

# Flame Retardant Resin

制作达到 UL 94 V-0 标准的部件，兼具优异的质量和耐热性能

轻松快速地制造坚硬、抗蠕变的功能性塑料部件，并可将其长期用于室内和工业环境。Flame Retardant Resin 是一款自熄型无卤素材料，具有良好的火焰、烟雾和毒性 (FST) 评级表现。

定制夹具、固定装置和替换件，适用于具有高温或火源的工业环境

飞机、汽车和火车的内饰部件，  
具有优异的表面光洁度

防护性和内部消费电子组件或医疗电子组件



V1

FLFRGR01


\* 可能并非面向所有地区供应

编写日期 13. 04. 2023

在我们所知的最大范围内，此处所载信息均准确无误。但是，对于使用这些信息所得结果

版本 02 26. 07. 2023

的准确性，Formlabs 公司不作任何明示或暗示的保证。

阻燃性 1. 2	结果			方法
UL 94	V-0 (3mm)	V-1 (2.5mm)	HB (1.5mm)	 扫描二维码 查看蓝卡
FAR 25.853 (a) 附录 F 部分 I (a) (1) (ii) 12 秒垂直燃烧	通过 (2.5mm)			

烟雾毒性 3. 4	结果		方法
	燃烧 1.5min 的烟雾密度 (Ds)	燃烧 4min 的烟雾密度 (Ds)	
生烟性: 燃烧厚度为 3mm	19.5	285	ASTM E662
生烟性: 燃烧厚度为 5mm	5	114	ASTM E662

气体毒性 3. 4	结果			方法	
燃烧 3mm 厚度的气体毒性	通过	CO: 56PPM HCl: <1PPM	HCN: 7PPM HF: <1PPM	SO2: <1PPM (NO + NO2) NOx: <1PPM	BSS 7239

	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
--	------	-----------------------	------------------------	----

机械性能 5. 6	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
极限拉伸强度	24MPa	38MPa	41MPa	ASTM D638-14
拉伸模量	1.8GPa	2.9GPa	3.1GPa	ASTM D638-14
断裂伸长率	20%	9.4%	7.1%	ASTM D638-14

弯曲性能	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
弯曲强度	36MPa	72MPa	75MPa	ASTM D790-15
弯曲模量	1.3GPa	2.7GPa	2.7GPa	ASTM D790-15

冲击性能	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
IZOD 冲击性能	19J/m	22J/m	22J/m	ASTM D256-10
无缺口 IZOD 冲击性能	227J/m	241J/m	257J/m	ASTM D4812-11

断裂性能	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
最大应力强度系数 (Kmax)		1.05MPa · m <sup>1/2</sup>	1.11MPa · m <sup>1/2</sup>	ISO 20795-1:2013(E), 8.6 节
断裂功 (Wf)		311J/m <sup>2</sup>	277J/m <sup>2</sup>	ISO 20795-1:2013(E), 8.6 节

热性能	原始部件	后固化 (70°C 下 60 分钟)	后固化 (80°C 下 120 分钟)	方法
在 1.8MPa 下的热变形温度	45°C	71°C	83°C	ASTM D648-16
在 0.45MPa 下的热变形温度	55°C	94°C	111°C	ASTM D648-16
热膨胀系数 (20 - 80°C)		98.6µm/m/°C	68.1µm/m/°C	ASTM E813-13
玻璃化温度 (Tg)	101°C	130°C	144°C	峰值 tan δ, 升温速率: 3°Cpm

## 材料属性数据

## Flame Retardant Resin

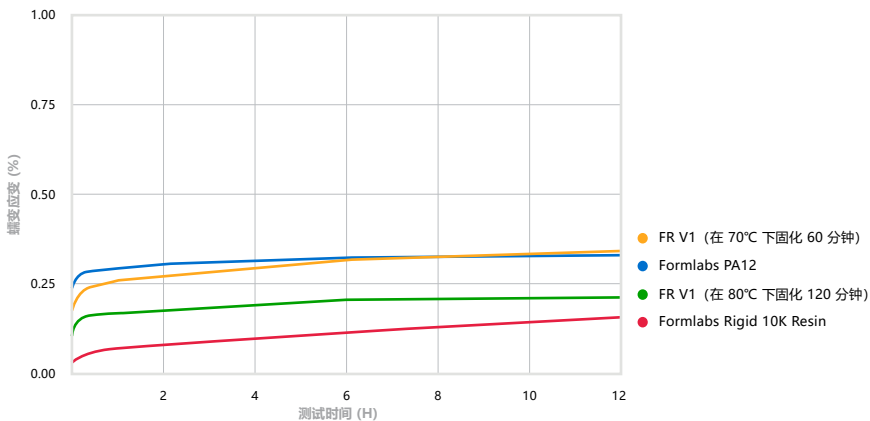
常规性能	结果		方法
硬度	原始部件: 74D	后固化部件: 80D	ASTM D2240
体积密度	1.25g/cm <sup>3</sup>		ASTM D792-20
粘度 (25°C)	4500 - 5000cP		
颜色	浅灰色		

电气性能 <sup>3, 5</sup>	结果	方法
介电强度	15.1kV/mm	ASTM D149
介电常数	3.83	ASTM D150, 0.5MHz
介电常数	3.82	ASTM D150, 1.0MHz
耗散因子	0.024	ASTM D150, 0.5MHz
耗散因子	0.025	ASTM D150, 1MHz
体积电阻率	$2.1 \times 10^{15}$ ohm-cm	ASTM D257

排气 <sup>3, 5</sup>	结果	方法
真空环境下排气造成的总质量损失和收集的挥发性冷凝物质	通过 总质量损失 (TML): 0.87% 收集的挥发性冷凝物质 (CVCM): <0.01% 回收的水蒸汽 (WVR): 0.2%	ASTM E595

### 拉伸抗蠕变性能 (ASTM D2990-17)

Formlabs 材料在 65°C 和 1.8 MPa 载荷下的抗蠕变测量。



Formlabs Flame Retardant Resin 具有高抗蠕变性。在 80°C 下后固化 120 分钟后, Flame Retardant Resin 样品的抗蠕变性能优于在 70°C 下后固化 60 分钟后的抗蠕变性能。Flame Retardant Resin 样品在 80°C 下后固化 120 分钟后, 其抗蠕变性能略低于 Rigid 10K Resin 样品。Flame Retardant Resin 样品在 70°C 下后固化 60 分钟后, 其抗蠕变性能与 Nylon 12 Powder 样品相似。

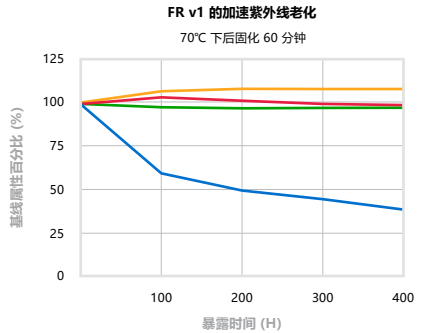
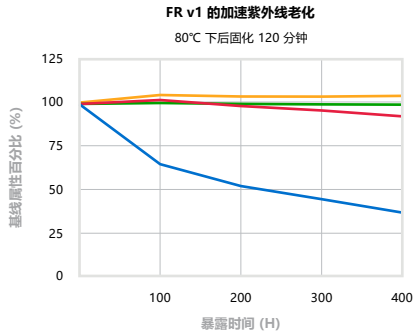
## 加速紫外线老化<sup>3, 5</sup>

## 方法

### 室内紫外线稳定性

Formlabs 使用 ASTM D4459 (室内用塑料氙灯暴露的测试标准) 评估了 FR v1 的紫外线老化性能。该测试模拟了聚合物通过玻璃暴露于太阳辐射下所引起的老化。

ASTM D4459  
室内用塑料氙灯暴露的测试标准



### 加速紫外线老化

ASTM 4459: 氙灯, 在波长 420nm 下辐照强度为 0.8 W/m<sup>2</sup>, 55 °C, 50% RH

ASTM D638: 类型 4, 5mm/min

● EAB (%)      ● 模量 (%)  
● UTS (%)      ● 冲击性能 (%)

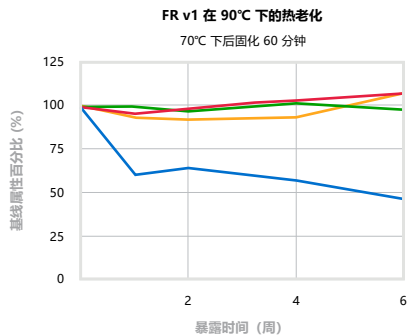
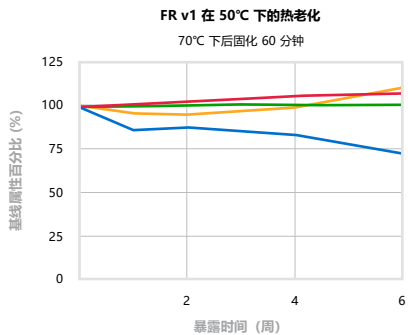
## 长期老化<sup>3, 5</sup>

## 方法

### 热老化

Formlabs 使用 ASTM D3045 (无负荷塑料热老化的测试方法) 评估了 FR v1 的热老化性能。在该测试中, 对于放置在 50°C 或 90°C 环境中的样品, 测量其在长达 6 周的不同时间段内的机械性能。

ASTM D3045A  
在 50 或 90°C 下测试时间为 6 周



### 加速热老化

ASTM D3045: 50C 和 90C 下, 在第 1、2、4 和 6 周进行测试

ASTM D638: 类型 4, 5mm/min

● EAB (%)      ● 模量 (%)  
● UTS (%)      ● 冲击性能 (%)

## 溶剂兼容性<sup>3</sup>

## Flame Retardant Resin

将打印并经过后固化的部件制成 1 × 1 × 1cm 的立方体样品，在相应的溶剂中浸泡 24 小时后，测量其重量增量百分比：

清洁化学品	24 小时重量增量, %
丙酮	2.1
漂白剂 (~5% 次氯酸钠)	0.3
Windex Powerized 配方	0.3
过氧化氢 (30%)	1
肥皂水	0.2
三丙二醇单甲醚	0.1
蒸馏水	0.2

### 强酸/碱/乙醇

盐酸 (10%)	< 0.1
次氯酸钠溶液	< 0.1
氢氧化钠溶液 (0.025%, pH = 10)	0.3
盐水 (3.5% 氯化钠)	0.2
异丙醇	0.2
过氧化氢 (3%)	0.2
乙酸丁酯	0.4
硫酸 (30%)	分解

### 工业液体

汽油 ISO 1817, 液体 C	< 0.1
传动液 (Havoline Synthetic ATF)	< 0.1
机器润滑油 (Havoline SAE 5W-30)	< 0.1
制动液 (Castrol DOT-4)	< 0.1
柴油 (Chevron #2)	< 0.1
动力转向液	< 0.1
特种液压油 5	< 0.1
液压油	< 0.1
二乙二醇单甲醚	0.3
矿物油 (重)	< 0.1
矿物油 (轻)	< 0.1

<sup>1</sup> UL 可燃性等级棒材的制备方式：在 Form 3+ / Form 3 打印机中使用 Flame Retardant Resin 材料打印 (打印层厚设置为 50µm)，并在 Form Wash 中 (a) 用浓度 ≥99% 的异丙醇清洗 10 分钟，或 (b) 用浓度 ≥99% 的三丙二醇单甲醚清洗 15 分钟，快速冲洗，然后使用 Form Cure 在 70°C 下中后固化 60 分钟。使用 Form 3, Form 3+, Form 3B, Form 3B+, Form 3L 或 Form 3BL 打印部件时，在全部方向和可用层高方面均可达到该等级。

<sup>2</sup> FAR 25.853 附录 F 部分 I (a) 的测试样品制备方式：在 Form 3L 打印机中使用 Flame Retardant Resin 材料打印 (打印层厚设置为 100µm)，并在 Form Wash L 中用浓度 ≥99% 的异丙醇清洗 10 分钟，然后使用 Form Cure L 在 70°C 下中后固化 60 分钟。

<sup>3</sup> 后固化样品数据系对以下打印部件进行测量所得：在 Form 3+ 打印机中使用 Flame Retardant Resin 材料进行打印 (打印层厚设置为 100µm)，并在 Form Wash 中用浓度 ≥99% 的异丙醇清洗 10 分钟，然后用 Form Cure 在 70°C 条件下后固化约 60 分钟 (除非另有说明)。

<sup>4</sup> 5mm 厚样品通过了烟雾测试，其通过标准为 ASTM E 662，燃烧 4 分钟后的  $D_s < 200$ 。根据自己的设计限制，用户可以另行测试厚度在 3mm - 5mm 之间的样品。样品通过了燃烧 3mm 厚度的气体毒性测试。

<sup>5</sup> 材料性能因部件几何形状、打印方向、打印设置、温度和所采用的消毒或灭菌方法而异。

<sup>6</sup> 拉伸样品数据系对以下打印部件进行测量所得：在 Form 3+ 打印机中使用 Flame Retardant Resin 材料进行打印 (打印层厚设置为 100µm)，并在 Form Wash 中用浓度 ≥99% 的异丙醇清洗 10 分钟，然后使用 Form Cure 在 70°C 温度下后固化约 60 分钟后或在 80°C 温度下后固化约 120 分钟后得到的 I 型拉力试棒。