

PS 粉末激光烧结快速成型技术及其在铸造中的应用

崔建芳 党惊知 白培康 王建宏

(中北大学材料工程系,太原 030051)

摘要 系统地阐述快速成型技术的工艺方法、常用成型材料及选择性激光烧结技术的原理,介绍聚苯乙烯(PS)粉末的特性及成型工艺参数。指出对PS粉末烧结成型件进行不同的后处理,可将其作为原型件、功能件或精铸模具使用。最后论述了PS粉末选择性激光烧结技术在铸造领域的广泛应用。

关键词 快速成型 激光烧结 PS 粉末 后处理

随着社会的进步与经济 的发展,市场竞争愈来愈激烈,不仅要求产品有新颖的款式、优良的品质,而且要求制造者有快速响应能力,即用最短的时间完成从研发、试制到生产的全过程,并迅速将产品投放市场。快速成型技术就是在这样的背景下产生并迅速发展起来的。它在制造原理上与传统方法全然不同,是在目前制造策略以市场响应速度为第一的方针指导下出现的,可以缩短产品开发周期,降低开发成本,提高企业的竞争力^[1]。

1 快速成型技术

快速成型(简称 RP)技术是二十多年来制造技术领域的一次重大突破,是机械工程、CAD、数控技术、激光技术及材料科学的技术集成^[2]。RP 属于离散-堆积成型技术。通过离散获得堆积的路径、限制和方式,通过堆积材料叠加起来形成三维实体。

1.1 工艺方法

目前,国内外 RP 技术的工艺方法有很多种。根据所使用的材料的形态(气态、液态、固态)和成型机理不同,有以下几种较为成熟的工艺方法:①立体印刷(SLA);②分层实体制造(LOM);③选择性激光烧结(SLS);④熔化沉积成型(FDM);⑤三维打印(3D-P);⑥固基光敏液相法(SGC)。

1.2 成型材料

不同的 RP 成型工艺方法要求使用与其成型工艺相适应的不同性能的材料,成型材料的分类与 RP 技术的工艺方法及材料的物理状态、化学性能密切相关^[3],常用 RP 技术成型材料见表 1。

2 SLS 技术

RP 技术的工艺方法有多种,其中 SLS 技术由于可选择成型材料的多样化,使得其应用范围非常广泛,对工业界尤其具有吸引力^[4]。中北大学对 SLS 技术的研究取得了重大突破,该校研制成功的线扫描 SLS 设备,提高了成型效率和质量。该项成果具

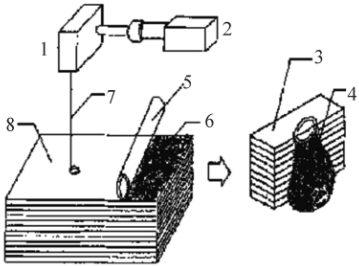
表 1 常用 RP 技术成型材料分类

材料形态	液态	粉末		片材	丝材
		非金属	金属		
材料名称	光固化树脂	蜡粉 塑料粉 覆膜陶瓷粉 覆膜砂等	金属粉 覆膜金属粉	纸 塑料+粘结剂 陶瓷箔+粘结剂 金属箔+粘结剂	蜡丝 ABS 丝等
成型方法	SLA	SLS	SLS	LOM	FDM

有自主知识产权,技术达到国际先进水平。同时,该校开发的点扫描 SLS 设备,具有光斑尺寸小、加工精度高等特点,技术达到国内领先水平。

2.1 技术原理

SLS 技术是采用激光逐层有选择性地烧结固体粉末,然后叠加生成三维实体零件的快速成型技术,其基本原理如图 1^[5]所示。SLS 的工作过程是,首先利用 CAD 软件,在计算机中建立三维立体模型,并用分层切片软件对其进行处理得到在不同高度上每一截面层的信息;烧结时先在工作台上铺上一层粉末,然后采用激光束在计算机控制下有选择地进行烧结,被烧结处粉末熔化并凝固在一起,一层烧结完成后再铺粉进行下一层扫描、烧结,并使新的一层和前一层烧结在一起;全部烧结完成后,去除未被烧结的多余粉末,便得到所需要的原型或零件。



1—光栅扫描器;2—激光器;3—未烧结粉末;4—已烧结粉末;
5—铺粉滚筒;6—前一层;7—激光束;8—新层

图 1 SLS 技术原理图

2.2 成型材料

对于一种材料,从理论上来说,如果可以得到它的细微粉末,且这种粉末在激光的作用下能发生状态变化实现粘结,它就可以用作 SLS 的原材料,其范围已覆盖塑料粉末、陶瓷粉末、金属粉末和它们的复合粉末^[6]。

目前,国内外已研究开发并投入应用的成型材料主要是塑料粉(ABS、PS、PC)、蜡粉及覆膜砂,成型用金属粉及陶瓷粉也正在研究开发中。中北大学铸造工程中心材料研究室已自主开发了 PS 原型烧结粉、蜡粉等烧结成型材料,并在北京钢铁研究总院、华中理工大学、宁波生产力中心等单位得到应用。

3 PS 粉末的 SLS 成型

由于 SLS 成型材料的多样化、适用性、成型过程无须支撑、材料利用率高及在快速制造功能件方面的独特优势,使得 SLS 技术的应用范围非常广泛,日益受到各行各业的重视。

3.1 成型工艺

PS 吸湿率很小,仅为 0.05%,收缩率也较小,其粉料经过改性后,可作为 SLS 成型材料。其主要性能见表 2^[1]。

表 2 PS 主要性能			
物理性能	密度 / g · cm ⁻³	硬度 (HRM)	收缩率 / %
	1.040 ~1.065	65 ~90	0.2 ~0.6
光学性能	透光率 / %	雾度 / %	折射率 / %
	88 ~90	3	1.59
热学性能	玻璃化转变温度 / °C	粘态流动温度 / °C	分解温度 / °C
	70 ~98	175 ~195	>300

由表 2 可见,PS 有比较宽的成型加工温度区。其加工工艺特性如下:

- (1) 因吸湿率小,成型加工前一般不需要专门的干燥工序。
- (2) PS 是无定形聚合物,无明显熔点,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。
- (3) PS 熔体粘度对温度很敏感,其制件性能与工艺参数,特别是与成型温度有明显关系。
- (4) PS 收缩率及其变化范围相对较小。当工艺参数选择合理,有利于成型尺寸精度较高和尺寸较稳定的制件。

中北大学利用自行研制的 HLP - 350I 型 SLS 快速成型机,采用正交设计法,对自制的 PS 原型烧结粉采用不同工艺参数进行 SLS 成型,以烧结密度

为主要性能指标,采用方差分析法分析,得出一组最佳 SLS 成型工艺参数,见表 3。

表 3 PS 原型烧结粉最佳 SLS 工艺参数				
项目	铺粉厚度 / mm	激光功率 / W	扫描速度 / mm · s ⁻¹	预热温度 / °C
数值	0.15	15	1400	65

3.2 成型件的后处理

由于激光烧结速度很快,PS 粉末熔融后来不及充分相互扩散和融合,因此成型件的密度一般只能达到实体密度的 60% ~70%。这样大大影响了成型件的强度。需采用适当的后处理工艺来提高成型件的强度^[2]。

对于 PS 粉末烧结成型件,可以通过不同的后处理工艺使其具有不同的使用功能。

(1) 结合浸树脂工艺,进一步提高 PS 粉末成型件强度,可使成型件作为原型件及功能件使用。

(2) 经浸蜡处理,可使成型件作为精铸模具使用,用来方便地生产金属铸件,但 PS 模不易脱模,必须采用高温燃烧法。

4 PS 粉末烧结成型件在铸造上的应用

PS 粉末烧结成型件经过不同的后处理工艺可以具有不同的使用功能,使得其在铸造上的应用日益广泛。

4.1 作为铸造用可消失树脂模具

利用塑料成型粉末材料,如 PS 粉末,通过 SLS 技术,可以快捷地制造出精铸用可消失树脂模具。这是 SLS 技术在铸造领域最为广泛的应用。

中北大学利用自行研制的 SLS 快速成型机对自制的 PS 原型烧结粉(牌号为 STP1)进行烧结,再对成型件进行浸蜡处理,成功制造出铸造用可消失树脂模具,见图 2 与图 3。



图 2 发动机歧管 PS 树脂模具

4.2 制造铸造用模样和芯盒

选用 PS 粉末,利用 SLS 技术制得原型件模样或芯盒,再进行适当的后处理,便可直接在砂型铸造造型时使用,这样可大大缩短模样和芯盒的制造周期。



图3 推进器叶轮 PS 树脂模具

中北大学利用自制的 PS 原型烧结粉(STP1) 制作的原型件经过浸树脂处理,已成功用于制造模样和芯盒,如图4、图5所示。



图4 发动机油路管模样

5 结语

(1) 快速成型技术的工艺方法有很多种,其中 SLS 技术最突出的特点是成型材料品种多。

(2) PS 粉末以其独特的性能及加工工艺特性成为 SLS 技术中最常用的成型材料。



图5 发动机油路管芯盒

(3) 通过对 PS 原型烧结粉(STP1) 烧结成型件进行不同的后处理,可以得到具有不同使用功能的成型件,已广泛应用于铸造领域。

参考文献

- 1 李广慧. 选择性激光烧结快速成型制件精度的研究: [硕士学位论文]. 哈尔滨理工大学, 2003
- 2 Griffin C. Rapid prototyping of structural ceramic components using selective laser sintering. Material Tech, 1996 (11) : 48
- 3 朱林泉, 白培康, 朱江森. 快速成型与快速制造技术. 北京: 国防工业出版社, 2003.
- 4 史玉开. 常用快速成型系统及其选择原则. 锻压机械, 2001(2) : 2
- 5 Bai Peikang. The rapid prototyping technology of length-alterable line scanning. Proceedings of the First International Conference on Rapid Prototyping Manufacturing 98. Xi'an: Science & Technology Press, 1998
- 6 林柳兰, 史玉升, 曾繁涤, 等. 高分子粉末烧结件的增强后处理的研究. 功能材料, 2003(1) : 67

SLS TECHNIQUE AND ITS APPLICATION IN CASTING OF PS POWDER

Cui Jianfang, Dang Jingzhi, Bai Peikang, Wang Jianhong

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

ABSTRACT The technique and ordinary molding materials of rapid prototyping, as well as selective laser sinter(SLS) principle were expounded systematically. The characteristics and molding process parameters of PS powder was introduced. PS sintering part by different post-treatment could be used as prototype part, functional part and casting mould. The use of SLS technique in casting is discussed.

KEYWORDS rapid prototyping, selective laser sintering, PS powder, post-treatment

德国开发出新型汽车塑料油箱

德国机械制造企业——Cannon 公司最近成功开发出汽车塑料油箱成型系统和设备,油箱成型工艺采用双片热成型法。

双片热成型的片材是 HDPE(白色) /(E/VAL) /LLDPE/ (E/VAL) /回收料/HDPE(黑色) 6 层共挤片材,生产的油箱泄漏量小,低于美国加州制定的 LEV2(低泄漏汽车) 和 PZEV(局部零泄漏汽车) 规定的汽油泄漏值。与吹塑(中空成型) 法汽车塑料油箱相比,双片成型油箱由上下两片组成,在连接前可以在片材内侧附装其它部件,因而能生产吹塑法难以成型的复杂结构油箱。目前,德国 Visteon 公司采用 Cannon 公司的成型系统和设备,已向大众汽车公司供应 7

种双片热成型汽车塑料油箱。

(毅家)

环保型聚硫建筑密封膏面世

由河北衡水成林工程橡塑制品有限公司研制成功的环保型建筑防水聚硫密封膏,不久前投放市场。

该密封膏具有良好的环保性能和耐低温挠曲性能,且防水、耐油、耐湿热等综合性能好,对金属和非金属材料均有良好的粘合性,使用寿命达 50 年以上。产品经国家建筑防水材料产品质量中心检测证明,其产品的最大拉伸强度达 0.46 MPa,比同类产品提高 60%,最大伸长达 356.1%,比同类产品提高 17%。该产品先后应用于上海国际机场、广州市水厂、广东地铁、天津污水处理厂等建筑工程上,均显示出良好的物理性能和环保性能。

(魏双林)