新工科背景下基于混合式教学的《增材制造技术》课程多元化评价机制探索

滕媛 师文庆 薛名山 崔晓丽 陈东东 *
广东海洋大学材料科学与工程学院，中国 · 广东 阳江 529500

摘要：新工科建设对我国高等工程教育改革提出了迫切要求，旨在培养出具备创新、跨界整合及实践能力的新型工科人才。《增材制造技术》融合了数字化设计、材料科学与精密制造等多学科前沿知识，是实践性与创新性极强的课程，其传统单一终结性评价模式已难以适应新工科的人才培养目标。本文基于混合式教学模式，深入探讨了《增材制造技术》课程多元化评价机制的构建。本文首先分析了新工科背景下实施混合式教学的必要性，继而剖析了该课程的特点及其对教学评价提出的新挑战，最后重点设计了融合线上学习行为、项目驱动实践、协作创新过程及多维能力反馈的多元化、过程性评价体系，旨在更科学、全面地衡量学生的综合能力与素养，提升粤西地区应用型人才的培养质量，为同类地方应用型高校的工科课程教学改革提供参考。

关键词：新工科；混合式教学；增材制造技术；多元化评价；过程性评价

Exploration of Diversified Evaluation Mechanism for Additive Manufacturing Technology Course Based on Blended Teaching under the Background of New Engineering

Teng Yuan, Shi Wenqing, Xue Mingshan, Cui Xiaoli, Chen Dongdong*
Guangdong Ocean University, School of Materials Science and Engineering, China Guangdong Yangjiang 529500

Abstract: The development of new engineering has created an urgent need to reform higher engineering education in China to cultivate a new type of engineering talent with innovative ability, cross-disciplinary integration ability, and practical ability. "Additive Manufacturing Technology" integrates cutting-edge knowledge from multiple disciplines, including digital design, materials science, and precision manufacturing. It is a highly practical and innovative course, and its traditional single summative evaluation model is no longer suitable for the talent cultivation goals of new engineering disciplines. This article is based on a blended learning model, and deeply explores the construction of a diversified evaluation mechanism for the course "Additive Manufacturing Technology". This article first analyzes the necessity of implementing blended learning against the backdrop of new engineering, then analyzes the characteristics of the course and the new challenges it poses for teaching evaluation. Finally, it focuses on designing a diversified and process-oriented evaluation system that integrates online learning behavior, project-driven practice, collaborative innovation process, and multidimensional ability feedback. The aim is to more scientifically and comprehensively measure students' comprehensive abilities and literacy, improve the quality of applied talent cultivation in western Guangdong, and provide a reference for engineering course teaching reform in similar local applied universities.

Keywords: New engineering; Blended teaching; Additive manufacturing technology; Diversified evaluation; Process-based assessment

0 引言

随着全球新一轮科技革命与产业变革的加速推进，以新技术、新业态、新模式为特征的新经济蓬勃发展。为主动应对这一变革，教育部积极推进“新工科”建设[1]，旨在培养未来多元化、创新型的卓越工程人才。新工科强调学科的交叉融合、创新实践能力的塑造以及终身学习素养的培育，这对传统的工程教育理念、教学模式与评价机制带来了巨大挑战[2]。

增材制造技术，又称 3D 打印，是“中国制造 2025”重点发展的前沿技术[3]，也是“广东省制造业高质量发展‘十四五’规划”中的核心技术之一[4]。粤港澳大湾区作为国家战略，正致力于建设具有全球影响力的国际科技创新

中心和先进制造业基地，其中高端装备制造、新材料、生物医药等产业对增材制造技术人才需求迫切。粤西地区作为广东省沿海经济带的重要组成部分，其地方高校承担着为区域产业升级和大湾区建设输送高质量应用型人才的重要使命。

增材制造技术打破了传统等材、减材制造的局限性，实现了从数字化模型到实体构件的一体化成型，极大地拓展了复杂结构的可制造性，从原理上实现了“制造自由”[5]。增材制造过程主要包括两部分：第一是数据处理，即采用切片软件将三维模型分切成薄层；第二是制作过程，根据分层数据，采用特定的堆积方法按顺序逐层制作出相应的薄片，叠加构成三维实体。2012 年，美国材料与试验协会（ASTM）和国际标准化组织（ISO）增材制造技术委员会（F42）按照材料堆积方式将增材制造技术分为七大类[5]，如表 1 所示。增材制造过程涉及结构设计、三维建模、材料选择、工艺参数设计优化、设备操作、后处理等环节，具有高度的实操性、显著的创新性和强烈的学科交叉性。然而，在传统教学模式下，该课程常面临以下困境：理论知识抽象难懂、实验设备数量不足制约学生动手机会、考核方式多以课程论文或考试为主，无法有效评估学生的实际操作能力、创新思维和解决复杂工程问题的能力。

混合式教学将线上学习的灵活性与线下教学的深度互动相结合，为破解上述难题提供了有效路径[7]。教学模式的改革必然要求评价机制的同步革新，构建与之匹配的多元化评价机制，实现对学生学习全过程、多维度能力的精准评估，已成为《增材制造技术》课程教学改革成功的关键，也是粤西高校提升人才培养质量、增强服务大湾区能力的重要举措。本文旨在探索如何基于混合式教学，构建科学、公正、导向清晰的多元化评价体系，以真正契合新工科的人才培养内涵与区域经济发展需求。

1《增材制造技术》课程特点及进行混合式教学的必要性

增材制造技术具有强实践性、高创新性与前沿性，这决定了《增材制造技术》课程教学模式必须兼顾理论教学和实践操作，要在传授理论知识的基础上培养学生的建模能力、动手能力、设计能力、综合处理能力，建立学有所用、学以致用、活学活用的科学逻辑思维。传统讲授教学模式很难同时达到这些要求，混合式教学以其独特的优势，成为承载新工科教育理念的理想载体。通过混合式教学可以达到以下效果：

（1）适应个性化学习需求，培养学生自主学习能力。由于《增材制造技术》课程仅 32 课时，而增材制造技术种类、材料及应用非常丰富，仅通过课堂讲授，学生难以达到深度理论学习。通过混合式教学，线上可提供丰富的教学资源，如慕课、建模教学、前沿文献、应用案例、设备资料等，学生可根据自身基础、节奏和兴趣进行预习、复习与拓展学习，有助于培养学生信息获取与自主学习的能力，提高学习效率。

（2）破解理论与实践脱节难题，强化工程实践能力。工科教育长期存在“重理论、轻实践”的问题，混合式教学可实现“线上理论 + 线下实操”。学生线上学习增材制造的原理、特点、结构设计等基础知识，线下课堂时间则可用于开展打印实验、性能测试等实践环节，将理论与实践深度结合，培养学生的实操能力。

（3）促进度学科融合与创新思维的训练。增材制造技术本身是计算机、新材料、机械、光学、控制工程等多学科协同发展的产物。通过线上平台可以引入大量的航空航天、新能源、生物医疗等领域的应用案例和前沿动态。线下课堂则可基于真实应用场景提出打印需求，组成小组并完成打印任务，过程中培养学生从多视角审视问题，运用先进设计理念，将想法变为真实应用场景。

（4）实现教学数据自动采集，助力教师多元化评价实施。线上学习平台可自动、无损地记录学生的学习轨迹，如视频观看时长、章节测试成绩、文献下次量等。这些形成性数据为教师评估学生的学习投入度、知识掌握程度提供了客观依据，使得过程性评价成为可能，进一步优化评价机制。

表 1 增材制造技术分类

工艺	主要技术	主要材料类型	用途
光固化成 Vat Polymerization	SLA、DLP 等	光敏聚合物	模型制造、零部件直接制造
材料喷射 Material Jetting	IJP、NPJ 等	聚合物、金属、陶瓷	模型制造、零部件直接制造
黏结剂喷射 Binder Jetting	3DP	聚合物、砂、陶瓷、金属	模型制造
材料挤出成形 Material Extrusion	FDM、DIW	聚合物、金属、陶瓷	模型制造、零部件直接制造
粉末床熔融 Powder Bed Fusion	SLS、SLM、EBM	聚合物、砂、陶瓷、金属	模型制造、零部件直接制造
薄材叠层 Sheet Lamination	LOM、VAM	陶瓷、金属	模型制造、零部件直接制造
定向能量沉积 Directed Energy Deposition	LENS、WAAM 等	金属	修复、零部件直接制造

2 基于混合式教学的多元化评价机制构建

针对以上分析可以看出，传统的以平时成绩和期末考试或提交课程论文的成绩评价方式，无法捕捉到上述复杂、多维的能力表现，仅讲授式授课容易使学生停留在理论层面，无法实现创新、实践能力的培养，与新工科目标背道而驰。为了充分发挥混合式教学的优势，需要构建一个贯穿课前、课中、课后全教学过程，融合线上与线下，定量与定性相结合的多元化评价机制。该机制需从“知识、能力、素养”三个方面对学生进行综合考评。

2.1 评价原则

在评价体系构建中，需坚持多维度融合原则：（1）过程性评价与终结性评价相统一，通过提高学习过程的考核权重，关注学生的成长轨迹与动态进步；（2）定量评价与定性评价相补充，既依托线上数据提供客观评价，又借助教师主观评语及同学互评反馈非量化表现；（3）个体评价与团队评价相协调，在小组项目中既考核团队整体成果，也通过教师观察区分个人贡献，避免平均主义；（4）能力导向与创新激励相并重，将评价重心向实践能力和创新素养倾斜，鼓励学生勇于试错、大胆探索。通过以上原则，能够建立全面、科学且富有发展性的评价机制。

2.2 具体评价体系设计（总分 100 分）

针对增材制造课程特点，遵循过程与终结、定量与定性、个体与团队、能力与创新相结合的评价原则，构建了总分 100 分的评价体系，具体包括线上自主学习、线下课堂参与与实践、项目式学习成果三个一级维度，覆盖“知识、能力、素养”三维目标，如表 2 所示。其中，线上自主学习占 20%，借助超星等平台自动统计与章节测验，夯实基础知识并记录学习投入；线下课堂参与与实践占 30%，通过教师记录的互动质量和标准化评分表考核实验操作，将定量打分与定性观察相融合；项目式学习成果占 50%，作为核心环节，在成果质量评价基础上，嵌入小组匿名互评、教师过程观察及项目报告 / 答辩，既关注团队协作又有效区分个体贡献，并重点评价设计创新性与实践合理性。整体设计通过权重分配与多主体、多形式评价的有机结合，实现了对增材制造课程学习全过程的动态覆盖，既注重基础与技能，又激励创新与协作，为同类实践型课程提供了可操作、重发展的评价参考。

3 多元化评价机制的实施与改进

多元化评价机制的有效实施，应从评价标准、线上线下学习情况、教师能力与师生反馈四个方面进行。首先，制定合理、规范、详细的评价标准，并在课程首次上课时向学生公布评价内容、权重、评分细则等，使其明晰成绩构成，明确课程学习目标与努力方向；其次，充分利用超星等线上平台的数据统计功能，结合线下课堂表现、设备操作、小组互评和答辩评分，确保将各环节学习情况统计清楚，保证各个环节成绩构成清晰、可追溯；再次，提升教师评价能力，通过教研活动、AI 技能提升学习等，增强教师对过程性评价、项目式评价及创新素养评价的把握水平；最后，建立师生动态反馈，将各个阶段评价结果及时反馈给学生，教师根据学生情况总结教学经验和评价机制优缺点，形成“评价 – 反馈 – 改进”的持续优化机制。

4 结语

在新工科建设的浪潮中，《增材制造技术》课程的教学改革势在必行。混合式教学不仅是授课技术手段的更新，更是教育理念的进步。与之适应的多元化评价机制，从传统的“知识考核”转向“能力评估”，真正将教学重点拉回到对学生工程实践能力、创新协作精神和综合素养的培养上。

本文构建的评价体系强调过程性与发展性，融合了线上与线下、个体与团队、定量与定性等多种元素，力求全面、客观地描绘学生的成长轨迹。尽管在实施过程中仍会面临挑战，但其方向符合工程教育认证和新工科的内在要求。未来，我们将进一步利用新技术、新方法使评价机制更加智能、科学，持续推动课程建设与人才培养质量的提升。

表 2 多元化评价体系构成表

评价维度	评价内容	评价方式	权重	考核重点
线上自主学习	线上视频与资料学习完成度	平台自动统计	10%	学习投入度、自律性
	在线章节测验与作业	平台评分	10%	基础知识掌握
线下课堂参与与实践	课堂互动与提问	课堂观察 + 评分表	10%	课堂投入度与知识掌握程度
	设备操作	操作规范评分表	20%	实践能力、安全意识、原理掌握
项目式学习成果	项目成果质量	教师评价 + 成果评分	25%	设计能力、创新能力、协作能力、实践能力
	小组匿名互评	组内互评	5%	团队协作、责任意思、贡献度
	教师过程观察	过程记录 + 评分表	10%	问题解决能力和创新表现
	项目报告 / 答辩	报告评阅 + 答辩评分	10%	写作、表达能力、综合素养
合计			100%	

参考文献：

[1] 肖文君，余瑶，江永涛. 新工科背景下电子信息类专业课程体系优化研究[J]. 装备制造技术，2025, 4: 84-86-93.

[2] 王荣波，冯强. 基于应用型人才培养的大学数学课程评价体系改革探索[J]. 现代职业教育，2025(12):29-32.

[3] 十二部门印发增材制造产业发展行动计划（2017-2020 年）[EB/OL]. (2017-11-30) [2026-10-11]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/zbys/wjfb/art/2020/art_107bd1f7d9e34472abd02a9dff5cd12c.html.

[4] 广东省人民政府关于印发广东省制造业高质量发展“十四五”规划[EB/OL]. (2021-07-30) [2026-10-11]. https://gdii.gd.gov.cn/zcgh3227/content/post_4000137.html.

[5] 李曦，吴月. 增材制造技术赋能模具装备制造产业的创新与发展[J]. 模具制造，2026, 26(9): 168-170.

[6] 李涤尘，田小永，吴玲玲. 增材制造技术[M]. 北京：科学出版社，2024.

[7] 王亚璇，李小鹏，李洁等. OBE 理念下智能制造专业混合式《大学生创业基础》课程评价体系研究[J]. 时代汽车，2025(14):50-52.

基金项目：2026 年度广东海洋大学本科教学质量与教学改革工程项目 - 规划教材建设项目“海洋材料科学基础”（项目号：PX-842026014）；广东省高等学校教学管理学会“十五五”规划 2026 年度高等教育教学改革研究课题（项目号：ZD202601004）；广东海洋大学“海洋 +”跨学科课程思政教学团队建设项目（项目号：PX-1862026001）；广东海洋大学科研启动经费项目（项目号：60302032409）。

作者简介：第一作者：滕媛（1991-），女，博士研究生，博士，讲师，研究方向：材料科学与工程专业教育。

* 通讯作者：陈东东（1990-），男，博士研究生，博士，讲师，研究方向：材料成型及控制工程专业教育。