

# 选择性激光烧结快速成型 技术研究及应用现状

## Research and Application of Rapid Prototyping With Selective Laser Sintering

中北大学材料科学与工程学院 白培康

随着快速成型技术的持续发展,它的应用已从单一的模型制作向快速模具制造(Rapid Tooling, RT)及快速铸造(Quick Casting, QC)等多用途方向发展,其应用领域涉及航空、航天、机械、汽车、电子、建筑、医疗及美术等行业。

### 快速成型技术主要工艺 方法及特点

快速成型技术属于先进制造技术范畴,机械工程学科非传统加工工艺(或称为特种加工),是将CAD、CAM、CNC、激光、精密伺服驱动和新材料等先进技术集成的一种全新制造技术。它通过叠加成形方法可以自动而迅速地将设计的三维CAD模型转化为具有一定结构和功能的原型或直接制造零件。与传统的制造方法相比,它具有生产周期短、成本低的优势,并且可以灵活地改变设计方案,实现柔性生产,在新产品的开发中具有广阔的应用前景。

目前,世界上投入应用的快速成型的方法有10多种,主要包括立体印刷(SLA-Stereo Lithography Apparatus)、分层实体制造(LOM-Laminated Object Manufacturing)、选择性激光烧结(SLS-Selective Laser Sintering)、熔化沉积制造(FDM-Fused

Deposition Modeling),固基光敏液相(SGC-Solid Ground Curing)等方法。随着快速成型技术的持续发展,它的应用已从单一的模型制作向快速模具制造(Rapid Tooling, RT)及快速铸造(Quick Casting, QC)等多用途方向发展,其应用领域涉及航空、航天、机械、汽车、电子、建筑、医疗及美术等行业。

### 选择性激光烧结成型技术的 应用状况

选择性激光烧结快速成形(Selective Laser Sintering Rapid Prototyping)技术(简称SLS技术)1989年由美国C.R Decard申请专利,DTM公司推向市场,之后因为具有成型材料选择范围宽、应用领域广的突出优点,得到了迅速的发展,受到越来越多的重视。目前,选择性激光烧结快速成型技术的应用主要包括以下几个方面。

(1) 快速原型制造。

利用快速成型方法可以方便、快捷地制造出所需要的原型,主要是塑料(PS、PA和ABS等)原型。它在新产品的开发中具有十分重要的作用。通过原型,设计者可以很快地评估设计的合理性、可行性,并充分表达其构想,使设计的评估及修改在极短的时间内完成。因此,可以显著缩短产品开发周期,降低开发成本。主要有以下3个方面的用途:外形设计考查;功能检测;装配干涉检验等。

(2) 快速模具制造。

利用SLS技术制造模具有直接法和间接法两种。直接制模是用SLS工艺方法直接制造出树脂模、陶瓷模和金属模具,间接制模则是用快速成形件做母模或过渡模具;再通过传统的模具制造方法来制造模具。

(3) 快速铸造。

铸造是制造业中常用的方法。在铸造生产中,模板、芯盒、蜡模压模等一般都是机加工和手工完成的,不仅加工周期长、费用高,而且精度不

易保证。对于一些形状复杂的铸件,模具的制造一直是个老大难问题,快速成形技术为实现铸造的短周期、多品种、低费用、高精度提供了一条捷径。可以通过以下3种方法实现快速铸造:

- 用快速成型技术直接制造精铸用蜡模和树脂消失模。
- 用快速成型原型代替铸造中的木模或制造铸造模具。
- 用快速成型技术直接成型铸造型壳、型芯和蜡模的压型。

### 选择性激光烧结成型技术国内外发展状况

#### 1 国外发展状况

国外有许多高校、科研机构及公司正在进行SLS技术的研发,如美国的Austin大学、DTM公司、德国的EOS公司等。目前国外对该项技术的研究开发主要集中在成型材料及成型工艺方面。研究选择性激光烧结(SLS)的有DTM公司、EOS公司等。DTM公司于1992年、1996年和1999年先后推出Sinter station 2000、2500和2500Plus机型。其中,2500Plus机型的造型体积比过去增加了10%,同时通过对加热系统的优化,减少了辅助时

间,提高了成型速度。在材料方面,DTM公司每年均有数种新产品问世,其中Dura Form GF材料生产的制件,精度更高,表面更光滑。最近开发的弹性聚合物Somos201材料,具有橡胶特性,并可耐热和抗化学腐蚀,可用该材料制造汽车上的蛇型管、密封垫和门封等防渗漏的柔性零件;Rapid Tool 2.0的收缩率只有0.2%,其制件可以达到较高的精度和表面光洁度,几乎不需要后续抛光工序,用Rapid Steel 2.0不锈钢粉制造的模具,可生产10万件注塑件。DTM Polycarbonate铜-尼龙混合粉末,主要用于制作小批量的注塑模。EOS公司开发了一种新的尼龙粉末材料PA3200GF,类似于DTM的Dura Form GF,用这种材料制作的零件精度和表面质量都较好。

#### 2 国内发展状况

国内从90年代中期开始对SLS技术进行研究。华中科技大学、北京隆源公司、中北大学等单位均研制开发了激光烧结快速成型设备与成型材料并进行了产业化。

但总体来看,国内对SLS的基础技术研究,特别是成型粉末材料及成型工艺的研究与国外相比有一定

差距。

#### 3 发展趋势

(1) 开发高性能、低成本的成型材料,如适合于激光烧结的金属材料、陶瓷材料及其与有机树脂的复合材料;

(2) 开展对成形工艺参数和控制技术的研究,实现加工过程的智能化参数选择,稳定和提高成型质量;

(3) 与传统制造工艺相结合,进一步扩大其工程应用范围,如快速模具制造技术、快速精密铸造技术以及在生物工程领域的应用等。

### 激光选区熔化成型技术

(1) 成型原理。

这种方法是在选区激光烧结SLS基础上发展起来的,主要区别在于所用的激光器不同。SLS所用的激光器一般是低功率CO<sub>2</sub>(如50W),而SLM需要高功率密度激光器,它使用光束模式较好的半导体泵浦YAG激光器或光纤激光器(激光功率在100W以上),利用激光束把铺设的金属或合金粉末逐层熔化,堆积成一个较为致密的冶金结合体。

(2) 特点。

所成型零件致密度高(致密度接近100%),具有快速凝固的组织特征,力学性能好,且成型精度高(表面粗糙度R<sub>a</sub>可达30~50μm,尺寸精度可达0.1mm)。尤其适合于复杂异型结构(如空腔)的制造,或用传统方法无法制造的复杂金属构件的单件、小批量生产。

(3) 研究情况。

德国、日本对该技术已经进行了深入的研究开发工作。德国的ILT与Trumpf公司合作开发的SLM技术,使用ILT和Edgewave公司制造的半导体泵浦的Nd:YAG激光器和Trumpf开发的三维光学扫描器、成型室及分层软件。在材料方面已经完成不锈钢、工具钢和钛合金的

表1 国内主要SLS技术研发单位材料开发情况

研发单位	成型材料	试用范围
华中科技大学	覆膜砂	砂铸
	覆膜陶瓷	陶瓷型精铸
	PS粉等	原型件、消失模铸造
北京隆源自动成型有限公司	覆膜砂	砂铸
	覆膜陶瓷	陶瓷型精铸
	塑料(PS、ABS)粉	原型件、消失模铸造
中北大学	覆膜金属	金属模具、零件
	覆膜陶瓷	陶瓷精铸、陶瓷零件
	精铸蜡粉	熔模铸造
	原型烧结粉(PS)	原型件、消失模铸造
	复合尼龙粉	原型件、功能测试件

选区激光熔化快速成型。德国 EOS 公司用改进的直接金属激光烧结机,使用 200W CO<sub>2</sub> 激光器,对部分钢材和青铜合金进行快速成型,成型速度可达 2 ~ 15mm<sup>3</sup>/s。制造出的零件可直接使用或经喷砂处理后使用,对于表面质量要求高的零件,可使用抛光或表面镀膜实现。德国 MCP 公司开发了选区激光熔化直接成型工艺,可以应用于金属片挤压工具、压铸模具、喷射模具和部分金属及陶瓷工件的快速成型。

目前,我国在这方面的研究还处于起步阶段,华南理工大学与北京隆源公司合作在国内率先开展了相关研究,但与国外相比有较大差距,急需加大投入开展工程化应用研究。

### 中北大学研究开发情况

中北大学快速成型研究室近年来先后承担国家科技攻关项目、国家自然科学基金、国防基础科研、总装备部预研项目等国家、省部级科研项目 20 余项,获省、部级科技进步奖 5 项。在国内外高水平学术刊物以及学术会议上发表论文 120 余篇,其中被 SCI、EI 收录 31 篇,出版专著 5 部,授权专利 7 项。

具备如下工作条件:

(1) 具有粉末包覆设备、粉碎设备(行星式球磨机、冷冻粉碎机)、棍磨机、筛分机等粉料处理设备;

(2) 具有激光粒度分析仪、精密熔点测定仪、差热分析仪等粉末性能分析仪器;

(3) 高压透射电子显微镜、x 射线衍射仪、扫描电镜、能谱仪、直读光谱仪等先进仪器可用于组织性能及成分分析;

(4) 变长线扫描激光快速成型机、点扫描快速成型机 2 台,可用于激光烧结快速成型实验;

(5) 有高温氢气烧结炉、真空烧结炉、等离子熔炼炉等烧结设备;

(6) 有各种陶瓷力学性能及热学性能检测设备;

(7) 有多种先进的计算机应用开发软件,可用于数值模拟技术研究。课题组有一支结构合理、稳定的科研队伍,其中有博导、教授 5 名,副教授 3 名,高级实验师 1 名,具有博士学位人员 6 名。

中北大学材料学院开展了激光烧结快速成型设备、成型材料及工艺的研发工作,研制成功了如下产品:

(1) 研制开发了成型尺寸为 350mm × 350mm × 380mm 及 450mm × 450mm × 400mm 等多规格快速成型设备。

HLP-350 激光烧结快速成型机

指标为:

扫描速度:4000mm/s;

精度:±2mm;

功率:3kW (220V, 50Hz);

运行环境:15 ~ 28℃;

烧结材料:精铸蜡粉、原型烧结粉、尼龙粉、覆膜陶瓷粉,覆膜金属粉;

外形尺寸:2000 × 808 × 1850 (mm);

重量:1t。

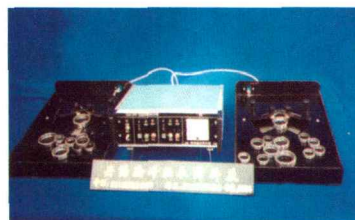
(2) 研制开发了 5 种适合于激光烧结的快速成型材料(包括精铸蜡粉、原型烧结粉、覆膜陶瓷粉、覆膜金属粉、复合尼龙粉)并实现了产业化。

(责编 金卯)

## 丹阳险峰轴承附件厂

我厂是原机械工业部中国机械基础件成套技术公司轴承专用设备、仪器仪表联营会成员单位,是专业生产机床附件和仪器仪表附件的工厂。

DJK-150 型“百灵”牌电解刻印机具有技术先进、品质优秀、设计新颖、造型美观、电脑控制、字迹清晰、工作可靠及使用方便等优点,是轴承、活塞环、工具和喷油嘴等标志加工的理想选择。



### ▲ DJK-150 型“百灵”牌电解刻印机的技术规格

刻印直径: 15 ~ 150mm

电 源: 220V, 50Hz

刻印高度: >4mm 功耗: <40W

刻印深度: 5-15mm 净重: 10kg

刻印效率: 60 件/min(双槽型)

膜片寿命: 约 10 万件/片

电解液消耗: 约 1.2kg/万件

外形尺寸: 320mm × 280mm × 100mm(刻印电源)

300mm × 420mm × 80mm(刻印槽)

不但在平面上而且在外径上也可使用

本厂生产的硬质合金钢球,于 1999 年 4 月 28 日和 2000 年 7 月 6 日经国家轴承质量鉴定检测中心测定,分别达到 G16(8 ~ 14mm)、G10(φ3 ~ φ7.5mm),深受用户青睐。

通讯地址: 江苏省丹阳市新桥镇何家村

邮编: 212322

电话: 0511-86356866 86352019

传真: 0511-86357163

网址: WWW.XFDJKQ.COM

电子邮箱: Xqzhff@pub.zj.jsinfo.net

广告索引号 09-051