

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.10.014

工艺参数对 SLA 成型制件力学性能的影响

李晶晶¹, 马世博^{1,2}, 梁帅¹, 李韶臣¹

(1. 河北科技大学材料科学与工程学院, 石家庄 050018; 2. 河北增材制造产业研究院, 石家庄 050000)

摘要: 为了获得性能优异的立体光固化成型 (SLA) 制件, 以 SZUV-W8001P 型光敏树脂为打印材料, 基于 SLA 光固化 3D 打印机制备了不同工艺参数下的标准拉伸、弯曲及冲击试样, 探究了打印层厚、填充扫描速度、填充线距及后固化时间等工艺参数对 SLA 成型试样力学性能的影响。结果表明, 打印层厚为 0.05 mm 时, 拉伸强度、弯曲强度和冲击强度均达到最大值, 分别为 48.52, 68.63 MPa 和 174.76 kJ/m²; 填充扫描速度对力学性能影响较小; 力学性能随填充线距的增大呈先增大后减小的趋势, 在 0.04~0.06 mm 时表现出良好的力学性能; 拉伸强度随后固化时间的增加呈先上升后下降的趋势, 后固化时间为 100 min 时拉伸强度最大为 47.93 MPa; 当打印层厚为 0.05 mm, 填充扫描速度为 6000 mm/s, 填充线距为 0.04~0.06 mm 以及后固化时间为 100 min 时, 有利于 SLA 制件获得相对最优的力学性能。

关键词: 光敏树脂; 打印参数; 后固化时间; 立体光固化成型; 力学性能

中图分类号: TQ320.63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)10-0075-05

Effect of Process Parameters on Mechanical Properties of SLA Molding Parts

Li Jingjing¹, Ma Shibao^{1,2}, Liang Shuai¹, Li Shaochen¹

(1. College of Material Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China;

2. Hebei Research Institute of Additional Materials Manufacturing Industry, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: Based on stereo lithography apparatus (SLA) curing technology, a series of standard tensile, bending and impact specimens were prepared by SZUV-W8001P photosensitive resin in order to obtain SLA parts with excellent properties. The effects of printing layer thickness, filling scanning speed, filling line distance and post-curing time on the mechanical properties of SLA samples were investigated. The results show that the tensile strength, bending strength and impact strength reach the maximum when the thickness of the printing layer is 0.05 mm, which are 48.52, 68.63 MPa and 174.76 kJ/m² respectively. The filling scanning speed has little influence on the mechanical properties. The mechanical properties increase first and then decrease with the increase of filling line spacing, and show good mechanical properties at 0.04 – 0.06 mm. The tensile strength increases first and then decreases with post-curing time increasing, and the tensile strength is maximum at 47.93 MPa when the post-curing time is 100 min. When the thickness of printing layer is 0.05 mm, the filling scanning speed is 6000 mm/s, the filling line spacing is 0.04 – 0.06 mm and the post-curing time is 100 min, it is beneficial to obtain the relatively optimal mechanical properties of SLA parts.

Keywords: photosensitive resin; printing parameter; post-curing time; stereo lithography apparatus molding; mechanical property

随着先进制造理念及数字化技术的不断发展, 3D 打印技术逐渐在各行各业得到广泛应用^[1]。目前, 3D 打印技术主要分为光固化成型 (SLA)、熔融沉积制造 (FDM)、选择性激光烧结、叠层实体制造、

选择性激光熔化 (SLM) 等^[2-4]。其中 SLA 是最早出现的一种快速成型技术, 该技术由于其成型精度高、成型周期短、材料利用率高等优点而被广泛应用^[5]。

基金项目: 河北省增材制造产业技术研究院开放基金项目, 河北省研究生创新项目 (CXZZSS2017094)

通讯作者: 马世博, 博士, 副教授, 主要研究方向为材料近净成型和金属表面处理技术 E-mail: mashibo1980@163.com

收稿日期: 2019-07-12

引用格式: 李晶晶, 马世博, 梁帅, 等. 工艺参数对 SLA 成型制件力学性能的影响 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(10):75-79.

Li Jingjing, Ma Shibao, Liang Shuai, et al. Effect of process parameters on mechanical properties of SLA molding parts[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(10):75-79.

近年来,许多学者研究了3D打印工艺参数对制品力学性能的影响。L. M. Galantucci等^[6]分析了层高、打印速度等工艺参数对FDM制品表面粗糙度的影响;葛庆等^[7]主要探究了3D打印过程中温度、打印速率、填充率、片层厚度等参数的优化以及对塑料制品性能和质量的影响,并利用正交试验法对多种参数进行了优化;徐恬^[8]通过单道、单层和多层扫描实验,优化SLM钴铬合金的成型工艺,研究了激光功率、扫描速度和填充线距对零件成型质量的影响规律,并获得最优工艺参数;王小军^[9]针对SLM铝合金工艺参数进行了研究及优化,探究了激光扫描速度、激光能量、激光填充线距、激光停留时间及保护气氛等工艺参数对Al-Si合金力学性能的影响。

目前,工艺参数对SLA成型制件力学性能的影响研究报道较少,研究主要集中于光敏树脂成型尺寸精度和表面精度的影响。郭亮等^[10]以VisiJet SL Black型光敏树脂为材料,研究了切片层厚、支撑角度对成型件尺寸精度和表面精度的影响及后固化时间对拉伸性能的影响;宗学文等^[11]基于面成型光固化工艺,研究了分层厚度、曝光时间、回合等待时间等因素对制件尺寸精度的影响;伍璧超等^[12]对三维激光成型固化后的光敏树脂进行了准静态压缩和拉伸试验,获得了其力学性能的变化规律以及真实应力-应变曲线数据;蒋三生^[13]研究了打印工艺参数对打印制品质量及弯曲性能的影响。笔者以SZUV-W8001P型光敏树脂为材料,基于SLA光固化成型技术打印标准试件,探究工艺参数对成型试样拉伸、弯曲和冲击性能的影响规律,以期对SLA成型制品提供理论依据。

1 实验部分

1.1 主要原材料

光敏树脂:SZUV-W8001P,白色,25℃时液态密度为1.13 g/cm³,27℃时黏度为230~330 cps,固化深度为0.141 mm,临界曝光量为7.3 mJ/cm²,上海数造机电科技股份有限公司。

1.2 主要设备及仪器

SLA光固化3D打印机:3DSL-450Hi型,上海数造机电科技股份有限公司;

UV紫外光固化箱:SN04-Y型,飞利浦灯具(上海)有限公司;

电子万能材料试验机:5567型,美国Instron公司;

悬臂梁冲击试验机:SMT-3002I型,扬州塞思检测设备有限公司。

1.3 试样制备

SLA成型技术的基本原理是利用一定波长和强度的激光照射液态光敏树脂,使其发生聚合反应,液态光敏树脂逐层固化而得到所需的试件^[14],过程如图1所示。由图1可知,层厚、填充扫描速度、填充线距对成型制件的性能有着重要的影响。

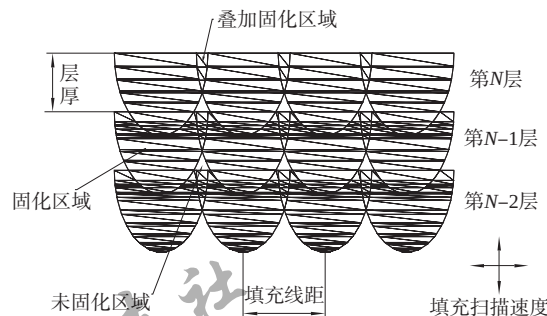


图1 SLA成型过程

采用光固化3D打印机设定不同工艺参数制备出拉伸、弯曲及冲击样条。其中打印层厚、填充扫描速度、填充线距及后固化时间分别选择3~5个参数值,见表1。为防止打印放置位置对力学性能产生影响,试验均采用水平摆放(XY平面)。

表1 SLA成型工艺参数

项目	数值
打印层厚/mm	0.05,0.1,0.15
填充扫描速度/(mm·s ⁻¹)	3000,4500,6000,7500,9000
填充线距/mm	0.02,0.04,0.06,0.08,0.1
后固化时间/min	90,100,110,120,130

1.4 性能测试

拉伸性能按GB/T 1040.2-2006测试,拉伸标距50 mm,加载速度20 mm/min,室温;

弯曲性能按GB/T 9341-2008测试,试验跨距64 mm,加载速度2 mm/min,当应力达到峰值后减小到其95%时实验结束;

冲击性能按GB/T 1043-2008测试,无缺口冲击。

2 结果与讨论

2.1 打印层厚对力学性能的影响

研究打印层厚对力学性能影响时,固定填充扫描速度6000 mm/s,填充线距0.06 mm,后固化时间90 min,试验结果见表2。由表2可知,随着打印层厚的增加,SLA制件的拉伸、弯曲和冲击性能均呈下降趋势,表明此阶段样条的塑性和韧性均降

低。当打印层厚为 0.05 mm 时,树脂层界面粘结紧密,力学性能最佳。随着打印层厚的增加,试件层数减少,树脂层间孔隙逐渐增大,试件间的粘结性能下降,树脂固化程度降低,造成界面结合强度明显下降,出现分层现象而降低了试件的力学性能。

表 2 不同打印层厚 SLA 制件的力学性能

打印层厚 / mm	拉伸强度 / MPa	断裂伸长 率 / %	弯曲强度 / MPa	冲击强度 / (kJ · m ⁻²)
0.05	48.52	9.69	68.63	174.76
0.10	44.40	8.93	63.85	132.95
0.15	38.31	8.12	60.28	123.62

2.2 填充扫描速度对力学性能的影响

表 3 为不同填充扫描速度 SLA 制件的力学性能,此时打印层厚为 0.05 mm,填充线距 0.06 mm,后固化时间 90 min。由表 3 可知,随着填充扫描速度的增加,试件的力学性能呈先提高后降低的趋势。

表 3 不同填充扫描速度 SLA 制件的力学性能

填充扫描速 度 / (mm · s ⁻¹)	拉伸强度 / MPa	断裂伸长 率 / %	弯曲强度 / MPa	冲击强度 / (kJ · m ⁻²)
3 000	47.47	5.9	66.31	137.86
4 500	47.53	6.35	67.559	142.74
6 000	48.52	9.69	68.63	174.76
7 500	46.59	10.01	66.45	145.98
9 000	46.23	8.115	65.48	139.95

当填充扫描速度在 3 000 ~ 4 000 mm/s 时,树脂吸收紫外线的能量足够多,制件内部易产生应力集中,从而产生翘曲变形,故强度较低;随着填充扫描速度达到 6 000 mm/s 时,拉伸强度、弯曲强度和冲击强度均达到最大值。表明此时树脂吸收紫外线的能量多,固化线幅增大,相邻的固化线条重合度加大,则力学性能较好。当打印速度增大到 7 500 mm/s 时,相邻固化线条件重合变小,树脂由于吸收不到足够的能量而不易固化成型,使得材料的强度开始降低,但断裂伸长率达到最大值 10.01%,表明此阶段样条的塑性下降而韧性增强。此外,填充扫描速度范围取值 3 000 ~ 9 000 mm/s 时,拉伸强度和弯曲强度的最大变化率分别为 4.72% 和 4.59%。表明填充扫描速度对拉伸强度和弯曲强度虽有影响,但变化不明显。

2.3 填充线距对力学性能的影响

填充线距是一个非常重要的工艺参数,当扫描速度固定时,随着填充线距的增大,扫描线间的残留液态树脂会成比例增多^[15]。这会造成两个问题,首先是成型件的强度随之降低;其二是后固化收缩量和变形量随之增大,从而误差增大。因而普遍采用平面扫描的制作方式,即填充线距小于光斑直径(

光斑直径设定为 0.15 mm),这样不但固化的扫描线间没有间隙,反而有部分重叠,能大大减少后固化引起的误差,提高成型件的强度和尺寸稳定性^[16]。但采用较小的填充线距也会带来一些问题,如打印制件时间增加、内应力增大等。因此,选择合理的填充线距对 SLA 制件的力学性能有指导作用。

研究填充线距对力学性能影响时,层厚为 0.05 mm,填充扫描速度 6 000 mm/s,后固化时间 90 min,试验结果见表 4。由表 4 可知,随着填充线距的增大,试件力学性能均呈现先提高后降低的趋势,当填充线距为 0.04 mm 时,拉伸强度和断裂伸长率达到最大值,分别为 49.55 MPa 和 10.37%,此阶段填充线距小,扫描线间隙小,重叠部分增大,成型制件基本上达到 100% 的固化率,从而有利于提高成型制件的强度。弯曲强度在填充线距为 0.04 ~ 0.06 mm 时变化较小,冲击强度在填充线距为 0.06 mm 时达到最大值 174.76 MPa。当填充线距为 0.10 mm 时,力学性能大幅度降低,表明此时扫描线间的残留液态树脂会成比例增多,在紫外光的照射下不能完全固化成型而使得制件的强度大幅度降低。结果表明,填充线距对力学性能的影响较大,在 0.04 ~ 0.06 mm 时表现出良好的力学性能。

表 4 不同填充线距 SLA 制件的力学性能

填充线距 / mm	拉伸强度 / MPa	断裂伸长 率 / %	弯曲强度 / MPa	冲击强度 / (kJ · m ⁻²)
0.02	47.93	9.45	64.4	134.99
0.04	49.55	10.37	68.71	166.43
0.06	48.52	9.69	68.63	174.76
0.08	47.46	8.32	65.09	152.46
0.10	45.82	5.09	59.42	121.05

2.4 后固化时间对拉伸性能的影响

由于外界环境的变化和制件内部残余应力的存在,制件可能还会继续变形,应设法在成型过程中减少残余应力的产生,故需进行后固化,以提高制件的力学性能^[17]。适当时间的后固化还可以有效增强光固化效果,提高制件的力学性能。

图 2 为不同后固化时间 SLA 制件的拉伸性能,此时层厚为 0.1 mm,填充扫描速度为 6 000 mm/s,填充线距为 0.6 mm。随着制件在紫外光固化箱中时间的延长,拉伸强度呈先上升后下降的趋势,在 100 min 时拉伸强度达到 47.93 MPa;断裂伸长率整体呈下降趋势,且下降速率先快后慢,后固化 90 min 时断裂伸长率最大为 8.93%,此时制件的韧性较强。结果表明,在后固化时间 90 min 时,固化

不完全,零件表现出高韧、低强度的特征;随着后固化时间延长,完全固化的光敏树脂零件会在紫外灯的照射下变得硬脆,降低了材料的力学性能^[10]。

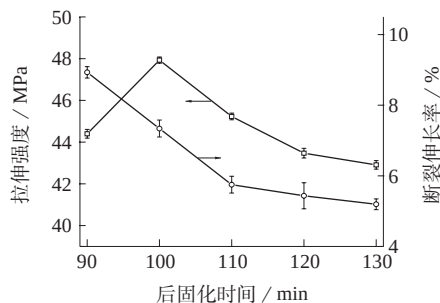


图2 不同后固化时间 SLA 制件的拉伸性能

3 结论

(1) 打印层厚为 0.05 mm 时,拉伸强度、弯曲强度和冲击强度均达到最大值,分别为 48.52, 68.63 MPa 和 174.76 kJ/m²。填充扫描速度对拉伸强度和弯曲强度影响较小;填充线距对力学性能影响较大,在 0.04~0.06 mm 时表现出良好的力学性能。

(2) 随着后固化时间的增长,成型制件的拉伸强度呈现先上升后下降的趋势,在 100 min 时拉伸强度达到 47.93 MPa。断裂伸长率整体呈下降趋势,且下降速率先快后慢,后固化 90 min 时断裂伸长率最大为 8.93%,此时制件的韧性较强。

(3) 当打印层厚为 0.05 mm,填充速度为 6000 mm/s,填充线距为 0.04~0.06 mm,后固化时间 100 min 时,有利于减少制件内部树脂的残留,从而获得相对最优的力学性能。

参考文献

- [1] 张超,马文茂. DLP 光固化 3D 打印关键技术研究[J]. 航空科学技术,2018,29(4):47-51.
Zhang Chao, Ma Wenmao. Research on key technologies of DLP photosolidified 3D printing[J]. Aviation Science and Technology, 2018, 29(4):47-51.
- [2] 杨伟,陈正江,补辉,等. 基于工程塑料的 3D 打印技术应用研究进展[J]. 工程塑料应用,2018,46(2):143-147.
Yang Wei, Chen Zhengjiang, Bu Hui, et al. Research progress of 3D printing technology based on engineering plastics[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(2):143-147.
- [3] Kim D S, Bae S W, Choi K H. Development of industrial SFF system using dual laser and optimal process[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2007, 23(6):659-666.
- [4] Chartier T, Dupas C, Pierre-Marie G, et al. Influence of irradiation parameters on the polymerization of ceramic reactive suspensions for stereolithography[J]. Journal of the European Ceramic Society, 2017, 37(15):4431-4443.
- [5] 周鹏,郭龙,赖书城,等. 光固化 3D 打印快速成型技术[J]. 物联网技术,2017,7(4):97-98.
Zhou Peng, Guo Long, Lai Shucheng, et al. Rapid prototyping technology for 3D printing by light curing[J]. Internet of Things Technology, 2017, 7(4):97-98.
- [6] Galantucci L M, Lavecchia F, Percoco G, et al. Study of compression properties of topologically optimized FDM made structured parts[J]. Manufacturing Technology, 2008, 57:243-246.
- [7] 葛庆,汪崑. 3D 打印工艺参数对塑料产品质量的影响[J]. 工程塑料应用,2017,45(12):126-129.
Ge Qing, Wang Yin. The influence of 3D printing process parameters on the quality of plastic products[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(12):126-129.
- [8] 徐恬. Co-Cr 合金修复体选择性激光熔化工艺及力学性能研究[D]. 武汉:华中科技大学,2013.
Xu Tian. Study on selective laser melting technology and mechanical properties of Co-Cr alloy restoration[D]. Wuhan:Huazhong University of Science and Technology, 2013.
- [9] 王小军. Al-Si 合金的选择性激光熔化工艺参数与性能研究[D]. 北京:中国地质大学,2014.
Wang Xiaojun. Study on process parameters and properties of selective laser melting of Al-Si alloy[D]. Beijing:China University of Geosciences, 2014.
- [10] 郭亮,陈忠旭,张庆茂,等. 层厚/支撑角度及后处理对 SLA 零件性能的影响[J]. 中国塑料,2017,31(9):91-96.
Guo Liang, Chen Zhongxu, Zhang Qingmao, et al. The influence of thickness/support angle and post-treatment on the performance of SLA parts[J]. China Plastics, 2017, 31(9):91-96.
- [11] 宗学文,肖涵,徐文博,等. 基于面成型光固化 3D 打印制件的尺寸精度[J]. 工程塑料应用,2018,46(2):41-46.
Zong Xuewen, Xiao Han, Xu Wenbo, et al. Dimensional accuracy of surface-based photo solidified 3D printing parts[J]. Engineering Plastics Applications, 2018, 46(2):41-46.
- [12] 伍璧超,卢玉斌. 三维激光成型固化光敏树脂的力学性能研究[J]. 西南科技大学学报,2015,30(3):21-24.
Wu Bichao, Lu Yubin. Mechanical properties of three-dimensional laser-cured photosensitive resin[J]. Journal of Southwest University of Science and Technology, 2015, 30(3):21-24.
- [13] 蒋三生. 基于 SLA 成型的光敏树脂 3D 打印工艺及性能[J]. 工程塑料应用,2019,47(1):76-81.
Jiang Sansheng. 3D printing process and properties of photosensitive resin based on SLA moulding[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):76-81.
- [14] Salmoria G V, Ahrens C H, Beal V E, et al. Evaluation of post-curing and laser manufacturing parameters on the properties of SOMOS 7110 photosensitive resin used in stereolithography[J].

- Materials & Design, 2009, 30(3):758-763.
- [15] 刘海涛. 光固化三维打印成形材料的研究与应用 [D]. 武汉:华中科技大学, 2009.
- Liu Haitao. Research and application of three-dimensional photocurable printing materials[D]. Wuhan:Huazhong University of Science and Technology, 2009.
- [16] 肖涵. 基于面成型光固化的成型工艺和制件性能的研究 [D]. 西安:西安科技大学, 2018.
- Xiao Han. Study on the surface-based photocuring process and the properties of the parts[D]. Xi'an:Xi'an University of Science and Technology, 2018.
- [17] 赵清, 方芳, 王鹏. 光固化快速成型制件的精度研究 [J]. 机械工程与自动化, 2012(2):96-98.
- Zhao Qing, Fang Fang, Wang Peng. Accuracy study of light curing rapid prototyping parts[J]. Mechanical Engineering and Automation, 2012(2):96-98.

“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”圆满落幕 再破广州展纪录, 创新风潮扑面而来

5月24日, “CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”于广州·琶洲·中国进出口商品交易会展馆落下帷幕。展会吸引了全球3622家展商和163314名专业观众, 当中42005名观众(25.72%)来自海外150多个国家及地区, 前15个海外国家为巴西、印度、印尼、伊朗、日本、韩国、马来西亚、巴基斯坦、菲律宾、俄罗斯、新加坡、泰国、土耳其、越南和美国。

当前世界经济增长、国际贸易增长出现放缓趋势; 中美贸易摩擦升级对全球供应链造成冲击, 中外企业投资更加审慎; 中国面临多年少有的国内外复杂严峻形势, 经济下行压力加大。展会主办方雅式展览服务有限公司总经理梁雅琪女士谈到: “在此背景下, ‘CHINAPLAS 2019 国际橡塑展’的观众数量虽然跟我们之前定下的目标有落差, 但与2017年广州展相比, 取得5.19%增长。来自全球各地的展商全面地展示前沿创新科技, 每个展馆都是一派人头攒动、生生不息的盛况, 更有不少展商在展会现场与客户签定新的订单。总的来说, 参会者对今届展会带来的效果感到非常满意。”

输出全球创新科技, 支撑经济高质量发展

技术快速变革时代, 上下游企业对创新的追求孜孜不倦, 在橡塑科技重磅发布与交流的平台——“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”上, 全球橡塑业发出响亮声音, 传递领先技术。展商们下足功夫推出大量兼备高颜值与丰富内涵的创新成果, 当中包括超过180项全球或亚洲首发热点科技。

走进展馆, 一股创新风潮扑面而来。高/低介电常数的改性塑料等未来5G通讯的高功能性材料圈粉无数; 新能源汽车轻量化及未来出行的解决方案成为展会“流量担当”; 纤维增强复合材料、石墨烯导电塑料、高性能热塑性弹性体、低VOC、色泽及光亮度改性剂、液态硅胶等新材料刷爆环球橡塑圈。消费升级和产品迭代加速的新时代, 塑料渗透到电子、汽车、包装、建材、医疗、体育休闲等多个下游应用行业, “塑”造令人向往的美好生活场景。

在机械展区, 数字化智能制造落地解决方案点燃“塑”度与激情, 迎接产业智能化、数字化升级与变革。大量高性能、高精度先进设备和丰富的成型工艺震撼亮相。经济型高品质的小批量多样化生产工艺、模内装饰技术、PUR模内喷涂结合柔性制造工艺、多层注塑或共挤技术、全自动一体化机械等高段位技术精彩现身。

绿色发展成为高质量发展的主基调。势不可挡的循环经济风吹到展会上, 现场井喷式涌现出卓越性能、优异环境友好性的环保及可循环解决方案。展会首设的“再生塑料专区”人潮涌动, “回收再生科技专区”、“生物塑料专区”人气爆棚。展会同期举办的活动百花齐放, “工业4.0未来工厂”、“科技讲台”、“设计x创新”、“医用塑料汇”、“塑料回收再生与循环经济论坛暨展示会”, 以及多场延伸至各个应用行业的交流会会场爆满, 为业界精英打造大咖云集、激荡思维、交流观点、洽谈合作的高规格活动。

顶级品质引展商观众好评如潮

四天的时间, 业内人士在这场橡塑狂欢盛宴上切磋新材料新工艺, 提升产品市场竞争力; 会见新老朋友, 相谈甚欢; 积极探索和展望行业未来发展趋势, 在市场激烈竞争中强势突围。对于本届展会, 无论展商还是观众均普遍表示满意。

海天国际控股有限公司的代表表示: “本次展会上的新产品、新技术, 特别是自动化的展示内容都比较丰富。通过对新技术的了解, 企业增强了对各自设备、管理的升级意愿。各参展企业的投入明显增加, 展示效果比以往有提升。”

震雄集团表示: “我们展示了为注塑行业量身打造的创新科技技术, 于展会上发展与巩固了已有的合作关系, 并发掘了大批潜在客户, 为进一步开拓市场打下良好的基础。”

巴顿菲尔辛辛那提(中国)CEO白东尼先生表示: “作为挤出设备参展商, 我们每年收获颇丰。展会上见到很多老客户, 也发展了新客户, 这是一个非常好的平台, 巴顿菲尔辛辛那提取得圆满成功, 2020年我们会再次参加。”

北京汽车股份有限公司汽车研究院高级经理/环保性能专家李俊贤先生表示: “主机厂需要了解先进的制造工艺和材料技术, 以确保车型的市场竞争力。CHINAPLAS提供了这样一个平台, 非常便于集中了解这些先进技术。”

杭州娃哈哈集团有限公司模具与包装研究所副所长郭太松先生表示: “展会可以帮助我们研发人员了解包装上下游技术现状及发展趋势。通过掌握行业最新的工艺技术, 我们可以加强自主研发能力, 提升外包装性能, 同时可以拓展新的供应商, 启发创意思维, 提升产品的价值。”

“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”已圆满收官, 下届展会重返上海滩, 于2020年4月21-24日于上海·虹桥·国家会展中心举行! 更多展会详情, 可登陆展会网站 www.ChinaplasOnline.com 或 www.中国橡塑展.com。(雅式)