为汽车选择
合适的 3D 打印材料
如何知道使用哪种聚合物

解决方案指南

在需要为高架输送机更换部件时，通用汽车 (General Motors) 的制造工程师做出了一个有趣的决定。这种部件名为“立管”，由钢制成，但因该部件较重，阻碍了高架设备有效功能的发挥。通用汽车的工程师希望使用一种更轻的替代品，从而减轻系统的负载。

或许您会认为，铝显然是新部件的不二之选。铝比钢轻，并且作为金属，它在我们的印象中也有足够的强度。但问题在于铝制立管需要定期拆卸送至异地进行维护，其制造和维修也需要对铝进行焊接，而工程师希望避免这一工艺过程。

工程师们另辟蹊径，他们选择了塑料 - 但又不仅仅是塑料。他们使用一种碳纤维增强的尼龙聚合物 3D 打印了立管。最终形成一种螺栓连接的解决方案，重量减轻了 32%。与传统的预制金属加工相比，生产周期缩短了 75%。

3D 打印也被称为增材制造 (AM)，这一技术可为汽车行业带来多重助益。因此，通用公司决定采用增材制造来改进其高架输送机也就不足为奇了。这个故事的有趣之处在于工程师决定使用聚合物进行 3D 打印，并放弃传统的“使用金属”的方法。这一趋势如今不断发展，不仅通用汽车，其他汽车制造商也越来越多地采用这一方法。

增材制造技术有多种形式，几种特定技术相对来说更适合某些汽车应用。这是我们在配套解决方案指南“**如何为汽车制造选择合适的 3D 打印技术**”中介绍的主题。但是，在您选择了适当的增材制造技术之后，材料的选择就成为重中之重。我们认为，聚合物 3D 打印为汽车行业提供了一个甜蜜点。之所以这样说，原因有几点 - 与金属 3D 打印相比，聚合物增材制造具有以下优势：

- 资源限制（设施、培训、安全）更少
- 可用性和易用性更高
- 材料功能多样且可选价位广泛
- 在可替代金属的应用中重量较轻且功能强大

从热塑性塑料到热固性塑料再到光敏树脂，面对种类如此繁多的聚合物，如何知道应该选择哪种材料以及每种材料合适的用例？本解决方案指南将通过重点介绍适合汽车生产不同阶段的 Stratasys 增材制造技术和材料，对这一难题进行阐释：

- 产品开发
- 生产支持
- 部件生产

让我们分解来看。

用于产品开发的增材制造材料

产品开发包括创建模造、模型和原型，用以开发、完善和验证设计概念。增材制造可以在这一阶段发挥作用，因为它能够在不使用任何支持工具的情况下制作部件，从而加快设计和构思过程。

对于汽车生产阶段，最适合的增材制造材料应该是具有多种颜色选择和纹理功能的聚合物，能够再现或模仿其他材料的外观和触感。有些概念和原型需要能够忠实展示成品的效果，因此具备上述特性的材料就成为了理想之选，特别是在表现汽车内饰、外部成型和照明时，这些材料的效果尤为出色。其他因素还包括易于打印、表面光洁度高，以及能够代替其他类型塑料（如丙烯酸）。

对于此阶段，以下材料最适合这些应用：

视觉原型和概念模型

在许多应用中，使用这些材料能够省去喷漆和纹理制作等额外的后期处理步骤，从而缩短设计周期。

立体光刻光敏聚合物

- Somos® WaterClear Ultra 10122 - 一种防潮的透明材料，能够模拟丙烯酸的视觉效果和清晰度。
- Somos® WaterShed XC 11122 - 一种透明的立体光刻光敏聚合物，具备出色的防潮性，能够模拟透明 ABS（丙烯腈丁二烯苯乙烯）和 PBT（聚对苯二甲酸丁二醇酯）热塑性塑料的外观和触感。
- Somos® EvoLVe 128 - 易于加工的耐用 SL 材料，能够实现精致的细节效果，其外观与成品热塑性塑料十分相似。
- Somos® Taurus - 一种具有出色表面光洁度和机械与热性能的材料，能够进行功能测试。

PolyJet™ 热固性树脂

- Vero 和 VeroVivid™ - 这一光敏聚合物系列可以打印超过 500,000 种颜色，并可与其他 PolyJet 材料结合使用来实现多种肖氏硬度值并模拟纹理饰面。
- VeroUltraClear™ - 一种可实现 95% 透光率的透明光敏聚合物，适合用来模拟玻璃、丙烯酸和其他透明聚合物。
- Agilus30™ 和 Elastico™ - 这两种光敏聚合物可以分别制作肖氏硬度 A 值为 30 和 45 的柔性抗撕裂类橡胶纹理。

这种定制的尾灯概念使用 PolyJet 材料制作，充分表现出在汽车原型制作过程中，PolyJet 技术能够实现出色的真实感、清晰度和色彩效果。

定制灯概念

拟合/成形和功能原型

对于这些应用，提供了大量多功能的热塑性塑料用于定制材料，以便满足特定应用要求。ASA 等低成本工程塑料可以帮助设计师制作拟合与成形原型，而碳增强型聚合物更适合制作功能原型。

FDM 热塑性塑料

- ASA - 易于印刷的热塑性塑料，可实现优异的表面光洁度，是挤压式打印工艺的理想选材。能够呈现多种颜色，具有较强耐长期紫外线照射的性能。
- FDM® Nylon 6 - 材料性状稳定，经过 3D 打印后具有较好的拉伸强度、韧性和耐磨性。
- FDM® Nylon 12 - 具有较好的延展性，可用于卡扣组件和需要反复弯曲的应用。
- FDM® Nylon 12CF - 一种注入碳纤维的 Nylon 12 聚合物，碳纤维占其重量的 35%，可形成高强度高刚度的热塑性塑料细丝。

Skorpion Engineering使用FDM技术打印全尺寸汽车保险杠原型，与传统的油泥模型生产方法相比，周期时间缩短了50%。

缩短周转时间 50%

Skorpion ENGINEERING touch your idea

用于生产支持的增材制造材料

生产支持包括维持制造过程的工具和基础设施。3D 打印在其中能发挥重要作用，可以更有效地跨多个部门和学科（包括研发、装配、质量控制、健康和安全等）制造和使用工具。

此外，3D 打印为制造替代部件提供了一种快速、经济高效的解决方案。在原装部件尚不可用时，就可将这些替代部件用于新车型年度生产线变更的工装设置验证。这样可以大幅缩短工装验证的时间，并在最终部件和组件可用之前，快速确定需要更改的位置。

下面列出了最适合这一阶段汽车生产的 Stratasys 聚合物，分为三类。

夹具 - 制造辅助工具 - 机械手末端工装

用于生产支持的 3D 打印材料主要为耐用的热塑性塑料，尤其是经过碳增强的热塑性塑料，这是由材料的功能决定的。不太关键的应用可以使用成本较低、易于打印的工程级热塑性塑料。

FDM 热塑性塑料

- ASA - 易于打印的常规用途热塑性塑料，具有良好的表面光洁度，适用于 CMM 检验夹具、装配治具和中低负载夹具。
- ABS-CF10 - 填充有 10% 短碳纤维的 ABS 材料，具有比标准 ABS 材料更强的热塑性。
- FDM® Nylon-CF10 - 一种注入 10% 的短碳纤维的尼龙共混聚合物，具有比 ABS-CF10 更高的强度。打印后具有极佳的表面光洁度。
- FDM Nylon 12CF - 与 35% 碳纤维相结合的 Nylon 12，可用于对刚性和强度有高要求的工装，例如机械手末端工装。
- ULTEM™ 9085 resin - PEI（聚醚酰亚胺）热塑性塑料，适用于在高温和化学环境中使用的工装应用。

替代部件

如前所述，替代部件可以使用像 ASA 这样强度高而重量轻的材料轻松完成打印。如果这些部件需要还原出真实部件的重量，可以在部件打印并取出后，在其稀疏填充的内部加入钢砂。

FDM 热塑性塑料

- ASA - 能够进行稀疏填充（内部结构），从而在不牺牲强度的同时减少材料使用并降低模型重量。

不会像 ABS 塑料那样长时间暴露于紫外线下变脆。可呈现多种颜色，便于识别。

用于生产支持的增材制造材料（续）

熔模铸造模型

选择立体光刻光敏聚合物适用于熔模铸造模型开发等特定工装应用。3D 打印的铸造模型可以非常快速地制作出来，是验证最终工装时更快速且成本更低的选择，能够避免在原始设计不理想的情况下对硬质工装进行修改而产生的高昂成本。

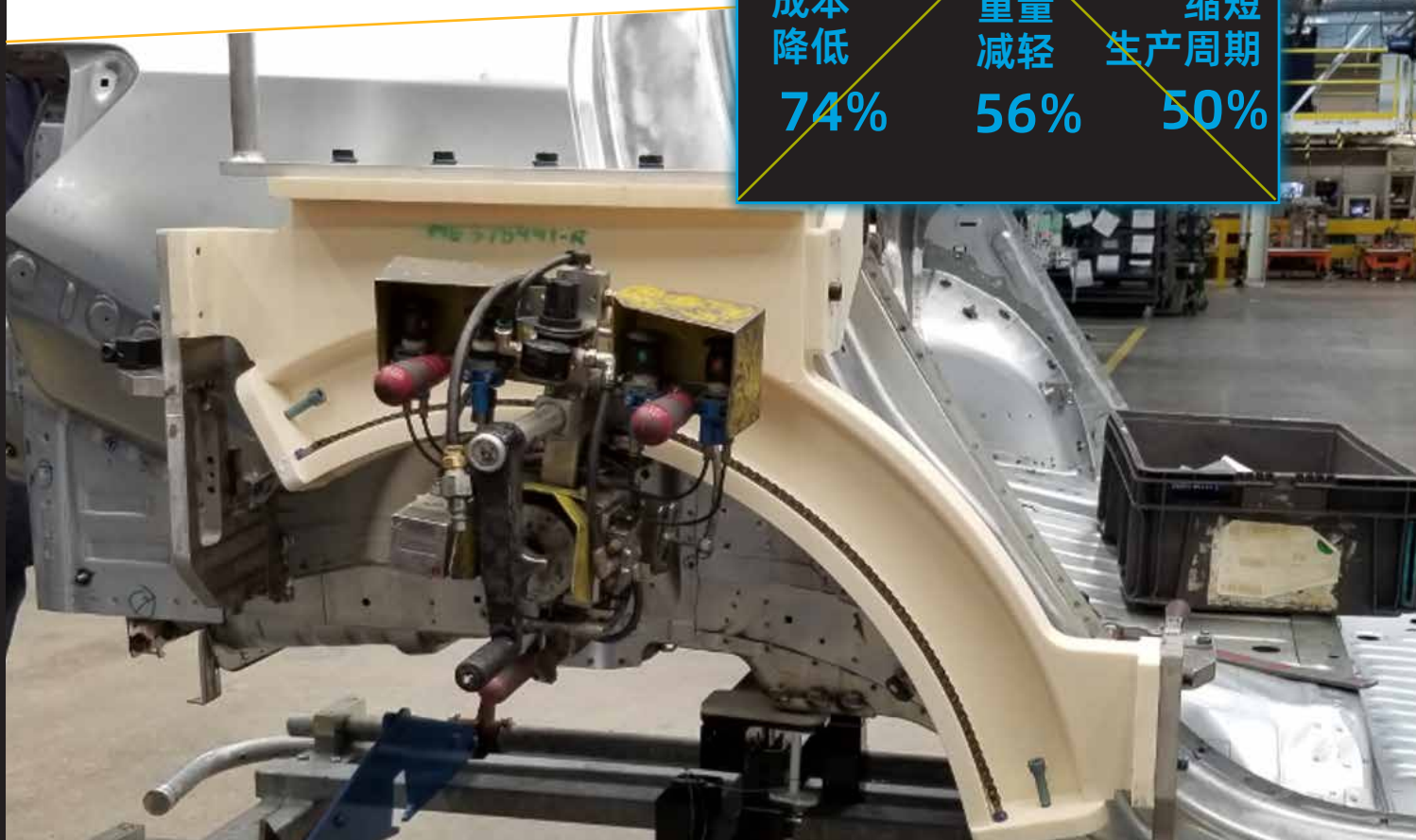
立体光刻光敏聚合物

- Somos® WaterShed AF - 无锑材料，燃烧后仅留下微量的灰渣，方便清理并可加速模具生产。

general motors

通用汽车放弃了较重的铝制轮眉卷边工具，改为使用 FDM ASA 热塑性塑料 3D 打印轮眉卷边工具。这样一来，相较于机加工金属工具，新工具重量更轻，从而更易于操作，并节省了大量成本。

成本降低	重量减轻	缩短生产周期
74%	56%	50%



用于部件生产和备件的增材制造材料

尽管 3D 打印最初只是一种快速原型制作工具，但在汽车领域，3D 打印的应用范围更广，甚至包括最终用途部件的制造。3D 打印的优势在于能够克服由于产量造成的诸多限制，如可制造性的约束或经济方面的障碍。使用增材制造的部件不需要支撑工具，这样就省去了生产过程中一个成本高昂且耗时较长的步骤。

在汽车生产的其他阶段，人们通常会根据实际应用来选择最合适的材料。但是，在生产最终用途部件时，该过程略有不同。这是因为部件总量影响着 3D 打印技术的选择，而选用的 3D 打印技术又反过来影响材料的选择。

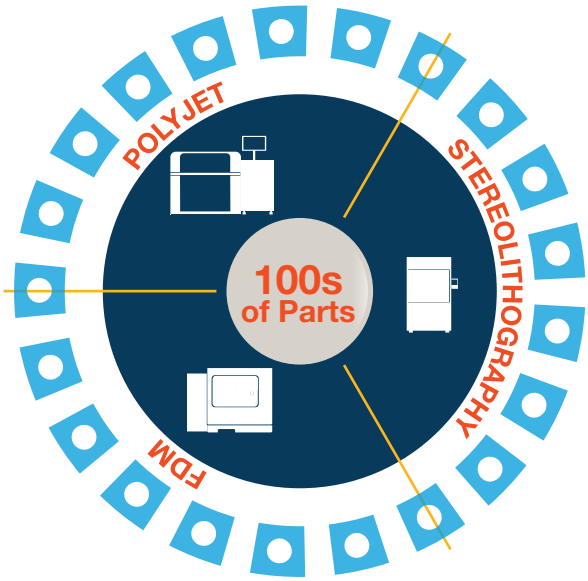
小批量生产（数百个部件）

适合采用以下 3D 打印技术：

- PolyJet
- FDM
- 立体光刻

这些技术的材料选择通常受以下几个因素影响：

- 所需的机械特性和/或美观性
- 单个部件材料成本
- 可用的打印技术和打印机构建能力



定制汽车制造商 Radford Motors 使用 FDM 技术为 Radford Lotus Type 62-2 量产车制造仪表板框架，该车只生产 62 辆。

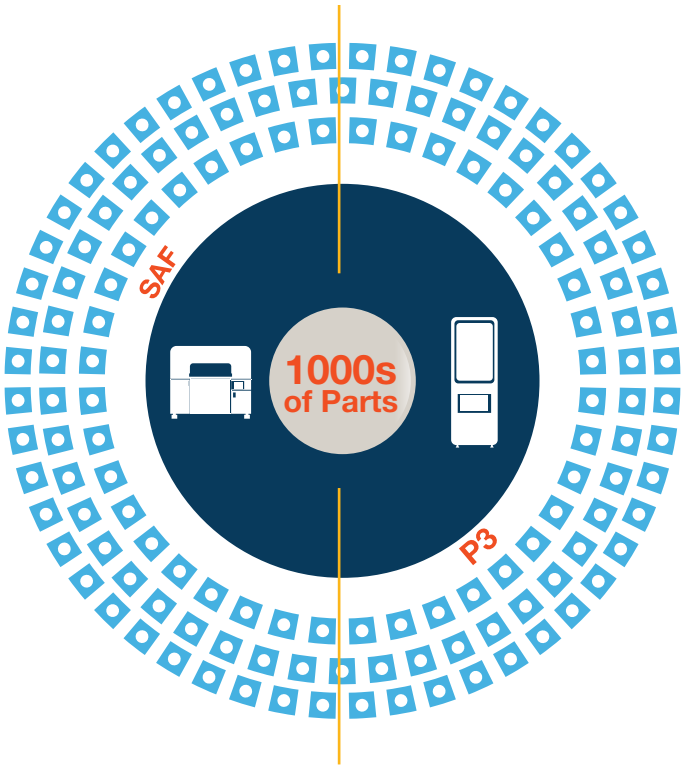
小批量高度定制化生产

大批量生产（数千个部件）

以下是最适合的打印技术选项：

- P3™（可编程光聚合 - 数字光处理的一种形式）
- SAF™（选择性吸收融合™ - 粉末床）

使用这些技术打印最终用途部件时，以下材料是理想选择：



P3 光敏树脂

- LOCTITE® 3D 3955 FST - 阻燃聚合物，具有出色的拉伸和弯曲机械特性，适用于电气连接器等最终用途部件。
- LOCTITE® 3D 3843 High Toughness - 一种耐冲击的高强度聚合物，可制造出具有优异表面光洁度的部件。

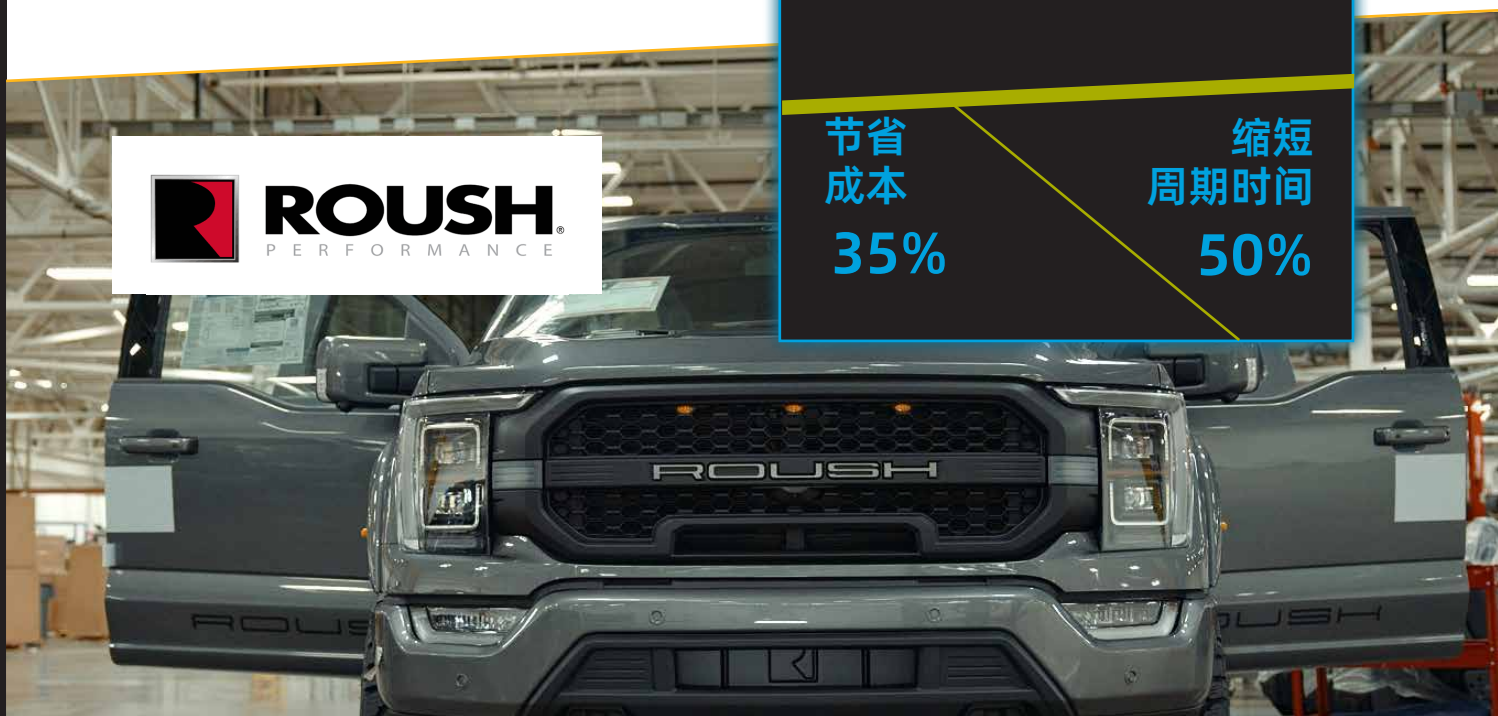
SAF 粉末聚合物

- PA12* - 多功能尼龙聚合物，是使用最广泛的增材制造材料之一。
- 聚丙烯* - 另一种广泛使用的聚合物，以其出色的抗疲劳性、韧性和耐化学性著称。
- PA11 - 一种具有高抗冲击性和高延展性的尼龙材料，其延展性有时会作为关键设计要求而成为重点考虑的特性。

* 2023 年底可用。

Roush Performance 使用 SAF™ 技术和 PA11 打印了 F-150 格栅式摄像机外壳，用于他们在后期设计变更后的整个年度生产，从而满足其进度安排，与注塑成型相比，节省了 35% 的成本。

节省成本	缩短周期时间
35%	50%



收益

在增材制造方面，打印机技术至关重要。但合适的材料也是成功的必要因素，聚合物 3D 打印为解决许多汽车应用问题提供了肥沃的土壤。聚合物中可用材料种类繁多，因此其功能多样，用途广泛。此外，由于聚合物具有出色的特性和外观，因此能够涵盖从制作镜头盖原型到为 NASCAR Cup Series 参赛车辆制作通风口等多种用途。

阅读本指南，开始了解最能满足汽车行业需求的 3D 打印材料。如果您目前拥有的某种 3D 打印技术无法使用，或者您还不能进行 3D 打印，我们也可为您提供帮助。**Stratasys Direct Manufacturing** 是一个服务于客户增材制造需求的服务机构。该机构拥有所有 5 种 Stratasys 增材制造技术，并提供快速便捷的方式来验证 3D 打印的优势或增强您当前的增材制造能力。

另外请记住，材料技术是一个不断发展的领域，新材料会不断涌现，以满足新的应用需求。您可以访问 **https://www.stratasys-china.com/materials** 探索全系列 Stratasys 3D 打印材料。

收益如何？聚合物 3D 打印是一种高效的工具，可以减少汽车生产各个阶段的时间和成本。**联系 Stratasys 团队成员**，详细了解我们包罗万象的技术和材料如何为您的运营提供助益。

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

© 2023 Stratasys。保留所有权利。Stratasys、Stratasys Signet 徽标、Somos 和 FDM 是 Stratasys Inc. 的注册商标。PolyJet、Vero、VeroVivid、VeroUltraClear、Agilus30、Elastico、FDM Nylon 6、FDM Nylon 12、FDM Nylon 12CF、FDM Nylon-CF10、SAF 和 Selective Absorption Fusion 是 Stratasys, Inc. 的商标。9085、1010 和 ULTEM™ 是 SABIC、其下属公司或子公司的商标。所有其他商标都是其各自所有者的财产，Stratasys 对这些非 Stratasys 产品的选择、性能或使用不承担任何责任。产品规格如有更改，恕不另行通知。SG_MU_AU_Matls for Auto_A4_0223a