



Figure 4® Rigid Gray

用于生产长期使用部件的高对比度灰色塑料，拥有均衡热特性和机械特性

生产级品质刚性材料

Figure 4

直接生产塑料部件，节省模具成本和时间

Figure 4® Rigid Gray 是一种生产级品质的灰色材料，可呈现与注塑成型相当的部件表面光洁度，并且具有长期的环境稳定性。高对比度灰色非常适合要求较高特征清晰度的部件，如纹理和文字。此材料适合喷漆、电镀和激光蚀刻，建议用于要求高细节和高准确度的消费品原型制造和生产，以及一般用途的小型部件。

此树脂在断裂时表现出颈缩的热塑料特性，使其成为刚性卡扣连接应用（如挡板）的理想选择。其还具有 72 °C 的热变形温度和 30% 的断裂伸长率。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

- 静态刚性生产用组件，如外壳和盖子
- 消费品和一般用途产品中要求细节和准确度的小型部件
- 需要喷漆、电镀和激光蚀刻的部件
- 功能原型制造和低批量生产部件，其中的特征可视化至关重要

优势

- 可供室内和室外应用领域长期使用的部件
- 高对比度灰色，有助于呈现纹理和文字的细节之处
- 高吞吐量使部件能快速到手；无需二次热固化
- 出色的表面质量、精确度和可重复性
- 适合喷漆、电镀和激光蚀刻

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
- 拉伸测试显示具有断裂时出现颈缩的热塑料特性
- 压强为 0.455 MPa 时，热变形温度为 72 °C
- 断裂伸长率 30%
- 2200MPa 挠曲模量
- 满足 ISO 10993-5 规定的生物相容性要求
- UL 94 HB 可燃性
- 50 微米层厚时的打印速度高达 48 毫米/小时

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 Rigid Gray

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	英制
粘度	布氏粘度计, 温度: 25 °C (77 °F)	300 cps	726 lb/ft-hr
颜色		灰色	
液体密度	Kruss K11 张力计, 温度: 25 °C (77 °F)	1.07 g/cm ³	0.036 lb/in ³
默认打印层厚	内部	50 µm	0.002 英寸
速度 - 标准模式	内部	mm/hr	48
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	

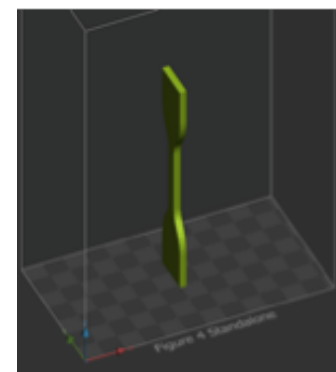
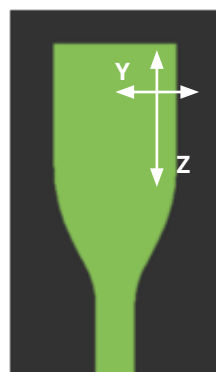
固体材料						
公制	ASTM 方法	公制	英制	ISO 标准规定的方法	公制	英制
物理特性				物理特性		
实体密度	ASTM D792	1.15 g/cm ³	0.042 lb/in ³	ISO 1183	1.15 g/cm ³	0.042 lb/in ³
24 小时吸水性	ASTM D570	0.99%	0.99%	ISO 62	0.99%	0.99%
机械特性				机械特性		
极限抗张强度	ASTM D638	61 MPa	8800 psi	ISO 527 -1/2	57 MPa	8200 psi
抗张屈服强度	ASTM D638	61 MPa	8800 psi	ISO 527 -1/2	57 MPa	8200 psi
拉伸模量	ASTM D638	2400 MPa	350 ksi	ISO 527 -1/2	2600 MPa	373 ksi
断裂伸长率	ASTM D638	30%	30%	ISO 527 -1/2	20%	20%
屈服伸长率	ASTM D638	4.6%	4.6%	ISO 527 -1/2	4.4%	4.4%
挠曲强度	ASTM D790	87 MPa	12700 psi	ISO 178	90 MPa	12500 psi
挠曲模量	ASTM D790	2200 MPa	320 ksi	ISO 178	2400 MPa	346 ksi
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	21 J/m	0.4 ft-lb/in	ISO 180-A	2.9 kJ/m ²	1.4 ft-lb/in ²
Izod 无缺口冲击强度	ASTM D4812	150 J/m	3 ft-lb/in	ISO 180-U	12.6 kJ/m ²	6 ft-lb/in ²
邵氏硬度	ASTM D2240	82D	82D	ISO 7619	82D	82D
热特性				热特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (1C/min 时的 E")	60 °C	142 °F	ISO 6721-1/11 (1C/min 时的 E")	60 °C	142 °F
0.455 MPa/66 PSI 的热变形温度	ASTM D648	72 °C	162 °F	ISO 75- 1/2 B	70 °C	157 °F
1.82 MPa/264 PSI 的热变形温度	ASTM D648	59 °C	138 °F	ISO 75-1/2 A	56 °C	133 °F
CTE 小于 Tg	ASTM E831	81 ppm/°C	45 ppm/°F	ISO 11359-2	81 ppm/°K	45 ppm/°F
CTE 大于 Tg	ASTM E831	166 ppm/°C	92 ppm/°F	ISO 11359-2	166 ppm/°K	92 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	15				
1 MHz 时的介电常数	ASTM D150	3.27				
1 MHz 时的损耗因子	ASTM D150	0.02				
体积电阻率 (ohm - cm)	ASTM D257	7.16x10 ¹⁵				

Figure 4 Rigid Gray

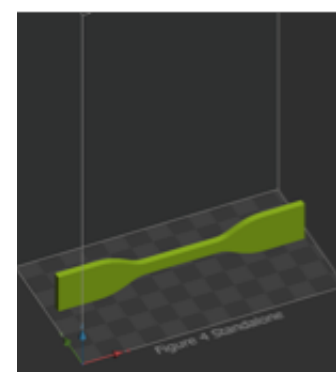
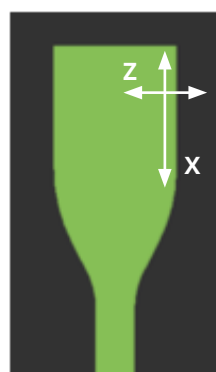
各向同性特性

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。

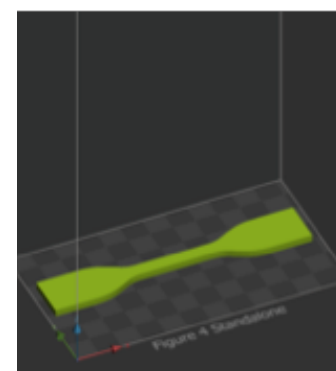
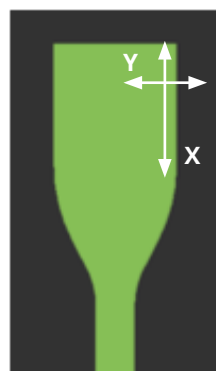
部件无需调整方向即具有最高机械特性,从而进一步提高了获得机械特性的部件方向的自由度。



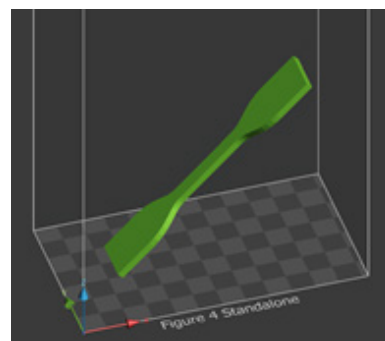
ZY - 方向



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	61 MPa	56 MPa	62 MPa	58 MPa
抗张屈服强度	ASTM D639	61 MPa	56 MPa	62 MPa	58 MPa
拉伸模量	ASTM D640	2400 MPa	2300 MPa	2200 MPa	2300 MPa
断裂伸长率	ASTM D641	30%	17%	20%	15%
屈服伸长率	ASTM D642	4.6%	4.5 %	4.8%	4.3 %
挠曲强度	ASTM D790	87 MPa	88 MPa	78 MPa	71 MPa
挠曲模量	ASTM D790	2200 MPa	2200 MPa	1800 MPa	1600 MPa
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	21 J/m	24 J/m	23 J/m	24 J/m
邵氏硬度	ASTM D2240	82D	不适用	不适用	不适用

应力-应变曲线

Figure 4 Rigid Gray 具有热塑塑料特性,在断裂前有较长的塑料变形延性颈缩,因此具有更好的卡扣和夹紧性能。

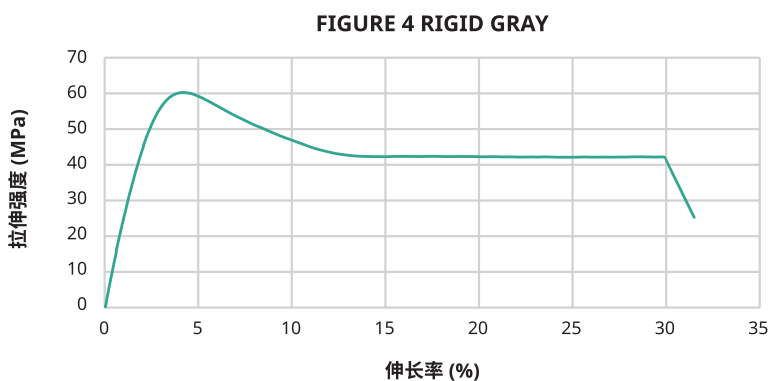


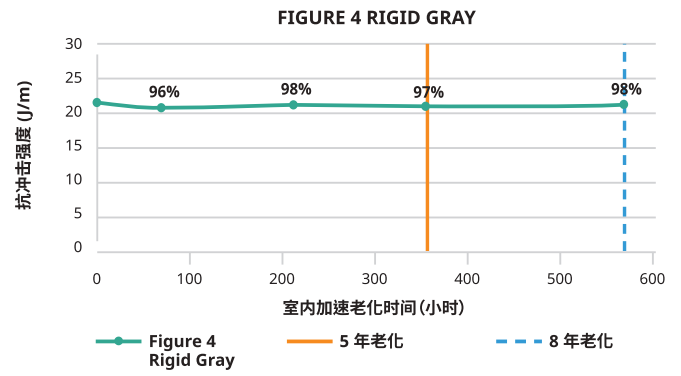
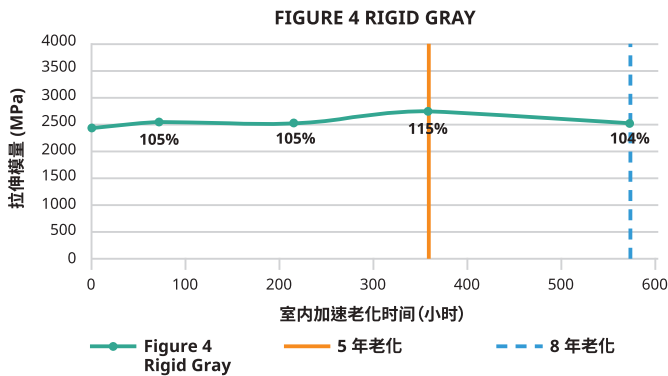
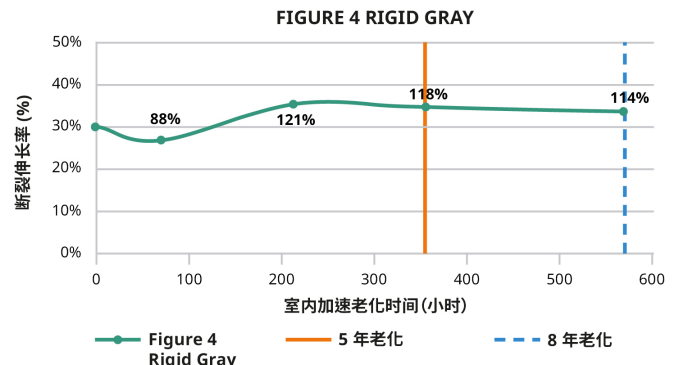
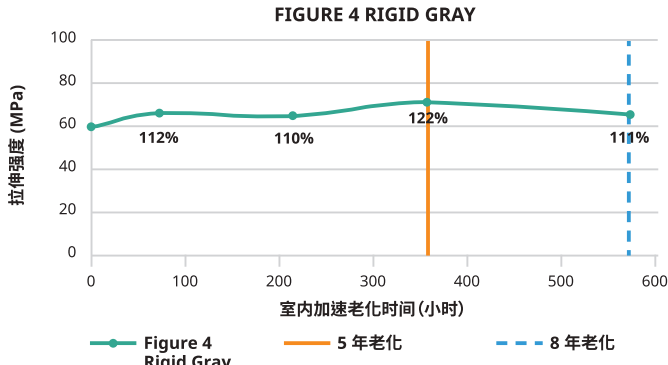
Figure 4 Rigid Gray

长期环境稳定性

Figure 4 Rigid Gray 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

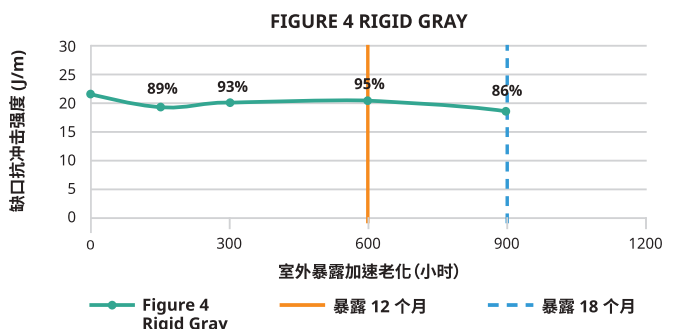
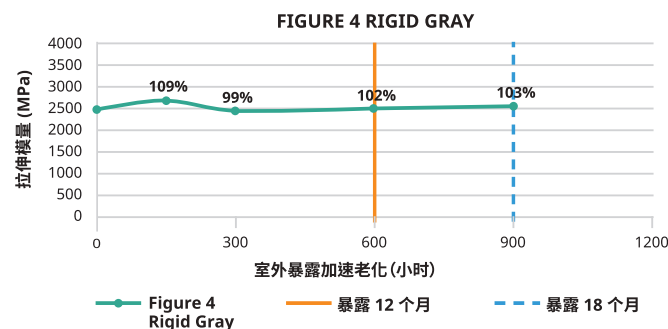
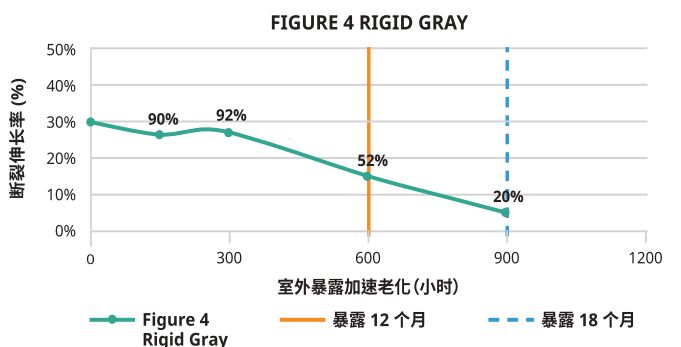
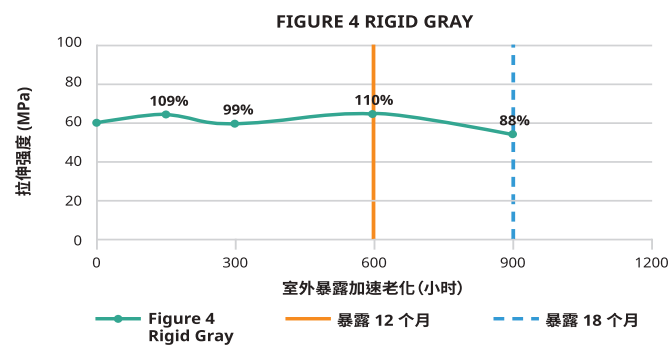


Figure 4 Rigid Gray

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 Gray 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

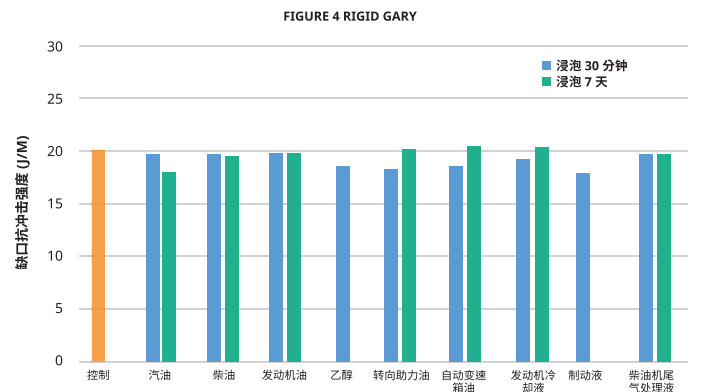
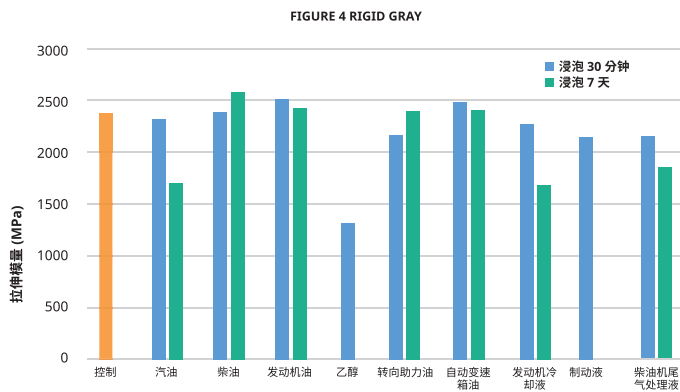
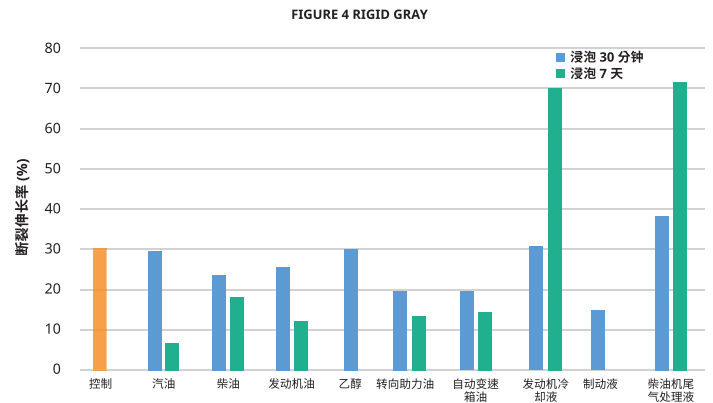
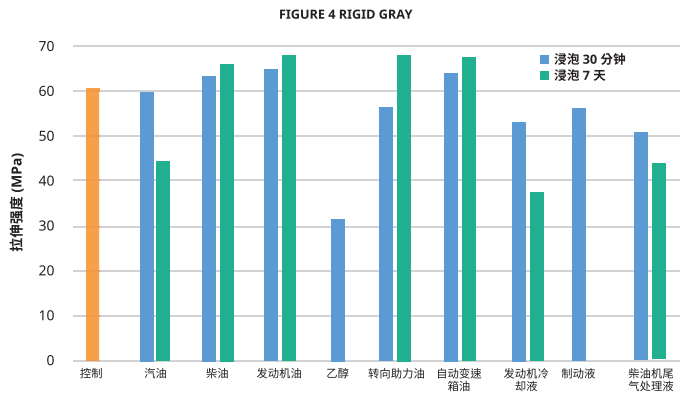


Figure 4 Rigid Gray

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 Gray 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

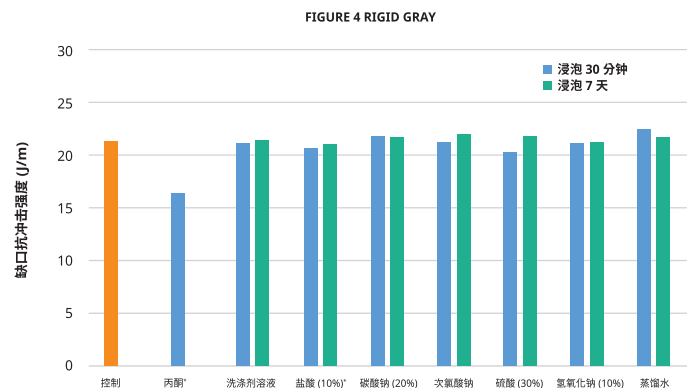
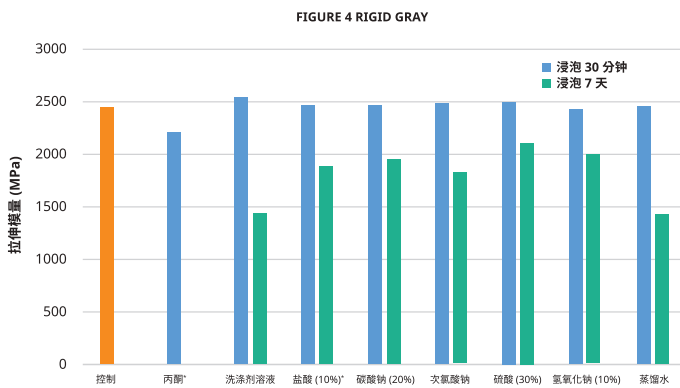
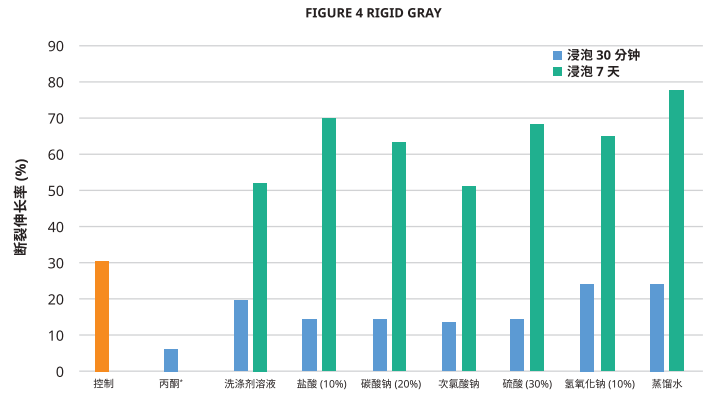
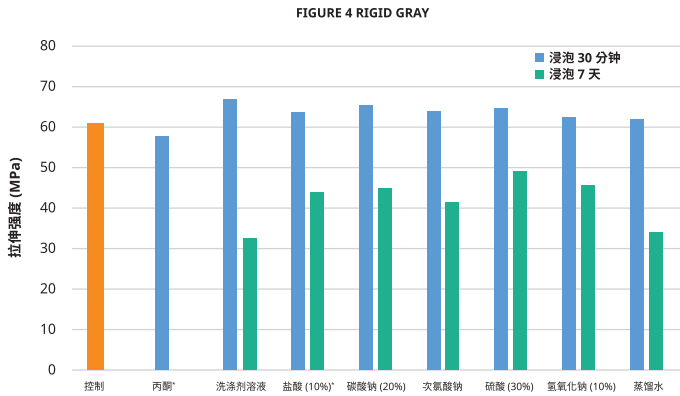


Figure 4 Rigid Gray

生物相容性声明

Figure 4® Rigid Gray 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 Gray 通过了上述测试的生物相容性要求。

对于 Figure 4® Rigid Gray 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 Rigid Gray

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”IPA 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>

