

## 材料成型与控制工程专业多样性教学模式的设计与实践

权国政 周杰

重庆大学 材料科学与工程学院, 重庆 400044

**[摘要]**针对当前塑性成形领域高阶仿真技术人才培养中教学内容存在的不足, 本文依托重庆大学“着力培养塑性成形高级计算分析人才”教育改革项目, 提出并实践了一套教学内容改革方案。改革围绕现代制造业对塑性成形数值模拟人才的需求, 更新课程知识体系, 引入先进的有限元仿真理论和软件应用内容, 拓展教学内容的广度与深度。通过将虚拟仿真技术融入课堂教学和实践环节, 构建“基础理论-仿真实验-工程项目”三位一体的教学内容体系, 提高教学质量和效果, 激发学生学习兴趣, 增强学生理论联系实际的能力和创新意识, 以培养适应智能制造和“中国制造 2025”要求的创新型、应用型高层次人才。

**[关键词]**塑性成形; 仿真教学; 教学内容改革; 人才培养; 虚拟仿真

DOI: 10.33142/fme.v6i11.18433

中图分类号: G424

文献标识码: A

## Design and Practice of Diverse Teaching Models for Materials Forming and Control Engineering

QUAN Guozheng, ZHOU Jie

College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400044, China

**Abstract:** In response to the shortcomings of teaching content in the cultivation of high-level simulation technology talents in the field of plastic forming, this article proposes and practices a set of teaching content reform plans based on the "Focusing on Cultivating Advanced Computational Analysis Talents in Plastic Forming" education reform project of Chongqing University. The reform revolves around the demand for numerical simulation talents in plastic forming in modern manufacturing industry, updates the curriculum knowledge system, introduces advanced finite element simulation theory and software application content, and expands the breadth and depth of teaching content. By integrating virtual simulation technology into classroom teaching and practical activities, a three in one teaching content system of "basic theory - simulation experiment - engineering project" is constructed to improve teaching quality and effectiveness, stimulate students' interest in learning, enhance their ability to connect theory with practice and innovation consciousness, and cultivate innovative and application-oriented high-level talents that meet the requirements of intelligent manufacturing and "Made in China 2025".

**Keywords:** plastic forming; simulation teaching; reform of teaching content; talent cultivation; virtual simulation

### 引言

塑性成形过程的数值模拟已成为现代制造业提高产品质量、缩短研发周期的关键技术之一<sup>[1]</sup>。工业界对具备高水平仿真分析能力的人才需求日益迫切。尤其在“中国制造 2025”战略背景下, 制造业转型升级要求工程技术人才既掌握扎实的材料成形理论, 又精通仿真软件工具, 能够将理论应用于解决实际工程问题。然而, 传统高校相关课程教学内容往往滞后于产业发展, 教学过程中仍以理论讲授为主, 学生缺乏实践应用机会, 导致其对复杂工程问题的解决能力不足。为此, 国内许多高校和学者开始探索课程教学改革, 以满足新形势下的人才培养要求。例如, 有研究针对机械类课程在“中国制造 2025”背景下进行了课程内容和教学方法改革, 也有学者从产教融合和协同创新视角构建多层次、多维度的实践教学体系, 提高学生工程实践能力。这些改革实践为材料成形及控制工程领域课程的教学内容更新提供了有益借鉴<sup>[2]</sup>。

重庆大学材料成型及控制工程专业依托国家“新工科”

建设和工程教育专业认证要求, 启动了“塑性成形高级计算分析人才培养”教学改革项目。项目聚焦于塑性成形高级仿真人才的培养目标, 旨在改革现有课程的教学内容体系, 增强教学内容与现代工程实际和前沿技术的契合度。本文结合该项目实践, 围绕塑性成形高级仿真人才教学内容的改革展开研究, 包括分析当前教学内容存在的问题、明确教学改革的目标与内容设计思路、介绍改革措施的具体实施与成效, 以及典型案例分析。通过上述内容, 旨在为材料成形领域高层次人才培养的课程改革提供思路 and 参考。

### 1 当前教学内容存在的问题

经调研与教学实践总结, 当前塑性成形相关课程在教

学内容方面主要存在以下问题:

课程内容陈旧, 缺乏前沿性: 不少教材和课程沿用传统塑性成形原理和工艺内容, 侧重基础概念和经典工艺介绍, 内容更新滞后于行业新技术发展。例如, 对智能制造背景下的新材料成形工艺、仿真分析新方法涉及较

少, 难以满足培养学生前沿知识的需求。课程知识体系与当今工程实际脱节, 无法充分体现当前数字化仿真技术的最新进展。

**仿真内容比例偏低:**传统教学中对数值模拟相关内容覆盖不足, 塑性成形过程的有限元仿真理论和软件应用技巧未能系统融入课程。许多学生在毕业前对专业仿真软件(如 DEFORM、ABAQUS 等)知之甚少, 只停留在浅显演示层面, 缺乏动手进行仿真建模和分析的训练。教学内容中理论推导多, 仿真应用少, 导致学生难以将理论运用于数值模拟实践。

**实践教学环节薄弱:**现有课程实践部分往往局限于验证性实验或简单课程设计, 工程案例匮乏。由于塑性成形实验设备昂贵、安全要求高, 一些重要成形工艺(如模具设计、冲压成形等)的实践教学无法充分开展。学生获得亲身参与实际工程项目的机会较少, 实践内容与理论教学未形成有机衔接, 不利于培养学生综合运用知识解决实际问题的能力。

**教学方法单一, 学生参与度不高:**目前课堂教学主要以教师讲授为主, 缺少项目驱动和启发式教学。学生往往被动接受知识, 自主探究和创新训练不足。考核方式侧重笔试成绩, 轻实践能力评价, 导致学生倾向于记忆理论应付考试, 忽视对知识的灵活运用和实践能力的培养。总体来看, 传统教学内容和方法难以激发学生学习动力和创新潜能。

上述问题严重制约了塑性成形高级仿真人才培养质量, 亟需通过教学内容改革加以解决。

## 2 教学改革目标与内容设计

教学改革的总体目标是构建以培养高水平塑性成形仿真能力为导向的课程内容体系, 使学生掌握扎实的塑性成形理论基础和先进的数值模拟方法, 能够将二者融会贯通应用于工程实践, 满足现代工业对创新型仿真人才的需求。具体而言, 一方面完善课程知识体系, 融入新工艺新技术, 突出数字化仿真内容; 另一方面优化教学内容结构, 实现基础知识、仿真技能和工程实践的有机衔接, 培养学生分析和解决复杂工程问题的综合能力<sup>[3]</sup>。同时, 改革注重贯彻“以学生为中心”的教育理念, 激发学生主动学习和创新思维。

为实现上述目标, 改革后的教学内容体系主要包括以下模块:

**基础理论模块:**强化塑性成形力学基础和工艺原理教学, 并结合现代工程背景更新理论内容。教学中引入实际工程产品案例, 将工业实例融入理论讲授。例如, 在讲解板料成形理论时, 选取汽车覆盖件等实际产品为对象, 通过视频资料让学生认识其生产流程, 然后分析其冲压成形工艺及模具设计要点。这种项目导入式教学有助于加深学生对理论知识的理解, 增强课程内容的实践背景。基础模

块确保学生具备坚实的材料塑性变形理论和力学知识, 并了解典型塑性加工工艺, 为后续仿真和设计内容打下基础。

**仿真实验模块:**在掌握基础理论后, 增加虚拟仿真实验教学内容。该模块通过计算机数值模拟实验帮助学生将理论用于实践, 加深对成形过程的直观认知。例如, 安排金属冲压成形虚拟实验, 让学生分组使用 DEFORM 等软件模拟简化工件的冲压过程, 观察材料流动和应力分布, 体验工艺参数对成形质量的影响。这一环节采用项目分组教学法, 让学生亲自动手进行模具拆装虚拟演练、工艺参数调整等实践操作, 以此加强对模具结构和成形过程的直观认识。仿真实验模块不仅培养学生软件操作技能, 更重要的是训练其分析问题和调试解决问题的能力, 搭建起理论与工程实践之间的桥梁。

**工程创新模块:**为了提升学生高阶创新能力, 设置综合项目实践内容。学生以小组为单位完成一个贴近实际生产的综合仿真项目, 包括: 实际零件的工艺方案制定、三维模具设计建模、成形过程有限元仿真、结果分析与工艺优化报告撰写等。项目选题来自企业真实需求或教师科研课题, 例如某复杂锻件成形缺陷分析与工艺优化。学生分工协作完成各环节, 最终在课堂进行成果答辩。通过完整的项目实践, 学生将基础理论和仿真技能应用于解决实际问题, 创新思维和工程能力得到锻炼提高。同时, 课程团队将这些项目成果积累, 逐步建立起包含冲压件图纸、模具装配模型、仿真动画和成形分析等内容的开放式资源库。该资源库成为虚拟仿真教学平台的重要组成部分, 方便后续学生随时调取学习, 也为持续更新教学内容提供了案例支撑。

上述“三位一体”的教学内容设计注重分层递进: 先夯实理论基础, 再通过仿真实验实现认知深化, 最后以工程项目培养创新能力。这一内容体系对接了学校课堂与企业实践, 实现了知识传授与能力培养并重的改革目标。改革内容设计充分体现了虚拟仿真与实践教学融合的特色, 有望显著提升塑性成形仿真人才的培养质量。

## 3 改革实践与成效分析

本教学内容改革方案自实施以来, 在材料成型及控制工程专业高年级本科生和研究生课程中进行了应用实践。通过两轮教学实践, 改革成效逐步显现。首先, 课程教学内容的前沿性和实用性明显增强。学生普遍反映新版课程内容紧跟行业发展, 引入的数值模拟知识和案例使理论更易理解, 学习兴趣大大提高。课堂上师生互动讨论增多, 学生提出的工程问题更为深入, 这表明教学内容改革激发了学生的主动思考和探索热情。其次, 学生的仿真技能和综合应用能力显著提升。在改革后课程中, 100% 的学生能够掌握至少一种主流塑性成形仿真软件的基本使用, 超过 80% 的学生可以独立完成中等复杂工艺零件的模拟分析。许多学生在课程项目中展现出解决实际问题的能力,

例如某小组在毕业设计中利用所学仿真方法成功优化了一副冲压模具的工艺方案,降低了成形缺陷发生率<sup>[4]</sup>。这说明改革后的教学内容有效提高了学生将理论转化为仿真分析解决方案的能力。一项针对课程成绩和综合表现的统计也显示:改革后课程的实践环节考核成绩整体优良率提高约 20%,课堂测验平均成绩有所上升,且不同层次学生之间成绩差距缩小,后进生通过实践环节实现了能力追赶。学生评教反馈中,“教学内容贴近实际、实用性强”成为高频评价。这些都表明教学内容改革提升了教学质量和效果。此外,教学改革带动了师资教学水平的提高和教学资源的建设。教师在指导仿真实验和项目的过程中,不断更新自身知识结构,尝试将最新科研成果融入教学,加深了对课程内容的理解。在团队努力下,课程配套的多媒体课件、虚拟仿真练习教程、案例库等资源日臻完善,为后续教学奠定了基础。可以说,本次教学内容改革在学生培养质量和教师队伍建设两方面均取得了积极成效。

总的来看,教学内容改革实践证明:将数值模拟引入材料成形教学并与传统教学相结合,找到了理论与实践融合的新途径,教学效果显著提升。学生不仅掌握了先进仿真技术,更重要的是增强了工程实践能力和创新意识。这为培养面向未来制造业需求的高层次塑性成形仿真人才打下了坚实基础。

#### 4 案例分析

为进一步说明教学内容改革的具体举措与效果,下面结合项目组在教材建设、教学平台搭建和人才培养方面的典型成果进行案例分析。

##### 4.1 教材建设案例

编写高水平仿真教学教材是本次教学改革的重要成果之一。项目组在教学实践基础上,组织骨干教师编写了《塑性成形数值模拟技术及应用》教材,系统凝练了塑性成形过程有限元仿真的理论与实践知识<sup>[5]</sup>。教材内容涵盖塑性力学基本原理、金属成形典型工艺数值模拟方法,以及 DEFORM 等专用软件的操作教程和工程案例解析。为确保教材的先进性和实用性,编写过程中参考了国内最新出版的同类教材成果,并结合本校教学经验进行优化。教材突出理论与仿真并重、案例驱动的特色,例如在讲述板材冲压成形原理时,配套了一个汽车覆盖件冲压仿真的完整案例解析,使读者能够边学边练,加深理解。该教材于 2024 年由正规出版社出版发行,填补了国内塑性成形仿真方向教学用书的空白,在学生和业界获得积极反响。一线教师在教学中使用该教材后反馈,课程知识体系更加完善统一,学生课后也有据可循自学仿真技能。通过教材建设,本项目将教学改革成果固化为出版物,不仅服务于校内学生,也为兄弟院校提供了参考教材,有助于推广塑性成形仿真教学的新内容新思路。

##### 4.2 虚拟仿真实践平台建设案例

为了支撑仿真教学内容的实施,项目组依托学院实验中心建立了塑性成形虚拟仿真实验教学平台。该平台集成了多种塑性成形工艺的数值模拟实验项目,包括板料冲压、模锻成形、挤压成形等模块。平台软硬件环境以高性能计算机集群和专业仿真软件为基础,并开发了友好的教学界面和指导系统,方便学生自主进行虚拟实验操作。在平台建设过程中,项目组与行业领先的仿真软件公司合作,引进正版仿真软件教育版,并二次开发出适用于教学的简化模型和参数模板。例如,与某工业软件公司联合开发了热锻成形虚拟实验模块,内置典型模锻工件及工艺参数供学生调用练习<sup>[6]</sup>。平台还引入了虚拟现实(VR)技术,学生戴上 VR 设备即可沉浸式观察成形过程三维动态,使抽象的塑性变形过程形象化。

虚拟仿真平台的建成有效弥补了传统实验条件的不足。学生不再受限于昂贵的实体设备和实验场地,可以随时在机房或家中登录平台进行仿真实验,突破了时间和空间限制,实现了随时随地自主学习。例如,在学习冲压工艺时,学生可反复修改模拟参数观察结果,提高了探索学习的主动性。平台提供的开放资源库中包含了模具 CAD 图纸、装配动画、仿真结果数据等内容,学生可以自由查阅和下载作为课程设计和科研的参考。平台使用两年来,已有数百人次学生完成虚拟实验任务,大大丰富了实践教学内容。许多学生表示,通过虚拟仿真实验直观了解了成形工艺细节,加深了对课堂理论的理解,实验报告质量也明显提高。一些无法在校内开展的复杂工艺(如大型构件多次锻造)也借助虚拟平台得以教学展示和学生练习。总之,虚拟仿真实践平台为教学内容改革提供了有力支撑,拓展了学生实践训练的广度和深度,体现出虚拟仿真实验教学独特的优势。

##### 4.3 学生培养成果案例

教学内容改革最终目的是提升人才培养质量,学生在各类创新实践活动中的优异表现是最有力的证明。近年来,项目组所培养的学生在学科竞赛、创新项目中屡获佳绩,展现了塑性成形仿真能力的提升。例如,2023 年本专业学生团队参加重庆市大学生“互联网+”创新创业大赛,其提交的“面向汽车零部件轻量化的冲压成形工艺仿真优化”项目从数百项目中脱颖而出,荣获创新组一等奖。评委反馈该项目“将先进仿真技术应用于实际工程优化,具有很高实用价值”,这充分体现了学生扎实的仿真分析功底和创新思考能力。又如,在 2022 年全国材料成形工艺优化大赛中,我校学生模拟分析了一家模具企业提出的冲压起皱缺陷问题,提出了优化方案并成功解决,最终团队荣获二等奖。企业专家评价学生的分析报告专业翔实,解决方案切实可行,对企业实际生产有指导意义。这些成果得益于教学内容中强化的工程案例训练,学生能够将课堂



所学直接用于解决企业现实问题。

同时,学生在科研创新方面也取得突破。多名研究生利用课程中掌握的高级仿真技能,在导师指导下发表了高水平论文或获得发明专利。例如,一名硕士生在实习基地企业课题中应用冲压成形仿真优化了某零件工艺,相关成果发表在国内外核心期刊上。这些事例表明,通过教学内容改革培养的学生在自主学习、实践创新方面表现出色,具备了继续深造或尽快胜任工程技术工作的能力。企业对我校毕业生的评价也明显提高,某模具公司反馈:“重庆大学材料成型专业毕业生仿真动手能力强,上手快,缩短了岗位培养周期。”这充分证明了教学内容改革切实提高了人才培养质量。

综上所述,教材建设、仿真平台和学生竞赛成果等案例充分展示了本项目教学内容改革的实践成效。一方面,教学资源的完善(教材和平台)为可持续的教学改进打下基础;另一方面,学生优秀成果反映出人才培养目标的达成。这些典型案例为国内相关专业教学改革提供了示范,表明在课程中融入先进仿真内容和工程实践训练是一条行之有效的途径。

## 5 结论

面向塑性成形高级仿真人才培养的教学内容改革实践表明:将先进的数值模拟技术和工程案例融入课程内容,能有效弥补传统教学与工业实际脱节的不足,显著提升教学效果和人才培养质量。通过构建基础理论、仿真实践、工程项目相结合的内容体系,学生的专业素养和实践创新能力得到了全面锻炼,能够胜任现代制造业对高层次仿真分析人才的需求。改革过程中所编写的教材和

搭建的虚拟仿真平台,为后续教学提供了支撑,实现了教学资源的积累和共享。同时,多维度的教学内容改革经验也为材料加工类专业教育教学改革提供了有益参考。未来,我们将持续跟踪工业技术发展,不断更新教学内容,例如融入智能制造、数据驱动建模等新知识,并进一步完善实践教学条件和评价机制,确保人才培养与时俱进。总之,本研究与实践探索表明,紧扣工程实际、与产业需求深度融合的教学内容改革,对于培养创新型工程科技人才具有重要意义。

基金项目:重庆市研究生教育教学改革研究项目(编号:yjg153015)。

## [参考文献]

- [1] 苏学满,孙丽丽.“中国制造 2025”背景下制造业人才的新需求[J].教改教法,2016(5):64-65.
- [2] 袁军,仲文晶.“中国制造 2025”背景下“机械原理”课程改革与实践[J].教育教学论坛,2017(28):112-113.
- [3] 习小慧,刘强,王金亮,等.《塑性成形工艺与模具设计》课程实践教学研究[J].教育进展,2023,13(5):2378-2383.
- [4] 王华君,汤玄,朱春东,等.数值模拟技术在材料塑性成形教学实践中的应用[J].装备制造技术,2012(6):211-219.
- [5] 孙虹,刘建中,刘沛平,等.《中国制造 2025》背景下基于产教融合协同创新视域的新工科实践教学体系研究与构建[J].教育教学论坛,2020(49):299-300.
- [6] 龚红英,王斌,吴华春.金属塑性成形仿真及应用:基于 DEFORM[M].北京:化学工业出版社,2024.

作者简介:权国政(1980—),男,河南南阳人,教授,双博士后,从事材料-制造-服役-再制造一体化研究。