

借助新型
3D 打印材料
降低生产成本



借助新型 3D 打印材料降低生产成本

作为制造商，您的思维模式决定了 3D 打印 (3DP) 及其功能是否能助您成功克服生产难题。您的“3D 打印模式”在很大程度上决定了您如何看待这项技术，以及它能否为您提供帮助。坦白而言，任何认为 3D 打印并非制造技术，或材料的能力不足以进行生产制造的观念都已过时。

借助新型 3D 打印材料降低生产成本

事实上，越来越多的制造公司都迅速普及了 3D 打印技术。普华永道会计师事务所 (PwC) 将 3D 打印视为对多个行业有着重大影响的“八大关键”技术之一。PwC 在 2020 年的一篇文章¹中指出，随着制造业成为 3D 打印的重点领域，全球疫情只会加快这类技术的采用进程。

新型非金属材料不断出现将进一步加强 3D 打印在制造业中的地位。先进的高强度聚合物已经出现，并且用于许多关键应用领域。随着 3D 打印技术的不断发展，对这项技术的采用和应用也将持续增加，这将对传统制造多年来循序渐进的发展模式构成挑战。

另一种看待这一问题的方法是，从有限的角度审视 3D 打印的制造能力，若您的公司已经落后，这将给您的竞争对手带来了优势。这一事实在 2016 年《福布斯》的一篇文章中得到了呼应，文章援引了一位非常精明的来自中西部领先工业设备制造商的首席执行官的发言。这位首席执行官认为，在市场进行技术革新之前，公司需要利用 3D 打印等先进技术先进行自我革新。

采用 3D 打印技术和高性能材料的分立产品制造商将比竞争对手发展得更快，相比不采用 3D 打印的制造商，他们能更充分地意识到时间和成本效益。这些都是记录在案的事实，将在本白皮书中予以展示。

针对 3D 打印对制造业可能产生的影响，为帮助您评估您目前所作的假设，请思考下列问题：

- 更有效、可快速更换的模具和制造辅具能在多大程度上提高您的生产效率和降低成本？
- 如果用轻巧而坚固的 3D 打印替代品来替代金属零件或模具，高性能材料能否带来降低成本的新机会？
- 功能性快速原型制作和高强度材料能在多大程度上缩短产品开发周期、降低成本并加快获利？

如果您尝试过使用桌面级打印机进行 3D 打印，与制造业专用的 3D 打印机相比，您是否评估过其在可靠性、可重复性和打印质量方面的实际成本？

事实上，Stratasys FDM® 3D 打印技术可为制造商提供便捷、有效的解决方案，以克服日常工作中常见的挑战：降低成本、提高生产效率、最大限度地缩短交付周期并减少延误。

本白皮书的其余部分将重点介绍这类解决方案，并向您展示从小型到大型的制造商们如何从这项技术中获益。

1 - <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/essential-eight-technologies.html>

缩短模具的交付周期并降低成本

选用材料：ULTEM™ 9085

满足需求的打印机：Fortus 450mc™ /
Fortus 900mc™ / F900™

Genesis Systems Group 总部位于爱荷华州达文波特，该公司设计、制造和实施机器人自动化系统，凭借其出色的专业能力为汽车、建筑、航空和房车等行业提供一系列产品。Genesis 的专长之一是制造用于修整复合零件的机器人，也叫水流喷射切割系统。Genesis 使用连在机械臂上的末端执行器或“夹持器”来固定零件。

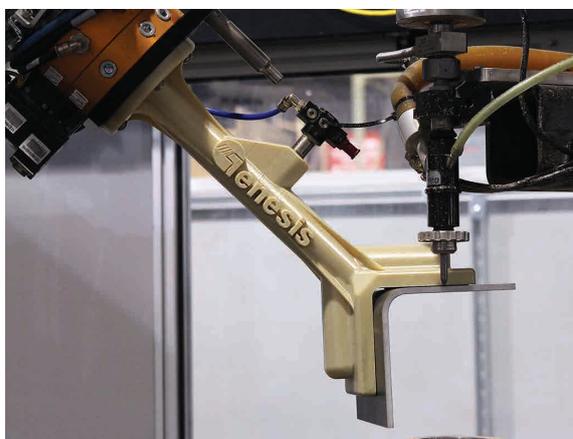
Genesis 曾依赖于 CNC 加工来制作这类夹持器，导致交付周期长、成本高。作为替代方案，Genesis 工程师分析了使用 3D 打印来缩减制作夹持器所需时间和成本的可行性。他们发现，大多数 3D 打印零件的坚固度不足以经受住严酷的水流喷射切割工艺，但由高强度 ULTEM 9085 树脂材料制成的夹持器可以轻松胜任。此外，通过为气动空气管路制作内部通道，工程师能够利用 FDM 技术制作错综复杂的形状，使夹持器可以固定真空中的零件。这样就不再需要那些笨重的、在水流喷射环境中易损坏的外部气动管路了。

借助 3D 打印，Genesis 将制作末端执行器的时间缩短至三天，并显著降低了成本——生产时间缩短 85%，成本降低 94%。重新设计的末端执行器由轻量化材料 ULTEM 9085 制成，因此，末端执行器的重量从 35 磅减轻至仅 3 磅，使机器人能够通过用体积更小的电机供电。

“制作传统夹持器通常需要耗时数周。但 FDM 夹持器使您能在一天左右的时间内制作出新的末端执行器并将其固定在机器人上。”



以传统方式机加工而成的金属终端执行器，笨重且庞大。



使用 ULTEM 9085 制成的夹持器更轻巧、生产速度更快。

传统机加工与 3D 打印末端执行器的对比

	交付周期	重量
CNC 加工	20 天	35 磅
FDM ULTEM 9085 树脂	3 天	3 磅
节省	17 天 (85%)	32 磅 (94%)

借助功能性原型制作降低开发成本

选用材料：Carbon Fiber Nylon 12
满足需求的打印机：Fortus 450mc

Thule 生产使人们可以“将最重要的物品带在身边”的产品，如汽车载架和支架、行李箱和包袋及儿童配件。Thule 工程师利用快速原型制作不断优化这类产品的设计。然而，工程师通常会面临一个难题，即无法获得纤维或玻璃增强型注塑成型零件的硬度或强度，导致公司无法进行功能性测试。

Thule 选择了 Stratasys FDM Nylon 12CF™ 作为解决方案，这是一种具有高强度和高硬度的碳纤维填充热塑塑料，让 Thule 可以进行原型制作流程的后续步骤，并对其设计进行功能性测试。相互啮合的带齿夹紧装置可能会和其他材料一起破损。而碳纤维 Nylon 12 材料可以避免这个问题。最终，该材料帮助 Thule 加快了产品开发流程，因为他们可以制作原型并对其进行功能性测试，然后按需快速重新打印和重新测试以优化设计。Thule 原型制作工程师 Rob Humphries 表示：“我们每使用碳纤维打印一个零件，就能节省两周的外包时间。”

工程师每晚都能打印出新版本的零件，然后在第二天进行改进，从而能够在一周内完成三到四次设计迭代。这有助于 Thule 节省整体开发成本并加快产品投入市场的速度。“如果两次迭代之间我们需要等待两周，那就会影响设计师的项目进度，”Humphries 说道，“我们能实现的迭代速度让我们可以将更好的想法融入到设计中。”在不到一年的时间内，Thule 已节省超过 \$45,000 的成本和无数天的开发时间。



皮艇架为 Thule 的经典产品。



Thule 工程师使用 FDM Nylon 12CF（碳纤维）材料制作功能性原型。

Nylon 12CF 的性能表现非常出色，Thule 已开始为公司在康涅狄格州的制造工厂打印组装治具和制造辅具。相比外包，这同样为他们节省了时间和成本。为利用 3D 打印的优势，Thule 曾让外部 3D 打印机构提供批量生产治具报价。然而，每立方英寸材料的平均成本高达 \$18，在内部打印治具的成本则仅为每立方英寸 \$4 多一点。因此，Thule 决定在内部进行这项工作，过程中节省的资金足以购买两台 Fortus 450mc 3D 打印机。

“Nylon 12CF 给我们带来的改变是颠覆性的，” Humphries 说道，“我们目前负担得起或能快速获得的任何材料都不具备 Nylon 12CF 的性能。Nylon 12CF 有助于我们制作更精准的生产零件模型，同时缩短测试时间和上市时间。”

将复合模具的交付周期从数月缩短至数日

选用材料：ULTEM 1010

满足需求的打印机：Fortus 450mc / Fortus 900mc / F900

Dassault Falcon Jet 是商务飞机开发领域的领导者，是全球最先进、最高效的商务喷气式飞机制造商之一。Dassault 想要创新和缩短上市时间，于是他们便开始寻找新的生产解决方案，其中包括用于复合内饰面板的铺叠模具。

如果采用传统方法，使用纤维增强型聚合物 (FRP) 来制作铺叠模具，需要 10-16 周的交付时间和 \$20,000 至 \$30,000 的生产成本。因此，Dassault 重新设计了模具，并使用 ULTEM 1010 树脂材料进行 3D 打印。这种复合内饰面板在一个大气压下（仅真空）的固化温度为 250°F，完全处于 ULTEM 1010 树脂材料的性能范围内——ULTEM 1010 树脂材料可以在超 350 °F 的温度下经受多个固化周期。

利用这种出色的性能，公司制作出用手就能轻松移动的轻巧模具，代替需要叉车来运输的传统模具。该模具采用开放式支撑结构，这有助于优化模具周围的气流，同时最大限度地减少 3D 打印材料的用量。



图片的上方为更轻巧的 FDM 模具，下方为经典 FRP 模具。



在 ULTEM 1010 模具上方将复合铺叠模具从袋中取出。

复合铺叠模具交付周期和成本的对比

	成本	交付周期
传统 FRP 模具	\$25,000	16 周
ULTEM 1010 树脂模具	\$5,600	1-3 周
节省	约 \$20,000	约 13 周

更重要的是，该模具能缩短交付周期和节约成本。ULTEM 1010 铺叠模具的生产周期（包括后处理）约为 3 周，成本为 \$5,600，相比之下，FRP 模具需耗时 16 周和 \$25,000 的平均成本。

这意味着复合零件制造商可以大大缩短曾经漫长、花费不菲的模具开发流程。另一个优势在于公司能够按需快速更改模具的设计，从而在获得最佳设计的过程中享受更大的灵活性。

降低生产零件的成本

选用材料：Antero (ESD) PEKK

满足需求的打印机：Fortus 450mc

相比生产成千上万的消费品，航天器制造市场可能更小，但二者面临着同样的制造难题。不超出预算和按计划生产依然是首要考虑的因素。

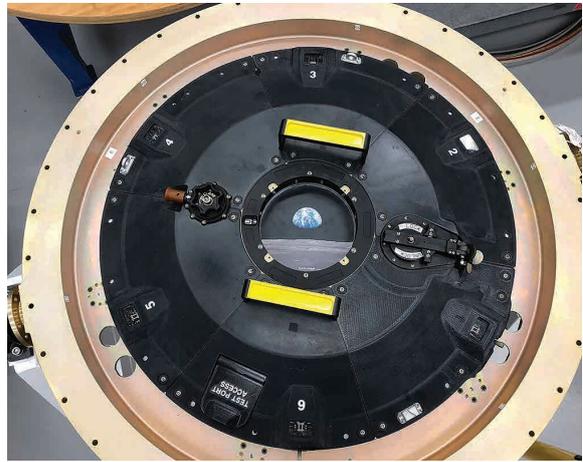
Lockheed Martin 是 NASA 猎户座飞船的主要分包商，它使用 Stratasys FDM 技术为这艘飞船制造大量零件。但宇宙飞船对材料有特殊要求，其中之一就是材料的静电耗散 (ESD) 属性。具有 ESD 属性的 3D 打印材料赋予了 Lockheed Martin 灵活性来使用轻巧而坚固的材料。

“符合 ESD 标准的聚合物的吸引力一直存在，” Lockheed Martin 增材制造经理 Brian Kaplun 说道。“之前有符合 ESD 标准的聚合物，但属于 ABS 树脂，而 ABS 无法用于宇宙飞船，”因为这种材料在机械、功能和尺寸稳定性方面存在问题。

Antero (ESD) 是一种基于 Stratasys PEKK 的热塑塑料，具备 ESD 属性，相比使用其他材料制作传统加工件，Lockheed Martin 不仅能够利用该材料的属性能力，也可以利用 3D 打印节省时间的优势。



用 Antero (ESD) PEKK 材料 3D 打印的猎户座飞船舱门部件之一。



由多个 3D 打印部件组成的完整舱门。

Kaplan 表示，在 Antero (ESD) 的帮助下，“我们找到了可用作结构性聚合物的高强度材料，它具有我们需要的 ESD 性能。我们能够在所有这些零件的成本和生产进度上看到大量的节约，因为零件构建非常一致，材料属性很好理解，构建参数也变得更好理解。此外，ESD PEKK 的属性可以减少大量后处理工作，从而节省大量时间。”

猎户座飞船的舱口盖完全由 Antero (ESD) 制成，Lockheed Martin 无需二次操作即可实现所需的 ESD 特性。而其他材料需要使用额外涂层或电镀来消除静电荷，这让 Antero (ESD) 对 Lockheed Martin 充满了吸引力。

结论

任何认为 3D 打印并非制造技术的观念都已过时。与任何制造技术一样，没有一种方法能全面解决当今复杂的制造挑战。然而，3D 打印和机加工、铸造或注塑成型一样，在生产领域有一席之地，并能填补现存技术的空白，上文的案例研究便证明了这一点。

Stratasys 提供高强度、高性能的材料和可靠的 3D 打印机，在提供稳定的打印结果方面有着可靠表现。通过提供更有效的代替现有材料和生产方式的选择，这些材料和打印机能为小型和大型制造商提供降低成本、按时生产和更快上市的工具。

如需进一步了解 3D 打印搭配高性能材料如何解决制造挑战，请[访问我们的网站](#)或关注 Stratasys 官微。

美国总部
7665 Commerce Way,
Eden Prairie, MN 55344,
USA
+1 952 937 3000

以色列总部
1 Holtzman St., Science Park,
PO Box 2496
Rehovot 76124, Israel
+972 74 745 4000

中国上海
上海市静安区
灵石路 718 号 A3 幢一楼
邮编 :200072
电话 :+ 86 21 3319 6068



Stratasys 官方微信

www.stratasys-china.com
ISO 9001:2015 认证

