

# 《3D 打印结构优化设计》课程在机械专业教学中的应用研究

李华雄

(佛山职业技术学院 528137)

摘要: 分析制造业对 3D 打印技术应用型人才的需求, 积极探索《3D 打印结构优化设计》课程在机械专业教学中的应用, 对于培养具有先进设计与增材制造思维应用于机械制造领域的复合型应用人才具有积极的作用。

关键词: 人才; 机械专业; 增材制造思维

Research on the Application of the Course "3D Printing Structure Optimization Design" in the Teaching of Machinery Major  
Huaxiong LI  
FOSHAN POLYTECHNIC 528137

Abstract: Analyze the demand of the manufacturing industry for 3D printing technology applied talents. Actively explore the application of the course "3D printing structure optimization design" in the teaching of mechanical specialty, which plays a positive role in cultivating compound applied talents with advanced design and additive manufacturing thinking applied in the field of mechanical manufacturing.

Keywords: professional talents; mechanical speciality; additive manufacturing thinking

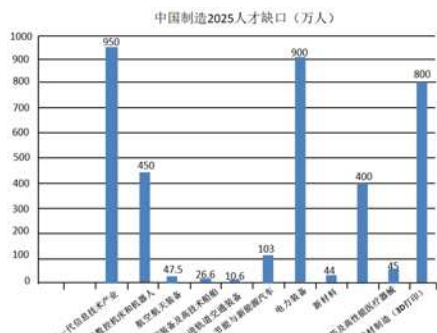
## 引言

增材制造(3D 打印)是一个多学科技术交叉的行业, 又被视为是中国制造转型升级换道超车的重要技术突破口。当前随着 3D 打印行业的发展, 社会对 3D 打印应用人才的需求量日益增加, 同时对人才的要求也有了相应的提高。在此背景下, 对机械类专业教学进行研究, 从而培养出符合时代发展要求的优秀专业人才, 促进我国国民经济良好发展确有必要。3D 打印技术是基于逐层打印的方式可以在不用模具和工具的条件下生成几乎任意复杂的零部件产品, 然而其需要具有专业建模能力的设计师构建出复杂、新颖的高性能结构模型。由此可见, 轻量化设计和增材制造技术的结合能够有效突破各自的发展瓶颈, 并有望促进现代制造业发生质的飞跃: 一方面为复杂构件的加工制造提供了可能性, 另一方面也彻底解放了构型设计的思维。基于此, 教师应树立终身学习理念, 不断与时俱进, 及时更新教学理念, 充分利用先进制造技术丰富教学式, 激发学生的学习兴趣。近年来, 3D 打印技术融入教学中有效调动学生的学习创新积极性, 也有助于提高教师的教学质量和技能水平。因此, 研究如何将 3D 打印技术应用到机械专业教学中是职业院校机械类教师的一个重要教学研究课题。

## 1 课程应用现状

### 1.1 现有的机械专业教学课程不能满足 3D 打印技术人才培养

近几年, 3D 打印行业快速成长, 我国 3D 打印技术人才建设的短板成为产业更上层楼的重要阻碍, 解决人才培养问题, 成为行业发展的当务之急。目前我国 3D 打印及相关专业人才缺口超过千万, 其中制造业对 3D 应用人才需求最大, 至 2025 年预计缺口为 800 万人。



数据来源: 教育部《制造业人才发展规划指南》

一是 3D 打印技能型人才综合能力不强。3D 打印技术是一项综合性强跨学科, 用好 3D 打印技术对师生的综合素养要求很高。

二是 3D 打印职业教育发展思路不够清晰, 没有统一的标准。一方面从传统的机械制造类专业过渡到 3D 打印职业教育中, 内容传统陈旧、工程能力训练不到位、创新能力及职业素养缺失问题; 二方面各区域各个层次没有形成统一标准, 在 3D 打印人才培养方案及课程设置标准不一。

### 1.2 传统制造工艺与 3D 打印工艺不能有效地结合

传统行业对 3D 打印的认识不够深入, 只是认为是一种产品外观的表现手段, 会存在旧有制造工艺思维, 没有很好地把 3D 打印技术与传统制造技术相结合, 运用在生产应用及教学上。目前, 3D 打印已经克服传统制造的一些缺点, 在生产工艺、生产技术、材料等方面非常成熟, 并形成了配套完善、功能齐全、社会各界广泛认可的产业基础, 是工业设计的快速迭代, 传统制造的有益补充和提升。

根据以上分析, 在机械专业的教学中融入《3D 打印结构优化设计》课程, 在机械专业的 3D 打印教育教学工作应不断优化 3D 打印技术, 完善 3D 打印教育创新, 使 3D 打印在象牙塔里的高科技发展, 成为融入学校、家庭和社会教育常态的具有革命性影响的技术, 培养人人具备增材制造思维, 对机械专业师生开展 3D 打印技术的学习工作具有显著必要性。

## 2 课程应用优势

当前的传统的机械设计创新类课程内容陈旧、设计模式相对固定、创新性不足等问题, 而对于机械专业人才培养而言, 除了要使学生掌握本专业的基本理论和方法以外, 还应具备开拓创新思维、会利用新技术新工艺及较强的动手能力。因此, 为适应机械专业应用型专门人才培养目标和培养学生的创新精神和实践能力的需要, 有必要把《3D 打印结构优化设计》课程融入到机械专业教学中。通过在机械专业设置《3D 打印结构优化设计》课程, 能够使师生了解和认识 3D 打印的成型原理与工艺分类, 产品结构优化的原理以及优化设计与 3D 打印之间的关系, 掌握传统制造工艺与 3D 打印技术工艺技巧, 熟练运用 CAD/CAE 软件对产品结构优化设计、分析及重构, 从而减少材料损耗, 达到轻量化设计, 又可以提高 3D 打印产品的各方面性能。在教学中优化传统机械制造教学的创新手段, 培养在机械制造领域的增材制造思维, 激发老师、学生的兴趣和创造能力, 提高思维创新与实践能力。

## 3 课程研究思路

结合课程设置以佛山职业技术学院智能制造学院快速制造中心

联合三水合成快速制造学院和中峪智能 3D 打印产业学院 2 个校企合作基地作为教学实践平台, 改变传统的机械专业教育讲授与实践训练相分离的教学方法, 建立课堂、实训车间和合作企业三位一体的教学模式, 即学生学习专业课程知识后及时到企业或实训车间进行企业案例实际的操作实践和动手设计开发 3D 打印的相关结构优化设计产品, 培养师生在创新创造过程中会利用增材制造思维去发现问题及解决的能力。

#### 4 课程研究实施与效果

##### 4.1 实施内容

(1) 按照 3D 打印产品结构优化设计及制造的技术流程, 以产品前期优化设计和 3D 打印工艺为学习对象, 确定岗位人才需求。

针对目前机械专业(3D 打印方向)人才培养目标, 在广泛的调研、吸收行业和企业专家意见和建议情况, 紧扣市场需求, 分析产品前期优化设计及开发人才培养需求:

a. 对于从事生产一线的产品结构优化人才: 要求必须在一定专业基础知识的基础上熟练掌握 3D 打印技术工艺特性和相关设备操作的实践能力。

b. 对于灰领型产品结构优化设计人才: 要求具有较强的结构设计理论知识水平, 又有较强的动手能力。

c. 对于金领型产品结构优化设计人才: 要求既有扎实的设计分析、制造专业基础知识, 有一定的工作经验、创新能力、专业技能。

(2) 基于 3D 打印技术领域, 灵活组织和设计课程教学内容。

针对机械专业知识体系, 在实施《3D 打印头拓扑优化设计》课程教学, 应着重规划优化课程大纲, 筛选及完善课程案例, 做到有序渐进的、深入的理论与实践相结合的课程内容, 注重实际问题能力培养, 注重实践积累, 注重新技术新技能学习及 3D 打印思维运用。

(3) 校企共建, 资源共享。

以快速制造中心为基础, 联合三水合成快速制造学院和中峪智能 3D 打印产业学院 2 个校企合作基地作为教学实践平台, 实现“企业-学校”设备及企业案例资源共享。通过与企业合作, 让学生近距离地接触仿真的研发、车间和生产线, 为教学提供全面实验支持, 使学生能将各种理论知识与科研实践相结合, 获得解决问题的能力 and 团队合作的岗位职业素质。

(4) 优化第二课堂, 促进和提升学生的创新能力。

通过建立学生专业协会及社团的方式, 优化第二课堂, 将学生纳入到与企业开展的技术开发、资源开发、技术培训、产品生产过程中的去, 通过课余的协同创新项目孵化并实施, 辅助以课后的实训开放制度, 有效促进了学生创新能力和职业素养培养。邀请企业专家学者做专题报告和学术前沿讲座, 使学生能够更好地了解到 3D 打印结构优化设计技术的前沿发展动态, 拓宽学生和教师的思维知识面, 不仅仅局限于课本知识教学, 活跃课堂氛围, 创新教学模式。

##### 4.2 实施成效

(1) 人才培养与课程内容统一

基于《3D 打印结构优化设计》课程在机械制造类专业教学中的应用的人才定位在于产品的前期结构优化设计、分析与制造。重点掌握 3D 打印液、粉状材料性能, 对中等复杂及以上的产品进行结构优化与分析, 提出可行性结构优化方案, 掌握 3D 打印液、粉状材料的成型工艺原理及后处理技巧, 掌握传统制造工艺与 3D 打印技术工艺技巧, 熟练运用 CAD/CAE 软件对产品结构优化设计、分析及重构, 减少材料损耗, 实现产品轻量化设计, 提高 3D 打印产品的各方面性能的能力。

(2) 优化及完善实训环境及功能

合理利用校内、校外实训环境, 完善校企双方合作制度, 加强对课程案例的实践的综合应用, 着重培养在 3D 打印产品的结构优化设计、产品的重构设计、SLS 与 SLM、多轴加工工艺等方面的跨领域技术能力。能满足学生进行本课程全方位、不同层次和能力培养的需要。

(3) 在校企合作中的应用

高职院校培养应用、实践型人才, 教学模式中离不开校企合作教学模式, 使高职院校始终走在技术前线, 解决企业面临的众多技术瓶颈, 培养应用型、创新型和技术型人才。产品结构创新设计

与 3D 打印技术相结合, 可以更加直接有效快速验证产品迭代, 使学生能够在生产一线解决问题, 既提高学生的应用能力, 又解决企业的生产难题。学生参与到企业的产品设计中去, 使企业生产成本得到控制, 生产质量得到提高, 实现产品轻量化设计, 服务于企业, 服务于社会的目标。

(4) 技术的学习、创新及推广

a. 明显提高了学生对机械类课程的学习兴趣与学习热情, 使学生利用电脑软件设计产品的能力大大提升, 学生软件绘图、制造工艺等规范性也明显提高。

b. 参加技能竞赛, 提高学生的创新意识, 使个性化设计得到发扬, 从而更好的带动学生熟练应用先进制造技术, 使技术创新、设计创新、应用创新得到加强。

通过培训与比赛, 学生学习创新设计的热情被带动起来。学院连续 3 年共组织了 20 名学生参加相关省级、国家级机械专业相关的大赛, 共获得 15 项奖励, 其中有 3 项国际奖。

上述成绩表明,《3D 打印结构优化设计》在机械专业教学中的应用, 培养了学生的多学科知识基础和创新能力、工程实践能力和增材制造思维, 特别是较强的多学科知识综合运用能力, 充分体现了新的人才培养模式的办学理念。

#### 5 结论与创新

通过《3D 打印结构优化设计》课程在机械专业教学中的应用研究, 把结构优化结合 3D 打印的产品创新案例分析与讲解, 让师生能够清晰地了解到使用 3D 打印技术进行产品设计的整个创新流程, 从设计方法、结构优化, 工艺数据处理, 实际打印, 到最终产品后处理与测试, 介绍覆盖与 3D 打印相关的方方面面, 充分认识打印所需要的流程和知识结构, 贯穿从理论到实践整个教学流程, 培养人人具备先进设计及增材制造思维。

本课程应用的创新点有如下方面:

(1) 根据现代产品结构优化设计开发流程, 整合相关专业技术知识, 重新构建制造领域的技能型人才培养方案。

(2) 将《3D 打印结构优化设计》课程教学内容与企业紧密结合, 为广大师生提供典型的企业案例, 丰富学生的教学实践内容, 提高社会的实践和解决问题的能力。

(3) 将课堂、实训车间、合作企业三位一体, 有效营造真实的设计制造生产氛围, 提升学生创新综合能力及工程应用能力。

##### 参考文献:

- [1] 教育部,《制造业人才发展规划指南》, 2017;
- [2] 白鹤, 陈涛.3D 打印技术在高职机械教学中的实践及应用技巧[J]. 电工技术, 2018 (10): 97-98.
- [3] 丰章俊, 符海建.3D 打印技术在机械专业教学中的应用[J]. 广东职业技术教育与研究, 2017: 31-33.
- [4] 刘柱栋.3D 打印技术在高职院校专业教学中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2016 (15): 180.
- [5] 李华雄, 王晖.融于课外实践的跨学科创新设计人才培养研究与实践[J]. 教育研究, 2021: 248.
- [6] 项乾辉, 陈胜.3D 打印机组装在拆装实践中的应用[J]. 机械工程师, 2016 (10): 62-64.
- [7] 周蜜, 刘国春, 丰世林.民航机务类专业《机械设计课程设计》教学改革与创新实践研[J]. 机械设计, 2018: 300-302.
- [8] 李春玲, 唐艳玲, 谭洪.3D 打印技术与 ProENGINEER 软件结合的工程训练研究[J]. 电子技术与软件工程, 2013 (23): 115-116.
- [9] 朱荣华, 黄凤立, 张礼兵, 等.3D 打印项目教学法在模具 CAD/CAM 中的应用研究[J]. 教育现代化, 2017 (40): 67-69, 74.
- [10] 战丽娜. 3D 打印在高职机电专业校内实训中的应用研[J]. 科技教育, 2018: 113-117.
- [11] 曾舟, 傅骏, 吴代健, 等.增材制造技术在职工铸造教学中的应用探索与实践[J]. 亚太教育, 2016 (17): 280-281.
- [12] 杜佩明, 张荣坤, 刘总帅, 等.面向工程设计需求的拓扑优化技术发展现状与展望[J]. 工程技术, 2017: 130.
- [13] 李方正,《我国增材制造从业人员现状分析》, 3D 打印人才专题文章, 2021.