增材制造行业人才需求与职业院校专业设置匹配分析

全国机械职业教育教学指导委员会

摘　要：增材制造（又称3D打印）是制造业有代表性的颠覆性技术。技术技能人才培养是增材制造行业高质量发展的重要支撑。通过对增材制造行业技术技能人才需求与职业院校专业设置及人才培养的匹配分析，提出完善增材制造职业教育专业培养体系，动态调整专业布局和规模，优化课程体系和教学内容，深化产教协同育人，建立专业标准和评价体系等指导性意见。

关键词：职业院校；增材制造行业；行业人才需求；专业设置；匹配分析

中图分类号：G710　**文献标识码：**A　**文章编号：**1004-9290(2022)0030-0030-10

增材制造（又称3D打印）是制造业有代表性的颠覆性技术。增材制造产业属于国家大力发展的高端装备与新材料战略性新兴产业，是中国制造业升级战略发展的重点领域，对于推动传统工业体系分化变革，具有重要意义，国家《“十四五”智能制造发展规划》将增材制造列入智能制造技术攻关行动和智能制造装备创新发展行动[1]。增材制造已经由模型和原型制造向产品快速制造阶段转变，在机械、航空航天、汽车、医疗等领域得到广泛应用。增材制造行业快速发展迫切需要大量技术技能人才支撑。

一、增材制造行业技术技能人才需求情况

（一）增材制造行业发展状况

从行业发展规模看，我国增材制造产业经过初创期，已经进入加速推广阶段，产业发展快速增长，产业链条基本形成，国家到省市各级政策保障有力，推动了我国增材制造行业的快速发展。如图1所示，2021年我国增材制造产业产值265亿元，近四年平均增长率30%，高出全球10个百分点。预计2022年将达到325亿元[2]。行业整体上仍呈现“小、散、弱”的状态。

从产业链看，经过30多年的发展，我国已经形

收稿日期：2022-09-16

基金项目：教育部委托教育部职业教育发展中心项目“行业人才供需匹配分析谱系图”（项目编号：RCXQ202102）。本文摘编自子课题《增材制造行业人才需求与职业院校专业设置指导报告》，主要执笔人：黄小东、徐春林、王春香

作者简介：黄小东（1981— ），男，高级工程师，机械工业教育发展中心，主要研究方向为装备制造产教协同发展；徐春林（1975— ），男，教授，安徽机电职业技术学院，主要研究方向为智能制造、高职教育管理；王春香（1977— ），女，教授，安徽机电职业技术学院，主要研究方向为材料成型、增材制造。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

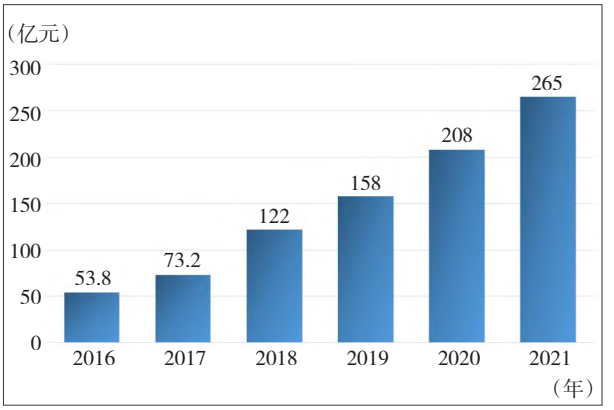

图1　中国增材制造产业产值统计

数据来源：《2021年中国增材制造产业发展调研报告》。

成涵盖了专用材料制备、核心器件及生产设备制造、行业应用等环节的增材制造产业链。产业链的上游为原材料及零部件的生产企业，主要面向增材制造专用材料、核心器件以及软件研发等。中游为各技术类型的增材制造装备制造，主流的技术包括FDM、SLA、SLM等。下游为增材制造技术在各个行业的具体应用以及承接增材制造服务外包的服务性企业，并且得到快速拓展。我国增材制造产业结构中增材制造装备制造占比最大，产业规模70.86亿元，占比达到45%；增材制造服务产业规模45.67亿元，占比29%；增材制造材料产业规模40.94亿元，占比26%[3]。目前，增材制造产业链代表性企业有铂力特、华曙高科、联泰科技、三帝科技、太尔时代、银钠增材、创想三维、先临三维、鑫精合、永年激光、中瑞科技、易加三维、峰华卓立、共享智能装备、三绿实业等。

从行业发展重点看，在共性技术方面，主要聚焦在增材制造核心元器件研发如振镜系统、激光器研发，增材制造设计与仿真软件研发，高效且低成本的增材制造工艺、材料、装备、流程研发，从而形成一批拥有完全自主知识产权的核心技术；在增材制造标准建设方面，亟需研制围绕增材制造材料、打印工艺规范、检测技术等方面的增材制造标准，以促进该项技术的规范有序发展；在增材制造技术服务与应用方面，将主要聚焦在复杂构件设计及制造领域、多材料复合零件、轻量化结构零件、定制专用工装、表面修复、医疗等方面。随着增材制造技术的逐渐成熟和成本的不断降低，工业级增材制造市场需求和发展潜力较大，并且工业级金属增材制造应用将大幅提升[4]。

从行业技术发展方向看，未来增材制造技术的前沿研究将主要集中在高性能金属增材制造技术、复合材料与复合制造增材制造技术、太空增材制造、微纳增材制造、智能材料增材制造（4D打印）技术、生物增材制造技术、非晶态合金增材制造技术、多工艺复合增材制造技术、超材料增材制造技术、高熵合金增材制造技术、功能梯度材料增材制造技术等方面，以及围绕上述核心方向开展材料、设备以及加工工艺的研究[5]。

从区域布局看，产业格局基本形成，增材制造产业集聚态势明显。东部地区增材制造企业数量占据全国70.5%，中部为11.33%，西部为18.17%。华东地区为中国增材制造企业主要聚集区域，企业数量占据全国40%，华南、华北、华中、西南、东北分别占据35%、15%、4%、4%和2%的企业资源。全国增材制造已基本形成以珠三角、长三角、环渤海为核心，以中西部部分地区为纽带的产业空间发展格局。增材制造行业在政府的高度重视和支持下，各地区形成了深圳3D打印产业园、陕西渭南3D打印产业园等22个增材制造（3D打印）产业集聚区。从增材制造企业的省域分布情况看，全国企业信息查询系统备案企业征信机构显示广东、山东、江苏、浙江、江西和四川企业数量分布位于全国前列，这些地区增材制造产业发展相对较快。

从行业发展趋势看，增材制造产业将持续保持高速发展态势。一方面行业应用将进一步得到拓展，产业规模将进一步扩张。根据“中国工程科技2035发展战略研究”，2021—2025年均复合增长率约为26.59%，到2025年中国增材制造产业直接产值（装备与服务）将达到500亿元，制造业扩散效益达到5 000亿元。另一方面传统产业与增材制造融合发展的新模式，将影响产业形态、技术、组织与运营发生变化，并促进生产管理和产业转型升级。一是增材制造与传统的等材、减材制造深度融合，实现技术变革，在提升增材制造技术成形效率和精度的同时，助力企业实现柔性制造，赋予现有加工中心或生产线个性化与高效率的成形特点；二是增材制造将与工业互联网、云智能平台技术、云智能制造技术等智能制造体系融合，将对产业形态、生产方式、生产管理模式产生深刻影响，

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

进而形成基于知识和面向服务的高效低耗型网络化智能制造新模式，使分散资源集中使用，集中资源分散服务；三是增材制造与分布式制造技术融合，会改变现有制造业的组织与运营方式变革，针对单件、小批量技术制造，做到对定点制造特征的精确分析，解决资源配置、设备利用、制造服务等问题，二者的结合将会是未来能够快速响应市场需求并提出个性化产品服务的新制造模式[6]。

（二）增材制造行业技术技能人才需求分析

2021年8—11月，课题组结合行业布局，对全国华北、东北、华东、华中、华南、西南、西北七个区域81家增材制造企业进行了调研，覆盖了产业链上中下游的大、中、小、微等各类型企业，选取并调研了21家代表性企业的人力资源情况，对全国主要招聘网站增材制造人才需求数据进行了统计分析。

1.增材制造行业技术技能人员从业岗位

按照增材制造技术应用和生产工艺流程，增材制造领域的岗位主要集中于研发设计、产品营销、产品三维模型设计、设备操作、工艺制订与实施、装配调试、增材制造技术服务与推广等。根据调研结果显示（图2），在面向技术技能的岗位中，产品三维模型设计占比4.84%，工艺制订与实施4.2%，设备操作占比9.04%，装配调试7.58%。此外，增材制造行业发展中出现了一批专门为各个行业提供增材制造服务的企业，需要的增材制造技术服务与推广岗位占比6.84%。

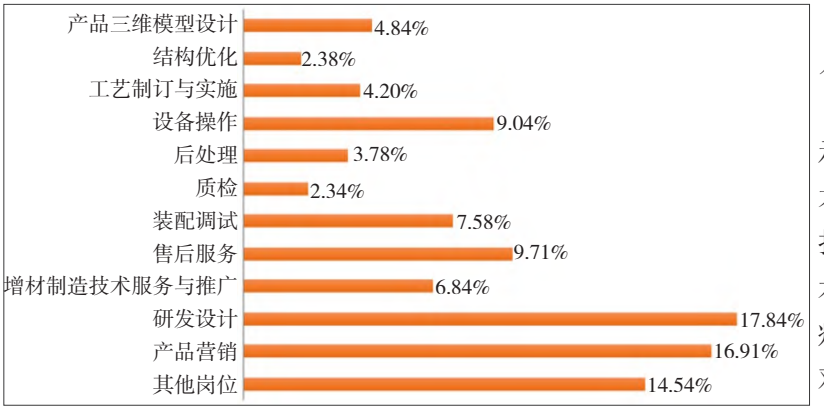

图2　增材制造行业从业人员岗位占比

数据来源：本文图表数据若无特殊说明均为课题组调研数据。数据保留小数点后两位。

2.增材制造行业技术技能人员从业规模和学历结构

中国增材制造产业联盟统计数据表明，我国增材制造行业企业人才需求规模逐年增长，年均增速超过20%。2020年，在增材制造从业人员中，科研型人才、技能型人才和管理型人才三类统计：科研型人才占比最高，达到43%；其次是技能型人才，占比39%；管理型人才占比最低，为18%[7]。项目组对当前增材制造行业代表性企业人力资源调研情况见表1所示，技能人才1 451人，占员工总数44.17%。行业统计数据和项目组调研数据表明增材制造由初创期向产业化阶段快速发展中，对技术技能人才需求增幅较为明显。

表1　人力资源总量统计（单位：人）

类型	经营人才	专业技术人才			技术技能人才	总计
		管理人才	科研人才	总数		
数量	414	286	1 134	1 420	1 451	3 285
占比	12.60%	8.71%	34.52%	43.23%	44.17%	100%

根据中国增材制造产业联盟统计，在增材制造行业中，专科及以下学历从业人员比例占到49.3%，本科及以上学历从业人员比例占到50.7%[8]。项目组对增材制造行业代表性企业人力资源学历分布情况调研数据表明（表2），在职员工中，本科及以上学历1 517人，专科学历1 376人，本科及以上、专科和中职学历占比分别为46.18%、41.89%和9.8%，说明增材制造产业相比传统制造业在人员需求上对人才专业知识和能力要求整体偏高，本科及以上、高职和中职的人才比例呈倒金字塔结构。

3.未来增材制造行业技术技能人才需求情况

《制造业人才发展规划指南》显示，制造业十大重点领域2025年的人才缺口将接近3 000万人，增材制造技术作为制造业有代表性的创新技术，在航空航天、汽车、机械制造、医疗、文化创意等领域得到快速发展，对人才需求量也快速增长。项目组调研了增材制造行业企业在2021—2024年期间分年度对中职、高职、本科的人才需求规划情况，如图3所示。

根据全国主要招聘网站增材制造人才需求和调研企业人才招聘信息，全国增材制造行业中职、高职、本科技术技能人才需求情况见表3所示。增

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2　代表性企业人力资源学历分布统计

岗位类型	在岗总数	本科及以上学历	高职(专)学历	中职学历	其他
经营管理岗	286	183	81	20	2
研发设计岗	1 134	859	264	9	2
生产技术岗	1 123	206	641	231	45
售后服务岗	328	88	219	14	7
市场营销岗	414	181	171	48	14
合计	3 285	1 517	1 376	322	70

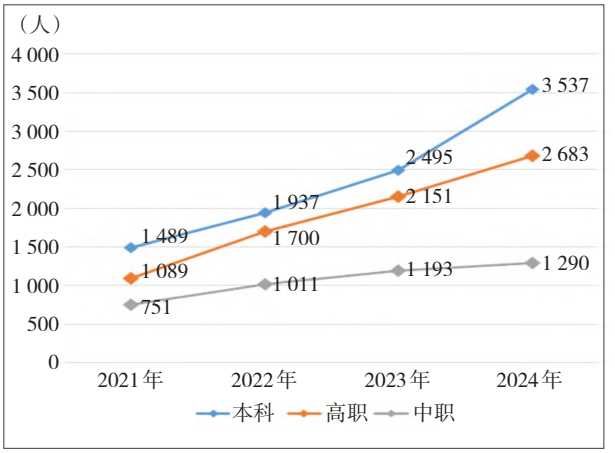

图3　调研企业人才需求规划

表3　全国增材制造行业人才需求预测(单位:人)

	2022年	2023年	2024年	小计	比例
中职	4 200	4 900	5 400	14 500	8.9%
高职专科	16 000	21 000	26 000	63 000	38.5%
本科	21 000	27 000	38 000	86 000	52.6%
合计	41 200	52 900	69 400	163 500	100.0%

材制造行业技术技能人才岗位需求将保持持续增长态势,预计2022—2024年人才需求总量为16.35万人左右,其中中职层次人才需求为1.45万人左右,高职专科层次人才需求6.3万人左右,本科层次人才需求8.6万人左右,人才需求结构呈现倒金字塔型。

4.增材制造行业技术技能岗位能力素质新要求

(1)技术技能岗位新变化。随着增材制造从原型向产品转型升级,应用领域日益拓展,生态体系日趋完善,增材制造技术技能岗位从单一的产品三维模型设计、增材制造设备操作与维护向全产业链拓展,出现了增材制造技术服务和推广、增材结构优化、材料检测、后处理等新岗位。调研显示,企业需求前十位的岗位包括:售后服务、产品营销、工艺制订与实施、研发设计、设备操作、装配调试、产品三维模型设计、产品结构优化、后处理及增材技术服务与推广。

(2)岗位能力素质新要求。增材制造行业今后发展重点是工业级增材制造广泛应用、增减材复合应用、增材新材料新工艺,要求增材制造技术技能人才需要全面了解增材制造技术及应用相关。如图4所示,调研数据表明除了企业最为看重的增材制造工艺及应用、产品三维模型设计、增材制造设备操作与维护等专业能力,对于掌握增材制造材料和结构优化能力要求占比为67.1%和53.7%。除此之外,在专业基础能力要求方面,对机械设计、机械制造基础、机械制图、材料成型原理、工程材料与热处理、公差配合与技术测量等专业基础能力要求较高,占比为81.7%、73.2%、70.7%、63.4%、61%、56.1%。

调研结果显示(表4),企业对职业院校毕业生职业素养满意和较为满意的前三名能力分别为岗位适应能力、团队合作能力、安全生产意识;企业对职业院校毕业生满意度靠后的能力分别为文字

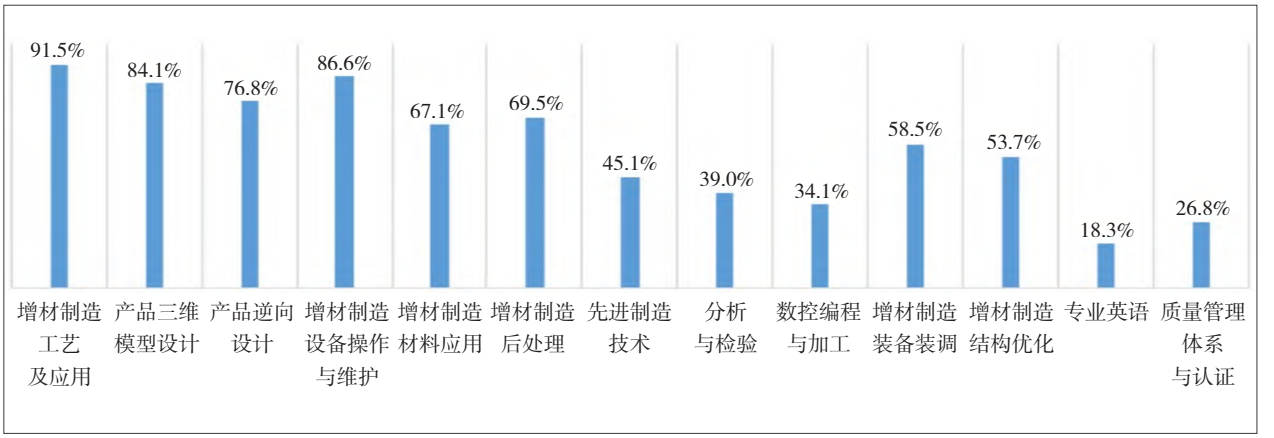

图4　增材制造岗位专业知识要求占比

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表4　增材制造行业对毕业生职业素养满意度

序号	职业素养	满意	较为满意	一般	差
1	岗位适应能力	12.05%	61.45%	25.30%	1.20%
2	劳动纪律和敬业精神	12.05%	54.22%	33.73%	0.00%
3	安全生产和自我保护意识	13.25%	56.63%	27.71%	2.41%
4	创新能力	8.43%	38.55%	48.19%	4.82%
5	团队合作能力	13.25%	59.04%	27.71%	0.00%
6	组织协调能力	9.64%	48.19%	40.96%	1.20%
7	与人沟通能力	8.43%	51.81%	37.35%	2.41%
8	自主学习能力	10.84%	37.35%	48.19%	3.61%
9	文字表达能力	8.43%	21.69%	56.63%	13.25%

表达能力、创新能力和自主学习能力，尤其是对于集成化设计、点阵结构、梯度材料性能等增材制造创新思维培养需要加强。

二、我国职业院校增材制造类专业设置与人才培养情况

（一）职业院校增材制造类专业设置情况

从专业设置方面看，根据教育部《职业教育专业目录（2021年）》《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录（2015）》《中等职业学校专业目录（2010）》及历年增补专业，增材制造类相关专业设置主要属于装备制造大类，涉及中职3个专业、高职8个专业、职业本科4个专业。高职开设的增材制造技术专业（2021年新设置）和中职开设的增材制造技术应用专业（2019年增补）为直接对应专业，高职本科未开设直接对应增材制造的专业。部分职业院校在相关专业中开设增材制造培养方向，面向增材制造各个应用领域。具体专业设置情况见表5。

从专业布局上看，全国职业院校已经开设直接对应增材制造的专业及相关专业中开设增材制造培养方向的专业。区域专业分布不均（表6），华东、华中集中，西北、东北、西南开设少。专业点数量较多的省有浙江、湖南、河南、江西和福建。暂未开设的省份有云南、西藏、青海，宁夏和新疆。中职院校开设直接面向增材制造的增材制造技术应用专业，全国开设专业点有98个。高职专科专业于2021年设置直接面向增材制造行业应用领域的增材制造技术专业，到2022年全国开设专业点有31个，分布于17个省份。

（二）职业院校增材制造类专业招生就业情况

1.专业招生情况

对直接面向增材制造专业和开设增材方向的相关专业招生数据统计[①]，得到增材制造类专业招生情况见表7所示。根据招生情况，未来3年，增材制造行业技术技能人才供给结构呈现金字塔型，中职占比49.8%，高职专科占比35.2%，高职本科占比15%。中职2020年和2021年招生相较2019年增幅分别为32%和22%，高职自2021年开始设置增材制造技术之后，招生人数增幅为28%。

表5　增材制造行业相关专业设置

层次	职业教育专业目录（2021年）	中职目录（2010）和高职目录（2015）	变化
中职	直接对应：增材制造技术应用 相关专业： （1）增材制造装备制造领域：机械加工技术； （2）增材制造行业应用领域：模具制造技术	直接对应：增材制造技术应用 相关专业： （1）增材制造装备制造领域：机械加工技术； （2）增材制造行业应用领域：模具制造技术	2019年，中职增材制造技术应用专业列入增补专业
高职	直接对应：增材制造技术 相关专业： （1）增材制造材料生产领域：材料成型及控制技术； （2）增材制造装备制造领域：机械设计与制造、机械制造及自动化、数控技术、机电一体化技术； （3）增材制造行业应用领域：工业设计、模具设计与制造	直接对应：无 相关专业： （1）增材制造材料生产领域：材料成型与控制技术； （2）增材制造装备制造领域：机械设计与制造、机械制造与自动化、数控技术、机电一体化技术； （3）增材制造应用领域：工业设计、模具设计与制造	2021年，新设置高职增材制造技术
职教本科	直接对应：无 相关专业： （1）增材制造材料生产领域：材料成型及控制工程； （2）增材制造装备制造领域：机械设计制造及自动化、机械电子工程技术； （3）增材制造行业应用领域：工业设计	直接对应：无 相关专业： （1）增材制造材料生产领域：材料成型及控制工程； （2）增材制造装备制造领域：机械设计制造及自动化、机械电子工程； （3）增材制造行业应用领域：无	2021年，新增设高职工业设计专业

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表6　增材制造相关专业区域布局情况

序号	省份	专业点数（含专业方向）	序号	省份	专业点数（含专业方向）	序号	省份	专业点数（含专业方向）
1	北京市	6	12	安徽省	5	23	贵州省	1
2	天津市	5	13	福建省	19	24	云南省	0
3	河北省	12	14	江西省	19	25	西藏	0
4	山西省	6	15	山东省	14	26	重庆市	16
5	内蒙古	5	16	河南省	20	27	陕西省	9
6	辽宁省	5	17	湖北省	6	28	甘肃省	3
7	吉林省	8	18	湖南省	20	29	青海省	0
8	黑龙江省	7	19	广东省	17	30	宁夏	0
9	上海市	1	20	广西	5	31	新疆	0
10	江苏省	3	21	海南省	2			
11	浙江省	23	22	四川省	5			

数据来源：教育部职业教育专业备案系统和课题组调研数据。

表7　2019—2021年职业院校增材制造专业或方向招生数

（单位：人）

	2019年	2020年	2021年	小计	比例
中职	4 845	6 435	7 909	19 189	49.8%
高职专科	4 072	4 165	5 350	13 587	35.2%
高职本科	1 640	2 155	1 977	5 772	15%
合计	10 557	12 755	15 236	38 548	100%

数据来源：教育部职业教育专业备案系统。

直接面向增材制造开设的中职增材制造技术应用专业呈现快速增长态势（表8）。2019年招生数676人；2020年招生数2 304人；2021年招生数3 811人。高职增材制造技术专业2021年首次招生465人。

2.专业就业状况

调研职业院校数据显示，中职院校增材制造专业群就业率和对口就业率在90%以上的有7所院校，70%~90%有32所院校。高职院校增材制造专业群就业率和专业对口就业率90%以上的有9所院校，70%~90%有16所院校。毕业生从事增材制造领域企业的岗位主要有产品三维模型设计、增材设备装配调试、增材设备操作、增材设备售后服务、增材制造工艺制订与实施、后处理、质检、产品结构优化、增材制造技术服务、车间管理。

三、增材制造行业技术技能人才需求与职业院校人才培养匹配分析

（一）增材制造行业技术技能人才需求与职业院校专业设置匹配分析

1.专业层次结构尚未精准覆盖产业链

从职业院校专业设置情况看，中职层次开设了增材制造技术应用、机械加工技术、模具制造技术专业，主要面向增材制造设备操作、产品三维造型、后处理岗位人才需求。高职专科开设了增材制造技术、材料成型与控制技术、机械制造与自动化、模具设计与制造、机电一体化技术、数控技术等专业，主要面向产品三维模型设计、产品结构优化、增材制造工艺制定与实施、增材制造设备装调、增材制造技术服务与推广岗位；显然，增材制造专业群中的中职和高职专科专业，基本能够覆盖增材制造中游（装备制造）和下游（行业应用）企业对于增材制造产品设计和工艺实施等岗位人才需求，但是直接面向增材制造上游、中游和下游企业装备研发和设计岗位的职教本科专业尚没有设置，不能有效满足增材制造行业对于高层次增材制造技术技能人才的需求。

2.专业人才培养规模供求关系不均衡

增材制造行业快速发展对技术技能人才形成了巨大需求，但是增材制造职业教育专业开设时间短，人才培养规模偏小。根据对增材制造行业企业人才需求调研，未来三年，全国增材制造行业技术技能人才需求16.35万，总培养规模3.66万

表8　近三年直接对应增材制造类专业人才培养规模

专业代码	专业名称	2019年			2020年			2021年		
		学校数（所）	招生数（人）	在校生数（人）	学校数（所）	招生数（人）	在校生数（人）	学校数（所）	招生数（人）	在校生数（人）
660107	增材制造技术应用	13	676	714	54	2 304	3 028	98	3 811	6 979
460112	增材制造技术	0	0	0	0	0	0	9	465	1 173

数据来源：教育部职业教育专业备案系统。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表9　增材制造行业各学历层次技术技能人才缺口情况

（单位：人）

	2022年	2023年	2024年	小计
中职	-600	-1 500	-2 500	-4 600
高职专科	12 000	16 800	20 650	49 450
职教本科	21 000	25 000	35 000	81 000
合计	32 400	40 300	53 150	125 850

人，人才缺口约12.6万人，供需比1∶4.47（表9）。

中职层次技术技能人才供给可以满足需求。未来三年，增材制造行业对中职人才需求新增总量约为1.45万人，而毕业生总数约为1.91万人，人才供给超过需求0.46万人，供需比为1.32∶1。

高职专科层次技术技能人才供给不足。未来三年，增材制造行业对高职专科人才需求新增总量约为6.3万人，而毕业生总数约为1.36万人，人才缺口约超过4.94万人，供需比为0.22∶1，高职专科层次人才供给不足。

职教本科层次技术技能人才供给严重不足：未来三年，增材制造行业对本科人才需求新增总量约为8.6万人，而毕业生总数约为0.38万人，人才缺口约超过8万人，供需比为0.04∶1。

3.专业布点与产业区域布局不完全匹配

在全国增材制造产业区域布局方面，调研显示，相关企业数以东部地区最多（占比70.5%），其次是西部地区（占比18.17%），最少的是中部地区（11.33%）。而职业院校增材制造类专业布局东部专业规模最大（50.41%），其次是中部（31.4%）、西部（18.18%）。对比来看，专业布局与产业布局不完全匹配，尤其是中部地区，专业规模占比高于产业规模占比，东部地区专业规模占比低于产业规模占比。

在全国增材制造产业省域分布方面，调查发现，产业规模最大的前10个省份分别是广东省、山东省、江苏省、浙江省、江西省、四川省、福建省、陕西省、上海市、天津市；专业规模最大的前10个省份是浙江省、河南省、湖南省、江西省、福建省、广东省、重庆市、山东省、河北省、陕西省。二者间的差异比较明显，在产业布局较为集聚的东部广东省、山东省、江苏省，天津市和西部四川省、陕西省专业布点数偏低。

（二）增材制造行业技术技能人才需求与职业院校人才培养质量匹配分析

1.专业培养目标基本满足岗位需求

目前，调研院校的中职增材制造类专业培养目标定位在培养能够从事增材制造设备操作与维护、增材制造工艺应用、产品后处理、三维造型、机械零部件修复和产品营销与售后服务等工作的高素质劳动者和技术技能人才。调研院校的高职专科增材制造类专业培养目标定位在培养能够从事增材制造设备装调、增材制造工艺制订、三维模型设计与结构优化等工作的技术技能人才。当前增材制造企业对于岗位能力素质主要要求如图5所示。总的来看，面向增材制造行业的中高职专业培养目标定位基本上能够满足增材制造企业的岗位需求。

2.专业能力培养与岗位需求存有差距

对增材制造类专业人才培养方案调研显示，职业院校认为专业能力素质培养重要性排序如图6所示，对比企业的岗位职业能力要求重要性排序可以看出，人才培养规格产品三维设计、增材设备操作等专业能力和机械制图、机械设计等专业基础能力能够满足要求，但是在企业需求的增材制造装备装调、增材制造分析和检测等方面能力不足。

在课程体系方面，高职增材制造类专业开设的前六位核心课程为产品三维设计、产品逆向设计、增材制造设备装调、增材制造技术原理及应用、增材制造实训、增材制造结构优化。中职增材制造类专业开设的前六位核心课程为增材三维造型技术、逆向工程、3D打印设备操作与保养、增材制造工艺与应用、增材制造综合应用实训、机械制图与CAD。现有课程体系在增材制造材料的课程

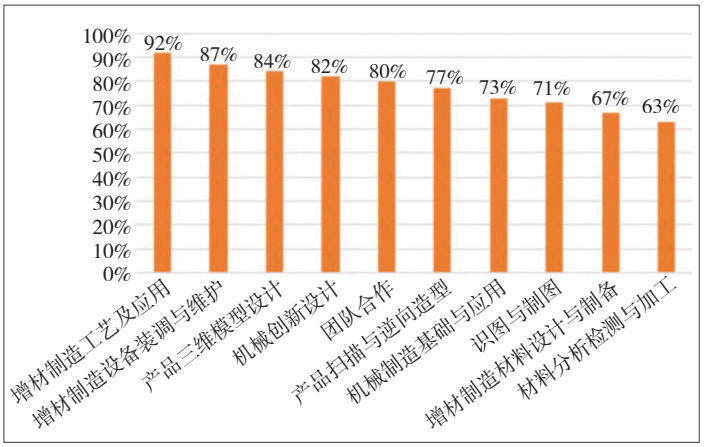

图5　企业岗位职业能力要求重要性排序

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

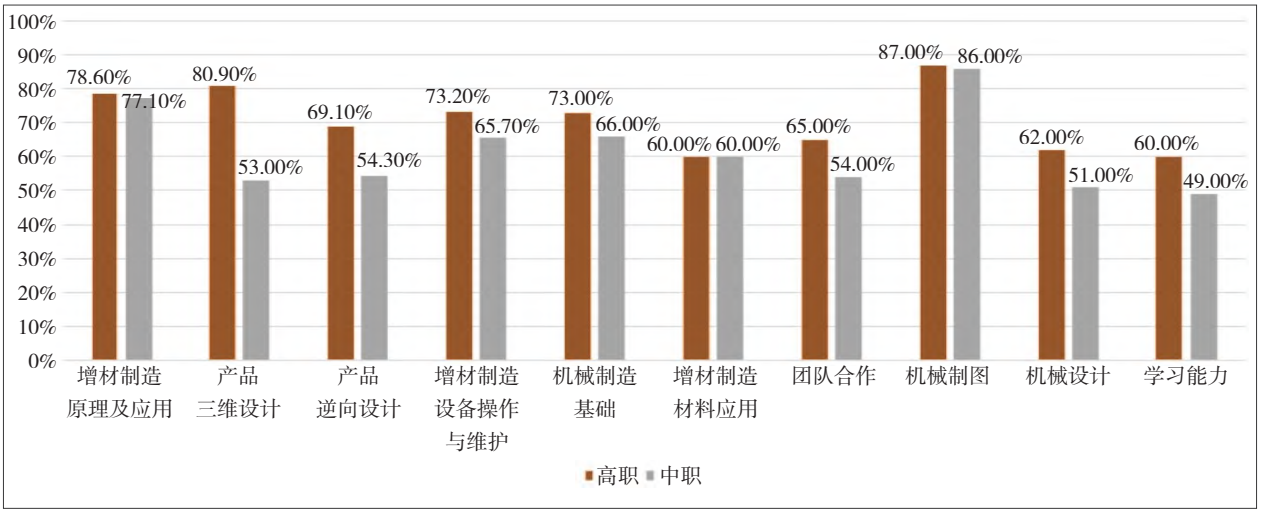

图6　专业能力素质培养重要性排序

设置上与企业岗位能力要求不匹配。从人才培养规格和课程体系来看，增材制造行业中职和高职专科专业人才培养规格要求应该加强对增材制造材料应用、增材制造装备制造能力的培养。

3.课程体系对新技术新标准体现不足

随着专业化增材制造服务应用等新业态在增材制造产业链占比逐年提高，其中增材制造工业领域应用规模占增材制造服务应用市场的64%，金属增材制造技术在行业中应用快速增长，需要纳入专业教学内容，但是现有课程体系没有单独设置金属增材制造技术类课程。同时，增材融合发展助推增材规模化应用。增材制造并非是对以“减材制造”“等材制造”为基础的传统制造技术的取代，增材制造与数控切削等减材加工混合使用也得到快速推广。推动增材制造融入现有生产体系，实现规模化应用，需要增材制造技术技能人才能够熟悉增材制造、等材制造、减材制造等多种加工工艺，并掌握材料、加工工艺等方面知识。同时像 Altair Inspire Print 3D 软件等增材制造工艺仿真软件也在增材制造中得到越来越广泛应用，成为增材制造技术专业技术技能人才的重要能力要求。

2021 年发布的 1+X 职业技能等级标准“增材制造设备操作与维护”和“增材制造模型设计”为增材制造技术技能人才职业能力培养提供指引，现有人才培养方案中专业核心课程尚没有依据职业技能标准进行教学内容和教学资源重构。

4.毕业生职业素养与从业要求存有差距

调研显示，增材制造行业企业对职业院校毕业生职业素养满意和较为满意的前三名分别是岗位适应能力、团队合作能力、安全生产意识；企业对职业院校毕业生文字表达能力、创新能力和自主学习能力满意度靠后。增材制造类专业在人才培养规格要求中已将自主学习能力和团队合作能力纳入，但是对于创新能力培养重视不够。调研企业反映，由于增材制造专业人才培养的课程体系和教学方式多数借鉴于减材和等材加工领域中的模具加工、数控技术加工等专业，很多课程直接被照搬到增材制造专业，因此对于增材思维中的功能设计导向理念和创新设计意识培养不足导致学生到岗后需要重新培训。增材制造在绿色制造、创新设计方面的优势没有体现在人才培养方案中。

5.保障条件对人才培养支撑度不够

增材制造行业技术技能人才主要面向产业的中下游，需要将掌握的增材制造工艺、材料知识应用于具体行业中，但是师资队伍薄弱和实训条件投入不足对毕业生质量影响较为突出。调研毕业生数据显示，47.4%的毕业生认为在学校最需要加强实践动手能力的培养。调研显示职业学校增材制造相关专业教师来源主要途径是高等学校，来自有企业工作经历和工程经验的技术人员较少。由于高等院校目前尚没有设置增材制造相关专业，进入该专业的教师专业背景均为相关机械制造及其自动化、高分子材料与工程等专业，对于本专业的生产工艺和设备原理与操作技能需要进行再培训和学习。调研的院校中，有半数院校“双师型”教师比例在70%以下；主要实训设备还是塑料桌面机型为

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

主，在市场主要应用的工业级增材制造设备较少，78%的调研院校仅有3台以下设备。另外，产教融合校企合作不够深入，企业参与度不够。增材制造作为新兴产业，目前处于快速增长期，但是产业规模总量偏小，上中下游龙头企业规模偏小，能够投入到职业教育的资源有限，广大的中小企业在校企共建实训基地、校企开发教学资源和教学、联合举办技能比赛方面参与度不够，影响人才培养质量。

四、我国职业院校增材制造类专业设置建议

1.对接增材制造产业链，完善专业培养体系

增材制造集合了机械、材料、电子、信息等多个学科的先进制造技术。我国增材制造产业已经形成核心部件、增材制造装备和行业应用的完整产业链，其发展需要完整的技术技能人才链支撑，目前我国已经形成了以增材制造技术专业为核心的高职增材制造专业群，形成了以增材技术应用专业为核心的中职增材制造专业群，但是，增材制造对于高层次技术技能人才需求占比要高于其他产业，在人才需求层次上也高于中职和高职专科，建议在增材制造专业群层次结构上健全专业培养体系，面向人社部今年新发布的“增材制造工程技术人员”新职业，设置增材制造工程技术本科层次职业教育专业，培养增材制造工艺、材料和装备设计的高层次技术技能人才，形成中高本一体化技术技能人才培养体系，满足增材制造新材料和新工艺的产业化应用及增材制造产业快速发展需要。

2.建立动态调整机制，解决供需不平衡问题

随着增材制造行业应用不断拓展，我国增材制造产业在“十四五”期间将持续保持快速发展趋势，对增材制造技术技能人才需求一直保持高位。根据调研分析，中职专业人才供给在未来三年将大于人才需求，而高职和本科人才供给不足，建议一是稳定中职增材技术应用专业规模的同时适当控制中职其他专业开设增材制造方向，应当加大高职和本科类增材制造专业招生规模，满足人才需求。二是可发挥各地增材制造行业协会和园区作用，建立增材制造企业人力资源需求信息发布制度和职业院校增材制造各专业招生数量、毕业生发布平台，促进相关专业人才培养与人力资源需求对接。三是根据产业布局，鼓励东部地区职业院校开设增材制造类专业，加大广东省、山东省、江苏省等地区增材制造的专业布点，提高东部地区的人才培养能力。

3.把握产业发展新要求，提高人才供给质量

第一，对接产业链，科学定位专业培养目标。增材制造专业群培养目标上，建议以增材制造技术、增材制造技术应用为主线，满足产业链对于增材制造工艺研发、应用与实施和增材制造设备的制造、操作对于技术技能人才的需要。建议采用“专业+方向”思路，在材料成型及控制工程专业开设增材制造材料应用方向，培养增材制造材料设计与制备技术技能人才。在机械设计制造及自动化、机械电子工程技术、机械设计与制造、数控技术等相关专业中，开设面向增材部件和装备制造的设计、装调方向，在模具设计与制造、工业设计专业开设增材制造应用方向，培养面向冷却水道、手板制作等增材制造应用的技术技能人才，从而提高专业群对产业发展的支撑度。

第二，坚持立德树人要求，加强技能与素养融合。项目调研结果显示，增材制造行业企业对于技术技能人才需求的职业能力素养中，位居前列的是劳动纪律和敬业精神、团队合作能力、组织协调能力、与人沟通能力、自主学习能力。这就要求在培养目标定位和人才培养规格中要做到以立德树人为统领，坚持德技并修，重视人文素养、职业道德、工匠精神、可持续发展能力培养。同时结合增材制造行业生产工艺特点，加强创新意识和增材制造思维培养，把安全生产知识、安全教育、生命教育融入专业核心课程和实训课程中。

第三，对接岗位能力要求，优化课程体系。一是增加金属增材制造教学内容。现有工程材料等课程内容无法满足金属增材制造能力培养，应开设专门的金属增材制造实训和增材制造材料、工艺仿真等课程，开发增材制造装备装调等课程教学资源开发，加强对增材制造装备能力的培养。二是强化课证融通建设。增材制造行业专业群中，新增设的增材制造技术专业是直接面向增材制造领域，而材料成型与控制技术、机械制造及其自动化等专业都是面向增材职业领域相关专业，因此在这些专业中，结合1+X职业技能等级标准“增材制造模型设计”“增材制造设备操作与维护”内容，形成增材制造培养方向。三是课程体系还

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应开设金属切削加工、模具成型等的减材和等材加工工艺课程，适应增材制造与等材和减材加工工艺混合使用的发展趋势。

4.深化产教协同育人，实施多元主体育人

增材制造行业作为战略性新兴产业，其相关的职业教育专业开设时间较短，其技术技能人才培养经验、教学资源和实训条件整体较弱，专业开设院校应该加强校企合作。一是联合企业优化培养方案，转换增材制造典型工艺及生产案例，共同开发专业核心课程和新型活页式、工作手册式教材并配套开发信息化资源。二是积极通过现代学徒制、订单式等校企联合培养方式，让学生了解实际增材制造工艺应用流程及操作要求，提高人才培养的针对性。三是加强增材制造产业职教集团或产教融合联盟建设，开展常态化的人才需求信息统计与需求预测。通过举办各类技能大赛和教学能力比赛或师资培训活动，提供教师和学生的职业能力。

5.发挥行业指导作用，建立专业标准和评价体系

中职增材制造技术应用专业和高职增材制造技术专业都是近年来新设置的专业，尚没有相应的国家专业教学标准，仅有2项职业技能等级标准，导致开设专业院校培养目标和培养方案制定缺乏依据。可以发挥行业教育教学指导委员会和行业协会在专业建设中的指导和纽带作用，将标准化建设作为统领职业教育发展的突破口[9]，建议：一是由行业组织职业院校面向全国增材制造产业链企业开展调研，制定增材制造类专业教学标准、职业院校专业实训教学条件建设标准、顶岗实习标准三项标准建设，为专业建设提供规范。二是由行业指导建立增材制造类专业建设委员会，定期组织开展专业建设与人才培养的教学研究与交流活动，组织增材制造类专业技能比赛，促进岗课赛证综合育人。三是开发专业和人才培养质量评价标准，提高人才培养质量。

6.加大政策支持力度，提升专业保障能力

建议国家和地方政府在增材制造产业发展政策制定中对于人才队伍建设支持进一步细化。《增材制造产业发展行动计划（2017—2020年）》将健全人才培养体系作为增材制造产业发展支撑体系建设重要内容，仅宏观提出推进产学合作协同育才，扩大增材制造相关专业人才培养规模[10]，缺少明确支持技术技能人才培养的举措和项目支持。建议：一是鼓励地方政府在支持增材制造产业发展政策中设立增材制造类专业建设和人才培养奖励举措，包括将增材制造产业发展集聚区域院校开设增材制造专业、专业培养规模和就业率纳入对院校和地方教育主管部门的考核，并对于毕业生进入增材制造行业就业给予就业或实习补贴，提升考生对于增材制造专业的报考吸引力。二是加大投入，地方政府可根据本地区增材制造产业发展实际，适当提高增材制造专业生均拨款标准，支持院校和企业或园区建设增材制造公共实训基地，改善实训条件，提高学生实践能力培养。三是对于职业院校引进增材制造企业技术人员和能工巧匠来校任教建立绿色通道，解决职称、薪酬等问题，提高专业“双师型”比例。

注释：

①开设增材制造方向的相关专业是指在教育部备案和调研院校的专业中明确说明面向增材制造方向的专业。

参考文献：

[1]工业和信息化部等八部门关于印发《“十四五”智能制造发展规划》的通知：工信部联规〔2021〕207号[A].2021-12-21.

[2]中国增材制造产业联盟：《2021年中国增材制造产业发展调研报告》[R].2021-12-21.

[3]2019年全球及中国3D打印行业数据简析[EB/OL].(2020-03-09)[2022-09-02]. https://www.3ddayin.net/xinwenpindao/shichangyanjiu/38965.html.

[4][5][6]中国工程科技2035发展战略研究、工程科技战略咨询研究智能支持系统项目组.中国工程科技2035发展战略研究—技术路线图卷(一)[M].北京：电子工业出版社，2020：228-247.

[7][8]李方正.我国增材制造产业发展人才瓶颈探究及建议[J].工业技术创新，2020(8)：35-37.

[9]国务院关于印发国家职业教育改革实施方案的通知：国发〔2019〕4号[A].2019-01-24.

[10]工业和信息化部等十二部门关于印发《增材制造产业发展行动计划（2017—2020年）》的通知：工信部联装〔2017〕311号[A].2017-12-15.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net