

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.06.010

聚苯乙烯粉选择性激光烧结工艺参数优化^{*}

杨来侠,刘旭,张文明

(西安科技大学机械工程学院,西安 710054)

摘要:对聚苯乙烯(PS)粉在激光功率20 W、预热温度70℃、扫描间隔0.30 mm等工艺参数下,研究了扫描速度和层厚对烧结试样长度、宽度、高度相对误差及孔隙率等的影响,并在电镜下观察了烧结试样微观组织,对工艺参数进行优化。结果表明:PS粉烧结时,在不同工艺参数下会分为熔融区和微熔区,熔融区和微熔区烧结件长和宽均由收缩变形而小于理论值;在熔融区,随着扫描速度和层厚的增大,长、宽尺寸精度越来越高;在微熔区,长、宽尺寸精度变化不大,同时试样由过深烧结到烧结不足,高度值由大变小,试样孔隙率逐渐增大。扫描速度对孔隙率影响较大,分层厚度对孔隙率影响较小,确定层厚在0.20~0.22 mm、扫描速度在2 100 mm/s为最佳烧结工艺参数。

关键词:聚苯乙烯;选择性激光烧结;相对误差;孔隙率

中图分类号: TG439.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)06-0044-06

Process Parameters' Optimization of Polystyrene Powder Based on Selective Laser Sintering

Yang Laixia, Liu Xu, Zhang Wenming

(College of Mechanical Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract : Under the 20 W of laser power, 0.30 mm of scanning interval and 70℃ of preheating temperature, the effect of thickness of layers and scanning speed on the sample length' relative error, width' relative error, height' relative error and the porosity through sintered PS powder was studied, the structure of samples in SEM was observed. The process parameters were optimized. The results show that under different process parameters, the sintering results would be divided into the molten zone and the micro-molten zone, the values of length and width in the molten zone and the micro-molten zone are less than the theoretical value due to deformation of shrinkage. In the molten zone, with the increase of scanning speed and thickness of layers, the length' precision and width' precision are higher and higher. In the micro-molten zone, the changes of the length' precision and width' precision are very small. With the increase of scanning speed and thickness of layers, the process range from deep sintering to inadequate sintering, at the same time, sample porosity increases gradually. Scanning speed' effect on porosity is larger, thickness of layers' effect on porosity is small. With the layer thickness of 0.20 ~ 0.22 mm, and scanning speed of 2 100 mm/s, the sintered parts has a good quality.

Keywords : polystyrene ; selective laser sintering ; relative error ; porosity

选择性激光烧结(SLS)工艺是快速成型技术中一种较为成熟的制造技术,其显著的特点是能在很短时间内制造出零件原型,特别适合制造结构复杂、小批量、难加工的零件。它利用激光作为能源,烧结粉末材料,成型时先在成型机的成型缸上铺上一层粉末,激光束在计算机的控制下,按照每层零件截面轮廓的信息,对制件实心部分的粉末进行烧结,一层加工完成后,工作台下下降一个层厚,再进行下一层的铺粉烧结,如此循环,最终形成三维产品^[1]。

对于复杂的零件,采用传统铸造方法生产时不但成本高、周期长,有些甚至无法制造,而采用基于SLS技术的快速熔模铸造显现出其巨大的优势、它

可以精确地制造形状几乎任意复杂的原型件,然后经过翻制母模,浇铸得到与原型件一样的功能件,大大缩短了新产品的生产周期。快速铸造常用的材料为蜡粉、聚苯乙烯(PS)粉、聚碳酸酯等低熔点的高分子材料。针对于SLS工艺,PS粉吸湿率小,收缩率及其相对变化较小,是无定型聚合物,无明显熔点,当加热至玻璃化转变温度 T_g 以上,PS转变为高弹态,且保持这种状态在较宽的范围内^[2],这就为

^{*} 国家863计划项目(2015AA042503)

联系人:杨来侠,教授,博士,主要从事塑料快速成型与模具制造技术研究

收稿日期:2015-04-02

其热成型提供方便,从开始熔融流动至开始明显分解的温度范围宽,因此适合成型的温度范围亦宽,成型精度较高,熔融时的热稳定性和流动性非常好,所以易成型加工,这些都是 PS 粉进行 SLS 烧结的有利条件。在传统成型工艺中,如挤出成型,PS 既受到加热,又受到压力,而在 SLS 快速成型工艺中,PS 只受到激光加热的作用,没有外加压力作用,并且会产生收缩变形,所以 SLS 快速成型工艺制造的 PS 零件会产生孔隙含量多、精度低等缺陷^[3-4],严重影响零件质量及后期铸造成型,尤其针对于大型复杂零件,较大的变形难以进行熔模铸造。鉴于此,笔者以 PS 粉为研究对象,采用激光快速成型机研究分析了不同工艺参数下 PS 粉烧结现象,长、宽、高尺寸相对误差和孔隙率的变化规律及其成因,并用扫描电子显微镜 (SEM) 观察了烧结试样的微观形态,优化了成型工艺参数。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PS 粉:西安交通大学快速成型中心。

1.2 主要设备及仪器

激光快速成型机: XJRPSLS300 型,陕西恒通智能机器有限公司;

生物力学疲劳试验机: PLD-5kN 型,西安力创材料检测技术有限公司;

SEM: S-3000N 型,日本 Hitachi 公司;

游标卡尺: FS-0601 型,香港五羊工具有限公司;

分析天平: AL104 型,瑞士 Metler 公司。

1.3 试样制备

经筛选颗粒直径约为 100 μm , 利用快速成型机 (激光类型为 CO_2 激光器, 功率范围为 0 ~ 60 W, 光斑直径 0.3 mm, 最大成型尺寸为 300 mm $\times$ 300 mm $\times$ 275 mm), 在 20 W 的激光功率, 预热 70 $^\circ\text{C}$, 扫描间隔为 0.30 mm 的工艺参数下, 分别调节层厚 (0.10 ~ 0.30 mm)、扫描速度 (1 000 ~ 3 000 mm/s), 烧结 50 mm $\times$ 10 mm $\times$ 4 mm 长方体单层薄片和外径 35 mm, 内径 15 mm, 高 6 mm 的圆筒, 观察其成型特征。

1.4 性能测试

在激光功率 20 W、扫描间隔 0.3 mm、预热 70 $^\circ\text{C}$ 等工艺参数下, 采用层厚 (0.18, 0.20, 0.22, 0.24 mm), 扫描速度 (1 800, 2 100, 2 400 mm/s) 制备尺寸为 50 mm $\times$ 40 mm $\times$ 5 mm 的试样, 共计 12 组, 每组 5 个, 为了保证每组 5 个试样性能一致, 5

个试样制备时, 并行排列, 同时成型, 各组试样标号规则如下: 先固定层厚 0.18 mm, 对扫描速度 1 800, 2 100, 2 400 mm/s 依次标记为组 1、组 2、组 3, 同理对其它层厚 (0.20, 0.22, 0.24 mm) 下不同扫描速度依次标记为组 4, 5……12; 用游标卡尺 (精度为 0.02 mm) 测量所制备试样的长 L 、宽 B 、高 H ; 并分别计算其长度、宽度和高度的相对误差, 相对误差均为实测值与理论值的差值与理论值的比。

密度及孔隙率测量: 利用天平测量各组试样质量 M , 每个试样质量测 3 次, 其平均值为该试样的质量 M , 计算其密度及孔隙率; 取各组 5 个试样孔隙率的均值作为该组试样的孔隙率; 孔隙率为 PS 粉密度与烧结件密度差值与 PS 粉密度之比, PS 粉密度为 1.05 g/ cm^3 。

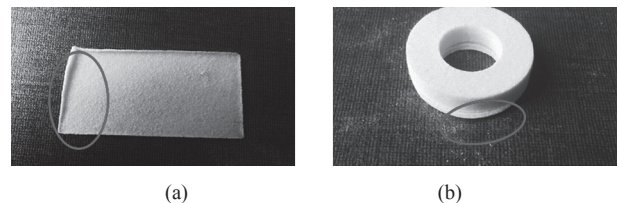
SEM 分析: 各取组 1, 组 2, 组 3, 组 5, 组 8, 组 11 一个试样, 机械折断后对其断面喷金处理, 采用 SEM 观察试样断面孔隙及内部组织形态。

弯曲强度测试: 采用组 5 和组 8 工艺参数分别烧结 PS 粉弯曲试样, 尺寸为 80 mm $\times$ 10 mm $\times$ 4 mm, 每组 5 个, 采用生物力学疲劳试验机对所制备的抗弯试样进行 3 点弯曲试验, 跨距 S 为 64 mm, 支撑辊半径为 5 mm, 施力辊半径为 5 mm, 速度为 2 mm/s, 测其最大弯曲力 F , 对每个试样不同位置多次测其宽度和厚度, 取其平均值作为 b 和 h , F 由疲劳试验机获得, 根据公式 $\sigma = \frac{3FS}{2bh^2}$, 求取每个试样弯曲强度 σ , 取各组 5 个试样弯曲强度平均值作为该组的弯曲强度。

2 结果与讨论

2.1 工艺参数范围的确定

不合理的工艺参数会导致 PS 粉试样出现各种缺陷, 从而导致制件无法成型。图 1 为 PS 烧结过程中出现的失效形式。



a—翘曲; b—错层

图 1 常见失效形式

图 1a 为单层薄片翘曲现象 (层厚为 0.2 mm, 扫描速度为 1 000 mm/s), 这主要是 PS 粉受热不均匀以及 PS 的状态变化引起的不均匀收缩所造成的, 激光光束为高斯光束, 中间能量密度大, 边缘能

量密度小,进而导致激光烧结时 PS 粉受热不均匀,而且在烧结过程中,激光能量会随着粉末间的孔隙向下传递,同时随透射深度的增加能量越来越小,使得在每一实际烧结层内,不同高度获得的能量不同,顶部获得的能量多,收缩变形大;底部获得的能量少,收缩变形小,上下部分之间因此产生应力,此外 PS 粉末瞬间在激光加热情况下,瞬间由预热温度转化为粘流态,又从粘流态冷却到预热温度,温差较大,体积变化越大,造成的收缩应力越大。在收缩应力作用下,上部位趋于致密,而下部位趋于扩大,呈现出中凹周凸现象^[5]。图 1b 为圆筒错层现象(层厚为 0.2 mm,扫描速度 1 000 mm/s),错层失效主

要是由翘曲引起的,当翘曲变形超过层厚时,在铺粉时,翘曲部分受到铺粉装置前进推力作用,会沿铺粉方向发生错位。在此实验情况下,获得 PS 能够烧结成型,不发生明显错层及翘曲现象的工艺参数范围为层厚范围为 0.18~0.25 mm、扫描速度范围为 1 800~2 500 mm/s,层厚低于 0.18 mm、扫描速度低于 1 800 mm/s 时发生翘曲、错层现象,层厚大于 0.25 mm、扫描速度低于 2 500 mm/s 时 PS 粉粘结不牢、无法成型。

2.2 长度相对误差

表 1 为 PS 烧结试样的长度(L)及其相对误差(σ_L)。图 2 为 PS 烧结试样的长度相对误差与工艺参数的关系图。

表 1 PS 烧结试样的长度及其相对误差

项目	组 1	组 2	组 3	组 4	组 5	组 6	组 7	组 8	组 9	组 10	组 11	组 12
L/mm	48.92	49.02	49.18	49.08	49.10	49.32	49.32	49.22	49.12	49.12	49.22	49.22
σ_L	-0.022	-0.020	-0.016	-0.018	-0.018	-0.014	-0.014	-0.016	-0.018	-0.018	-0.016	-0.016

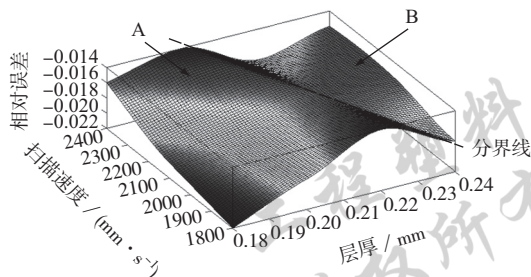


图 2 PS 烧结试样的长度相对误差与工艺参数的关系图

由图 2 可见,长度相对误差值均为负值,这表明 PS 粉在烧结过程中即由粉态转化到熔融态再固化的过程中,发生了收缩,因此实际长度值低于理论值。随着层厚的增加,长度相对误差存在一个明显阶梯, A 区和 B 区, A 区层厚较小,为熔融区, B 区层厚较大,为微熔区^[6],图中分界线也较好表明 A 区与 B 区的区别,分界线为斜线,其特征是随层厚增加,相对应的扫描速度越小,这是因为 PS 粉发生熔融所需的能量是一定的,层厚较小时,较大的扫描速度下, PS 粉发生熔融,较大层厚下,相应的扫描速

度越小才能使 PS 粉熔融。A 区相对误差大于 B 区,这表明 A 区参数下试样尺寸精度优于 B 区,其主要原因是 B 区虽然收缩变形小,但是其 PS 粉粘结不牢,容易掉粉,造成尺寸误差较大,而 A 区尺寸误差主要来源于 PS 粉收缩变形,而针对于 PS 粉性质,其收缩变形率较小。在 A 区,随着层厚增加,相对误差增加,随着扫描速度增加,相对误差增加,原因是在 A 区,扫描速度越小,层厚越小, PS 粉接受的能量就越多,收缩变形就越严重,扫描速度越大,层厚越大, PS 粉接收能量就越少,收缩变形就越小^[7]。而在 B 区,层厚较大, PS 粉所接受的能量较小,尺寸误差变化不大,原因主要是 PS 粉粘结不牢固,粉料散落所致,如图 2 中在层厚 0.19~0.23 mm,扫描速度为 2 000~2 300 mm/s 范围内,长度尺寸精度较高,相对误差最低为 1.4%。

2.3 宽度相对误差

表 2 为烧结试样宽度(B)及其相对误差(σ_B)。图 3 为烧结试样宽度相对误差与工艺参数的关系图。

表 2 PS 烧结试样的宽度及其相对误差

项目	组 1	组 2	组 3	组 4	组 5	组 6	组 7	组 8	组 9	组 10	组 11	组 12
B/mm	39.06	39.14	39.32	39.22	39.22	39.38	39.20	39.04	39.24	39.24	38.94	39.32
σ_B	-0.024	-0.022	-0.017	-0.020	-0.020	-0.016	-0.020	-0.024	-0.019	-0.019	-0.027	-0.017

理论上,长宽相对误差与工艺参数关系一致,但是宽度尺寸精度在熔融区低于长度尺寸精度,其原因可能是熔融区 PS 粉接收能量多,在下一层铺粉时,上一层未能完全固化,在铺粉压力及推力的作用下,对长度收缩变形补偿,因此长度精度高于宽

度尺寸精度。在同一分层厚度下,随着扫描速度的增加,宽度相对误差逐渐增大,表明试样宽度上的尺寸精度越来越高,这主要是由于 PS 粉所接收的能量越来越少,收缩变形也就相应变小。由表 2 可得出,在试样层厚 0.19~0.22 mm、扫描速度 1 900~

2 400 mm/s 范围内,宽度尺寸精度较高,误差最低为 1.6%。

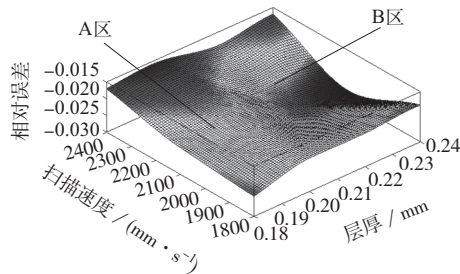


图3 PS 烧结试样的宽度相对误差与工艺参数的关系图

2.4 高度相对误差

表 3 为烧结试样的高度相对误差。图 4 为烧结试样的高度相对误差与工艺参数的关系图。由图 4 可见,高度相对误差有正有负,这表明试样高度有的高于理论值,有的低于理论值。随着层厚的增加,

高度相对误差逐渐减小,这主要是因为扫描速度一定时,层厚越小,PS 粉接收的能量就越多,在小扫描速度情况下,层厚小,接收能量过高时,就会将试样底部的粉料过多烧结,因此在层厚方向上,试样高度高于理论值,相对误差为正值;层厚大,接收能量随之相应降低,当能量不足以产生过深烧结时,高度方向上就表现为收缩变形,因此试样高度低于理论值,相对误差为负值。随着扫描速度的增加,高度相对误差由正值变为负值逐渐变小,其原因主要是随着扫描速度增加,PS 粉接收的能量逐渐变小,PS 粉由大能量的过深烧结到小能量的收缩变形和烧结不牢^[8],从图 4 可以观察得出,在试样分层厚度为 0.20 ~ 0.23 mm、扫描速度在 1 900 ~ 2 200 mm/s 范围内,高度相对误差接近 0,具有较高的精度。

表 3 烧结试样的高度及其相对误差

项目	组 1	组 2	组 3	组 4	组 5	组 6	组 7	组 8	组 9	组 10	组 11	组 12
H/mm	5.96	5.30	5.16	5.64	4.96	4.90	4.88	4.68	4.60	4.86	4.92	4.64
σ_H	0.192	0.06	0.032	0.128	-0.008	-0.020	-0.024	-0.064	-0.080	-0.028	-0.016	-0.072

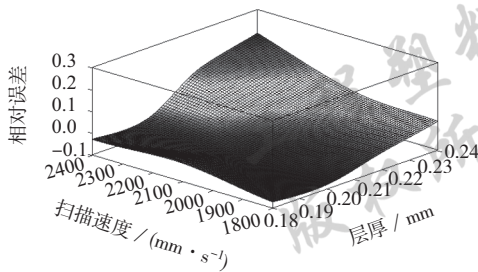


图4 PS 烧结试样的高度相对误差与工艺参数的关系图

2.5 孔隙率

表 4 为 PS 烧结试样的孔隙率(λ)。图 5 为烧结试样的孔隙率与工艺参数的关系。由图 5 可知,在同一层厚下,孔隙率随着扫描速度的增加逐渐增加,

其原因是因为扫描速度越大,PS 粉所接收的能量就越小,PS 粉熔融的不够充分,并且速度越高,PS 粉熔融后未能流动就固化,因此孔隙率越来越高。在同一扫描速度下,随着层厚的增大,孔隙率越来越高,其原因是由于层厚越大,PS 粉接收的能量也会相应的变小,故而熔融不充分,孔隙率增加。再从变化速率观察,扫描速度变化时,孔隙率变化值较大^[9],以分层厚度 0.18 mm 时的试样为例,随扫描速度由小变大,孔隙率由 0.492 增加到 0.572,变化值为 0.08。在扫描速度为 1 800 mm/s 时,孔隙率随着层厚的增加,由 0.492 增大到 0.504,变化值为 0.012,小于扫描速度对孔隙率的影响。

表 4 烧结试样的孔隙率

项目	组 1	组 2	组 3	组 4	组 5	组 6	组 7	组 8	组 9	组 10	组 11	组 12
M/g	6.072	4.921	4.482	5.724	4.622	4.190	4.970	4.238	3.905	4.880	4.347	3.851
$\rho/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	0.533	0.484	0.449	0.527	0.484	0.440	0.527	0.471	0.440	0.521	0.461	0.429
λ	0.492	0.539	0.572	0.498	0.540	0.580	0.498	0.551	0.580	0.504	0.561	0.592

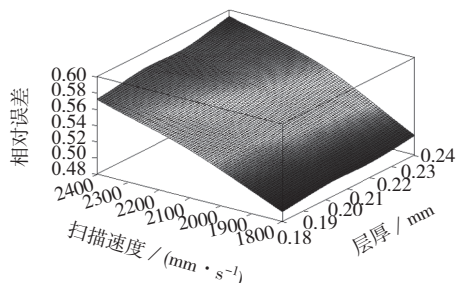
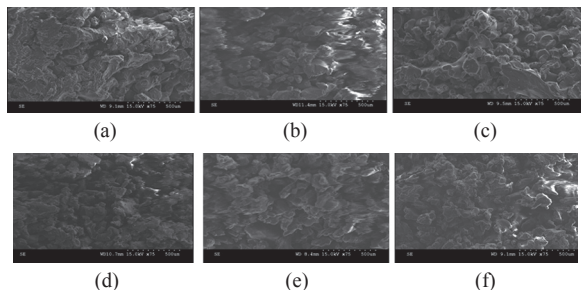


图5 PS 烧结试样的孔隙率与工艺参数的关系图

2.6 微观组织

PS 粉的孔隙越大,强度越低。图 6 为不同 PS 烧结试样(组 1,2,3,5,8,11 各一个试样)的 SEM 图。由图 6a 可知,在 PS 粉层厚为 0.18 mm、扫描速度为 1 500 mm/s 条件下,PS 粉熔融得较充分,烧结颈较大,PS 粉几乎全部融化,并且大块粘结、孔隙数量小、尺寸小、致密度较高,相对于扫描速度为 2 100 mm/s 和 2 400 mm/s(如图 6b,6c)的高速

度扫描,烧结颈逐渐减小,见图6c,出现许多较小尺寸的不规则形状,这是未能充分熔融的PS粉颗粒,颗粒仅靠熔融表面部分粘结,烧结颈较小,孔隙较多,强度较低,主要是因为扫描速度较大,接收的能量小,PS粉熔融的不充分,且未能流动就迅速固化,导致与周围PS粉粘结不牢。图6d、图6e与图6f相比,微观结构差别不是很大,这也充分说明了层厚对孔隙率的影响不大,相比之下,图6d烧结颈较大,PS粉之间相互粘结,图6e、6f为较大层厚试样,由于PS粉所接收的能量小,故而烧结颈小,PS粉相互粘结不够充分,烧结后几乎仍为颗粒状。



a—组1; b—组2; c—组3; d—组5; e—组8; f—组11

图6 不同PS烧结试样的SEM图

2.7 工艺参数优化

在试样层厚范围为0.18~0.25 mm,扫描速度范围为1800~2500 mm/s工艺条件下,通过分层厚度(0.18,0.20,0.22,0.24 mm)与扫描速度(1800,2100,2400 mm/s)耦合实验,试样长度、宽度和高度误差优选的工艺参数范围取其交集得到:分层厚度范围为0.20~0.22 mm,扫描速度范围2000~2200 mm/s。同时,考虑到强度指标,根据孔隙率结果分析,分层层厚对强度影响小于扫描速度对扫描速度的影响,确定最佳工艺参数为分层厚度0.20~0.22 mm,扫描速度为2100 mm/s。图7为该工艺下的PS烧结件。



图7 PS烧结件

实验所测得组5,组8工艺参数下的PS粉试样弯曲强度分别为2.58,2.62 MPa,由此可得实验所确定的最佳工艺参数范围下的PS粉烧结件强度范围为2.58~2.62 MPa,相对于传统PS粉注塑件的

弯曲强度39.2~51.94 MPa,其强度值相对较小,因此往往需对PS粉烧结件进行渗蜡后处理工艺。对于一般中小型零件,2.58~2.62 MPa的强度满足后处理工艺的强度要求,但对于大型零件的制备,在后续研究中还需从PS粉改性研究入手,进一步提高其烧结强度。

3 结论

(1) 在激光功率20 W、预热温度70℃、扫描间隔0.3 mm工艺参数下,层厚范围为0.18~0.25 mm,扫描速度范围为1800~2500 mm/s,PS粉可烧结成型,无翘曲、错层现象;在扫描速度2100 mm/s、分层厚度0.20~0.22 mm的工艺参数下,PS粉烧结件同时具有较高的精度和强度。

(2) 在激光功率20 W、预热温度70℃、扫描间隔0.3 mm一定时,扫描速度与分层厚度工艺参数对于PS烧结试样的长、宽尺寸精度均有影响,其尺寸值均小于理论值;熔融区主要表现为收缩变形,随着扫描速度和层厚的增大,长度和宽度尺寸精度越来越高,在微熔区,长度和宽度尺寸精度变化不大。

(3) 在小层厚、小速度条件下,PS烧结件高度尺寸高于理论值;随着分层厚度增加,扫描速度增加,试样高度值逐渐减小,分层厚度在0.20~0.22 mm,扫描速度在2000~2200 mm/s范围内高度相对误差接近为0。

(4) 随着分层厚度增加,扫描速度增加,试样微观组织由熔融充分粘结到表面微熔颗粒状粘结,孔隙率由0.492逐渐增加至0.592,扫描速度对孔隙率影响较大,分层厚度对孔隙率影响较小。

参考文献

- [1] 孙胜伟,张坚,郑海忠.激光选区烧结PS制件的精度研究[J].现代塑料加工应用,2007,19(1):26-28.
Sun Shengwei, Zhang Jian, Zheng Haizhong. The precision research of PS parts based on SLS[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2007, 19(1):26-28.
- [2] 王传洋,陈瑶.选择性激光烧结聚苯乙烯工艺参数耦合作用研究[J].应用激光,2014,34(4):305-309.
Wang Chuanyang, Chen Yao. The coupling research of selective laser sintering polystyrene' process parameters[J]. Applied Laser, 2014, 34(4):305-309.
- [3] 李景新.激光选区烧结聚苯乙烯的试验研究[J].电加工与模具,2003(3):32-34.
Li Jingxin. The test study on polystyrene based on SLS[J]. Electromachining and Mould, 2003(3):32-34.

- [4] 王培,陈跃. 烧结压力对铜基粉末冶金闸片材料摩擦学性能的影响[J]. 机械工程材料, 2014, 38(6):66-69.
Wang Pei, Chen Yue. Effect of sintering pressure on tribology performance of copper base powder metallurgical brake materials[J]. Material of Mechanical Engineering, 2014, 38(6):66-69.
- [5] 石建军,成志强. 粉末注射成形材料微波烧结过程的有限元模拟[J]. 机械工程材料, 2014, 38(11):84-89.
Shi Jianjun, Chen Zhiqiang. Finite element simulation of microwave sintering process on powder injection molding material[J]. Material of Mechanical Engineering, 2014, 38(11):84-89.
- [6] Yang laixia Xue Yingbao. Based on SLS rapid prototyping parts glycosylation performance analysis[J]. Machine Tool Technology Mechatronics and Information Engineering, 2014:4 905-4 908.
- [7] 谢小林,肖慧萍. 降低聚苯乙烯粉末激光烧结收缩率的研究[J]. 南昌航空工业学院学报(自然科学版), 2004, 18(3):69-71.
Xie Xiaolin, Xiao Huiping. The research of reduce sintering shrinkage on polystyrene powder[J]. Journal of Nanchang Institute of Aviation Industry (Natural Science Edition), 2004, 18(3):69-71.
- [8] Yang Jinsong, Shi Yusheng. Selective laser sintering of HIPS and investment casting technology[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2008, 209 (2009):1 901-1 908.
- [9] 谢小林,王云英. 聚苯乙烯粉末选择性激光烧结成型机理的研究[J]. 航空材料学报, 2006, 26(1):32-35.
Xie Xiaolin, Wang Yunying. The researches on the mechanism of the selective laser sintering polystyrene powder[J]. Journal of Aeronautical Materials, 2006, 26(1):32-35.

印度工程塑料 PET 市场增长速度惊人

多年以来,汽车和交通运输行业已经意识到工程塑料替代金属的重要性,因为既能大幅减重,又能降低生产成本。这使工程塑料在汽车行业中的应用越来越大。印度工程塑料市场的竞争被少数大型生产商所主导,比如帝斯曼工程塑料、巴斯夫印度公司、Bhansali 工程聚合物、苯领印度公司等。尽管很多中小型企业从事工程塑料业务多年,但在印度工程塑料 PET 市场,这些大型企业仍占据了相当大的市场份额。

2014~2019 财年,印度工程塑料市场销售额预计将以 21.7% 的复合年增长率上涨。2015~2019 财年, PET 极可能在印度工程塑料市场中继续占据主导地位。

在诸多应用中,工程塑料已逐步取代木头、金属等传统的工程材料。因具备质量轻、强度高等特殊性能,工程塑料更易于加工,尤其是加工成复杂的形状。印度工程塑料行业在国内具备很大的增长潜力,因为在汽车、卡车、消费性电子电器及其它应用领域,仍存在以工程塑料替代金属的机会。而且,工程塑料在电子电器、汽车和建筑领域使用量的增加极可能推动亚洲经济体的发展。在耐热性、透明性和力学性能方面,工程塑料优于通用塑料。

印度工程塑料行业被工程塑料 PET 热塑性树脂所主导,在 2014 财年中占据工程塑料行业大部分的销售额。就营业收入而言, ABS 树脂在印度工程塑料行业占据第二大市场,主要应用于汽车领域 (环球塑化网)

中科院兰州化物所制备出超高强度水凝胶 生物润滑材料

水凝胶是一类包含大量水分的具有三维网络结构的高分子材料,其在关节润滑、组织工程、药物控释载体等领域有重要应用前景,受到广泛关注。水凝胶还与人体诸多活性组织,如人的关节润滑软骨、肌肉组织等有极为相似的性质,从而使得水凝胶成为人工关节最为理想的替代材料,也是开发类肌肉驱动器的最佳基体材料。但是水凝胶通常比较脆弱,受到外力后容易发生机械破裂,从而大大限制其应用范围。

为解决水凝胶材料力学性能差的问题,中国科学院兰州化学物理研究所研究员周峰课题组利用分子工程设计制备出了一种具有双交联网络的超高强度水凝胶,该水凝胶具有新颖的共价键与配位键双交联的结构形式,其中的化学交联形成惰性的水凝胶交联网络,接着利用铁离子-羧酸根的配位键作为动态的交联形式,在受到外界的应力后,可动态地断裂配位键以耗散能量,从而大大提高水凝胶的力学性能。

该水凝胶表现出了超高的断裂拉伸强度,断裂应力大于 6 MPa,断裂拉伸率大于 700%,力学性能优异。而且,由于拉伸过程中断裂的配位键是一种可逆的非共价键,拉伸后断裂的配位键在很短的时间内又能重新形成,从而恢复水凝胶原来的状态,表现出了优异的抗疲劳性能。该材料未来有望在关节润滑材料、人造血管等领域获得重要应用。

这一研究工作近期发表在 2015 年的 Advanced Materials 上。 (中国聚合物网)

东丽强化墨西哥工厂的生产设备 应对车用碳纤维需求增长

东丽于 2015 年 5 月 7 日宣布,其美国子公司卓尔泰克(Zoltek)决定增强大丝束碳纤维的生产设备。预定使卓尔泰克墨西哥工厂的年产能翻倍,达到 5 000 t。新设备将于 2016 年 4 月开始生产。

大丝束碳纤维是指每束长丝纤维的纤维数超过 4 万根的碳纤维。这种纤维能够借用服装用晴纶丝束设备来制造,是比较便宜的产品,被广泛用于风力发电机叶片、树脂化合物增强剂等领域。卓尔泰克目前在匈牙利工厂和墨西哥工厂生产大丝束碳纤维,考虑到今后汽车结构件等对这种纤维的需求可能会扩大,预计到 2016 年初将出现产能不足的情况。

通过此次生产设备的增强,可解决产能不足的问题,还能确立更加稳固的稳定供应体制。卓尔泰克设想到 2020 年,使产能在目前的 1.3 万 t 的基础上实现翻倍,计划今后继续增强墨西哥工厂的生产设备。 (中塑在线)