

# 3D打印及CAD建模

实用教程

邱志惠 王宏明 王永信 编著

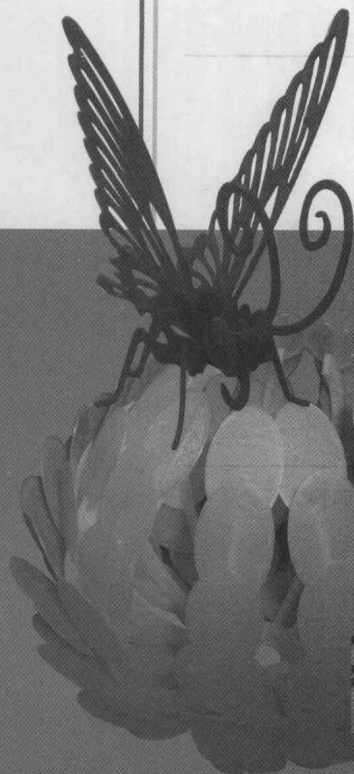


西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

# 3D打印及CAD建模

实用教程

邱志惠 王宏明 王永信 编著



西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

## 内容简介

本书主要为一些非专业人员、中小學生进行 3D 打印和学习 AutoCAD 三维建模功能及造型而编写。首先介绍了基本命令,并在实例中综合应用这些基本命令。实例简单易学,不仅涉及常用的命令,而且融通一些绘图技巧,通过对绘图过程的详细讲解,读者只要按部就班,即可轻而易举地学会和熟练掌握 AutoCAD 三维建模功能。本书实例技巧部分以生活中常见的用品为主,列举了各种物体造型的方法,举一反三,使学者思路开阔,增加创新能力。

无论是 AutoCAD2004 还是 AutoCAD2014 或者版本再更新,本书以实例为主的方法,都能使读者快速掌握命令和绘图技巧。本书文字简洁明快,图幅在清晰的基础上尽可能小,减少篇幅,经济实惠。与本书配套的 PPT 已经完成,可为读者免费提供。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

3D 打印及 CAD 建模实用教程/邱志惠,王宏明,王永信编著. —西安:  
西安交通大学出版社,2015.4

ISBN 978-7-5605-7200-0

I. ①3… II. ①邱… ②王… ③王… III. ①机器设计-模型-计算机  
辅助设计-立体印刷-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 065061 号

---

书 名 3D 打印及 CAD 建模实用教程  
编 著 邱志惠 王宏明 王永信  
责任编辑 任振国

---

出版发行 西安交通大学出版社  
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>  
电 话 (029)82668357 82667874(发行部)  
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280  
印 刷 陕西宝石兰印务有限责任公司

---

开 本 727mm×960mm 1/16 印张 26.125 插页 1 字数 484 千字  
版次/印次 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5605-7200-0/TH·110  
定 价 42.80 元

---

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究



# 前言

3D 打印也被称为增材制造技术或快速成型,其原理是将计算机设计出的三维模型分解成若干薄层平面切片,然后把打印材料按切片图形逐层叠加,最终堆积成完整的物体。就像一本书,是由一页页纸叠加而成;就像用一块块砖,叠砌成万里长城。

3D 打印主要有光固法(SL)、激光选择性烧结(SLS)、激光熔覆成型(LCF)、叠层法(LOM)、熔融沉积法(FDM)、掩模固化法(SGC)、三维印刷法(3DP)、喷粒法(BPM)等不同工艺。过去 3D 打印主要应用于产品设计、快速模具制造、铸造、医学等领域,其中电子、医疗、汽车、航空等行业比较广泛。3D 打印行业的发展犹如其定义本身,凸显着“创新突破”这一关键特质。现在 3D 打印的价值开始显现在想象力驰骋的各个领域,人们利用 3D 打印为自己所在的领域贴上了个性化的标签,纷纷展示了如何 3D 打印马铃薯、巧克力、小镇模型,甚至扩展到打印真正的房子。

3D 打印技术兴起于上个世纪八九十年代。2012 年 3 月,奥巴马政府首次由美国国防部、能源部和商务部等 5 家政府部门共同出资建立第一家制造业创新研究所,支持 3D 打印技术研发,使得 3D 打印成为科技界的热点。英国著名杂志《经济学家》报道称“3D 打印将推动第三次工业革命”。而著名科技杂志《连线》十月刊则将“3D 打印机改变世界”作为封面报道。来自印度的市场咨询权威机构 Composite Insight 发布的“全球航空航天复合材料工业 2014—2019 年趋势和预测分析”报告显示,在过去三年里复合材料在全球航空航天工业的使用量明显增加,全球航空航天用复合材料的整体需求预计在 2019 年将稳步增长至 47 亿美元。

习近平主席对企业运行和创新情况十分关心,他在详细观看了光纤通信、3D 打印、生物质能源等创新成果展示后指示:“我们是一个大国,在科技创新上要有自己的东西。一定要坚定不移走中国特色自主创新道路,培养和吸引人才,推动科技和经济紧密结合,真正把创新驱动发展战略落到实处。”2013 年,中国政府已将 3D 打印产业纳入国家战略发展项目。预计 2015 年中国 3D 打印市场规模将达到 100 亿元人民币。在中国政府重点扶持下,中国 3D 打印产业将迎来新一轮发展机遇,并有望成为世界最大的 3D 打印应用市场。

2013 年 3 月 28 日,陕西省在西安交通大学曲江校区国际会展中心召开“增材制造(3D 打印)创新技术及产品演示推介会”,主要议题是促进院校、企业进行产品



项目对接,推动基础研究及相关领域的应用,推进增材制造技术(3D 打印)设备、材料研发及产业化。李金柱副省长出席会议并讲话,他说:“3D 打印技术是制造业的革命,不仅能用于重大装备制造,还可以深入千家万户,是一项有广阔前景的制造技术;要把 3D 打印技术推广到中小学生中,让普通人可以容易地把自己的创新、创意打印成为现实。”

与传统制造技术相比,3D 打印能节省大量时间和人力。人们所想象出的任何形状,都能通过它变成现实,从而实现“个性化制造”。对于 3D 打印在大众消费领域的应用,我国最早从事 3D 打印技术研究、在 2002 年获得国家科技成果二等奖的卢秉恒院士也表示十分看好,“目前在很多大众消费产品的开发中,3D 打印已经取得了很大的进步。用这一技术制造一些工艺品和简单的生活用品,能很快形成一定规模的市场。”卢秉恒院士还认为,“3D 打印适用于创意设计,未来会走入学校和家庭,帮助孩子培养三维思维能力和创造性,将电脑中的 3D 设计变成实物。”

卢秉恒院士领导的研发及产业化团队不但在研发工业级高精度的 3D 打印机,目前也已经开发出这种机器的家用版。预计两三年后,成本较低的个人彩色 3D 打印机就将进入家庭。利用这种设备,用户在电脑上用软件设计出一个模型,就能立刻打印出彩色实物。本书为了让普通爱好者、中小学生学会并实现创意目标,引用目前国内外已经广泛使用的 AutoCAD 软件经典版本 2004,编写了最简单明了的逐步实用教程。

本书第 1 章为绪论,由快速制造国家工程研究中心杨滨编写;第 2~8 章为 AutoCAD 软件的基本教程,由西安交通大学副教授邱志惠编写;第 9~13 章为模型建模实例教程,由西安交通大学副教授王宏明编写;附录建模图片及网络模型由快速制造国家工程研究中心李萌等编写。全书由快速制造国家工程研究中心副主任王永信修改审稿。

感谢在编写过程中给予帮助的西安交通大学先进制造技术研究所和快速制造国家工程研究中心所有同事和朋友。

由于时间仓促,编者水平有限,对于书中的失误请给予指出,以便修改,联系邮箱 qzh@mail.xjtu.edu.cn。

本书的 PPT 已经完成,为使用者免费提供,如需要请与作者联系。

编者

2014. 10. 25

# 目 录

## 第一部分 3D 打印基本准备

第 1 章 绪论	(1)
1.1 3D 打印综述	(1)
1.2 3D 打印技术典型工艺方法及其原理	(2)
1.3 3D 打印的应用及其优点	(5)
1.4 3D 打印技术发展中的问题	(7)
1.5 3D 打印技术简述及其未来发展趋势	(8)
1.6 总结	(9)
1.7 计算机建模概述	(9)
1.8 3D 打印数据处理流程	(27)

## 第二部分 绘图及 3D 建模

第 2 章 基础命令	(33)
2.1 新建文件	(33)
2.2 打开文件	(34)
2.3 关闭文件	(34)
2.4 存盘	(35)
2.5 赋名存盘	(35)
2.6 退出	(36)
2.7 绘图界限	(36)
2.8 缩放	(37)
2.9 平移	(38)
2.10 航空视图	(39)
2.11 重画	(39)
2.12 刷新	(39)
2.13 全部刷新	(40)
2.14 图层	(40)

2.15	颜色 .....	(41)
2.16	线型 .....	(41)
2.17	线型比例 .....	(42)
2.18	线型宽度 .....	(43)
2.19	单位 .....	(44)
2.20	多窗口功能 .....	(44)
2.21	设计中心的功能 .....	(45)
<b>第 3 章</b>	<b>绘图命令 .....</b>	<b>(46)</b>
3.1	直线 .....	(47)
3.2	射线 .....	(48)
3.3	构造线 .....	(48)
3.4	矩形 .....	(49)
3.5	多边形 .....	(50)
3.6	圆弧 .....	(51)
3.7	圆 .....	(52)
3.8	圆环 .....	(53)
3.9	椭圆 .....	(54)
3.10	图块 .....	(55)
3.11	插入 .....	(56)
<b>第 4 章</b>	<b>编辑修改命令 .....</b>	<b>(57)</b>
4.1	删除 .....	(58)
4.2	复制 .....	(58)
4.3	镜像 .....	(59)
4.4	偏移 .....	(60)
4.5	阵列 .....	(61)
4.6	移动 .....	(62)
4.7	旋转 .....	(62)
4.8	缩放 .....	(63)
4.9	拉伸 .....	(64)
4.10	拉长 .....	(64)
4.11	修剪 .....	(65)
4.12	延长至边界 .....	(66)



4.13	打断	8	(67)
4.14	倒角	6	(67)
4.15	圆角	1	(68)
4.16	属性修改		(69)
4.17	属性匹配	1	(69)
4.18	分解		(70)
<b>第5章 设置命令</b> (71)			
5.1	设置字体		(71)
5.2	多行文字		(72)
5.3	单行文字		(73)
5.4	修改文字		(74)
5.5	点的类型		(74)
5.6	画点		(74)
5.7	定数等分		(75)
5.8	定距等分		(75)
5.9	设置多重线		(75)
5.10	绘制多重线		(77)
5.11	修改多重线		(78)
5.12	样条曲线		(79)
5.13	修改样条曲线		(80)
5.14	复合线		(80)
5.15	修改复合线		(82)
5.16	填充图案		(83)
5.17	修改图案填充		(85)
<b>第6章 三维立体造型原理</b> (86)			
6.1	原理及概述		(86)
6.2	水平厚度		(87)
6.3	厚度		(88)
6.4	三维多段/复合线		(88)
6.5	着色		(89)
6.6	渲染		(89)
6.7	消隐		(90)

6.8	坐标系变换	(90)
6.9	三维动态观察器	(92)
6.10	模型空间	(92)
6.11	布局/图纸空间	(93)
6.12	模型兼容空间	(93)
6.13	视图(口)变换	(94)
6.14	三维视图变换	(96)
(17)		
<b>第7章</b>	<b>实体制作命令</b>	(97)
7.1	长方体	(97)
7.2	球体	(98)
7.3	圆柱体	(98)
7.4	圆锥体	(99)
7.5	楔形体	(99)
7.6	圆环体	(100)
7.7	拉伸体	(100)
7.8	回转体	(103)
7.9	截切体	(106)
7.10	剖面	(106)
(97)		
<b>第8章</b>	<b>实体修改命令</b>	(108)
8.1	并集	(108)
8.2	差集	(109)
8.3	交集	(109)
8.4	实体面的拉伸	(110)
8.5	实体面的移动	(111)
8.6	实体面的等距偏移	(112)
8.7	实体面的删除	(113)
8.8	实体面的旋转	(113)
8.9	实体面的倾斜	(114)
8.10	实体面的复制	(115)
8.11	实体边的复制	(116)
8.12	实体面颜色的改变	(117)
8.13	实体边的颜色修改	(118)

8.14	实体的压印	(118)
8.15	实体的清除	(119)
8.16	实体的抽壳	(120)
8.17	实体的分割	(121)
8.18	实体的有效性检查	(121)
8.19	圆角	(122)
8.20	倒角	(122)
8.21	三维阵列	(123)
8.22	三维镜像	(124)
8.23	三维旋转	(124)
8.24	对齐	(125)

### 第三部分 3D 建模实例

<b>第 9 章</b>	<b>体育用品</b>	(127)
9.1	乒乓球桌	(127)
9.2	双杠	(140)
<b>第 10 章</b>	<b>文化用品</b>	(149)
10.1	图章	(149)
10.2	五角星雕像	(164)
<b>第 11 章</b>	<b>生活用品</b>	(176)
11.1	折叠茶杯	(176)
11.2	花瓶	(188)
11.3	石英挂钟	(197)
<b>第 12 章</b>	<b>交通运输及设施</b>	(228)
12.1	小推车	(228)
12.2	红绿灯	(242)
12.3	集装箱拖车	(260)
<b>第 13 章</b>	<b>房屋与建筑</b>	(295)
13.1	独栋房	(295)
13.2	六角凉亭	(320)



# 第一部分 3D 打印基本准备

## 第1章 绪论

### 1.1 3D 打印综述

3D 打印(快速成型)技术是上世纪 80 年代末期开始兴起的高新制造技术,是以计算机、数控技术、激光技术、材料科学、微电子技术等作为其基础。它是利用材料堆积法快速制造产品的一项先进技术,在成型过程中将计算机储存的任意三维形体信息传给 3D 打印机,通过材料叠加法直接制造出来。它从成型原理上提出一个全新的思维模式,为制造技术的发展创造了一个新的机遇。

到目前为止,已有十几种不同的快速成型(RP)系统问世,其中比较典型的商品化快速成型系统有光固化成型(SL)、选择性激光烧结成型(SLS)、叠层法成型(LOM)、熔积成型(FDM)。完整的 3D 打印工艺由 CAD 系统与快速成型系统组成,两系统间的数据传输过程如图 1-1 所示。要构造的原型最初由 3D-CAD 模型表示,模型可以用软件(如 AutoCAD, CATIA, UG, ProE 等)虚拟生成,也可以通过 3D 传感器(如声、光数字仪)、医学图像数据或其他 3D 数据源生成。CAD 模型不能够直接被快速成型系统所利用,必须先转换为 STL 格式的文件,生成的 STL 文件利用预处理程序调整模型的尺寸、位置和方向,然后将其分切成许多厚度为 0.05~0.7 mm 的截面,RP 系统按所切截面逐层制造后即可得到所需原型。

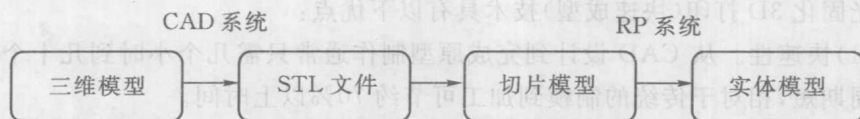


图 1-1 CAD 系统与 RP 系统间的数据传输

## 1.2 3D 打印技术典型工艺方法及其原理

### 1.2.1 光固化成型技术

光固化成型技术又称为立体光刻技术,是基于液态光敏树脂的聚合原理工作的,采用紫外光或激光作为光源,并将激光束汇聚成直径 0.1 mm 左右的光斑。依靠反光振镜的运动,引导激光束在 XY 平面扫描。液态树脂在光照射下迅速发生光聚合反应并从液态转变成固态。光固化工作原理如图 1-2 所示。首先将 CAD 模型转化为 STL 文件格式,用分层软件将模型沿 Z 向(高度方向)离散成一系列二维层片,得到各层截面的二维轮廓信息。成型开始时,工作台处于液面以上,聚焦光斑在液面上按指令逐点扫描。当前层扫描完成后,未被照射的区域仍是液态树脂。扫描的轨迹及光线的有无均由计算机控制,光点照射的区域瞬间固化。完成一层扫描后,工作台沉入液面下并再回位,已成型的表面上又覆盖新的一层液态树脂,刮板将粘度较大的树脂液面刮平,然后再进行扫描,新固化层牢固地粘在前层上,如此重复直到整个零件制造完毕。

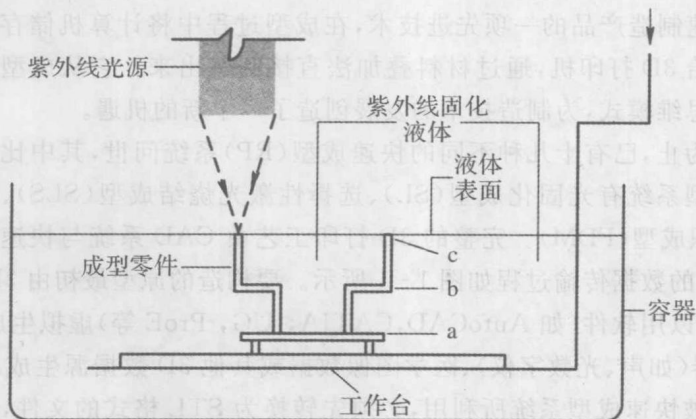


图 1-2 光固化工作示意图

光固化 3D 打印(快速成型)技术具有以下优点:

(1)快速性。从 CAD 设计到完成原型制作通常只需几个小时到几十个小时,加工周期短,相对于传统的制模到加工可节约 70% 以上时间。

(2)高度柔性。适应于加工各种形状的零件,制造工艺与零件的复杂程度无关,无需专用夹具或工装即可完成制造过程。

(3)精度高。能制作非常精密的特征,包括多种薄壁结构,表面质量良好。每

层固化时侧面及曲面可能出现台阶,但整体仍能呈现玻璃状的效果。

(4)材料利用率高,耗能少。光敏树脂以液态形式存在于树脂槽中,多余的光敏树脂可以继续使用,且光聚合反应是基于光的作用而不是基于热的作用,故在工作时只需功率较低的激光源。

光固化 3D 打印技术的缺点是:

(1)需要设计支撑结构,才能确保成型过程中制件的每一个结构部位都可靠定位。

(2)成本较高,可使用的材料较少。目前可用的材料主要为光敏液态树脂,强度较低不能进行力学测试。

(3)液态树脂具有刺激气味和轻微毒性,应避光保护并防止发生聚光反应。

(4)液态树脂固化后的性能不如常用的工程塑料,一般较脆、易断裂,不适宜机械加工。

### 1.2.2 选择性激光烧结成型技术(SLS)

SLS 工艺的 RP 系统工作原理如图 1-3 所示。整个工艺装置由粉末缸和模型缸组成,工作时粉末缸活塞(送粉活塞)上升,由铺粉辊将粉末在模型缸活塞(工作活塞)上均匀铺上一层,计算机根据原型的切片模型控制激光束的二维扫描轨迹,有选择地烧结固体粉末材料以形成零件的一个层面。在烧结之前,整个工作台被加热至稍低于粉末熔化温度,以减少热变形,并利于与前一层面的结合。粉末完成一层后,工作活塞下降一个层厚,铺粉系统铺设新粉,控制激光束扫描烧结新层。如此循环往复,层层叠加,就得到三维零件。

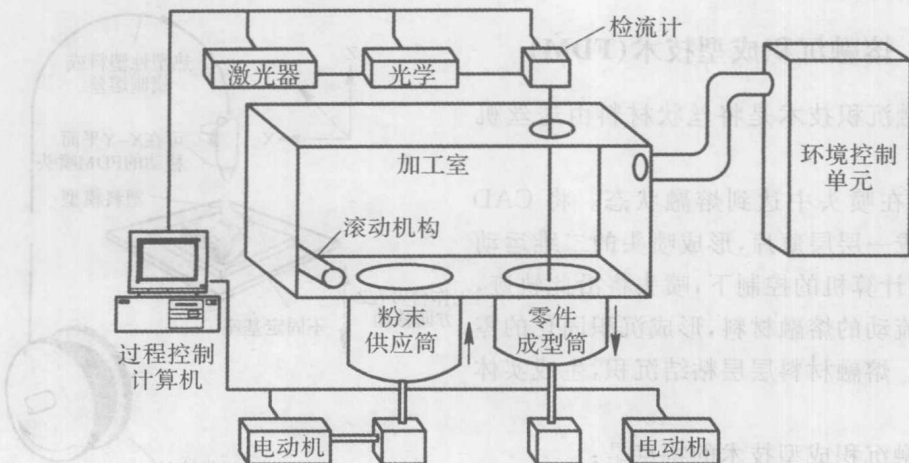


图 1-3 选择性激光烧结工艺原理示意图



由于 SLS 采用上述工艺,使得 SLS 成为一种可加工材料非常广泛的 RP 技术。从理论上来说,任何受热后能够粘结的粉末都可以用作 SLS 的原材料,如塑料、石蜡、金属、陶瓷等。此外,由于烧结或未烧结的下层粉末自然成为上层的支撑,因此 SLS 具有自支撑性能,可制造任意复杂的形体,这也是许多 RP 技术所不具备的。但是此工艺方法也有其缺点,由于原材料是粉末状,原型表面严格讲是粉末状的,因而表面质量不高,其次,为避免激光烧结时材料因高温起火燃烧,需要在工作空间加入氮气等阻燃气体,辅助工艺较复杂,且烧结过程中有异味产生等等。

### 1.2.3 叠层法成型技术(LOM)

LOM 工艺将单面涂有热溶胶的纸片通过加热辊加热粘接在一起,位于上方的激光器按照 CAD 分层模型所获数据,用激光束将纸切割成所制零件的内外轮廓。然后新的一层纸再叠加在上面,通过热压装置和下面已切割层粘合在一起,激光束再次切割,这样反复逐层切割—粘合一切割……直至整个零件模型制作完成。它采用的材料是具有一定厚度的片材,多使用纸材,成本低廉。这种加工方法只需加工轮廓,所以生产效率高,且不需要专门设计支撑。但是材料利用率低,多余切碎的纸材不能循环利用,加工过程中易变形,难以满足中空零件和有微小复杂结构模型的制作。

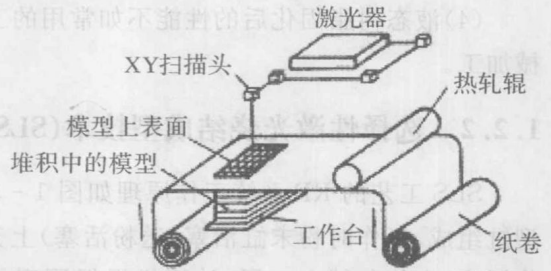


图 1-4 叠层法工作原理图

### 1.2.4 熔融沉积成型技术(FDM)

熔融沉积技术是将丝状材料由送丝机构送进喷头,在喷头中达到熔融状态。将 CAD 模型分成一层层薄片,形成喷头的二维运动轨迹,在计算机的控制下,喷头将沿此轨迹,挤出半流动的熔融材料,形成沉积固化的零件薄层。熔融材料层层粘结沉积,生成实体零件。

熔融沉积成型技术的特点是:

(1)可使用无毒成型材料作为原料,易

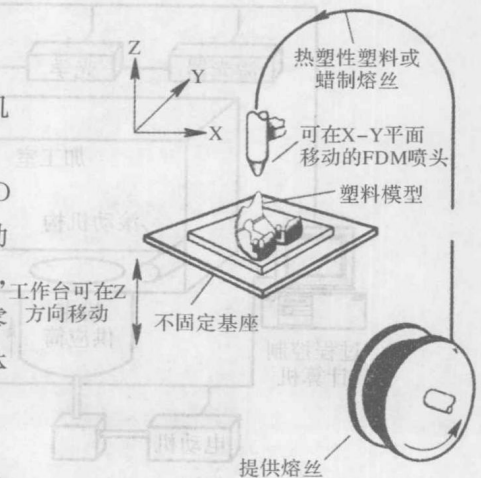


图 1-5 熔融沉积成型原理图

于环保。

(2)成型速度快,常用于制造复杂的内腔。

(3)材料在成型时,化学变化并不明显,零件翘曲变形不明显,支撑材料去除也很方便。

但其缺点也十分明显,成型件表面有明显的条纹,成型速度较慢,复杂零件需要设计支撑结构。

### 1.3 3D 打印的应用及其优点

3D 打印技术已得到了工业界的普遍关注,尤其在家用电器、汽车、玩具、轻工业产品、建筑模型、医疗器械及人造器官模型、航天器、军事装备、考古、工业制造、雕刻、电影制作以及从事 CAD 的部门都得到了良好的应用,其用途主要体现在以下五个方面。

#### 1.3.1 新产品研制开发阶段的试验验证

在新产品的研制阶段,计算机辅助设计虽然使产品设计更加快捷方便,但设计人员只能借助设计图纸和计算机模拟对产品进行评判,不能直观评判所设计的效果和结构的合理性以及生产工艺的可行性,对形状复杂的产品尤其如此。3D 打印技术可以快速制造出生产样品的实物模型,供设计者和用户直接进行测量、装配、功能实验和性能测试,从而快速、经济地验证设计人员的思想和产品结构的合理性、可制造性、可装配性及美观性,找出设计缺陷,并进行反复修改、制造,完善产品设计。这样就可以大大缩短新产品的设计周期,使设计符合预期的形状、尺寸和工艺要求,这一验证过程使设计更趋完善,避免了盲目投产造成的浪费。

#### 1.3.2 快速制模

快速制模(RT)技术是 3D 打印技术的重要应用方向之一,目前的 RT 技术主要集中在两个大的研究方向,一是直接快速制模(DRT),如通过 RP 技术生产具有一定机械性能的软模(如硅橡胶模),比较容易制作这种可用于小批量塑料制品生产的模具;另一个是间接快速制模(IRT),如通过 RP 方法成型模型,再通过模型用铸造、电极成型、金属喷涂等方法生产成型模具等。

#### 1.3.3 小批量特殊复杂零件的直接生产

对于复杂的小批量生产的塑料、陶瓷、金属及其复合材料的零部件,可以直接 3D 打印。目前,人们正在研究梯度材料的 3D 打印。零件的直接 3D 打印对航空、

航天及国防工业有非常重要的应用价值。RP 技术采用材料添加法的方式自动完成 CAD 模型到物理模型的转换,无需任何专业工具即可完成成型过程,快速制造出产品零件或原型。3D 打印技术具有任何传统制造技术所不具有的独特优势,它具有高速度、高柔性,制造具有自由性,而且具有技术高度集成和设计制造一体化的优势。

#### 1.3.4 生物医学工程应用领域

生物医学工程对 RP 技术来讲也是一个全新的应用领域。目前,RP 技术已广泛应用于生物医学工程领域。颅骨修复是其典型应用之一,颅骨损伤通常出现在外伤、颅脑疾病或开颅手术后。目前流行的修复方法是采用钛网板,通常是利用病人的 CT 照片,用手工制成,这种方法不仅精度低,而且修补件经过剪与缝,需许多的螺钉固定。难以成型为复杂形状,且手术时间长,病人恢复慢,费用昂贵。采用 RP 技术能迅速准确地将病人颅骨的 CT 数据转换为三维实体模型。由于采用 RP 技术制作的修复件成型精度高,能吻合病人颅骨的几何形状,减少固定螺钉约 1/2,缩短手术时间,有利于病人恢复,且若材料国产化,可大大减轻病人负担。

#### 1.3.5 新材料的研究

21 世纪,随着各行各业高技术的迅猛发展,对各种新材料性能的要求更加苛刻。塑料、金属、陶瓷等单一材料一般满足不了其特殊的性能要求,由此诞生了复合材料、功能梯度材料、智能材料等新型材料。这些新型材料一般由两种或两种以上材料组成,其性能优于单一材料的特性。人们如何能够快速、经济地研究这些新型材料所表现的特性,从而找出最优的配方,已成为新材料开发中的研究热点。由于 SLS 技术可以分层制造出具有任意复杂结构的高分子、陶瓷、金属及其复合物,可以用它来研究新材料及其制件的各种特性,因此 3D 打印技术也是研究新型材料的非常有潜力的手段。材料范围宽是 3D 打印技术的一大特点。理论上讲,任何在热作用下可产生烧结、粘结或固化反应的粉体都可作为成型材料,如高分子材料、陶瓷、金属及其复合物等。高分子材料有 PS、PC、PA、PE、ABS、石蜡等粉末物质。

#### 1.3.6 3D 打印增材制造的技术优势和特点

3D 打印增材制造具有以下五个方面的优势和特点。

##### 1. 设计创新,使抽象复杂创意快速实现

能打印出较复杂的产品、工艺品,表现出 3D 打印可快速实现创新梦想和无需模具快速制造的功能优势。



## 2. 随型制造,节约材料,降低能耗

用图文或动漫的形式表现 3D 打印与传统机械加工去除法作对比,表现 3D 打印节约材料,降低能耗的优势。

## 3. 个性化的产品和创意

用图文或动漫的形式,表现个性化产品的快速制造流程,并展现未来人们对多元化、个性化产品追求的趋势。

## 4. 集成优化设计,简化制造工艺

用图文案例的形式,表现其具有集成设计、随型优化设计制造的功能和作用。

# 1.4 3D 打印技术发展中存在的问题

由 3D 打印技术的原理可知其是将复杂的三维加工变成较简单的二维加工,从而大大简化了数据处理的难度。一般来说,速度与精度问题是困惑 3D 打印学术界的重要问题,要想提高模型制造速度,必然会损失一定的精度。无论是任何方法制造出的模具或模型直接 3D 打印,尺寸精度和表面光洁度都是个关键参数。RP 制造模型的过程为:实体 CAD 造型→计算机对 CAD 模型做分层处理→最后由成型机制造出实体。期间所有过程都将影响模型精度,其主要影响因素有:

(1) 用直线代替曲线或用平面代替曲面的误差。误差越小,所需的存储数据就越大。数据越大,数据转换误差就越多。数据转换过程:CAD 实数→STL 文件输出→分层处理→传输到 3D 打印(快速成型)机。每一步都会产生转换误差。

(2) 每层厚度取决于铺粉和刮平装置。铺粉与刮平装置的配合良好与否也易造成误差。

(3) 数控系统扫描机构的惯性结构、驱动电机驱动能力的动态特性对其运动速度、加速度、减速度有一定的限制,在满足这些限制的前提下,提高加工效率及加工质量成为急待解决的问题。另外,扫描系统的运动重复性对光束位置的重复精度影响很大。

(4) 在扫描加工过程中扫描速度的变化。为保证能量供给,激光功率必须做相应的变化。寻求一种激光功率与扫描速度的适时匹配也是一个有待进一步解决的问题。

(5) 扫描线长、宽的变化造成的误差。激光器的质量和激光光源强度的稳定是影响该项误差的主要因素。

(6) 粉料的物理特性和铺平装置将影响粉料的表面位置精度,X-Y 双轴运动的有效控制将提高激光光束的位置精度。