增材制造技术下的渔村草坪灯形态设计研究

李立,隋金希,侯俊同

(大连工业大学,大连 116034)

摘要:目的 基于感性工学理论和增材制造技术,以辽宁省兴城市邴家村渔村草坪灯具为研究对象,对 其形态设计进行分析与研究。方法 运用文献归纳法、用户访谈法等获得用户对草坪灯具的意象感受词 汇,确立感性意向词汇对,运用卡片分类法对搜集和筛选的草坪灯具样本进行分类整理,采用语义差异 分析法和李克特心理量表分析法,以 spss 为数据分析工具对草坪灯具进行产品感性意象分析。结合 MSA 多层次分析方法推导并提取关键设计要素,提出基于增材制造技术的渔村草坪灯具设计方案。结论 一 方面研究得出了渔村草坪灯具设计需求与设计形态之间的关联;另一方面提出了渔村草坪灯具优化设计 思路和方法,输出了用户满意的设计方案。研究结果有望为同类灯具产品的形态设计提供参考。

关键词: 增材制造; 感性工学; 草坪灯; 感性意象

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)16-0036-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.16.006

Shape Design of Lawn Lamp in Fishing Village under Additive **Manufacturing Technology**

LI Li, SUI Jin-xi, HOU Jun-tong (Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

ABSTRACT: The paper aims to analyze and study the shape design of lawn lamps and lanterns in Miejia Village, Xingcheng City, Liaoning Province on the theoretical basis of Kansei engineering and Additive manufacturing technology. The users' image perception vocabulary of lawn lamps and lanterns was obtained by the method of literature induction, user interview, etc. The perceptual intention vocabulary pair is established and the collected and screened lawn lighting samples is classified by card classification method. The product perceptual images were analyzed by semantic difference analysis and Likert psychological scale analysis with spss as the date snslysis tool. Combined with MSA multi-level method, the key design elements are deduced and extracted, to put froward the design scheme of lawn lamps and lanterns in fishing village under the technology of adding materials. This paper discusses the relationship between the design demand and design form of lawn lamps and lanterns in fishing village. Based on the theory of Kansei engineering and the manufacturing technology of adding materials, the ideas and methods which are beneficial to the optimal design of lawn lamps in fishing villages are obtained, which provides new ideas for the design of lawn lamps and lanterns.

KEY WORDS: additive manufacturing; kansei engineering; lawn lamps; perception image

辽宁省兴城市邴家村地处辽东湾西岸,位于辽西 走廊中部,主要生产业为渔业。 邴家村海滩尤其在夏 季是当地比较著名的游玩区,虽然当地的渔村游项目 初具规模, 但是依然存在很多问题。根据居民的反馈

意见和实地调研发现,最突出的问题是绿化场所缺乏 草坪照明设施,没有为人们夜晚的户外活动提供必要 的照明和生活便利场所,居民和游客安全感不足,导 致旅游业发展缓慢。因此,设计一款兼具照明功能和

收稿日期: 2021-05-29

基金项目:辽宁省教育厅科学研究项目(J2020034)

作者简介:李立(1972-),女,辽宁人,硕士,大连工业大学副教授,主要研究方向为产品创新与用户体验设计、人因 工程学。

创意性,并且能凸显地域文化特征的草坪灯具,成为 亟待解决的问题。

1 研究现状

增材制造(Additive Manufacturing, 简称 AM) 也被称为 3D 打印, 是一种融合了计算机辅助设计和 材料加工与成型技术,以数字模型文件为基础,通过 软件与数控系统将专用的金属材料、非金属材料和医 用生物材料,按照挤压、烧结、熔融、光固化、喷射 等方式逐层堆积,制造实体物品的制造技术[1]。目前 我国增材制造技术的应用范围非常广泛, 在如航空航 天、国防、汽车、医疗、产品定制、通用制造等多个 领域都有应用。近年来,随着增材制造技术的发展, 越来越多的学者意识到了增材制造技术的出现改变 的不仅是制造方式,更是传统设计模式[2]。新技术的 出现会带给产品全新的设计模式,产品的设计也因此 具有了更高的自由度。例如增材制造在表达具有复杂 几何形状和个性化定制的灯具产品设计上具有极强 的优越性。设计者在方案设计的过程中不再拘泥于传 统的减材和开模工艺,可以创作任意造型的灯具,最 大限度地满足形态设计需求。正如彼得·马什在《新 工业革命》中所说, 当增材制造技术能够发展成为普 遍的制造生产模式时,利用增材制造技术满足个人生 理或心理需求的个性化定制方式也将成为主流,与此 同时也意味着真正的大规模个性定制的普及[3]。因 此,借助增材制造技术研究渔村草坪灯具形态设计是 一个非常高效且可行的途径。

2 研究步骤

本课题以增材制造技术下的渔村草坪灯具形态设计为研究对象。首先,运用文献归纳法、用户访谈法等,在网络、期刊上搜集与课题相关的感性词汇,建立感性词汇资料库,筛选和确定语义差分法的感性意向词汇对;其次,通过网络、灯具市场等渠道,搜集和筛选草坪灯具样本图片,运用卡片法对样本进行分类整理,采用焦点小组法、李克特心理量表法对草

坪灯具的形态风格进行重新定位,分析其共性和特性,再将感性要素量化并转化成可被设计的设计要素;最后,通过增材制造技术制作具有地域特色的个性化草坪灯具,为草坪灯具设计提供新思路。灯具设计流程见图 1。

2.1 感性词汇的收集及词汇库的建立

本次实验选用的形容词要符合产品的感性意象语义。笔者团队成员参考了大量相关的专著,通过期刊文献、灯具宣传册、网络、杂志等途径,获取能够描述渔村草坪灯的感性形容词汇,初步获取了低层次水平词汇 200 组。在此基础上邀请了 23 名产品设计专业的学生,对收集的词汇开展集体讨论并进行分类操作和筛选,剔除表达意义相同或相近,以及与灯具造型无关的形容词汇,获得了中级词汇 8 组。邀请产品设计专业教师和产品设计师、渔村居民对词汇进行探讨和筛选,最终确定了 4 组最高级感性形容词汇,分别是"现代的一原始的""庄严的一野趣的""冷漠的一亲切的""华丽的一朴素的"。

2.2 样本的收集及筛选

草坪灯具一般被应用在户外场所,如公园、花园别墅、广场绿化及道路两侧的景观绿化等,主要以装饰性外观和辅助性的柔和照明为特点。本文主要以小型的地埋式草坪灯为研究对象,采取收集网络店铺、专业杂志报纸上的草坪灯具图片,以及走访灯具市场等方式,初步获取了86个草坪灯具样本。然后利用卡片法将图片归类,并邀请5位产品设计师,通过专家讨论的方法,从中筛选出具有代表性的草坪灯具样本图片。最终共选取了18个样本图片。样本图片选择及编号,见图2。

2.3 建立感性评价量表

感性工学建立在语义实验的基础上,用更加客观的方式测量用户对词语的情感化程度。语义实验的基础是语义差异分析量表^[4],为确保形容词汇能够被实验被试者充分理解,笔者团队基于语义差分法制作了调查问卷。该问卷采用李克特7级测量方法^[5],对样

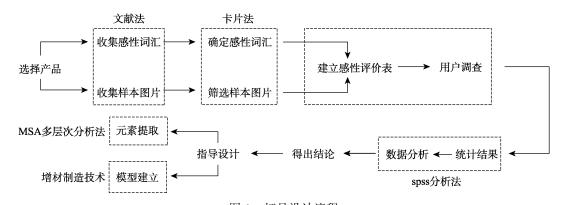


图 1 灯具设计流程 Fig.1 Process of lamp design



图 2 灯具样本 Fig.2 Lamp sample

表 1 灯具样本 6 问卷示例 Tab.1 Questionnaire of lamps and lanterns sample no. 6

词汇	非常反对	比较反对	有点反对	中立	有点认同	比较认同	非常认同	样本 6
现代的	3	2	1	0	1	2	3	
庄严的	3	2	1	0	1	2	3	
冷漠的	3	2	1	0	1	2	3	
华丽的	3	2	1	0	1	2	3	

本的感性意象进行等级划分,标尺的两端分别表示"非常反对"和"非常认同"。以感性意象词汇对"现代感一原始感"为例,-3 分表示极具现代感,-2 分表示较具现代感,-1 分表示略具现代感,0 分表示折中状态,1 分表示略具原始感,2 分表示较具原始感,3 分表示极具原始感。被试者可根据自己对每款灯具样本的印象,在每个感性形容词汇对适当的位置打分,为了避免用户测试时存在的打分倾向,量表的分数设置从左至右依次为 3,2,1,0,1,2,3,而在统计时转换为-3,-2,-1,0,1,2,3。灯具样本 6 问卷示例见表 1。建立感性评价量表是为了用主观的方式量化被试者对词汇模糊的感觉,以了解目标群体对现有灯具产品的感觉意向,由此分析推导出样本设计要素与感性词汇之间的关系,为下一步设计研究做准备。

2.4 选择被试者

为了更好地保证实验顺利进行,需要被试者准确理解实验要求并配合完成实验。因此本实验招募在校的产品设计专业大四本科生和研一研究生作为被试,年龄在 20~26 岁,男女性别不限。最终邀请到有效被试者 56 人(男性 27 名,女性 29 名)。

2.5 数据统计与分析

本次调研共发放问卷 56 份, 去除无效问卷 6 份, 最终得到有效问卷 50 份。对问卷调研所得数据进行 统计分析, 计算出各个样本中不同形容词汇对的加权 平均值, 见表 2。再将所得平均值输入 spss 软件进行 因子分析,获得总方差,见表3。目的是将相同本质 的变量归入一个因子,从而不仅减少变量的数目,而 且可以检验变量间关系的假设。由总方差可知,草坪 灯具受两个主成分影响较大,分别为成分1和成分2, 其特征值均大于 1, 方差百分比分别为 57.027%和 30.786%, 可解释原始变量 87.813%的方差。成分 1 与成分 2 可涵盖所有变量的信息,所以 spss 选择了两 个主成分提取平方和载入,以这两个主成分代替原有 全部变量。由碎石图可知,其中有两个主成分的特征 值≥1,前两个特征值较高,在第3个拐点处坡度变 缓,碎石图显示此次数据可以应用因子分析法进行降 维,因此适合提取两个因子,见图3。

成分矩阵见表 4,由主成分提取法获得,由表可知感性形容词汇受成分 1 的影响最大,根据成分 1 的相关数值可得出"冷漠的一亲切的"和"庄严的一野趣的"是用户最看重的草坪灯具外观设计风格,其中

表 2 样本加权平均值 Tab.2 Sample weighted average

		oumpie weigh		
样本	现代的— 原始的	庄严的— 野趣的	冷漠的— 亲切的	华丽的— 朴素的
1	-0.88	0.92	0.12	1.16
2	-1.32	0.84	-0.12	0.96
3	0.76	0.32	1.28	0.56
4	-2.32	1.76	1.52	-0.48
5	-2.04	0.08	0.16	0.96
6	1.20	2.00	0.08	2.04
7	-0.32	0.84	0.20	0.2
8	-0.68	1.96	0.68	1.16
9	0.68	2.48	1.88	0.56
10	-0.08	2.20	1.96	1.00
11	1.56	0.80	0.84	1.08
12	-0.48	-0.64	-0.16	0.92
13	-0.52	1.36	0.84	-0.20
14	-1.20	0.52	0.04	1.40
15	1.16	0.64	0.68	1.20
16	-2.60	-1.16	-1.80	0.44
17	-1.56	0.08	-0.68	0.44
18	-2.40	-2.04	-2.24	1.20

表 3 总方差 Tab.3 Total variance

成分 —		提取载荷平方和	
л <u>х</u> л —	总计	方差百分比/%	累积/%
1	2.281	57.027	57.027
2	1.231	30.786	87.813

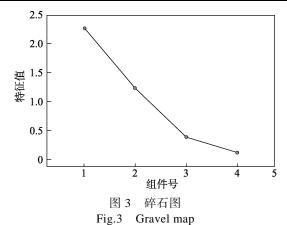


表 4 成分矩阵 Tab.4 Composition matrix

形容词汇对 -	成	
少台四亿四 -	1	2
现代的—原始的	0.766	0.469
庄严的一野趣的	0.909	-0.140
冷漠的一亲切的	0.932	-0.263
华丽的—朴素的	0.014	0.961

"冷漠的一亲切的"最受重视。由成分2可知,用户最看重的草坪灯具设计元素为"华丽的一朴素的"。根据统计结果最终选用"冷漠的一亲切的"和"华丽的一朴素的"作为新的渔村草坪灯具的设计风格特征描述。

2.6 结论

由表 2 得出的平均值可知: 样本 4、样本 5、样 本 16 和样本 18 最能体现"现代的"元素, 材质为金 属或合金,表面纹理为镜面或磨砂,颜色多为银灰色, 造型为严谨的几何线条; 样本 11 和样本 15 最能体现 "原始的"元素,光线为亮度均匀的暖光,外部造型 为镂空框架结构, 材质为木质或竹质, 表面结构几何 重复特征明显;样本 16 和样本 18 最能体现"庄严的" 元素,几何造型,线条硬朗,表面磨砂,光源为偏冷 色白光; 样本 9 和样本 10 最能体现"野趣的"元素, 有机仿自然形态,能够与自然景观完美融合,光源柔 和,讲究生态艺术;样本 18 最能体现"冷漠的"元 素,造型简单,结构硬朗,光源颜色清冷;样本3、 样本 4、样本 9 和样本 10 最能体现"亲切的"元素, 外部镂空,为自然圆润的有机孔洞结构,自由奔放, 暖光从空洞漏出,形成光斑;样本4和样本13最能 体现"华丽的"元素,造型圆润却富有曲率变化,光 色温暖,装饰性强;样本1、样本6、样本8、样本 14 和样本 15 最能体现"朴素的"元素,造型古朴简 单,清雅温和,表面处理为仿石料和仿木料,灯光含 蓄温暖。

3 增材制造下的草坪灯具设计实践

3.1 设计定位

在渔村旅游业的发展中,本地村民和外地游客占主导地位,因此将游客和村民定为产品的主要使用人群。本次调查共选取了 12 位用户进行深入的访谈交流,游客与村民的比例为 1:1,通过走访调研得到感性工学的设计要素中的意象词汇。对于游客和村民来讲,渔村的灯具形态要贴近真实的生活状态,在与环境相互融合呼应的同时还要表现渔村独有的文化内涵。因此选取"亲切的"和"朴素的"作为设计方案的感性要素。

3.2 设计要素

基于对样本加权平均值的分析,提出渔村景观草坪灯的设计应从材质、造型和色彩 3 方面进行分析,并得出以下 8 个设计特征:淳朴清新、柔和细腻、纹理自然、表面镂空、有机自然、素雅复古、温和单色、原色材质^[7]。基于 MSA 多层次分析法的设计要素提取见表 5。

表 5 基于 MSA 多层次分析法的设计要素提取
Tab.5 Design element extraction based on MSA
multi-level analytic hierarchy process

			3 T T T T T T T T T T T T T T T T T T T
主题	类别	设计特征	设计要素
	材质	淳朴清新柔和细腻	多使用木材、仿石材料
			亲近自然
			工程塑料材质,透光程度高
			高强度、耐高温、防水
草坪 灯具	造型	纹理自然 表面镂空	回归田园、纹理丰富且多层次
			灯具外轮廓镂空处理,多使用自然流 畅线条对轮廓进行分割,光线投影美 观雅致
			烘托氛围
设计			以曲线条为主
			造型富有生机
			形态素雅原始
			充满怀旧气息
	色彩	有机自然 素雅复古 温和单色 原色材质	色彩单一
			温和通透
			木材和仿石材料均使用原色
			亲切自然

3.3 设计方案

依据以上结论,得到渔村草坪灯具的设计方案见图 4。整体灯具造型见图 4b,灯罩顶部材质为光敏树脂,通透且富有光泽,具有高强度、耐高温、防水性强的特点,造型圆滑雅致,表面细腻温润,色彩柔和素净,中性偏暖的光色柔和雅致,表现了渔村自然环境中"海上生明月"的意境和语言。底座材质为工程塑料和钛合金,加厚的金属支架让灯具更具稳定性,底部造型为镂空水波形态,动感且富有韵律。柔和的曲线结合厚重的底座凸显了灯具的亲切感和朴素感。暗夜照明效果见图 4a,下半部镂空投射出的光影富有层次感,带给用户"海上明月共潮生"的感官体验。图 4c 和图 4d 分别为灯具的顶视图和正视图,整体设计在保证灯具稳定性的同时增强了体量感和照明效果,能很好地与周围环境融合,凸显了海边渔村的地域性和文化性。

3.4 增材制造技术应用

随着增材制造技术的发展,其技术原理与不同的材料和工艺结合形成了许多增材制造设备,目前已有的设备种类达 20 多种^[8]。这种独特的技术手段使渔村草坪灯具的生产制作与传统产品制造方式相比变得更加高效和便捷。主要体现在以下几个方面。

- 1)满足灯具设计的个性化需求。增材制造借助快速成型的优势,实现了产品的小批量化生产,直接满足了人们对定制产品的需求^[9]。用户可以根据草坪灯具所在的地区文化特征和语义符号快速建立独具特色的灯具外观模型,创造属于自己的产品^[10]。本文的渔村草坪灯具设计灵感来源于海水、明月,抽取线条、色彩等设计元素,整体设计突出了海边渔村宁静、安详的氛围。
- 2)适合镂空结构制造,工艺性好。增材制造技术的最大优势就是它能实现造型较为复杂的产品[11],例如一些异形、镂空、孔洞、动感强的造型。灯具底部水波纹造型如果用传统的开模制造模式,工艺相对复杂,成本偏高。然而增材制造技术是将材料一点点逐层堆加,最后形成完整的产品[12],这种无需原胚和模具的制造方法使户外草坪灯具的制造更为简单。
- 3)生产周期短,降低制造成本。利用增材制造技术设计制作草坪灯具,工序越少,产品的生产周期和制造成本就会越低^[13],在经济层面降低了成本。
- 4)减少材料浪费,更加环保节能。增材制造是将材料逐层堆积制造物体的过程,而不是传统的减材制造方法。相较于传统减材制造导致的资源消耗和原料浪费,增材制造所采用的材料堆叠制造方式能够大大减少原料投放和废料产生^[14],少量未成形的材料也能通过技术手段进行回收再利用,这在某种程度上极大地缓解了自然和能源的压力,具有节能、减材、环保的特点。另一方面,增材制造也缓解了物流和交通运输的压力,可实现异地制造,减少耗能。

当然,如果增材制造想要在灯具设计领域中走得越来越远,就需要加快适用于增材制造的新型材料研发,探索更多适用于增材制造技术的材料^[15],以此丰富灯具的质感表达。比如通过自然材料与科技材料的

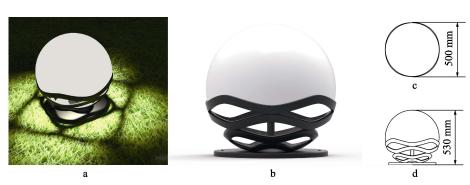


图 4 基于增材制造技术的草坪灯具设计方案

Fig.4 Design scheme of lawn lamps and lanterns based on increasing material manufacturing technology

巧妙结合, 创造出新的语意形式, 也是当下增材制造 技术下的产品形态研究重点。

4 结语

本文将感性工学理论研究应用到增材制造技术下的渔村草坪灯具形态设计中,契合了增材制造技术下草坪灯的设计需求,使渔村草坪灯的设计在具有新技术的物理特征的同时,也满足了用户的真正需求。笔者团队运用感性工学的研究方法了解了用户的感性需求,并建立了感性词汇资料库,得出了用户对渔村草坪灯具的意象感受词汇,分析了其共性和特性,将感性要素量化,并转化成了可被设计的物理要素,探讨了渔村草坪灯具设计需求与设计形态之间的关联。有助于设计师有针对性地抓住设计元素,做出精准的设计决策。在产品生产制造方面,提出了利用增材制造技术实现低成本和高效的产品个性化、小批量的定制生产。为草坪灯具设计提供了新思路。

参考文献:

- [1] 张学军, 唐思熠, 肇恒跃, 等. 3D 打印技术研究现状和关键技术[J]. 材料工程, 2016, 44(2): 122-128. ZHANG Xue-jun, TANG Si-yi, ZHAO Heng-yue, et al. Research Statuse and Key Technologies of 3D Printing[J]. Journal of Materials Engineering, 2016, 44(2): 122-128.
- [2] 邹芸鹂. "随物赋形聚万象"——3D 打印技术在室内设计中的创新应用研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2016. ZOU Yun-li. "The Various Forms of Arbitrary Objects Converging": Innovation Research of 3D Printing Technology in the Interior Design[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2016.
- [3] 彼得·马什. 新工业革命[M]. 北京: 中信出版社, 2013.
 - MARSH P. New Industrial Revolution[M]. Beijing: CITIC Publishing House, 2013.
- [4] 李然,支锦亦,肖江浩,等.产品语义提取方法及流程研究[J]. 包装工程,2018,39(22):132-137. LI Ran, ZHI Jin-yi, XIAO Jiang-hao, et al. Product Semantic Extraction Method and Procedure[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 132-137.
- [5] 王昭, 郭庆科. 个人拟合指标在 Likert 型人格测验中的应用[J]. 中国临床心理学杂志, 2016, 24(3): 470-474.
 - WANG Zhao, GUO Qing-ke. The Application of Person-fit Statistics in Likert Personality Scales[J]. Chinese Journal of Clinical Psychology, 2016, 24(3): 470-474.
- [6] 陈国强,姜楠,张鹏,等. 基于感性工学的儿童陪伴机器人造型设计[J]. 包装工程, 2021, 42(4): 166-171. CHEN Guo-qiang, JIANG Nan, ZHANG Peng, et al. Modeling of Children's Companion Robot Based on

- Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(4): 166-171.
- [7] 王天赋,徐子豪. 基于感性工学的汽车驾驶空间内饰优化设计[J]. 包装工程. 2020, 41(24): 98-103. WANG Tian-fu, XU Zi-hao. Optimal Interior Design of Car Driving Space Based on Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 98-103.
- [8] 百度文库. 增材制造技术较传统工艺的优势与关键技术[EB/OL]. (2020-04-17)[2021-05-29]. https://wenku.baidu.com/view/c18400b800f69e3143323968011ca300a7c3f61c.html
 Bundu Library. Application of Additive Manufacturing
 - Bundu Library. Application of Additive Manufacturing Technology to Manufacturing Process[EB/OL]. (2020-04-17)[2021-05-29]. https://wenku.baidu.com/view/c184-00b800f69e3143323968011ca300a7c3f61c.html
- [9] GIBSON I, ROSEN D, STUCKER B. Additive Manufacturing Technology[M]. New York: Springer, 2015.
- [10] 苏颜丽, 韩卫国, 白靖菲, 等. 基于湛江地域文化的 创意产品设计研究 [J]. 包装工程, 2018, 39(16): 136-141.
 - SU Yan-li, HAN Wei-guo, BAI Jing-fei, et al. Creative Product Design Based on Zhanjiang Regional Culture[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(16): 136-141.
- [11] 郭绍庆, 刘伟, 黄帅, 等. 金属激光增材制造技术发展研究[J]. 中国工程科学, 2020, 22(3): 56-62. GUO Shao-qing, LIU Wei, HUANG Shuai, et al. Development of Laser Additive Manufacturing Technology for Metals[J]. Engineering Science, 2020, 22(3): 56-62.
- [12] 彭景光,周伟星,陈迪,等.增材制造技术在汽车后市场的应用及可行性研究[J]. 粉末冶金工业,2020,30(4):1-7.
 - PENG Jing-guang, ZHOU Wei-xing, CHEN Di, et al. Application and Feasibility Study of Additive Manufacturing Technology in automotive Aftermarket[J]. Powder Metallurgy Industry, 2020, 30(4): 1-7.
- [13] 王玉, 李帅帅, 于颖. 面向增材制造的零件结构及工 艺设计[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2020, 48(6): 869-879.
 - WANG Yu, LI Shuai-shuai, YU Ying. Structure Design and Process Planning Additive Manufacturing[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2020, 48(6): 869-879.
- [14] 栗卓新, 祝静, 李红, 等. 增材制造技术环境影响及 其生命周期评价的研究进展[J]. 材料导报, 2021, 35(11): 11173-11178.
 - LI Zhuo-xin, ZHU Jing, LI Hong, et al. Research Progress on Environmental Impact and Life Cycle Assessment of Additive Manufacturing Technology[J]. Materials Reports, 2021, 35(11): 11173-11178
- [15] 卢秉恒. 增材制造技术——现状与未来[J]. 中国机械工程, 2020, 31(1): 19-23.
 - LU Bing-heng. Additive Manufacturing: Current Situation and Future[J]. China Mechanical Engineering, 2020, 31(1): 19-23.