

模具快速原型制造技术

通辽市通发金属硅有限公司 (内蒙古 028011) 魏福奎

青岛理工大学 (山东 266033) 李长河

快速原型制造技术 (Rapid Prototyping Manufacturing, RPM) 是机械工程、计算机技术、数控技术及材料科学等技术的集成。快速原型技术也称作分层制造技术 (Layered Manufacturing Technique, LMT)、实体自由形状制造 (Solid Freeform Fabrication, SFF)、直接 CAD 制造 (Direct CAD Manufacturing, DCM)、桌面制造 (Desktop Manufacturing, DTM)、即时制造 (Instant Manufacturing, IM) 等。而以快速原型作为母模来翻制模具的快速模具制造技术 (Rapid Tooling, RT), 进一步发挥了快速成形制造技术的优越性, 可以在短期内迅速推出满足用户需要的一定批量的产品, 缩短了研制周期并降低了生产成本。

1. 快速原型技术的原理

RPM 技术获得零件的途径不同于传统的材料去除或材料变形方法, 而是在计算机控制下, 基于离散/堆积原理采用不同方法堆积材料最终完成零件的成形与制造的技术。从成形角度看, 零件可视为由点、线或面的叠加而成, 即从 CAD 模型中离散得到点、面的几何信息, 再与成形工艺参数信息结合, 控制材料有规律、精确地由点到面, 由面到体地堆积零件。从制造角度看, 它根据 CAD 造型生成零件三维几何信息, 转化成相应的指令传输给数控系统, 通过激光束或其他方法使材料逐层堆积而形成原型或零件, 无需经过模具设计制造环节, 极大地提高了生产效率, 大大降低生产成本, 特别是极大地缩短生产周期, 被誉为制造业中的一次革命。

不同快速原型技术在制造工艺方面不尽相同, 但其基本思想都是利用计算机将复杂的三维物体转化为二维层, 然后由点/线构成面(层), 逐层成形得到最终的三维零件模型。其成形步骤为:

(1) 离散 把三维 CAD 模型转化为快速原型系统能够接受的数据格式, 如 STL 文件, 运用离散软件将模型切成一系列指定厚度的薄片, 如图 1 所示。

(2) 扫描 通过数控装置控制激光或其他作业装

置, 在当前工作层上扫描出切片的截面形状。在成形过程中, 最基本的操作是扫描固化零件的截面, 分层得到的截面信息是轮廓数据, 要进行内部充填, 必须由轮廓数据生成填充路径。

(3) 进给 为了进行下一层的成形, 需要把成形材料覆盖在当前层上, 大多数是移动放置半成品的工作台, 即把工作台沿着 Z 轴方向下降一定的距离, 下降的距离取决于每次成形的厚度。重复上一步骤和本步骤, 直到零件完全成形。

(4) 后处理 根据不同应用场合的需要, 分别对零件进行后固化、上漆、烧结、渗铜等处理。

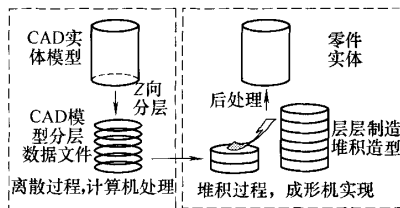


图 1 快速原型原理

2. 快速原型技术的工艺方法

(1) 光固化立体成形 光固化立体成形是采用立体印刷 (Stereo Lithography Apparatus, SLA) 原理的一种工艺, 也是最早出现的、技术最成熟和应用最广泛的快速原型技术, 由美国 3D Systems 公司在 20 世纪 80 年代后期推出。SLA 的成形方法是在树脂液槽中盛满液态光敏树脂, 使其在激光束的照射下快速固化, 成形过程开始时, 可升降的工作台处于液面下一个截面层厚的高度, 聚焦后的激光束, 在计算机的控制下, 按照截面轮廓的要求, 沿液面进行扫描, 使被扫描区域的树脂固化, 从而得到该截面轮廓的塑料薄片。然后, 工作台下降一层薄片的高度, 已固化的塑料薄片就被一层新的液态树脂所覆盖, 以便进行第二层激光扫描固化, 新固化的一层牢固地粘结在前一层上, 如此重复不已, 直到整个产品成形完毕。最后升降台升起液体树脂表面, 即可

取出工件,进行清洗和表面光洁处理。整个成形过程的原理如图2所示。

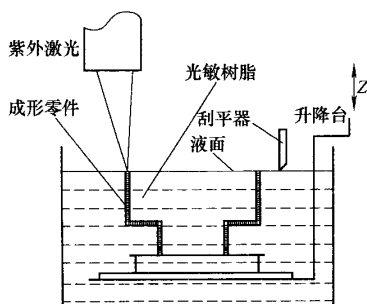


图2 光固化成形工艺原理

(2) 分层实体制造 分层实体制造 (Laminated Object Manufacturing, LOM) 快速原型技术是一种薄片材料叠加工艺。典型的设备是美国 Helisys 公司生产的 LOM-2030H 型箱材叠层快速原型机。

分层实体制造是根据三维 CAD 模型每个截面的轮廓线,在计算机控制下,发出控制激光切割系统的指令,使切割头作 x 和 y 方向的移动,工作原理如图3所示。供料机构将底面涂有热熔胶的箔材(如涂覆纸、涂覆陶瓷箔、金属箔、塑料箔材)一段段地送至工作台的上方。激光切割系统按照计算机提取的横截面轮廓用 CO_2 激光束对箔材沿轮廓线将工作台上纸割出轮廓线,并将纸的无轮廓区切割成小碎片。然后,由热压机构将一层层纸压紧并粘合在一起,可升降工作台支撑正在成形的工件,并在每层成形之后,降低一个纸厚,以便送进、粘合和切割新的一层纸。最后形成由许多小废料块包围的三维原型零件。最后取出,将多余的废料小块剔除,就可以获得三维产品。

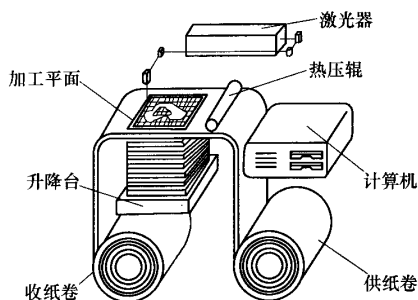


图3 分层实体制造原理

(3) 选择性激光烧结工艺 选择性激光烧结 (Selective Laser Sintering, SLS) 采用 CO_2 激光器对粉末材料(塑料粉、陶瓷与黏结剂的混合粉、金属与黏结剂的

混合粉等)进行选择性烧结,是一种由离散点一层层堆积成三维实体的工艺方法,其工艺过程原理如图4所示。在开始加工之前,先在工作平台上铺一层粉末材料,然后激光束在计算机控制下按照截面轮廓对实心部分所在的粉末进行烧结,使粉末熔化继而形成一层固体轮廓。第一层烧结完成后,工作台下降一截面层的高度,再铺上一层粉末,进行下一层的烧结,如此循环,形成三维的原型零件。最后经过 5~10h 冷却,即可从粉末缸中取出零件。未经烧结的粉末能承托正在烧结的工件,当烧结工序完成后,取出零件,未经烧结的粉末基本可自动脱掉,并重复利用。因此, SLS 工艺不需要建造支撑,事后也不用清除支撑。

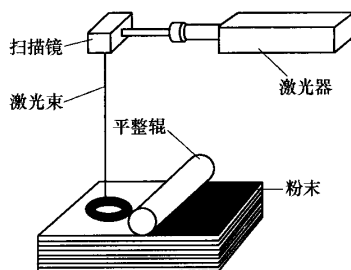


图4 选择性激光烧结成形原理

(4) 三维印刷 三维印刷与 SLS 有些相似,不同之处在于物理过程,它的成形方法是用黏结剂将粉末材料粘结,而不是用激光对粉末材料加以烧结,在成形过程中没有能量的直接介入。由于它的工作原理与打印机或绘图仪相似,所以通常称为三维印刷 (Three Dimensional Printing, 3DP)。含有水基黏结剂的喷头在计算机的控制下,按照零件截面轮廓的信息,在铺好的一层粉末材料的工作平台上,有选择性地喷射黏结剂,使部分粉末粘结在一起,形成截面轮廓。一层粉末成形完成后,工作台下降一个截面层的高度,再铺上一层粉末,进行下一层轮廓的粘结,如此循环,最终形成三维产品的原型。为提高原型制件的强度,可浸腊、树脂或特种黏结剂作进一步的固化。该工艺特点是成形速度快,设备简单、粉末材料价格较便宜,制作成本低,工作过程没有污染,可在办公室条件下使用;但制成原型尺寸精度较低,强度较低,特别适合制作小型零件的原型。

(5) 熔积成形 熔积成形 (Fused Deposition Modeling, FDM) 工艺是一种不依靠激光作为成形能源,而将各种丝材加热熔化的成形方法。熔积成形的原理是:加

热喷头在计算机的控制下,根据产品零件的截面轮廓信息,作平面运动。热塑性丝材由供丝机构送至喷头,并在喷头中加热和熔化成半液态,然后被挤压出来,有选择性地涂覆在工作台上,快速冷却后形成一层薄片轮廓。一层截面成形完成后,工作台下降一定高度,再进行下一层的熔覆,如此循环,最终形成三维产品零件,其工艺过程原理如图5所示。

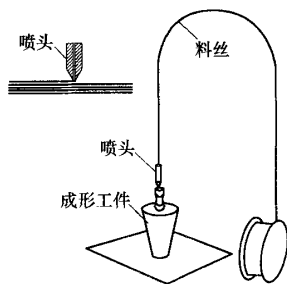


图5 熔积成形原理

3. 快速原型技术在模具制造中应用

传统模具制造的方法很多,如数控铣削加工、成形磨削、电火花加工、线切割加工、铸造模具、电解加工、电铸加工、压力加工和照相腐蚀等。在某种程度上,由于这些工艺复杂、加工周期长、费用高而影响了新产品对于市场的响应速度。因此,应用快速原型技术制造快速模具,在最终生产模具开模之前进行新产品试制与小批量生产,可以大大提高产品开发的一次成功率,有效地缩短开发时间和节约开发费用,使快速模具技术具有很好的发展条件。快速模具技术能够解决大量传统加工方法(如切削加工)难以解决甚至不能解决的问题,可以获得一般切削加工不能获得的复杂形状,可以根据CAD模型无需数控切削加工直接将复杂的型腔曲面制造出来。从模具的概念设计到制造完毕仅为传统加工方法所需时间的1/3左右,使模具制造在提高质量、缩短研制周期、提高制造柔性等方面取得了明显的效果。利用快速原型技术制造快速模具可以分为直接模具制造与间接模具制造两大类。

直接快速模具制造指的是利用不同类型的快速原型技术直接制造出模具本身,然后进行一些必要的后处理和机加工以获得模具所要求的机械性能、尺寸精度和表面粗糙度。目前能够直接制造金属模具的快速原型工艺包括选择性激光烧结(SLS)、三维印刷(3DP)、形状沉积制造(SDM)和三维焊接(3D Welding)等。直接

快速模具制造环节简单,能够较充分地发挥快速原型技术的优势,特别是与计算机技术密切结合,快速完成模具制造,对于那些需要复杂形状的内流道冷却的注塑模具,采用直接RT有着其他方法不能替代的独特优势。例如,LOM制成的纸基原型,其性能接近木模,经表面处理后可直接用于砂型铸造,适合复杂形状的中小批量铸件生产。SLA可以直接制造的真空注射模,适用于成形过程温度低于60℃的塑料零件。利用SLA和FDM快速原型技术还可直接制作压铸模,用于小批量失蜡铸造的蜡模压制。

用快速原型间接制造模具是指用快速原型制母模,浇注蜡、硅橡胶、环氧树脂、聚氨酯等软材料,可构成软模具。例如,金属与环氧树脂的混合材料在室温下呈胶体状,能在室温下浇注和固化,因此特别适合用来复制模具。用快速原型制作母模或软模具与熔模铸造、陶瓷型精密铸造、电铸、冷喷等传统工艺结合,即可制成硬模具,能批量生产塑料件或金属件。硬模具通常具有较好的机械加工性能,可进行局部切削加工,以便获得更高的精度,并可嵌入镶块、冷却部件和浇道等。

4. 结语

快速原型制造技术是一种具有广泛应用前景和不断完善的高新技术。随着市场竞争的日趋激烈,该技术将会被越来越多的企业所采用,并将给企业带来巨大的经济效益。同时,快速成形技术作为一门多学科交叉的专业技术,其本身的发展,也将推动相关技术、产业的发展。

(收稿日期:20070606)

硬质合金滚压工具

本单位生产硬质合金滚压工具已有20余年历史。滚压加工广泛运用于机械加工、液压、重型机械等行业,是一种对机械零件表面进行光整和强化的工艺,它利用硬质合金滚轮对工件表面施加压力,使其表面产生塑性变形,达到修整表面微观几何形状、降低表面粗糙度值的目的,同时可提高表面硬度。滚压后,使零件表面粗糙度值从 $R_a = 6.3 \sim 3.2 \mu m$ 降低到 $R_a = 0.8 \sim 0.4 \mu m$,实现以滚代磨。本单位还可根据用户要求,生产、加工各类异型硬质合金制品。

靖江市合力汽车修造有限公司(原国营靖江汽车修造厂)

地址:江苏靖江市真武河北路47号

联系人:蒋文宏 手机:13327780598

邮编:214500 电话:0523-4832767

传真:0523-4858767 E-mail:jwh@sina.com

广告查询编号:1008