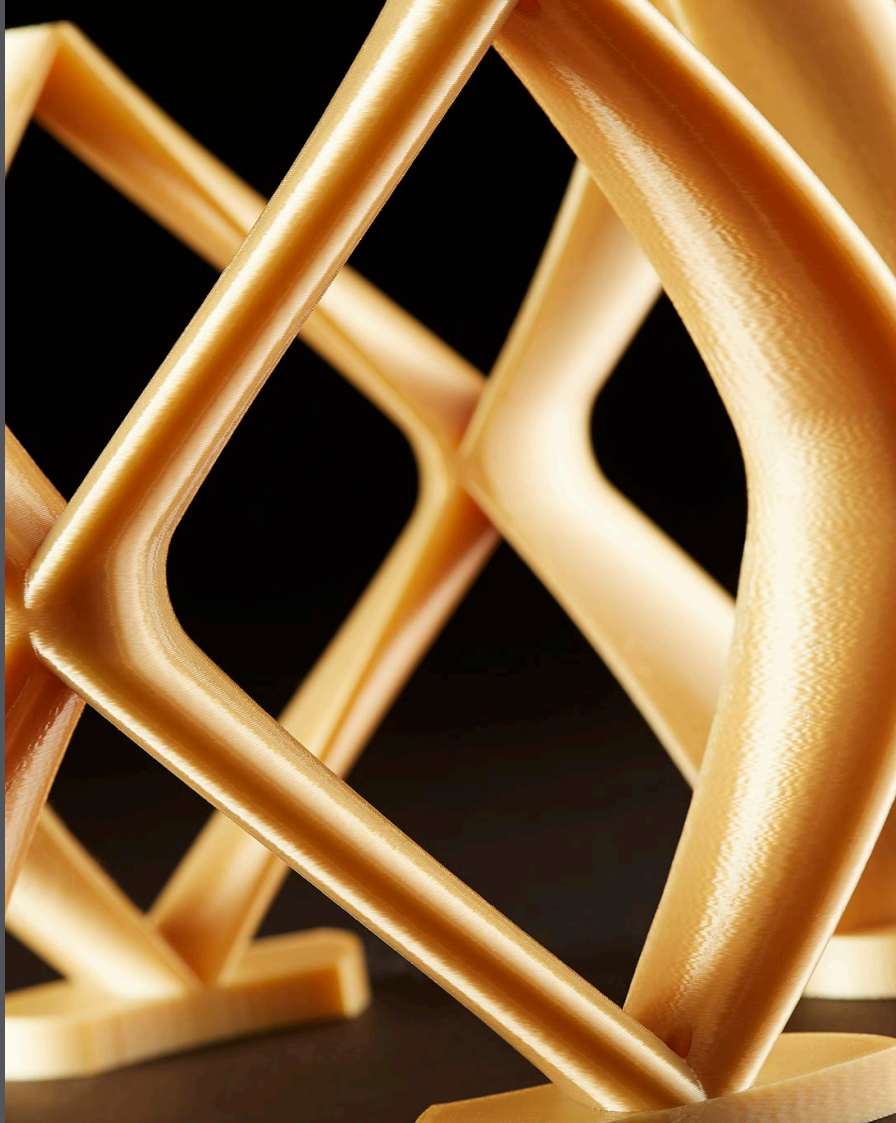


热塑塑料： 3D 打印最坚固 的材料选择

满足对材料的高稳定性和
长期高性能的迫切要求



热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

如今的大多数消费产品以及许多商业产品均由热塑塑料制成。在设计新产品时，工程师可通过使用与最终产品尽可能相似的材料进行原型制作，以最好地预测产品最终性能。因此，人们大量使用热塑塑料进行 3D 打印。工程师可选择使用最常用的热塑塑料来制造零件，如 ABS、聚碳酸酯、各种混合物，以及用于航空航天、医疗、汽车、电子和其他专业应用的工程热塑塑料。在使用 3D 打印制作成品时，更加需要使用热塑塑料，并且对于许多应用而言，热塑塑料可能是唯一的选择。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

材料决定制造工艺的特性。反过来，制造工艺会影响最终产品的材料性能。增材制造过程也不例外。所用技术由其使用的材料确定，输出质量则由加工方式控制。

增材制造过程使用基于层的工艺将计算机模型转换为塑料零件。直接导入计算机辅助设计 (CAD) 文件后，机器自动逐层添加材料，这样就可以轻松生产非常复杂的零件。

Stratasys FDM® 工艺使用工业级热塑塑料，包括一些高性能工程化材料。这些热塑塑料使用与注塑材料相同的原材料制成，非常适用于从概念建模到产品开发和制造的各种应用。与模制零件类似，有现成的各种材料选项，其中每个选项都具有独有的特性以满足应用需求。

本白皮书接下来的部分将重点介绍 FDM 增材制造热塑塑料、其典型应用以及如何选择合适的材料以满足您的需求。

选择热塑塑料

对于生产成品而言，没有捷径。材料的稳定性和耐用性能是关键。因此，需认真考虑机械、耐热、电气和化学性能，以及由老化或环境暴露因素导致的任何变化。但是，因为 FDM 机器生产的零件具有很多与模制热塑塑料相同的特性，所以您可以充分利用已知的情况。

对于所有其他应用，包括功能性原型、制样、加工和制造辅助，选择过程要简单得多。关键是要了解每种 FDM 材料所独有的特性。您需要考虑以下因素：

- 材料特性
- FDM 机器的供货情况

- 支撑材料类型

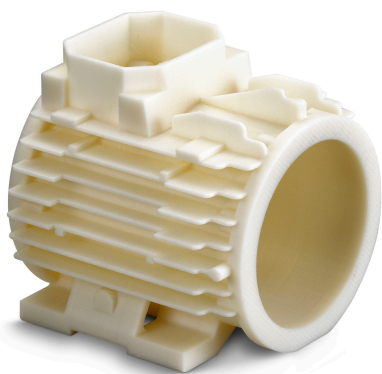
- 颜色

要选择正确的材料，需寻找这些材料特性的最佳组合，同时确定它们的优先级。在检查材料选项时，您可能会发现，由于某种关键的性能标准（如化学惰性）或个人偏好（如非触摸式后处理），选择过程其实非常简单。

所有 FDM 材料都具有很多共同点。每种材料在装载和构建零件、办公兼容性等方面都类似，并且足够安全，可在无需保护装置的情况下处理。此外，每种材料制造出的零件尺寸稳定，结实耐用，足以满足多种严苛的应用。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

ABS



ABS 是最常用的热塑塑料之一，多年来一直是 FDM 工艺的基础。如果按年消耗量进行衡量，它是在 FDM 机器中使用最广泛的材料。ABS 的使用范围之广，可以将它贴上具有通用用途的标签，这样的说法是准确的，但会引起误导。ABS 材料是适用于模型、原型模子、模具和最终使用零件的理想选择。与几年前的 FDM 材料相比，当今用于 FDM 机器的热塑塑料强度要高出 40% 至 70%，可提供更高的拉伸、冲击和弯曲强度。

ABS-M30

ABS-M30™ 塑料配方是 FDM 工艺中常用的塑料配方，专用于 Fortus™ 系列 3D 打印机。这种材料配方也被称为 ABSplus™，用于 uPrint SE Plus™ 3D 打印机。

这些材料处于原丝状时，便是具有相同机械性能的等同材料。但是，当您查看 ABSplus 和 ABS-M30 的数据表时，您可能会惊讶地发现成品零件材料属性的差异。与模制零件一样，加工过程也有所不同。Fortus® 3D 打印机拥有高级硬件和软件控制，可按不同的方式处理材料，专为制造应用而开发。由此，改善了可从 ABS-M30 实现

的材料特性。虽然 ABSplus 可生产坚韧的零件，但 ABS-M30 通常在所有类别中都具有更高的强度。

这两种材料都能生产出稳定、坚固且耐用的零件。它们都具有一系列颜色，包括白色、黑色、红色、蓝色、绿色、荧光黄色等。

使这两种材料成为 FDM 的生产主力的另一种常见品质是，它们的表面处理非常简单。与大多数增材制造工艺一样，FDM 机器使用牺牲性支撑结构来构建零件，但 ABS 材料具有其他材料通常不具备的特性：非接触式支撑去除。由于采用可溶性支撑材料，无需进行手工劳动。将零件放置在槽中，支撑材料即可被溶解掉。

ABSplus 和 ABS-M30 零件的表面光洁度远远超出了概念建模、功能原型制作和创建制造工具的需求。如果应用针对的是母版、营销模型或成品，并且用户需要类似于注塑成型所具有的表面光洁度，则可使用 FDM 以 Finishing Touch® Smoothing Station 形式提供的可选免手动式平滑流程，能够在一分钟将零件处理平滑。



热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

ABS-ESD7



ABS-ESD7™ 是 Stratasys 的静电耗散材料，可用于 FDM。这款材料可防止静电积聚，因此适合于静电荷可能损坏产品、损害性能或导致爆炸的应用。由于这些原因，ABS-ESD7 非常适用于电子元件的托架和收纳器、电子装配元件的固定装置以及生产线和输送机零件。其他应用包括电子产品外壳、电子包装材料和粉末或雾状物输送或分配过程的产品设计和验证。

ABS-ESD7 还可消除另一个常见静电问题，即颗粒（如灰尘或粉末）的吸引和积聚，而这种问题可能会降低产品性能。

ABS-ESD7 还能避免雾化液体附着，因此它十分适用于生产为患者提供整剂药物的药物吸入器，不会让雾气附在吸入器的内表面上。ABS-ESD7

的所有机械性能均在 ABS-M30 额定值的 5% 以内。

ABS-M30i



医疗、制药和食品处理设备有相应的严格法规，以防止消费者受到疾病侵害。法规包括诸如 ISO 10993 和 USP Class VI 之类的标准，这些法规将材料分类为具有生物相容性。ABS-M30i™ 符合这些标准，因此可用于与皮肤、食物和药物接触的产品。

ABS-M30i 既具有足够强度，又拥有灭菌功能，这是针对与我们的身体和摄取物接触的产品的另一个标准。可以使用伽玛辐射或氧化乙烯 (Eta) 消毒方法对 ABS-M30i 进行消毒。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

ABSi



ABSi™ 的优势在于其半透明性。它具有优异的机械性能，但同时也非常适合照明应用。这款材料广泛用于对汽车照明等产品的透镜进行功能评估。提供的颜色有红色、琥珀色和自然色，因此显而易见，ABSi 在透镜应用中得到了普遍采用。它还特别适合监测用于处理或传输粉末状或块状固体材料的应用中的材料流动。

ASA

ASA（丙烯腈）是一种优秀的通用热塑性塑料。与 ABS 相比，ASA 具有更佳的机械性能，并且有着一个重要区别：UV 稳定性。ASA 可构建抗紫外线的零件，这些零件不会因为长期暴露于阳光而降解，而且它还提供任何 FDM 热塑塑料所具有的一些最佳美观度特性。ASA 易用且可靠，是用于汽车零件、运动用品、户外功能性原型制作以及面向户外基础设施和商业用途（如电气外

壳）的最终使用零件的理想选择。ASA 具有优异的机械性能和美观度，非常适合通用原型制作。它还提供 10 种颜色供用户选择，超过了任何其他 FDM 材料。



热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

PC



Stratasys 重视生产应用，所以不会忽视最广泛使用的工业热塑塑料，即聚碳酸酯 (PC)。PC 可用于所有 Fortus 3D 打印机，并且在零件离开这些机器时，它们具有准确、稳定且极为耐用的特点。

PC 具有优异的机械性能和耐热性。它具有所有 FDM 材料中第二高的拉伸强度，以及高达 280°F (138 °C) 的高热变形温度。这是一种适用于包括功能性测试、加工或生产在内的严苛应用的材料。

PC-ABS

使用聚碳酸酯和 ABS 的混合物是一项明智的选择。它可同时提供 PC 和 ABS 材料的最理想性能。具有 PC 的优异机械性能和耐热性，其中包括所有 FDM 材料中最高的冲击强度等级之一。同时，它还具有 ABS 的优异抗弯强度、特征细节以及优美外观。与适用于 FDM 的所有 ABS 版本一样，PC-ABS 也提供非接触式表面处理选择，以及可溶性支撑材料。



PC-ISO™

与 ABS-M30i 相似，PC-ISO 是一种生物相容性 (ISO 10993 和 USP Class VI) 材料，适合作为医疗、制药和食品包装行业的另一种 FDM 替代品。它们之间共有的另一个特性是，可以使用伽玛辐射或氧化乙烯 (Eta) 消毒方法进行消毒。

PC-ISO 的独有特性在于，它具有更高的拉伸和弯曲强度，以及更高的热变形温度。在这些类别中，其值比 ABS-M30i 的相应值高出 33% 至 59%。



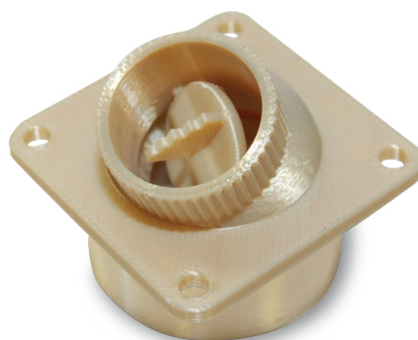
热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

PLA



PLA 是一种塑料材料，是用于半透明或不透明“快速草稿”零件迭代的低成本选项。它主要由有机可再生化合物制成，可作为比无机塑料更环保的塑料选择。PLA 提供良好的拉伸强度，具有比 ABS 更高的刚度和与聚碳酸酯相当的强度。其熔点和 HDT 很低，因此在建模时所需的热和功率更低。PLA 特别适用于快速概念验证和设计验证。理想的应用包括早期概念建模、快速原型制作和金属零件铸造。

ULTEM™ 9085 树脂



ULTEM 9085 树脂是可用于 FDM 的三种高性能工程化热塑塑料之一，是 SABIC Innovative Plastics 公司的产品，在许多飞机和航空航天产品中都得到了应用。ULTEM 9085 树脂是一款 FST 认证材料，这意味着它能满足火焰、烟雾和毒性方面的标准。在 Fortus 系统中进行加工时，这款材料的 FST 特性不会发生变化。因此，必须满足严格要求的运输公司通常需要使用 ULTEM 9085 树脂。此外还有经认证的级别，可提供完整的生产可追溯性，符合严格的航空航天认证要求。即使您的应用不要求 FST 评级，也请不要忽略这款材料。ULTEM 9085 树脂具有优秀的强度、耐久性以及耐热性和耐化学性，对于多种应用都是不错的选择。它是一款坚韧的材料，可耐受打击。

在 15 种 FDM 材料中，ULTEM 9085 树脂具有良好的耐热、机械和化学性能，因此在大多数类别中都有优异的表现。在 FDM 使用的材料销售方面，它的增长速度最快。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

ULTEM 1010 树脂

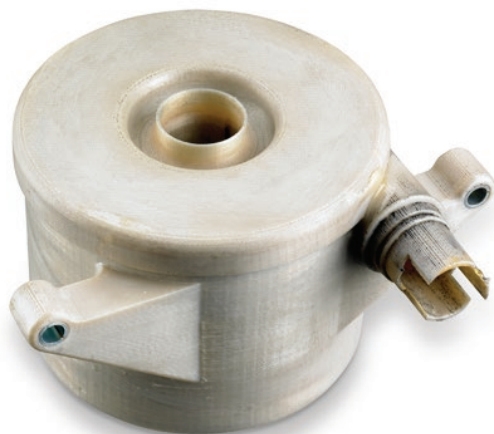
ULTEM 1010 树脂是 SABIC Innovative Plastics 的另一款产品，是最新的高性能 FDM 热塑塑料，可提供优异的强度和热稳定性。ULTEM 1010 树脂具有所有 FDM 材料中最低的热膨胀系数，是适用于许多工业加工应用和其他需要独特强度和热稳定性组合的零件的理想选择。ULTEM 1010 树脂可耐受高压蒸汽消毒，经过了食品接触 (NSF 51) 和生物兼容性 (ISO

10993) 认证，是包括食品生产工具和定制医疗设备在内的专业应用的理想选择。ULTEM 1010 树脂是 Stratasys 第一款被批准用于接触食品的材料，还可提供所有 FDM 热塑塑料中最高的耐热性、耐化学性和抗拉强度。它非常适合从航空航天应用到深层次的汽车应用再到复合材料加工等各种应用。



热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

PPSF/PPSU 聚苯砜



可用于 FDM 的第一款高性能工程热塑塑料是 PPSF（也称为 PPSU）。这款优秀的材料已加入深层次应用和其他高级应用；在这些应用中，其他塑料可能受到热和化学攻击的影响。PPSF 具有优异的耐热性（热变形温度为 372 °F/189 °C）和耐化学性。它在机械方面的性能优于高性能材料之外的其他 FDM 材料。PPSF 可耐油脂、汽油、化学品和酸。

与 ABSi 和 ABS-M30i 相同，PPSF 可进行消毒。但是由于其温度特性和耐化学性，您可以使用其他消毒方法，如高压蒸汽消毒以及等离子、化学和辐射消毒。

FDM Nylon 12

FDM Nylon 12 是 Stratasys 的新尼龙产品系列中的第一种材料。Nylon 12 与当前 FDM 材料产品组合形成了互补，能够支持需使用重复卡扣匹配测试、高抗疲劳性、强耐化学性和按压（摩擦）匹配嵌件的新应用。Nylon 12 主要用于航空航天、汽车和消费品行业，提供无与伦比的韧性以及简单清洁的无尘工艺。相比于任何其他增材制造技术，FDM Nylon 12 零件具有高出 100 至 300% 的断裂伸长率和优异的抗疲劳性。



热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

FDM Nylon 12CF



FDM Nylon 12CF™ 是一种碳填充的热塑塑料，具有出色的结构特性。该材料由 Nylon 12 树脂和短切碳纤维的混合物构成，载荷比为 35%。这种组合造就了 FDM 材料组合中最坚固的热塑塑料之一。它拥有所有 FDM 热塑塑料中最高的抗弯强度，因此具有最高的刚度重量比。适用范围包括航空航天、汽车、工业和休闲娱乐制造中坚固而轻量的模具应用和功能性原型。

FDM Nylon 6



FDM Nylon 6™ 同时具有优于其他热塑塑料的强度和韧性，适用于需要使用坚固定制零件的应用和持续时间更长的加工，可经受严格的功能测试。

利用 Nylon 6 这种常用于制造工艺的热塑塑料进行制作，与 Fortus 900mc™ 配合使用，可生产具有光洁表面和高抗断裂性的耐用零件。FDM Nylon 6 是汽车、航空航天、消费品和工业制造行业中的产品制造商和开发工程师的理想选择。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

FDM TPU 92A 弹性体



FDM TPU 92A 是一种热塑性聚氨酯，为 FDM 3D 打印带来弹性体的显著优势。TP12 92A 可在 F123 系列 3D 打印机上使用，帮助制造商快速制作弹性体零件原型，提供超越其他竞争技术的卓越功能。

该材料具有优越的柔韧性和弹性，同时兼具耐磨性和抗撕裂性，可应用于刚性塑料无法企及的新领域。典型应用包括柔性软管、空气管道和密封件、保护盖和减震器的原型制作。这些用例在许多行业中具有广泛的应用，在交通运输业尤为显著。

TPU 92A 帮助工程师和设计师轻松快速地生产大型、复杂、精确的弹性体零件。Stratasys 特有的可溶性支撑材料可帮助制造导管、管道及其他复杂设计，因为支撑材料可在无需手动操作的溶液中轻松溶解。

Antero 800NA



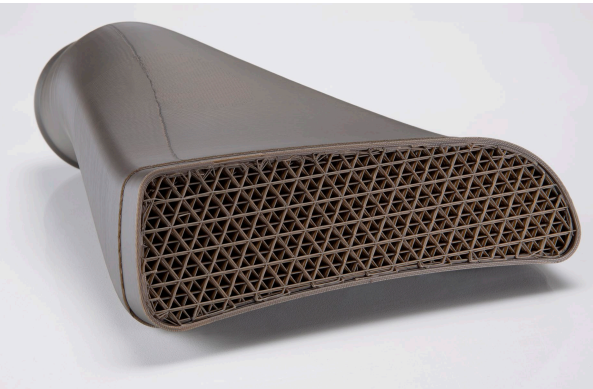
Antero™ 800NA 是第一款基于 Stratasys PEKK 的 FDM 热塑塑料。它具有优异的机械性能，包括高强度、高耐热性、韧性和耐磨性。这些优越的性能使其成为铝和钢等较重材料的轻量级替代品。

这种材料耐喷气燃料、油和液压油，特别适合航空航天领域的应用。安装在这些流体附近的 Antero 800NA 飞机零件不会被溶解，此外还可以展现减轻重量的益处。宇宙飞船需要使用除气率极低的材料以避免污染光学仪器。Antero 800NA 除气性极低，因此满足此要求。

其另一个优势在于增材制造固有的成本节约作用。加工基于 PEKK 的零件会产生浪费，而 FDM 技术仅在需要的时候使用材料。对于像 PEKK 这样昂贵的材料，这可以节省大量成本。Antero 800NA 可在 Fortus 450mc 和 F900 打印机上使用。

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

ST-130



ST-130 是专为复合材料加工应用而专门设计和测试的唯一一款 FDM 模型材料，有助于通过辅助工具在一个无缝件中制作复杂的中空结构。

ST-130 可更好地控制中空复合零件的内部精度和表面光洁度，而不像多件式结构那样需要进行耗时的模具制作、存在吸塑加工的内部褶皱，或是需要额外的粘合和抛光步骤。

ST-130 支撑材料极易溶解，可生产具有复杂几何形状的轻量化、高强度、无缝的复合零件。

材料	关键特征
ABS-M30、ABSplus	通用，耐用
ABS-ESD7	抗静电耗散
ABS-M30i	生物相容
ABSi	半透明
ASA	抗紫外线
PC	强韧（拉伸）
PC-ABS	强韧（冲击）
PC-ISO	生物相容
PLA	用于快速打印的生物塑料
ST-130	针对牺牲工具而设计
ULTEM 9085 树脂	机械性能出众。经过 FST 认证。提供 ULTEM 9085 航空航天树脂材料。
ULTEM1010 树脂	食品安全与生物相容性认证 极高的耐热性
PPSF	高抗性（热/化学品）
FDM Nylon 12	强（高抗疲劳性）
FDM Nylon 12CF	最高的抗弯强度 最高的刚度-重量比
FDM Nylon 6	高强度（冲击），韧性（高抗疲劳性）
Antero 800NA	耐化学性、耐磨性、低除气
FDM TPU 92A	高弹性和伸长率

热塑塑料： 3D 打印最坚固的材料选择

结论

18 种 FDM 材料具有许多共同特性，非常适合办公室内建模和小批量制造。但是，每种 FDM 材料都具有一些独特属性。它们的独特属性包括透明性、生物相容性、FST 认证、耐化学性、耐热性和强度，这些属性使得材料选择任务变得相当简单。

在制造过程中，材料决定了工艺。采用 FDM 的增材制造提供一系列热塑塑料来满足功能性使用需求，应用广泛。



Stratasys 官方微信

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

www.stratasys.com.cn
ISO 9001:2008 认证

美国

7665 Commerce Way
Eden Prairie, MN 55344
USA
Tel: + 1 800-801-6491 (US Toll Free)
+ 1 952-937-3000 (Intl)

以色列

1 Holtzman St.
Science Park, P.O. Box 2496
Rehovot 7612401
Israel
Tel: + 972-74-745-4000

应用型增材技术全球领导者

©2018 Stratasys Ltd. 版权所有。保留所有权利。Stratasys、Stratasys 徽标、ABS-M30、ABSplus、Fortus、FinishingTouch、ABS-ESD7、ABS-M30i、ABSi、PC-ISO、FDM Nylon 12CF、FDM Nylon 6、FDM Nylon 12、FDM TPU 92A 和 Antero 800NA 是 Stratasys Ltd. 和/或其子公司或附属公司的商标或在特定司法管辖区内注册的商标或注册商标。ULTEM 是 SABIC 或其附属公司的注册商标。所有其他商标由各自所有者所有，而有关这些非 Stratasys 公司产品的选择、性能，或使用的问题，Stratasys 公司不承担任何责任。产品规格如有变更，恕不另行通知。WP_FDM_Thermoplastics_A4_1118b
有关 Stratasys 系统、材料和应用的更多信息，请致电我们或访问 www.stratasys.com.cn

