



Figure 4[®] Rigid 140C Black

生产级品质刚性材料

具有高强度和高伸长率的刚性耐热材料，用于免模具直接塑料生产

Figure 4 Standalone

适用于发动机舱和电气连接器最终用途组件的高性能光聚合物

Figure 4[®] Rigid 140C Black 可实现真正耐用的功能性塑料部件，履行增材制造承诺。它是一种包含两种成分（环氧树脂/丙烯酸酯）的混合材料，可用于生产在各种环境下均具有长期机械稳定性的生产级品质部件。

这种创新材料采用专利填料制成，韧性可与注塑聚丁烯玻璃纤维 (PBT GF) 相媲美。在压强为 1.82 MPa 时，其热变形温度为 124 °C，非常适合用作发动机罩内部以及汽车内部驾驶室应用的材料，也是最终用途的夹片、外罩、连接器、外壳和紧固件、电气栓锁和板连接器的理想之选。

采用 Figure 4 Rigid 140C Black 生产的发动机罩内组件在高温操作寿命 (HTOL) 测试中表现出出色的可靠性。这些零件还具有良好的零件间摩擦性能，使该材料成为杠杆、旋钮和离合器等工业应用的理想材料。根据 ASTM D4329 和 ASTM G194 标准规定的方法对 Figure 4 Rigid 140C Black 进行测试显示，该材料拥有相当于八年室内和一年半室外环境稳定性。

处理和后处理指南

Figure 4 Rigid 140C Black 是一种包含两种成分的材料，可用于 Figure 4 Standalone 3D 打印机。此材料需要适当的混合、清洁、干燥和固化处理。本文档末尾提供了后处理信息。

注意：此材料所表现出的所有特性均基于使用已形成文件的后处理方法。偏离此方法可能会导致不同的结果。

有关更多详细信息，请参阅《Figure 4 用户指南》：
<http://infocenter.3dsystems.com>

应用

- 汽车发动机罩内部和驾驶室内部组件
- 最终用途的夹片、外罩、连接器、外壳和紧固件
- 电气栓锁和板连接器
- 生产用最终用途组件和功能原型组件

优势

- 零件可耐受多年室内紫外线光照和潮湿暴露，且尺寸稳定性或功能性能降低极少
- 表面光洁度与注塑成型零件相当
- 适合反复使用的卡扣连接，不变形

性能

- 用途广泛，具有出色的伸长率、热变形温度和抗张强度
- 机械特性和性能可在环境中保持长期稳定性
- 良好的零件间摩擦性能
- 出色的表面质量、精确度和可重复性
- 满足 ISO 10993-5 规定的生物相容性要求
- UL 94 HB 可燃性
- 在 135 °C 下热固化所需时间短

注意：并非所有产品和材料在所有国家/地区都可用 - 有关可用性问题，请咨询当地的销售代表。

材料属性

在适用情况下，提供一系列符合 ASTM 和 ISO 标准的完整机械特性。同时提供包括可燃性、介电特性和 24 小时吸水性在内的特性，以便更好地了解材料的功能，从而帮助做出有关材料的设计决定。所有部件均根据 ASTM 推荐标准在 23 °C 和 50% RH 条件下放置最少 40 个小时。

所报告的固体材料特性均是沿纵轴（Z、X 方向）打印测得。Figure 4 材料的特性在所有打印方向上相对一致，详细信息请见各向同性特性部分。部件无需在特定方向上定向即可表现出这些特性。

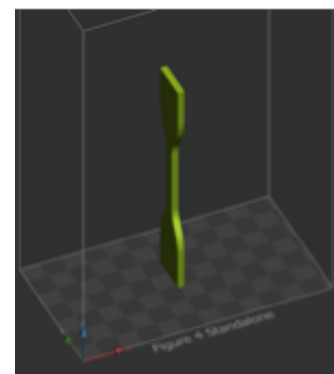
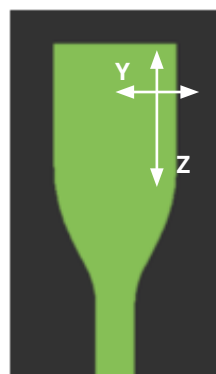
液体材料			
测量	条件/方法	公制	英文
粘度	布氏粘度计，温度：25 °C (77 °F)	900 cPs	2177 lb/ft-h
颜色		黑色	
液体密度	Kruss K11 张力计，温度：25 °C (77 °F)	1.16 g/cm ³	0.04 lb/in ³
默认打印层厚	内部	50 µm	.002 in
速度 - 标准模式	内部	不适用	不适用
包装体积		1 千克瓶 - Figure 4 Standalone	

固体材料						
公制	ASTM 方法	公制	英文	ISO 标准规定的方法	公制	英文
物理特性				物理特性		
实体密度	ASTM D792	1.19 g/cm ³	0.043 lb/in ³	ISO 1183	1.19 g/cm ³	0.043 lb/in ³
24 小时吸水性	ASTM D570	1.54%	1.54%	ISO 62	1.54%	1.54%
机械特性				机械特性		
极限抗张强度	ASTM D638	80 MPa	11600 psi	ISO 527 -1/2	80 MPa	11500 psi
抗张屈服强度	ASTM D638	不适用	不适用	ISO 527 -1/2	不适用	不适用
拉伸模量	ASTM D638	2800 MPa	400 ksi	ISO 527 -1/2	3400 MPa	491 ksi
断裂伸长率	ASTM D638	5.6%	5.6%	ISO 527 -1/2	4.5%	4.5%
屈服伸长率	ASTM D638	不适用	不适用	ISO 527 -1/2	不适用	不适用
挠曲强度	ASTM D790	110 MPa	15800 psi	ISO 178	100 MPa	14600 psi
挠曲模量	ASTM D790	2700 MPa	390 ksi	ISO 178	2700 MPa	398 ksi
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	16 J/m	0.3 ft-lb/in	ISO 180-A	1.9 kJ/m ²	.9 ft-lb/in ²
Izod 无缺口冲击强度	ASTM D4812	330 J/m	6 ft-lb/in	ISO 180-U	19 kJ/m ²	9.2 ft-lb/in ²
邵氏硬度	ASTM D2240	84 D	84 D	ISO 7619	84 D	84 D
热特性				热特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (1C/min 时的 E")	124 °C	256°F	ISO 6721-1/11 (1C/min 时的 E")	124 °C	256°F
0.455 MPa/66 PSI 的热变形温度	ASTM D648	140 °C	281°F	ISO 75- 1/2 B	121 °C	250°F
1.82 MPa/264 PSI 的热变形温度	ASTM D648	124 °C	255°F	ISO 75-1/2 A	96 °C	204°F
CTE 小于 Tg	ASTM E831	89 ppm/°C	49 ppm/°F	ISO 11359-2	89 ppm/K	49 ppm/F
CTE 大于 Tg	ASTM E831	110 ppm/°C	61 ppm/°F	ISO 11359-2	110 ppm/K	61 ppm/F
UL 可燃性	UL94	HB	HB			
电源				电源		
3.0 mm 厚度时的介电强度 (kV/mm)	ASTM D149	16				
1 MHz 时的介电常数	ASTM D150	3.32				
1 MHz 时的损耗因子	ASTM D150	0.027				
体积电阻率 (ohm - cm)	ASTM D257	5.44x10 ¹⁵				

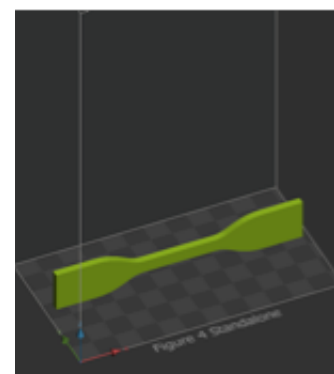
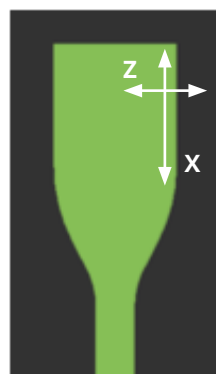
各向同性特性

Figure 4 技术可以打印出机械性能普遍各向同性的部件，也就是说沿 X、Y、Z 轴所打印的部件都会呈现相似结果。

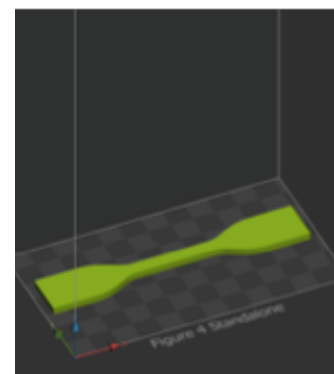
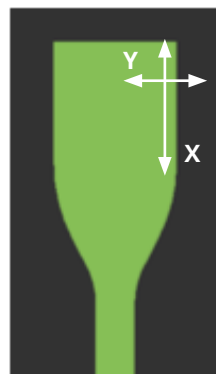
部件无需调整方向即具有最高机械特性，从而进一步提高了获得机械特性的部件方向的自由度。



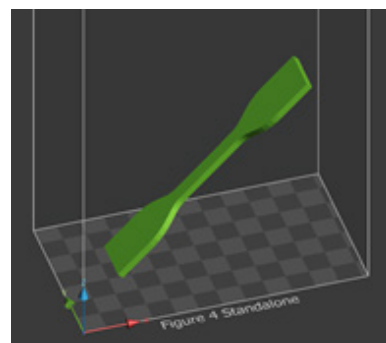
ZY - 方向



XZ - 方向



XY - 方向



Z45-度 - 方向

固体材料					
公制	方法	公制			
机械特性					
		ZY	XZ	XY	Z45
极限抗张强度	ASTM D638	80 MPa	79 MPa	76 MPa	73 MPa
抗张屈服强度	ASTM D639	不适用	不适用	不适用	不适用
拉伸模量	ASTM D640	2800 MPa	2800 MPa	2800 MPa	3000 MPa
断裂伸长率	ASTM D641	5.6%	6.5%	5.1%	6.1%
屈服伸长率	ASTM D642	不适用	不适用	不适用	不适用
挠曲强度	ASTM D790	110 MPa	108 MPa	99 MPa	107 MPa
挠曲模量	ASTM D790	2700 MPa	2700 MPa	2500 MPa	2600 MPa
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	16 J/m	17 J/m	19 J/m	20 J/m
邵氏硬度	ASTM D2240	84 D	84 D	85 D	84 D

应力-应变曲线

图表表示根据 ASTM D638 测试得出的 Figure 4 Rigid 140C Black 的应力-应变曲线。

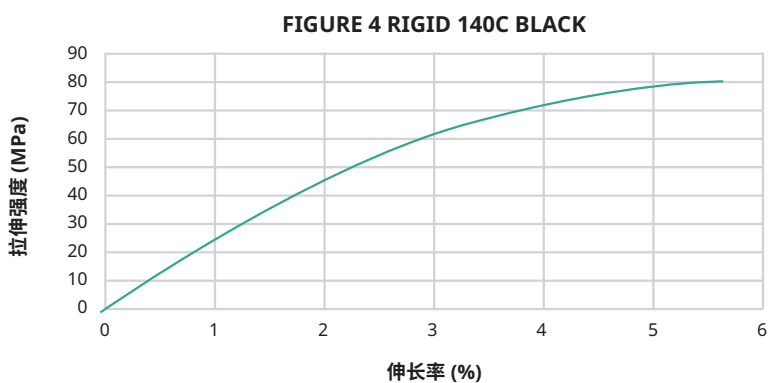


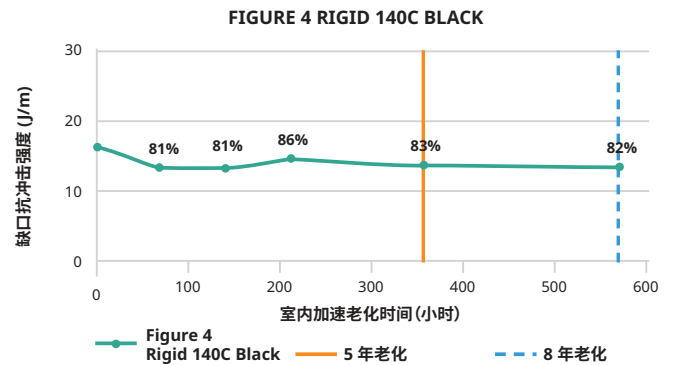
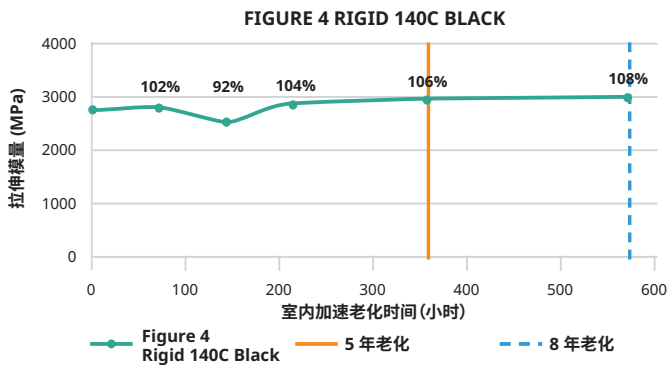
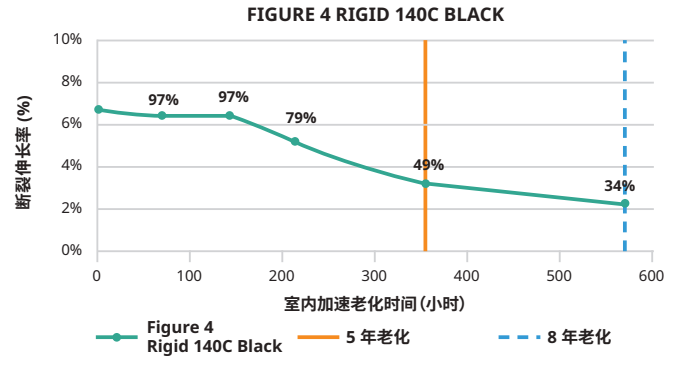
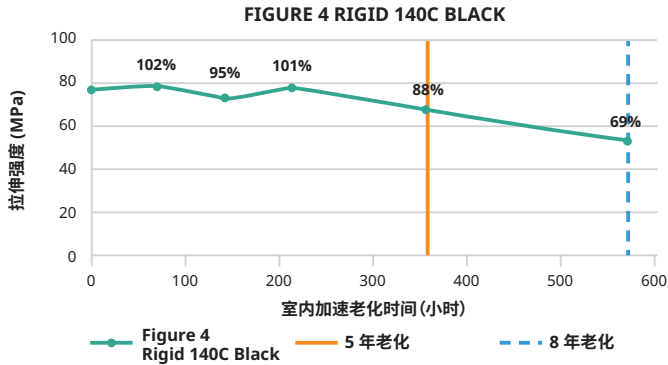
Figure 4 Rigid 140C Black

长期环境稳定性

Figure 4 Rigid 140C Black 经过精心设计，具备长期环境紫外线和湿度稳定性。也就是说，测试了此材料在给定时间内保留高初始机械性能比例的能力，如此就提供了在实际设计应用或部件时需要考虑的条件。Y 轴表示实际数据值，数据点为占初始值的百分比。

室内稳定性：根据 ASTM D4329 标准方法进行测试。

室内稳定性



室内稳定性：根据 ASTM G154 标准方法进行测试。

室外稳定性

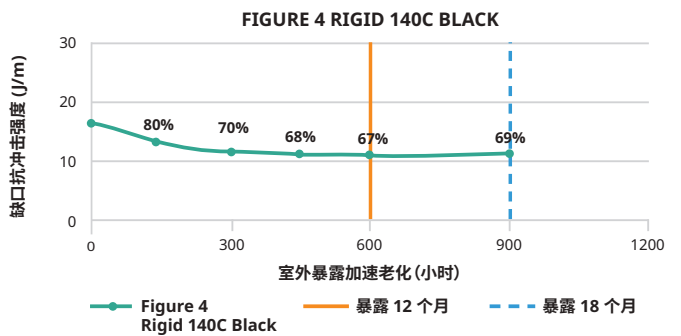
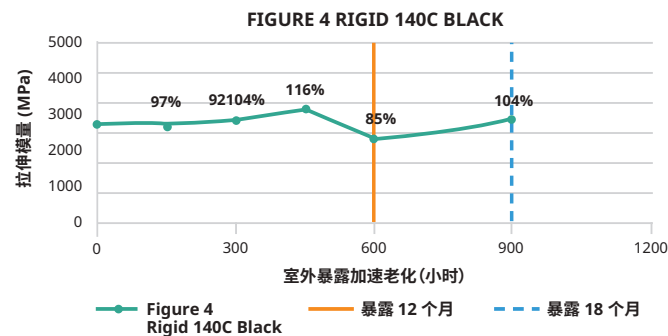
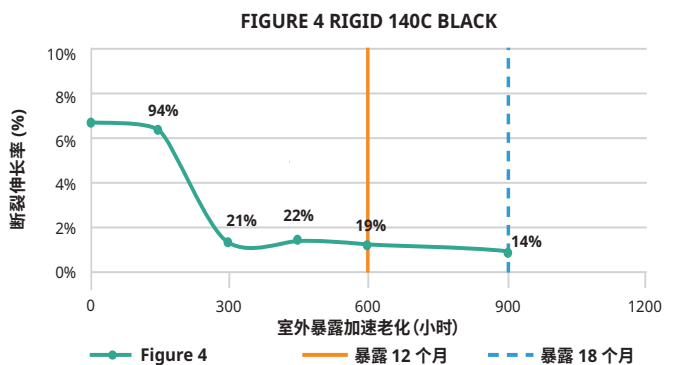
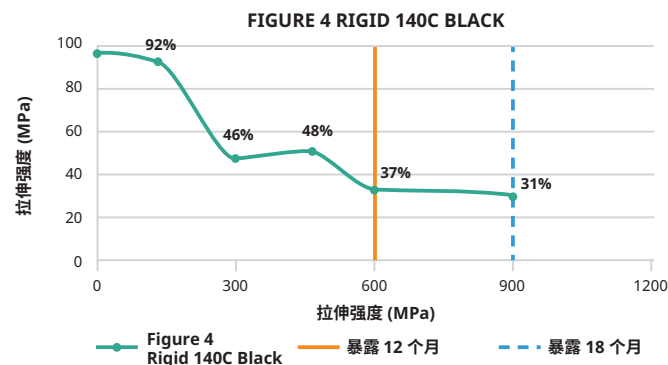


Figure 4 Rigid 140C Black

汽车溶液兼容性

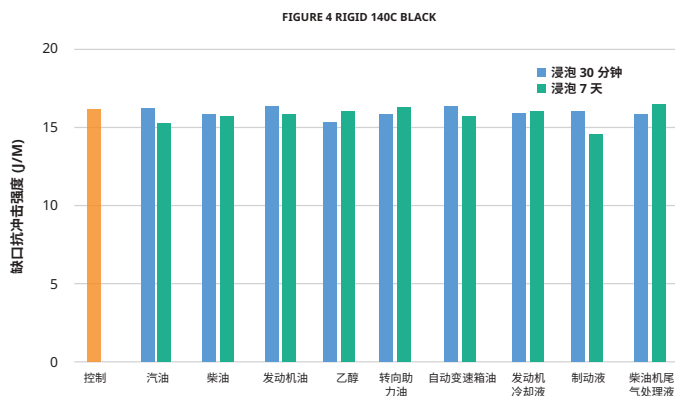
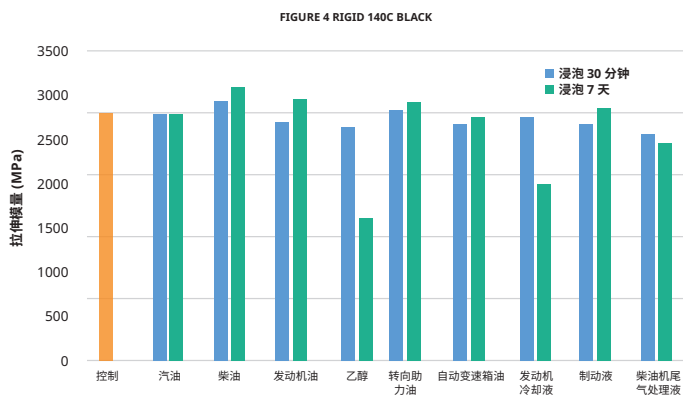
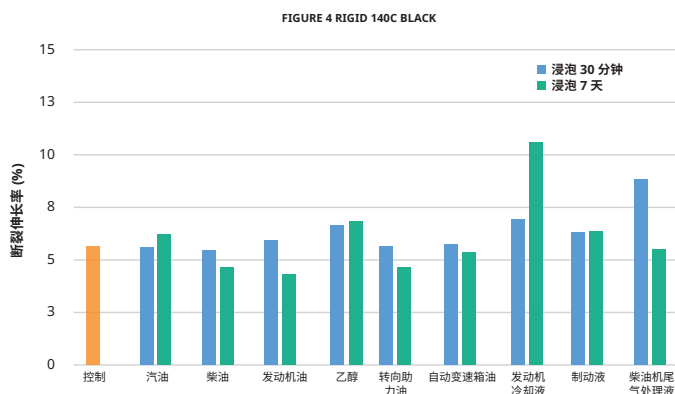
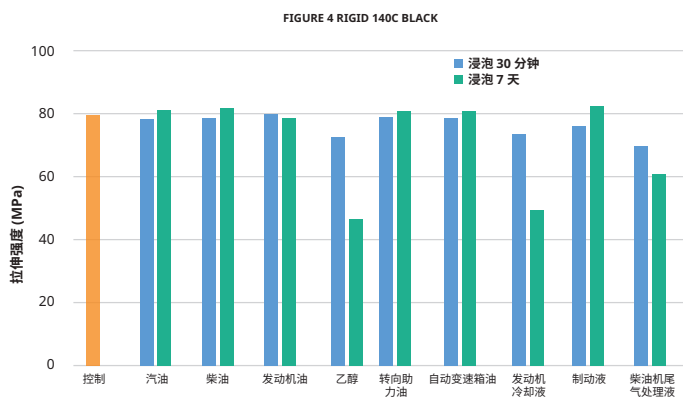
材料是否兼容碳氢化合物和清洁化学品对于部件应用至关重要。根据 USCAR2 测试条件对 Figure 4 Rigid 140C Black 部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格以两种不同方式测试了以下流体。

- 浸入液体 7 天，然后获取机械特性数据进行对比。
- 浸入液体 30 分钟，然后取出并与 7 天内的机械特性数据进行对比。

数据反映了该段时间内特性的测量值。

汽车溶液		
流体	规格	测试温度 (°C)
汽油	ISO 1817, 液体 C	23 ± 5
柴油	905 ISO 1817, 油号 3 + 10% 对二甲苯*	23 ± 5
发动机油	ISO 1817, 油号 2	50 ± 3
乙醇	85% 乙醇 + 15% ISO 1817 规定的液体 C*	23 ± 5
转向助力油	ISO 1917, 油号 3	50 ± 3
汽车变速箱油	Dexron VI (北美特定材料)	50 ± 3
发动机冷却液	50% 乙二醇 + 50% 蒸馏水*	50 ± 3
制动液	SAE RM66xx (使用适用于 xx 的最新可用流体)	50 ± 3
柴油机尾气处理液 (DEF)	根据 ISO 22241 的规定经 API 认证	23 ± 5

*溶液按体积确定为百分比



化学兼容性

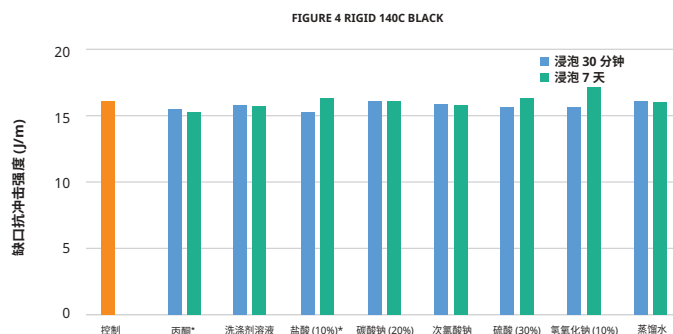
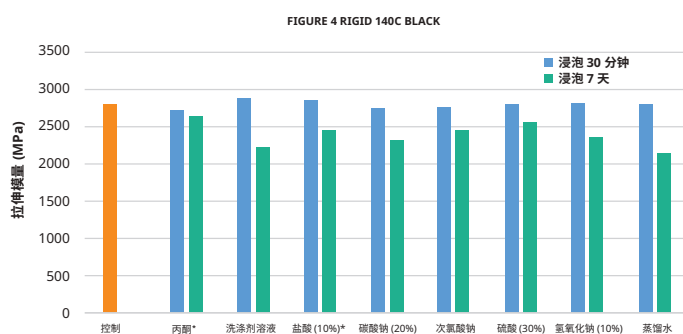
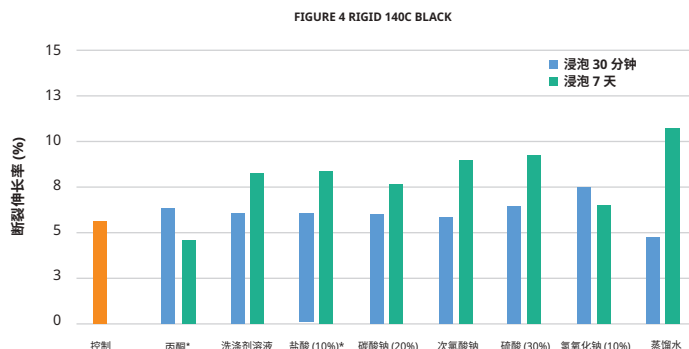
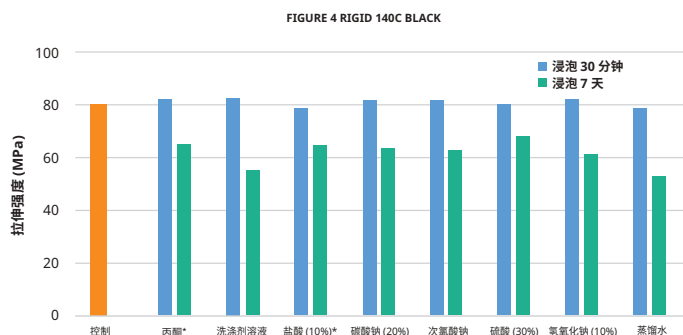
材料与清洁化学品之间的兼容性对于部件应用至关重要。根据 ASTM D543 测试条件对 Figure 4 Rigid 140C Black 部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格以两种不同方式测试了以下流体。

- 浸入液体 7 天，然后与机械特性数据进行对比。
- 浸入液体 30 分钟，然后取出并与 7 天内的机械特性数据进行对比。

数据反映了该段时间内特性的测量值。

*表示材料未经过 7 天的浸泡调节。

化学兼容性
6.3.3 丙酮
6.3.12 重型洗涤剂溶液
6.3.23 盐酸 (10%)
6.3.38 碳酸钠溶液 (20%)
6.3.44 次氯酸钠溶液
6.3.46 硫酸 (30%)
6.3.42 氢氧化钠溶液 (10%)
6.3.15 蒸馏水



高效的热后固化过程

Figure 4 Rigid 140C Black 不仅能够制造出具有出色表面质量、精度和可重复性的生产用零件，而且通过利用高效热固化后处理流程，还能缩短精加工时间。Figure 4 Rigid 140C Black 在 135 °C 的温度下仅需三小时即可完成热固化后处理，而无需像竞争性打印系统上对其他类似材料的要求那样，将零件包装在盐中。此外，与竞争性打印系统上可用的类似材料所需的 8 到 12 小时相比，固化时间缩短了约 75%。

生物相容性声明

Figure 4 Rigid 140C Black 试样根据下方后处理说明进行打印和处理，并提供给外部生物测试实验室进行评估，评估参考的标准是 ISO 10993-5（《医疗器械生物学评价第 5 部分：体外细胞毒性试验》）。测试结果显示 Figure 4 Rigid 140C Black 符合上述测试的生物相容性要求。

对于 Figure 4 Rigid 140C Black 材料，所有用户均有责任确保其使用是安全、符合法律要求且在技术上适用于用户预期用途。用户应自行进行测试，确保满足上述要求。由于法律法规和材料可能的更改，3D Systems 无法保证这些材料的状态会保持不变或在任何特定用途中符合生物相容性。因此，3D Systems 建议持续使用这些材料的用户定期验证材料的状态。

FIGURE 4 RIGID 140C BLACK 生物相容性后处理

混合说明

此材料含有一种色素，在打印前会随时间缓慢沉淀。为获得最佳效果，请在瓶子中混合材料：

1 千克瓶装，适用于 Figure 4 Standalone

1. 首次使用时在 3D Systems LC-3D 混合器上混合 A 部分 1 小时
2. 后续使用前混合 10 分钟
3. A 部分与 B 部分的混合比为 19:1
4. 在混合容器中剧烈摇晃 2-5 分钟

在打印作业间隔时间期间，使用树脂搅拌器在托盘上搅拌材料 30 秒。

手动清洁说明

- 在 2 个装有 1-TPM 和 1-IPA 的容器中手动清洁（清洗和冲洗）
- 在搅动部件的同时使用“清洁”TPM 冲洗 5 分钟
- 使用“清洗”IPA 清洁 5 分钟，同时搅动部件
接触 IPA 的总时长请勿超过 10 分钟，以保持机械特性
- 手动搅动和/或使用柔软的刷子来帮助清洁
- 在清洁效果变得无效时更换新的 IPA

干燥说明

- 在 35 °C 烘箱中干燥 25 分钟

紫外光固化时间

- 3D Systems LC-3DPrint Box UV 后固化装置或 Figure 4 UV Cure Unit 350 固化装置：90 分钟

热固化后处理

- 以 3 分钟的速度升温至 130C 并保持温度 3 小时。待零件冷却后再处理。

有关更多详细信息，请参阅《Figure 4 用户指南》：<http://infocenter.3dsystems.com>

Figure 4 Standalone：<http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

