DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.11.020

基于 OBE 理念的《金属液态砂型成形工艺》教学实践研究

卢百平,芦　刚,张　磊,张守银
(南昌航空大学 航空制造工程学院,江西 南昌 330063)

摘　要:《金属液态砂型成形工艺》是材料成型及控制工程专业一门综合性较强的专业核心课,对培养学生工程实践能力和创新能力有重要作用。基于 OBE 理念,以能力培养为导向,以企业产品为案例,引入学科最新科研成果、国家标准和行业标准,逆向设计教学内容;将理论讲授法和案例教学法相结合,与关联课程协同教学,形成混合式教学方法;科学评价,注重学习过程考核,激发学生学习兴趣和自主性;持续改进课程建设。这些改革,突出了"以学生为中心"工程实践能力和创新能力的培养。

关键词:金属液态砂型成形工艺;OBE 理念;案例教学法;创新能力

中图分类号:G642　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)11-1091-04

Study on Teaching Practice of Sand Casting Technology Based on Concept of Outcomes-based Education

LU Baiping, LU Gang, ZHANG Lei, ZHANG Shouyin
(School of Manufacturing Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract: "Molten Metal Sand Casting Technology" is a comprehensive core course in materials forming and control engineering, which plays an important role in cultivating engineering practice ability and innovation ability of students. Based on the concept of OBE, with ability cultivation as the orientation and enterprise products as the case, the latest scientific research achievements, national standards and industry standards are introduced to reverse design teaching content. Combining theory teaching method with case teaching method, and cooperating teaching with related courses, a hybrid teaching method is formed. Scientific evaluation pays attention to the examination of learning process to stimulate learning interest and autonomy of students, and continuously improves curriculum construction. These reforms highlight the cultivation of "student-centered" engineering practice ability and innovation ability.

Key words: sand casting technology; concept of outcomes-based education; case teaching method; innovative ability

我国近 60 所高校开设《金属液态砂型成形工艺》课程,讲授砂型铸造原理、工艺设计,培养学生铸造工艺设计方法和设计能力。但培养的学生工程实践能力和创新能力,与行业企业对人才的要求存在较大差距,造成企业技术人才是结构性短缺[2],严重制约企业发展。基于此,中国铸造学会从 2010 年起每年举办中国大学生铸造工艺设计大赛,旨在培养在校大学生对铸造工艺设计的兴趣,提高大学生将所学的铸造工艺设计理论及相关的知识与铸造工艺设计实际相结合的能力[1,2],具有较好的引领作用。

近年,我国工程教育认证体系发生了积极、显著的进步,越来越多的高校认可和实践以"学生中心"、"成效导向"与"持续改进教育质量"等教学理念。强调以结果为导向(Outcomes-Based Education,简称 OBE),课程教学过程要围绕学生这一结果来展开、设计教学体系,充分将学生学习的积极性、主动性调动起来[4,5]。教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见(教高〔2019〕6 号)强调,把课程思政建设作为落实立德树人根本任务的关键环节,坚持知识传授、能力培养与价值引领相统一。

我校《金属液态砂型成形工艺》课程,取得一定的教学效果,但仍然存在以下问题。首先,部分教学内容陈旧,没有及时对接行业企业需求和发展。其次,教学方法过于单一,以讲授法为主,学生被动接受知识,激不起学生学习积极性,导致教学目标缺失。第三,课程评价过于简单化,以考试为主。这种评

收稿日期:2020-04-13
基金项目:江西省重点教改课题:突出创新能力培养的《金属液态砂型成形工艺》课程教学改革与实践(JXJG-15-8-1);南昌航空大学教改课题:基于 OBE 理念的《金属液态砂型成形工艺》课程教学改革与实践(JY1917)
作者简介:卢百平(1971-),陕西三原人,博士,教授.研究方向:金属液态精密成形技术,电话:0791-83953321,E-mail:lbp029@163.com

价结果既不能真正检验学生的实际应用能力，也不能客观评价教师的教学效果[6]。本文基于OBE理念，以能力培养为导向，拟从逆向设计教学内容，转变教学方法，科学评价，持续改进等方面对《金属液态砂型成形工艺》课程进行教学改革与实践，以突出培养学生创新能力，满足行业企业对人才新要求。

1 能力培养为导向，逆向设计课程教学内容

1.1 明确课程培养目标

大学专业课程内容，随着科学技术的发展和行业企业的全面进步，必须及时更新，才能满足社会需求，才有活力[6]。对标工程认证要求，通过对企业、其他高校调研，及时和铸造行业企业人才需求对接，应社会所需、按时势发展培养人才，结合材料成型及控制工程专业培养计划，明确《金属液态砂型成形工艺》课程培养目标，即培养具备铸造工艺设计能力、分析铸造工艺设计优劣和验证优化铸造工艺设计等为特征的创新能力强的铸造工程技术人才，为学生毕业要求达成提供支撑。注重课程思政，坚持知识传授、能力培养与价值引领相统一，培养学生工匠精神、敬岗爱业和职业责任感，培养德才兼备的合格技术人才。

1.2 优化课程教学内容

(1)建立合理课程教学体系　成果导向主张根据学生完成学习后需要取得的成果逆向设计课程教学体系[4]。课程构建了以学生为中心的“做中学”和案例教学的教学体系。以企业实际产品为铸造工艺设计案例，将学科最新科研成果、国家标准和行业标准，引入教学内容，及时对接行业企业发展需求和了解学科前沿技术。将承担的企业委托课题，如“XXX铝合金零件细长孔铸造技术”和“XXX零件无模砂型快速成形技术研究”等实际产品作为案例，“真刀真枪”指导学生铸造工艺设计。学生提出产品铸造工艺设计方案，同企业技术人员讨论交流，与企业实际铸造工艺方案对比分析，探究性分析问题和解决问题。一方面，激发学生学习兴趣，增强学习自主性；另一方面，理论联系生产实际，展现解决实际生产技术问题的思想、技术路线和具体措施，培养学生分析和解决问题的能力。教学中，详细介绍了“真空密封造型”、“冷冻造型”和“3D打印铸型”等先进砂型铸造工艺原理、特点和应用现状，让学生了解本学科前沿技术，培养学生创新意识和创新思维。

三维造型、铸造CAE数值模拟技术也是现代铸造企业技术人才必备的专业能力。根据行业企业需求和材料成型及控制工程专业培养方案，以学生创新能力提升为目标导向，与《三维造型CAD》和《铸造过程数值模拟》等关联课程整体设计培养目标，明确各课程在金属液态成形工艺设计能力中的作用和教学目标，打造“金属液态成形工艺设计”课程群，协同教学。通过该课程群的培养，学生具备复杂零件铸造工艺设计(含工装、模具)综合设计能力，基于计算机模拟，分析金属液充型过程，预测铸件缺陷，验证优化铸造工艺方案，探究性分析问题和解决问题，综合培养创新能力，为学生毕业能力达成提供支撑。图1是关联课程在学生金属液态成形工艺设计能力中的作用和教学目标。

(2)注重课程思政，落实立德树人　注重课程思政，贯穿于课程教学全过程。讲授金属液态成形工艺在国民经济中的作用，尤其航空工业中的地位和应用，树立学生航空报国的爱国情怀。学习“中国铸造终身成就奖”、“中国铸造杰出贡献奖”和铸造行业大国工匠等先进人物事迹和业绩，参观某航空企业复杂航空铸件砂型铸造生产现场，某汽车铸造厂大批量汽车铸件砂型铸造生产线，某金属工艺品公司大型艺术品铸件生产现场，培养学生职业素养、敬业精神和高度社会责任感。邀请行业专家专题讲座，培养学生工匠精神，良好的职业道德和职业素养。指导学生参加中国大学生铸造工艺设计大赛，培养和提高学生创新意识、精神和能力，和为母校争光的集体荣

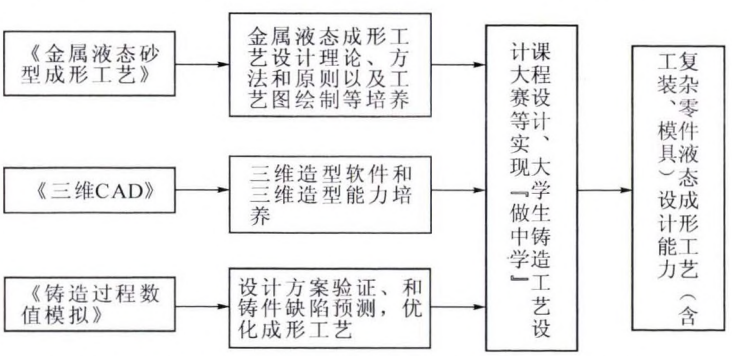

图1 关联课程在学生铸造工艺设计能力中的作用和教学目标

Fig.1 The role and teaching objectives of relevant courses in students' foundry process design ability

誉感。将教学团队科研成果引入授课内容，增加 3D 打印铸型先进技术及其应用，扩大学生视野，培养学生创新精神和科学精神。

2　形成具有特色的教学方法

科学的教学方法设计[7,8]是提高教学效率，保证教学质量的前提和基础，在教学中可以起到事半功倍的效果。

2.1　理论讲授法

理论讲授法是课堂教学中普遍使用的一种教学手段。学科结构知识和重点知识应以讲解法为主，必须要向学生讲解透彻、清楚，更重的是讲出知识的“是什么”，还要讲出知识的“为什么”，将教师的理解转化为学生的理解，培养学生理解能力。注重课堂教学细节设计，设计了知识框架图，做到讲解重点突出。例如，第 7 章铸造工艺设计，设计了铸造工艺设计要点知识框架图（见图 2 所示），使学生更容易理解和掌握铸造工艺设计的方法、步骤和内容，使学生把握和理解浇注位置和分型面等的联系、异同，根据零件结构和技术要求，综合考虑铸件浇注位置确定和分型面的选择，兼顾铸件质量和简化铸造工艺，使知识体系更连贯，重点突出。

同时，课前课后巧提问，适当课堂测验，要求学生课前预习，课后及时复习知识难点和重点，便于学生理解和掌握。

2.2　案例教学法

案例教学法是指围绕一定的教学目的，将采集的企业实际产品，加以典型化处理而形成的一种特定的教学案例[9]，以供学生们分析、思考、讨论并做出各自铸造工艺设计方案的一种教学模式。选取合适的产品直接影响着案例教学的成败。选择案例应能使学生利用基本理论解决实际问题，综合运用所学知识分析和研究案例，进行铸造工艺设计，来提升学生解决实际问题能力。本课程围绕培养目标和能力达成，按一定选取原则，建设了铝合金、铸铁、铸钢 3 种常用合金，航空、汽车、机械、风力发电等多行业典型零件案例库，每个案例具有明确的教学目的（能力达成），见表 1 所示，旨在培养学生铸造工艺设计方法和能力。根据培养要求和教学目的，每年更新一部分案例。

案例教学的基本形式是讨论。与讲解法不同，讨论法是双向的，是信息交流的最好方式，改变了由教师讲授单向输入的弊端，形成多渠道的信息交流方式，属于高阶学习，有利于调动学生的积极性，有利于培养学生的独立思考能力和创造能力。本课程围绕教学目标，学生分成不同的讨论小组，提前下发案例和设计要求，供学生审题。邀请企业技术人员等兼职教师参与案例教学讨论环节，强化典型零件铸造工艺设计能力教学。各小组围绕案例进行专题讨论，达成共识，提出设计方案，并与教师讨论交流。兼职教师重点对各小组铸造工艺设计方案总结评价、拓展提升，培养和锻炼学生分析问题和解决问题的能力，从而提高学生的综合应用能力。同时教育学生，做一个合格工程师必须具备的专业知识、专业素养、专业技能和创新能力。

《课程设计》为本专业实践教学环节，与本课程的案例教学紧密结合，作为课程延伸，要求学生针对企业实际产品，开展铸造工艺设计，基于计算机模拟

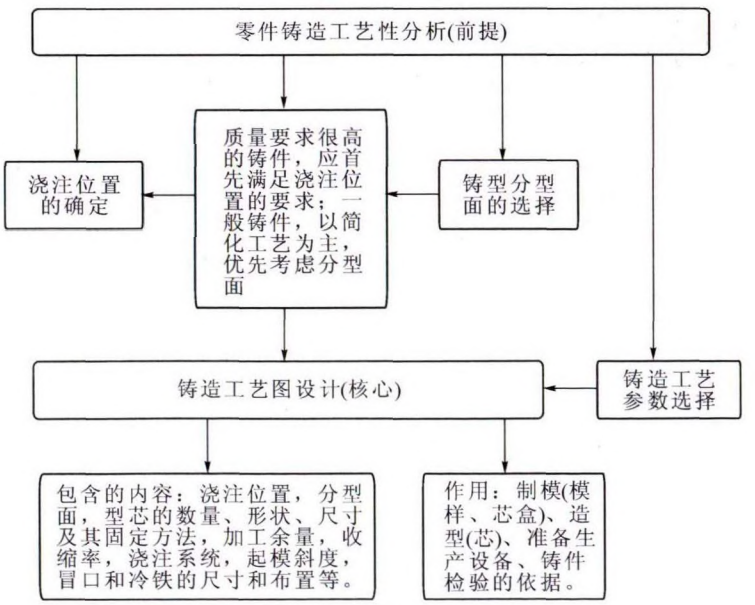

图 2　铸造工艺设计要点框架图

Fig.2　Frame diagram of key points of casting process design

表 1 部分典型案例和相应的教学目的
Tab.1 Some typical cases and corresponding teaching purposes

序号	案例名称	设计要求	教学目的(能力达成)
1	铝合金铸件	中大型航空零件，结构复杂、壁薄，技术要求高，单件生产	(1)自硬树脂砂,手工造型 (2)底注式、扩张式浇注系统设计 (3)奥赞公式、反推法计算浇注系统面积 (4)通用冒口设计 (5)比例法计算冒口尺寸。
2	铸钢件	大型机械零件，结构复杂、壁厚,高度高，技术要求高,单件生产	(1)自硬树脂砂,手工造型 (2)阶梯式、扩张式浇注系统设计 (3)奥赞公式计算浇注系统面积 (4)保温(发热)冒口、大气压力暗冒口设计 (5)比例法(模数法)计算冒口
3	灰铸铁件	中小型汽车零件，结构复杂、壁薄，技术要求高，批量生产	(1)湿型粘土砂,机械造型 (2)中注式、收缩式浇注系统设计 (3)大孔出流理论,计算浇注系统面积 (4)控制压力冒口设计 (5)模数法计算冒口尺寸
4	球墨铸铁件	大型风力发电零件,结构复杂、壁厚，技术要求高，单件生产。	(1)自硬树脂砂,手工造型 (2)底注式、收缩式浇注系统设计 (3)大孔出流理论计算浇注系统面积 (4)直接实用冒口、无冒口工艺设计。

验证优化铸造工艺方案等内容,实现“做中学”,理论联系实际。中国大学生铸造工艺设计大赛,题目均来源于企业实际产品,结构复杂,技术要求高,属于高阶学习,满足学生解决复杂问题的创新能力和高级思维的培养。因此,以铸造工艺设计大赛为实践检验平台,以大赛作品为案例,围绕大赛作品要求,小组集体讨论铸造工艺设计方案,分工协作,在教师指导下，同学分别完成零件三维铸造工艺设计,基于计算机模拟验证优化铸造工艺方案,进一步完成铸造工艺图、铸型图等设计内容,并撰写设计说明书。培养学生分析问题、解决问题的能力、合作学习以及批判性思维的的创新能力,促进学生全面发展,未毕业要求达成提供有效支撑。

3 形成合理的考核方式

注重学习过程考核,综合考核平时作业、综合大作业、课堂讨论和考试等环节,完善考核方式。课程采取“总成绩=平时成绩（占 50%)+ 考试成绩(占 50%)”的考核方式,降低闭卷考试比重,强化学习过程管理,提高课堂学习效果。平时成绩中不仅考虑到学生出勤、平时作业、课堂讨论等情况(30%)，更重要是设置具有探索研究性综合性大作业——企业实际产品铸造工艺设计(20%)。有效调动学生学习的积极性，引导学生积极思考、乐于实践,提高自主学习效果。

4 建立持续改进课程机制

关注学生评教反馈和同行评教，利用学校委托第三方麦可思公司毕业生质量跟踪调查数据，及时了解行业企业等用人单位对人才能力的需求变化,校友对专业课的合理化建议,建立持续改进机制,完善课程教学内容、教学方法的建设。

5 结束语

本课程基于 OBE 理念,学生毕业能力培养为导向,逆向设计教学内容,转变教学方法,科学评价,持续改进,突出“以学生为中心”工程实践能力和创新能力的培养,取得较好的教学效果。教改前学生评教为 89.7,教改后学生评教均在 96 分以上。学生铸造工艺设计能力和创新能力明显提升，参加中国大学生铸造工艺设计大赛获取得一等奖 2 项,二等奖 10 余项,三等奖 20 余项。教师教学能力明显提升,机械工业出版社出版《铸造工艺学》1 部。依托的材料成型及控制工程专业先后入选教育部“卓工计划”试点专业、国家一流专业。

参考文献:

[1] 温平. 2016 年中国铸件产量发布 [J]. 铸造技术,2017.38(7):153-1534.
[2] 林波，王瑞权. 铸造行业人才培养探讨 [J]. 合作经济与科技,2016.01:140-141.
[3] 曹阳,苏仕方.浅谈参加中国大学生铸造工艺设计大赛应注意的问题[J]. 铸造,2011.3:313-314.
[4] 王开,王萌,何乃军,等.专业认证背景下铸造工艺课程设计教学改革的探讨[J]. 铸造技术,2020.41(1):87-90.
[5] 李艳，汪和平. 工程教育认证背景下工程招投标与合同管理教学改革研究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版),2018,35(6):67-68.
[6] 罗军明,鲁世强,张国光. 金属材料工程专业航空特色与创新型人才培养探讨 [J]. 黑龙江教育（高教研究与评估),2012(1):33-35.
[7] [美]詹姆斯.如何设计教学细节[M]. 北京:中国青年出版社,2018.
[8] 格兰特·威金斯. 追求理解的教学设计[M].上海:华东师范大学出版社,2017.
[9] 马开剑. 大学教学理论基础[M]. 济南:山东大学出版社,2011.
[10] 邢红军.大学教学技能精进教程[M]. 北京:清华大学出版社,2016.