

卢秉恒：让 3D 打印更智能

撰文 / 赵龙

“3D 打印在制造类型中属于增材制造，与等材制造和减材制造相比，增材制造仅仅有 30 多年的发展历史，作为一个全新的技术发展潜力巨大。”近日举行的“3D 打印研究院考察团一百人行”活动上，卢秉恒院士在以“增材制造技术的国内外进展及产业发展趋势”为题的报告中如是说。

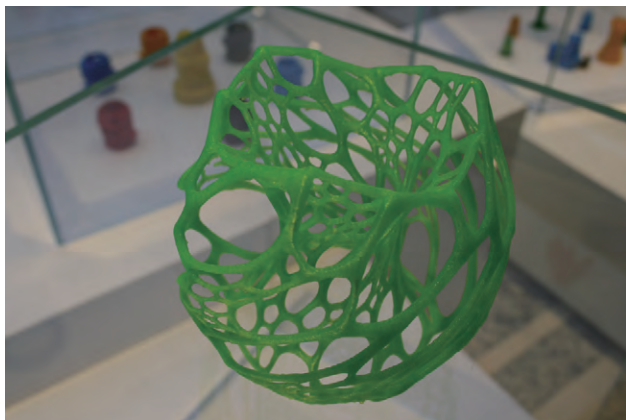


3D 打印改变制造业

作为智能制造的重要技术，3D 打印是典型的信息化和制造相结合，产品的“每一个点”都是由计算机控制的。曾经有包括资深专家在内的很多人，对 3D 打印技术是否适用于航空航天领域存有疑问。一个零件存在着上亿个“打

印点”，任何一个点打印不好，机器在使用时都会出现问题。其实，正是因为智能化的 3D 打印是微观的制造、微观的控制，计算机可以控制到每一个“点”上，所以 3D 打印零件的材料强度非常好，残品率低于铸造。在航空航天领域，传统锻造的材料利用率不足 3% ~ 10%，采用 3D 打印技术能节约大量贵重材料，并提高零件表面的耐磨性，甚至是抗挤压性。

据卢院士介绍，在飞机发动机研发领域，如果比原来的发动机燃油效率提高 15%，就可以认为是新一代的发动机。美国某飞机发动机喷嘴过去是 20 多个零件的装配体，相应要求每一个零件都要做到严谨和精密加工。现在，该公司采用 3D 打印技术生产，使整个发动机喷嘴成为一个零件，彻底淘汰了旧的生产工艺。经测试，发现该款发动机的燃油效率提高了 15% 以上。这就相当于研发出了新一代飞机发动机。通常研发一款新的发动机要花费几十亿甚至上百亿美元才能做到。



3D 打印技术的发展同时带动了材料科学的创新。卢院士介绍了美国正在研发的某型火箭发动机的零件，可以承受 3315℃ 高温。“以前最好的材料能耐 2000℃，如果到 3000℃ 以上，什么东西也都熔化了。但是 3D 打印的某些材料可以耐到 3000℃，甚至 5000℃。”卢院士认为，用这种概念可以创造出很多新的材料，获得更高的强度。

卢院士特别指出，在发展 3D 打印装备的同时，还要注重开发具体的应用技术，比如航空航天和汽车等重点领域，把各个工程领域的应用做好才能取得最大的效益。



从“物联网”到“务联网”

3D 打印带来的不仅是工艺和材料上的创新，更是生产模式的创新。众筹、众创和众包等都是基于互联网的崛起而迅速发展的新兴市场模式。卢院士在接受采访时谈到，制造业的服务化趋势凸显，但工业 4.0 中的“务联网”这一理念还没有得到充分的重视。

“务联网”作为一个新概念，是由欧盟首先提出的。IBM 的“智慧的地球(Smarter Planet)”发展战略与“务联网”异曲同工。这一战略得到美国政府的高度重视，其核心是：无处不在的智能对象，被无处不达的网络与人连接在一起，再被无所不能的超级计算机调度和控制。互联网已经不单纯是一个技术平台，更是一个提供业务服务的平台。人们对互联网的使用也从最初的信息共享，基于网络的应用系

统，发展到基于云计算的大规模服务。越来越多的服务通过互联网来提供。

3D 打印促进了“务联网”的发展，使人们的创新精神得到鼓励。隶属于企业内的设计师以往对于工作之外的创新力不从心。今后，创新设计成果可以放在网络云端，产业化制造并进行销售。设计师不再仅仅属于某个企业，万众创新的时代从此开启。消费者在网上选择自己喜欢的产品后，或在自己家里或委托其他服务方 3D 打印出产品。众筹、众包及个性化、定制式设计制造是制造业正在发展的一个新模式。“我们可以通过网络平台来实现各种各样的需求，形成大的订单。”

现在 3D 打印可能把个人创业变得非常简单。这对现有的产业模式、社会生产模式都会带来非常大的冲击，如同电商对商铺所带来的冲击一样猛烈。这一切都是网络技术兴起带来的变革。新模式的诞生验证了管理大师德鲁克 20 多年前的预见，组织更像一个个 NGO 和社区，而不是公司。不要想当然地认为公司制就是人类最好的生产方式，公司制不过是人类社会近 150 年来选择的一种生产方式。

同时，“务联网”也为制造业提供了服务生态环境，加速了制造业的服务化。制造企业可通过服务联网提供的外部资源，轻松发展各种深度服务。这也让 3D 打印有了更多的用武之地。在服务联网中，以前很难联系到一起的服务有可能得以连接，通过相互配合共同向外提供服务。这种现象将促进不同产业的聚合，将使 3D 打印为消费者提供更多更直接的服务。

3D 打印的 10 个发展趋势

在此次活动的主题报告中，卢院士特别指出了 3D 打印的 10 个发展趋势。

(1) 3D 打印走向 5 个 any，可以在任何领域，在任何场所，用任何材料，打印出任何形状、任何数量的产品。

(2) 3D 适合个性化制造，将开创以个性化制造生产为主的时代。

(3) 3D 打印从控形制造走向控形控性制造，逐点瞬态热历程及其历史效应将被深入研究。

(4) 3D 打印的装备走向智能化，把控形控性研究的优化工艺固化在软件中。

(5) 基于用 3D 打印工艺的产品和装备再设计是 3D 打印取得效益的重要途径。

(6) 3D 打印从增量走向增材，是实现节约型制造的

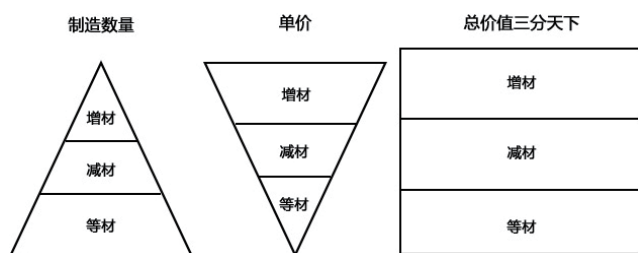
最佳途径。

(7) 3D 打印从宏观结构走向微观结构，与微纳科技融合。

(8) 3D 打印正在由 3D 发展到 4D 乃至 5D 打印，组织支架制造及细胞打印正在成为人体器官再创的主要途径。

(9) 3D 打印将带来重大的科技创新，在多领域成为科技创新的平台。

(10) 未来 3D 打印（增材制造）与等材制造和减材制造将从技术概念上的三分天下走向价值分享的三分天下。



3D 打印逐渐走向智能化

3D 打印的历史只有 30 多年，如今无论是从技术、材料、设备 and 应用都实现了大幅突破。3D 打印装备在逐渐走向智能化，能感知，能反馈。通过软件与传感器的精确控制，为提高产品的性能质量、延长产品寿命提供可靠的保障。卢院士指出，现在 3D 打印在工业领域和生活领域的应用相对还是较少的，全世界只有 30 亿美金左右的产值，与数万亿美元的制造市场相比差距甚远。但是，3D 打印就像刚刚发出的一个小芽，这个小芽以后会长成为参天大树，会形

成茂密森林。现在 3D 打印还处于技术的发展期，产业的萌芽期，还有很大的发展空间。

“每一个科研工作者，应该是各种各样的梦想家，要有各种各样的梦，才能激发我们创造的热情。”卢院士认为，3D 打印目前虽然还存在着一些问题，还需要更多的行业标准以及投资支持。但这些都是发展中的问题，工程技术人员、科学家们正在努力探索，问题必将逐一得到解决。不过，企业涉足 3D 打印领域暂时还不要太“任性”，毕竟这个市场才刚刚发展起来。

本次活动由 e 创客网总编江彦发起，并与北京 3D 打印研究院共同组织。在聆听了卢院士的报告后，与会者还参观了北京 3D 打印研究院。研究院建筑面积约为 3500 平方米，拥有上百台系列化三维扫描和 3D 打印设备，是目前国内规模最大、设备最齐全的 3D 打印中心。北京 3D 打印研究院由北京城市学院和西安交大快速制造国家工程研究中心共同组建，院长卢秉恒为 3D 打印领域唯一中国工程院院士。

记者手记

3D 打印对于制造业而言已经不是一个新概念，快速成型技术一直贯穿应用于产品的研发流程。笔者的理解是，这轮 3D 打印技术来袭，目标是制造。3D 打印已经从研发开始转向产业化应用，与信息网络技术深度融合后，必将给传统制造业带来变革性影响。新一轮科技革命和产业变革正在兴起。“3D 打印研究院考察团一百人行”活动为行业人士提供了交流机会，并对 3D 打印技术、应用及发展前景进行了深入的探讨。IM

