DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.02.016

激光烧结用复合蜡粉的筛选及成型工艺研究

李　顶,杨尚鑫,贾润礼,王建宏
(中北大学 塑料研究所,山西 太原 030051)

摘　要:研制开发了几种复合蜡粉,经过烧结测试,筛选出了一种适合激光选区烧结用精铸蜡粉。研究了激光烧结性能和烧结成型工艺,得到了激光烧结成型最佳工艺参数。结果表明,筛选出的精铸蜡粉最佳烧结为激光功率 10 W、预热温度 60 ℃、激光扫描速度 2 000 mm/s、铺粉厚度 0.15 mm。

关键词:复合蜡粉;激光选区烧结;成型工艺

中图分类号:TG249.5　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)02-0157-03

Screening and Forming Process of Composite Wax Powder for Laser Sintering

LI Ding, YANG Shangxin, JIA Runli, WANG Jianhong
(Research Institute of Plastics, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: Several kinds of composite wax powders were developed, and a kind of precision casting wax powder suitable for laser selective sintering was selected through sintering test. The performance and sintering process of laser sintering were studied, and the optimum technological parameters of laser sintering were obtained. The results show that the selected precision casting wax powder is optimized for sintering with laser power of 10 w, preheating temperature of 60 ℃, laser scanning speed of 2,000 mm/s and powder thickness of 0.15 mm.

Key words: composite wax powder; laser selective sintering; molding process

国内激光选区烧结制作精密铸造熔模的材料主要是 PS 粉,优点是粉末烧结变形小、成型性能优良、成型精度高且尺寸稳定性强[1]。但所制作的熔模不易脱模,一般的蒸汽脱蜡只能脱去少部分,高温焙烧产生的气体对环境造成污染。

新型复合蜡粉作为 SLS 材料之一,具有烧结强度高、韧性好、灰分少、易脱蜡,铸造工艺与传统熔模铸造更为接近等特点。但由于其自身的性质如软化点低、硬度差、收缩大、烧结成型工艺不易控制,工件形状和尺寸精度低等特点,一直难以在 SLS 中得到广泛应用[2]。

本文通过对基料蜡粉进行复配改性并进行激光选区烧结,筛选出的精铸蜡粉进行细致化研究,通过研究烧结工艺参数控制精度,在预热温度、激光功率、激光扫描速度、铺粉厚度综合因素[3]考虑下得到了强度、精度满足精铸蜡模要求的烧结件,得出该蜡粉最佳烧结工艺参数。

收稿日期:2019-10-24
基金项目:山西省科技重大专项(20181101009)
作者简介:李　顶(1994-),山东济宁人,硕士生.主要从事塑料改性研究方面的工作.电话:18834169636,
E-mail:18834169636@163.com

1　新型复合蜡粉的制备

为了制得高质量的熔模,成型所用复合蜡粉必须具有良好的热物理性能、力学性能和工艺性能。结合实际的实验设备情况以及基料(蜡粉)自身的主要性能指标,本文选择机械粉碎法制备复合蜡粉。制备工艺路线如下。

(1)基料合成:采用机械粉碎法,用液氮作冷却剂,利用粉碎机进行粉碎,选取蜡粉作为所用基体材料。

(2)复合蜡粉的制备工艺流程包括以下步骤:①在基体材料添加主改性剂,熔融共混。主改性剂具有弹性,防止应力开裂,抵抗收缩;②添加表面活性剂,提高粉末流动性;③将混合蜡料快速冷却并进行干燥处理;③干燥后的混合蜡料迅速以液氮进行冷冻;④再次粉碎后的混合料添加气相二氧化硅于混合机中分散混合均匀,并通过机械筛分得到合适粒度的复合蜡粉。

5 种复合蜡粉的主要性能见表 1~表 5。

2　烧结成型工艺实验研究

试验采用设备为中北大学自行研制的 SLS-500 扫描成型机。主要技术参数如下:①最大成型尺寸:500 mm×500 mm×500 mm;②激光输出:50 W CO_2

表1 复合蜡粉1主要性能
Tab.1 Composite wax powder 1 main properties

粒度范围 / 目	平均粒径 /um	松散密度 /g·cm^{-3}	软化温度 /℃	熔化温度 /℃
100~160	110	0.364 2	40	65~90

表2 复合蜡粉2的主要性能
Tab.2 Composite wax powder 2 main properties

粒度范围 / 目	平均粒径 /um	松散密度 /g·cm^{-3}	软化温度 /℃	熔化温度 /℃
100~160	110	0.280 1	30	55~70

表 3 复合蜡粉 3 的主要性能
Tab.3 Composite wax powder 3 main properties

粒度范围 / 目	平均粒径 /um	松散密度 /g·cm^{-3}	软化温度 /℃	熔化温度 /℃
100~160	110	0.256 0	40	44~58

表 4 复合蜡粉 4 的主要性能
Tab.4 Composite wax powder 4 main properties

粒度范围 / 目	平均粒径 /um	松散密度 /g·cm^{-3}	软化温度 /℃	熔化温度 /℃
100~160	110	0.424 6	60	95~120

表 5 复合蜡粉 5 的主要性能
Tab.5 Composite wax powder 5 main properties

粒度范围 / 目	平均粒径 /um	松散密度 /g·cm^{-3}	软化温度 /℃	熔化温度 /℃
100~160	110	0.468 7	55	82~84

激光器；③激光束扫描速度：0~4 000 mm/s；③输入文件格式：STL；④成型机体积：2 200 mm×1 100 mm×2 300 mm。

研制的复合蜡粉 1 铺粉过程不顺利，发粘，容易结块，打印过程中翘曲严重。如图 1。

研制的复合蜡粉 2 常温下结块，粘度大，不适合打印。研制的复合蜡粉 3 对温度的要求极高，不容易打底，激光扫描后容易化成液体流散开，不能形成打印件。

研制的复合蜡粉 4 在打印过程中出现了坑洼表面，产生的烟体较多，不符合环保特性。如图 2。

研制的复合蜡粉 5 适合打印，表面平整，于是对蜡料进行了破碎处理，得到粒径更小的蜡粉。平均粒径达到 65 um。

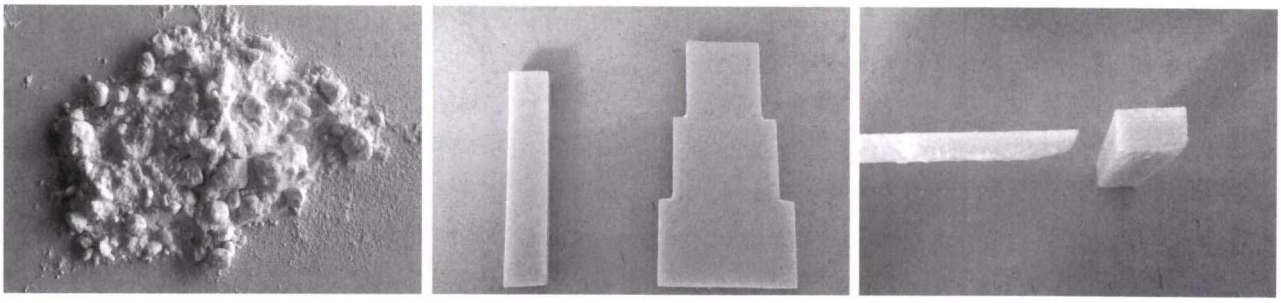
考虑影响激光烧结成型性能的 4 个因素中重要性次序为：激光功率、预热温度、激光扫描速度、铺粉厚度[4]。对表 6 的因素进行全面试验法烧结成型，观察测量烧结件的强度、精度。

表6 影响烧结成型因素
Tab.6 Influencing factors of sintering forming

激光功率 /W	预热温度 /℃	激光扫描速度 /(mm/s)	铺粉厚度 /mm
10	55	1 800	0.15
11	60	2 000	
12			

采用对比烧结成型件的方式选出最佳烧结工艺条件。精铸蜡粉在激光功率 10 W、预热温度 60 ℃、激光扫描速度 2 000 mm/s、铺粉厚度 0.15 mm 下烧结效果最好，烧结件如图 3。

通过实验室分析，筛选出的精铸蜡粉在强度和



(a)复合蜡粉　(b)烧结件

图 1 复合蜡粉 1 的烧结件
Fig.1 Sintered part of composite wax powder 1

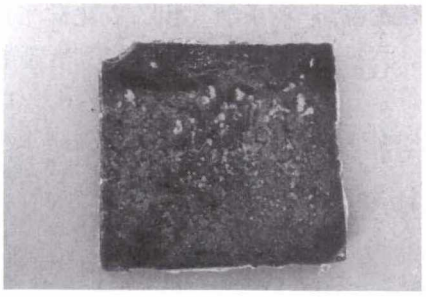


图 2 复合蜡粉 4 的烧结件
Fig.2 Sintered part of composite wax powder 4

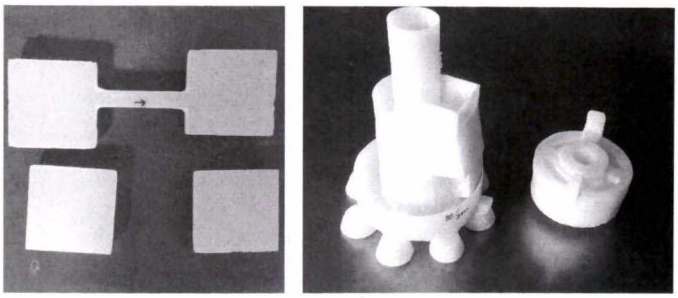


图 3 精铸蜡粉烧结成型件
Fig.3 Casting wax powder sintered parts

精度上都满足了精铸蜡模的要求。

3　结论

(1)实验室复配并筛选出了适合激光选区烧结的精铸蜡粉。

(2)精铸蜡粉在激光功率 10 W、预热温度 60 ℃、激光扫描速度 2 000 mm/s、铺粉厚度 0.15 mm 下烧结效果最好。

(3)烧结成型件在强度和精度上满足了精铸蜡模的要求，无应力开裂和变形，满足后续浸蜡和涂砂要求。

参考文献：

[1] 石琴，王建宏，白培康，等. 新型复合蜡粉激光烧结成型工艺试验研究[J]. 铸造技术，2014，35(4):755-756.

[2] 左堂海，王鹏程，田芳，等. 新型复合蜡粉激光选区烧结成型工艺研究[J]. 热加工工艺，2008，37(19):13-16.

[3] 宋彬，及晓阳，任瑞，等. 3D 打印蜡粉成形工艺研究和应用验证[J]. 金属加工(热加工)，2018(1):23-26.

[4] 王建宏，夏建强，张国伟，等. 精铸蜡粉激光烧结成型工艺试验研究[J]. 铸造设备与工艺，2012(2):14-15，29.

诚聘英才

大风起兮"梦"飞扬，安得猛"士"兮守四方！

只要你有梦想，有才华，有担当，尊龙就能给你翱翔的广阔天空！

青岛尊龙耐火材料有限公司是专业服务于铸造业的知名生产厂商。是中国铸造协会授予的"中国铸造用耐火材料生产基地"和"全国铸造材料金鼎奖(酸性炉衬料)"荣誉称号的唯一获得者。根据业务发展需要，面向全国范围诚聘以下销售管理人材：

大区经理 5 名

岗位简述：

1.省际范围的业务开发、维护及本区域销售团队的建设和管理

2.对本区域销售指标和的完成和利润情况负总责

薪资：底薪 + 提成 + 区域总利润绩效(含职务补贴)

服务中心经理 4 名(男女不限)

岗位简述：

1.服务中心人、财、物全面管理和调配

2.负责开发、服务、维护中心所辖区域内的所有客户

3.对公司下达的销售和利润指标负总责

区域范围：以服务中心为圆心，半径 100 公里的圆形范围

薪资：准承包制(底薪 + 提成 + 中心利润分红)

任职资格

诚信正直、公正担当，事业心和责任心强。28-45 岁，本科以上学历；六年以上销售工作经验，三年以上销售团队管理经验；同时具备营销策划、渠道拓展、领导团队等能力；能够创建并培育一支向心力强、骁勇善战的销售、服务队伍。

联系方式

王女士：15165227137　吕　总：15215326137

公司地址：青岛胶州市北关工业园山东道 50 号