

SLA技术在制造领域中的应用

Application of SLA in Manufacturing Field

上海联泰科技有限公司 马劲松



马劲松

毕业于天津商学院包装工程专业, 劳动部中级职业经理人资质。现任上海联泰科技有限公司副总经理, 主要从事于立体光固化激光快速成形机和结构光照相式三维扫描仪的产业应用发展。

快速成型 (Rapid Prototyping, RP) 技术是 80 年代发展起来的一种新型制造技术。与传统的切削加工不同, RP 采用逐层材料累加法加工实体模型, 故也称增材制造 (Material Increase Manufacturing, MIM) 或分层制造技术 (Layered Manufacturing Technology, LMT)。RP 是计算机技术、数控技术、材料科学、激光技术、机械工程技术集成的结晶, 它具有如下特点: (1) 高度柔性, 可以制造任意复杂形状的

实践证明 RP 能优化产品设计、缩短产品开发周期、降低开发成本, 广泛应用于航空航天、家用电器、汽车、医学、军事、教学科研等领域。迄今为止, 国内外已成功开发了 10 多种快速成型工艺, 其中光固化成型技术应用最为成熟。

三维实体; (2) CAD 模型直接驱动, 设计制造高度一体化; (3) 成型过程无需专用夹具或工具, 也无需人员干预; (4) 成型全过程速度快。

RP 主要用于快速模具 (Rapid Tooling)、设计可视化、设计验证、功能测试等。实践证明 RP 能优化产品设计、缩短产品开发周期、降低开发成本, 广泛应用于航空航天、家用电器、汽车、医学、军事、教学科研等领域。

迄今为止, 国内外已成功开发了 10 多种快速成型工艺, 其中光固化成型技术 (Stereolithography Apparatus, SLA) 应用最为成熟, 是唯一能满足航空航天领域所需模具的精度要求、表面质量和稳定性要求的快速原型技术。上海联泰科技有限公司在 SLA 技术的装备开发和应用方面进行了多年的积累, 具有丰富的工程应用实践经验, 其 RS800 型设备最大可提供 800mm × 600mm × 450mm 的成型空间, 可满足大部分航空、汽车快速

原型件要求。目前国产快速成型机在国内市场的拥有量已超过了进口

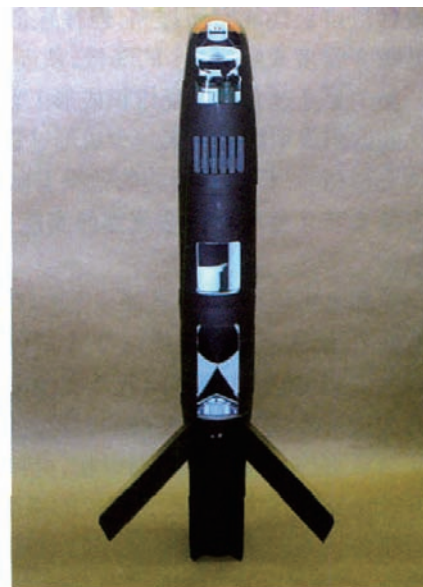


图 1 雷神公司的战术导弹全尺寸 SLA 模型

设备, 而且其性价比和售后服务也大大优于进口设备, 本文就 SLA 技术的具体应用作一些简要介绍。

RP 原型的直接应用

RP 原型可以用作 CAD 数字模

磨粒流—— 数控去毛刺、抛光、表面处理系统

■ 汽车工业零部件



■ 刀具行业



■ 航空航天领域



中国区授权代理
Champion®
精品机械有限公司

地址：北京海淀区知春路1号学院国际大厦1605A室(100083)
电话：010-51660816 Fax：010-82337720
http://www.champion.com.cn Email:chambj@champion.com.cn

型的可视化、设计评价、干涉检验,甚至可以进行某些功能测试。另外,RP原型能够使用户非常直观地了解尚未投入批量生产的产品外观、性能,并能及时作出评价;使厂商能够根据用户的需求及时改进产品,为产品的销售创造有利条件,并避免由于盲目生产可能造成的损失。同时,投标方在工程投

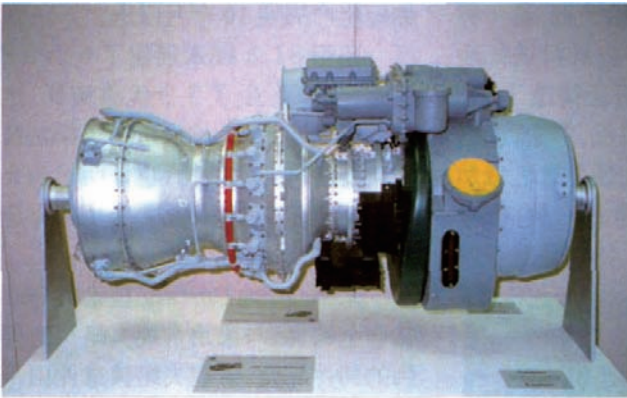


图2 SLA全尺寸航空发动机模型

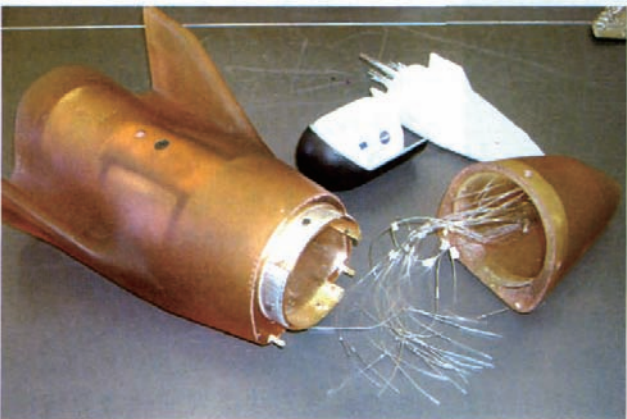


图3 装有传感器的SLA弹体外壳

标中利用样品,可以直观、全面地提供评价依据,使设计更加完善,为中标创造有利条件。

在航空航天领域的性能实验方面,如SLA模型可直接用于风洞实验,进行可制造性、可装配性检验。航空航天零件往往是在有限空间内运行的复杂系统,在采用RP技术以后,不但可以基于RP原型进行装配干涉检查,还可以进行可制造性讨论评估,确定最佳的合理的工艺。通过快速熔模铸

造、快速翻砂铸造等辅助技术进行特殊复杂零件的单品、小批量生产。如叶轮、涡轮、叶片等,并进行发动机等部件的试制和试验。

1 快速实现CAD数字模型的可视化——市场推广模型

利用SLA技术可以快速实现CAD数模的可视化,从而在新产品投产前得到产品模型,从而进行外观、结构的实物验证,也可用于市场推广模型的直观展示,获得市场反馈。

图1是美国雷神公司利用SLA技术制作的战术导弹全尺寸模型,在制件外表进行相应喷涂后,清晰展示了导弹外观、结构和战斗原理,其展示和讲解效果远远超出了单纯的电脑图纸模拟方式,可在未正式量产之前真实地展示设计作品或还原设计意图,从而为重大项目投标或重要参展活动创造有利条件。

2 快速实现装配/功能/结构验证

采用快速成型制造技术制作出全部零件原型,进行试安装,验证设计的合理性和安装工艺与装配要求,若发现有缺陷,便可以迅速、方便地进行纠正。这对于复杂系统的开发尤其重要。随着耐高温光敏树脂的出现,利用原型直接进行气道实验也成为可能。

图2为全尺寸航空发动机模型,所有零部件均由SLA技术实现,可以在较短时间内低成本完成样机模型的制作,用于各类大型航空展览展示。

MD-90 驾驶室操控模块,74 个零部件全部采用 SLA 技术实现。外壳制作成透明的,便于直观观测内部各组件的运行情况;内部不同的零组件选择不同的颜色,机构运行一目了然,从而可以轻而易举地进行运动分析和可维护验证分析。通过 SLA 技术的运用,整个项目节省时间 10 个星期,并节约资金 51600 美元。

图 3 为使用 SLA 技术制作的多种方案弹体外壳,装上传感器后直接进行风洞试验。通过这样的方法避免了制作复杂曲面模的成本和时间,从而可以更快地从多种设计方案中筛选出最优的整流方案,在整个开发过程中大大缩短了验证周期和开发成本。

3 概念模型

图 4 是马丁·贝克飞机公司开发的一个战斗机弹射椅研制项目:2000 多个零部件采用了 SLA 技术生产的模拟件,10% 的弹射椅试验直接使用了此技术的模拟件来进行,市场占有率为 65%,节约时间 80%,在优化设计方面起到巨大作用,使优质产品迅速占领市场。如此复杂的系统和如此多的零部件,如果完全按照传统工艺制作实样后进行验证,可以想象其工作量的繁重以及所消耗的

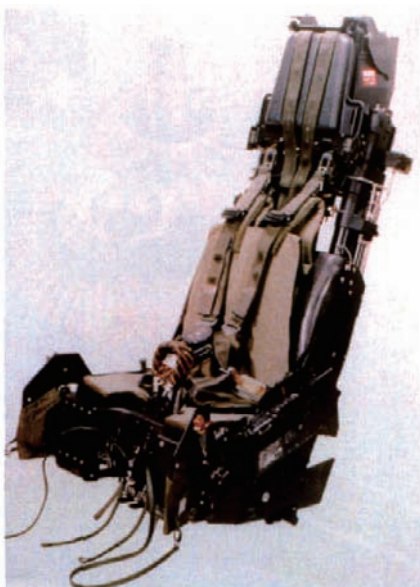


图 4 马丁·贝克公司开发的战斗机弹射椅

大量时间。

应用 QuickCast 技术 由 SLA 原型浇注金属样件

熔模铸造也称失蜡铸造,是一种可以由几乎所有的合金材料进行净形制造金属制件的精密铸造工艺。在传统铸造生产中,模板、芯盒、压蜡型、压铸模等的制造往往是靠机械加工的方法,甚至钳工进行修整,费时耗资,而且精度不高。特别是对于航

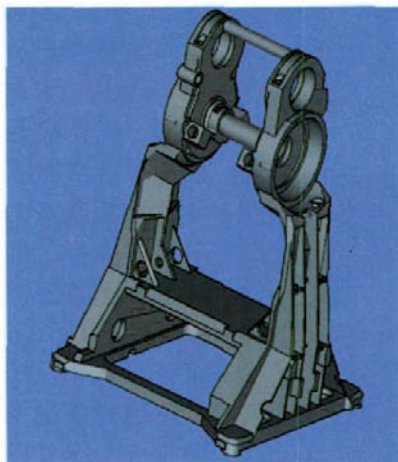


图 5 某航空底座 SLA 三维外形

空航天领域中常见的一些薄壁、大框架尺寸的结构复杂件,模具的制造更是一个老大难的问题。快速成型技术的出现和发展,为精度更高、结构更复杂的熔模精密铸造蜡模的制作提供了更快速的保障。QuickCast 工艺,更加突出了 RP 技术在熔模铸造领域应用的优越性。

雷神公司是美国国防部的一家承包商,主要负责全球最为高端的一些武器系统。在其制造的长约 2m 的导弹机身上,共包括 13 个零件,需要 451 个组件。由于可铸造性不确定,为避免如此巨大的零件所需蜡模模具带来的高风险和高成本,决定通过创建 SLA 原型件来直接铸造模型。如果采用 SLA 铸造模型铸造得到的合格铸件,将实现:

- 减少零部件数,从原来的 13 个减少到 1 个。
- 取消了原来设计零件总数 451

个。

- 总共投产数量为 20000 套。
- 每套节约经费为 2700 美元。
- 总共节约了 5400 万美元,同时缩短生产周期 10 个月以上。

采用 SLA 技术创建了 6 个 RP 铸造模型,产生了 5 个优质铸件,这充分证明了 SLA 技术可用于精密铸造大型结构件的能力,也证明了为大规模生产而开这种蜡模模具是合理的。

采用 QuickCasting 技术得到的钛合金铸件,与采用常规失蜡铸造得到的铸件相比,常规失蜡铸造件由于碳化结晶会产生不良表面质量和裂纹。因此,利用光敏树脂材料原型进行快速金属铸造的试验十分成功,其铸件表面质量良好,没有出现在常规消失铸造过程中易产生的胀壳、裂纹以及因灰分残余而产生的表面碳化结晶等问题,充分说明在合理的工艺支持下,SLA 样件的强度、焙烧的残余灰分等铸造性能完全能达到铸造所要求。

图 5 是某航空底座铸件,它利用快速铸造方法得到的钛合金铸件。快速原型件使用 RS3500 快速成型机制作,由于零件规格超出 SLA 设备加工范围无法一次加工完成,所以将零件分割成 2 部分,用 SLA 分 2 次加工后再拼接成最终零件进行挂浆铸造。最终铸件表面质量完美,没有出现掉渣、碳化结晶等问题,整体铸造质量非常理想,没有出现胀壳、裂纹、断裂等铸造缺陷。

结束语

总之,快速成型、制造技术 (RP&M) 在产品开发中起着越来越大的作用。从制造的发展趋势看,快速成型符合加工过程数字化这一潮流。从长期来看,它必将从原型的加工转变成产品的加工,并可能成为未来一个主要的加工手段。

(责编 钟元)