

快速制造技术在模具制造中的应用

周志民

李晓艳

(大连理工大学机械工程学院,大连 116023) (大连大学,大连 116622)

摘要 综述快速制造技术如虚拟原型制造技术、快速原型制造技术及快速模具制造技术在模具制造中的应用。应用这些先进制造技术可以达到缩短生产周期、降低成本、提高产品质量的目的,以适应模具市场的新变化,这种快速制造技术已成为模具制造技术的发展方向。

关键词 模具制造 虚拟原型制造技术 快速原型制造技术 快速模具制造技术

模具是塑料成型加工的重要部件,利用模具成型塑料产品实质上是一种无切削、多工序重合的生产方法,因而用模具制造塑料产品具有生产效率高、产品质量稳定、可节约大量材料与能源,以及生产成本低等特点。而现代模具制造业的高速发展在很大程度上依赖于模具标准化程度、优质模具材料的研究、先进的设计与制造技术的应用、专用的机床设备的研制与应用及生产技术管理等方面的综合因素。为此,先进技术在模具制造工业各个过程中的应用,将大大提高模具生产效率,提高产品质量,朝着制造周期短、成本低的方向发展,从而达到满足快速变化的市场需求^[1,2]。特别是快速制造技术在模具制造中的广泛应用,无疑会极大地提高产品的生命力,有效提高产品的竞争力。

快速制造技术在模具制造中的应用过程如图 1 所示。随着产品工艺成熟度及生产成熟度的提高,其变化阶段主要有虚拟原型、快速原型、快速模具、快速制造及批量生产成熟阶段等。在概念开发阶段通过使用分层制造技术,同时运用虚拟原型的高效低成本来提供第一个实体模型。在产品开发的下一步,将快速原型技术用于生产第一批产品,这样有利于在批量生产之前确定产品的生产工艺。快速制造是快速原型与分层制造技术的有机结合,可以在保证产品质量的前提下提高单件和小批量生产的生产效率,从而降低生产成本^[3,4]。

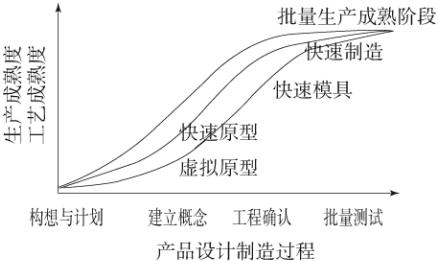


图 1 产品设计制造过程与产品成熟度的关系

笔者主要介绍虚拟原型制造技术、快速原型制造技术、快速模具制造技术等快速制造技术在模具制造过程中的应用。

1 虚拟原型制造技术

虚拟原型制造技术是将虚拟现实技术应用于原型建构的技术,即利用虚拟现实技术在可视化方面的强大优势及可交互性地探索虚拟对象的功能,对产品进行几何、功能、制造等方面的交互建模与分析。虚拟原型制造技术总的思想是结合计算机信息处理和光学信息处理,在光学信息处理中结合激光全息照相技术和传统光学技术,形成产品的一种三维立体光学模型的原型制造技术,是原型仿真技术。虚拟原型可作为全产品模型非常具体与精确地生成,无需另外的图纸定义或注解。模型表面精确,这意味着无需人工再生平面产品几何,模型可用于生成数控程序进行机械加工与检验^[5]。

虚拟原型制造技术这种将虚拟现实技术与原型建构融为一体的方法,为解决制造领域的复杂问题提供了一种新的思维。利用计算机来生成虚拟物体实体模型及其环境,所有的参与者都能交互地对设计方案评价,而且能迅速地看到修改后的成效。

虚拟原型制造技术可用来评价不同的设计方案,而较之物理原型的区别在于:虚拟原型生成的速度快,生成的原型可被直接操纵与修改,且数据可被重新利用。运用虚拟原型制造技术可以减少甚至取消物理原型的制作,从而加速产品的开发进程。

虚拟原型制造技术不仅适用于产品设计阶段,而且也可应用于产品形成方案初期、产品酝酿阶段,如进行产品宣传,达到开拓市场的目的。同时在生产初期的产品实验、特性识别阶段应用虚拟原型制造技术可降低产品设计制造成本。在产品开发的前

期阶段即开始批量生产前用虚拟原型制造技术来鉴定产品特性可使产品更成熟,使相关生产过程尽早实现。产品开发成熟度越高,对原型制造技术要求越高。在产品开发的前期阶段,可以根据不同的产品选择不同的虚拟原型。

2 快速原型制造技术

快速原型制造技术是20世纪90年代发展起来的一种先进制造技术,是在CAD/CAM技术、激光技术、计算机数控技术、精密伺服驱动技术及新材料技术的基础上发展起来的全新制造技术^[6-9]。根据所用材料和制造技术的不同,主要有激光立体光刻技术、分层实体制造技术、激光烧结技术和熔融沉积制造技术等。快速原型制造技术的应用满足了因生产大量工件和应用过程技术(例如真空浇铸技术)而增加的材料要求。不同种类快速成型系统因所用成型材料不同,其成型原理和系统各有不同特点。但是基本原理却是一样的,那就是“分层制造,逐层叠加”,类似于数学上的积分过程。形象地讲,快速成型系统就像是一台“立体打印机”。

快速原型制造技术可以在无需准备任何模具、刀具和工装卡具的情况下,直接接受产品设计(CAD)数据,快速制造出新产品的样件、模具或模型。因此,快速原型制造技术的推广应用可大大缩短新产品开发周期,降低开发成本,提高开发质量。由传统的金属切削加工“去除法”到今天的“增长法”,是制造业新产品开发服务的一项关键性技术,对促进企业产品创新、缩短新产品开发周期、提高产品竞争力有积极的推动作用。由有模制造到无模制造的过程,是快速原型制造技术对模具制造业产生的革命性变革。从最初的原型制造法设计评估、产品功能实验和投标看样到直接应用快速工具与模具制造,既省时又节约成本,尤其对于形状特别复杂的中、小型模具(例如注塑模)的快速原型制造技术更是展现了十分广阔的应用前景。

2.1 技术原理

快速原型制造技术是由CAD模型直接驱动的快速制造任意复杂形状三维实体的过程,即先由三维CAD软件设计出所需要产品的计算机三维曲面或实体模型(亦称电子模型),然后根据工艺要求,将其按一定厚度进行分层,把原来的三维电子模型变成二维平面信息,即离散过程;再将分层后的数据进行一定处理,设定加工工艺参数,产生数控代码,在微机控制下数控系统以平面加工方式有序地连续

加工出每个薄层并使它们自动粘结而成型,即材料的堆积过程。

随着快速原型制造技术的发展和人们对该技术认识的深入,它的内涵也在逐步扩大。目前快速原型制造技术包括一切由CAD模型直接驱动的成型过程,而主要的技术特征即是成型的快速性。对于材料的转移形式可以是自由添加、去除及添加与去除相结合等。

2.2 技术特点

快速原型制造技术具有很明显的特点:①制造快速;②技术高度集成;③自由成型制造,其含义有两个:一是指可根据原型或产品的形状,无需使用工具、模具而自由成型;二是指不受形状复杂程度限制,能够制造任意复杂形状与结构、不同材料复合的原型或产品;④制造过程的高度柔性;⑤可选材料的广泛性;⑥广泛的应用领域。

总之,快速原型制造技术在新产品设计与开发过程中,以显著的经济效益和较高的工作效率受到业界的高度重视,可在短期内迅速推出满足用户需求的一定批量的产品,大幅度地降低新产品开发研制的成本和投资风险,缩短新产品研制和投放市场的周期,在小批量、多品种、改型快的现代制造模式下具有强劲的发展势头。

3 快速模具制造技术

随着全球市场一体化的形成,产品市场竞争已经从单品种、大批量、长周期向多品种、小批量、短周期方向发展,传统制造技术已不能适应市场竞争的要求和现代发展的需要,新产品的开发速度和开发成本已成为企业参与市场竞争的主要矛盾。在这种情况下,提高新产品开发能力、降低新产品开发成本及缩短新产品开发时间就成为企业参与全球竞争的实力和基础。为满足日益变化的用户需要,要求制造技术有较强的灵活性,进行小批量甚至单件生产。因此,新产品开发的速度和制造技术的柔性就变得十分关键。快速模具制造技术就是在这种背景下产生的。

快速模具制造技术是将快速原型制造技术与传统的模具制造技术相结合的一种全新技术^[10]。该技术能极大地缩短模具制造周期,降低制造成本。其前期是快速设计/测量技术,核心技术是快速原型制造技术,后期是快速模具制造技术。应用快速成型方法快速制作工具或模具的技术一般称为快速工/模具制造技术,目前它已成为快速成型技术的一

个新的研究“热点”。由于传统模具制作过程复杂、耗时长、费用高,往往成为设计和制造生产的“瓶颈”,因此应用快速成型技术快速制造经济模具成为模具制造技术发展的主要推动力之一。

将快速原型制造技术直接或间接用于模具制造的过程是:首先通过立体光固化、叠层制造实体、激光选区烧结、三维打印、熔融沉积成型等不同方法得到制件原型,然后通过一些传统的快速制模方法如精密铸造、粉末冶金、电铸和熔射(热喷涂)等来获得长寿命的金属模具或低寿命的非金属模具。这种方法制造模具有技术先进、成本较低、设计制造周期短、精度适中等特点,从模具的概念设计到制造完成,仅为传统加工方法所需时间的 1/3 和成本的 1/4 左右。因此,快速制模技术与快速原型制造技术的结合,将是传统快速制模技术进一步深入发展的方向。用快速原型制造技术制造出原型后,或用实物或使用旋转铸造(用热硬化橡胶做模具)可快速、低成本地制造小批量产品,发展前景很好。

3.1 发展趋势

快速原型制造技术在模具工业中的应用,为模具制造技术注入了新的活力,但从上述利用快速原型制造技术间接制模来看,它们有着共同的局限性,即快速原型制造技术仅仅得到产品的模型,大都需要进行二次(甚至更多次)翻模才能得到所需的模具,而且此技术目前仅限于中、小型模具的快速制造。由于这种技术存在缺陷,人们开始把目光投向更新的成型方法和工艺,如快速模具制造及激光直接制造技术,以弥补快速原型制造技术的不足。所以快速模具制造技术为适应市场的需要,必然呈现多元化的发展趋势:①传统快速模具制造技术与现代高新制造技术相结合,向着精度更高、经济效益更好的方向发展;②制模材料的研究朝着成本低、变形量小、易成型加工、力学性能更好的方向发展;③该技术应用范围将更广泛,即它不仅能适用于中、小型模具的制造,同时也将适用于大型模具与微型模具的制造,从而突破传统成型理论,形成新的成型方法和工艺;④开发简单、快速模具制造结构单元和元器件,以实现快速制造模具。

3.2 直接间接技术

现代快速模具制造中应用了多种技术,理论上可分为直接和间接过程。直接快速模具制造的特点是浇注模型的相应的芯腔是一层一层直接组成的。常用的直接快速技术分为直接金属激光熔焊和间接

金属激光熔焊,两种技术都是由激光放射一层一层固化粉末材料。

间接生产技术的基础是应用快速原型技术制造模型芯腔。应用不同的中间步骤和铸造过程,制造基于原始模型几何形状的模型芯腔,组合成一个浇铸模具。

由于产品的复杂程度和质量要求不同,没有必要要求模具的所有部件都应用分层制造技术。分层制造技术适用于需要经常改变的复杂轮廓或表面,而对于尺寸精度和表面质量要求较高的表面主要用切割和腐蚀技术制造。切割和磨蚀制造方法中研磨技术(如高速研磨)、电火花加工得到了广泛应用。在塑料成型加工工艺中,要首先保证所需尺寸精度,另外表面质量也需要达到一定的要求,在这种情况下,需要将分层制造技术和传统研磨或电火花加工工序有机地结合起来,以便能在满足质量要求的同时加快加工周转速度。

4 结语

快速制造技术融合了计算机辅助设计、反求工程、快速成型、快速制模、虚拟化和网络化等现代技术,是一项重要的高新技术,也是近年来制造技术领域的一次重大突破。由于产品的大批量生产已被单件和小批量生产所替代,因此,应用快速制造技术可适应用户市场要求的转变。这一趋势表明在单独的市场中已经具备快速制造的技术基础和经济基础。这样在不久的将来,作为类似于批量生产的直接生产和间接生产的分层制造技术的应用——快速制造技术将在以市场为导向的制造业中得到更广泛应用。

参考文献

- 1 Murr O, Meindl M. Series production quickly. Plast Europe, 2001 (11): 5
- 2 Hagueetal R. Rapid prototyping, tooling and manufacturing. Review Reports, 2000, 10(9): 11
- 3 Lamancusa J S. Rapid prototyping techniques. Rapid Pro, 2000, 11 (20): 11
- 4 顾正亮,潘巍,刘展.注射模具 CAD 制图标准体系.工程塑料应用,2003,31(11): 51
- 5 钱碧波,潘晓弘.虚拟原型技术及其在快速产品开发中的应用.机电一体化,2001,7(2): 44
- 6 唐倩,詹捷.虚拟原型实验仿真技术及应用.重庆大学学报(自然科学版),2001,24(5): 11
- 7 崔焕勇,王守仁,高琦.快速原型制造技术的发展现状与前景.山东轻工业学院学报,2003,17(3): 4

- 8 周永泰,武学兵,李光华,等.目前我国模具技术的发展趋势.机电新产品导报,2003,29(9):25
- 9 庞子瑞,杨化书.快速原型制造技术在模具制造中的应用.黄河水

- 利职业技术学院学报,2003,15(3):28
- 10 胡庆夕,周克平,吴懋亮,等.快速制造技术的发展与应用.机电一体化,2003,9(5):6

APPLICATIONS OF RAPID MANUFACTURING TECHNOLOGIES IN MOULD MAKING

Zhou Zhimin

Li Xiaoyan

(School of Mechanical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China) (Dalian University, Dalian 116622, China)

ABSTRACT The applications of rapid manufacturing technologies such as virtual rapid prototype manufacturing, rapid prototype manufacturing and rapid tooling manufacturing in mould making are summarized. The production period is shortened, cost is reduced, and product quality is improved by using these advanced manufacturing technologies. The applications of these technologies can adapt to the new change of mould market, and become the developing direction of mould manufacturing technologies.

KEYWORDS mould making, virtual rapid prototype manufacturing, rapid prototype manufacturing, rapid tooling manufacturing

木塑设备挤出速率可大幅提升

美国 Cincinnati 公司近日推出一新型木塑挤出设备,型号为 Fiberoex T85,由于革新了冷却系统和牵引技术,其挤出量可达 120 kg/h,挤出速率达 3 m/min,已达到工业化生产的标准。

自从 2001 年推出木塑双螺杆挤出生产线以来,该公司仅用 3 年多的时间,就将木塑挤出机的挤速提高了 10 倍以上,产品质量大幅度提高。该公司透露,由于简化了原料的合成工序,采用了电子称量、喂料,将木粉和其它组分直接加入挤出机进料斗,使原料成本节省 40% 以上。新型木塑挤出机将在德国 K2004 展览会上与用户见面。

在美国,木塑复合制品主要应用于建筑物户外装饰。而据公司挤出机经营部主管沃尔特·黑尔介绍说,这种高科技、环保型产品,在欧洲和亚洲市场上已被越来越广泛地应用在室内装修、装饰中。从环境保护和节约资源的角度分析,今后木塑复合制品将比纯木制品的市场应用前景更为广阔。

(李彦青)

新型导电塑料可望取代金属

美国研究人员发明了一种新型导电塑料,它可能比普通工程塑料更容易生产,并且很容易吸纳化学附着物形成新的材料。

这种 Oligotron 聚合物由科罗拉多州 TDA 研究公司研制而成,它是由中心导电、两端绝缘的微型材料片构成的。绝缘端使这种塑料可以在溶剂中溶解并吸纳特殊分子。

几十年来,研究者一直试图用塑料取代金属作为导电材料制造电子设备。导电塑料还可以根据需要制成各种形状,从而令传输数据的光纤和超薄影碟机等发明得以实现。然而,由于最初研制出来的导电塑料的非溶解性,它们不能像用于制造饮料瓶和人造纤维的普通塑料那样便于生产。近期的一系列发明帮助研究人员研制出一种名叫 PEDOT(亚乙基二氧硫代酚)的可溶于水的聚合物,但水会在生产过程中腐蚀设备部件,并缩短最终产品的寿命。

Oligotron 聚合物含有一个 PEDOT 中心,但可以溶于非腐蚀性化学物质,末端可以附着其它化合物,从而具有不同

性质。例如,研究者已经提出把太阳能转变成电能的末端,进而发明新的太阳能电池材料。

Oligotron 还具有一些特殊性质,能被印成各种形状。如果技术人员把构成某种图案(例如某种复杂的电路图案)的紫外线光照射到溶解的 Oligotron 薄膜上,被照射到的塑料部分会像照片成像一样被固定住。这种电路富有弹性,质量很轻,而且非常实用。

(张勇)

BASF 推出特种塑料新品

在 2004 中国国际橡塑展上,巴斯夫(BASF)展示了其品种众多的特种塑料,其中(丙烯腈/苯乙烯/丙烯酸酯)共聚物 Luran S、生物可降解塑料 Basotect、密胺发泡材料 Ecoflex 和聚氯乙烯 Hexamoll DINCH 等充分体现了产品的卓越品质和环保性,被广泛用于汽车、建筑、包装、体育休闲和电子电气等行业。

Luran S 具有一系列优异特性,出众的热稳定性,卓越的耐候性、抗老化性和耐泛黄性,以及出色的耐化学药品性和隔音特性,使其成为汽车和建筑行业的完美材料。Basotect 泡沫塑料以其良好的吸收性、耐热性、耐火性、隔热性及轻便性等特点,适合在建筑业、工业油漆、体育场和音响室中使用。Ecoflex 是传统塑料的完美替代品,它能够充分降解而不留任何残渣,非常适用于食品包装。Hexamoll DINCH 是一种无毒的聚氯乙烯,常用于敏感度和灵活性要求较高的场合。其无毒优点符合德国和日本等国家规定,具有出色的加工特性。

(田丽君)

欧洲 LLDPE 增长将超过 LDPE

由于欧洲一些主要国家的经济疲软,2003 年西欧的低密度聚乙烯(LDPE)消费量比 2002 年下跌了 2.2%,但同时线性低密度聚乙烯(LLDPE)消费量却上升了 4.6%。

这是由于 LLDPE 部分取代了 LDPE,LDPE 需求仍保持稳定,而 LLDPE 则占据市场份额增长的大部分。欧洲的进口 PE 量仍保持上升,2003 年,欧洲进口的 LLDPE 约为 32 万 t,其中大部分来自中东。据预测未来 5 年欧洲的 LLDPE 消费量的年均增长速度将超过 7%,而同期 LDPE 的增长速度仅为 1%。

(晓华)