

环氧树脂粉末材料在选择性激光烧结中的应用^{*}

李 宁 王高潮

刘锦辉 王 成

(南昌航空工业学院材料学院, 南昌 330034) (华中科技大学材料学院, 武汉 430074)

摘要 根据环氧树脂(EP)的综合性能以及选择性激光烧结(SLS)的特点,将EP应用于SLS快速成型中,不仅可以提高聚苯乙烯复合粉末材料烧结制件的拉伸强度,使其由原来的1 MPa左右提高到10 MPa以上,并能保持原有的尺寸精度;用EP粘结玻璃微珠、金属粉以及陶瓷粉等烧结的制件,尺寸精度可以达到 ± 0.1 mm,而且具有一定的拉伸强度。根据EP溶于丙酮的特点,配制出以丙酮为主要成分的混合溶液来清理试样表面浮粉,效果很好。

关键词 环氧树脂 选择性激光烧结 聚苯乙烯复合粉末材料

随着市场竞争的日益激烈,产品开发和更新换代的速度越来越快。只有缩短产品开发周期,抢先占领市场,才能够获得更好的经济效益。快速成型技术的产生和运用,加快了新产品开发的步伐。其中选择性激光烧结(SLS)快速成型技术,因工艺过程简单,加工无需支撑,以及适合多种材料成型,日益受到人们的关注。然而开发SLS快速成型的粉末材料难度大;烧结成型时常伴随着熔体收缩,导致制件翘曲、变形等;粉末颗粒间结合不牢,空隙多,制约着烧结制件性能的提高。

环氧树脂(EP)收缩率小、尺寸稳定性好、粘接性能优良、耐化学药品性好及综合力学性能优良,固化时不产生水和其它挥发产物,适合作SLS快速成型的粉末材料。因此,笔者选择EP复合粉末材料作为SLS的烧结材料并对其应用进行了研究。

1 SLS快速成型技术的原理

SLS是快速成型技术中的一种,其过程如图1所示,分为前期数据处理和后期堆积制造过程。SLS技术以粉末材料作为烧结材料,以CO₂红外激光器为烧结能源。SLS以三维模型为驱动,沿一定方向将三维模型离散成一系列截面层。激光器在计算机的控制下,按照截面信息进行扫描,扫描后,粉末被烧结成一定厚度的实体片层;加工完一层后,工作缸下降,送粉缸上升,铺粉滚重新铺上一层粉末,再烧结,如此反复直至整个零件加工完毕。清除掉未烧结的粉末即得到最终零件。

2 环氧树脂在SLS快速成型中的应用

2.1 EP粉末改性聚苯乙烯复合材料

SLS快速成型设备为华中科技大学开发的HRPS-III A型快速成型系统,HB1是该设备配套的聚苯乙烯复合粉末材料,HB1直接烧结制件的拉伸强度为1 MPa左右,根据实际应用对烧结后的制件

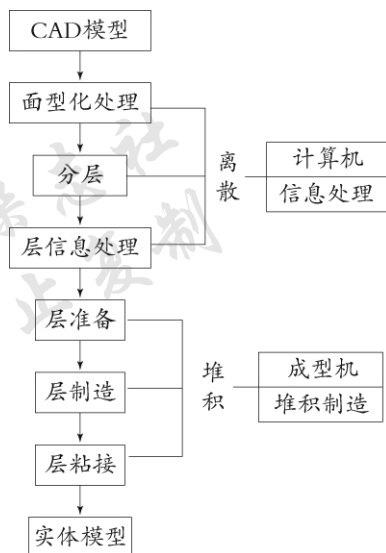


图1 材料累加制造流程图

做渗蜡处理或渗树脂处理,后者所渗树脂的主要成分为EP。为了降低后处理的成本和时间,笔者将EP粉末材料直接加入到HB1粉末材料中一起烧结,通过大量的试验,确定出EP和HB1的合适配比为1:5(质量比)。根据SLS烧结参数对制件尺寸精度与拉伸强度的影响关系^[1],进行参数的选择和优化,结果如表1所示。加入EP的HB1粉末材料烧结制件的拉伸强度提高,不需后处理就可以满足一定的应用。但由于EP粘性较大,烧结时易产生粘底现象。为了改善粘底现象,可以在底部几层采用小激光功率烧结,一般取激光功率为9W,然后再恢复正常激光功率烧结。

在SLS快速成型过程中,翘曲几乎是不可避免的。目前主要有绝对翘曲值、相对翘曲值、翘曲角3种衡量翘曲的标准,笔者采用较常用的相对翘曲值

^{*} 江西省材料科学与工程研究中心基金项目(ZX200301005)

收稿日期:2005-02-15

表 1 EP 与 HB1 烧结试样的精度与拉伸强度

制件	单层层厚/mm	长/mm	宽/mm	高/mm	翘曲度	制件拉伸强度及粘底现象
1 [#]	0.1	40.07	40.03	3.40	0.0069	制件拉伸强度可以达到 10 MPa 以上,有粘底现象
2 [#]	0.2	39.94	39.92	3.13	0.0030	比 1 [#] 制件拉伸强度有所下降,同时粘底现象有所改善

注:1) 试样尺寸为 40 mm×40 mm×3 mm;
 2) 激光功率 15 W、扫描速度 1 500 mm/s,扫描间距 0.1 mm。
 来表示翘曲度,计算公式为:

$$m=(D-H)/L$$

式中: m ——相对翘曲值;

D ——试样翘曲高度,mm,见图 2;

H ——试样高度,mm;

L ——试样长度,mm。

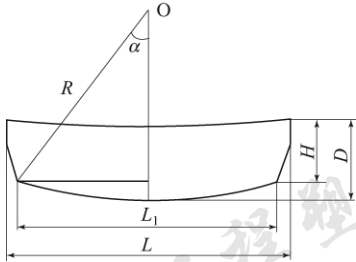


图 2 翘曲计算模型

从表 1 可看出,单层层厚为 0.1 mm 时,制件的拉伸强度高但尺寸精度低(翘曲度大)。单层厚度增加,制件的尺寸精度提高,粘底现象改善,但拉伸强度有所下降。

2.2 EP 与玻璃微珠复合粉末材料的烧结

由于玻璃微珠圆滑,具有较高的压缩强度,所以玻璃微珠填充 EP 制件的表面硬度高;玻璃微珠的线胀系数小,在树脂中分散性好且各向同性,因此可有效地减少制品收缩,防止因残余应变所造成的制品弯曲、翘曲变形等,制品尺寸稳定性高;玻璃微珠还有吸收紫外线的作用,可提高制品的光稳定性及光反射性^[2]。

将粒度为 122 μm(120 目)的 EP 与玻璃微珠的复合粉末材料进行烧结,结果如表 2 所示。由表 2 可知,随着 EP 含量的减少,制件的拉伸强度逐渐降低,尺寸精度提高。在相同的配比下,随着激光功率的增大,拉伸强度先升后降。这主要是因为激光功率开始增加时,烧结材料熔化得更充分,颗粒间粘结得更牢固,制件拉伸强度提高;当激光功率超过 20 W 后,EP 烧蚀量增多,制件拉伸强度降低。

2.3 EP 与金属或陶瓷复合粉末材料的烧结

采用小功率激光器烧结金属及陶瓷零件一直是

表 2 环氧树脂与玻璃微珠复合粉末材料烧结试验结果

试样	激光功率/W	EP 玻璃微珠	相对翘曲值	尺寸精度/mm	拉伸强度/MPa
1 [#]	13.5	1 4	0.0029	±0.3	13.6
2 [#]	13.5	2 3	0.0022	±0.3	11.2
3 [#]	13.5	3 7	0.0012	±0.3	7.5
4 [#]	13.5	1 3	0.0003	±0.1	5.7
5 [#]	13.5	1 4	几乎为 0	±0.1	2.13
6 [#]	17.5	1 4	几乎为 0	±0.1	3.45
7 [#]	20	1 4	0.0002	±0.2	4.1
8 [#]	22.5	1 4	0.0005	±0.2	2.6

注:扫描速度 2 000 mm/s、扫描间距 0.12 mm、单层层厚 0.1 mm。

快速成型发展的一个重要方向,由于 HRPS-III A 快速成型设备的激光最大功率为 50 W,只有采用金属或陶瓷材料中添加粘结剂的方法才能实现金属或陶瓷零件的成型烧结。由于 EP 与金属及陶瓷都有很好的粘结性,所以采用 EP 作为粘结剂效果很好。例如以添加 EP 的不锈钢粉末作为烧结材料,只要加入 8% 左右的 EP,选择合适的烧结参数,不但制件的尺寸精度可达 ±0.1 mm,拉伸强度也可达到 2 MPa 左右,烧结后可再经过真空烧结渗铜处理来完成金属零件的最终成型。在碳化硅粉末材料中添加 30% 的 EP 进行烧结,烧结后的制件可以经过渗铝等方式来完成最终零件的制作,这对航空、国防等工业有着重要意义。

3 烧结后制件的表面清理

烧结完后要清除多余的未烧结粉末,而表面附着的粉末颗粒由于静电效应等,通常用手或简单工具很难清理干净。由于烧结材料中粘结成分是 EP,故采用成分为丙酮、乙醇和水的混合溶液来处理烧结后的制件。只要将烧结后的制件在后处理溶液中浸一下,表面的粉末颗粒就会因丙酮的作用而被清除。丙酮的成分不可太多,太多会使制件软化而导致形状发生变化,丙酮、乙醇和水的配比为 5∶4∶2(体积比)比较合适。当制件表面有很厚的未烧结粉末时,尽量不要使用后处理溶液,因为太多的粉末由于丙酮的作用会变得粘稠,不易清除,应先手工清除多余的粉末,再用后处理溶液来处理制件表面的少量浮粉。

4 结语

由于环氧树脂良好的综合性能,在 SLS 快速成型中具有很广的应用。环氧树脂与聚苯乙烯复合粉末烧结后,可使制件的拉伸强度由 1 MPa 左右提高至 10 MPa,且可保持原来的尺寸精度。

环氧树脂与玻璃微珠具有很好的粘结性,以环

氧树脂与玻璃微珠复合粉末材料作为烧结材料, 在尺寸精度为 ± 0.3 mm 时, 制件拉伸强度可以达到 13.6 MPa, 当尺寸精度为 ± 0.1 mm 时, 制件拉伸强度可以达到 5.7 MPa。

环氧树脂与不锈钢或碳化硅粉末烧结, 不仅尺寸精度可以达到 ± 0.1 mm, 而且拉伸强度可达 2 MPa。

APPLICATION OF EPOXY RESIN POWDER IN SELECTIVE LASER SINTERING

Li Ning, Wang Gaochao

(Nanchang Institute of Aeronautical Technology, Nanchang 330034, China)

Liu Jinhui, Wang Cheng

(Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT Epoxy resin had integrate performance and characteristic of Selective laser sintering (SLS). It was applied in the sintering preparation of polystyrene composite. The strength of sintered parts increased from 1 MPa to 10 MPa, while its original accuracy was unchanged. Epoxy resin was also applied to cling the frosting and the powder of metal and ceramic, the accuracy of the sintered parts could be controlled in ± 0.1 mm. Because epoxy resin could be dissolve in acetone, the mixed solution which was confected with acetone as main component was applied to clear the powder on the surface of the sintered parts, and the clearing effect was good.

KEYWORDS epoxy resin, selective laser sintering, polystyrene composite

日本市场低成本吹塑机销售看好

近年来, 在日本包装吹塑机市场上, 低成本的产品销售情况相对较好。在日本, 饮料的包装成本较高, 约占整个产品成本的 20%, 导致饮料的售价居高不下。为提升市场竞争力, 日本饮料生产商尽可能降低产品成本, 采用价格较低的包装生产设备也就成为措施之一。如日本聚酯瓶吹瓶设备生产商日精 ASB 机械有限公司的策略是增加产量, 提高销售额。目前, 其产品在提高机器性能的同时, 价格已降低 25% ~ 30%。又如日本拉伸吹塑机供应商 AOKI 公司新推出的三工位“注-拉-吹”注塑机, 由于消耗能量低而又具有多种用途, 价格实惠, 因而在包装机械市场上深受欢迎。

(李晔)

巴斯夫扩大工程塑料混料产能

为进一步加强在亚洲工程塑料的业务, 巴斯夫将在上海浦东现有生产基地上, 新建一个产能 4.5 万 t/a 的混料工厂。新工厂将于 2005 年第一季度开始建造, 计划于 2006 年末投产。

与此同时, 巴斯夫正在扩大马来西亚巴沙古南混料工厂的产能, 从 2005 年第二季度开始, 工厂产能将从现有的 3 万 t/a 增加到 4.5 万 t/a。上述两家工厂的总投资将达数千万欧元, 产品为可用于汽车制造、机械工程以及电气和电子产业等, 市场十分畅销的聚酰胺 (PA) Ultramid 与聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) Ultradur。扩产后, 巴斯夫亚洲地区的工程塑料混料年产能将超过 10 万 t/a。

据了解, 未来 10 年亚太工程塑料市场有望以每年 8% 的速度增长。巴斯夫扩大混料产能的战略决策是为了满足客户对迅猛发展的亚洲工程塑料市场的未来需求。巴斯夫

根据环氧树脂溶于丙酮的特点, 配制出以丙酮为主要成分的混合溶液来清理制件表面浮粉, 效果良好。

参考文献

- 1 李宁, 王高潮. SLS 烧结参数对快速成型制件精度与强度的影响. 模具制造, 2004(10): 51
- 2 张绍灿. 塑料实用手册. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000.

在亚太的目标是, 到 2010 年其 20% 的化学品业务销售和收益来自亚洲, 同时将本地生产的份额增加到 70%。

上海浦东及马来西亚巴沙古南工厂的部分原料将由巴斯夫与 Toray 在马来西亚关丹的合资企业供应。该合资企业设计年产 6 万 t PBT 基础树脂, 它于 2004 年 2 月成立, 计划 2006 年第一季度开始商业运行。

(顾定槐)

日吴羽化学有意在新加坡设新厂

世界最大化学原料制造商之一的日本吴羽化学工业株式会社正在探讨在新加坡设立新塑料制造厂的可能性。

吴羽化学是全球最大的聚氧化丙烯制造商之一, 该塑料是高科技产品, 是电子、电气、汽车和工业产品中不可或缺的原料。吴羽化学预计, 聚氧化丙烯的需求已超出生产, 并将在 2 ~ 3 年内出现短缺。

该公司总裁田中浩表示, 聚氧化丙烯的需求正以每年超过 10% 的速度增长, 这是其扩充产能的原因。

(周淑)

今年塑模进口仍以高端为主

有关专家的预测表明, 今年中国将要进口的塑料模具仍然以下列中高端塑料模具为主: 与汽车和家电配套的大型注塑模具, 与集成电路配套的塑封模具, 与电子信息产业和机械及包装产业配套的多层、多腔、多材质、多色精密注塑模具等。与此同时, 一般塑料模具的出口则可能有 30% 以上的增长。

中国模具进口主要来自日本、韩国等国家和地区。按出口货源和进口目的地分, 通常是广东、江苏、上海和北京等地的数量最多。中国模具的出口目的地则比较分散, 主要销往香港特区(其中不少是转口贸易)、日本、美国和新加坡。

(周淑)