



Figure 4[®] Tough 60C White

生产级品质刚性材料

用于制造长期使用部件的白色塑料，具有出色的抗冲击强度、伸长率和抗张强度

Figure 4

直接生产塑料部件，节省模具成本和时间

Figure 4[®] Tough 60C White 是一种生产级品质的白色多功能材料，不仅符合生物相容性要求，而且具有出色的抗冲击强度、伸长率和抗张强度。此材料可实现类似于注塑成形的表面质量，可提供长期的环境稳定性和持久的白色。

建议用于批量生产的高机械承重、生产用医疗部件，可多年保持功能和稳定。此树脂的拥有 65 °C 热变形温度、23% 断裂伸长率，其屈服伸长率为 7.1%，因此非常适合制造支架、卡扣和夹片。高打印速度和简化的后处理过程可实现出色的吞吐量。

处理和后处理指南

此材料需要适当的混合、清洁、干燥和固化处理。本文件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>

Figure 4 Standalone：

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

Figure 4 Modular：

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

应用

- 临床试验和医疗设备，如工具、把手和小型塑料部件
- 承重部件，如把手、曲柄、旋钮和杠杆
- 结构部件，如支架、卡扣连接和定制紧固件
- 消费品、可穿戴设备和一般用途产品中要求细节和准确度的小型部件
- 功能性原型制造和生物相容性最终用途部件

优势

- 可供室内和室外应用领域长期使用的部件
- 无需二次热固化
- 洁净、耐久、亮白色
- 出色的表面质量、准确度和可重复性
- 可高压灭菌

性能

- 机械特性和颜色的长期室内外环境稳定性；根据 ASTM 方法测试得出的室内和室外机械特性分别能达到 8 年和 1.5 年
- 满足 ISO 10993-5 和 ISO 10993-10 规定的生物相容性要求*
- 压强为 0.455 MPa 时，热变形温度为 65 °C
- 23% 断裂伸长率
- 7.1% 屈服伸长率
- 34 J/m 缺口抗冲击强度
- 1500 MPa 拉伸模量
- UL 94 HB 可燃性
- 通过高压灭菌器灭菌

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。

Figure 4 Tough 60C White

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。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。材料特性包括物理特性和机械特性,以及热特性、可燃性和电气特性(介电强度、介电常数、耗散因数和体积电阻率)。

液体材料			
测量	条件/方法	公制	英制
粘度	布氏粘度计, 温度: 25 °C (77 °F)	1800 cPs	4354 lb/ft·h
颜色		白色	
液体密度	Kruss K11 张力计, 温度: 25 °C (77 °F)	1.15 g/cm ³	0.04 lb/in ³
默认打印层厚	内部	50 µm	0.002 in
速度 - 标准模式	内部	mm/hr	23
包装体积		1 千克瓶 - Figure 4 Standalone 2.5 千克材料盒 - Figure 4 Modular 9 kg 容器 - Figure 4 Production	

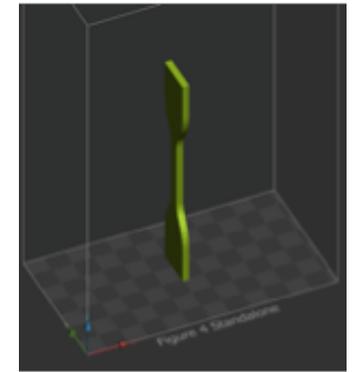
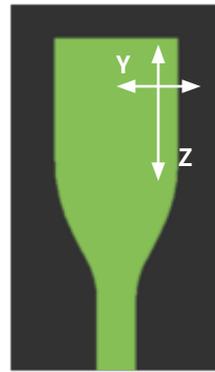
固体材料						
公制	ASTM 方法	公制	英制	ISO 标准规定的方法	公制	英制
物理特性				物理特性		
实体密度	ASTM D792	1.23 g/cm ³	0.044 lb/in ³	ISO 1183	1.23 g/cm ³	0.044 lb/in ³
24 小时吸水性	ASTM D570	0.61%	0.61%	ISO 62	0.61%	0.61%
机械特性				机械特性		
极限抗张强度	ASTM D638	35 MPa	5100 psi	ISO 527 -1/2	34 MPa	5000 psi
抗张屈服强度	ASTM D638	35 MPa	5100 psi	ISO 527 -1/2	33.5 MPa	4900 psi
拉伸模量	ASTM D638	1500 MPa	220 ksi	ISO 527 -1/2	1400 MPa	208 ksi
断裂伸长率	ASTM D638	23%	23%	ISO 527 -1/2	23%	23%
屈服伸长率	ASTM D638	7.1%	7.1%	ISO 527 -1/2	9.4%	9.4%
挠曲强度	ASTM D790	52 MPa	7500 psi	ISO 178	40 MPa	5600 psi
挠曲模量	ASTM D790	1500 MPa	220 ksi	ISO 178	1100 MPa	160 ksi
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	34 J/m	0.6 ft-lb/in	ISO 180-A	3.1 kJ/m ²	1.5 ft-lb/in ²
Izod 无缺口冲击强度	ASTM D4812	90 J/m	2 ft-lb/in	ISO 180-U	9.2 kJ/m ²	4.4 ft-lb/in ²
邵氏硬度	ASTM D2240	79 D	79 D	ISO 7619	79 D	79 D
热特性				热特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (1C/min 时的 E")	50 °C	123 °F	ISO 6721-1/11 (1C/min 时的 E")	50 °C	123 °F
0.455 MPa/66 PSI 的热变形温度	ASTM D648	65 °C	149 °F	ISO 75- 1/2 B	64 °C	147 °F
1.82 MPa/264 PSI 的热变形温度	ASTM D648	48 °C	119 °F	ISO 75-1/2 A	46 °C	114 °F
CTE 小于 Tg	ASTM E831	95 ppm/°C	53 ppm/°F	ISO 11359-2	95 ppm/K	53 ppm/°F
CTE 大于 Tg	ASTM E831	171 ppm/°C	95 ppm/°F	ISO 11359-2	171 ppm/K	95 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	13				
1 MHz 时的介电常数	ASTM D150	3.79				
1 MHz 时的损耗因子	ASTM D150	0.033				
体积电阻率 (ohm - cm)	ASTM D257	2.45x10 ¹⁵				

Figure 4 Tough 60C White

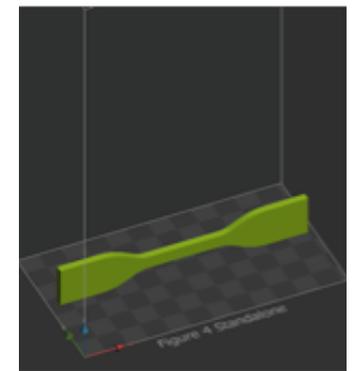
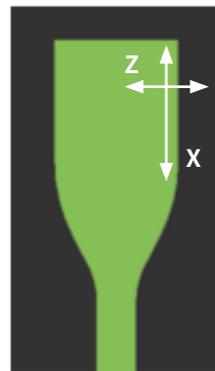
各向同性特性

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。

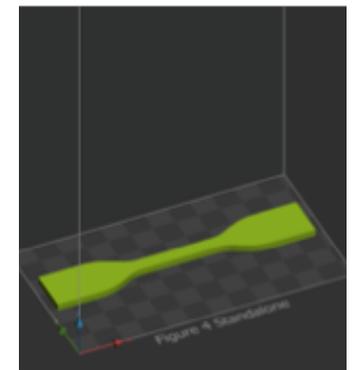
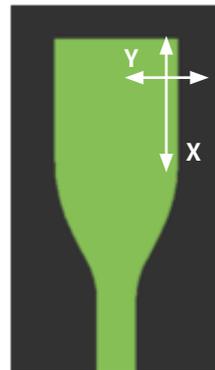
部件无需调整方向即具有最高机械特性,从而进一步提高了获得机械特性的部件方向的自由度。



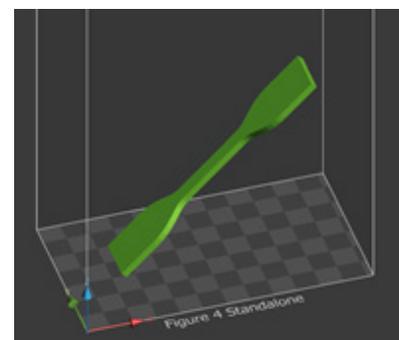
ZY - 方向



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 Type IV	35 MPa	38 MPa	38 MPa	35 MPa
抗张屈服强度	ASTM D638 Type IV	35 MPa	38 MPa	38 MPa	35 MPa
拉伸模量	ASTM D638 Type IV	1500 MPa	1500 MPa	1500 MPa	1500 MPa
断裂伸长率	ASTM D638 Type IV	23%	30%	34%	20%
屈服伸长率	ASTM D638 Type IV	7.1%	7.2%	8.2%	10.1%
挠曲强度	ASTM D790	52 MPa	44 MPa	46 MPa	44 MPa
挠曲模量	ASTM D790	1500 MPa	1200 MPa	1300 MPa	1200 MPa
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	34 J/m	41 焦耳/米	41 焦耳/米	26 J/m
邵氏硬度	ASTM D2240	79 D	不适用	不适用	不适用

应力-应变曲线

图表表示根据 ASTM D638 测试得出的 Figure 4 Tough 60C White 的应力-应变曲线。

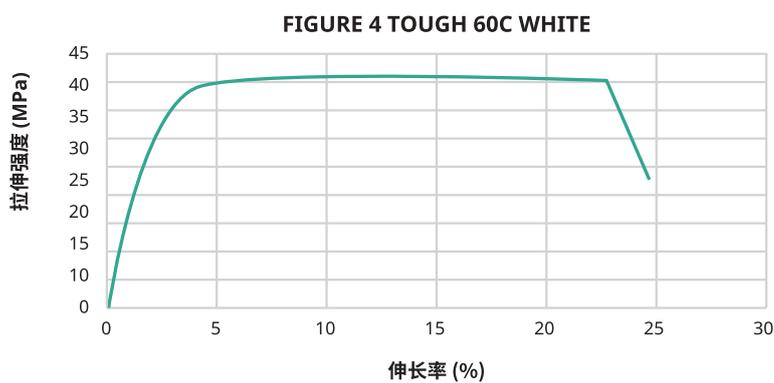


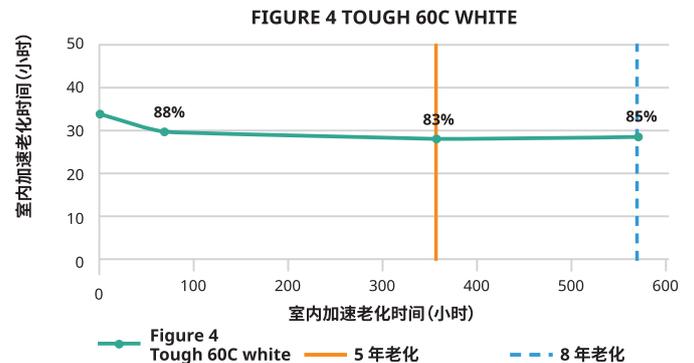
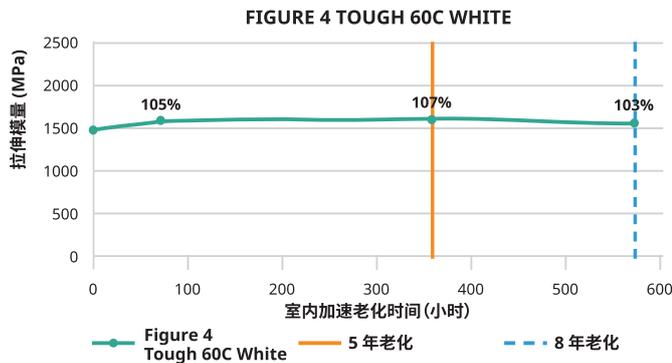
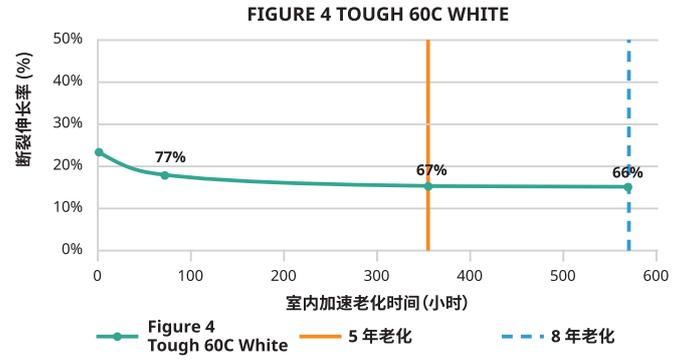
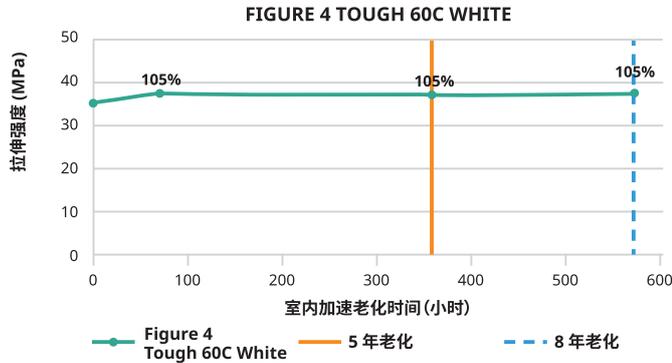
Figure 4 Tough 60C White

长期环境稳定性

Figure 4 Tough 65C 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

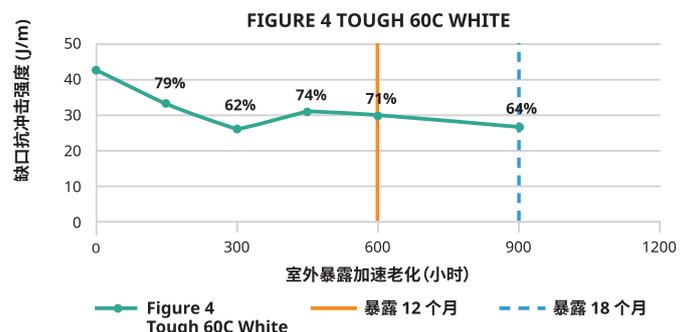
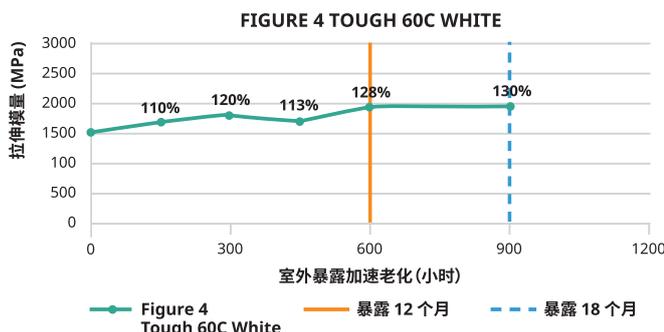
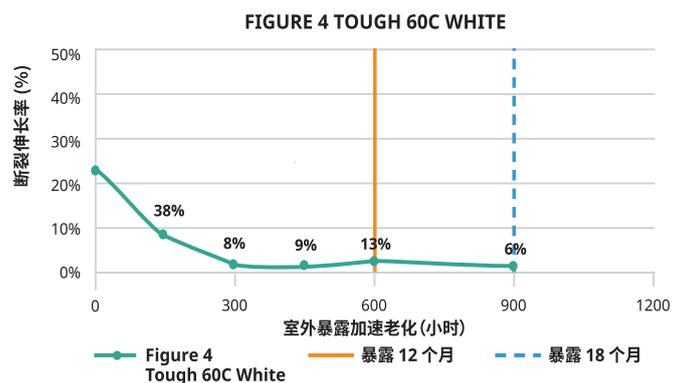
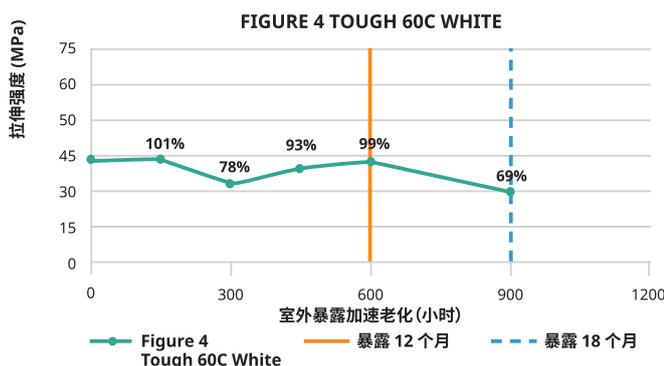


Figure 4 Tough 60C White

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 Tough 65C 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

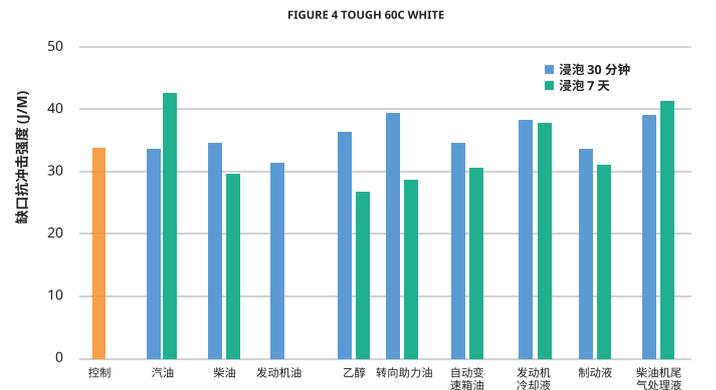
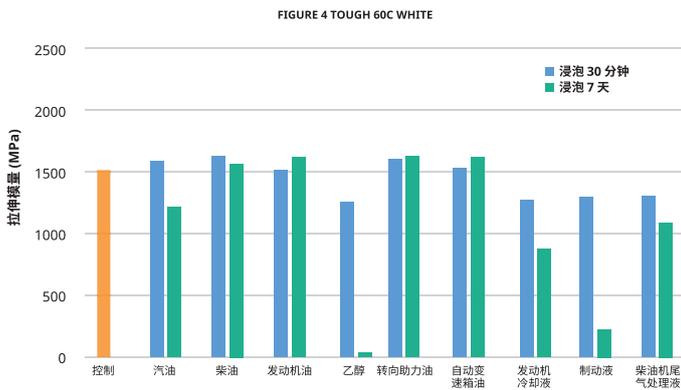
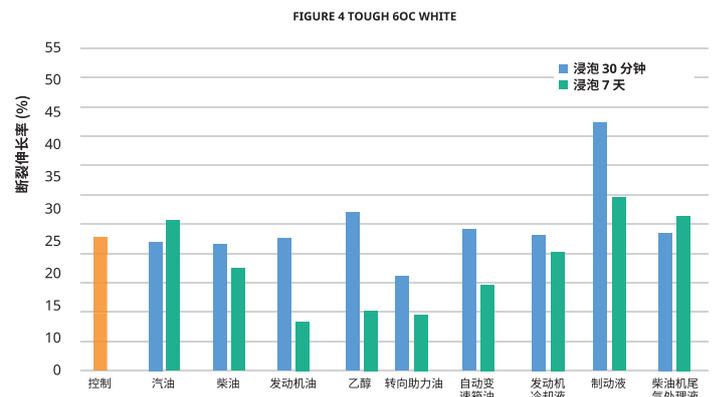
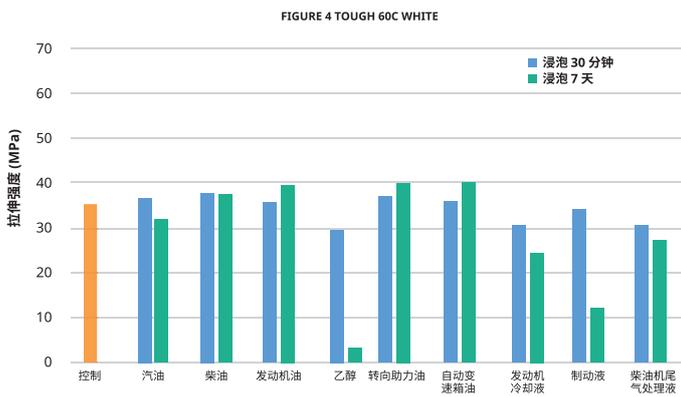


Figure 4 Tough 60C White

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 Tough 65C 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。

*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

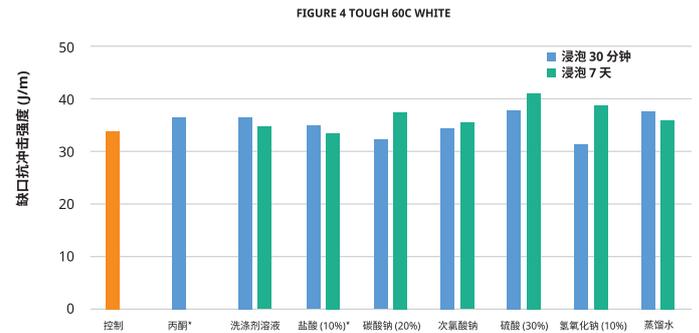
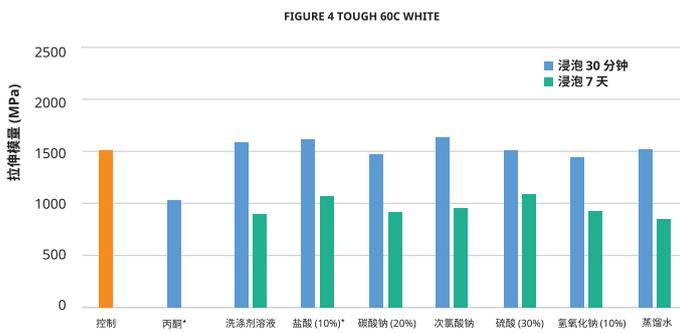
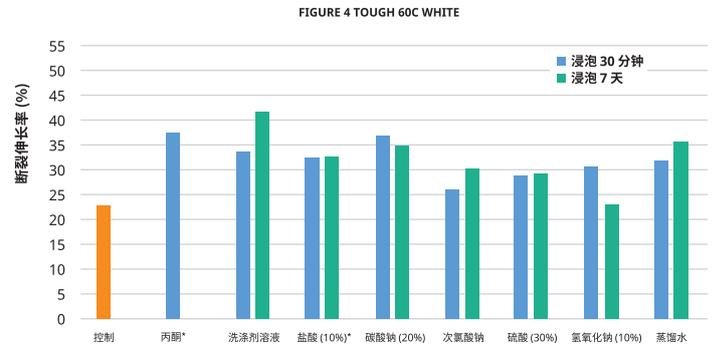


Figure 4 Tough 60C White

生物相容性声明

Figure 4® Tough 60C White 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* 和 *ISO 10993-10* (《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® Tough 60C White 通过了上述测试的生物相容性要求。

对于 Figure 4® Tough 60C White 材料, 所有用户均有责任确保其使用安全、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 Tough 60C White

通过 ISO 10993-5 测试所需的后处理说明

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

- 首次使用时在 3D Systems LC-3D 混合器上混合 1 小时
- 后续使用前混合 10 分钟

2.5 千克材料盒，适用于 Figure 4 Modular

- 在安装材料盒前用力摇晃瓶子 2 分钟
- 对于模块化系统，在每天开始使用材料时先混合材料 20 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

- 使用 2 个容器的 IPA 手动清洁（清洗和冲洗）
- 在搅动部件的同时使用“清洗”IPA 清洁 2.5 分钟
- 在搅动部件的同时使用“清洁”TPM 冲洗 2.5 分钟
 - 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

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>

Figure 4 Modular: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

