论教学环节，创新性地实施了“双师课堂”模式。由校内教师系统讲授核心理论，并邀请胜利油田等合作企业的工程师通过线上或进校方式，深度解析真实案例背景、宣贯行业规范、剖析现场技术难题，实现了理论知识与工程实践的即时对接。为强化理论应用，设置了设计训练大作业，例如“凸轮轮廓曲线设计”，要求学生完成设计后，利用实验室平台搭建物理模型并进行运动学仿真分析，形成“设计—仿真—验证”的闭环。同时，每学期增设4学时的专题研讨课，围绕企业提出的真实技术难题（如“某型号钻井泵液力端磨损问题分析”）组织开放式讨论，鼓励学生大胆假设、自由探索，有效激发其创新思维。

在实验环节，着力优化实验内容，增设了“机构组合创新实验”、“机械系统效率与振动测试实验”等综合性、创新性项目，相应减少了传统的验证性实验，以提升学生的动手实践与综合分析能力。进而，打通了《机械原理》与《机械设计》两门课程的课程设计环节，设置了连续性、阶梯式的综合设计项目，引导学生完成从

单一机构到复杂系统的能力跃升。尤为关键的是，所有课程设计题目均100%源于共建的石油石化特色工程案例库，确保了教学实践与行业需求的深度融合，真正实现了知行合一。

## 2.4 实施“项目牵引、多法融合”的混合式教学方法

为有效激发学生的高阶思维，摒弃了单一的讲授模式，转而以真实的石油装备设计项目为牵引，综合运用探究法、案例法、翻转课堂等多种教学方法，构建了一个动态、开放的教学场域。

以“油田新型抽油机设计”这一真实项目为总牵引，将课程的核心知识点巧妙地分解为若干个循序渐进的子任务。学生在完成这些任务的过程中，不仅学习了知识，更锻炼了解决复杂工程问题的能力。在此框架下，深度实施翻转课堂教学模式：学生课前通过在线平台自主学习基础理论、观看企业提供的设备运作视频；课堂时间则完全聚焦于方案论证、难点研讨和企业导师的精准点评，实现了教学时间的最优化利用。同时，通过案例探究与类比的教学方法，引导学生深入对比游梁式、塔架式等不同类型抽油机的传动优劣，探究其背后的机构学原理，并鼓励他们进行知识迁移，类比设计其他往复运动装备，从而有效培养了学生的分析与创新能力。

## 2.5 深化“价值引领、精神铸魂”的课程思政育人

坚信立德树人是教育的根本任务，结合石油工业的光荣传统与“大国重器”的使命担当，将思政元素无缝融入专业教学的全过程，实现价值引领与知识传授的同频共振。

在培育家国情怀方面，通过讲授我国石油装备从无到有、从弱到强的艰辛发展历程，生动诠释“大庆精神”、“铁人精神”的时代内涵，旨在激发学生服务国家能源战略的使命感与责任感。在弘扬科学精神方面，选取国内外重大装备事故案例进行深度剖析，引导学生深刻认识到工程设计中严谨求实、精益求精的极端重要性。在塑造工匠精神方面，反复强调石油装备设计“失之毫厘，谬以千里”的特点，引导学生在每一个细节上追求卓越，牢固树立“安全第一”的职业操守与生命至上的工程伦理。通过这些举措，课程思政不再是生硬的说教，而是化为滋养学生专业精神与家国情怀的内在动力。

## 3 改革教学评价体系

为突破传统“一考定乾坤”的局限，构建了融合“过程性评价、能力达成度评价与行业评价”的多元评价体

系。理论课考核强化过程评价，成绩由作业（20%）、大作业（20%）、研讨表现（20%）和期末考试（40%）共同构成，引导学生重视平时积累。课程设计评价则采用“平时表现（30%）+设计说明书（40%）+答辩（30%）”模式，并规定答辩委员会须含企业工程师，其评价占总成绩20%，将行业标准与工程实际融入考核核心。

同时，建立基于考核数据的课程目标达成度定量分析机制，系统评估各目标完成情况，形成闭环反馈，为教学改进提供数据支撑，推动教学质量持续提升。

## 4 结论

面向石油石化特色，本研究构建了《机械原理》与《机械设计》课程设计的高阶教学模式。该模式以新工科与工程教育认证为背景，通过重构功能导向知识体系、共建校企案例库、构建“理论-实践-创新”融合教学体系、实施项目驱动教学及多元评价机制，系统解决传统教学内容通用化、理论与实践脱节等问题。

该模式旨在提升学生解决石油石化领域复杂工程问题的能力与创新素养。未来将在教学实践中持续完善，并探索数字化孪生、虚拟仿真等技术的融合应用，为培养能源强国所需的高素质机械工程人才提供理论支撑与实践路径。

## 参考文献

- [1]王荣耀,刘文.工程教育专业认证背景下《机械原理》课程教学改革探索[J].模具制造,2025(9):87-92.
- [2]姚利花,郭刚,张占东,等.学科竞赛和实践教学相融合培养新工科人才的研究[J].大学教育,2020,(06):38-40+53.
- [3]熊庆人,许晓峰,李炎华,等.石油装备绿色制造发展现状及其标准化[J].中国标准化,2022,(12):75-80+84.
- [4]郭改英.基于新发展理念的地方高校高质量发展:逻辑、困境与出路[J].黑龙江高教研究,2025,43(10):25-31.
- [5]顾佩华,包能胜,康全礼,等.CDIO在中国(下)[J].高等工程教育研究,2012(5):34-45.

作者简介：刘晓（1984-），女，工学硕士，副教授，主要从事机械结构设计、机械优化设计等方向研究。

基金项目：山东石油化工学院教学改革项目（JGYB20228）面向工程教育认证的机械专业课程设计教学改革与实践“）