

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，
提供优异的表面光洁度

防护性和内部消费电子组件或医疗电子组件



FLFRGR01

编写日期 13/04/2023
版本 02 26/07/2023

在我们所知的最大范围内，此处所载信息均准确无误。
但是，Formlabs 公司不对使用这些结果的准确性作出任何明示或暗示的保证。

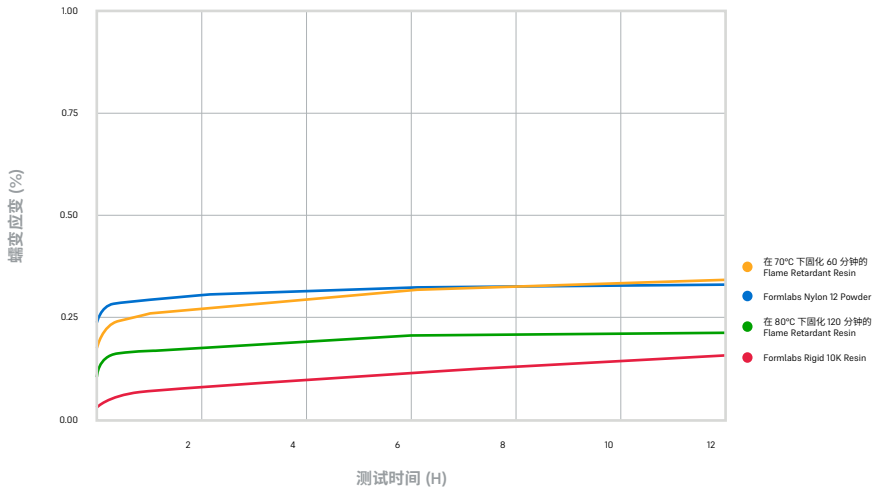
阻燃性 ^{1,2}	结果			方法
UL 94	V-0 (3mm)	V-1 (2.5mm)	HB (1.5mm)	 扫描二维码查看蓝卡
FAR 25.853 附录 F 部分 I (a) (I) (ii) 12 秒垂直燃烧	通过 (2.5mm)			
烟雾毒性 ^{3,4}	结果			方法
	燃烧 1.5min 的烟雾密度 (Ds)		燃烧 4min 的烟雾密度 (Ds)	
生烟性:燃烧厚度为 3mm	19.5		285	ASTM E662
生烟性:燃烧厚度为 5mm	5		114	ASTM E662
气体毒性 ^{3,4}	结果			方法
燃烧 3mm 厚度的气体毒性	通过			BSS 7239
	CO: 56PPM HCN: 7PPM SO2: <1PPM HCl: <1PPM HF: <1PPM (NO + NO2) NOx: <1PPM			

材料性能 ^{3.5}				方法
	原始部件	在 70°C 下后固化 60 分钟	在 80°C 下后固化 120 分钟	
机械性能 ^{5.6}				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 ^{3.5}				方法
弯曲强度	36MPa	72MPa	75MPa	ASTM D790-15
弯曲模量	1.3GPa	2.7GPa		ASTM D790-15
冲击性能 ^{3.5}				方法
IZOD 冲击性能	19J/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 ^{3.5}				方法
最大应力强度系数 (Kmax)		1.05MPa · m ^{1/2}	1.11MPa · m ^{1/2}	ISO 20795-1:2013(E), 8.6 节
断裂功 (Wf)		311J/m ²	277J/m ²	ISO 20795-1:2013(E), 8.6 节
热性能 ^{3.5}				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°C/min

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 ³		ASTM D792-20
粘度 (25°C)	4500—5000cP		
颜色	浅灰色		
电气性能 ^{3,5}	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 × 10 ¹⁵ ohm-cm		ASTM D257
排气 ^{3,5}	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 (CVCN):<0.01% 回收的水蒸汽 (WVR):0.2%		ASTM E595

拉伸抗蠕变性能 (ASTM D2990-17)

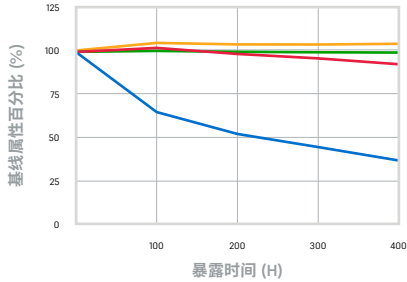
Formlabs 材料在 65°C 和 1.8 MPa 载荷下的抗蠕变测量。



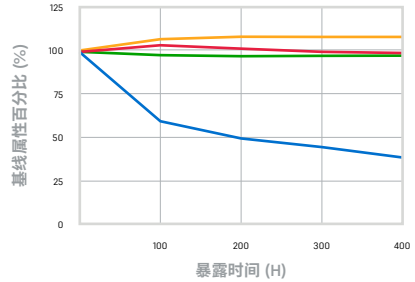
Formlabs Flame Retardant Resin 具有高抗蠕变性。在 80°C 下后固化 120 分钟后,Flame Retardant Resin 样品的抗蠕变性能优于在 70°C 下后固化 60 分钟后的抗蠕变性能。Flame Retardant Resin 样品在 80°C 下后固化 120 分钟后,其抗蠕变性能略低于 Rigid 10K Resin 样品。Flame Retardant Resin 样品在 70°C 下后固化 60 分钟后,其抗蠕变性能与 Formlabs Nylon 12 SLS Powder 相似。

加速紫外线老化 ^{3,5}	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 Flame Retardant Resin 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

Flame Retardant Resin 的加速紫外线老化
在 80°C 下后固化 120 分钟



Flame Retardant Resin 的加速紫外线老化
在 70°C 下后固化 60 分钟



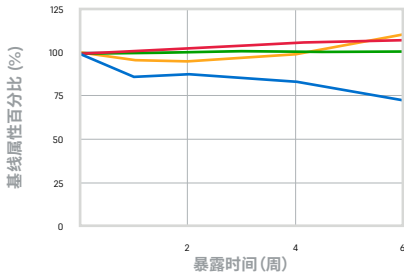
加速紫外线老化

ASTM 4459: 氙灯, 在波长 420nm 下辐照强度为 0.8 W/m², 55 °C, 50% RH
ASTM D638: 类型 4, 5mm/min

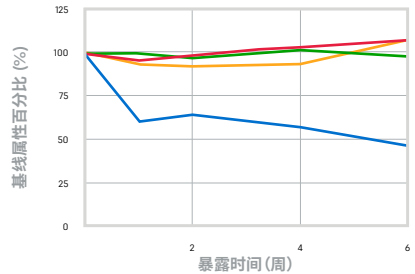
- EAB (%)
- 模量 (%)
- UTS (%)
- 冲击性能 (%)

长期老化 ^{3,5}	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 Flame Retardant Resin 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

Flame Retardant Resin 在 50°C 下的热老化
在 70°C 下后固化 60 分钟



Flame Retardant Resin 在 90°C 下的热老化
在 70°C 下后固化 60 分钟



加速热老化

ASTM D3045: 50°C 和 90°C 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

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

¹ UL 可燃性等绝缘材料的制备方式: 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% 异丙醇清洗 10 分钟, 或 (b) 用浓度 >99% 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 3L, Form 3+, Form 3B, Form 3B+, Form 3L 或 Form 3B+ 打印部件时, 在全方向上和可用层高方面均可达到该等级。

² 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% 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。

³ 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 >99% 的异丙醇清洗 10 分钟, 然后使用 Form Cure 在 70°C 条件下后固化约 60 分钟 (除非另有说明)。

⁴ 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。

⁵ 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。

⁶ 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 >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 分钟或在 80°C 温度下后固化约 120 分钟后得到的 1 型拉力试样。

如需查看完整的测试报告, 请参阅完整版本的 Flame Retardant Resin 材料数据表。