

1+X 证书制度下增材制造专业人才培养模式思考与实践

邱志惠¹, 卢秉恒^{1,2}, 陈祯¹

(1.西安先进制造技术研究所, 陕西 西安 710049; 2.国家增材制造创新中心, 陕西 西安 710049)

摘要:增材制造又称 3D 打印, 是一项集光、机、电、计算机、数控及新材料于一体的先进制造技术, 被誉为能够引领未来产业变革的颠覆性技术之一。全球范围内新一轮科技革命与产业革命正在萌发, 世界各国纷纷将增材制造作为未来产业发展新增长点, 加快布局前沿和共性关键技术研发, 推动增材制造技术产教融合深度发展。产业的高质量发展离不开高素质高技能人才的培养和成长, 人才紧缺问题是增材制造产业快速发展的关键问题。本文探讨了 1+X 证书制度下增材制造技术与职业教育结合的必要性, 结合西安交通大学和国家增材制造创新中心的前期实践, 分析了新机遇下增材制造专业建设和人才培养面临的问题和解决方法, 为探索新时代增材制造人才培养新模式提供借鉴。

关键词:增材制造; 1+X 证书制度; 人才培养

中图分类号: TH166

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)35-0040-03

1 背景及意义

全球范围内的新一轮科技革命和产业革命正在萌发, 世界各国纷纷将增材制造作为未来产业发展新增长点^[1]。全球著名的麦肯锡报告认为, 增材制造印将是决定 2025 年经济的 12 大颠覆技术之一。美国《时代》周刊将增材制造列为“美国十大增长最快的工业”, 英国《经济学家》杂志认为增材制造将“与其他数字化生产模式一起, 推动实现第四次工业革命”, 认为该技术将改变未来生产与生活模式, 实现社会化制造。以云计算、大数据、增材制造等为核心、以“工业 4.0”为标志的新一轮产业革命正在来临, 制造业将成为国家经济竞争力的关键所在。欧美等发达国家将增材制造作为“再工业化”“重新夺回制造业”“重振经济”的国家战略。发展自主创新的增材制造技术, 将支撑我国由“制造大国”向“制造强国”转变, 对提升综合国力、维护国家安全具有重要的意义^[2]。

增材制造是全球制造产业变革的战略制高点之一, 是航空航天、飞机发动机、无人机、核动力、轨道交通、医疗仪器、新材料、新能源、高端芯片等领域高端装备制造的关键技术, 在大飞机、探月、点火、核电、超高飞行器等国家重大工程中具有不可替代性, 是国家战略科技核心力量, 也是先进制造领域研究关注度最高、产业发展最活跃和发展最快的领域之一。增材制造可颠覆传统产品设计制造流程, 实现复杂产品的精密高效快速制造, 为新产品结构一功能一体化的全新设计提供可能, 从而颠覆传统产品设计制造流程, 有效缩短产品设计周期, 跨越式提升产品性能和增材制造产业规模。增材制造作为新产品开发的利器, 可形成接近任意复杂构件, 使材料结构和功能可以深度融合, 最大限度发挥产品和高端装备的效能, 具有广阔的应用前景^[3]。

增材制造不仅对工业的发展具有革命性的作用, 而且对职业教育教学改革也具有重要的意义。增材制造专业的人才培养要适应就业的需求, 拓展产品开发等培养方向, 利用新技术带动专业人才建设的革新^[4]。因此, 增材制造高端专业人才的培养就成为至关重要的一环。如今, 增材制造已经慢慢走进学校课堂, 增材制造将颠覆传统教育模式。增材制造可以充分调动学生的视觉、触觉和听觉等, 将枯燥的课堂学习变得形象生动起来, 在充分感知中学习新知识, 在实践体验中感受科技之乐, 充分调动学生的想象力, 在实践操作中放飞创新设计的思想火花, 自己设计的作品眼见就可以打印完成, 将设计三维模型变成生动的实物展现在眼前, 可以帮助学生理解消化新知识。

2 1+X 证书制度下增材制造技术与职业教育结合的必要性

“学历证书+若干职业技能等级证书”(简称 1+X 证书)制度试点工作, 其中“1”代表学历证书, “X”代表某种技术技能的资格证书, 不同的专业可以对应不同的资格证书^[5]。

习近平总书记近日对职业教育工作出重要指示强调, 在全面建设社会主义现代化国家新征程中, 职业教育前途广阔、大有可为。建设一批高水平职业院校和专业, 推动职普融通, 增强职业教育适应性, 加快构建现代职业教育体系, 培养更多高素质技术技能人才、能工巧匠、大国工匠。习近平总书记 2020 年 9 月 22 日在座谈会上指出:“要大力发展职业教育和培训, 有效提升劳动者技能和收入水平, 通过实现更加充分、更高质量的就业扩大中等收入群体, 释放内需潜力。”发展职业技能竞赛对对壮大技术工人队伍、推动经济社会发展具有积极作用。2019 年 4 月 4 日, 教育部等四部门印发了《关于在院校实施“学历证书+若干职

表2 增材制造技术配套的课程与实训体系

序号	岗位名称	岗位要求	配套专业或课程	实训要求	岗位培养方向
1	铸造工程师	①能够运用相关三维软件进行产品的构造设计; ②熟练掌握铸造设备并进行相关的制作;③熟练掌握铸造多种工艺制作流程并提供技术支持; ④负责设计产品的制作工艺编排	专业:铸造、模具设计与制造等	①要求三维建模、设计软件的熟练操作; ②要求会使用快速成型制作铸造原型件,并能够进行数据处理软件的使用;③产品基本工艺编织的程序和工艺路线熟练掌握	铸造初级工程师、模具设计与制造、技术支持等
2	快速成型制造初级工程师	①负责设备操作及设备的日常维护、保养工作; ②负责对日常对外服务的业务报价、数据处理工作;③负责服务产品的加工	专业:机电一体化、模具设计与制造、工业设计等。 课程:快速成型技术与应用	①熟练设备操作;②能够进行数据加工与三维绘图;③熟悉设备结构。能够进行设备维护、调试及设备基本维修	设备操作工、设备维护员、数据处理技术员、报价员等
3	模具方向工程师	①模具后处理,包括打磨、抛光、喷漆、喷砂等; ②能够使用配套的复模设备进行相关模具制作	专业:模具设计与制造、机电一体化等。课程:快速模具技术、快速成型技术与应用	①熟练配套的设备操作;②熟练数控加工、基本的机床设备操作、简单编程等	模具制造、设备操作员等
4	工业设计	①熟练掌握并运用相关设备进行数据采集及设计工作,技术支持;②负责设计产品的制作工艺编排	专业:计算机辅助设计、工业设计、模具设计与制造、艺术设计等	①要去正逆向设计软件的熟练操作;②要求会进行逆向测量配套数据处理软件的使用;③产品基本工艺编织的程序和工艺路线熟练掌握	设备操作员、设计人员、技术支持

业技能等级证书”制度试点方案》,明确了要做好1+X证书制度的探索,探索“学分银行”等职业教育新模式。2019年1月24日,国务院印发了《国家职业教育改革实施方案》(简称“职教20条”),方案中明确提出“启动1+X证书制度试点工作”。中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年(2021—2025年)规划和2035年远景目标纲要,明确要求完善职业技术教育国家标准,推行“学历证书+职业技能等级证书”制度。

增材制造被誉为可能引领未来技术和产业变革的颠覆性技术之一。在《增材制造工程》中现在人才紧缺问题是导致行业发展和壮大的因素之一,2013年增材制造入选国家“863”计划,标志着国家开始大力重视此项技术,提到要在各大院校设立相应的实验室,明确将此技术作为重点发展的新型技术。2015年8月21日李克强总理主持国务院专题报告,西安交通大学卢秉恒院士作题为“先进制造与3D打印”的专题报告,李克强总理在认真听取报告后作了重要讲话。总理指出,面对新一轮科技革命和产业变革在全世界范围内的风起云涌,发达国家纷纷加快实施“再工业化”抢占未来产业制高点。我国必须顺势而为,依靠技术创新和人才队伍,着力扩大内需,优化产业结构,释放发展新动能。

2019年教育部在职业学校中新增了增材制造专业(专业代码:053500)。2020年高等职业教育(专科)拟招收专业备案说明中,新增了增材制造技术。在之后的2021年2月,对普通高等学校本科专业目录也新增了增材制造工程专业,专业代码:080217T。2020年5月,人社部将“增材制造(3D打印)设备操作员”认定为一项新的职业。经国务院批准,人力资源和社会保障部将“增材制造”作为全国职业技能大赛的项目之一,从2020年起的列入中华人民共和国第一届职业技能大赛项目。

增材制造技术人才培育基地是学生专业知识学习的平台,通过学以致用,理论联系实际,亲自动手操作,使学生在走出校门即可成为符合企业需求的合格人才,减少企业培养成本,增加学生的就业机会。增材制造技术作为未来朝阳产业的代表者,引领市场人才需求的风向标,引导着市场未来人才需求的走向。从硬件条件的升级到专业规划的调整,要求专业规划更贴近产业需求,制定贴近产业需求的教学计划、课程体系、实训计划与人才培养方案。通过实验室建设,加强校企合作,一方面为企业减少用人成本,同时提升专业老师的整体实战能力,提出更符合企业的人才培养计划。另一方面,硬件条件的满足可帮助企业开展研发工作,减少企业研发硬件的投入,进一步减少企业研发成本,实现校企合作的双赢。另外,学校可进一步承担社会培训的功能,为社会有需求的企业或个人提升专业能力展开多方面的

培训工作。建设增材制造实验室建,通过举办大型技术类比赛、与政府合作承担当地区域的政府技术资源平台,为政府对外提供技术服务的窗口,提升学校的整体知名度和区域影响力。学校的专业升级、硬件配套,都是为了培养出优秀的学生并且成为企业需要的优秀生而准备的,培养优秀毕业生,回馈社会^④。

3 新机遇下职业院校所面临的问题与思考

通过增材制造专业培养与产业深度融合协同发展,为学生提供生产实习或就业实习,为教学提供数字化可视教学创新性配套,为传统教学模式与现代化教学创新模式提供可操作的关联手段。为大专院校师生以及基地所在学校共同发展创造性空间,培养更多符合企业的创新型人才。与高等院校合作培养增材制造专业型、应用型、创新型的复合人才,满足企业转型升级及创新创业的用人需求。同时为学校培养师资或通过邀请国内外专家到基地讲学的方式,联合培养,以帮助提高学校师资队伍的总体水平。

培养主动适应企业技术转型升级过程中对新方法、新工艺和新技术的要求,培养利用通过新的技术手段完成传统铸造工艺难以实现的快速铸造知识与技能,能从事三维结构逆向扫描、全新产品创新设计、增材制造设备操作、增材制造构件后处理等工作,具备优秀职业素养和良好创新能力的综合性初级技能应用型人才。

课程设置是职业技术学院目前面临的一个十分关键的问题。增材制造正在由多个行业井喷式快速发展,尤其在模具制作、航空航天、汽车制造、工艺美术、医疗卫生等领域的生产一线已得到相当广泛的应用。如果能将增材制造技术与职业教育的原有专业技术相结合,培养出的学生具有开拓性的解决思路,更全面的综合职业能力,在就业和实际工作中具有更强的竞争力,见表1、表2。

表1 增材制造设备操作与维护职业技能等级证书对应不同级别学校的专业

学校类型	对应相关专业
中等职业学校	机械设备安装与维护、数控技术应用、机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、汽车制造与检修、模具制造技术、口腔修复工艺、康复辅助器具技术及应用、建筑装饰等专业
高等职业学校	材料成型与控制技术、机电一体化技术、机电设备安装技术、机械设计与制造、机械制造与自动化、工业设计、航空机电维修、自动化生产设备应用、机电设备维修与管理、电气自动化技术、智能控制技术、医疗器械制造与维护、假肢与矫形器设计与制造、口腔医学技术、康复治疗技术、工艺美术品设计等专业
应用型本科学校	机械制造与自动化工程、金属材料工程、机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、机械电子工程、高分子材料与工程、工业设计、机器人工程、材料科学与工程、口腔医学、生物医学工程、建筑学等专业

(下转第177页)

步行时间较长,同时也导致出租车等待时间,加大影响出租车泊位的有效率。

$$\text{聚集式按序出发: } Q = \frac{3600RN_b}{h} = 180 \text{ 辆/h}$$

$$\text{聚集式分别出发: } Q = \frac{3600RN_b}{h} = 231 \text{ 辆/h}$$

(2)分散式上车区。分散式上车区相较于聚集式上车区可以大量减少乘客步行时间,减少出租车等待时间显著提升现有的出租车泊位有效率,但需要适当增加管理和指导人员,增加管理费用方面的支出。

$$\text{分散式按序出发: } Q = \frac{3600RN_b}{h} = 320 \text{ 辆/h}$$

$$\text{分散式分别出发: } Q = \frac{3600RN_b}{h} = 374 \text{ 辆/h}$$

采用分散式上车区分别出发的模式乘车效率最高,达到 374 辆/h。

3 模型评价

3.1 模型优点

(1)将人的思维方式简化成数学过程,更加明确,具体化,使决策者更加容易掌控与明确处理。

(2)对数据的合理化处理使得数据更加贴合模型,使得对模型的合理化判断更加直观明确,进而使得司机的决策对各个因素的依赖性更加明显,合理。

(3)对一些异常值进行剔除,保证数据结构的稳定性。

3.2 模型缺点

对于一些因素,例如:飞机维修、飞机延误、乘客意愿等因素,在此忽略,对最后的结果有一定的影响。

参考文献

- [1] 汪晓银,陈颖,陈汝栋,等.数学建模方法及其应用[M].北京:科学出版社,2018:153-158.
- [2] 吴娇蓉,李铭,梁丽娟.综合客运枢纽出租车上客点管理模式和效率分析[J].交通信息与安全,2012,30(4):18-23.
- [3] Transportation Research Board. Highway capacity manual 2000[M]. Washington, D.C.: National Research Council, 2000.
- [4] 林思睿.机场出租车运力需求预测技术研究[D].成都:电子科技大学,2018.
- [5] 颜超.上海市枢纽机场陆侧公共管理研究[D].上海:华东师范大学,2015.

收稿日期:2021-06-27

作者简介:李昶威(1999—),男,汉族,辽宁抚顺人,本科在读,研究方向为飞行器动力工程。

通讯作者:王路平(1989—),女,汉族,辽宁锦州人,硕士研究生,实验师,研究方向为智能控制。

(上接第41页)

(1)调整老专业的新方向。例如:教育部发布的专业目录中已对相关方向做了优化和调整,增加了机械制造及自动化(增材制造技术)方向,(学科代码:560102)。因此,院校在所在工科专业里进行调整,容易实现稳定过渡。

(2)增材制造技术课程作为第二、三专业选修课程。可将增材制造专业作为机械类近似专业的第二专业课程,相关专业(如模具设计与制造、机械设计与制造、机械设计制造及其自动化、工业设计等)增加增材制造软件、工艺、材料、设备等方面新知识。学生可以经考核获得第二专业毕业证书。

(3)跨专业选修。设置跨专业的选修课程。相关专业有铸造、金属材料与热处理技术、材料成型(铸造)、建筑学、工业设计等,这些专业技术都可与增材制造技术结合,拓展专业应用。通过选修,可拓展学生的知识面,已主修专业为主、增材制造工程专业为辅的一专多能型专业人才,为学生多争取一项专业技能,甚至获得多个专业技能证。以此解决目前高职高专教育学生专业口径过窄、对就业市场变化适应能力差的问题。

(4)替代必修课学分。现在的职业技术学院学生的文化理论课尤其是英语基础普遍较差,他们要得到必修课的所有学分显然是不现实的。必修课无法获得足够的学时,允许学生以其他专业课学分来替代,只要总学分达到规定的要求,即可达到毕业条件。

(5)组织各类大赛,搭建双创平台。为了充分发挥学生的个性化,鼓励学生在完成必修课和选修课的同时,应积极参加各类专

业技能训练,在学校认可的各类技能大赛中获奖,可给予一定的学分奖励。参加各类3D打印创新大赛,对学生个人发展、学校扩大影响力都大有裨益。

参考文献

- [1] 卢秉恒,李添尘.增材制造(3D打印)技术发展[J].机械制造与自动化,2013(4):1-4.
- [2] 李方正.中国增材制造产业发展及应用情况综述[J].工业技术创新,2017,4(4):1-5.
- [3] 卢秉恒.我国增材制造技术的应用方向及未来发展趋势[J].表面工程与再制造,2019,19(1):11-13.
- [4] 吴淼,顾国强.增设3D打印技术专业方向的必要性及可行性分析[J].内燃机与配件,2020(6):284-286.
- [5] 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知[EB/OL].2019-04-04.http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-02/13/content_5365341.htm.
- [6] 徐国庆.职业教育课程论(第二版)[M].上海:华东师范大学出版社,2015:45.

基金项目:2020年教育部产学研项目“CAD及CAE数字化技术在增材制造中(3D打印)的应用”(201902003004)。

收稿日期:2021-07-17

作者简介:邱志惠(1962—),女,汉族,山东莱州人,本科,副教授,主要从事机械教学科研管理工作。