

# 工程认证教育背景下石油装备综合训练课程实践探索

董超群<sup>1</sup> 魏昌祥 刘建勋 任连城

(重庆科技学院机械与动力工程学院 重庆 401331)

**摘要:** 高校实践课程是锻炼学生实践能力、加深理论学习和提高创新技能的重要手段。基于工程教育认证背景石油装备综合实训课程以 OBE 教育理念为指导,开展了综合机械专业知识、石油行业背景厚基础、重专业、强能力的实践实训课程。围绕石油钻采常用装备的往复泵、离心泵、压缩机开展拆装测绘,离心泵、往复压缩机特性实验研究,钻机传动系统及全液压钻机结构认知及实操实践,并通过完善实践考核、持续改进推进实训课程建设,为同类高校提供经验参考。

**关键词:** 工程教育认证;泵与压缩机;钻机传动系统;全液压钻机

中图分类号 G642 文献标识码: A 文章编号:

practical training courses through improving practical assessment and continuous improvement, so as to provide experience reference for similar colleges and universities.

**Keywords:** Engineering education certification; Pumps and compressors; Drilling rig drive system; Full hydraulic drill

实训课程是高等教育工科教育的重要组成部分,对培养学生实践能力、工程素养,完善学生专业知识体系具有至关重要的作用,也是加深理论学习、提高创新能力的重要手段<sup>[1]</sup>。为了适应现代社会、科技快速发展,工程教育认证对机械专业教育理念提出新的要求<sup>[2]</sup>。工程教育核心理念 OBE (Outcome-based education) 强调以学生为本、以学习产出为导向、对教学持续改进,工程教育认证进一步强化了学生实习实践能力,通过不同实践方式、考核方式支撑教学目标的实现<sup>[3]</sup>。我校机械专业 2019 年通过国家工程教育认证,实习实训环节也是在工程认证框架下根据新大纲规定下开展的。本文以我校机械专业石油装备方向实习实训课程为例,对石油装备综合训练课程内容的教学模式进行探讨,尝试构建一套工程教育培养理念下的实习实训课程教学体系。多年来长期指导机械专业学生实习实训,在实践教学方面积累了一些经验,可为其它同类高校课程开展提供一定的参考。

## 1 高校机械专业实习实训课程存在的问题

机械专业实践教学是工程教育的重要组成部分,作为相对独立存在的实践教学体系,与理论教学共同组成专业教育,但长期以来实训课程一直没有得到足够的重视,实践教学的改革也滞后于理论教学<sup>[4]</sup>。学生通过认知实习、生产实习、课程实训及毕业实习加深对专业知识的综合应用和对行业背景的理解,但在实践教学过程中实践设施、指导教师、课程内容、教学形式及考核方式均在一定程度上影响着实习实训的实际效果。

机械专业的实习实训是锻炼学生实践能力的主要阵地,但通常在实训课程实施过程中存在时间短、内容浅、落实难等实际问题。部分高校资金有限、硬件设施不够,难以保证实习实训的教学要求<sup>[5]</sup>。企业实训大多走马观花,难以做到理论与实践相结合,且缺乏专业的教学方法和科学讲解,仅得到一些现场的实践锻炼,难以帮助学生深入、透彻的理解和操作,导致实习效果差。实习实训等实践课程因其特殊的教学环境和教学条件,通常需要学生进入生产车间或实验室亲临现场观察或操作,在实施过程中也会带来诸多挑战,如学生人数多、人员密度大,存在一定的安全隐患<sup>[6]</sup>。有些课程仍是沿袭传统的教学模式,一味按照教材内容进行教学活动,没有补充最新的理论知识,不能满足学生对专业知识的需求<sup>[7]</sup>,同时考核方式也没法真实的反映学生实践所学,使得学生逐渐失去了学习兴趣。

## 2 工程教育认证背景下的实训课程

工程教育认证 OBE 教育理念强调以学生为中心,无论理论教学还是实践教学,都应紧紧围绕如何培养社会需要的人才这个目标,课程设置应以考虑知识结构、能力锻炼及激发学生学习的积极性,构建实践教学新模式<sup>[8]</sup>。石油装备综合训练在工程教育认证背景下以理论知识做铺垫,提升学生实践能力,深化理解机械专业理论知识、钻井工艺行业知识及提升实操能力而设置的。通过将课程目标分解细化,分别对其进行实践、考核,体现全面的事件操作、团队

协作、项目管理及经济性分析等目标。结合油气行业钻采设备及专业知识需求,围绕石油钻机、传动系统、液压钻机及泥浆循环往复泵、油气集输离心泵、压缩机及其特性的认识 and 了解,更好的服务石油钻采现场,所以在了解结构知识的基础上具备实操能力,通过结构认知拆装测绘了解其结构原理,通过性能实验了解泵与压缩机特性规律,操作传动系统加深钻机机械系统的理解,通过认识当前最先进的全液压钻机的装备结构、系统认知及实际操作提升综合训练能力,能够较为全面的支撑起毕业以后工作所需的专业知识及实际能力。

## 3 课程目标及实训内容设置

### 3.1 课程目标

石油装备综合训练是机械专业石油装备方向的专业教育实践课,旨在通过学习钻采装备及工艺、泵与压缩机等的结构与性能,通过相关实验测试、拆装测绘掌握石油钻井、增压集输等的能力,将所学机械工程专业知识运用到石油装备结构认知、剖析问题和解决问题。以石油装备为载体、训练学生利用机械工程专业知识的综合应用能力,尽早适应石油装备现场。根据工程教育毕业指标要求,课程目标及能力分为五个教学目标。目标 1: 基于石油装备综合训练的内容和要求,在问题分析和研究的基础上,制定出相关实验实训方案;目标 2: 根据实验实训方案,完成石油装备综合训练相关实验和实训项目训练和操作;目标 3: 根据石油装备相关项目的综合训练,结合相关的技术规范,正确认识机械工程师在机械工程中应承担的社会、安全和法律责任;目标 4: 根据综合训练的内容,理解多学科背景下团队与个体、合作与分工的含义与重要性。目标 5: 根据综合训练的内容,能撰写出训练项目的实验报告、综合训练报告等机械工程技术文件。

### 3.2 实训内容设置

课程内容如图 1 所示,主要包括石油装备的结构认知、实验测试、实验数据处理及报告撰写、设备拆装测绘、石油钻机平台认识和操作等项目的综合性训练。实训时间 3 周,通常 3-4 位教师指导实训,将学生分为 2-3 组,在 3 周内同时开展实践教学。通过该课程的教学,使学生了解石油典型设备结构和工作原理,并将所学机械工程专业知识应用到石油装备,根据石油装备生产工艺需求分析具体石油装备的工作原理、设计理念和设计方法,结合具体工程实际培养学生分析问题和解决问题的能力;通过对具体设备的拆装和结构剖析,训练学生的实际动手和操作能力、认识和正确使用工具的能力,加深对石油装备的认识;同时以石油装备为载体,训练学生机械工程专业基础知识和基本能力,培养学生机械专业知识应用的综合能力。同时训练学生制定和实施实验方案、实际操作、正确使用工具等的工程实践能力和研究能力,培养学生正确认识从事机械工程活动应承担的社会、安全和法律责任,培养学生撰写实验报告、实训报告并能口头或书面表达等方面的沟通能力。

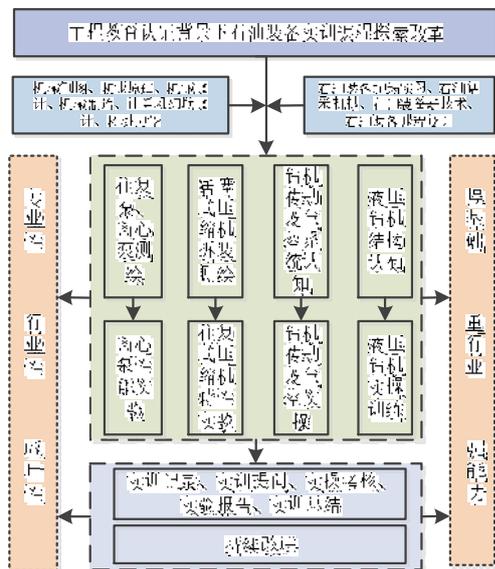


图1 石油装备综合训练实习内容

### 4 石油装备综合实训

石油装备综合实训包括泵与压缩机拆装测绘、泵与压缩机特性实验、钻机传动及气控系统以及液压钻机结构认识和实操。主要锻炼学生对现场机械设备结构和特性的认知，掌握最先进的全液压钻机的结构、钻井工艺和操作规范，模拟现场操作环境，掌握钻井起下钻、上卸扣、接单根及正常钻进作业过程，还原现场工作环境。

#### 4.1 泵与压缩机拆装及性能实验

泵与压缩机是油气开采现场的不可或缺的动力设备，起着为钻井、油气集输提供流体动力源的关键设备。在学习过程中先进行理论学习，掌握了一定的理论知识，然后对常用的往复泵、离心泵（单级、多级）、往复式压缩机、螺杆式压缩机进行拆装测绘，理解其结构原理、装配特点及工艺过程，在此基础上进行离心泵、往复压缩机的特性实验。泵特性实验重点了解流量  $Q$ 、扬程  $H$ 、功率  $N$  及与管径、转速之间关系，熟悉扬程  $H$ -流量  $Q$  曲线、功率  $N$ -流量  $Q$  曲线，效率  $\eta$ -流量  $Q$  曲线，以及双台泵串联、并联时的流量  $Q$ -扬程  $H$  特性曲线，并分析验证泵串联时的基本规律。压缩机特性实验认识活塞式压缩机结构及工作原理，了解压缩机膨胀、吸气、压缩及排气四个过程，以及其耗功  $WC$ 、耗功率  $P$ 、多变压缩指数  $n$ 、容积效率  $\eta_v$  等性能参数和示功图含义等，理解压缩机运行的规律特性。通过考察学生对泵与压缩机故障特性的理解，为现场合理使用设备，提高效率和安全保障做好铺垫。



(a)离心泵特性实验(b)往复式压缩机特性实验

图2 泵与压缩机特性实验

#### 4.2 钻机传动及气控系统

常规钻机传动系统包括传动台结构、并车功能、传动路径、速度分配等，以及气控制阀件拆装及结构认识，石油钻机传动及气控制实验台操作，了解机械钻机动力并车结构基础上，熟悉并车传动系统结构特性及传动特点，结合钻井现场动力机调配，工作载荷变化对各动力机输出转速、扭矩及功率影响，分析动力对载荷影响，同时通过气动离合器控制动力不同传动路径和速度分配。通过学习机械钻机传动系统的结构及特性与现代电力传动钻机进行比较，对比分析钻机功能变化和发展趋势，为学生走出校门快速了解现场和

融合工作环境做好准备。



(a) 石油钻机传动系统 (b)全液压钻机结构认知及实操

图3 钻机传动系统及液压钻机

### 4.3 全液压钻机结构认知

学生进行钻井现场认知实习、学习了石油钻采机械、石油装备新技术之后开设石油装备综合训练课程，重点学习液压钻机的机械结构包括排管机、抓管机、铁钻工、顶驱及吊卡、钻机底座及井架系统，如图所示，并分析井架特点、顶驱功能、铁钻工工作原理及液压卡瓦、抓管机、送排管装置的结构特性，分析液压控制系统特点等，进一步巩固石油装备方向学生的钻井工艺、机械专业知识及力学基础知识，结合现场认知实习加深学科学习和交叉知识的理解，方便了学生把理论知识与现场实践的结合，为石油装备方向学生实习提供了较大便利。

### 4.4 全液压钻机综合训练

综合训练部分主要通过巩固所学钻井操作工艺，包括钻杆释放、钻杆交接、钻杆上扣（接钻杆）、钻杆卸扣（卸钻杆）、钻杆下放、钻杆起升、钻杆卡紧和松开及钻杆旋转（钻进）的工艺过程的实操，让学生通过亲手操作亲身体验钻井现场的工艺过程，进一步加深理解和学习石油钻井的工艺过程。该实验台是一套集机械、液压、控制、钻井工艺于一身的自动化程度较高的石油钻机机器人系统，深刻体会机构、机械、机器、液压系统、控制系统等的应用；通过认识和操作机器人，提高用所学的基础和专业知识去解决工程实际问题的能力。

### 5 实践考核与持续改进

实训的考核不仅是体现学生学习结果的评价，也是促进学生学习的重要过程保障。结合实习内容分别进行考核，通过 5 项考核达成课程目标，考核内容从实训记录、实训提问、操作考核、实验报告、实训总结报告等方面进行综合考核，如图 4 所示。分值比例分别为实训记录 15%；实训提问 15%，操作考核（20%），实验报告 10%及实训总结报告 40%。因综合实训内容包括泵与压缩机拆装实训、泵与压缩机特性实验、机械钻机传动特性实验及液压钻机的认知和操作实训，考核及评分标准分别进行考核。实习过程中分别安排专业的实训老师进行指导、实训及考核，其中拆装测绘、液压钻机、钻机传统特性实训及泵与压缩机特性实验各安排 1 名实训指导教师，分别对其进行考核。

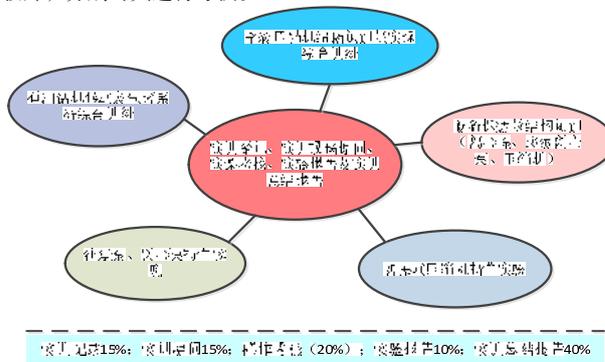


图4 考核评价

构整合的学习环境,使学生的课程内容与他们的文化背景相联系,从而鼓励反思和联结。这一概念在教育领域已经获得了广泛的认同。CRT 在家庭和学校之间、抽象学术和社会文化生活实践之间建立了意义的桥梁,它承认不同种族文化遗产的合理性,并教导学生理解和 赞同自己和他人的文化遗产。珍尼渥斯·盖伊(Geneva Gay)对 CRT 的发展做出重要贡献,她将传统的文化观念进行了扩展,认为:“文化决定着我们的思维、信任和行为”。换句话说,文化承载着学生的信仰、动机以及行为规范。教师被认为在有效实施 CRT 过程中起到了重要作用,他们需要 对文化回应实践进行反思,参与一个持续的过程,审查学习者的特权和制约因素如何塑造他们的世界观。CRT 已被证明是对不同文化背景学生的有效教育形式。

#### 四、基于创造性设计思维的高中课程“文创产品”的开发与实践

创造性设计思维的激发必须以客体需求和项目要求为主导,唤醒、触发、激励有关设计项目的创新、创造性设计思维,生成“灵感”。主要应就顾客价值、使用、审美、情感等需求,发掘创造性设计思维激发的价值、功能、艺术、感受等创造方向,研究能够提高设计创新力和创造效率的思维策略与方法技巧。创造性设计思维的深化必须基于客体的需求和项目要求,研究顾客价值创造与产品项目设计策略;以项目(产品)设计创意构思、设计标准确定、项目(产品)概念设计为对象,研究创造性设计思维如何深化发展问题。必须基于市场分析、设计方向、客户反馈,从设计本质、资源管理、设计开发、思维逻辑等多维角度,研究论述创造性设计思维的深化开发——提炼设计的方法路径和发展模式。创造性设计思维的细化必须以顾客需求和项目规划为指导,把项目(产品)产品的创意构思通过细化设计、初步设计、提炼设计、设计测试等最终形成产品设计方案而呈现出来。这一阶段着重研究创造性设计

思维如何细化成型问题,需要从设计活动进程、项目(产品)设计开发步骤、设计思维发展和思维呈现方式等角度,研究论述创造性设计思维的具象化展示——整合呈现的意识、方法和路径。

#### 五、通过创造性设计思维指导的学生“文创产品”示例 文创产品——“丹心一点为君开”口粮茶



#### 参考文献:

- [1]托马斯·洛克伍德.设计思维:整合创新、用户体验与品牌价值[M].北京:电子工业出版社,2012.
- [2]特里·李·斯通.如何管理设计流程:设计思维[M].北京:中国青年出版社,2012.
- [3]王同聚.基于“创客空间”的创客教育推进策略与实践——以“智创空间”开展中小学创客教育为例[J].中国电化教育,2016,(6):65-70.
- [4]stone G D.contadictions in the last mile:suicide.culture.and E-Agriculture in rural India[J].science.Technology & Human Values,2011.36(6):759-790

#### (上接第 82 页)

实训结束后根据实训效果发放课程调查报告,实训指导教师 在实训结束后进行学情分析、课程实训总结及持续改进,分别针对课程薄弱环节、行业需求及学生兴趣内容进行调整,以备下次课程开展时做到持续改进。

#### 6 总结

石油装备综合实训课程在工程教育认证标准下开设的实践课,基于机械专业、石油行业背景知识而开展的重专业、厚基础、强能力实践课程,通过对石油开采常用装备的理论学习、结构认知、特性实验及传动系统、液压钻机的实训操作锻炼,达成实践教学目标。通过对石油行业机械装备的深入认识,能够更快的适应行业要求,在学习过程中也能激发学生兴趣。在具体执行过程中,结合课程特点、实训设施、师资结构及实操训练过程,以及学生学习信息反馈进行教学的持续改进,达到实践课程能够强力支撑工程教育对实践能力要求。

#### 参考文献:

- [1]李劲松.高校工科专业实践教学课程教学方法探索[J].大学物理实验,2019,v.32;No.139(06):118-121.
- [2]周龙,景大雷.工程教育认证背景下机械专业实践教学体系建设[J].实验室科学,2020,23(01):71-74.
- [3]孙雪颜,苏超,韩宝坤.工程教育认证背景下本科实践教学管理研究与实践——以山东科技大学机械制造及其自动化专业为

例[J].科教导刊,2021,No.435(03):11-13.

- [4]徐向伟,姚建涛,金森,黄华贵.工程教育认证背景下机械类专业项目式实践教学体系的构建与实践[J].教学研究,2020,v.43;No.199(06):83-87.
  - [5]孙首群.大学机械专业实践课程综合改革新尝试[J].高教论坛,2012,No.149(03):62-66+95.
  - [6]王艳飞,窦东阳,王启立.高校机械类专业实习实训课教学存在的问题及策略分析[J].课程教育研究,2017(21):117-118.
  - [7]潘斌凤,汪惠群.工程教育专业认证背景下机械制造类专业课程教学改革探讨——以上海电机学院机械制造工艺学为例[J].成都师范学院学报,2020,v.36;No.331(09):57-63.
  - [8]雷娜,唐友福,赵海洋,丛蕊.工程教育专业认证背景下“石油钻采机械”课程考核方式改革探索[J].内江科技,2020,v.41;No.310(09):145-146.
- 作者简介:董超群(1983-),男,博士,讲师,研究方向为机械产品创新设计、石油装备完整性评价。
- 基金项目:重庆市教育科学规划课题“新工科背景下机械类专业学生创新创业教育实践研究”(课题编号 2019-GX-443);重庆科技学院教学改革研究项目“工程教育认证背景下机械类专业学生创新创业教育实践探索研究”(项目编号:201926)。