

北京四海经联信息技术研究所 主办

中国模具

2009年 第5期 DM



模具商务网
www.cnmjld.com

欢迎登录模具商务网

协助企业铸造品牌

引领企业走向世界



高耐热性能 PPSF 快速原型材料的应用实例

上海福斐科技 马一栋 (编译)

摘要: 快速原型技术的应用在近年来呈现蓬勃发展与成长,原因之一是因为工业设计与机构设计日益受到市场的重视,各式快速原型机器应运而生。由于各家原理与技术都不甚相同,产出的产品各具特色。各厂家依据客户实际的预算与需要,取得较合适的快速原型系统。

关键词: 快速原型技术 高耐热性能 材料 应用

一、引言

对于目前快速原型最大应用市场的北美客户而言,因为经济力量雄厚,可以同时拥有数种系统。例如初期试做草模,对精度要求不高,可以使用速度快的系统;做机构设计时,需要进行组装测试,可以使用一套制程干净、模型稳定、系统耐用的工程材料系统。对于中国的中小企业而言,需要将预算花在刀口上,一套能够塑形、装配与功能性测试的全自动工程材料快速原型系统,是最符合客户需要的系统。

对于原型的需求,速度很重要,调表面细致度也很重要,然而,要符合原型的精神与用途,唯有满足客户需求的材料特性的原型,才会是满足七成原型市场的终极因素。

二、FDM 技术的应用

FDM 熔融挤制成型 (Fused Deposition Modeling) 技术采用类似射出成型的原理与概念,可应用在一系列的办公室型工程材料快速原型系统中。其中,采用伺服控制系统的平台的系统,包含有高阶强悍机种 Fortus 900mc, 以及中阶扩充型系列机种 Fortus 400mc, 还有 Fortus200mc、Fortus360mc 等型号。

FDM 技术利用 ABS, polycarbonate (PC 聚碳酸酯, 可耐冲击), polyphenylsulfone (PPSF 纤维

聚合物, 可耐高温) 以及其他材料成型。这些热塑性材料受到挤压, 通过预热的喷嘴而成为半熔融状态的细丝, 藉由沉积在层层堆栈基础上的方式, 依据 3D CAD 资料直接建构原型。该技术通常应用于概念设计, 零件塑型, 装配确认以及各种实际运作的功能性测试, 也就是所谓的 Working Sample 实作, 并非纯粹有外观确认的 Mockup。此外, FDM 技术非常擅长于应用在少量制造与快速制造 (RM), 还有应用在汽车零件的检治具设计以及常温模具应用, 例如翻沙铸造模具、吹瓶模具、射蜡模具、塑料模具等。FDM 技术的材料物理性质稳定, 成型过程只有物理变化, 所以尺寸精准不变形, 与塑料成品相同, 比起其他使用热固性树脂材料的快速原型技术, 更适合应用在产品开发制程中, 进行功能性原型测试。目前全球航天业、汽车业、国防工业、家电业、消



图 1 高阶强悍机种 Foutus 900 的外观



费性产品和医疗业的制造厂均大量采用 Stratasys 生产的办公室型工程材料快速原型系统。

其中 Fortus 900mc 机种 (见图 1) 是唯一支持 polyphenylene sulfone (PPSF 纤维聚合物, 可耐高温) 的系统, 主要考量是因为需要热融可以耐温到 230°C 的 PPSF, 所以系统本身内部所有零件都需要支持耐热设计。

三、PPSF 纤维聚合物材料的应用

在各种快速原型材料之中, PPSF (或是称为 polyphenylsulfone) 有着最高的强韧性、耐热性以及抗化学性。航天工业、汽车工业以及医疗产品业的生产制造商是第一批使用这种 PPSF 材料的用户。该材料的难燃属性适用于航天零组件业; 其抗化学性以及能在 200°C 以上还能持续运作的的能力可应用于小家电设计制造业与汽车设计制造业; 对 PPSF 材质的原型可以进行消毒的能力也可应用于食物调理与医疗产品制造。

1. PPSF 材料在家电设计上的应用

PPSF 材料在家电设计上应用见图 2 和图 3。



图 2 PPSF 材料应用在小家电咖啡壶设计



图 3 PPSF 材料应用在小家电烤箱的实机测试

2. PPSF 应用在汽机车领域

测试单位, 安装了一个用 PPSF 材料制作的模

型到汽车引擎中。该零件是一个名为 crankcase vapor coalescer 的过滤器 (见图 4、图 5 和图 6), 装在一组 V8 引擎并作 40 h 的测试以决定过滤器媒介的效能。该零件收集的燃气包含有 16° F 的润滑油、燃料、油烟、以及其他燃烧的化学反应生成物。Parker Hannifin 的 Russ Jensen 说, “该组立件并没有产生外漏, 并且其展现出与第一次组立时相同的强度与属性。我们相当满意它的表现。”

测试单位 MSOE (Milwaukee School of Engineering) 的操作经理 Sheku Kamara, 同样很满意该新材料。“当在玻璃熔融的 450° F 时, 在各种快速原型材料之中, PPSF 材料还拥有着除了金属之外最高的操作温度以及坚硬度,” 他说。“在黏着剂测试期间, PPSF 原型零件遭受于温度从 14° 到 392° F 的考验且依然保持完整。”



图 4 PPSF 材料的过滤器原型



图 5 PPSF 材料的过滤器原型

PPSF 材料 2009 年在中国地区的汽机车零件展览中第一次公开展示 (其展品见图 7、图 8、图 9 和图 10)。900mc 的用户现在可以使用 ABS 塑料, PPSF 材料, 以及 Polycarbonate (PC) 来做模型, 切换材料只需要用户执行一个简单的步骤。





图6 PPSF 材料的过滤器原型，装在一组 V8 引擎并作 40 h 的测试。



图7 PPSF 材料的车灯灯架原型，可以耐高温测试。

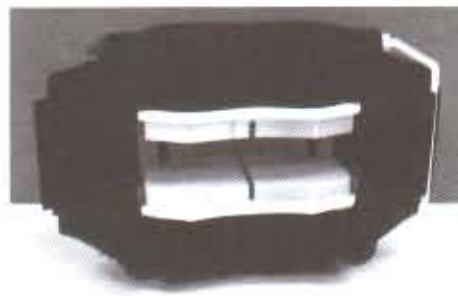


图8 PPSF 材料的仿真汽车制动器。

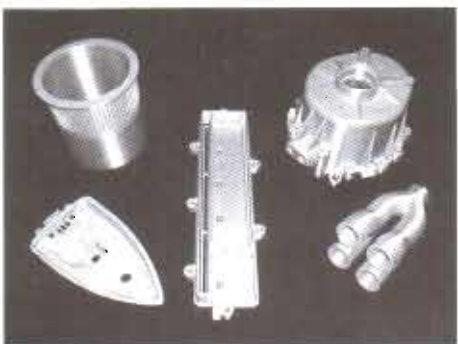


图9 PPSF 材料的应用在各是耐高温的需求上。



图10 PPSF 材料的仿真汽车差速器。

四、PPSF 材料应用在快速模具

PPSF 材质嵌入式模仁（见图 11 和图 12）的测试结果如下：在 150 个 POM 材质的成品完成射出之后，在嵌入式模仁上并没有发现任何损坏。在 201 个 PA 材质的成品完成射出之后，在嵌入式模仁上发现轻微的分层现象。经过实验证明，PPSF 材质的嵌入式模仁具有较好的机械性能与耐热属性，在进行 Polyacetal (POM) 材质与 Polyamide (PA) 材质射出时，有较好的表现。

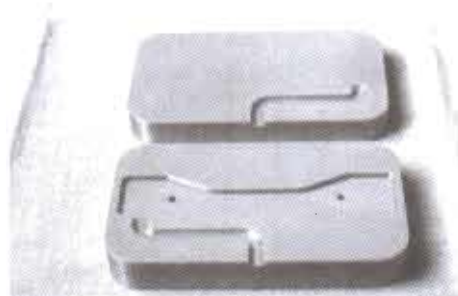


图11 PPSF 材质的嵌入式模仁

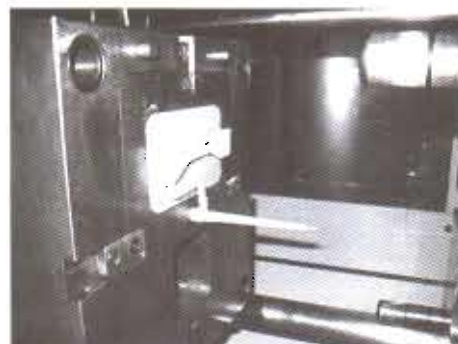


图12 PA 材质射出成品在 PPSF 材质的嵌入式模仁上



添加式构造行业 (快速成型行业) 的综述

上海福斐科技发展有限公司 张乐奎

添加式构造技术 (Additive Fabrication Technology) 也被称为三维打印 (3D Printing)、快速模具 (Rapid Tooling)、快速成型 (Rapid Prototyping)、快速技术 (Rapid Technologies)、快速制造 (Rapid Manufacturing)、先进制造 (Advanced Manufacturing)、直接数字化制造 (Direct Digital Manufacturing) 等等。

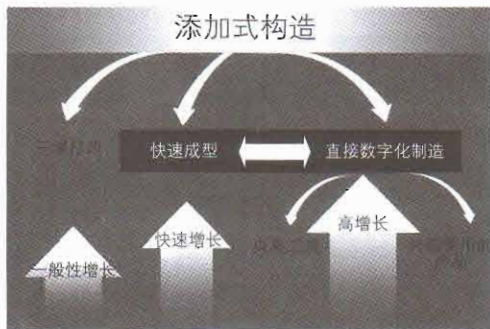


图1 添加式构造

添加式构造行业只有 20 多年的历史属于新兴行业，在此期间，许多新技术问世，同时许多旧技术消失。整个行业内共有 47 种技术进行了商业化，其中 23 种技术惨遭市场淘汰。1987 年 3D Systems 公司发布 SLA 系统，1989 年 Cubital 公司发布第一台系统，1991 年作为 FDM 技术先驱的 Stratasys 公司第一台商业化系统，其他还有 Zcorp、Objet 公司等代表其他技术的行业先锋。

添加式构造技术就是通过集成化技术，经由添加式流程，直接由 CAD 数据通过系统制作三维模型或部件的先进制造技术。图 2 所示的是目前市场上几种主流的技术。

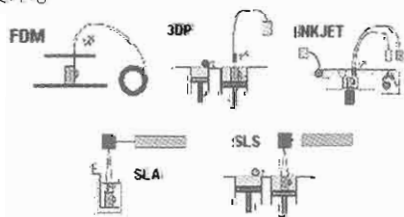
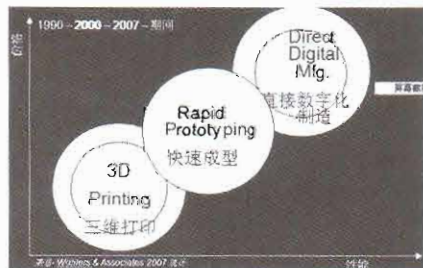


图2 目前市场上主流技术

一、添加式构造技术的发展趋势

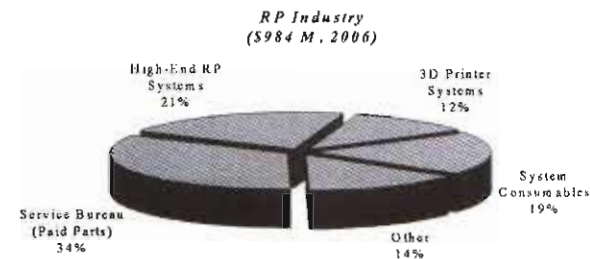
历经 20 多年的发展，添加式构造技术逐步从最初的三维打印逐步向直接数字化制造方向推进发展。使用的材料也经历了无数次的更新，截止目前，已经能够使用 ABS、PC 等工程塑料或光敏树脂，甚至可以使用金属粉末进行加工。

从图 1 可以看出，直接数字化制造保持高增长的态势。直接数字化制造，简称 DDM，是一种利用添加式构造技术直接生产加工工具或最终零部件产品。一般用于直接制造和生产工具或用于小批量生产最终产品。其优势在于提高商业竞争力，优化功能设计，取消外包，减少设计争论，缩短研发时间，节约设计成本。截止到 2007 年，添加式构造技术走过了价格与性能同步增长的历程。其主要原因如图 3 所示。



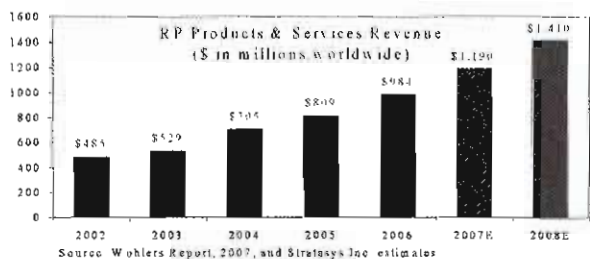
三维打印	简单 便宜 性能有限
快速成型	针对原型而优化 合理的产能 适中的性能
直接数字化制造	专业化制造应用 最快的产能 最高性能

图3 添加式构造技术的优势



Source: Wohlers Report, 2007

图4 RP工业几大主流技术市场份额



Source: Wohlers Report, 2007, and Stratasys Inc estimates

图5 世界范围内RP市场增长额度

二、添加式构造行业市场调查

添加式构造技术在过去几年全球市场份额逐年增加(见图4和图5),逐渐形成一条完整的产业链结构。由于DDM的功能越来越强大,预测未来几年,在添加式构造技术稳步发展的同时,DDM技术将占据主导地位。目前世界上各大研发机构和零部件生产商(见表1)越来越重视DDM的应用,并投入资金进行大行推广,给他们带来了可观的收益。

表1 世界著名研发机构及零部件生产商应用DDM情况

公司	用AFT技术制造夹具和置具
波音	减少60%的人工和材料成本 减少63%的开发周期
Diebold	减少80%的夹具和装置器成本
本田	减少20%材料成本 减少50%开发时间
节省材料	每英寸节省材料 \$240 - 铝模具方面 \$34 - FDM服务部门方面 \$13 - FDM室内成型(95%减少) 减少50%的低速风道模具成本

三、添加式构造技术的体现

添加式构造技术的体现(见表2)。

表2 添加式构造技术的体现

概念模型	装配和安装	夹具
模具的可视化辅助	功能测试	注塑模桥架
产品交流	包装设计	消失模
工程师的可视化辅助	铸造	液压模
市场推广	真空浇注	砂模铸造
销售	吹模	镀金模
竞标		环氧化模
产品研发		RTV模
		产品部件

可见在未来,添加式构造技术中的DDM的优势将继续,会有更多类型材料推出,设备的整体精度将更好,正常运行时间将有性能更高、稳定性更好、产能更大、生产成本更低。但是DDM不会替代CNC,不会替代注塑成型,它将是CNC和注塑成型或其他工艺更好的补充和延伸。

四、增加材料以支持直接数字化制造的发展

1. 四种兼容FORTUS900 MC 3D制造系统新材料

Stratasys公司近日宣布,他们已经生产出了可以兼容Fortus 900mc™ 三维打印系统的四种成型材料和一种支撑材料。这些材料包括:ULTEM* 9085、PC-ABS、PC-ISO和ABS-M30i(见图6)。

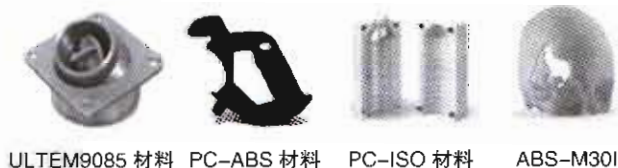


图6 新型制造系统材料

这些超过以往2倍选择余地的Fortus 900mc兼容材料,具备一系列的物理性能和力学性能可供选择。如从FST(燃烧、烟熏、毒性),耐热性、医疗消毒能力、强度、韧性等来选择原型件和产品的生产。



CBN球头立铣刀助高硬度钢模具制造

廖先富(译)

用具有良好耐热性和耐磨性的涂层硬质合金球头立铣刀直接铣削高硬度(HRC45-70)钢模具时,通常需要使用几把刀具才能完成铣削加工。而采用CBN球头立铣刀,只需一把刀具就能完成铣削加工。

一、高硬度钢模具铣削刀具应具备的条件

高硬度材料难以切削加工的原因主要包括:硬度高、切削抗力大和切削温度高等原因。因此,用于切削加工高硬度材料的刀具必须具备:高耐热性、高耐磨性和不易崩刃的刀尖形状等综合性能。根据以往的经验,铣削刀具的切削刃硬度应为被铣削材料硬度的3倍以上才能实现正常的铣削加工。例如,需要铣削HRC60(HV700)的高硬度材料,硬质合金的硬度为HV1600,显然难以实现正



铣削高硬度钢模具用
CBN球头立铣刀

“Stratasys 通过帮助客户生产强大和持久的零部件,最终奠定了它在直接数字化制造和快速成型领域的领导地位。”Fortus 产品经理 Patrick Robb 说,“这些增加的材料使得 Fortus900mc 系统在航空、医疗及其他工业领域的直接数字化制造和快速成型中,提供了一个更为先进的应用解决方案。直接数字化制造(DDM)是在零件生产过程中,直接使用CAD数据运用加法制造。Fortus3D产品系统的DDM为生产制造工具带来了巨大的效益,比如用于夹具和置具以及最终用途零部件的小批量生产等。”

2. 成型材料添置项: SABIC's ULTEM 9085、PC-ABS、PC-ISO、ABS-M30i

SABIC's ULTEM* 9085 是一种强大而轻巧的热塑性材料,广泛应用于飞机内饰件及其他运输工具。这种材料耐热 320° F (160° C), 并且完全遵从防火,且无烟、无毒(FST)。OSU 释放热少于 55KW min/sq。计量释放热 55KW min/sq。它提供了一个非常高的强度重量比和柔韧性,对于需要先进的机械性能来说,是一种理想的材料。除了应用于航空航天业外,对于其他如海洋运输和汽车业等需要强度高、重量轻、耐热防火的行业,ULTEM 9085 也具备很高的价值。

PC-ABS 主要应用于汽车、电子和通讯业,是最广泛的一种热塑性混合材料。该材料除了提供给

客户和 Stratasys 公司以前 PC 材料一样的高强度和耐热性外,还具备更高的柔韧性。

增加的 PC-ISO 材料是提供给客户的一种更坚强的聚碳酸酯材料。它用于可消毒的医疗器械和手术夹具及其他置具的生产和快速成型。同时,它也可应用于食品和药剂处理业。这是一种对于要求通过 ISO10993 认证或进行环氧乙烷(EtO)消毒的理想材料。它具备很高的抗冲击性和抗弯强度,并可高温处理。

ABS-M30i 材料是一种可用于医疗、食品、制药设备工业等需要 ISO10993 或环氧乙烷(EtO)消毒要求的直接数字化制造理想材料。相对于 Stratasys ABS 材料、ABS-M30i 材料做了大量的改进,包括抗张强度、冲击强度、抗弯曲强度。ABS-M30i 比 Stratasys 以前的 ABS 材料强度提高了 67%, 层间粘结强度超过 2 倍,使功能测试件或最终产品具备极大的扩展能力。

3. 增加的可溶性支撑材料

像其他的加法制造方法一样,Stratasys FDM 工艺需要一种一次性材料在部件突出部分进行支撑。可溶性支撑自动去除支撑,因为他们是溶解而不是手动去除。与它的前身相比,SR-30 材料在搅拌罐中可以减少 69% 的时间,在超声波清洗机可以减少 46% 的时间。