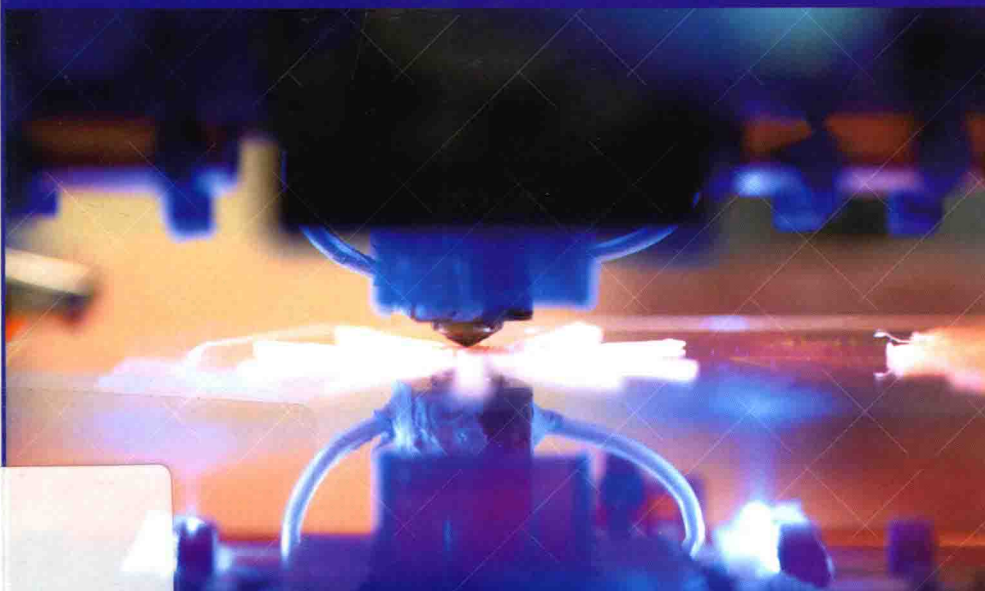


国内全自主核心研发智能制造丛书

3D打印 组装维护与 设计应用

Assembling, Maintenance, Design
and Application of 3D Print

刘利钊◎著



新 华 出 版 社

3D打印 组装维护与 设计应用

Assembling, Maintenance, Design
and Application of 3D Print

刘利钊◎著

新华出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

3D打印组装维护与设计应用 / 刘利钊著. -- 北京 :

新华出版社, 2016.9

ISBN 978-7-5166-2850-8

I. ①3… II. ①刘… III. ①立体印刷—印刷术

IV. ①TS853

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第236801号

3D 打印组装维护与设计应用

作 者: 刘利钊

选题策划: 三鼎甲

责任编辑: 蒋小云

责任印制: 廖成华

封面设计: 三鼎甲

责任校对: 周 骁

出版发行: 新华出版社

地 址: 北京石景山区京原路 8 号

网 址: <http://www.xinhupub.com>

经 销: 新华书店

购书热线: 010-63077122

邮 编: 100040

<http://press.xinhuanet.com>

中国新闻书店购书热线: 010-63072012

照 排: 中版图

印 刷: 北京京华虎彩印刷有限公司

成品尺寸: 145mm × 210mm

印 张: 5

版 次: 2016 年 9 月第一版

书 号: 978-7-5166-2850-8

定 价: 68.00 元

字 数: 210 千字

印 次: 2016 年 10 月第一次印刷

前言

制造业是将信息、技术、人力、设备、能源、物料等制造资源,按照社会发展、社会使用、市场需要等综合需求,通过制造过程,转化为可供人们使用和利用的工具、工业品、生活消费品、全方位社会消耗品的行业。制造业直接体现了一个国家的生产力水平,是工业化进程的核心要素,是区别发达国家和发展中国家的重要因素,打造强大的制造业是问鼎世界强国的必由之路。反之,没有强大的制造业就不可能成为世界强国。

老牌制造业强国都开始重新探索和把握新工业革命,先后从国家战略高度提出引领和规划民族制造业创新与未来发展的纲要,如“美国先进制造业国家战略计划”、“德国工业4.0”、“英国工业2050战略”、“欧盟先进制造战略”、“日本科技工业联盟”等。中国作为全球制造业大国,正式提出“中国制造2025”战略并开启了通往制造业强国的大门。快速制造、智能制造、先进制造、高端制造、再工业化被包括中国在内的世界各国加速提上日程并推入国家发展快速轨道,3D打印作为新型ICT制造技术,成为这个进程中的焦点和关键。

本书从技术简介、技能知识、技能素养、技术实例、技术实施五个角度着手,各部分内容中分别加入相应的交叉知识点和综合知识点,从实际出发、用通俗易懂的语言阐述了3D打印组装维护

和设计应用内容。全书包含四个章节、一个附录，共五个部分。第一章为3D打印概述部分，涵盖了3D打印技术发展脉络、原理和流程、各类型3D打印技术和3D打印机体结构、3D打印耗材等内容，并对3D打印技术的未来做了集约化的展望。第二章为3D打印组装与维护部分，以3Dtakers的3D打印机为例、详解了打印机从无到有、从有到通、从通到精的方法与过程，内容中涵盖了3Dtakers的嵌入式软硬件、嵌入式控制系统、控制电路和电机驱动、机械结构等重要内容。第三章为3D打印设计部分，以十二个生动的实际案例，由浅入深、从易到难的详解了面向3D打印软硬件的设计方法，给出了能够提高设计质量和打印成功率、促进打印稳定性的设计技巧与避免事项；以泛维智连手机智能3D照片视频建模系统为例，讲解了使用智能手机即可进行全自动三维扫描建模的方法和流程。第四章为3D打印应用部分，以建筑和BIM、航空航天、汽车制造、生物医药、文化创意五个领域为例、介绍了3D打印设备和技术的多领域应用方法与方式，为读者开拓思路、启迪思想。附录详细而有序的列出3Dtakers打印机组件，为读者快速掌握3D打印机结构提供帮助。

本书适合各中学、职业培训机构、技能培训机构、社会培训机构、高职院校、企业和相关政府部门等作为教材或教辅材料使用，也可作为专业技术人员的参考资料使用。为使读者能详尽、全面的掌握3D打印技术精髓和全局，编者将继续推出面向高校和科研院所的硕士研究生、博士研究生和相关领域专业研发人员、技术人员的细分高级教程，同时推出面向中学、小学、幼儿园的科普教程和兴趣教程。

本书由快速制造国家工程研究中心厦门研发中心、多维泰特（厦门）智能科技有限公司组织编写。技术总监刘利钊博士担任

主编。在本书的撰写过程中,快速制造国家工程研究中心厦门研发中心的全体研发人员和工作人员付出了宝贵的智慧和辛勤的劳动,多维泰特(厦门)智能科技有限公司、三维泰柯(厦门)电子科技有限公司的王昌福总经理和全体工作人员给予了大力支持与协助,在此深表感谢。

本书不足之处在所难免,敬请广大读者不吝提出宝贵意见。

编者

2016年7月

目 录

CONTENTS

第1章 3D打印概述	001
1.1 3D打印发展脉络	001
1.2 3D打印原理和流程	002
1.3 3D打印技术简介	003
1.3.1 光固化成型技术	003
1.3.2 熔丝沉积成型技术	004
1.3.3 选择性激光烧结成型技术	005
1.3.4 三维粉末粘结成型技术	006
1.3.5 分层实体制造成型技术	007
1.3.6 数字光处理成型技术	008
1.3.7 其它3D打印成型技术	009
1.4 常见的3D打印机机体结构简介	010
1.4.1 三角型结构	011
1.4.2 矩形盒式结构	011
1.4.3 矩形杆式结构	012
1.4.4 三角爪式结构	013

1.5	国内外3D打印发展现状简述	014
1.6	3D打印耗材简述	016
1.7	3D打印发展趋势和总结	017
第2章	3D打印机组装与维护	019
2.1	3Dtakers桌面型打印机简介	019
2.2	3D打印机的组装	020
2.2.1	机架结构与传动模块组装	021
2.2.2	线路模块组装	030
2.2.3	打印头安装及调试	033
2.2.4	平台模块安装及水平调试	036
2.2.5	打印材料安装	037
2.2.6	整机调试	040
2.2.7	取下打印的物体	044
2.3	3D打印机的维护	045
2.3.1	常见问题与解决方案	045
2.3.2	打印头堵料故障排除	053
第3章	3D打印设计	055
3.1	3D打印设计概述	055
3.2	3D打印设计案例	056
3.3	3D打印模型设计注意事项	121
3.4	智能3D照片视频建模软件的使用	126
3.4.1	照片建模步骤	128
3.4.2	视频建模步骤	130

第4章 3D打印应用	133
4.1 3D打印在建筑领域的应用	133
4.2 3D打印在航空航天领域的应用	136
4.3 3D打印在汽车制造领域的应用	139
4.4 3D打印在医疗领域的应用	140
4.5 3D打印在文化创意领域的应用	143
附录	147

第1章 3D打印概述

3D打印,是一种快速制造技术,其核心思想起源于19世纪的照相雕塑技术(photosculpture)和地貌成型技术(topography),但受到当时材料、计算机等学科技术的限制,而没有得到广泛应用和商业化。之后,技术的正式研究始于20世纪70年代,直到20世纪80年代后期得以发展和推广。

3D打印的概念是:以数字模型文件为基础,运用液体、固体、气体等材料,通过逐层或逐区域正向增长的方式来构造三维物体,所制造结果可具有论证价值、直接和间接使用价值。体现了信息技术、控制技术、先进材料技术、数字制造技术的密切结合,是快速制造、智能制造、先进制造、高端制造、再工业化的重要组成部分。

1.1 3D打印发展脉络

3D打印技术诞生于上世纪80年代的美国,1984年,Charles Hull开始研发3D打印技术。1986年,Charles Hull率先推出光固化方法(stereo lithography apparatus, SLA),这是3D打印技术发展的一个里程碑。同年,他创立了世界上第一家3D打印设备的3D Systems公司。该公司于1988年开发出了第一台商业3D印刷机SLA-250。

1988年,美国人Scott Crump发明了另外一种3D打印技

术——熔融沉积制造技术(fused deposition modeling, FDM),并成立了Stratasys公司,该公司在1992年卖出了第一台商用3D打印机。FDM 3D打印技术是理想的消费类3D打印机技术,它简便易用、成型过程可控且无光学或电磁危害,其使用成本低、维护成本低、材料成本低,整机具有相对的价格优势。

1989年由美国德克萨斯州大学奥斯汀分校的C.R.Dechard博士发明了选择性激光烧结法(selective laser sintering, SLS)并获得专利,1992年开发了商业成型机。其原理是利用高强度激光将材料粉末烧结直至成型,应用该种技术开发的3D打印机,其设备成本、维护成本、材料成本高,一般机器体型较大,运输和使用不便。

1993年,麻省理工的教授Emanuel Sachs发明了一种选择性粘结技术,并获得立体平版印刷技术专利。这种技术类似于喷墨打印机,通过向金属、陶瓷等粉末喷射粘接剂的方式将材料逐片成型,然后进行烧结制成最终产品。1995年,美国ZCorp公司从麻省理工学院获得授权,利用该技术来生产3D打印机,“3D打印机”的称谓由此而来,这种技术的优点在于制作速度快、价格低廉,但其烧结环节类似陶瓷制品的烧结环节,难以快速进入个人或家庭的视野。2005年,市场上首个高清晰彩色3D打印机Spectrum Z510由ZCorp公司研制成功。2008年,开源3D打印项目RepRap发布“Darwin”,3D打印机制造进入新纪元。

1.2 3D打印原理和流程

3D打印技术的成型原理是分层制造、逐层叠加,又称为增材制造技术。打印系统通过读取数字模型文件中的横截面信息,每次制作一个具有微小厚度和特定形状的截面,每个截面如同医学上的一张CT像片,然后再把它们逐层粘结起来,得到所需制造的三维物体。

3D打印流程: 通过三维建模软件设计、三维扫描仪数据采集、互联网平台下载、三维重建等方式获取数字模型文件; 将模型文件导入到打印机相配套的解析软件环境中, 进行相关的打印参数, 如打印速度、温度、层高等的设定, 并转化为3D打印机可识别的格式文件, 如G代码文件; 打印系统自动读取经转化的模型信息进行打印。

目前3D建模软件和3D打印机之间协作的标准文件格式有多种, 常用的有四种: STL、OBJ、AMF和3MF, 其中STL是最简单易用的一种格式。STL是三角网格文件格式: 一个STL文件使用多个三角面来近似模拟物体的表面和内部结构, 当三角面越小、数量越多时其生成的表面分辨率越高。

用传统方法制造出一个模型通常需要数小时到数天, 根据模型的尺寸以及复杂程度而定。而用3D打印技术则可以将时间缩短为数个小时, 当然其是由打印机的性能以及模型的尺寸和复杂程度而定的。传统的制造技术如注塑法可以以较低的成本大量制造聚合物产品, 而3D打印技术则可以以更快、更有弹性以及更低成本的办法生产数量相对较少的产品。一个桌面尺寸的3D打印机就可以满足设计者或概念开发小组制造模型、设计、论证、试用的基础需要。3D打印机通过读取文件中的横截面信息, 用液体状、粉状或片状的材料将这些截面逐层地打印出来, 再将各层截面以各种方式粘合起来从而制造出一个实体, 这种技术的特点在于其几乎可以制造出任何形状的物品。

1.3 3D打印技术简介

1.3.1 光固化成型技术

光固化成型 (Stereo lithography Apparatus, SLA) 技术主要使用光敏树脂为材料, 通过紫外光或其它光源照射使树脂薄层

产生光聚合反应而凝固成型,逐层固化,最终得到完整的产品。光固化成型技术的成型原理如图1-1所示。其优势在于成型速度快、精度高、表面光滑,适合制作精度要求高、结构复杂的精细工件的快速成型。光固化成型技术的不足之处在于光敏树脂原材料有一定的毒性,操作人员使用时要注意防护,成型后模型强度不够且容易变色、变质,模型稳定性差。因此一般主要用于原形设计验证,然后通过一系列后续处理工序可将原形转化为实用型产品。光固化成型技术的设备成本、材料成本以及维护成本都远高于FDM,因此主要运用在专业领域。

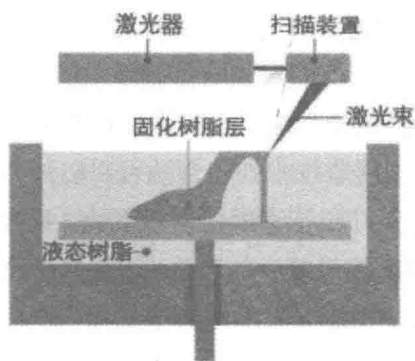


图 1-1 光固化成型技术原理图

1.3.2 熔丝沉积成型技术

熔丝沉积成型(Fused Deposition Modeling, FDM)技术是将丝状热熔性材料加热融化,通过3D打印机的打印头内的喷嘴挤喷出来,沉积在制作面板上,当温度低于固化温度后开始固化过程,通过材料的层层堆积形成最终成品,其成型原理见图1-2,熔丝沉积成型3D打印机的打印头通过加热线材挤出熔融物于平台上、自下而上地构造实体模型。熔丝沉积成型技术机械结构最简单、设计

容易,制造成本、维护成本和材料成本低,是桌面型机中使用得最多的技术,机器简便易用、成型过程可控且无光学或电磁危害,整机具有相对的价格优势。随着熔丝沉积成型温度控制技术和FDM打印材料的发展,通过熔丝沉积成型技术打印陶瓷、木类、蜡质、金属等实物已经实现并在精度和速度上逐步提升,通过打磨、抛光、上色等后处理的实物可兼具实用性能与论证性能。

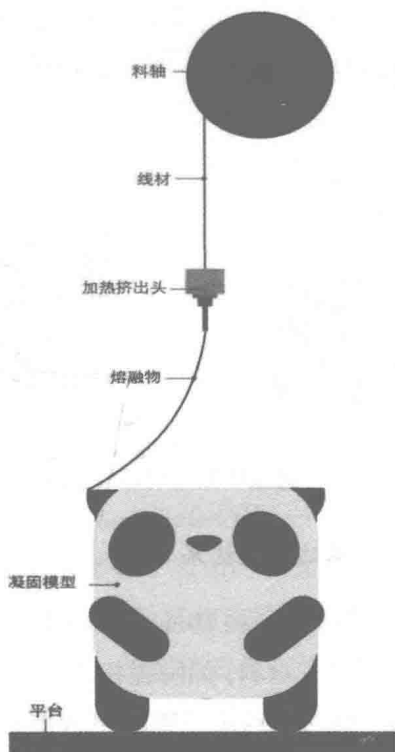


图 1-2 熔丝沉积成型技术原理图

1.3.3 选择性激光烧结成型技术

选择性激光烧结成型 (Selective Laser Sintering, SLS) 技术利用粉末材料在激光照射下烧结的原理,由计算机控制层层堆

结成型：铺一层粉末材料并将材料预热到接近熔化点，再使用激光在该层截面上扫描，使粉末温度升至熔化点，然后烧结形成粘结，接着不断重复铺粉、烧结的过程，直到完成整个模型成型。选择性激光烧结成型原理如图1-3所示。选择性激光烧结成型技术可以使用较多的粉末材料并制成相应材质的成品。选择性激光烧结成型技术优势目前在于金属成品制作，强度优于其他3D打印技术，但缺陷是粉末烧结的表面粗糙，需后期处理；设备成本高、技术难度大、制造和维护成本高，所以应用范围主要集中在高端制造领域。

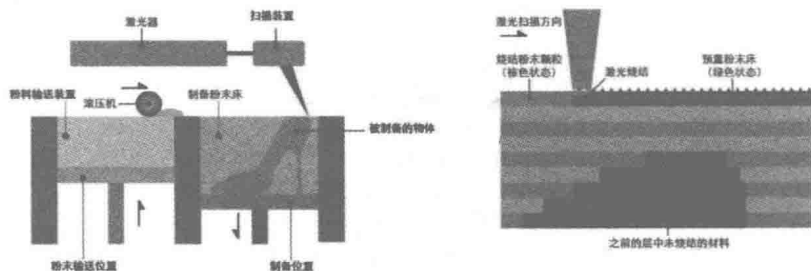


图 1-3 选择性激光烧结成型原理图

1.3.4 三维粉末粘结成型技术

三维粉末粘结成型 (Three Dimensional Printing and Gluing, 3DP) 技术原料使用粉末材料，如陶瓷粉末、金属粉末、塑料粉末等，工作原理：铺一层粉末后用喷嘴将粘合剂喷在需要成型的区域，让粉末粘接形成零件截面，后续不断重复铺粉、喷涂、粘接的过程，一层一层叠加，获得最终打印出来的产品，三维粉末粘结成型的成型原理如图1-4所示。三维粉末粘结成型技术优势在于成型速度快，无需支撑结构，而且能输出彩色打印产品，这是其他技术比较难于实现的。不足是：粉末粘接的成品强度不高，多

数只能作为测试原型，成品表面不如光固化成型技术光洁，精度也有劣势，要产生拥有足够强度的产品，还需一系列的后续处理工序；制造的相关粉末材料成本高、技术复杂，所以三维粉末粘结成型技术主要应用于专业领域。

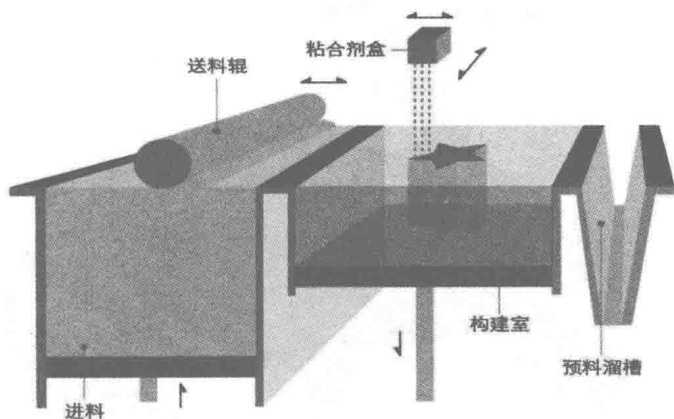


图 1-4 三维粉末粘结成型技术原理图

1.3.5 分层实体制造成型技术

分层实体制造成型（Laminated Object Manufacturing, LOM）技术是根据三维CAD模型每个截面的轮廓线，在计算机控制下发出控制切割系统的指令。供料机构将涂有热溶胶的薄片（如涂覆纸、涂覆陶瓷箔、金属箔、塑料箔材）分段送至工作台，切割系统按照计算机提取的横截面轮廓对薄片沿轮廓线将工作台上的材料割出轮廓线，并将材料的无轮廓区切成小碎片，然后逐层将薄片压紧并黏合在一起。可升降工作台支撑正在成型的物体，并在每层成型之后降低一个厚度，以便送进、粘合和切割新的一层薄片。然后将多余的废料小块剔除，最终获得三维产品。分层实体制造成型技术的成型原理如图1-5所示。目前，分层实体制造成型

技术可以应用的原材料种类较少,如纸、金属膜、塑料薄膜;成型出来的模型须尽快进行防潮处理。此种技术很难构建形状精细、多曲面的物体,仅限于结构简单的物体。

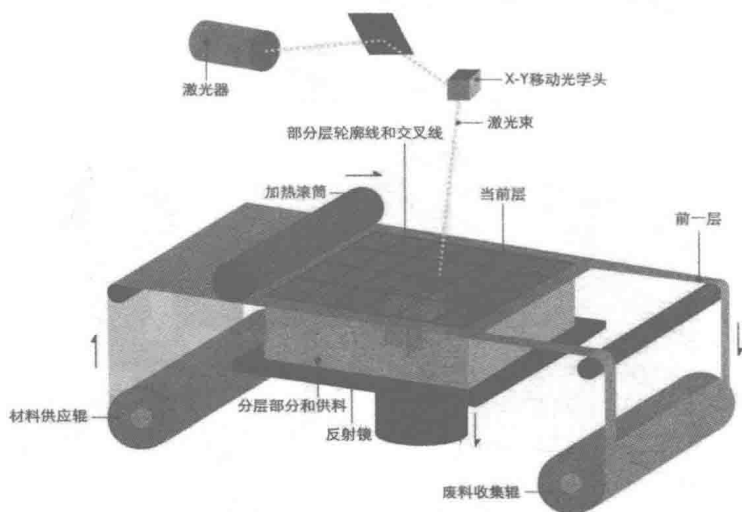


图 1-5 分层实体制造成型原理图

1.3.6 数字光处理成型技术

数字光处理成型(Digital Light Processing, DLP)技术主要使用光敏树脂为材料,以DLP类型芯片组的高反射铝微镜阵列实现电子束输入和光子输出而构成数字光处理器,对数字光处理器进行编程实现正负图形或图像的输出,运用数字光处理器以正投或者背投的方式、实现整面照射使树脂薄层产生聚合反应和凝固成型,通过逐层固化液态聚合物后得到完整的产品。数字光处理成型技术的成型原理如图1-6所示。优势在于成型速度快、精度高、表面光滑,适合制作精度要求高、结构复杂的精细物体的快速成型。