

# 《增材制造技术》在线开放课程建设实践

李晓芳

(山东工业职业学院, 山东 淄博 256414)

**摘要:** 增材制造技术, 是一种新兴的快速成型技术, 它是一种数字模型文件为基础, 运用粉末状金属或塑料等可粘合材料, 通过逐层打印的方式来构造物体的技术。增材制造技术被誉为“第三次工业革命最具标志性的生产工具”。近年来, 随着增材制造技术成本的降低、设备的普及, 其在教育领域的应用越来越广泛。山东工业职业学院《增材制造技术》课程是职业院校中开设时间最早的一批。该课程在超星学银在线、学习通等平台开设在线开放课程, 依据人才培养方案、课程标准和真实生产内容的业务流程, 参照“1+X”职业技能等级标准, 分析材料成型及控制专业主要专业能力要求和岗位需求, 培养具备增材制造模型设计应用能力, 具有工匠精神、创新能力和信息素养, 能够从事增材制造工艺设计、增材制造设备操作等工作的高素质技术技能人才。

**关键词:** 增材制造制造; 人才培养; 课程建设

## 一、《增材制造技术》课程定位与目标

《增材制造技术》是材料成型与控制技术专业的专业核心课程。前置课程《机械制图》、《机械设计基础》, 后置课程《增材制造》实习实训。专注于增材制造新型产业的科技前沿技术研究, 服务新型工业化国家战略。课程依据人才培养方案、课程标准和真实生产内容的业务流程, 参照“1+X”职业技能等级标准, 分析材料成型及控制专业主要专业能力要求和岗位需求, 培养具备增材制造模型设计应用能力, 具有工匠精神、创新能力和信息素养, 能够从事增材制造工艺设计、增材制造设备操作等工作的高素质技术技能人才。

## 二、《增材制造技术》课程的教学结构与内容

《增材制造技术》课程从增材制造模型设计应用能力要求出发, 依据产品开发流程设计教学模块和教学空间, 将课程内容进行优化和调整。教学模块来自企业生产内容、职业技能大赛载体和1+X职业技能鉴定题库, 动态更新。课程共设计6个教学模块。分别是增材制造技术的理解与应用分析、基于SLS技术制造行星齿轮、基于SLA技术制造排风扇叶轮、基于WJP技术制造手机支架、基于逆向技术的吸尘器产品改型设计与制造、Prusa i3桌面打印机的组装调试与维护。模块1增材制造技术的理解与应用分析主要介绍3D打印技术的产生和发展、各种3D打印技术的原理和流程, 剖析了目前主流的3D打印技术, 包括光固化成型技术(SLA)、选择性激光烧结技术(SLS)、熔融沉积快速成型技术(FDM)、三维打印成型技术(3DP)和薄材叠层制造成型(LOM); 模块2基于SLS技术制造行星齿轮以行星齿轮为载体, 通过建模、切片及打印任务的实施, 完成行星齿轮的金属打印任务; 模块3基于SLA技术制造排风扇叶轮以排风扇叶轮为载体, 通过建模、切片及打印任务的实施, 完成排风扇叶轮的打印任务; 模块4基于WJP技术制造手机支架以手机支架为载体, 通过建模、装配、及切片打印任务的实施, 完成手机支架的打印、组装任务; 模块5基于逆向技术的吸尘器产品改型设计与制造以吸尘器为载体, 通过扫描、数据重构及切片打印任务的实施, 完成吸尘器产品的改型设计、打印任务; 模块6 Prusa i3桌面打印机的组装调试与维护介绍了增材制造技术的发展方向、主要的岗位及其职业能力要求、及增材制造设备的组装与维护。

为方便学生自主学习, 每个学习模块设计模块描述、模块学习目标/职业能力、任务关联与组织实施、巩固训练与创新探索、学习成果展示等5个学习活动。具有清晰的工作过程、成果展示和评价。分析装备制造类专业的发展历程, 整理增材制造技术涉及的重大科学技术发展成果, 设计典型人物事迹, 融入科研精神、劳模精神、工匠精神、绿色制造、职业素养、创新意识等元素内容, 在模块中形成“三结合四融入”思政育人模式。

模块	学习任务	学时	知识点	思政专题	职业专题
模块1 增材制造技术的理解与应用分析	4	8	16	1	1
模块2 基于SLS技术制造行星齿轮	3	12	21	1	1
模块3 基于SLA技术制造排风扇叶轮	3	12	15	1	1
模块4 基于WJP技术制造手机支架	3	12	12	1	1
模块5 基于逆向技术的吸尘器产品改型设计与制造	4	8	27	1	1
模块6 Prusa i3桌面打印机的组装调试与维护	3	6	22	1	1

## 三、《增材制造技术》课程的建设历程及资源建设

### (一) 课程建设历程

#### 1. 初创期(2012-2016)

根据山东省制造业发展和行业的需求, 通过专业岗位调研, 开设本课程。建设初期, 以培养学生基本素质与专业技术应用能力为主线, 指导学生参加山东省职业院校技能大赛等比赛, 累计获奖32项。

#### 2. 发展期(2017-2020)

基于专业课程改革, 依据专业人才培养方案, 为更好的服务于增材制造工艺设计、增材制造设备操作等岗位要求, 优化、重组模块化课程内容。

成功申报山东省精品资源共享课, 成为学银在线课程示范包并获推荐。开展省部级以上课题研究2项, 校级以上6项, 发表论文10余篇。

#### 3. 成熟期(2021-2023)

依据高等职业教育专科专业简介规范课程名称为《增材制造技术》。基于知识图谱, 围绕“思政、理论、实践、拓展、赛证”五个维度持续完善课程资源。

目前, 学银在线开课5学期, 页面访问量361万多次, 学银在线人均访问量1182次, 课程学员来自于东中西部34所不同院校和企事业单位; 课程讨论区主题数6800多个, 发文数69500多个, 人均发帖数12个。学生参加省级以上比赛, 累计获奖32项。开展省部级以上课题研究6项, 发表论文10余篇。

### (二) 课程资源建设

#### 1. 立体资源全覆盖, 动态更新

课程建有完整的立体资源。

包括微课视频、动画资源、虚拟仿真资源、教学课件、教学设计、实训指导、行业资讯、习题库、企业案例资源库等基本课程资源库；

整理增材制造技术涉及的重大科学技术发展成果，典型人物事迹，以及相关的生活实践、教学实践、科技实践等，建立思政资源库；

建立自主练习任务电子文档、示范视频、源文件、名词术语、职业技能等级与技能竞赛训练包等拓展资源库。

自主开发增材制造技术虚拟仿真实训系统，共有增材制造技术实施流程、熔融沉积打印机、光固化打印机、选择性激光烧结打印机4个实验。包括实验预习、设备认知、设备操作及交互考核等环节。

持续建设在线课程，每学期迭代更新一次。体现增材制造技术发展和教学改革成果。

## 2. 知识图谱辟新径，精准评价

课程团队依托超星平台开展了课程知识图谱建设与应用，借助课程已建成的丰富立体资源，通过重构课程知识体系、优化重组数字资源、精准定位知识点、科学划分认知维度，完成了课程的知识图谱、问题图谱体系的构建，并在教学中开始应用，帮助学生精准掌握课程内容，教师精准施教，取得显著成效。

本课程第3期课程资源，按照七个层级共建设知识点364个，关联教学视频82个、累计735分钟，动画资源27个，视频、动画、虚拟仿真类资源占比49.78%；另有案例库等非视频资源334个，各类试题301道，同时依托超星强大的大数据技术，动态关联大量的同类课程视频以及专业类、学术类资源，有效扩展学生的学科视野。

## 四、《增材制造技术》课程的教学组织与实施

### （一）教学组织

1. 构建“双师双线，四层递进，六步达标”教学模式，优化教学组织方法

引入增材制造企业真实任务，经多轮信息化教学改革，探索出校内校外双师协作，线上线下一体化融合，基础学习、强化训练、拓展探究、评价反馈四层递进的混合教学模式。从课前、课中、课后三个环节，通过“导、析、解、移、评、拓”六个步骤，合理使用多种教学方法，保障知识、技能、思政全达标。

2. 实施“一依据，三结合，四融入”育人模式，课程教育思政育人相统一

依据增材制造技术所归属或服务的装备制造类专业发展历程，结合学生未来从事工作的职业素养要求、中国特色社会主义伟大实践、国际国内时事，挖掘其中所蕴含的使命感、责任感、爱国精神、奋斗精神、创新精神等思政元素，融入教学方案、课堂教学、实践教学和学生自主学习中，实现课程教育和思政教育有机统一。

### （二）教学过程

以任务3.3排风扇叶轮模型的打印及后处理为例，进行混合式教学设计。

#### 1. 课前翻转

学一学生完成在线学习任务，学会知识点基本技能操作，进行在线测验，完成调研任务、知识构建；

跟一教师跟踪学生学习情况，查看视频学习完成率、发起话题讨论，收集学习问题；

调一教师根据学习任务完成情况、测验情况等，及时调整教学策略。

#### 2. 课中巩固

以“排风扇叶轮模型的打印及后处理”任务为载体，按照“任务导入—任务分析—释疑解惑—实训迁移—总结评价—拓展提升”

六个步骤开展线下教学活动。

#### 3. 课后拓展

通过辅导反馈、讨论答疑和网上作业布置、提交、批改以及网上社区讨论等，促进师生之间、学生之间深度资源共享、问题交流和协作学习，形成自主学习教学生态。

### （三）考核评价

充分利用信息技术，构建“过程性评价（40%）+形成性评价（20%）+终结性评价（30%）+增值性评价（10%）”的全过程多维度多元化的综合考核评价体系。

依托多层次知识图谱体系和精准关联的教学资源，探索基于大数据的信息采集分析，全程记录、跟踪学生学习过程，实现学生不同学习模式下知识点掌握度的精准化诊断。

## 五、教学效果

### （一）翻转课堂效果好

创设任务情境和思政案例，虚拟仿真等游戏化学习教学方式和多种教学方法、策略。学生发帖率由46%升至98%。作业测试合格率由73%升至96%。调查问卷、投票、抢答等课程活动参与度100%。

### （二）教学成果创新高

团队教师协同教学，开展教学改革研究。主持参与教改课题8项，横向课题5项，技术服务到账60余万元；发明专利授权3项，实用新型专利12项。获省级教学成果奖一等奖，二等奖。

### （三）学生职业技能棒

通过企业项目实践、企业导师指导等方式，让学生接触企业真实问题和挑战，与企业导师合作解决问题，提高实践能力和行业适应能力。学生参加相关技能大赛获省级以上奖项40余项。

## 六、特色创新

### （一）创新“双师双线，四层递进，六步达标”教学模式

双师—校内专任教师和企业导师；

双线—线上线下一体化、学校企业两条路线；

四层递进—基础学习、强化训练、拓展探究、评价反馈；

六步达标—通过“导、析、解、移、评、拓”六步开展线下教学活动。

（二）构建基于知识图谱的“全过程多维度多元化”综合评价体系

全过程即整个学习过程的学习成果均纳入课程考核评价；

多维度即将职业技能竞赛相关赛点与职业技能等级标准，融入课程考核评价标准，将知识、素质与技能学习成果模块化，逐项评价；

多元化即校内教师、企业导师和学生多主体评价。依托多层次知识图谱体系和精准关联的教学资源，优化全过程考核机制。

（三）建设“教—学—练—管—评”一体化的虚拟仿真实训系统

科学设计实验预习、设备认知、设备操作及交互考核等环节。通过数字化技术手段实现沉浸式的实训体验，采用多元化分阶考核评价，使学生能够更好地理解和掌握实际技能，降低实训危险系数，降低实训成本。

## 参考文献：

[1] 陈玉梅，杨来. 高职“教学做”一体化教学模式探析——以数控车床编程与加工课程为例[J]. 教育教学论坛，2020（27）：357-358.

课题项目：本文系2023年度山东省职业教育教学改革研究项目《装备制造类专业“一匠多能”现场工程师培养模式的研究与实践》研究成果。