

选择性激光烧结尼龙制件翘曲研究

于 千 白培康

(中北大学材料工程系,太原 030051)

摘要 通过大量的复合尼龙粉末烧结实验,研究不同工艺参数如激光功率、铺粉厚度、预热温度对制件翘曲程度的影响,并采用翘曲高度法、弦长与实长的差异法来表征翘曲程度,根据实验数据绘出了尼龙制件翘曲程度随各工艺参数的变化曲线,总结出了制件翘曲程度随各工艺参数变化的趋势。

关键词 选择性激光烧结 复合尼龙粉末 翘曲 工艺参数

选择性激光烧结(SLS)是采用红外激光烧结粉末材料的一种快速成型技术。该技术采用分层制造的方法,借助于计算机辅助设计与制造(CAD/CAM),将固体粉末材料直接成型为三维实体制件,不受成型制件形状复杂程度的限制,不需任何工装、模具^[1]。它集成了CAD/CAM技术、数控技术、激光加工技术及材料科学等领域的最新成果,可以自动迅速地将设计思想转化为具有一定结构和功能的原型或制件,从而对产品进行快速评价、修改,缩短开发周期,提高竞争能力,给企业带来巨大的经济效益^[2]。该技术适应材料范围广,已涵盖蜡粉、高分子粉末、陶瓷粉末、金属粉末及它们的复合粉末^[3],但大多数高分子粉末材料在烧结过程中有翘曲现象产生,导致烧结制件的精度降低,严重影响烧结质量和烧结进程。翘曲的原因和表现形式十分复杂,国际上专门研究这一问题的文献极少,对SLS制件的翘曲一般没有明确的表征方法,但翘曲角的概念一度被提起^[4]。如果用翘曲角来表征翘曲,可以避免烧结制件大小对于翘曲程度的影响。对于翘曲形状较为规则的制件可以用翘曲角来表征,但SLS制件的翘曲往往是不规则的,不便于用翘曲角来表征翘曲程度。对于规格相同的制件,为简便起见,可采用翘曲高度法、弦长与实长的差异法来表征翘曲程度。笔者采用这种方法研究了SLS工艺参数对尼龙制件翘曲的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

复合尼龙粉末:cpp1,以尼龙12为主要成分,添加了无机填料、偶联剂、流动剂、光吸收剂,北方恒利科技发展有限公司。

1.2 主要仪器

烧结机: HLP-350I型,北方恒利科技发展有限公司。

1.3 试样制备

将一定量的复合尼龙粉末在烧结机的工作缸中铺平,设定烧结工艺参数,将其烧结成100 mm × 100 mm × 3 mm的试样。冷却后除去试样表面的粉末。

1.4 性能测试

将试样置于玻璃板上,测量特定点距离玻璃板底面的高度,然后减去玻璃板的厚度即得到测量点的翘曲高度,试样上各测量点的位置如图1所示。试样上两点间的弦长(N)可以直接测量,实长(M)可通过将翘曲的弧压平后测量长度,两者相差越大,则翘曲程度越大,图2为 M 、 N 示意图。

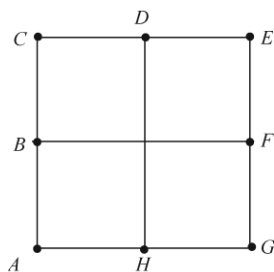


图1 烧结试样各测量点的位置

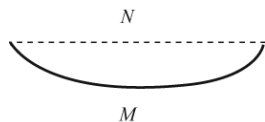


图2 烧结试样的弦长和实长

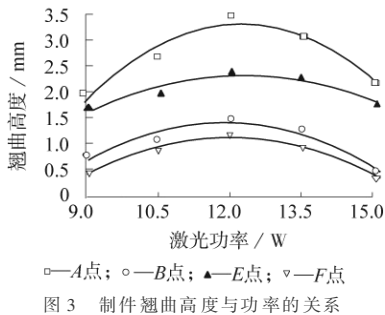
2 结果与讨论

粉末材料的激光烧结成型是一个涉及面很广的复杂过程,烧结制件的翘曲不仅与成型材料的性质有关,而且还直接受烧结工艺参数如激光功率、铺粉厚度、粉床预热温度等影响。

2.1 激光功率对制件翘曲的影响

将复合尼龙粉末在扫描速度1600 mm/s、铺粉厚度0.15 mm、预热温度100℃的条件下烧结,制件

翘曲高度与功率的关系如图 3 所示。



由图 3 可见, A、B、E、F 各点的翘曲高度随功率的增加而先增加后减小, 但烧结制件边缘也有一部分点的翘曲高度随功率变化不明显(未图示)。由图 3 还可看到, 各点的翘曲高度具有较大的离散性。这些结果说明 SLS 制件的翘曲既具有一定的规律, 又具有一定的不规则性。翘曲的变化规律可能与粉末的熔融状况有关: 激光功率较低时, 烧结程度轻, 收缩较小, 翘曲应力也较小, 相应翘曲高度较小; 随着功率的增加, 收缩增大, 翘曲应力增加, 翘曲高度增加; 当功率达到一定程度后, 收缩固然继续加强, 但同时材料的流动性加强, 使得烧结制件中的应力得到较大的松弛, 因此翘曲高度又减小。

翘曲的不规则性可能与翘曲过程中的杠杆作用有关。杠杆上的作用力对分别是重力和翘曲力, 杠杆支点两边分别是先烧结的部分和后烧结的部分。在烧结过程中支点位置逐渐后移, 一方面使得先烧结的部分在冷却过程中能自然表现出翘曲, 另一方面使得先烧结部分的质量逐渐增加。整个片层试样刚刚烧完后, 杠杆突然失衡, 支点突然前移, 使得后烧结部分发生屈服变形, 释放出一部分翘曲应力。不同烧结条件下翘曲应力的松弛程度不同, 因此使某些测量点的翘曲高度表现出不规则的变化。

图 4 示出试样上 AG、DH 弦长和实长与功率的关系。由图 4 可看出, AG、DH 的弦长和实长均随功率的增加而减小, 这是由于功率增加后烧结收缩增加。但 AG、DH 弦长与实长之差随功率的变化规律均不明显, 说明用弦长与实长之差来表征烧结制件的翘曲程度不如用翘曲高度表征那么明显。

2.2 铺粉厚度对制件翘曲的影响

将复合尼龙粉末在激光功率 15.0 W、扫描速度 1 600 mm/s、预热温度 100℃ 的条件下烧结, 制件翘曲高度与铺粉厚度的关系见表 1。

由表 1 可看出, A、B、C、D 4 点与 E、F、G、H 4 点的变化趋势相同, 所以仅绘出 A、B、C、D 4 点的翘曲

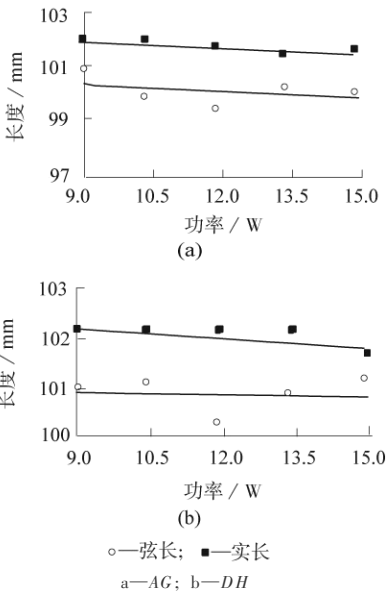


图 4 AG、DH 弦长和实长与功率的关系

表 1 制件翘曲高度与铺粉厚度的关系

铺粉厚度/mm	翘曲高度/mm							
	A	B	C	D	E	F	G	H
0.10	7.3	1.1	4.9	1.6	5.8	3.5	3.7	2.3
0.15	2.2	0.5	2.0	0.5	1.8	0.4	1.6	0.6
0.20	1.5	0.4	1.0	0.6	0.7	0.5	1.2	0.6

高度与铺粉厚度的关系, 如图 5 所示。

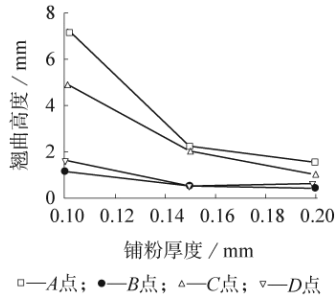


图 5 制件翘曲高度与铺粉厚度的关系

由图 5 可见, A、B、C、D 4 点的翘曲高度均随铺粉厚度的增加而减小。这是因为铺粉厚度增加, 需要熔化的粉末量增加, 向外传递的热量减少, 收缩减小, 翘曲应力减小, 从而翘曲高度减小。

2.3 预热温度对制件翘曲的影响

将复合尼龙粉末在功率 15.0 W、扫描速度 1 600 mm/s、铺粉厚度 0.15 mm 条件下烧结, 制件翘曲高度与预热温度的关系如图 6 所示。

由图 6 可见, 制件在预热温度分别为 70、85、100℃ 的条件下烧结时, 各点的翘曲高度没有明显的差异, 这说明在不同预热温度下尼龙制件的翘曲变化不是很大, 这可能与尼龙 12 本身具有结晶性, 且线胀系数较低有关^[5]。

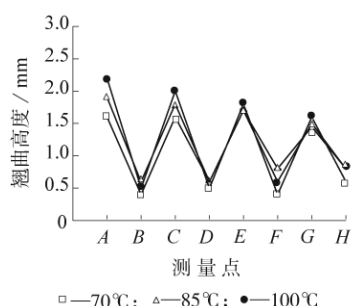


图 6 制件翘曲高度与预热温度的关系

3 结论

(1) 烧结制件边缘部分点的翘曲高度随激光功率增加而先增加后减小, 但也有一部分点的翘曲高度随功率变化不明显。

(2) 烧结制件边缘各点的翘曲高度随铺粉厚度

的增加而减小, 各点翘曲高度变化趋势基本相同。

(3) 预热温度对烧结制件的翘曲影响不是很大, 这可能与尼龙 12 本身的性质有关。

参考文献

- 1 Kruth J P. Material increase manufacturing by rapid prototyping techniques. Ann CIRP, 1991, 40(2): 603
- 2 白培康, 朱林泉, 程军, 等. 复合有机材料激光烧结成型性能试验研究. 华北工学院学报, 1999, 20(1): 1
- 3 Gibson I, Shi D. Material properties and fabrication parameters in selective laser sintering process. Rapid Prototyping Journal, 1997, 3(4): 129
- 4 吴传保, 刘承美, 史玉升, 等. 高分子材料选区激光烧结翘曲的研究. 华中科技大学学报, 2002, 30(8): 107
- 5 吴传保. 选择性激光烧结塑料功能件工艺及材料的研究: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2003.

RESEARCH ON WARPAGE OF NYLON PART PREPARED BY SELECTIVE LASER SINTERING

Yu Qian, Bai Peikang

(Department of Material and Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

ABSTRACT The influences of different sintering parameters such as laser power, thickness of a single layer, preheating temperature on the warpage in selective laser sintering nylon materials were studied with plenty of experiments. The warpage degree was characterized by means of warpage height and difference between chord length and true length, and the variational curve which exhibited the relationship of warpage degree along with technical parameters was described according to experimental datum. The mutative tendency of warpage degree along with the parameters was summarized.

KEYWORDS selective laser sintering, compound nylon powder, warpage, technical parameter

2006 年聚氯乙烯市场难有起色

2005 年国内聚氯乙烯(PVC)生产能力、产量大增, 市场价格先稳后跌, 回落明显。业内人士预计, 2006 年 PVC 的总体形势仍不被看好, 难有起色。主要影响因素有:

① 生产能力继续扩张 据统计, 2005 年底我国 PVC 生产能力达到 972 万 t, 而 2006 年将增加到 1347 万 t, 增幅约 38.6%。生产能力、产量增加直接反映在价格下降上, 产品竞争加剧, 这是影响 2006 年 PVC 市场的关键因素。

② 乙烯法的市场压力加大 国际市场原油价格虽然时有起伏, 但总体水平仍然居高。2006 年国际油品市场可以说是喜忧参半。专家们认为从供给的角度看, 由于全球原油生产能力和产量都不可能有明显增加, 且炼油能力不足的“瓶颈”问题一时解决不了, 油价下调空间极为有限。有关国际机构预计 2006 年原油价格仍将在高位运行。乙烯法受成本和电石法双重挤压, 处境艰难。

③ 宏观调控影响 由于国家宏观调控措施, 房地产行业受到影响较大, 因此建材行业对 PVC 需求有所萎缩, 这将继续对 2006 年的 PVC 市场造成负面影响。循环经济、环保政策和能源问题等继续成为影响 PVC 行业发展的因素。

④ 进出口市场影响 2005 年我国进口 PVC 减少而出口增加, 特别是第四季度 PVC 出口量增加明显。进出口市场

是今后缓解和影响国内 PVC 市场的因素之一, 也是业内关注的一个焦点。

⑤ 下游需求因素 由于受到各种因素的影响, 下游行业受到制约较大, 因此远低于上游 PVC 的增长速度。加之国家宏观调控对 2006 年仍会产生很大影响, 因此下游需求仍难以跟上上游的步伐, 也导致 2006 年 PVC 市场仍会是供需矛盾较突出的一年。

影响 2006 年国内 PVC 市场的主导因素将是供需关系, 由于供需失衡, 国内 PVC 市场开始进入重新洗牌和产业调整阶段, 市场价格会在一段时间内保持低位运行。(结斌)

国家塑料制品质量监督中心通过复评

国家认证认可监督管理委员会最近下发通知, 国家塑料制品质量监督检验中心(北京)等 5 家国家级质量监督检验中心已经通过认监委组织的复评。

国家塑料制品质量监督检验中心按认监委要求, 通过了实验室认可、计量认证、审查认可“三合一”评审, 国家认监委批准其可以继续以国家产品质检中心名义, 在授权范围内开展质量监督检验业务, 业务工作受国家质检总局和国家认监委的监督和指导。国家认监委要求国家塑料制品质量监督检验中心继续抓好自身建设, 加强管理, 保证出具的检验数据公正、科学、准确。(刘坚)