



# DuraForm® ProX® PA

尼龙/类聚丙烯材料

生产级品质 Nylon 12 塑料具有出色的坚固性、耐热性、化学性以及适用于最终用途应用的生物兼容性。

选择性激光烧结技术

## 一种坚固耐用的热塑塑料，拥有均衡机械性能和细微特征表面分辨率

专为实际功能测试和中低产量生产运行而设计，DuraForm ProX PA 具有均衡的性能组合，包括坚固耐用性、具有较高的抗冲击强度、准确性高且具有细微特征表面分辨率。DuraForm ProX PA 不仅能够满足美国药典 (USP) 第六类要求，其白色表面使其成为一系列功能性医疗器械组件以及外科辅助设备和手术导向器的理想选择。

DuraForm ProX PA 专为机械特性的长期环境稳定性而设计，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。蒸汽磨光的 DuraForm ProX PA 部件拥有出色的表面光洁度，可与注塑成型塑料部件相媲美。此外，蒸汽磨光有助于密封 SLS 部件的多孔表面，使其适用于防风和防水应用。

## 应用

- 需要出色耐用性和强度的原型
- 最终用途零部件的小批量到中批量直接制造
- 需要经过 USP 第六类认证或必须经过消毒的医疗零部件
- 复杂的薄壁管道
- 飞机和赛车零部件
- 外罩和外壳
- 带有卡扣连接和活动铰链的零部件
- 汽车仪表盘、护栅和保险杠

## 优势

- 机械特性的长期稳定性
- 均衡的机械性能和加工性能
- 构建经得起功能测试的原型
- 无需模具即可生产耐用的最终用途零件
- 根据制造商的要求，打造准确且可重复的部件
- 可加工、可绘制的演示零件

## 性能

- 优异的表面分辨率和特征细节
- 易于处理
- 良好的各向同性特性
- 符合 USP 第六类认证测试
- 与高压灭菌器杀菌兼容
- 与化学和汽车溶液兼容

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 X 轴打印测得。

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		
颜色		自然色				
烧结的部件密度	ASTM D792	0.95 g/cm <sup>3</sup>	0.034 lbs/in <sup>3</sup>	ISO 1183	0.95 g/cm <sup>3</sup>	0.034 lb/in <sup>3</sup>
24 小时吸水性	ASTM D570	0.65%	0.65%	ISO 62	0.65%	0.65%
混合比 - 新鲜材料百分比		40%				
机械特性				机械特性		
极限抗张强度	ASTM D638 I 类	48 MPa	7000 psi	ISO 37	49 MPa	7100 psi
抗张屈服强度	ASTM D638 I 类	48 MPa	7000 psi	ISO 37	49 MPa	7100 psi
拉伸模量	ASTM D638 I 类	2100 MPa	300 ksi	ISO 37	1900 MPa	273 ksi
断裂伸长率	ASTM D638 I 类	19%	19%	ISO 37	17%	17%
屈服伸长率	ASTM D638 I 类	13%	13%	ISO 37	12.3%	12.3%
挠曲强度	ASTM D790	63 MPa	9100 psi	ISO 178	60 MPa	8100 psi
挠曲模量	ASTM D790	1700 MPa	240 ksi	ISO 178	1700 MPa	244 ksi
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	47 J/m	0.9 ft-lb/in	ISO 180-A	3.7 kJ/m <sup>2</sup>	1.8 ft-lb/in <sup>2</sup>
Izod 无缺口冲击强度	ASTM D4812	460 J/m	9 ft-lb/in	ISO 180-U	22 kJ/m <sup>2</sup>	1.7 ft-lb/in <sup>2</sup>
邵氏硬度	ASTM D2240	74D	74D	ISO 7619	74D	74D
热特性				热特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (1C/min 时的 E" Peak)	46 °C	115°F	ISO 6721-1/11 (E" Peak)	46°C	115°F
0.455 MPa/66 PSI 的热变形温度	ASTM D648	176°C	349°F	ISO 75- 1/2 B	153°C	308°F
1.82 MPa/264 PSI 的热变形温度	ASTM D648	82°C	180°F	ISO 75-1/2 A	58°C	136°F
-20 到 70°C 时的热膨胀系数	ASTM E831	91 ppm/°C	51 ppm/°F	ISO 11359-2	91 ppm/K	51 ppm/°F
95 到 180°C 时的热膨胀系数	ASTM E831	201 ppm/°C	112 ppm/°F	ISO 11359-2	201 ppm/K	112 ppm/°F
比热容	ASTM E1269	1.55 J/g-°C	0.37 BTU/lb-°F			
热导率	ASTM E1530	0.21 W/m-K	1.46 BTU-in/hr-ft <sup>-2</sup> °F			
UL 可燃性等级	UL94	HB	HB			
电源				电源		
3 mm 厚度时的介电强度 (kV/mil)	ASTM D149	15				
1 kHz 时的介电常数	ASTM D150	2.85				
1 kHz 时的损耗因子	ASTM D150	0.022				
体积电阻率 (ohm - cm)	ASTM D257	1.5x10 <sup>15</sup>				
表面电阻率 (ohm/sq)	ASTM D257	4.7x10 <sup>15</sup>				

### 各向同性特性

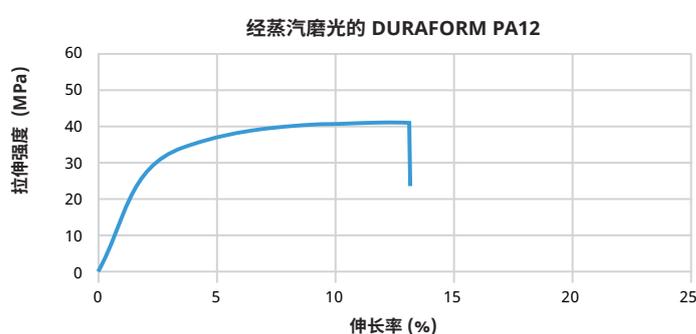
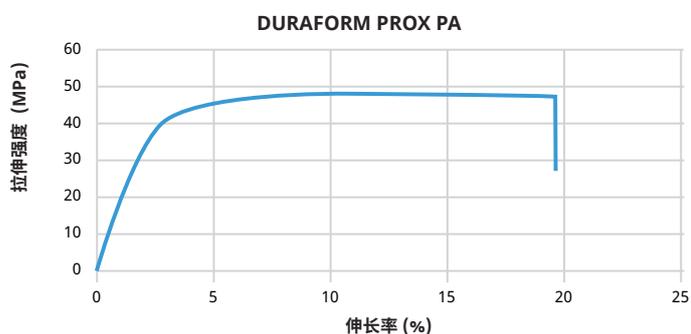
部件在 XYZ 方向和成角方向上进行测试, 以确定机械性能内的各向同性程度。

蒸汽磨光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。

DURAFORM PROX PA						经蒸汽磨光的 DURAFORM PROX PA				
	方法	公制				方法	公制			
机械特性						机械特性				
		X	Y	Z	Z45		X	Y	Z	Z45
极限抗张强度	ASTM D638 I类	48 MPa	48 MPa	42 MPa	46 MPa	ASTM D638 I类	41 MPa	35 MPa	46 MPa	47 MPa
抗张屈服强度	ASTM D638 I类	48 MPa	48 MPa	不适用	不适用	ASTM D638 I类	41 MPa	34 MPa	46 MPa	47 MPa
拉伸模量	ASTM D638 I类	1900 MPa	2000 MPa	2100 MPa	2000 MPa	ASTM D638 I类	1500 MPa	1200 MPa	1600 MPa	1800 MPa
断裂伸长率	ASTM D638 I类	19%	21%	5%	8%	ASTM D638 I类	13%	13%	14%	20%
屈服伸长率	ASTM D638 I类	13%	13%	不适用	不适用	ASTM D638 I类	13%	13%	14%	15%
挠曲强度	ASTM D790	63 MPa	58 MPa	62 MPa	60 MPa	ASTM D790	52 MPa	55 MPa	60 MPa	56 MPa
挠曲模量	ASTM D790	1700 MPa	1500 MPa	1700 MPa	1600 MPa	ASTM D790	1400 MPa	1500 MPa	1700 MPa	1500 MPa
Izod 缺口冲击强度	ASTM D256	47 J/m	42 J/m	42 J/m	48 J/m	ASTM D256	38 J/m	36 J/m	42 J/m	42 J/m
邵氏硬度	ASTM D2240	74D	74D	75D	不适用	ASTM D2240	73D	73D	73D	74D
24 小时吸水性	ASTM D570	0.65%	0.65%	0.65%	0.65%	ASTM D570	0.23 %	0.23 %	0.23 %	0.23 %

### 应力-应变曲线

图表表示根据 ASTM D638 测试得出的 DuraForm ProX PA 塑料的应力-应变曲线。

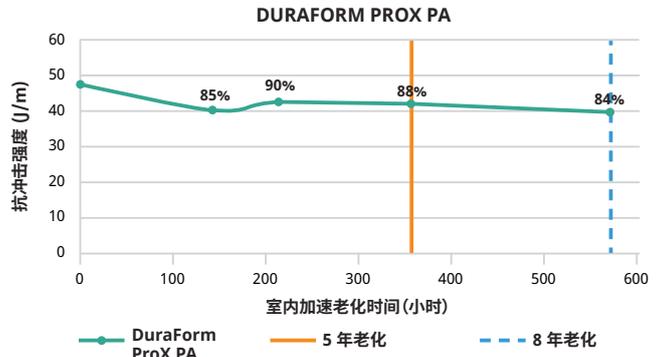
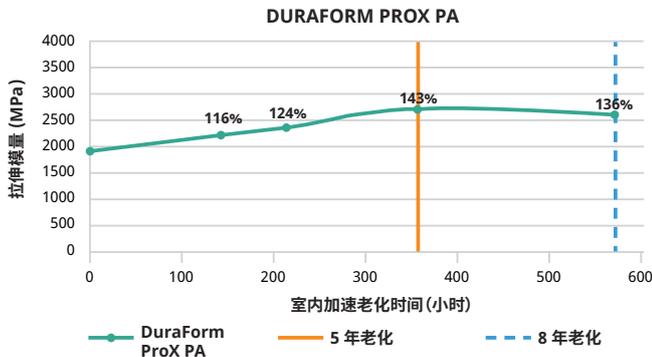
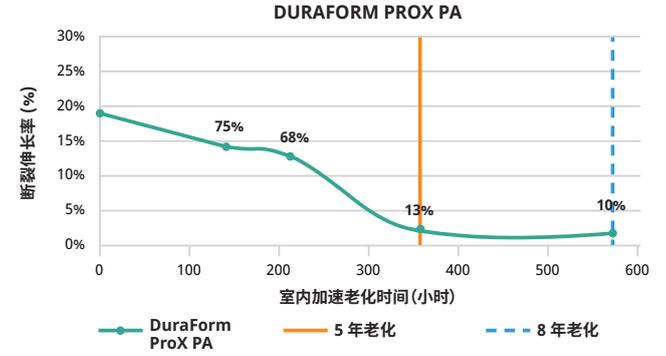
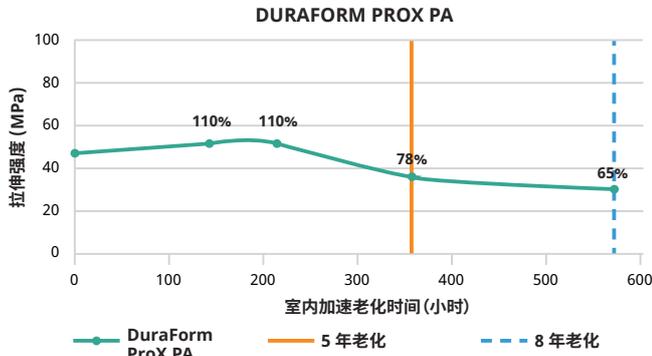


长期环境稳定性

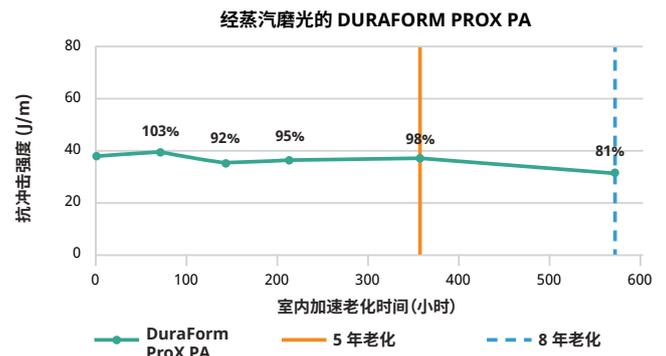
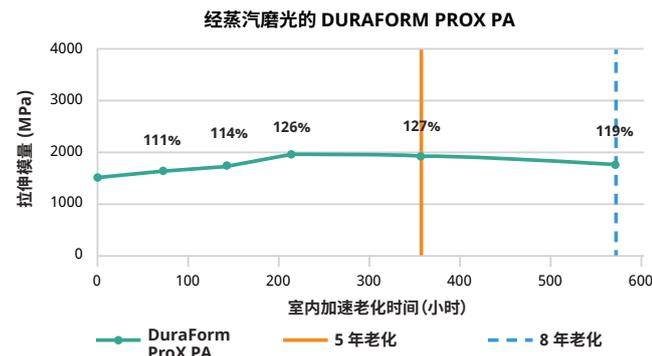
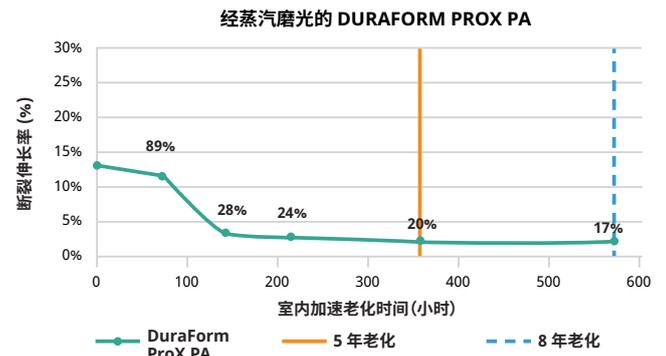
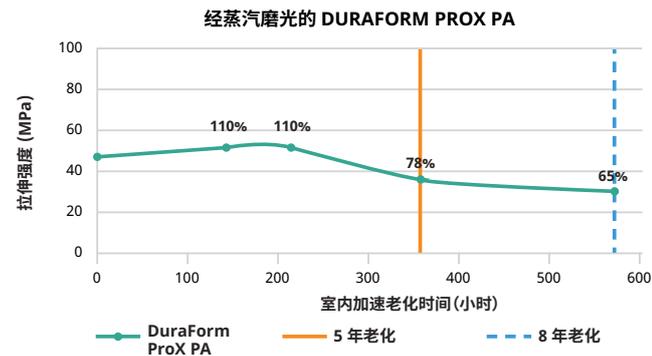
DuraForm ProX PA 经过精心设计, 具备长期环境紫外线和湿度稳定性。也就是说, 测试了此材料在给定时间内保留高初始机械性能比例的能力。如此就提供了在实际设计应用或部件时需要考虑的条件。Y轴表示实际数据值, 数据点为占初始值的百分比。

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 - 蒸汽磨光

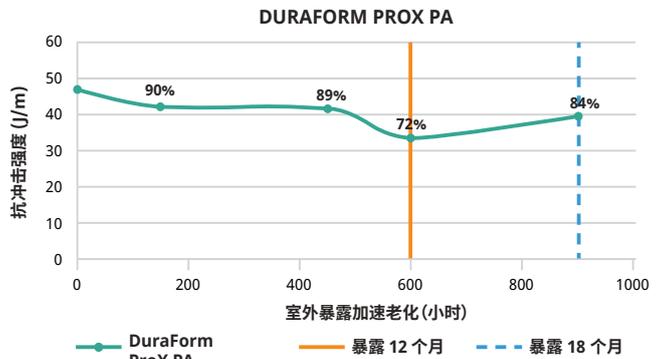
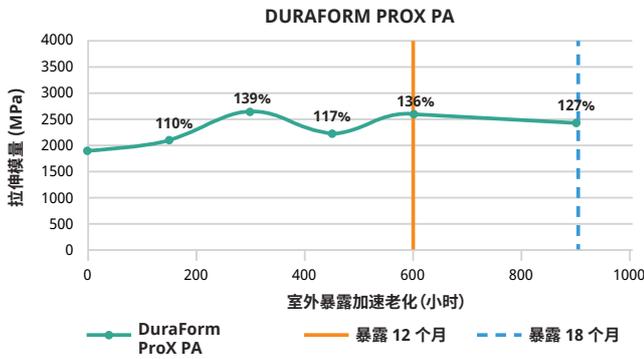
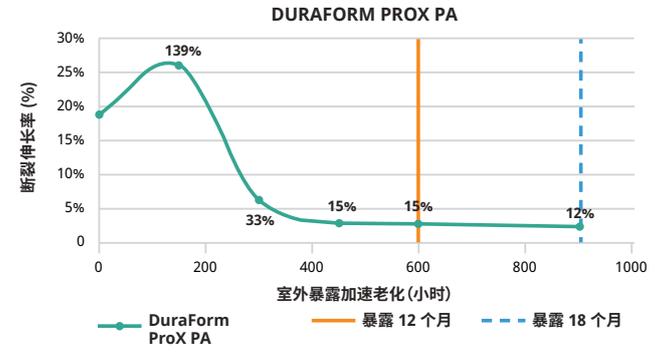
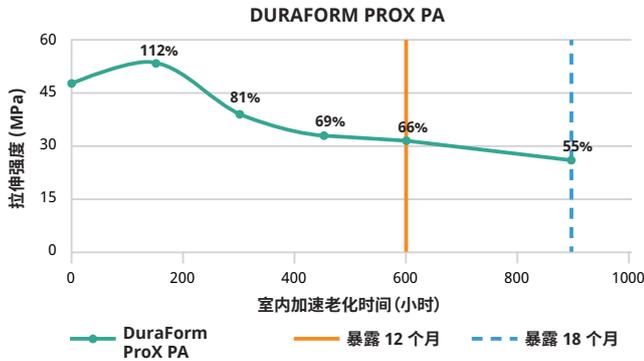


长期环境稳定性

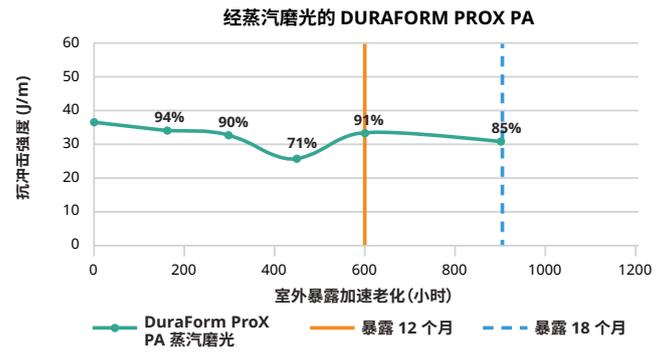
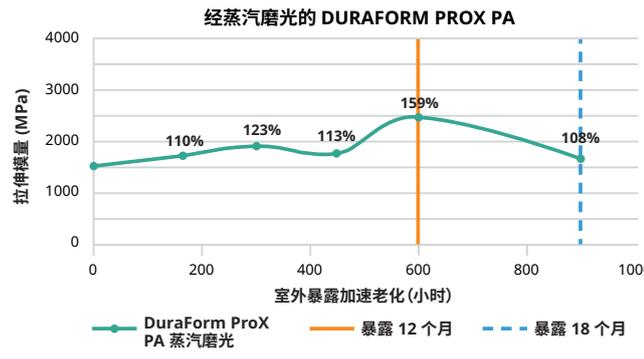
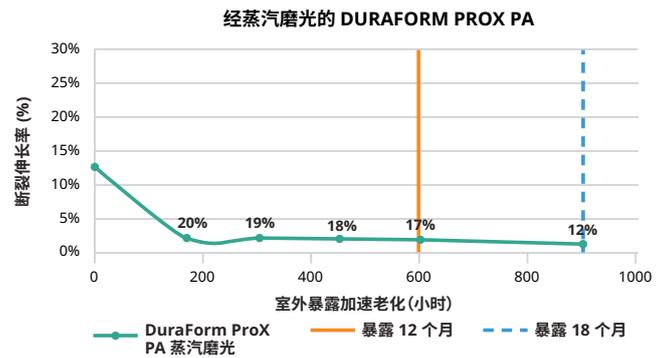
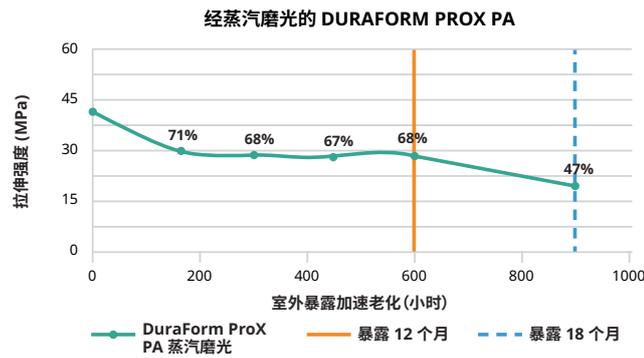
DuraForm ProX PA 经过精心设计, 具备长期环境紫外线和湿度稳定性。也就是说, 测试了此材料在给定时间内保留高初始机械性能比例的能力。如此就提供了在实际设计应用或部件时需要考虑的条件。**Y轴表示实际数据值, 数据点为占初始值的百分比。**

室内稳定性: 根据 ASTM G154 标准方法进行测试。

室外稳定性



室外稳定性 - 蒸汽磨光



### 汽车溶液兼容性

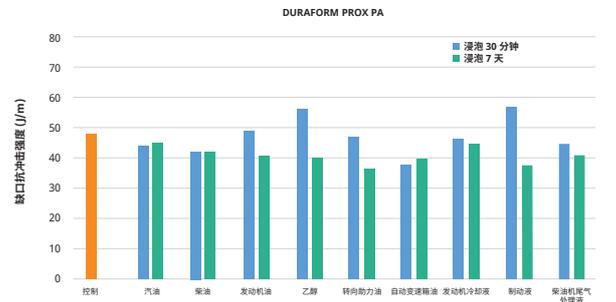
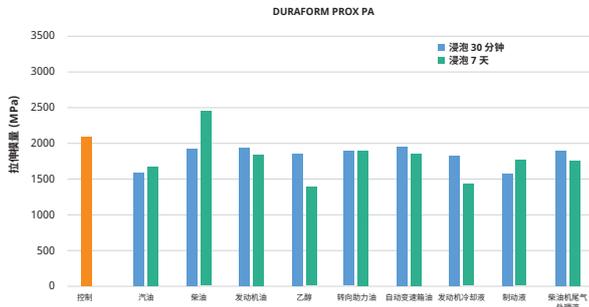
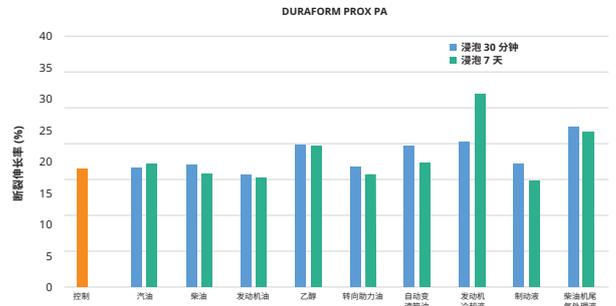
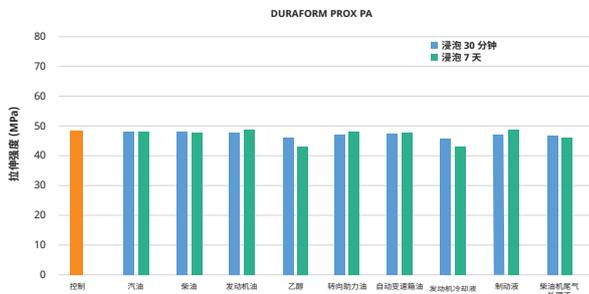
材料是否兼容碳氢化合物和清洁化学品对于部件应用至关重要。根据 USCAR2 测试条件对 DuraForm ProX PA 塑料部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格以两种不同方式测试了以下流体。

- 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。

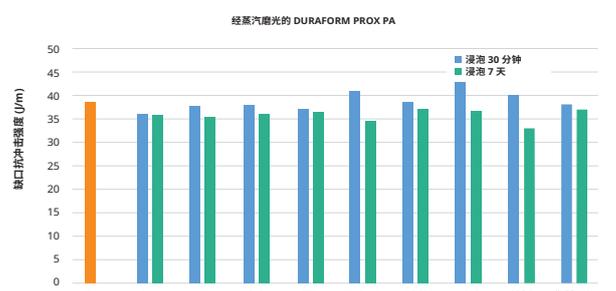
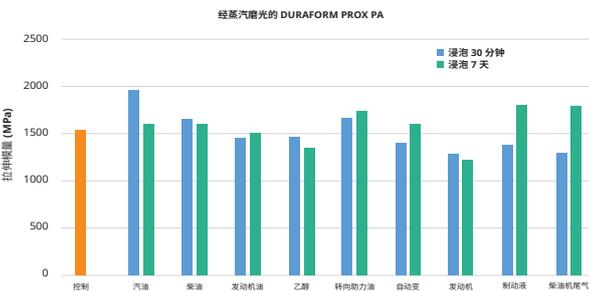
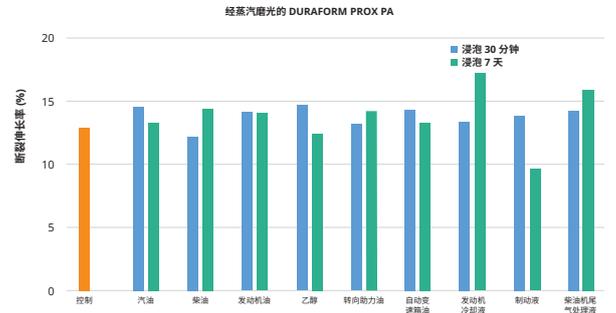
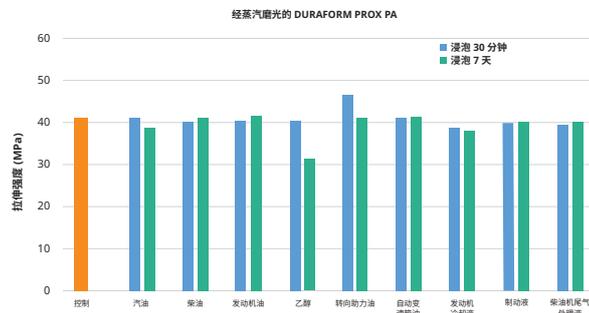
数据反映了该段时间内特性的测量值。

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



### 经蒸汽磨光



### 化学兼容性

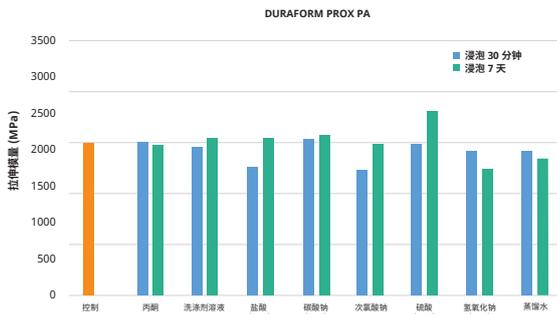
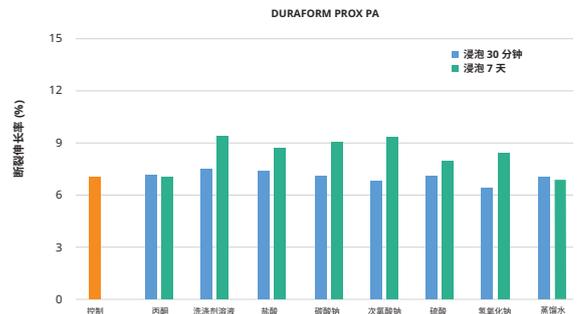
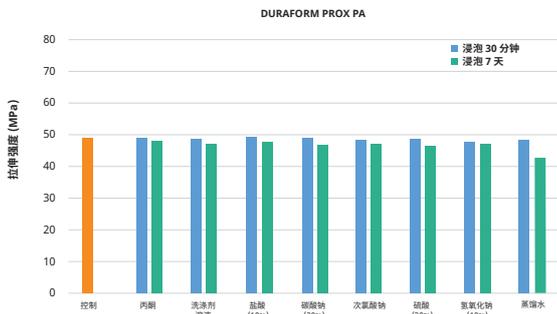
材料与清洁化学品之间的兼容性对于部件应用至关重要。根据 ASTM D543 测试条件对 DuraForm ProX PA 部件进行了密封和表面接触兼容性测试。根据规格使用两种不同方式测试了以下流体。

- 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。

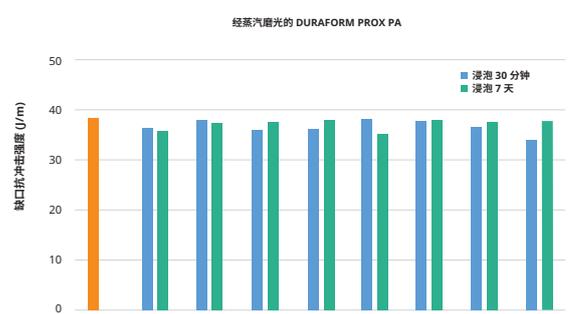
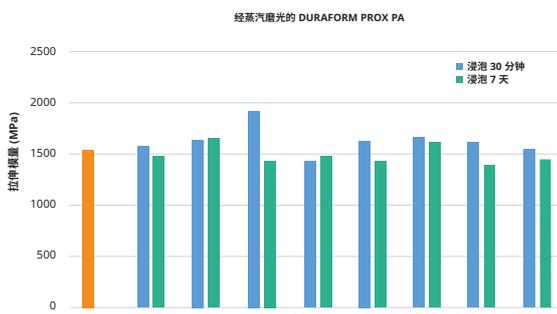
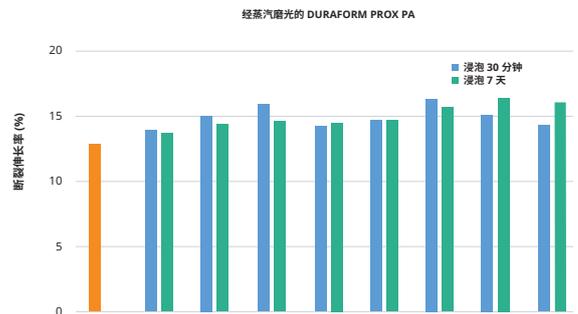
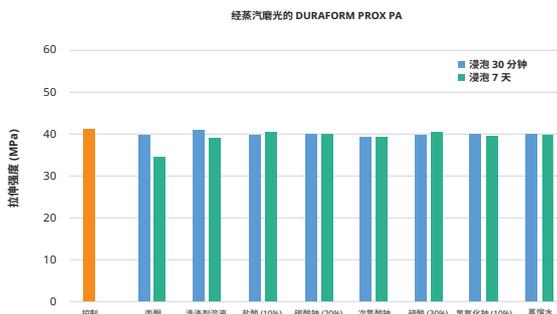
数据反映了该段时间内特性的测量值。

\*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



### 经蒸汽磨光



## 生物相容性声明

DuraForm ProX PA 试样根据标准方法进行打印和处理, 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 DuraForm ProX PA 通过了上述测试的生物相容性要求。

对于任何 DuraForm ProX PA 材料, 所有用户均有责任确保其使用是安全、符合法律要求且在技术上适用于用户预期用途的。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。

