



## 增材制造：金属打印的技术变革

增材制造技术，或称3D打印技术，根据电脑设计模型、采用材料逐层累加的方法制造产品，被寄予全面革新制造业的厚望。然而，尽管获得媒体的广泛报道，增材制造尚未在实际生产实践中得到大规模应用。

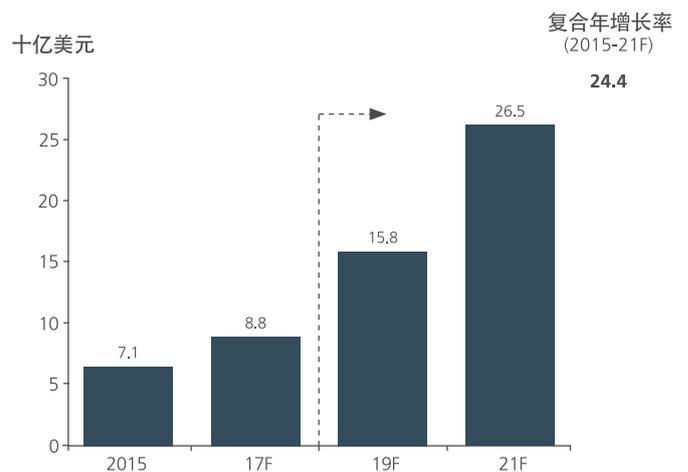
理论上，增材制造技术可以制造更好的产品，包括更多的产品种类、更优的产品表现、更长的使用寿命和更轻的单位重量。同时，该技术还将带来生产工艺和流程的简化。例如：交货时间由于生产周期的缩短大大加快、生产地点的选择更加灵活、生产工具得以简化、生产废料较传统工艺相比大大减少。

尽管总体市场规模较小，但是增材制造行业正在快速发展，增速强劲。目前，全球增材制造市场规模约为70亿美元，预计未来6年年复合增长率将高达24%，2021年市场规模约为265亿美元。

增材制造市场一般以光聚合物和热塑材料为主，金属材料只占其中很小一部分。但近年来，金属打印这一细分市场高速发展，为工业品领域的零部件加工带来了全新的可能。

金属打印能否在生产效率、质量稳定性和成本控制上满足汽车等行业大规模商业化生产的需求，

表 1  
增材制造市场规模预测



资料来源: Wohlers; L.E.K.分析

目前仍是未知数。但有理由相信，金属打印一旦得到大规模应用，必将为当前工业化生产带来变革。

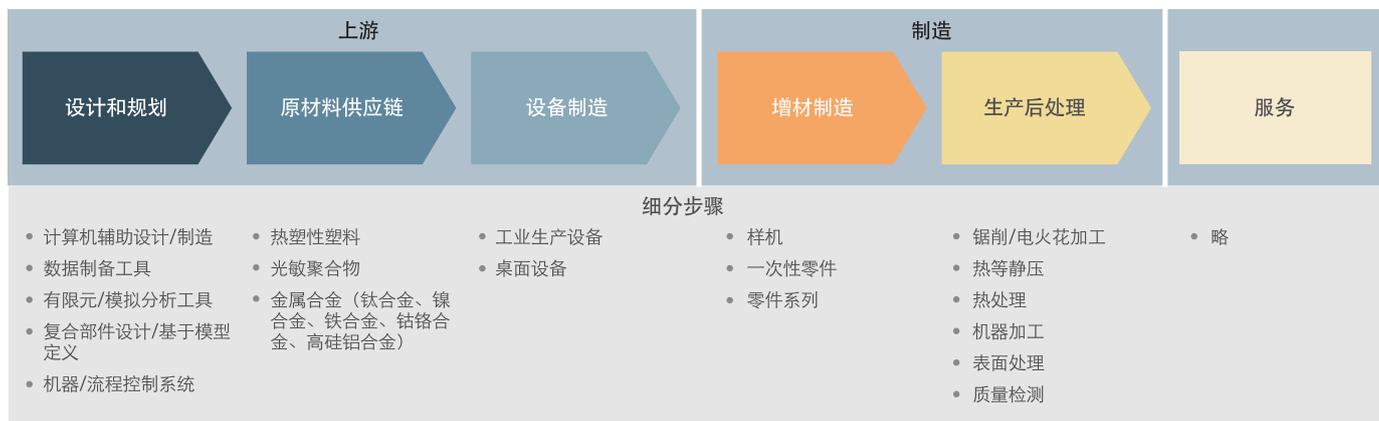
考虑涉足金属打印行业的厂商和投资者，应摩厉以须，迎接可能到来的行业变革。竞争策略的制定，应基于对金属打印技术的应用领域及其价值链的洞察，如此，才有望把握住短期、中期和长期的行业转折点。

《增材制造：金属打印的技术变革》的作者Frédéric Dessertine和Florian Funke分别为L.E.K.巴黎分公司及伦敦分公司合伙人。

如需了解更多详情，请发送电子邮件至[china.tech@lek.com](mailto:china.tech@lek.com)



**表 2**  
**增材制造价值链**



注释：有限元分析（Finite element analysis）；复合部件设计（Composites part design）；基于模型定义（Model-based definition）；电火花加工（Electrical discharge machining）；热等静压（Hot isostatic pressing）  
资料来源：L.E.K.分析

## 增材制造行业价值链

增材制造行业包括上游、制造和服务价值链的六大步骤（参见图2）。其中，上游模块尤为重要，需要将高度复杂的零部件转化为图纸和3D模型（涉及设计、扫描、打印和检查软件）。目前已有不少企业进入这一价值链模块。

过去几年中，增材制造行业内的企业经历多轮的创业和整合，头部厂商确立行业领先地位。Autodesk和Materialise是最主要的增材制造软件供应商，部分公司业务涉及行业价值链的多个环节，例如Stratasys生产3D打印机和打印后续处理。部分3D打印机生产商也自行生产金属粉末，但随着行业分工的成熟化，他们开始向专门金属粉末厂商采购。

预计行业价值链未来将继续快速演变，随着材料成本的下降和生产工艺的简化，增材制造的单位生产效率将大大提高，并最终带来重大行业变革。价值链的中间环节将得以简化，尤其在生产和生产后续处理环节。

生产流程将被重塑和重整，发展出一个无缝链接的，端到端价值链。整合可以通过企业内部价值链延伸或企业之间的战略合作来达成，OEM厂商尤其需要增强对价值链各环节的深入了解。其中，知识产权保护、软件研发和设计能力尤为重要。

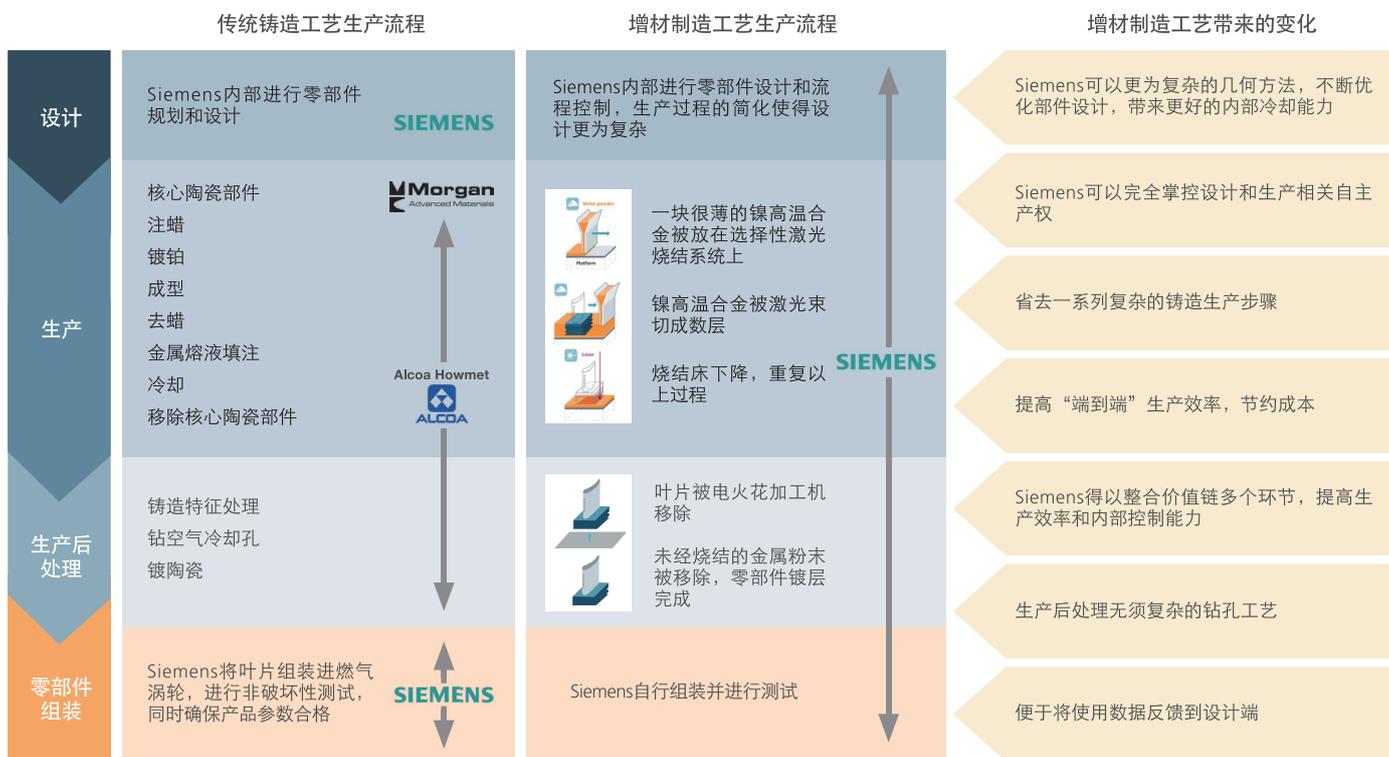
生产效率的提高、增材制造技术带来的新产品和产品质量改善，将进一步刺激需求端的增长，企业需要把握和利用好发展时机，而其中，备件生产和翻新将是两个最重要的近期机会。

## 金属打印先驱：Siemens和GE

2017年2月，Siemens推出金属打印技术生产的燃气涡轮叶片，预示着从前期设计到生产后处理的全线金属打印技术将带来的重大变革。（参见图3）

Siemens首先研发出基于金属打印技术的燃气涡轮叶片样品，并对样品进行抗高压能力测试（包括物理加压、高温和高离心力），在将该样品安装到涡轮机并成功测试后，Siemens开始量产金属打印的涡轮叶片，发展涡轮机的零部件后市场。

**表 3**  
**工业燃气涡轮叶片**



资料来源: L.E.K. 研究与分析

通过金属打印技术的应用和生产环节的内部控制，Siemens主要获益如下：

- 便于不断改进设计，优化涡轮叶片产品表现
- 全面掌握核心知识产权
- 省去传统生产流程中的铸造和打孔等多个复杂环节
- 省去供应商环节，提高产品利润率

通过应用金属打印技术，Siemens的整个生产周期仅为18个月，与传统生产工艺相比，生产周期大大缩短。此外，零部件金属打印技术也可反哺其他产品的工程设计，为Siemens未来金属打印技术的产品种类拓展做好准备。

此外，Siemens还将金属打印技术成功应用于涡轮机喷头的维修。此前，喷头的维修需要替换掉大部分喷头，再用传统方法重新安装新的喷头。如今，通过金属打印技术的应用，只需要替换掉一小部分喷头，再用金属打印零件填充即可。维修周期

从44周缩短到4周，大大提高顾客供货效率、减少维修成本。

GE是另一家将金属打印技术应用于全线生产的先驱。它在金属打印技术发展上共计投资15亿美元，其中5千万美元用于投资一家位于阿拉巴马州的工厂，主要生产金属打印LEAP飞机引擎燃油喷嘴（预计2020年喷嘴产量达到35,000个）。跟由20个零部件组成的传统燃油喷嘴相比，使用金属打印技术生产出来的燃油喷嘴为一个整体零件，重量减少25%，且使用寿命延长5倍。喷嘴重量的减轻，为航空业客户带来燃油成本的显著下降。

## 创新推动金属打印技术的应用

尽管金属打印市场仍处于萌芽状态，GE、Siemens和Michelin / Fives with AddUp等企业金属打印技术创新的成功并非个例。多类金属被广泛应用于航空航

# 领袖视角

天、汽车、航海、医药和牙科等诸多行业。

然而，金属打印技术目前大多应用于中小型的复杂高值零部件，而这些零部件本身不需要大规模的产量，GE和Siemens的案例便是如此。

其中一大原因在于，粉末床熔合技术（Powder Bed Fusion）仍是主流，通过热能选择性地熔化金属粉末层区域。市面上大多数（约80%）金属打印机所使用的都是这项技术。

然而，一项新兴的金属打印技术，即定向能量沉积技术（Directed Energy Deposition），正在兴起。该技术与传统粉末床熔合技术相比，生产效率更高，能以更低的单位成本生产更大、更为复杂的零部件，将进一步推动金属打印技术领域的创新。

短期内，金属打印技术用于大规模生产工业金属部件也许不大现实，也不大可能全面替代传统生产工艺，但技术的发展正在开拓更多的行业机会。未来，传统生产技术下的诸多环节将进一步减少和整合，带来整个行业价值链的精简。

对于OEM厂商来说，拥有一套高成熟度的软件，对于产品设计和生产流程的优化很重要。拥有横跨整条价值链的全面能力也尤为重要，可以通过企业间的战略合作来完成。

这将是一个渐进式发展的行业，需要厂商重新审视自己的商业模式，识别成功应用3D打印技术所需的核心竞争力。

## 作者介绍



Frédéric Dessertine 是L.E.K.巴黎分公司的合伙人。他于2005年加入L.E.K.，拥有超过23年的管理咨询及行业经验，在建造及建筑领域具备丰富的项目经验。



Florian Funke 是L.E.K.伦敦分公司的合伙人，专注于工业技术等领域，项目经验包括为工业领域的客户制定战略、提高业绩，和交易咨询等。

## 关于L.E.K.

L.E.K.是全球领先的战略咨询企业，致力于运用深厚的行业经验和缜密的分析协助商业领袖作出更具实效的决策、持续提升业绩并创造更大的股东价值。我们为众多行业领先的企业提供战略咨询服务——包括大型跨国企业、政府机构、私募股权基金以及新兴的创业企业等。L.E.K.成立至今已有三十多年，目前拥有1,400多名专业咨询顾问，全球各主要市场。L.E.K.于1998年进入中国开展业务，是高科技咨询及投资等领域的领军型咨询公司，业务覆盖整个产业链和生命周期，旨在为客户提供深入的市场洞见及有效的战略方案。欲了解更多公司详情，请访问[www.lek.com](http://www.lek.com)。

## L.E.K.上海分公司

中国上海市南京西路1168号  
中信泰富广场34楼  
邮编: 200041  
电话: 86.21.6122.3900  
传真: 86.21.6122.3988  
电邮: [lekchina@lek.com](mailto:lekchina@lek.com)

L.E.K. Consulting是L.E.K. Consulting LLC的注册商标。本文档中提及的所有其他产品和品牌均为其各自所有者的财产。  
© 2019 L.E.K. Consulting Limited

