

## 热点追踪

【编者按】2014 年 9 月 21 日,“2014 新材料国际发展趋势高层论坛——3D 打印材料技术前沿论坛”在与会代表的密切关注下,在西安高新技术开发区都市之门二层学术报告厅隆重召开,现场异常火爆,会场内外座无虚席。笔者全程听取了 10 位报告人关于 3D 打印材料,3D 打印技术的主要特征、进展以及在工业和生物医学领域应用前景等方面的报告。正如中国工程院卢秉恒院士的报告所说,3D 打印技术正在改变世界。3D 打印是一种颠覆性的制造技术,参照的是打印机技术原理,分层加工。传统制造技术是“减材制造技术”,3D 打印则是“增材制造技术”,它具有制造成本低、生产周期短、能最大限度满足个性化需求等优势。利用 3D 打印技术为飞机、宇宙飞船和聚变项目制造的零部件要比常规部件更轻、更坚固、更廉价。因为增材制造技术几乎是“零浪费”,并且相比焊接和熔合的方法,产品更坚固、更轻。因此,3D 打印技术被誉为“第三次工业革命最具标志性的生产工具”。

## 漫谈 3D 打印——机遇与挑战

朱宏康 贾豫冬 王 方

(西北有色金属研究院,陕西 西安 710016)

## 1 前 言

如同材料计算工程被冠以材料基因组的名称,增材制造技术被称为 3D 打印技术,这种更形象的叫法借助奥巴马总统的名人效应使得 3D 打印技术家喻户晓。3D 打印技术的最大优势在于人们可以量身定制(Tailored)或自由设计(Free Design)所需要的产品。这引起了各行各业设计人员的兴趣及热情,在全球掀起了 3D 打印热潮。甚至不少人梦想着能创办一间个人 3D 打印工作室。但是,3D 打印不是制造业的救星,或者说,至少在今后 5 年,不是“家庭工厂”的救星。面对如此火爆的场景,笔者通过综述世界各国 3D 打印技术的实际应用以及产业化中遇到的问题,认为在美好的机遇面前也一并存在着发展的诸多隐忧,希望狂热的关注者保持谨慎乐观的态度。

## 2 应用现状

3D 打印技术已吸引了全球矿商、金属公司和制造企业的关注,并开始进入工厂,在多个领域实施了应用:

- 世界最大矿商必和必拓(BHP)公司,拥有生产钛粉末的英国罗瑟勒姆公司(Metalysis Ltd.) 6.85% 的股权,其生产的粉末用于 3D 打印汽车零部件。

- 澳大利亚艾绿卡公司(Iluka Resources Ltd., ILU),全球第二大  $\text{TiO}_2$  生产商,在 2014 年 2 月投资 1 200 万英镑,占有英国罗瑟勒姆公司 18.3% 的股权。

- 宝钢正在支持澳大利亚的一个 3D 打印项目 Sandvik AB (SAND)。

- GE 航空部计划 2015 年投资 1.25 亿美元,利用 3D 打印机为飞机发动机制造燃油喷嘴。

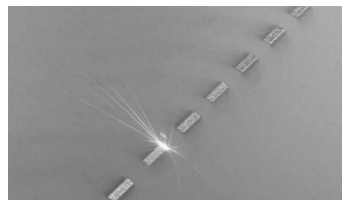
- 欧洲航天局公布了旨在“将 3D 打印带入金属时代”的计划,为飞机、宇宙飞船和聚变项目制造零部件。新部件要比常规部件更轻、更坚固、更廉价。因为增材技术几乎是“零浪费”,并且相比焊接和熔合的方法,产品更坚固、更轻。

- GE 子公司 Avio 增材制造公司开发了 3 kW 金属熔炼电子枪,其电子束的功率是激光的 10 倍。可以将钛粉变为飞机涡轮叶片。此电子枪打印技术避免了传统方法下 TiAl 冷却时的收缩、破损,能更好地控制 TiAl 性能。

- 法国空客公司(Airbus)同中国西北工业大学签署合作协议,探索未来飞机钛零部件增材制造技术的进一步应用。空客称其正在研究采用 3D 打印技术为 A320、A380 和 A350WXB 系列飞机制造特殊零部件或规格更大的机身结构件。空客预计,采用 3D 打印技术生产的零部件比采用传统生产方式轻 55%。3D 打印技术更适合小批量零部件的生产和样品试制。

- 空客 Airbus Group NV (AIR) 于 2014 年 3 月制造了第一个 3D 打印 A310 机组人员座椅。

- 德国 EOS3D 打印机公司拓展了其金属粉末产品:新增了具有抗腐蚀和生物兼容性的 EOS Titanium Ti64ELI 和 EOS Stainless Steel-316L,用来制造高质量 3D 金属零件。



直接的金属激光熔化

● 美国劳伦斯利福摩尔国家实验室研究人员开发了新的更有效的途径来解决增材技术所面临的巨大挑战,即利用选择性激光熔化技术,选取恰当的工艺参数,使零件得到期望的性能。

● 3D 打印技术开始进入工厂, Nike 公司已经提供 3D 打印的足球鞋。

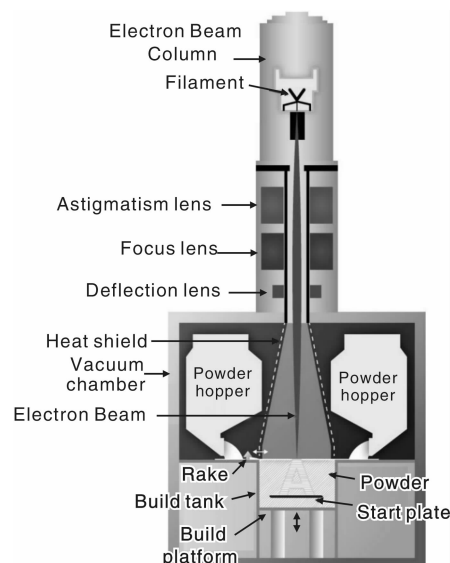
● 悉尼大学、哈佛大学、斯坦福大学和麻省理工大学的科学家已开展生物打印血管网络,仿制生长大型复合器官所需的人体循环系统。此举向生物打印可移植组织、器官更进了一步。

● 在传统的 3D 打印的概念中加入“时间”元素,被打印的物体可以随着时间的推移而在形态上发生自我调整。例如便于运输的条状家具,衣服在光、磁等外力作用下自动变形。

### 3 推动了金属需求

根据 McKinsey Global Institute 的一份研究报告,随着 2014 年 3D 打印激光烧结技术专利(University of Texas at Austin, 1980)的失效,3D 打印机在制造领域会变得更加普遍,因其比传统制造可以更快更便宜地制造零部件,因而正在被用来制造房屋、喷射式战斗机零部件、手枪和自行车等。而这需要矿产和金属公司提供原材料,因此对特种金属粉末的需求近 4 年来增加了 3 倍。

2013 年全球约 5.30 亿美元用在了 3D 打印的金属、塑料和陶瓷上,而 2009 年为 2.18 亿美元。其中对金属的需求由 1.2 亿美元增加到 3.26 亿美元。2013 年金属 3D 打印机的销量上涨 76%, 预计 2025 年,全球 3D 打印商品的总市值会达到 5 500 亿美元。随着金属粉末用量的增加及生产商生产工艺的进步,3D 打印零件的成本最终会比传统金属零件有更大的竞争力。生产成本的降低将加剧钛产品与钢、铝等相关产品竞争。



EBSM 成型示意图

### 4 未来展望

澳大利亚 Monash 大学的 Xinhua Wu 教授与法国防务承包商赛峰集团(Safran SA)合作生产 3D 航空零件。但她对 3D 打印市场保持了谨慎态度。因为应用于航空和医疗领域的金属粉末必须遵循严格的标准,需要有多年的技术沉淀,而维系低成本的产品市场更需要时间。事实上,在本次“3D 打印材料技术前沿论坛”上,多位专业从事 3D 打印的行内专家一致认为,3D 打印并不像外界所想象的,买了设备就可生产那么简单,在此过程中会遇到各种各样的困难。比如,如何保证不同批次原材料粉末纯净度的一致性,打印过程中的工艺质量、控制,以及后期成品的表面处理等等。使用 3D 打印技术制造产品,其质量的稳定性至关重要。因为一种新材料要在航空上应用,需要经过 10 多万次的测试,而最终产品更是需要以高质量和低成本占领市场,而要实现商业化则更难。

目前,3D 打印市场需求还很小,需要几年时间的磨合才能广泛用于商业生产。3D 打印机要么太慢,要么太贵,或者由于可使用的材料限制,难以做出人们想要的产品。到目前为止,阻碍 3D 打印达到应有规模的最大因素始终是它的实用性。对于效率低的问题,有报告人指出,一台慢,可以同时用 100 台进行打印就不慢了。但是这种想法是需要建立在合理的成本预算之内的,现实操作实属不易。

3D 打印技术的最大优势在于人们可以量身定制(Tailored)或自由设计(Free Design)所需要的产品,这对专业的设计人员和软件提出了高层次的要求。

尽管如此,3D 打印技术在人们的观念中仍是无所不能的。据预测,3D 打印设备及服务市场将在 2018 年以前增长两倍。因此面对目前的 3D 打印市场,我们应保持谨慎乐观的态度,美好的机遇面前也存在着发展隐忧。我国 3D 打印行业还存在以下不足:①科研单位与企业间缺乏有效沟通与合作;②3D 打印用新材料的研发还需加强。目前材料的限制使 3D 打印的价格居高不下,与传统规模化制造业竞争时体现不出明显优势。因此,笔者认为,在未来进入 3D 打印行业之前,企业首先要做好技术沉淀、市场定位和成本控制,避免像某些 LED 产业一样,重资引进大批量的 MOCVD 设备,而本产业却利润甚微,过多依赖政府补贴。

#### 参考文献

- [1] David Stringer. 3-D Printers Making Jets and Bikes Drive Demand for Metal, Bloomberg (2014-8-20).
- [2] Andrew Tarantola. This Electron Gun Turns Titanium Powder into Turbine Blades for Planes, Monster Machines (2014-09-01).
- [3] High-Quality 3-D Metal Parts using Additive Manufacturing, Lawrence Livermore National Laboratory (2014-06-16).