

3D 打印技术与产业的发展及前景分析

王雪莹

(上海市科学学研究所, 上海 200235)

摘要: 3D 打印技术是一种新兴的快速成型技术, 近一段时间以来受到了社会的广泛关注。文章对 3D 打印的技术体系和国内外产业发展现状、发展态势作了综合介绍, 以国际产业调查资料为依据对 3D 打印领域未来的产业发展前景和技术发展趋势作了预见性分析, 并对现阶段的 3D 打印产业投资和技术研发提出建议。

关键词: 3D 打印; 快速成型; 添加制造; 智能制造

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1009-2374 (2012) 26-0003-03

3D 打印 (3D Printing) 技术作为快速成型领域的一种新兴技术, 目前正成为一种迅猛发展的潮流。近一段时间, 3D 打印技术吸引了国内外新闻媒体和社会公众的热切关注。英国《经济学人》杂志 2011 年 2 月刊载封面文章, 对 3D 打印技术的发展作了介绍和展望, 文章认为: 3D 打印技术未来的发展将使大规模的个性化生产成为可能, 这将会带来全球制造业经济的重大变革。很多新闻媒体乐观地认为: 3D 打印产业将成为下一个具有广阔前景的朝阳产业。

1 3D 打印技术简介

3D 打印技术是指通过连续的物理层叠加, 逐层增加材料来生成三维实体的技术, 与传统的去除材料加工技术不同, 因此又称为添加制造 (AM, Additive Manufacturing)。作为一种综合性应用技术, 3D 打印综合了数字建模技术、机电控制技术、信息技术、材料科学与化学等诸多方面的前沿技术知识, 具有很高的科技含量。3D 打印机是 3D 打印的核心装备。它是集机械、控制及计算机技术等为一体的复杂机电一体化系统, 主要由高精度机械系统、数控系统、喷射系统和成型环境等子系统组成。此外, 新型打印材料、打印工艺、设计与控制软件等也是 3D 打印技术体系的重要组成部分。

目前, 3D 打印技术主要被应用于产品原型、模具制造以及艺术创作、珠宝制作等领域, 替代这些领域传统依赖的精细加工工艺。3D 打印可以在很大程度上提升制作的效率和精密程度。除此之外, 在生物工程与医学、建筑、服装等领域, 3D 打印技术的引入也为创新开拓了广阔的空间。如 2010 年澳大利亚 Invetech 公司和美国 Organovo 公司合作, 尝试以活体细胞为“墨水”打印人体的组织和器官, 是医学领域具有重大意义的创新。

2 3D 打印技术及产业国际国内发展现状

2.1 国际情况

经过十多年的探索和发展, 3D 打印技术有了长足的进步, 目前已经能够在 0.01mm 的单层厚度上实现 600dpi 的精细分辨率。目前国际上较先进的产品可以实现每小时 25mm 厚度的垂直速率, 并可实现 24 位色彩的彩色打印。

目前, 在全球 3D 打印机行业, 美国 3D Systems 和 Stratasys 两家公司的产品占据了绝大多数市场份额。此外, 在此领域具有较强技术实力和特色的企业/研发团队还有美国的 Fab@Home 和 Shapeways、英国的 Reprap 等。

3D Systems 公司是世界上最大的快速成型设备开发公司。于 2011 年 11 月收购了 3D 打印技术的最

早发明者和最初专利拥有者Z Corporation公司之后，3D Systems奠定了在3D打印领域的龙头地位。Stratasys公司2010年与传统打印行业巨头惠普公司签订了OEM合作协议，生产HP品牌的3D打印机。继2011年5月收购SolidScape公司之后，Stratasys又于2012年4月与以色列著名3D打印系统提供商Objet宣布合并。当前，国际3D打印机制造业正处于迅速的兼并与整合过程中，行业巨头正在加速崛起。

表1 3D打印领域国际主要企业/研发团队及其技术特色

主要企业 / 团队	技术优势和特色
3D Systems	分辨率高达 600dpi 成型尺寸较大，可整体打印超大模型 全彩 3D 打印技术 熔融材料高分辨选择性逐层喷射技术 工艺经济性、方便性较高
Stratasys	FDM（熔融沉积成型）技术 逐层喷射，光敏固化技术 精细度高，能够建立光滑表面、细小特征和复杂形状 能够喷射第二种材料为所需形状建立支撑
Fab@Home	低价家用 3D 打印机 开源的简易 3D 打印机设计方案
Shapeways	包括塑料、陶瓷在内的多种材质打印 在线 diy 设计打印服务
Reprap	可自身复制的 3D 打印机 开源的软硬件技术资料

目前在欧美发达国家，3D打印技术已经初步形成了成功的商用模式。如在消费电子业、航空业和汽车制造业等领域，3D打印技术可以以较低的成本、较高的效率生产小批量的定制部件，完成复杂而精细的造型。另外，3D打印技术获得应用的领域是个性化消费品产业。如纽约一家创意消费品公司Quirky通过在线征集用户的设计方案，以3D打印技术制成实物产品并通过电子市场销售，每年能够推出60种创新产品，年收入达到100万美元。

2.2 国内情况

自20世纪90年代以来，国内多所高校开展了3D打印技术的自主研发。清华大学在现代成型学理论、分层实体制造、FDM工艺等方面都有一定的科研优势；华中科技大学在分层实体制造工艺方面有优势，并已推出了HRP系列成型机和成型材料；西安交通大学自主研发了三维打印机喷头，并开发了光固化成型系统及相应成型材料，成型精度达到

0.2mm；中国科技大学自行研制了八喷头组合喷射装置，有望在微制造、光电器件领域得到应用。但总体而言，国内3D打印技术研发水平与国外相比还有较大差距。

近年来，国内如深圳维示泰克、南京紫金立德、北京殷华、江苏敦超等企业已实现了3D打印机的整机生产和销售，这些企业共同的特点是由海外归国团队建立，规模较小，产品技术与国外厂商同类产品相比尚处于低端。目前，国产3D打印机在打印精度、打印速度、打印尺寸和软件支持等方面还难以满足商用的需求，技术水平有待进一步提升。在服务领域，我国东部发达城市已普遍有企业应用进口3D打印设备开展了商业化的快速成型服务，其服务范围涉及到模具制作、样品制作、辅助设计、文物复原等多个领域。与内地相比，我国港台地区3D打印技术引入起步较早，应用更为广泛，但港台主要着重于技术应用，而非自主研发。

3 3D打印产业的未来发展前景

根据国际快速制造行业权威报告《Wohlers Report 2011》发布的调查结果，全球3D打印产业产值在1988~2010年间保持着26.2%的年均增长速度。报告预期，3D打印产业未来仍将持续较快地增长，到2016年，包含设备制造和服务在内的产业总产值将达到31亿美元，2020年将达到52亿美元。

但3D打印技术要进一步扩展其产业应用空间，目前仍面临着多方面的瓶颈和挑战：一是成本方面，现有3D打印机造价仍普遍较为昂贵，给其进一步普及应用带来了困难。二是打印材料方面，目前3D打印的成型材料多采用化学聚合物，选择的局限性较大，成型品的物理特性较差，而且安全方面也存在一定隐患。三是精度、速度和效率方面，目前3D打印成品的精度还不尽人意，打印效率还远不适应大规模生产的需求，而且受打印机工作原理的限制，打印精度与速度之间存在严重冲突。四是产业环境方面，3D打印技术的普及将使产品更容易被复制和扩散，制造业面对的盗版风险大增，现有知识产权保护机制难以适应产业未来发展的需求。

Gartner公司2011年发布的最新技术发展展望报告判断：3D打印技术目前正在进入概念炒作的

高峰阶段,其技术还有待充分成熟,主流市场也有待进一步培育。Gartner公司研究人员认为,3D打印技术成熟到适应市场需求还将需要5~10年的时间。在这一较为漫长的发展过程中,产业可能会面临增长期望落空、技术遭遇瓶颈以及投资撤离等风险。

总之,从中长期看来3D打印产业具有较为广阔的发展前景,但目前产业距离成熟阶段尚有较大距离,对于3D打印市场规模的短期发展不宜过分高估。因此,现阶段产业界对3D打印领域的投入应以加强创新研发、技术引进和储备为主,尤其要重视自主知识产权的建设和维护,争取在未来的市场竞争中占据有利地位。如受到概念炒作影响,在技术尚未充分完善的现阶段大规模投入产能扩张,则投资回报将面临着较大的风险。

4 3D打印技术未来发展的主要趋势

随着智能制造的进一步发展成熟,新的信息技术、控制技术、材料技术等不断被广泛应用到制造领域,3D打印技术也将被推向更高的层面。未来,3D打印技术的发展将体现出精密化、智能化、通用化以及便捷化等主要趋势。

提升3D打印的速度、效率和精度,开拓并行打印、连续打印、大件打印、多材料打印的工艺方法,提高成品的表面质量、力学和物理性能,以实现直接面向产品的制造;开发更为多样的3D打印材料,如智能材料、功能梯度材料、纳米材料、非均质材料及复合材料等,特别是金属材料直接成型技术有可能成为今后研究与应用的又一个热点;3D打印机的体积小型化、桌面化,成本更低廉,操作更

简便,更加适应分布化生产、设计与制造一体化的需求以及家庭日常应用的需求;软件集成化,实现CAD/CAPP/RP的一体化,使设计软件和生产控制软件能够无缝对接,实现设计者直接联网控制的远程在线制造;拓展3D打印技术在生物医学、建筑、车辆、服装等更多行业领域的创造性应用。②

参考文献

- [1] Print me a Stradivarius[J]. Economist,2011-2-10.
- [2] The printed world[J]. Economist,2011-2-10.
- [3] Wohlers Associates Inc. Wohlers Report 2011[R]. 2011.
- [4] Gartner Inc,上海市科学学研究所. 新兴技术的炒作周期曲线 [R]. 2011.
- [5] 古丽萍. 蓄势待发的3D打印机及其发展 [J]. 数码印刷, 2011,(10).
- [6] 刘厚才,莫健华,刘海涛. 三维打印快速成形技术及其应用 [J]. 机械科学与技术,2008,(9).
- [7] 陈步庆,林柳兰,陆齐,等. 三维打印技术及系统研究 [J]. 机电一体化,2005,(4).
- [8] Dimitrov D, Schreve K, de Beer N. Advances in Three Dimensional Printing—State of the Art and Future Perspectives[A]. 10th European Forum on Rapid Prototyping and Manufacturing[C]. Paris, France Sep,2004.

基金项目:上海市软科学基金项目(项目编号暂时待定)

作者简介:王雪莹(1981-),男,江苏人,上海市科学学研究所创新战略研究室副主任,博士,研究方向:科技创新发展战略、高新技术产业化等。

(责任编辑:王书柏)