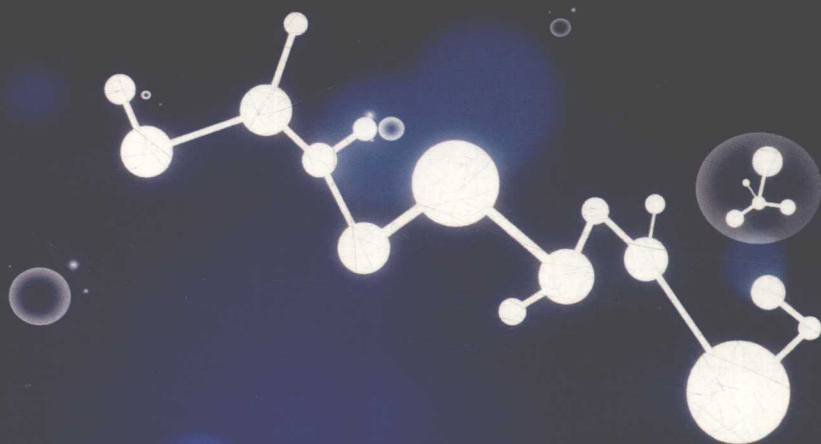


智造创想与应用开发研究

Intellectual Creation & Imagination and Application Development Research

■ 廖晓玲 徐文峰 徐紫宸 等著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

智造创想与应用开发研究

廖晓玲 徐文峰 徐紫宸 等著



北 京
冶 金 工 业 出 版 社

2019

内 容 提 要

本书是以智造创想与应用开发研究为出发点,经过几年的思考与实践撰写的项目探究式著作。本书包括5个实战项目模块,第1模块项目以3D打印技术为基础,以竞赛计划的项目形式,开展创意设计与打印实战项目研究;第2模块项目以微流控芯片为基础,结合现代快检技术POCT开展麻醉剂、炎症因子量子点高通量、快速检测项目研究;第3模块项目是基于老人与儿童看护问题的机器人智能开发项目研究;第4模块项目结合互联网+共享经济对医疗健康检测开展的机器人项目研究;第5模块是基于单片机开展的血氧以及环境有害气体的监测项目研究。

本书可供智造创想与应用开发相关领域的工程技术人员参考,也可作为高等院校材料类、机械类、电子信息类、生物医药类专业的大学生实践实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

智造创想与应用开发研究/廖晓玲等著. —北京:
冶金工业出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-5024-7939-8

I. ①智… II. ①廖… III. ①智能技术—研究
IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第238447号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbs@cnmp.com.cn

责任编辑 张熙莹 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郭惠兰 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7939-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京建宏印刷有限公司印刷

2019年1月第1版,2019年1月第1次印刷

169mm×239mm;6.75印张;129千字;99页

35.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

现代产业正向精准化、智能化、高效化方向发展。其中,3D 打印为 21 世纪纳微结构精准制造的典型代表,大大加速了增材技术的发展;微流控芯片被称为 21 世纪颠覆性技术,其可设计性与加工性实现了高通量、精准调控的技术要求;智能化技术是制造自动化的发展方向,而智能制造日益成为未来制造业发展的重大趋势和核心内容,是加快发展方式转变、促进工业向中高端迈进、建设制造强国的重要举措,也是新常态下打造新的国际竞争优势的必然选择。目前,3D 打印、微流控芯片以及智能化已经形成现代产业的辉煌标志,为各国竞相发展的新技术产业。

作者在参考国内外相关资料及关注近年来研究动态的基础上,根据多年的智造创想与应用开发研究经验和体会编写了本书。将现代新技术、新材料与新思路与实践相结合,本书可供智造创想与应用开发相关领域的工程技术人员参考,也可作为高等院校材料类、机械类、电子信息类、生物医药类专业的大学生实践实训教材。

本书是由廖晓玲教授组织策划,并与徐文峰教授、重庆大学徐紫宸博士、重庆科技学院功能材料专业教学秘书杨晓玲老师统筹编写,重庆科技学院智造创想师生团队具体参与实施完成的。本书在项目实施和编写出版过程中,得到了重庆大学季忠教授及美国加州大学旧金山分校胡晓教授的指导与帮助,同时也得到国家自然科学基金重点项目(编

号: 11532004)、重庆市科委自然科学基金项目(编号: CSTC2015JCYJBX0003、CSTC2018JCYJAX0286)、重庆科技学院学科带头人人才项目、纳微智能材料重庆高校创新团队(编号: CXTDX201601032)、材料科学与工程重庆市高校重点学科建设项目以及纳微生物医学检测重庆市工程实验室的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2018年10月

目 录

第 1 模块 3D 作品创意设计与打印	1
1.1 3D 打印之梦	1
1.1.1 案例 1: 3D 打印鞋	1
1.1.2 案例 2: 3D 打印地图	1
1.1.3 案例 3: 3D 打印装饰最美小屋	2
1.1.4 案例 4: 3D 打印肾脏模型	3
1.2 智造创想竞赛计划	4
1.2.1 智造创想竞赛计划的意义	4
1.2.2 实战案例: “3D 高科技艺术作品设计与制作” 智造创想 竞赛计划实施	5
1.3 赛前 10 小时	8
1.4 创意打印的乐趣——梦想放飞	10
第 2 模块 微流控芯片设计与应用开发	13
2.1 21 世纪颠覆性技术——微流控芯片技术	13
2.2 来自 POCT 的呼唤	14
2.3 实战项目——麻醉剂的风险控制	19
2.3.1 实战案例 1: 一种检测麻醉剂对人凝血功能影响的 纸基微流控芯片	20
2.3.2 实战案例 2: 一种通过检测凝血四项反应凝血功能的 PDMS 芯片	24
2.4 实战项目——炎症的多色荧光量子点快速检测	29
2.4.1 概述	29
2.4.2 实战案例: 一种 CRP/PCT 联合诊断量子点纸基 微流控芯片的设计	29
第 3 模块 监护机器人智能开发	33
3.1 监护机器人开发背景	33

3.2 实战项目——儿童陪护机器人	34
3.2.1 概述	34
3.2.2 实战案例：幼儿陪护智能机器人的研发	35
3.3 实战项目——老人陪护机器人	47
3.3.1 概述	47
3.3.2 实战案例：家庭智能陪护医疗机器人的研发	47
3.4 实战项目——失能人群的福音	56
3.4.1 概述	56
3.4.2 实战案例：意念机的二次开发	56
第4模块 医疗健康机器人的智能开发	70
4.1 亚健康之殇	70
4.1.1 概述	70
4.1.2 案例1：医者之殇	70
4.1.3 案例2：学者之殇	71
4.2 健康意识的重要性	71
4.3 互联网+共享经济下的服务机器人	72
4.4 实战项目——共享健康伴侣 Pacers	73
4.4.1 概述	73
4.4.2 环节1：调研背景	73
4.4.3 环节2：研究假设	73
4.4.4 环节3：研究目标设定与可行性分析	74
4.4.5 环节4：机器人设计	78
4.4.6 环节5：研究结果及讨论	78
第5模块 单片机的智能检测应用开发	80
5.1 单片机之间	80
5.2 实战项目——血氧监测	80
5.2.1 概述	80
5.2.2 实战案例：基于51单片机的血氧信号检测与分析	81

第1模块 3D 作品创意设计与打印

1.1 3D 打印之梦

3D 打印是一种以数字模型文件为基础,通过逐层打印的方式来构造立体物件的快速材料成型技术,避免了车、铣、钻等多道传统加工程序,可快速而精密地制造出任意复杂形状的物件模型,从而实现“自由制造”。3D 打印可以打造许多过去无法一次完成的模型,例如中空结构等。目前,3D 打印技术已在多个领域得到成功应用,如珠宝、建筑、汽车、航空航天模型、医疗器械、食品、盲人地图等产品的设计与制造,正在悄悄进入人们的生活、改变人们的生活。以下介绍4个3D 打印案例。

1.1.1 案例1: 3D 打印鞋

随着技术的进步,3D 打印已经开始为批量生产鞋提供可行的替代方案。知名公司如耐克(Nike)、阿迪达斯(Adidas)和安德玛(Under Armour)都在探索其潜力。波兰华沙美术学院的两名学生 Zuzanna Gronowicz 和 Barbara Motylinska 研究了如何将3D 打印用于制造定制环保鞋类。他们设计并制作了一系列可定制的3D 打印鞋。该鞋由环保材料制成,并可以按照穿戴者的要求进行定制。虽然学生设计的3D 打印鞋可能不符合每个人的品位,但这项技术使他们能够制造灵活、透气的鞋子,无需胶水或额外的缝纫即可组装。目前,设计师已经上线了3D 打印鞋子的应用程序,允许用户输入脚部尺寸并选择配色方案和样式,也可以选择直接订购鞋子,为个性化时尚增添色彩,如图1-1所示。

1.1.2 案例2: 3D 打印地图

世界各地都有视力障碍的盲人,为了使盲人能够认读知识,专属于盲人的盲文应运而生。2014年,日本制图管理当局宣布,他们正在开发一种软件,可以让用户从互联网上下载数据,并用3D 打印机制成供视障人士使用的低成本区域地图。日本地理空间信息局(GSI),隶属于日本土地、基础设施、交通运输和旅游部,与不同区域的专家们一起开发这款软件。据《朝日新闻》报道,这个软件将确保高速公路、人行道或铁路线能够在最终打印出来的产品上

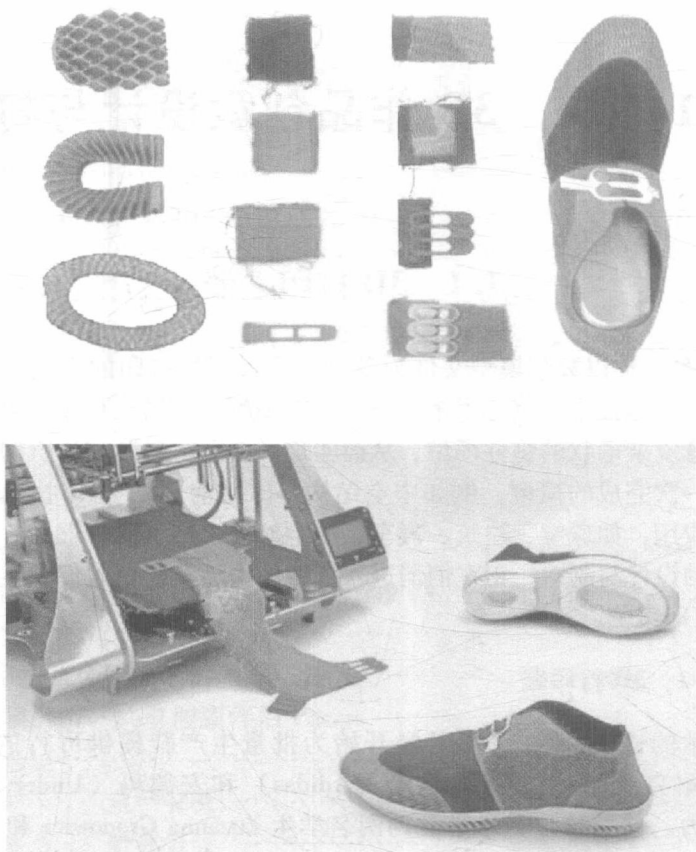


图 1-1 3D 打印鞋子

(图片来源于“3D 造”)

被视障人士很好地区分开来。比如地图中的街道路线，打印出后会高出平面 1mm，用手指很容易就能摸出来（见图 1-2）。参与开发该软件的新潟大学教授 Tetsuya Watanabe 介绍，他们还计划引入地形特征，如不平整表面和山丘等，这些地图可以在出现突发事件，比如地震或海啸时供盲人撤退时使用。GSI 解释说，鉴于 3D 打印机的普及，将在未来根据事先要求提供一些特定地方的地图数据，并且他们也将继续研究提升地图的细节水平，并加上盲文，以方便视障人士使用。

1.1.3 案例 3：3D 打印装饰最美小屋

在纽约的莱茵贝克（Rhinebeck），建筑设计师 Steven Holl 为自己修建了一座小屋，命名为 Ex of In House，所有看过这栋房屋的人都认为这是他们见过最

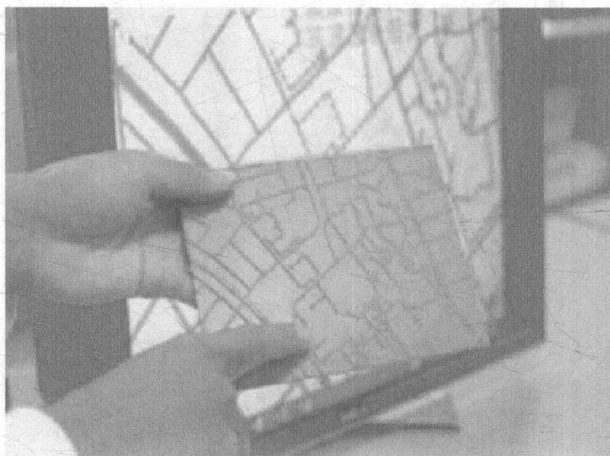


图 1-2 3D 打印地图软件
(图片来源于“3D 造”)

美的建筑之一(见图 1-3)。小屋面积为 918sq. ft(85.28m²)，它的外部形状十分复杂，还有很多倾斜面，里面有 3D 打印的电灯、创意性的窗户形状、多层次开放式的房间和多种类型的木材。整个房屋的设计十分有趣。Holl 表示，如果要建一座奢华而毫无设计感的房屋还不如建一座有趣的小屋。小屋是由 3 个球形交叉组合而成，整个房屋被划分成 3 层，中心是厨房。只是看看图片，就能感受到设计者的才能和这座 3D 打印装饰的房屋的魅力，设计师的实力可见一斑！

1.1.4 案例 4：3D 打印肾脏模型

随着 3D 打印技术的发展，3D 打印模型对于各科的手术的辅助应用也逐渐成为全球各大医院的常规手段。美国山间医学中心就凭借 3D 打印的方法给身患肾癌的女子进行了一台肿瘤切除手术。负责这次手术的是该医学中心的 Jay Bishoff 医生。由于肿瘤隐藏在肾脏之中，因此手术的难度很大，稍不注意就会伤及周围无辜的肾组织，不过 Bishoff 医生表示：“这个问题已经被 1:1 的精细 3D 打印肾脏模型彻底解决了。它让我们提前就看到了肾脏的整个情况以及肿瘤的位置，从而制定出了最佳的手术方案。最后，我们在没有伤到一丝一毫正常肾组织的情况下就将肿瘤成功切除了。”

在这个案例中，3D 打印模型发挥的作用就如同它在其他同类型手术中发挥的作用一样，令医生最大程度地获得了目标的直观信息，从而制定出完美的手术方案。相信随着 3D 打印的进一步普及，这种方法必定会成为全世界所有有条件医院的标配。届时，更多的患者便可摆脱病痛的折磨。

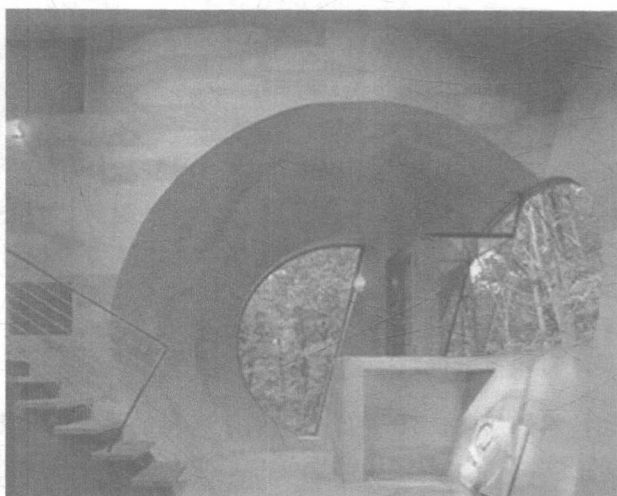


图 1-3 3D 打印装饰美丽小屋

(图片来源于“3D 造”)

1.2 智造创想竞赛计划

1.2.1 智造创想竞赛计划的意义

2016 年 3 月 5 日, 李克强总理在十二届全国人大四次会议的政府工作报告中提出: “推动产业创新升级, 制定实施创新驱动发展战略纲要和意见, 出台推动

大众创业、万众创新政策措施。”创新、创业、产业升级，对人才的需求提出了新的要求，它要求不仅具有工程实践能力、工程创新能力，还要具有能够创业的新产品设计与开发能力。而创业的新产品，为占领市场，是需要工程专业的高科技与人文艺术相互融合的。因此，产业结构的调整，需要我们培养具有工程科技知识与人文艺术相结合的工程能力强、综合素质高的复合型人才。在学校转型时期，各大学校大力推广文理互通、人文艺术与工程创新融合的通识课程“博雅教育”，正是为了实现这一教育目标。

基于这一点，近年来各个高校特别推出了基于学科专业建设的各类赛课计划。赛课计划的目的是为了提高大学生，特别是工程类专业学生的工程实践和开拓创新能力，培养学生的创新设计、产品开发、自主创业的精神，将科技理论知识与艺术创作、高科技产品开发相融合的实践能力。以下通过3D打印创意设计实战案例来说明3D打印赛课计划的意义及活动过程。

1.2.2 实战案例：“3D 高科技艺术作品设计与制作”智造创想竞赛计划实施

1.2.2.1 第1环节：计划说明

“3D 高科技艺术作品设计与制作”智造创想竞赛计划以团队形式报名，3~4人为一个团队，团队成员自行设计有创意的产品，并利用3D打印技术设计、制作具有艺术性的高科技作品。通过报名组队、作品模型设计、3D打印操作培训、打印作品及后处理、作品寓意阐述、作品公示、作品评审等整个比赛过程，不仅使参赛者掌握了3D打印新型材料制备原理，将专业理论知识与实践相结合，并且锻炼了参赛者动手和操作等能力，挖掘了参赛者的艺术细胞，丰富了青年参赛者的学习生活。

该智造创想竞赛计划的创新点是通过竞赛的方式，吸引青年参赛者对课程学习的兴趣，引导参赛者自主学习，既使专业参赛者掌握了新型材料的制备原理，又使参赛者充分利用课外实践进行设计、创新，丰富了参赛者的业余生活，达到锻炼自学能力、图书资料查阅能力、软件绘图、设计、计算能力和社会交际能力等目的，为优秀参赛者脱颖而出创造条件，也为今后职业生涯奠定良好基础。

1.2.2.2 第2环节：报名组队

报名宣传：挂网通知时间、地点、内容、活动规则。

报名时间：20××年××月××日~××日。

报名形式：理工科专业均可参加，比赛以团队形式进行，3~4人为一组，可跨年级、跨专业、跨学院进行组队，参赛学生在规定时间内到××实验室提交纸质报名表、电子文档各1份。

1.2.2.3 第3环节：3D 打印培训

为配合参赛，普及3D打印操作、科技作品设计与制作基本知识，××专业实验室派遣相关专业老师在赛前和制作过程中定期开展制作技术培训、答疑（见图1-4），并已编成《3D打印成型技术原理及制备工艺》讲义，为后续智造创想竞赛提供指导。

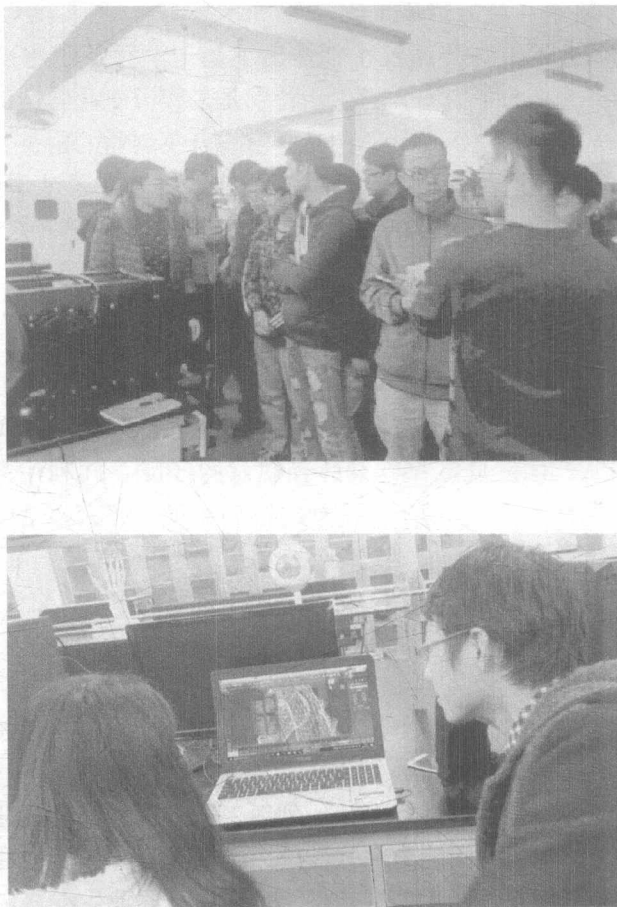


图1-4 3D打印报名与培训

1.2.2.4 第4环节：3D打印作品比赛

经过小组创意设计（立意要求：健康、向上）、讨论确定拟打印模型及尺寸后，参赛者至××实训平台进行打印作品（见图1-5），并根据打印作品类型不断优化打印工艺参数（打印模型支撑类型、打印厚度等）。打印结束后参赛选手对

作品进行拼接、光滑后处理，并填写实验室使用记录。



图 1-5 3D 打印作品比赛

1.2.2.5 第 5 环节：3D 打印作品公示

打印结束后，参赛选手进行作品后处理、作品美化及解说牌制作，随后提交作品寓意说明，对比赛作品进行公示，包括具体产品名称、产品寓意以及产品实物展示（见图 1-6）。

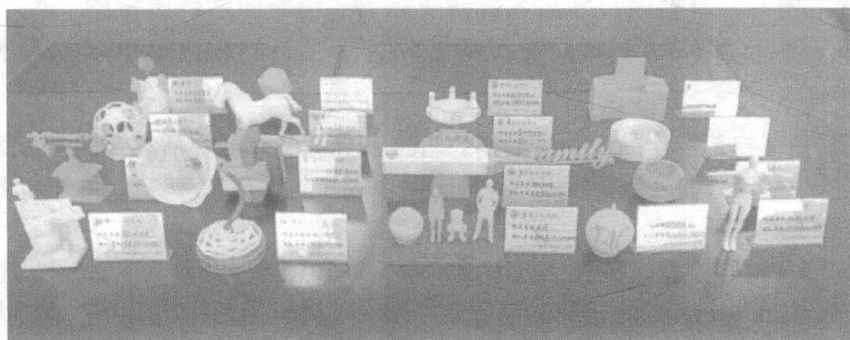


图 1-6 3D 打印作品展示

1.2.2.6 第 6 环节：3D 打印作品评审

凡参加比赛的团队，必须提交作品、有效的设计图样、创意说明，通过评审合格者，可进行作品评审（见图 1-7）。

作品形式要求：作品及设计图样、创意说明；设计图样应清晰（可用电脑设



图 1-7 3D 打印作品评审

计打印或用画图工具手绘), 创意说明字数限定为 500~1000 字, 用 A4 纸打印, 设计图样和创意说明页面应标明参赛者学院班级、姓名、学号、电话、邮箱等信息。××专业教师组成比赛评审小组, 针对比赛作品的质量、寓意及效果进行综合评审, 产生一等奖 2 名、二等奖 4 名、三等奖 5 名、三等奖 6 名, 比赛奖励分别为 600 元、400 元、200 元、100 元 (比赛评审标准及获奖名单要进行公示)。

1.3 赛前 10 小时

“3D 高科技艺术作品设计与制作”智造创想竞赛计划在活动开展前, 除了准备以上 6 个环节外, 还需要明确 3D 打印要求以及打印原理。赛前 10 小时要求参赛者必须了解以下几点:

(1) 3D 打印原理。在三维打印技术中, 最常用的是熔融沉积快速成型技术 (fused deposition modeling, FDM), 又称为熔丝沉积。基本原理是它将丝状的热熔性材料进行加热熔化, 通过带有微细喷嘴的挤出机把材料挤出来。喷头可以沿 X 轴的方向进行移动, 工作台则沿 Y 轴和 Z 轴方向移动 (不同的设备其机械结构的设计可能不一样), 熔融的丝材被挤出后随即和前一层材料黏合在一起。一层材料沉积后工作台将按预定的增量下降一个厚度, 然后重复以上的步骤直到工件完全成型。聚丙交酯 (PLA) 是一种生物可分解材料, 无毒性, 环保, 制作时几乎无味, 成品形变也较小, 所以国内外主流桌面级 3D 打印机均使用 PLA 作为材料。

本案例计划以 PLA 为原材料, 在熔融温度下靠自身的粘接性逐层堆积成

型。在该工艺中,材料连续从喷嘴挤出,沉积在制作面板或前一层已固化的材料上,温度低于固化温度时开始固化,通过材料的受控积聚逐步堆积形成最终成品,如图 1-8 所示。

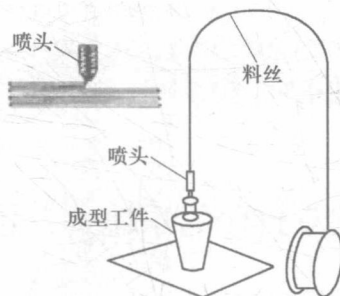


图 1-8 3D 打印技术示意图

(2) 3D 打印设备及材料。

设备型号: 3D 打印机 (××公司出品)、计算机等。

材料确定: 聚丙交酯 (PLA)。

(3) 3D 打印过程:

1) 创意设计 & 打印准备。选择所需零件的计算机三维模型, 通用格式为 STL 文件; 点击电脑上三维打印软件 (Aurora Calvo V1.0), 之后点击界面上 “Load” 键, 选择要打印的模型, 根据材料要求设置打印参数, 其中, 外壳厚度不能低于挤出头直径 (0.4mm) 的 80%, 而层高不能高于挤出头直径的 80%, 打印速度 (print speed) 指的是每秒挤出多少毫米的塑料丝。通常的设置下, 这个值在 30~40mm 之间就可以了。因为挤出头的加热速度是有限的, 因此每秒钟能熔化的塑料丝也是有限的, 打印温度设置在 200℃, 热床温度为 50℃。

2) 预热 PLA、进料。

① 打开打印机电源, 在打印机控制面板上点击准备, 预热 PLA。

② 点击打印机控制面板上准备、移动轴、Move 1mm、Move Z 一系列操作, 之后将制作平板下降到一定距离。

③ 将打印原料 PLA 放置在入料口, 上耗材时因为进料口正下方区还有一个孔位需插入, 防止没对上孔位, 需用剪钳斜剪耗材 (使之前的变尖), 将弯曲部分捋直, 一只手大拇指按住进料口旁边的螺丝, 另外一只手将耗材垂直插入到底, 直到喷嘴吐丝为止。其原理为: 热熔性丝材 (通常为 ABS 或 PLA 材料) 先被缠绕在供料辊上, 由步进电机驱动辊子旋转, 丝材在主动辊与从动辊的摩擦力作用下向挤出机喷头送出。

④喷嘴吐丝 30s 后, 将丝去掉。之后点击控制面板上准备、自动回原点。

3) 打印 PLA。点击电脑软件界面上的“Print with USB”和“Print”键, 软件界面会显示打印所需原料和时间。打印结束后得到一个 PLA 三维物理实体, 先设置平板下降一定高度(方法如第2)步), 小心取出模型, 同时用力压一下原料口, 使已经熔融的未打印 PLA 吐出, 避免发生再次使用设备进料口堵塞现象。之后关闭电脑和打印机电源。用砂纸打磨台阶效应比较明显处。如需要可进行原型表面上抛光。

1.4 创意打印的乐趣——梦想放飞

通过此次智造创想竞赛计划, 参赛者受益显著, 具体体现在以下几个方面:

(1) 针对材料专业学生, 通过“以赛代课”这种新颖的形式使他们掌握了 3D 打印这种新型材料制备工艺的原理及具体操作步骤, 将课本的专业理论知识与实践相结合, 引起学生自主学习的积极性, 教学效果良好。

(2) 此次智造创想竞赛计划充分调动了学生学习的主观能动性, 让学生主动参与到作品模型设计、作品打印及后续寓意阐述等过程, 锻炼了学生的创新能力、动手实践能力, 本赛课计划中参赛学生从专业、生活等各个角度进行作品设计, 获得评审教师好评。

(3) 此次智造创想竞赛计划充分挖掘了学生解决问题的能力, 如比赛过程中 3D 打印因为长时间高温喷头堵塞, 参赛学生从该设备的内部构造一一进行故障排除, 最终解决问题; 另有因打印模型支撑点问题导致打印效果不佳, 学生们积极尝试改变打印工艺参数、不断改变作品图样等方式解决问题, 在整个过程中学生们受益颇多。

(4) 此次智造创想竞赛计划锻炼了参赛学生的团队合作能力, 整个比赛过程以团队形式进行, 每人分工, 使学生了解团队合作的重要性, 为以后步入社会提供条件。

部分参赛者 3D 打印创意作品展示如下。

创意作品 1:

作品名称: Global BIC

作品创意说明: 该 3D 打印作品是一个球体, 配以 BIC 三个字符镂空, 正面为 2015 (见图 1-9)。首先英文字母“BIC”是 Biomedical International Class 的缩写, 所表示的是: 学生所在的班级为国际化的生物医学工程实验班, 所突出的是国际化, 全球化。其次 2015 是代表该班学生在 2015 年成为了 BIC 的一员。而选择的球体一是代表 BIC 力争成为全球化、国际化的人才, 二是代表学生们应该努力奋斗、艰苦学习、力争完美。总体寓意为 2015 级 BIC 应该德智体美劳全