

3D打印
4.0

蔡晋 李威 刘建邦 编著

3D打印 ——一本通



组装3D打印机
3D打印开店
3D打印实体店
3D打印照相馆
3D打印各种相关内容一册通

内容涵盖：

像创客一样组装3D打印机
3D打印网店从第一笔订单到实战技巧
3D打印实体店从筹资到创业促销
3D打印照相馆技术及流程
3D打印机维护及常见问题
3D打印的前世今生一册通

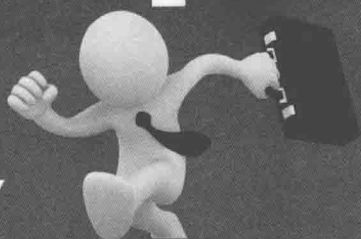
清华大学出版社



蔡晋 李威 刘建邦 编著

3D打印

——一本通



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书先介绍了3D打印的原理和市场前景,然后详细介绍了3D打印在各领域的应用,使之符合不同专业人员的阅读需求,最后对3D打印未来的发展进行了探讨。具体内容涵盖:如何像创客一样组装3D打印机、3D打印网店从创业第一步到开店实战技巧、3D打印实体店从开店资源到融资再到宣传与推广、3D打印照相馆工作流程到技术进阶、3D打印机维护及常见问题等。

本书适合广大关注3D打印的人员阅读,也适合作为3D打印创业者的操作指南,还可以作为高等院校相关专业的辅导用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

3D打印一本通/蔡晋,李威,刘建邦编著. —北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-42505-2

I. ①3… II. ①蔡… ②李… ③刘… III. ①立体印刷—印刷术 IV. ①TS853

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第316457号

责任编辑:陈绿春

封面设计:潘国文

责任校对:徐俊伟

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座

邮 编: 100084

社总机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 三河市君旺印务有限公司

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170mm×240mm 印 张: 20

字 数: 484千字

版 次: 2016年8月第1版

印 次: 2016年8月第1次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 49.00元

产品编号: 067214-01

目 录

第Ⅱ章 什么是3D打印.....	001
1.1 3D打印的概念.....	002
1.2 现阶段3D打印成型原理.....	004
1.2.1 熔积成型法(FDM)	004
1.2.2 激光粉末烧结法(SLS)	006
1.2.3 光固化成型法(SLA)	008
1.2.4 三维打印黏结成型(3DP)	010
1.2.5 分层实体制造法(LOM)	011
1.3 现阶段3D打印的流程.....	012
1.3.1 模型设计	013
1.3.2 数据修复和切片	020
1.3.3 打印	023
1.3.4 后期加工	024
1.4 现阶段3D打印的材料与价格	032
1.4.1 塑料	032
1.4.2 金属	035
1.4.3 非金属	036
1.4.4 生物材料	037
1.5 3D打印的优点	038
1.5.1 不增加成本.....	038
1.5.2 零时间交付.....	038
1.5.3 零技能制造.....	038
1.5.4 零废弃副产品.....	038
1.5.5 优化组装	039
1.5.6 便携制造	039
1.5.7 材料的无限组合.....	039
1.5.8 精确的实体复制	039
1.6 3D打印的缺点	039
1.6.1 材料有限	040
1.6.2 颜色有限	040
1.6.3 打印机价格太高	040

1.6.4 模型太遥远	041
1.6.5 打印品价格离大众太遥远	041
1.7 如何挑选一台好的 3D 打印机	041
1.7.1 机型	042
1.7.2 打印性能	044
1.7.3 材料属性	046
1.7.4 推荐机型	047
1.7.5 不推荐机型	050

第2章 3D 打印的发展过程 051

2.1 3D 打印的前世	053
2.1.1 概念阶段	053
2.1.2 发展阶段	054
2.1.3 诞生阶段	055
2.2 3D 打印的今生	057
2.2.1 正名	057
2.2.2 小有名气	057
2.2.3 名扬四海	058
2.3 3D 打印的未来	060
2.3.1 3D 打印本身的未来	061
2.3.2 4D 打印	061
2.3.3 5D 打印	062
2.4 如今的 3D 打印市场格局	062
2.4.1 3D 打印机厂商市场占有率	063
2.4.2 3D 打印机型号市场占有率	064
2.4.3 3D 打印机区域市场占有率	065
2.4.4 3D 打印机打印质量排名	065
2.5 国内外 3D 打印发展概况	067
2.5.1 国外发展概况	067
2.5.2 国内发展概况	070
2.5.3 给予创业者的建议	073

第3章 像创客一样组装3D打印机	075
3.1 创客的崛起与3D打印	076
3.1.1 创客的起源	076
3.1.2 创客的工作	078
3.1.3 创客与3D打印	079
3.2 3D打印与开源硬件 Arduino	081
3.2.1 什么是“开源”?	081
3.2.2 什么是 Arduino?	082
3.2.3 3D打印与开源: RepRap	085
3.3 组装一台 Prusa i3 型 3D 打印机	087
3.3.1 访问开源网站获取资源	087
3.3.2 组装所需零部件清单	089
3.3.3 Y轴底盘组装	093
3.3.4 安装热床底板	095
3.3.5 组装 X 轴	096
3.3.6 调整外部框架	097
3.3.7 安装动力部分	098
3.3.8 组装外部框架	100
3.3.9 安装同步带	101
3.3.10 安装热床	102
3.3.11 安装挤出机	102
3.3.12 安装电路部分	106
3.3.13 组装完毕	109
3.4 Cura 切片软件的设置	109
3.4.1 下载 Cura 与操作简介	109
3.4.2 初始设置	111
3.4.3 “基本”选项卡参数设置	114
3.4.4 “高级”选项卡参数设置	116
第4章 3D打印开网店攻略	119
4.1 网上开店的优势	120
4.2 常见网上开店平台	122
4.2.1 淘宝网	122
4.2.2 易趣网	123

4.2.3 拍拍网	124
4.3 网店创业第一步	125
4.3.1 开通淘宝账户	125
4.3.2 开通支付宝账户	133
4.3.3 支付宝的实名认证	136
4.3.4 支付宝充值与转账	140
4.3.5 支付宝提现	144
4.3.6 下载与安装淘宝工具软件	146
4.4 正式开启 3D 打印网店	152
4.4.1 在淘宝上免费开店	153
4.4.2 设置店铺名称与店标	155
4.4.3 发布 3D 打印类商品	159
4.4.4 设置运费模板	162
4.5 开始第一笔订单	164
4.5.1 与买家沟通	164
4.5.2 答复买家, 促成买家下单	166
4.5.3 修改宝贝价格	166
4.5.4 提醒买家付款	168
4.6 根据客户要求, 制作 3D 模型	168
4.6.1 选择合适的软件设计模型	168
4.6.2 用 Cura 对模型进行切片	169
4.6.3 导入 3D 打印机开始打印	172
4.6.4 根据要求进行后期加工	172
4.7 发货并结束交易, 完成第一笔订单	172
4.7.1 3D 打印品的包装	173
4.7.2 及时发货	174
4.7.3 给买家做出评价	177
4.7.4 千牛自动评价	178
4.8 开店实战技巧	180
4.8.1 运费模板	180
4.8.2 店铺装修	180
4.8.3 店标	180
4.8.4 快递公司	181
4.8.5 处理交易纠纷	181
4.8.6 客户积累	182

4.8.7	硬广资源	182
4.8.8	客户流失	183
4.8.9	获得流量	183
第5章 3D 打印实体店攻略		184
5.1	从“网吧”到“3D 吧”	185
5.2	开 3D 打印实体店的先期考虑	186
5.2.1	审视自己的开店资源	187
5.2.2	3D 打印卖什么?	188
5.2.3	店铺要怎样设计	190
5.2.4	如何赢得家人和朋友的支持	190
5.2.5	你有多少资金	191
5.2.6	你有什么专长	191
5.2.7	你适合开店吗	192
5.3	3D 打印店的市场分析	194
5.3.1	经营 3D 打印业务时需考虑的因素	194
5.3.2	3D 打印业务的自我评估	196
5.3.3	开店定位的三大因素	201
5.3.4	大背景下产业结构调整的机遇	203
5.3.5	3D 打印是不是热门行业?	203
5.3.6	如何掌握 3D 打印的市场信息	205
5.3.7	如何密切关注 3D 打印的市场变化	205
5.3.8	如何发现 3D 打印的市场需求	206
5.4	筹资	207
5.4.1	开 3D 打印店需要哪些投资	207
5.4.2	融资规模与 3D 打印的众筹	209
5.4.3	3D 打印店其他设备的投资	211
5.4.4	3D 打印店的管理费用	212
5.4.5	3D 打印店的损益分析	213
5.4.6	如何减少开业初期的投资	214
5.4.7	银行贷款有哪些形式	215
5.4.8	如何与银行建立良好关系	215
5.4.9	如何申请银行贷款	216
5.4.10	3D 打印中的融资租赁	217
5.4.11	融资租赁业务的形式	217

5.4.12 3D 打印如何通过融资租赁进行融资	218
5.4.13 现有资金的有效利用	219
5.4.14 3D 打印店的合伙经营	219
5.4.15 让你的 3D 打印创业计划书打动投资者	220
5.5 选址——3D 打印店开在哪里好	220
5.5.1 选址为什么很重要	221
5.5.2 选择 3D 打印店址应考虑哪些因素	221
5.5.3 3D 打印开店的推荐店址	223
5.5.4 资金有限如何选择店址——参考韩国 7-Eleven 3D 打印便利店	225
5.5.5 什么是商圈和商圈分析	226
5.5.6 如何根据顾客划分商圈范围	227
5.5.7 如何分析商圈内的购买力	228
5.6 3D 打印店铺的装修与产品布置	229
5.6.1 3D 打印的店内设计有哪些表达要素	230
5.6.2 3D 打印店的卖场规划	231
5.6.3 3D 打印店的照明、灯光设计	232
5.6.4 3D 打印店的墙面布置	235
5.6.5 3D 打印商品的陈列原则	236
5.6.6 商品陈列有哪些方法	237
5.7 3D 打印产品的定价	239
5.7.1 价格与需求的关系	239
5.7.2 价格决定的基本立场	240
5.7.3 3D 打印的定价方式	241
5.7.4 如何巧妙调价	242
5.8 3D 打印店的宣传与推广	244
5.8.1 什么是店面广告	244
5.8.2 店面广告的作用	244
5.8.3 店面广告的种类	245
5.8.4 3D 打印店面广告的设计原则	246
5.8.5 3D 打印店面广告的制作要点	246
5.8.6 店面广告如何摆设	247
5.8.7 3D 打印有哪些广告媒体	248
5.8.8 怎样确定媒体广告目标	249
5.8.9 3D 打印店的广告宣传时机	249
5.9 3D 打印的创业促销	250

5.9.1 3D 打印店的促销有哪些方式	250
5.9.2 3D 打印的“派送”	252
5.9.3 如何选择派送时机	253
5.9.4 如何选择派送渠道	254
第 6 章 3D 打印照相馆攻略	255
6.1 “大头贴”的升级版	256
6.2 3D 照相馆概述	257
6.2.1 国内外的 3D 照相馆	257
6.2.2 3D 照相馆的设备与成本	261
6.2.3 3D 照相馆赢利模式的探讨	263
6.3 3D 照相馆工作流程	265
6.3.1 准备工作与需要注意的地方	266
6.3.2 扫描对象	267
6.3.3 数据修复——通过 Geomagic 修补破洞	269
6.3.4 数据修复——通过 ZBrush 修补头发	276
6.4 3D 照相馆的技术进阶	280
6.4.1 3D 人像的表情形变与编辑	280
6.4.2 3D 人像的动作捕捉与编辑	283
6.4.3 通过照片重建 3D 人像	287
6.5 全彩打印好，还是后期上色好	292
第 7 章 3D 打印机的维护和常见问题的解决办法	295
7.1 机械部件类	296
7.1.1 喷嘴无法吐丝，有堵头现象	296
7.1.2 打印出来的成品有倾斜，有移位现象	296
7.1.3 打印过程中吐丝不均匀，有失步现象	297
7.1.4 电机有共鸣声	298
7.1.5 操作平台不平	298
7.1.6 挤出器打滑	299
7.1.7 喷嘴吐丝无法粘附在平台上	299
7.1.8 耗材在打印过程中断裂	300

7.2 控制部件类	300
7.2.1 显示温度不正确	300
7.2.2 加热器及热床不升温	301
7.2.3 热床升温慢	301
7.2.4 XYZ 电机方向不对	301
7.2.5 联机打印容易掉线	301
7.2.6 显示器不显示	302
7.2.7 如何调节电流	302
7.3 打印软件类	303
7.3.1 模型为非流形	303
7.3.2 模型必须为封闭的	304
7.3.3 模型法向不正确	304
7.3.4 打印参数设置不正确	304
7.3.5 切片软件中虚拟模型出现了断层	304
7.3.6 模型支撑与平台附着	305
7.3.7 打印速度过快	306

第 1 章

什么是 3D 打印

随着 3D 打印技术的不断发展，3D 打印技术已经广泛应用于各个领域。3D 打印技术是一种将数字模型转化为实体模型的技术。它通过逐层堆积材料的方式，将数字模型中的每一个点都精确地打印出来。3D 打印技术具有许多优点，如：可以打印出复杂的几何形状、可以实现个性化定制、可以减少生产周期等。3D 打印技术已经成为制造业、医疗、航空航天等领域的重要技术之一。

3D 打印 (3D Printing), 即一种快速成型技术, 是一种以数字模型文件为基础, 运用塑料或粉末状的金属等可黏合的材料, 通过逐层打印的方式来构造物体的技术。3D 打印通常是采用数字技术材料打印机来实现的。过去其常在模具制造、工业设计等领域被用于制造原始模型, 但现正逐渐用于一些产品的直接制造, 已经有使用这种技术打印而成的最终零部件出现。该技术在珠宝、鞋类、工业设计、建筑、工程和施工 (AEC)、汽车、航空航天、牙科和医疗产业、教育、地理信息系统、土木工程、枪支, 以及其他领域都有所应用。

1.1 3D 打印的概念

要了解 3D 打印的概念, 我们可以将“3D 打印”这个词分开来看。

首先, 3D 指的是 3 个维度 (3 Dimension), 即 3 维图形。与表示平面的 2D 不同, 3D 所表示的物体通常是立体的、具备真实效果的。在机械行业中, 3D 和 2D 有着最为显著的区别。在传统的机械设计程序上, 一个零件需要由设计者设计完成, 并绘制好 2D 图纸 (通常是三视图的形式, 并且有些细节部位还需要追加详细图), 如图 1-1 所示。而在此基础之上, 可以建立 3D 模型, 如图 1-2 所示。3D 模型可以让设计者与客户更为直观地了解到产品外观, 并能通过模拟仿真的方式获得一些重要的性能参数。

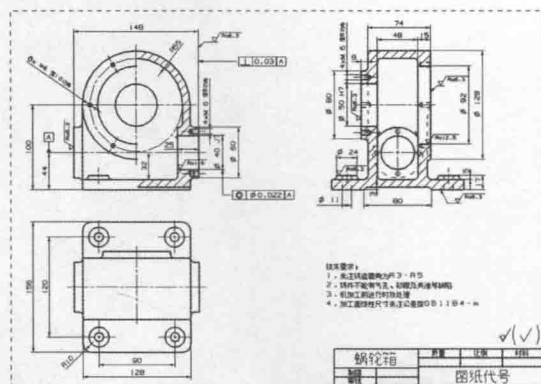


图 1-1 2D 图纸

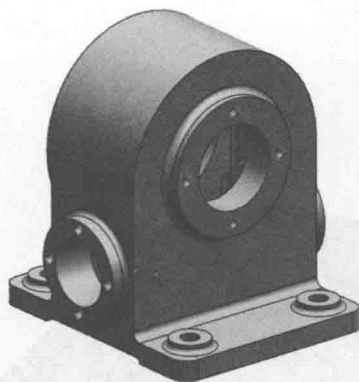


图 1-2 3D 模型

虽然 3D 模型为设计和加工带来了极大的便利, 但也仅此而已。目前绝大多数的生产还是依靠 2D 图纸, 3D 模型更多的是一种辅助, 因为它不能被拿去直接生产。不过现在这种情况可能已经发生改变, 这就要说到“打印”。

“打印”即是指不同于传统制造模式的新方法。在传统的设计加工过程中，当设计师绘制出2D图纸后，要把这个零件的图纸交给机械工艺师，机械工艺师会根据你的零件图纸排列加工制造工序，然后工人会按照机械工艺师设计安排的工序来制造零件。通常这个过程是从一大块毛坯上切削加工掉多余部分，最终得到所需的零件，典型的传统加工示意如图1-3所示。这种通过切削来加工成型的方法又称为“减材成型方法”。

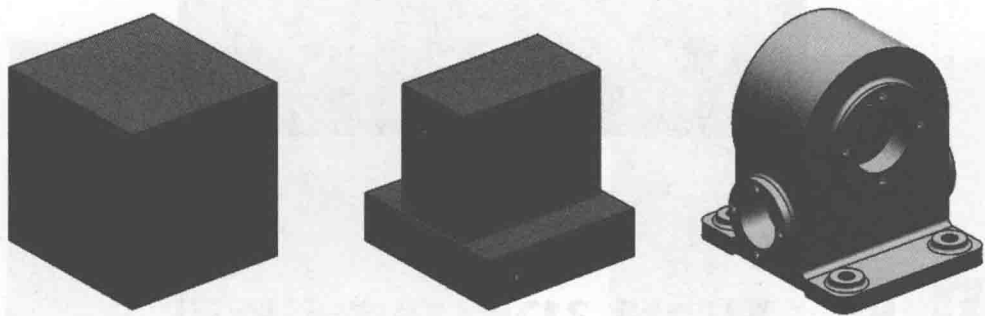


图1-3 传统加工示意图——减材成型方法

而“打印”却是从零开始，通过逐层叠加的方式生成零件，如图1-4所示。每一层的生成方式和普通的打印过程类似，故名“打印”。这种成型方式称为“增材成型方法”。

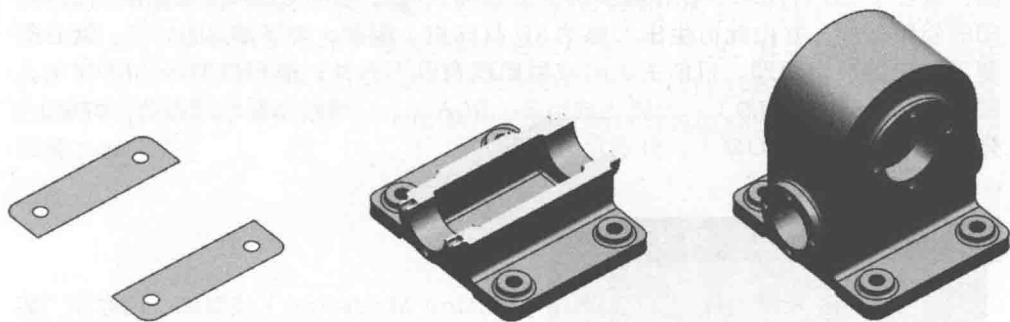


图1-4 3D打印成型示意图——增材成型方法

在典型传统加工中，机械设计者设计的零件可能会有部分结构不容易加工制造，机械工艺师会将信息反馈给机械设计师，机械设计师再修改图纸，再进行生产加工，整个过程十分烦琐。而一旦有了3D打印机，整个流程就简化了。设计者完成零件的3D模型后，就可以直接生产制造，不需要再绘制2D的三视图，不需要再描述细节的详细图，不需要工艺师的编排工序，也不需要工人加班，而且极少有结构工艺限制。

简而言之，3D打印就是一种只需要拥有三维模型，便能直接制造出实物的快速成型方法，如图1-5所示。

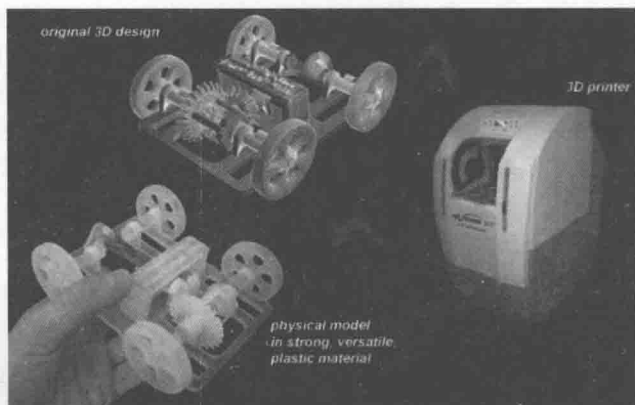


图 1-5 3D 打印简介图

1.2 现阶段 3D 打印成型原理

现在市场上充斥着许多类型的 3D 打印机，虽然都有着同样一个名字，但是在价格、性能、成型方式、成型材料等方面都有着天壤之别。造成这种差异的主要原因，就在于 3D 打印本身存在着多种成型原理。而每一种成型原理都能满足 3D 打印的使用条件，并由此衍生出大量的 3D 打印机。因此，要了解 3D 打印，就必须了解它的成型原理。目前主流的成型原理有以下五种：熔积成型法（FDM）、激光粉末烧结法（SLS）、光固化成型法（SLA）、三维打印黏结成型法（3DP）、分层实体制造法（LOM），分别介绍如下。

1.2.1 熔积成型法（FDM）

熔积成型法，即 FDM（Fused Deposition Modeling）成型法，也称作“熔丝制造法”（Fused Filament Fabrication, FFF）。该方法属于线材挤出热熔成型一类，是目前市场上最为常见的成型方法。

FDM 技术是 20 世纪 80 年代由美国人 Scott Crump 发明的。在获得这项技术的专利后，他于 1989 年成立了 Stratasys 公司，是当今 3D 打印机的主流品牌公司之一，也是 FDM 工业级打印机的典型代表。FDM 的成型原理是将线状（一般直径不超 3mm）的热塑性材料（如 PLA、ABS 等）通过喷头加热熔化，然后在喷头底部带有一个微细的喷嘴（即成型嘴，直径一般在 0.2~0.6mm），当材料以一定的压力挤喷出来后，喷头同时沿水平方向移动，使挤出来的材料与之前一个层面的材料熔结在一起，每完成一个层面的熔结，工作台下降一层的高度（或是喷嘴上移一层的高度），再继续熔融沉积，直至堆叠完成整个模型。

在打印过程中,为了防止模型的空腔或者悬空部分的坍塌,通常会打印出一些支撑部分,用以支撑模型。通常的FDM成型从头到尾都只会使用一种材料,这就意味着模型实体和支撑部分用的是一种材料,也增加了后续修剪的工作量和难度,如图1-6所示。而高级一点的FDM可以使用两种不同的材料,一种作为成型材料用来制造模型的实体部分;另一种作为支撑材料单独用来制造模型的支撑部分,以此种方式生成的支撑材料通常是水溶性的,打印完成后只需将模型泡在水中,便可自行去除支撑,且外观要较前者更为规整,如图1-7所示。



图 1-6 单一材料的FDM打印

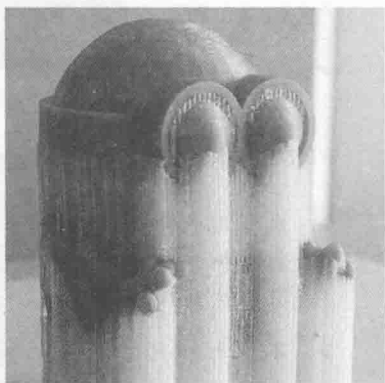


图 1-7 双材料的FDM打印

由于FDM的成型原理相对简单,无需高大上的技术,因此它的价格是3D打印中最为低廉的一种。现在市场上的桌面级3D打印机(如RepRap、Ultimaker、MakerBot等)绝大多数都是采用这种工艺的,其中最便宜的大约在人民币2000元,因此本书的创业出发点便是建立在FDM打印机上的,而对于其他原理的打印机则不予探讨。FDM使用的线状耗材与典型打印模型分别如图1-8和图1-9所示。

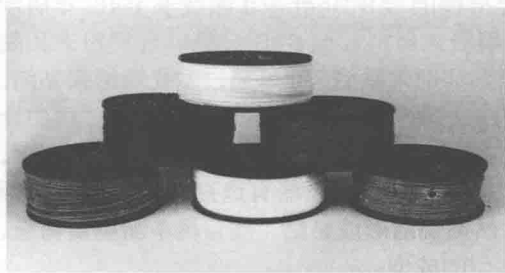


图 1-8 FDM的线状耗材



图 1-9 FDM的典型打印成品

FDM 技术的优点如下:

- 打印过程不会产生毒气及化学污染,可以在相对干净、安全的操作环境中进行,如办公室。
- 无须激光器等贵重元器件,造价低廉,工艺简单、干净,不产生垃圾。
- 原材料以卷轴线丝的形式提供,易于搬运和快速更换。
- 材料利用率高,而且可以选取多种材料,如可染色的 ABS、医用 ABS、PLA、PC、PPSF 等。
- 由于 ABS 材料具有较好的化学稳定性,因此可采用伽马射线进行消毒,使其特别适用于医疗。

FDM 技术的缺点如下:

- 成型后表面粗糙,肉眼目测就可以观察到层状纹路。打印后需要进行手工打磨抛光处理,在制作小件或者精细件时精度不如 SLA,且目前最高精度只能达到 0.1mm 左右。因此不适合精度要求比较高的应用。
- 不能打印尺寸很大的物体。由于材料本身的原因所限,在打印大件时由于温度差异,很容易导致变形,因此一般的 FDM 成型尺寸大致在 200mm×200mm×200mm。
- 打印速度较慢。打印一个 10cm 左右的模型,时间差不多需要 4~5 小时。
- 需要额外打印支撑部分。

1.2.2 激光粉末烧结法 (SLS)

激光粉末烧结法,即 SLS (Selective Laser Sintering) 成型法,也称作“选择性激光烧结法”。该工艺属于粉末状材料高能束烧结或熔化成型一类,是主要的金属成型法。

SLS 技术由美国德克萨斯大学奥斯汀分校的 C.R.Dechard 教授于 1989 年研制成功。SLS 技术与 3DP 技术相似,都采用粉末材料,但 SLS 一般以金属粉末和陶瓷粉末为主。此外,不像 3DP 通过喷头喷黏结剂来黏结,而是通过激光烧结来黏结。它的成型原理,可以具体地概述为利用粉末材料在激光照射下烧结的原理,再由计算机控制,最终层层堆结成型。SLS 技术在打印时,会首先铺一层粉末材料,并刮平,接着将材料预热到接近熔点,再使用高强度的 CO₂ 激光器有选择性地在该层截面上扫描,使被扫描的粉末温度升至熔点,然后烧结形成黏结,接着再不断重复铺粉、烧结、黏结的过程,直至最终完成整个模型的成型。

SLS 在民间市场应用不多,但在商业市场上采用得比较多,因为它与工业结合得很紧密,而且使用的材料也最为广泛,从理论上讲几乎所有的粉末材料都可以用来打印。像铸造行业对精度的要求不高,SLS 技术打印出来的产品完全满足使用