



# Figure 4<sup>®</sup> Rigid White

## 生产级品质刚性材料

适用于当天生产出部件的不透明白色生产级品质刚性塑料。此生物相容性材料所生产的部件具有光滑表面光洁度、长期环境稳定性、耐久性，并呈现出洁净的白色。

Figure 4

### 直接生产塑料部件，节省模具成本和时间

Figure 4<sup>®</sup> Rigid White 是一种生产级品质、不透明的白色材料，具有长期环境稳定性、耐久性和洁净的白色。此材料推荐用于医疗、消费品和工业制造应用，以及需要光滑表面光洁度、长期室内和室外稳定性以及生物相容性的其他应用。

此树脂在断裂时表现出热塑塑料特性和颈缩，使其成为卡扣连接应用的理想选择。其还具有 65 °C 的热变形温度和高断裂伸长率。高打印速度和简化的后处理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：所有列出的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

- 要求生物相容性的医疗应用把手和固定装置
- 电子设备外壳和设备的小组件或部件
- 电机外壳、盖子、防护装置、卡扣连接部件、夹具、固定装置和其他功能性原型及小批量生产用塑料部件

### 优势

- 机械特性和性能的长期室内/室外环境（紫外线和湿度）稳定性
- 洁净、耐久、不透明白色
- 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

### 性能

- 在断裂时表现出热塑塑料特性和颈缩
- 65 °C 热变形温度
- 20% 断裂伸长率
- 2200MPa 的挠曲模量
- 符合生物相容性要求
- UL 94 HB 可燃性
- 50 微米层厚时的打印速度高达 47 毫米/小时
- 在 Premium Plus 模式下可打印体积更大、厚度更厚的几何形状

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。其中提供的其他特性包括可燃性、介电特性和 24 小时吸水性。这样可以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、Y 方向) 打印测得。Figure 4 材料的特性在所有打印方向上相对均匀,详细信息请见以下有关各向同性特性的部分。因此,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)	270 cps		653 磅/英尺-小时		
颜色		白色				
液体密度	Kruss K11 张力计, 温度: 25 °C (77 °F)	1.09 克/立方厘米		0.036 磅/立方英寸		
默认打印层厚 (标准模式)		50 微米		0.002 英寸		
速度 - 标准模式		47 毫米/小时		1.85 英寸/小时		
速度 - 草稿模式		54 毫米/小时		2.13 英寸/小时		
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	1.16 克/立方厘米	0.042 磅/立方英寸	ISO 1183	1.16 克/立方厘米	0.042 磅/立方英寸
24 小时吸水性	ASTM D570	1.88%	1.88%	ISO 62	1.88%	1.88%
机械特性				机械特性		
极限抗张强度	ASTM D638	57 MPa	8200 psi	ISO 527 -1/2	58 MPa	8500 psi
抗张屈服强度	ASTM D638	57 MPa	8200 psi	ISO 527 -1/2	58 MPa	8500 psi
拉伸模量	ASTM D638	2100 MPa	300 ksi	ISO 527 -1/2	2600 MPa	370 ksi
断裂伸长率	ASTM D638	20%	20%	ISO 527 -1/2	17.2%	17.2%
屈服伸长率	ASTM D638	4.5%	4.5%	ISO 527 -1/2	4.2%	4.2%
弯曲强度	ASTM D790	84 MPa	12200 psi	ISO 178	90 MPa	13000 psi
挠曲模量	ASTM D790	2200 MPa	320 ksi	ISO 178	2600 MPa	371 ksi
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	21 J/m	0.4 ft-lb/in	ISO 180-A	3.1 J/m <sup>2</sup>	0.0015 英尺-磅/平方英寸
Izod 无缺口冲击强度	ASTM D4812	160 J/m	3 ft-lb/in	ISO 180-U		
邵氏硬度	ASTM D2240	81D	81D	ISO 7619	81D	81D
热特性				热特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640	64 °C	148 °F	ISO 6721-1/11	64 °C	148 °F
0.455 MPa/66 PSI 的热变形温度	ASTM D648	65 °C	149 °F	ISO 75- 1/2 B	60 °C	143 °F
1.82 MPa/264 PSI 的热变形温度	ASTM D648	55 °C	131 °F	ISO 75-1/2 A	54 °C	129 °F
-20 到 50 °C 的热膨胀系数	ASTM E831	82 ppm/°C	46 ppm/°F	ISO 11359-2	82 ppm/°K	46 ppm/°F
75 到 180 °C 的热膨胀系数	ASTM E831	146 ppm/°C	81 ppm/°F	ISO 11359-2	146 ppm/°K	81 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				
1 MHz 时的介电常数	ASTM D150	3.21				
1 MHz 时的损耗因子	ASTM D150	0.019				
体积电阻率 (ohm - cm)	ASTM D257	6.8 X 10 <sup>15</sup>				

## 各向同性特性

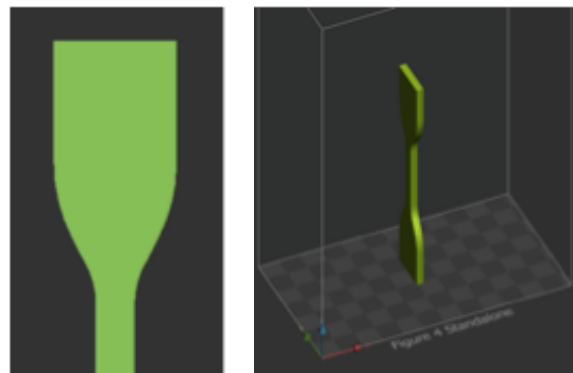
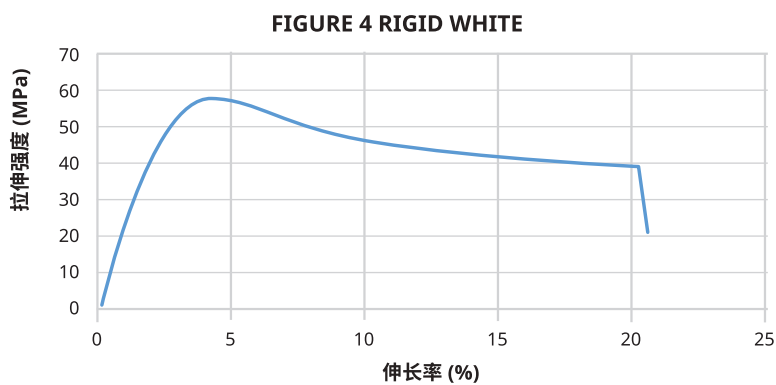
Figure 4 技术可以打印出机械性能各向同性的部件, 也就是说沿 X、Y、Z 轴所打印的部件都会呈现相似结果。

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。

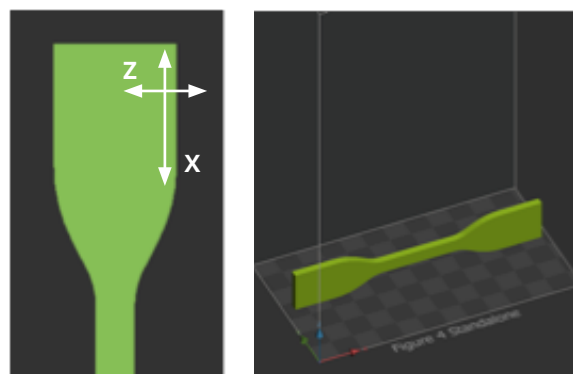
固体材料					
公制	方法	公制			
机械特性					
		ZY	XZ	XY	Z45
极限抗张强度	ASTM D638 Type IV	57 MPa	62 MPa	61 MPa	59 MPa
抗张屈服强度	ASTM D638 Type IV	57 MPa	62 MPa	61 MPa	59 MPa
拉伸模量	ASTM D638 Type IV	2100 MPa	2100 MPa	2100 MPa	2100 MPa
断裂伸长率	ASTM D638 Type IV	20%	20%	22%	23%
屈服伸长率	ASTM D638 Type IV	4.5%	4.5%	4.8%	4.2%
弯曲强度	ASTM D790	84 MPa	93 MPa	88 MPa	82 MPa
挠曲模量	ASTM D790	2200 MPa	2400 MPa	2200 MPa	2100 MPa
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	21 J/m	26 J/m	24 J/m	24 J/m
邵氏硬度	ASTM D2240	81D	81D	81D	81D

## 应力-应变曲线

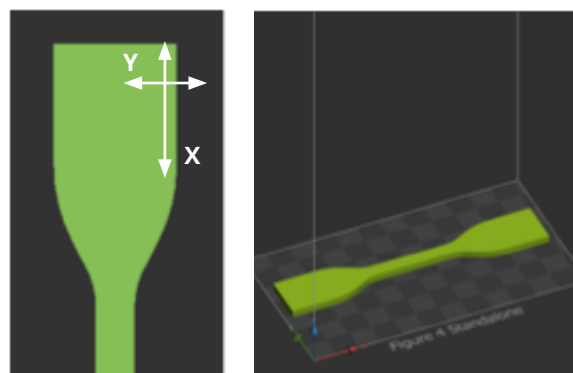
Figure 4 Rigid White 具有热塑塑料特性, 在断裂前有较长的塑料变形延性颈缩, 因此具有更好的卡扣和夹紧性能。



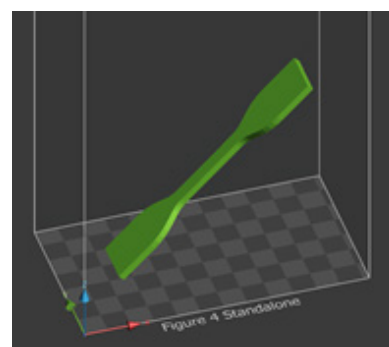
ZY - 方向



XZ - 方向



XY - 方向



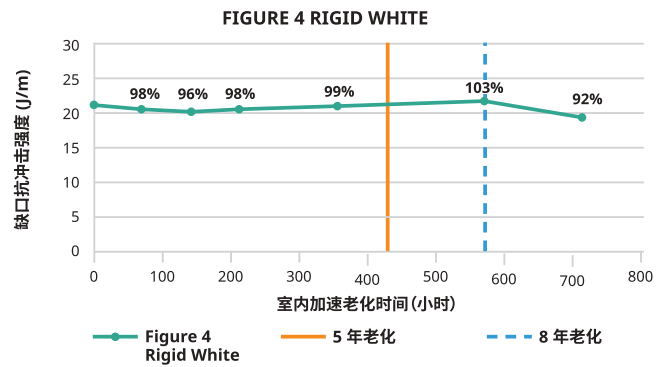
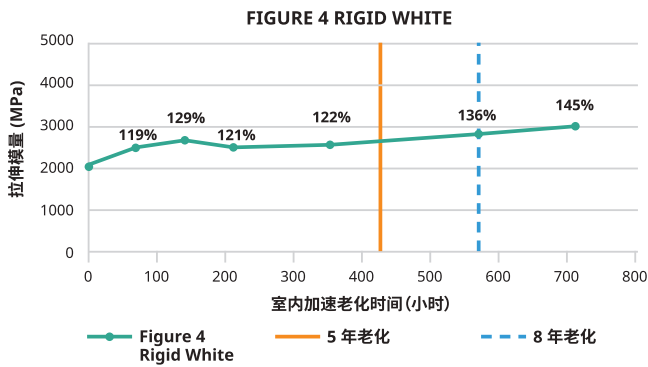
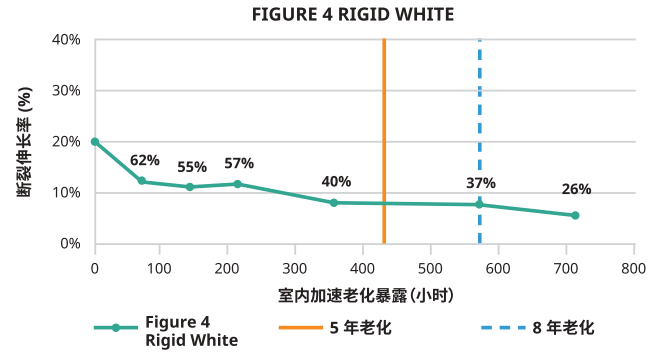
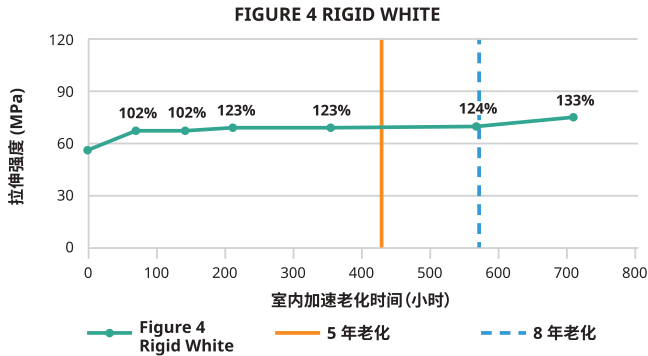
Z45-度 - 方向

## 长期的环境稳定性

Figure 4 Rigid White 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。

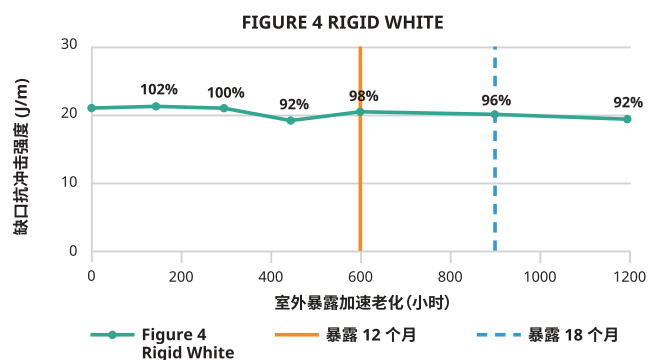
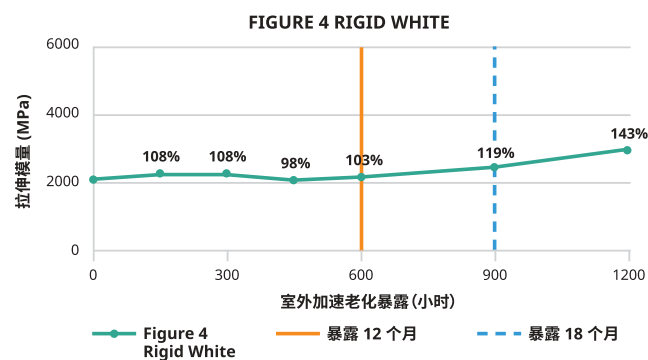
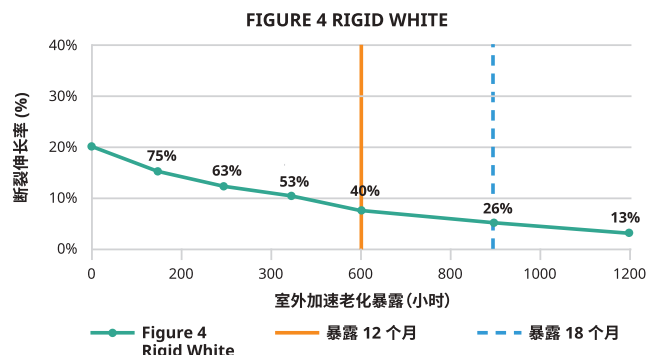
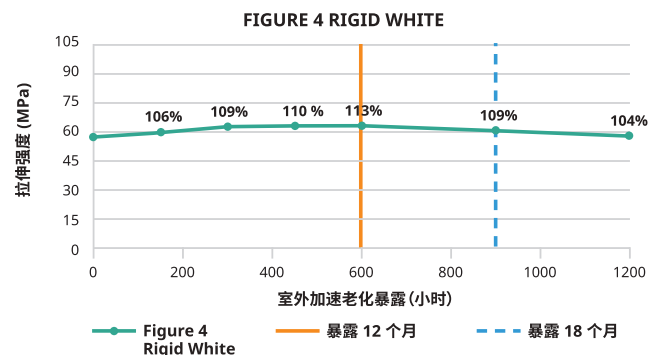
室内稳定性: 根据 ASTM D4329 标准方法进行测试。

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



## 汽车溶液兼容性

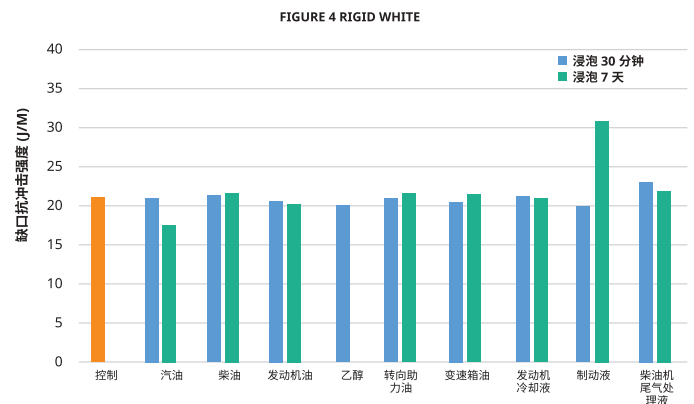
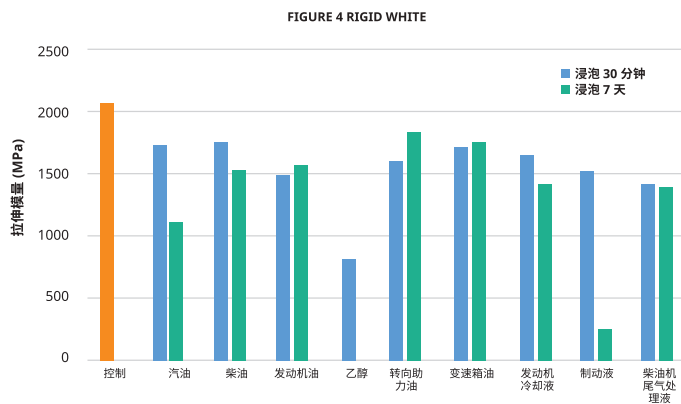
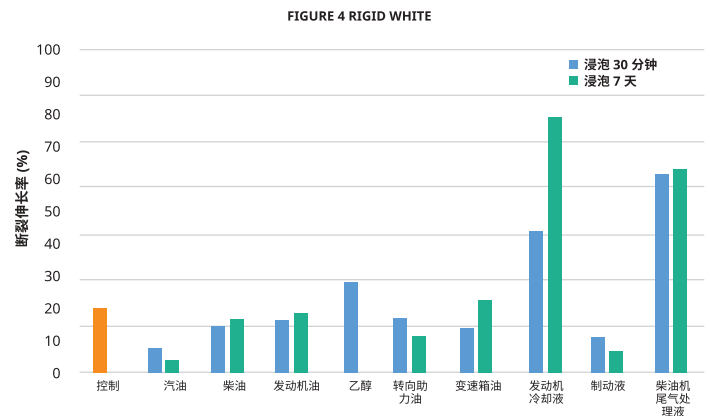
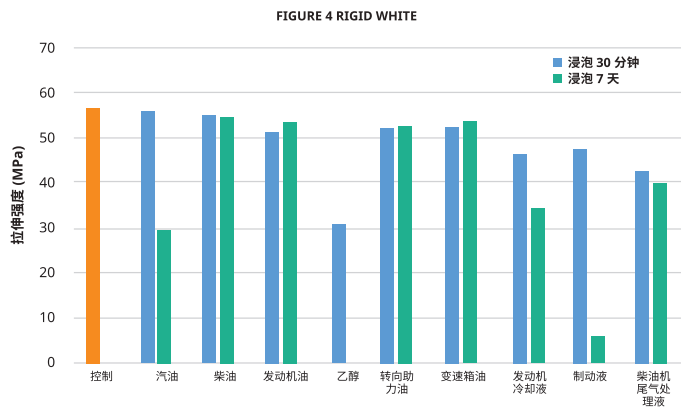
材料是否兼容碳氢化合物和清洁化学品对于部件应用至关重要。根据 USCAR2 测试条件对 Figure 4 Rigid White 部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格以两种不同方式测试了以下流体。

- 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**

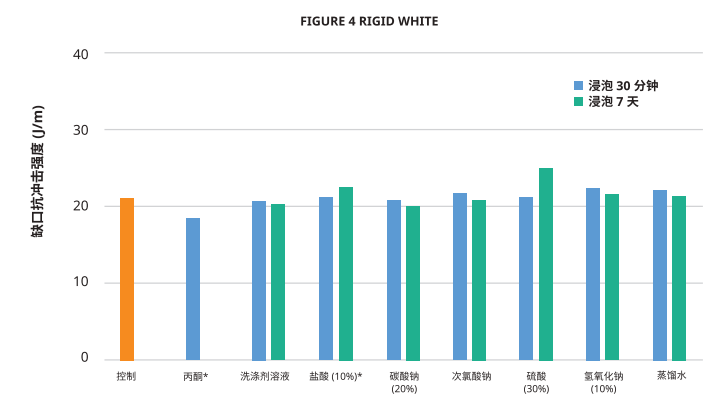
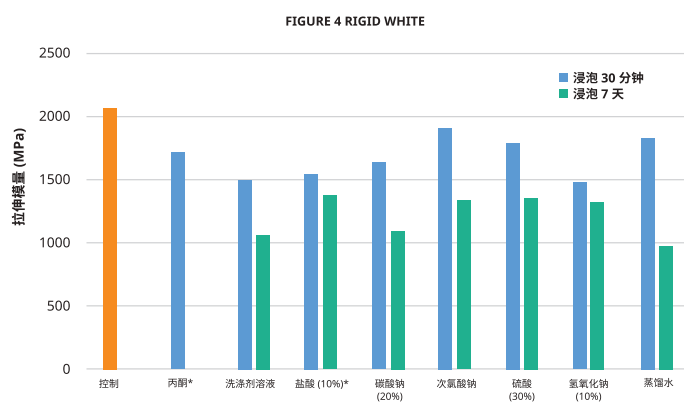
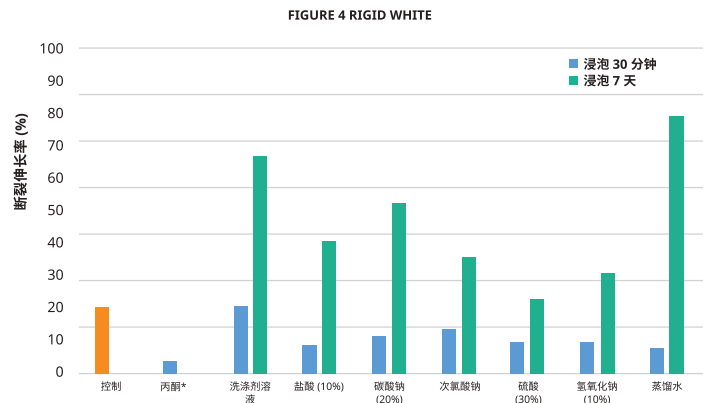
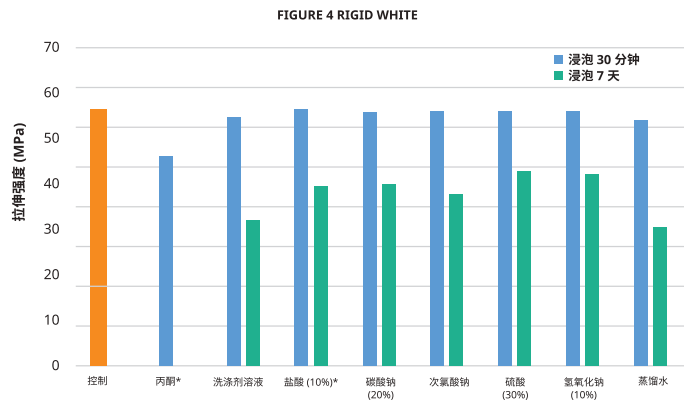
材料与清洁化学品之间的兼容性对于部件应用至关重要。根据 ASTM D543 测试条件对 Figure 4 Rigid White 部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格以两种不同方式测试了以下流体。

- 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



### 生物相容性声明

Figure 4® Rigid 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,评估参考的标准包括 *ISO 10993-5* (《医疗器械生物学评价第 5 部分:体外细胞毒性试验》) 和 *ISO 10993-10* (《医疗器械生物学评价第 10 部分:刺激与皮肤致敏试验 (GPMT)》)。测试结果显示 Figure 4® Rigid White 通过了上述测试的生物相容性要求。

对于 Figure 4® Rigid 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。

## 通过 ISO 10993-5 和 ISO 10993-10 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

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 5 分钟
- 在搅动部件的同时使用“清洁”IPA 冲洗 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

- 在后固化前在环境空气中干燥 1 小时以上

### 紫外光固化时间

- 在 3D Systems LC-3DPrint Box UV 后固化装置或 Figure 4 UV Cure Unit 350 固化装置中干燥 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>

