

基于航空特色的材料类虚拟仿真实实践教学体系建设

李作成, 高恩志*, 刘红, 邹乃夫, 朱智, 王艳晶, 农智升, 张占伟

沈阳航空航天大学, 材料科学与工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年6月14日; 录用日期: 2022年8月10日; 发布日期: 2022年8月17日

摘要

在“新工科”、“工程教育专业认证”建设背景下,材料科学与工程专业实践教学模式存在一些瓶颈,需要建立面向材料类专业的虚拟仿真实实践教学系统。本文阐述了虚拟仿真实实践教学体系建设的必要性、虚拟仿真平台建设、虚实结合的多层次实践教学体系、实践教学方法及其特色与创新。通过虚拟仿真实实践教学系统的建设与实施,促进了学生解决复杂工程问题能力的培养,加快了新时代需求的工程实践复合型人才培养的步伐。

关键词

材料科学与工程, 虚拟仿真, 教学体系

Development of Experimental Teaching System of Virtual Simulation for Materials Based on Aviation

Zuocheng Li, Enzhi Gao*, Hong Liu, Naifu Zou, Zhi Zhu, Yanjing Wang, Zhisheng Nong, Zhanwei Zhang

School of Materials Science and Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Jun. 14th, 2022; accepted: Aug. 10th, 2022; published: Aug. 17th, 2022

Abstract

Under the background of the construction of “new engineering” and “engineering education pro-
*通讯作者。

文章引用: 李作成, 高恩志, 刘红, 邹乃夫, 朱智, 王艳晶, 农智升, 张占伟. 基于航空特色的材料类虚拟仿真实实践教学体系建设[J]. 创新教育研究, 2022, 10(8): 1922-1927. DOI: 10.12677/ces.2022.108304

professional certification”, there are some bottlenecks in the practical teaching mode of materials science and engineering specialty. It is necessary to establish a virtual simulation practical teaching system for materials specialty. This paper expounds the necessity of the construction of virtual simulation practice teaching system, the construction of virtual simulation platform resources, multilevel practice teaching system, practice teaching methods and their characteristics and innovations. The construction and implementation of virtual simulation practical teaching system has promoted the cultivation of students’ ability to solve complex engineering problems, and accelerated the pace of training engineering practice compound talents required by the new age.

Keywords

Material Science and Engineering, Virtual Simulation, Teaching System

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新工科、工程教育专业认证双背景下工程人才培养的方向是让学生掌握专业理论知识的基础上，充分锻炼和提升学生的动手操作能力和实践创新能力[1] [2] [3]。为适应本校航空宇航特色，材料类专业专注于航空新材料的制备、先进成型及加工技术，培养具有良好思想道德素质、扎实理论基础、较强工程实践能力和创新意识，能够在航空航天或相关领域从事新材料产品及成型装备的设计制造、技术开发、实验研究、生产管理等工作的高水平应用型技术人才。材料类专业的核心课程主要讲授航空材料制备与加工方面的基本理论、技术方法和生产工艺过程，是一门实践性很强的专业。然而，合金熔炼、铸造、塑性成形、焊接等材料成形过程涉及凝固、流动、相变等复杂物理过程，由于实验中存在高温金属飞溅安全隐患以及模具遮挡物理现象等问题，长期以来制约了同学们的实验学习效果[4]。

教育信息化是教育发展的趋势，是教育教学改革的突破口，虚拟仿真技术作为高等教育信息化建设的重要手段[5]，在材料类专业实践课程中的应用能够有效提高教学质量。因此，如何借助虚拟仿真技术，实现材料类专业实践课程的虚拟仿真教学，对“新工科”人才的培养具有重要意义。

2. 虚拟仿真实实践教学体系建设必要性

材料科学与工程是对实践要求很强的学科，实践教学是系统掌握材料类专业知识的重要途径，在培养学生创新设计意识、动手实践能力和科学素质等方面发挥着重要的作用。传统实践教学因设备昂贵、材料消耗大、周期长、安全性差等问题，使得一些实验不能系统地开展，如铸造和焊接温度场预测、塑性加工应力分析等，学生实际开展实验操作时间很短，动手能力的训练不够。而且，材料类学科特点使实验带有高危险性，且一些实验现象难以观察，学生达不到实验教学的目的和要求。因此，构建虚拟仿真实验教学体系是专业实验教学模式信息化改革的必然途径[6]。

虚拟仿真技术是基于三维建模、相似原理等建立出研究对象的同态模型，并根据模型动态运行得到实验成果，能有效缩短实验周期，使实验操作过程更加简洁明了，最终获得较为直观易懂的实验结果。近几年，虚拟仿真实验室及其在教学中的应用已成为国内外实践教学研究的热点，通过开发可靠、经济、安全、内容丰富、受益面广的虚拟仿真实验教学模式，能够有效克服真实实验环境中的诸多限制，有效激发学生自主学习的积极性，帮助学生在实践中认知理论，提高设计能力、动手能力，开拓思维[5]。虚

拟仿真技术在材料学专业实验课程中的应用，能够打破传统实验教学模式，在教学思想、教学体系、教学方法及教学手段等方面都具有重大影响作用[7] [8]。

3. 基于航空特色的虚拟仿真实实践教学体系

3.1. 虚拟仿真教学平台建设

依托沈阳航空航天大学“材料科学与工程”省级教学示范中心，以及“航空轻合金及加工技术”、“先进复合材料制备技术”、“先进聚合物基复合材料”、“光纤传感工程技术中心”4个省级重点实验室。发挥学术、科研、装备及师资等资源，围绕虚拟实验教学建设目标，构建满足材料学科“设计-加工-结构-性能”实验要求的材料科学与工程虚拟仿真实验项目，建设具有航空特色材料类人才培养及课程学习要求的虚拟仿真实验教学中心。

虚拟仿真实验中心主要开展材料设计、典型航空件的铸造、锻压、焊接过程分析等实验，包括3个模拟平台、7个模块(图1)，这些虚拟实验项目服务于我院5个专业，十余门专业课程，并且涵盖综合实验、课程设计、创新创业实验、毕业设计和大学生学科竞赛在内的实践课程体系，保证了学生学习的系统性和综合性。

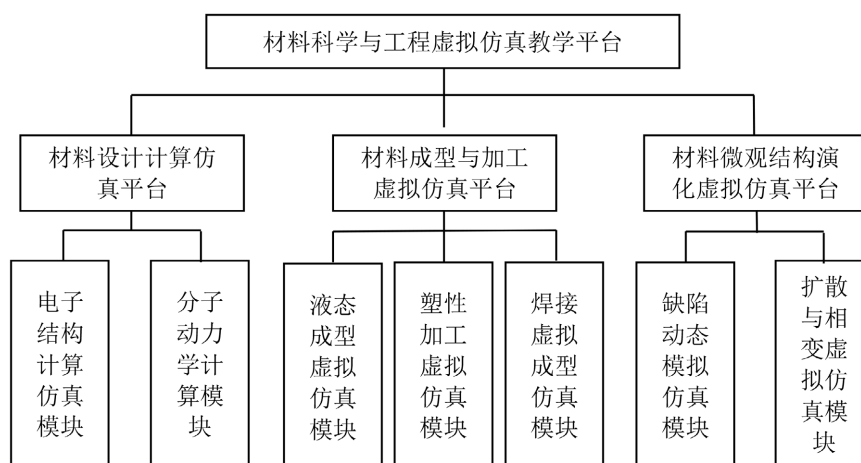


Figure 1. Virtual simulation experiment teaching platform
图1. 虚拟仿真实验教学平台

3.2. 构建虚实结合的多层次实践教学体系

基于以学生为本的教育理念，探索形成课堂教学+虚拟仿真教学+实地参观的混合式贯穿式教学。课堂教学使学生掌握专业理论知识，利用虚拟仿真实验平台开展虚拟仿真教学，使抽象的理论知识更加具象化，结合实地参观，通过近距离接触，增强感性认识，并进一步提升专业理论知识的理解消化。

根据材料类专业特点，实践教学主要包括基本技能培养、专业技能培养与创新技能培养三个层次。基本技能培养包括理论课程的课内基础实验、计算机应用等；专业技能培养包括专业实习、课程设计，综合实验研究等；创新技能培养包括创新训练、科技竞赛等。在各层次的教学内容中，面向航空企业需求制定培养方案、重构实践课程体系；根据需求调整实践教学内容，形成围绕航空零部件加工制造的实践课程规划，邀请航空企事业单位对毕业生所具有工程实践能力、创新能力等方面做出评价，通过用人单位来反馈修订培养计划。课程体系建设围绕在工程综合能力基础上的航空特色能力培养。以企业真实问题为载体，以“带着问题去学习，带着问题去训练”为核心开发虚拟仿真教学项目，促进教学从知识

传授向能力培养的转变。将虚拟仿真技术与现实实践结合应用，构建虚实结合的面向航空企业应用型材料类人才实践教学内容体系。

虚拟仿真与实验教学手段相结合的材料类专业实践教学体系教学改革实践情况如下：

1) 基本技能培养环节

作为航空类院校，专业人才培养方案充分体现了航空特色，因此在实验内容设置中尤其要考虑与航空制造相关的教学内容。虚拟仿真项目内容主要针对航空产品零部件开展设计，使实验内容更贴近实际生产制造环节。开设具有航空特色虚拟仿真实验教学项目，采用有限元软件 PROCAST、ABAQUS 等进行虚拟仿真模拟实验，如材料成型与加工虚拟仿真平台的飞机蒙皮拉伸、段环挤压、航空件搅拌摩擦焊等。以虚拟仿真形式反映真实航空零件加工过程，克服了实际教学过程中难以完成的功能。因此，理论课程虚拟仿真教学模块作为课堂教学的有效补充，通过构建模型，深入分析每种加工方法的特点，学生通过在电脑上改变工艺参数，可以直观形象的观察到实验现象的变化规律，深刻领悟关键工艺参数对产品性能的影响规律，清晰呈现原本实验室中无法观察的材料内部微观组织结构的变化规律，有助于学生对复杂抽象问题的形象化理解。

2) 专业技能培养环节

将多媒体计算机技术、有限元仿真技术等引入实践教学环节，创建“虚拟仿真与现场实践相结合的实践教学模式”，在专业实习等实践环节中利用动画、视频、仿真模拟等多媒体和虚拟现实技术，将许多实际操作程序在模拟环境中演练，让学生通过室内“实习”去认识材料工程、开阔视野、获取经验、提高专业素养。通过现场拍照、录像，网络收集，整理材料成型过程图片、录像等，实现教学资源的低消耗、实验容量的无限化，丰富实验教学的内容，消除实验的危险性，增加学生动手操作的机会。

3) 创新技能培养环节

在科技竞赛、创新创业训练过程中采用虚拟仿真技术，如铸造工艺设计大赛，分析部分用虚拟仿真技术，制作部分采用实际操作；材料成型工艺设计大赛建模和计算部分也事先进行计算机模拟建模和受力计算分析，对于实际建模参赛大有裨益。近年来，以全国铸造工艺设计大赛、辽宁省成型工艺竞赛、互联网+大赛等为契机，每年均动员全院力量组织学生积极参与。通过比赛，学生的协调沟通能力、团队协作精神、实际动手能力得到了全面提高。

3.3. 虚拟仿真教学方法

在教学过程中采用基于 OBE (Outcomes-Based Education, 成果导向理念)的 PBL (Problem-Based Learning, 问题式学习)教学法改革，结合“案例式”教学、“项目式”教学及小组讨论等，充分调动学生的学习积极性，在讨论和争辩中纠正学生的错误认识，不仅有助于学生理解专业知识，也建立学生正确的政治理念。

1) 建立以行业典型结构、企业特色产品为实例的案例教学法

重大工程案例是专业知识和课程思政的有效载体，案例教学一方面能有效激发学生的好奇心，加深学生对理论知识的理解；另一方面，以解决主要矛盾为目的的典型案例分析，能将看似孤立的成形方法、工艺措施有效统一，从而够培养学生分析问题、解决问题和灵活运用专业知识的能力，激发学生的创新思维。同时，典型工程案例作为课程思政的有效载体，能够避免生硬说教的前提下，培养学生的求真、严谨的科学态度和爱岗敬业、爱社会、爱祖国的人文素质。

2) 以培养学生解决复杂工程问题为目标，实施项目教学法

在材料工程基础、材料成型过程的数值模拟与仿真等专业课程中会涉及成形方法选择，成形工艺制

定, 建模过程关键技术的处理等, 各种因素相互制约甚至存在一定的矛盾, 需要通过具体项目让学生亲自参与, 加深他们对复杂工程问题的理解, 并根据具体情况通过分析确定主要矛盾和解决办法。

3) 以提升学生团队协作和思辨能力为目标, 实施小组讨论法

在线上线下混合式教学模式下, 课堂教学的模式和方法更为灵活, 其中小组讨论法能针对某一综合性问题在课前布置学生查阅文献的前提下, 课堂上分组开展讨论, 通过观点表达、问题分析、凝练总结、小组发言等环节锻炼学生的团队协作、分析问题和解决问题的能力。

从基础训练、综合设计、研究创新三个层次, 基础、技术、创新三个阶段, 为材料科学与工程学院 5 个专业全程学习材料设计、成型类课程提供虚拟实验条件, 可以实现统一规划、分阶段培养、多层次提升、全方位实训的教学目的。

4. 特色与影响

在虚拟仿真实践教学过程中, 坚持以学生为中心, 以能力培养为目标, 紧密结合地方材料产业变革方向与科研成果产业应用, 依托沈阳航空航天大学材料科学与工程学院多年的学科积累与科研突破, 坚持问题为导向, 重点解决真实实验项目条件不具备或实际运行困难的项目, 坚持需求为导向, 密切结合经济社会发展对高校人才培养的要求, 紧密结合学校定位和专业特色, 以及行业产业发展的最新成果, 将新材料领域的科研成果用于实践教学, 丰富和优化虚拟仿真教学资源, 不断深化和完善课内实践教学课程体系内涵, 实现科研反哺教学, 形成教学科研互动的实践教学良性循环模式。整个教学过程极大拓宽学生科研视野, 培养学生创新创造能力。

5. 结语

5G 时代的来临, 为教育教学带来了突破性的发展契机, 助推虚拟仿真实验教学、理论教学与实验教学融合再上新台阶, 使学生尽早接触前沿内容与先进技术成为现实, 拉近了实验教学与工程实践的距离, 促进了学生自主学习、研究性学习、无纸化学习。然而, 虚拟仿真实验教学系统本身的稳定性和真实性还有一定局限, 虚拟仿真实验开发与设计还存在诸多问题, 如专业教师、开发者及实验室人员的协同、高校与企业协同、科研与教学协同等诸多问题, 中心将进一步发挥沈阳航空航天大学材料学科的优势, 整合学科优秀科研成果, 产学研联合, 协同创新, 构建高水平、通用的材料类虚拟仿真实验教学系统, 将材料科学与工程虚拟仿真实验教学中心建设成为培养高素质、创新型材料科学人才的重要平台。

基金项目

沈阳航空航天大学材料科学基础理论优秀教学团队项目(教务发【2021】10011 号); 教育部产学合作协同育人项目(202102599005); 沈阳航空航天大学优秀课程思政教学团队项目(教务发【2021】10023 号); 沈阳航空航天大学教改项目(JG2022023)。

参考文献

- [1] 董桂伟, 赵国群, 宋立彬, 等. “新工科”建设背景下传统工科专业实验教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2020, 2(9): 125-126.
- [2] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [4] 马世博, 汪殿龙, 闫华军, 等. 材料成型及控制工程专业虚拟仿真实验教学系统建设[J]. 中国现代教育装备, 2019, 6(11): 7-11.

- [5] 张卫明, 王红梅. 高校实验室设备智能化管理模式探析[J]. 实验室研究与探索, 2018(1): 248-251.
- [6] 李亮亮, 赵玉珍, 李正操, 等. 材料科学与工程虚拟仿真实验教学中心的建设[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(2): 6-9.
- [7] 黄荣怀, 张进宝, 胡永斌, 等. 智慧校园: 数字校园发展的必然趋势[J]. 开放教育研究, 2012(4): 12-17.
- [8] 江星莹, 邓将华, 詹艳然. 锻造工艺及模具设计课程虚拟仿真实验教学设计[J]. 模具工业, 2015, 41(12): 63-66.