



EVERFLON™ PFA

技术性能手册

可熔性聚四氟乙烯

EVERFLON ACADEMIC

介绍

恒氟隆™ PFA 是四氟乙烯 (C₂F₄) 和全氟烷氧基乙烯的共聚物。如下图所示，在 恒氟隆™ PFA 的基本结构中，所有碳原子都与氟原子牢固结合。

因此，恒氟隆™ PFA 在很宽的温度范围内都具有优异的化学、电学、机械和表面性能。此外，与 恒氟隆™ PTFE 相比，它在熔融状态下具有良好的流动性，因此适用于注塑、挤出、吹塑、传递等熔融加工方法。

本技术手册旨在帮助用户开发各种利用 Everflon™ PFA 特性的应用；本文档全面介绍了恒氟隆™ PFA 的材料特性以及如何在成型工艺中使用该树脂。

市售 恒氟隆™ PFA 氟聚合物

恒氟隆™ PFA	树脂特性	应用
403/S	低熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	管材 管道内衬 薄膜 注塑/吹塑件
410/S	中熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	薄壁电线绝缘层 精密/小型注塑件
420/S	高熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	管材 电线电缆 注塑件
430/S	超高熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	薄壁电线绝缘层 精密/小型注塑件
GC403	低熔体流动速率树脂，具有高抗应力开裂性能，适用于注塑和挤出应用	管材和管道 模制件和衬里 用于高纯度应用的容器和化学品输送系统的片材衬里 用于高纯度应用的注塑件和管材
GC410	中熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	用于高纯度应用的注塑件（例如，管件、阀体、过滤器外壳）
GC420	高熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	薄壁电线绝缘层
GC430	超高熔体流动速率树脂，适用于注塑和挤出应用	精密/小型注塑件
C403	低熔体流动速率静电耗散树脂	需要静电耗散性能的管材、衬里和模制件
C410	中熔体流动速率静电耗散树脂	需要静电耗散性能的电缆、管材、衬里和模制件
C420	高熔体流动速率静电耗散树脂	需要静电耗散性能的电缆、管材、衬里和模制件耗散性能
CC04	含PFA原生树脂的色浆	适用于各种颜色的电缆、管材、衬里和模制件
JP04	特种应用粉末	非常适合混炼和压缩成型
GS04	流动性好、高纯度的滚塑和滚塑内衬粉末	空心件 复杂几何形状 衬里

恒氟隆™ PFA 的特性

卓越的持续机械强度

恒氟隆™ PFA 在 -200 至 $+260^{\circ}\text{C}$ 的宽广温度范围内保持其机械强度，并在此范围内保持稳定的形态。

卓越的耐化学性

恒氟隆™ PFA 能够耐受大多数溶剂，是一种与化学品接触时高度稳定的材料。

卓越的电气性能

恒氟隆™ PFA 具有极低的介电常数和极低的介电正切值，是一种出色的电气绝缘材料，并有助于提高电子行业的可靠性。

卓越的不燃性

恒氟隆™ PFA 的氧指数值超过 95%，由于其不燃性，因此在各个领域得到广泛应用。

卓越的表面性能

恒氟隆™ PFA 具有低摩擦、不粘、防水防油等优异的表面性能，并具有极高的可靠性和低流体阻力。

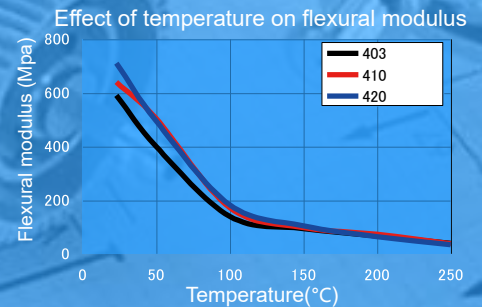
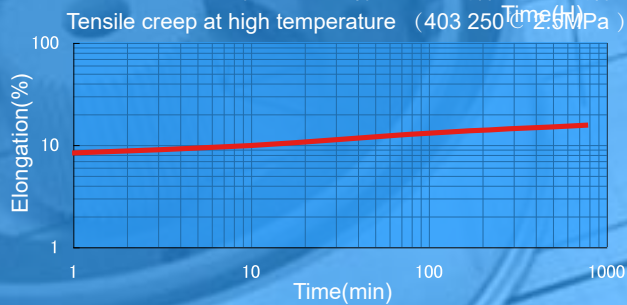
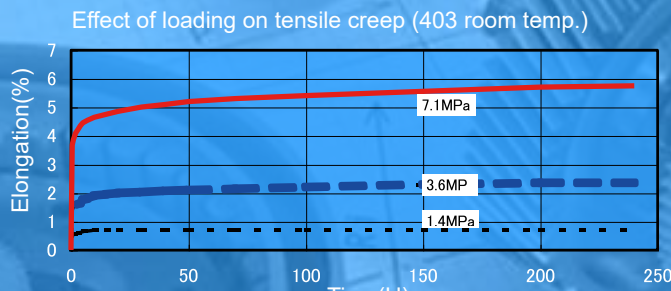
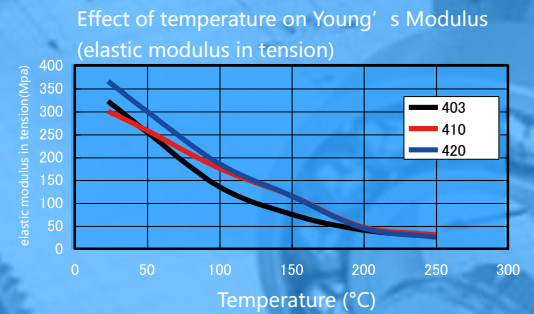
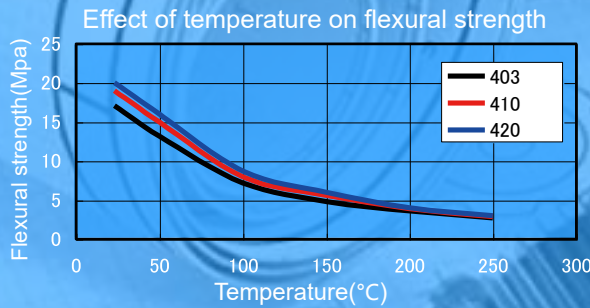
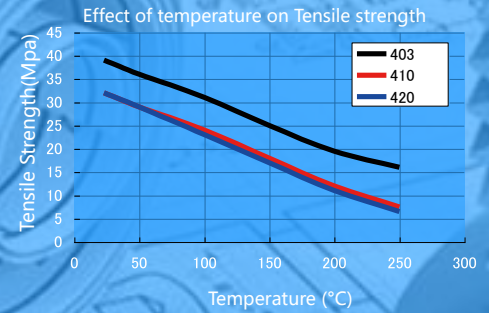
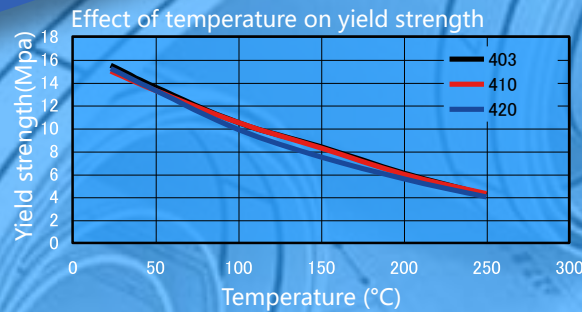
优异的耐候性

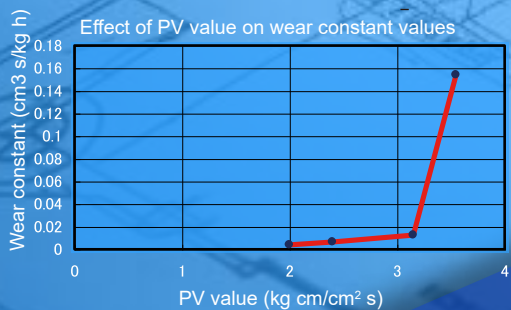
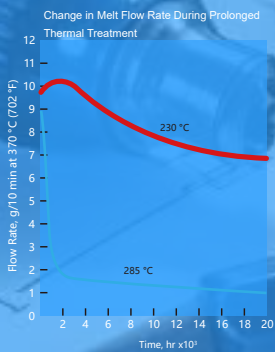
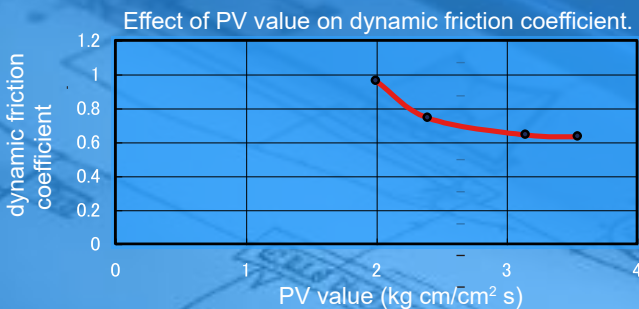
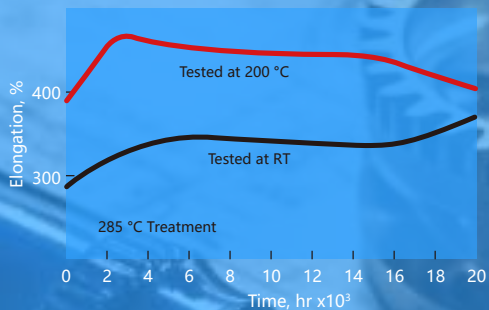
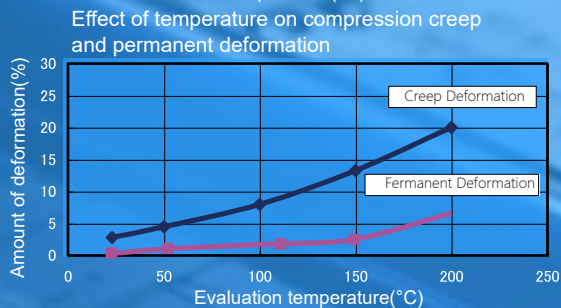
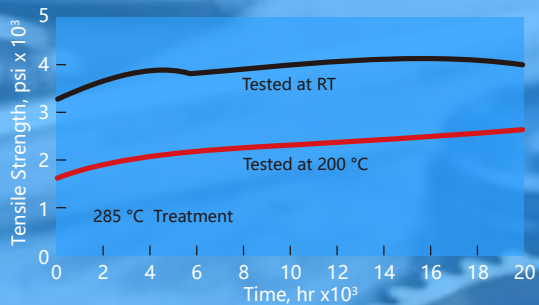
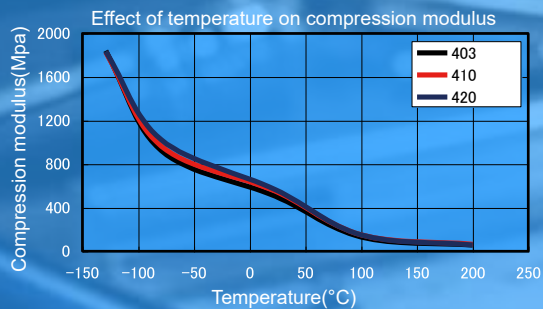
恒氟隆™ PFA 能够经受阳光直射、风吹雨打、废气侵蚀以及其他各种考验，性能不会下降或劣化：即使长时间暴露在户外，其性能也不会受到影响。

恒氟隆™ PFA 的材料特性

	性能	单位	ASTM standard	403	410	420	430
物理特性	熔点	°C	--	305-315			
	熔体流动速率 (MFR)	g/10min		1-3	6-12	20-30	35-45
	比重	--	D792	2.12-2.17			
机械特性	23°C 抗拉强度	MPa	D638	30	28	24	22
	250°C 拉伸强度			16	8	7	
	23°C 延伸率	%	D638	380	350	330	300
	250°C 延伸率						
	冲击强度 (艾氏硬度)	kg-cm/cm (J/M)	D256A	No Break			
	硬度 (度)	--	D1706	D60			
	弯曲模量	10 ³ kg/cm ² (GPa)	D790	5.5 0.54	6.3 0.62	6.5 0.64	6.5 0.64
	弯曲寿命 (MIT)	Times	D2176	500,000	20,000	10,000	10,000
热性能	热导率	10-4cal/cm/sec °C	C177	6.0			
	比热容	cal/°C.g		0.25			
	线膨胀系数	10 ⁵ °C	D696	14	15		15
	球压温度	°C		230	230	--	
	最高使用温度	°C		260			
电气特性	体积电阻率	Ω-cm	D257	>10 ¹⁷			
	表面电阻率	Ω	D257	>10 ¹⁷			
	介电常数	60Hz	D150	< 2.1			
		10 ³ Hz					
		10 ⁶ Hz					
		10 ⁹ Hz					
	介电常数 (正切)	60Hz	D150	< 0.0003			
10 ³ Hz							
10 ⁶ Hz							
耐电弧性能	S	D495	>300				
其它	吸水率	%	D570	< 0.03			
	阻燃性	--	UL94	V-0			
	氧指数	--	D2863	>95			

机械性能





数据中心

冲击强度 (ASTM D256)

缺口冲击试验 (Izod冲击试验) 是一种评估塑料冲击强度的方法。该试验中, 将一块带缺口的塑料试样置于冲击下, 测量其吸收的能量直至断裂。恒氟隆™ PFA在室温下不会断裂。

	Unit: J/m		
温度	403	410	420
-40 °C	700	680	570
25 °C	No breakage	No breakage	No breakage

Test piece:64*12.7*3.2mm

低温效应

在液氮温度下进行的测试表明, 恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂在低温应用中表现良好。

Property	ASTM Method	Unit	Value	
			室温, 23°C	低温环境, -196°C
屈服强度	D1708	MPa (psi)	15 (2,100)	No Yield
极限抗拉强度	D1708	MPa (psi)	18 (2,600)	129 (18,700)
伸长率	D1708	%	260	8
弯曲模量	D790-71	MPa (psi)	558 (81,000)	5,790 (840,000)
缺口冲击强度 (Izod冲击试验)	D256-72	J/m (ft-lb/in)	No Break	64 (1.2)
抗压强度	D695	MPa (psi)	24 (3,500)	414 (60,000)
抗压应变	D695	%	20	35
弹性模量	D695	MPa (psi)	69 (10,000)	4,690 (680,000)

粘附力

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂用作薄膜热熔胶, 可与多种耐热基材形成牢固且高度防水的粘合。金属、玻璃和其他耐热材料均已采用此技术进行粘合。

弯曲寿命 (MIT 方法 ASTM D2176)

采用MIT方法测量PFA的弯曲寿命，以此作为评估其抗应力开裂性能的简便方法。测试样品为尺寸为1.25 mm × 130 mm × 0.23 mm的短条，以每分钟175次的频率弯曲±135° 直至断裂；记录弯曲次数。结果表明，Everflon PFA的弯曲寿命比其他公司生产的同类产品更长。

牌号

Cycles

403

50*10⁴

410

2.5*10⁴

420

1.8*10⁴

硬度

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂的硬度为 55 - 57 度。该结果是根据 ASTM D2240 标准对压缩成型板材进行测试所得。

热暴露

Everflon™ PFA 氟聚合物树脂的额定使用温度高达 260 ° C。然而，对 Everflon™ PFA 氟聚合物树脂板、拉伸棒和涂层线材在 285 ° C 下进行长期热处理表明，该树脂可以持续暴露于此温度下而不会使其机械或电气性能劣化。

磨损和摩擦数据

对 恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂进行了摩擦磨损试验，以评估其在轴承和密封件等机械应用中的性能（未填充）。试验在 0.7 MPa (100 psi) 的压力下，对模制推力轴承进行测试，摩擦材料为 AISI 1018、Rc20、16AA 钢；试验在空气中进行，无润滑。

Velocity, ft/min	Wear Factor, K x 10 ⁻¹⁰	Dynamic Coefficient of Friction	Duration, hr
3	1,591	0.210	103
10	1,837	0.214	103
30	983	0.229	103
50	694	0.289	103

化学性质

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂以其在化学腐蚀后仍能保持优异的机械性能而闻名；事实上，全氟化的恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂系列由于缺乏活性端基，具有最高的化学惰性。

- 它们不会被化学工艺中常见的化学体系降解。
- 它们对以下物质呈惰性：
 - 强矿物酸 - 无机碱 - 无机氧化剂 - 盐溶液
- 它们对以下有机化合物也呈惰性：
 - 有机酸 - 酸酐 - 芳烃 - 脂肪烃 - 醇 - 醛 - 酮 - 醚 - 酯 - 氯代烃 - 氟代烃 - 上述化合物的混合物

与其他全氟化产品一样，恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂可能会被某些含氟卤代络合物腐蚀。这些络合物包括三氟化氯、三氟化溴、五氟化碘和氟本身。Everflon™ PFA 氟聚合物树脂也可能被钠或钾等金属腐蚀，尤其是在熔融状态下。将细粉状氟聚合物与细粉状金属（例如铝、镁或钡）混合时务必格外小心，因为这些金属在点燃或高温加热时会发生剧烈反应。这些金属与氢或氮（无论溶于哪种溶剂）形成的某些络合物也会腐蚀产品。

事实上，这些络合物正是用于使恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂薄膜或管材具有可粘合的表面。某些金属氢化物，例如硼烷、氯化铝和某些胺类，也已被观察到在高温下会腐蚀氟碳树脂。

各种化学物质被制品壁吸收（尤其是在温度循环变化的情况下）、压力快速变化和机械损伤造成的物理损坏，是恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂制品失效的最常见原因。

表格显示了恒氟隆™ PFA氟聚合物树脂试样在浸入无机化学介质后，其拉伸性能和增重情况。通常情况下，常见的无机试剂对恒氟隆™ PFA氟聚合物树脂的拉伸性能没有可测量的影响；然而，如果确实存在影响，则会观察到可测量的增重或减重。氯磺酰是一种特殊情况，其会形成一种“混合”化合物，被试样吸收，导致性能保持率较低。在上述所有情况下，均未观察到化学降解作用。

表格还显示了恒氟隆™ PFA氟聚合物树脂试样在接触一系列典型有机液体（代表一系列经典化合物）后，其拉伸性能和增重情况的变化。Everflon™ PFA氟聚合物树脂具有同等或更优的耐化学性。

这些数据表明，润湿树脂的液体往往会导致树脂增重较高，拉伸强度保持率较低，尤其是在高温加热的情况下。

恒氟隆™ PFA 对其他无机酸碱和有机溶剂具有优异的耐化学性。但需要注意的是，恒氟隆™ PFA 与 PTFE 和其他氟树脂一样，易与碱金属（金属钠）和氟发生反应。

化学品	温度	天数	样品断裂数
非化学热循环		21	0/5
甲苯	100°C	7	0/5
硝基苯	100°C	7	0/5
苯乙酮	100°C	7	0/5
四氯乙烯	100°C	7	0/5
氯化硫酰	23°C	7	0/5
四氯化碳	75°C	7	0/5

化学浸泡对恒氟隆™ PFA 系列氟聚合物树脂的影响 (168 小时)

化学品	测试温度		保留物理百分比			
	°C	°F	强度	伸长率	重量增加百分比	
无机化学品						
矿物酸	浓盐酸	120	248	98	100	0.0
	浓硫酸	120	248	95	98	0.0
	60%氢氟酸	23	73	99	99	0.0
	发烟硫酸	23	73	95	96	0.0
氧化性酸	王水	120	248	99	100	0.0
	50%铬酸钾	120	248	93	97	0.0
	浓硝酸	120	248	95	98	0.0
	发烟硝酸	23	73	99	99	0.0
无机碱	浓氢氧化铵	66	150	98	100	0.0
	50%氢氧化钠	120	248	93	99	0.4
过氧化物	30%过氧化氢	23	73	93	95	0.0
卤素	溴	23	73	99	100	0.5
	溴	59	138	95	95	0.5
	氯	120	248	92	100	0.5
金属盐溶液	氯化铁	100	212	93	98	0.0
	25%氯化锌	100	212	96	100	0.0
其他无机物	氯磺酰	69	156	83	100	2.7
	氯磺酸	151	304	91	100	0.7
	浓磷酸	100	212	93	100	0.0

渗透性

unit $\times 10^{-10} \text{cm}^3 \text{ cm/sec cm}^2 \text{ cmHg}$

	403	410	420
氧	4.4	3.6	3.6
氮	1.5	1.4	1.6

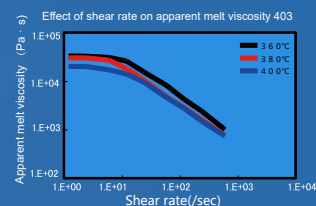
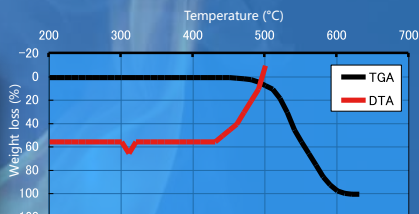
化学品	测试温度		保留物理百分比			
	°C	°F	强度	伸长率	重量增加百分比	
有机化学品						
酸/酸酐	冰醋酸	118	244	95	100	0.4
	乙酸酐	139	282	91	99	0.3
	三氯乙酸	196	384	90	100	2.2
碳氢化合物	异辛烷	99	210	94	100	0.7
	石脑油	100	212	91	100	0.5
	矿物油	180	356	87	95	0.0
	甲苯	110	230	88	100	0.7
碳氢化合物	邻甲酚	191	376	92	96	0.2
	硝基苯	210	410	90	100	0.7
酒精	苯甲醇	205	401	93	99	0.3
	苯胺	185	365	94	100	0.3
胺类	正丁胺	78	172	86	97	0.4
	乙二胺	117	242	96	100	0.1
醚	四氢呋喃	66	151	88	100	0.7
	苯甲醛	179	355	90	99	0.5
酮类	环己酮	156	312	92	100	0.4
醛类	甲基乙基酮	80	176	90	100	0.4
	苯乙酮	202	396	90	100	0.6
	浓磷酸	220	392	98	100	0.3
酯类	邻苯二甲酸二甲酯	220	392	98	100	0.3
	乙酸正丁酯	125	257	93	100	0.5
	磷酸三正丁酯	200	392	91	100	2.0
氯代溶剂	二氯甲烷	40	104	94	100	0.8
	四氯乙烯	121	250	86	100	2.0
	四氯化碳	77	171	87	100	2.3
聚合物溶剂	二甲基甲酰胺	154	309	96	100	0.2
	二甲基亚砷	189	372	95	100	0.1
	二噁烷	101	214	92	100	0.6

热性能

热分解

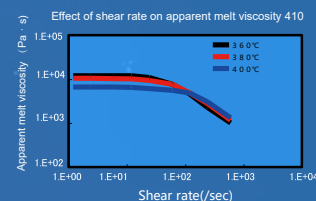
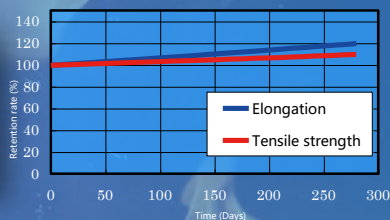
在400°C左右以下，该材料具有优异的热稳定性，无重量损失。此外，在700°C时未观察到分解残留物。

	Unit: (°C)		
Grade	403	410	420
Initial weight loss	400	400	400
10% weight loss	510	510	510
50% weight loss	540	542	539



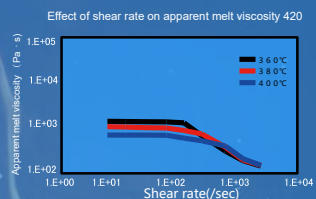
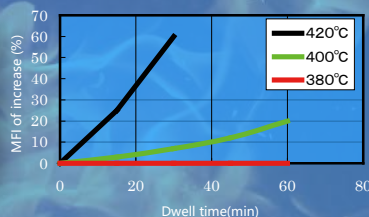
热老化

在 280° C 下保持 280 天后，拉伸强度和伸长率值均高于实验开始时的值。



热稳定性

在指定温度下保持一定时间后，对熔体流动速率（MFR）进行评估。在380°C下保持1小时以上后，树脂的熔体流动速率没有变化。



热变形温度

这些温度是指在加载条件下，一个试样在 0.45 MPa 下，另一个试样在 1.81 MPa 下，随着温度以 2°C/min 的速率升高，弯曲幅度达到 0.254 mm 时的温度。

热变形温度 (°C)

Loading	403	410	420
0.45MPa	91	92	93
1.81MPa	56	57	57

维卡软化温度

所示数值为：直径为 1 毫米、载荷为 1 公斤的针头置于试件中心，在温度以 50°C/h 的速率升高时，针头刺入试件 1 毫米的温度。

403	410	420
287°C	281°C	270°C

线膨胀系数

温度范围 °C	403	410	420
-100~-75	9	9	8
-75~-15	12	11	12
-15~100	14	14	15
100~150	16	16	17
150~210	21	21	21

电气特性

电气应用包括多种电线结构的挤出涂层、加热电缆、厚壁导管、电缆护套和地球物理电缆。恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂还可注塑成型为电气开关元件、连接器嵌件、绝缘套管和隔离柱绝缘体。

介电常数和介电正切（ASTM D150）

在很宽的频率、温度和密度范围内，恒氟隆™ PFA 树脂的介电常数均小于 2.1。

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂的密度值变化很小（2.13 - 2.17），介电常数在此范围内变化仅约 0.03 个单位——在所有固体材料中属于最低之列。湿度对 Everflon™ PFA 氟聚合物树脂的介电常数没有可测量的影响。

介电强度

所有恒氟隆 PFA 氟聚合物树脂的介电强度（短期）均为 80 kV/mm，该值是根据 ASTM D149 标准在 0.25 mm 厚的薄膜上测得的。

FEP 树脂薄膜的介电强度与此类似，而 PTFE 薄膜的介电强度通常为 47 kV/mm (1,200 V/mil)。

与其他氟聚合物树脂一样，恒氟隆™ PFA 在电晕放电作用下会降低介电强度。

耗散因子

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂的损耗因子随频率和温度变化。低频（ $10^2 - 10^4$ Hz）下的损耗因子随温度升高而增大。在 $10^4 - 10^7$ Hz 频率范围内，损耗因子随温度变化不大。当频率增加到 10^{10} Hz 时，损耗因子呈稳定增长趋势。在室温下测量时，损耗因子增幅最大。此外，在约 3×10^9 Hz 处存在一个最大值。恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂中完全氟化的端基使其在高频下具有较低的损耗因子。因此，在高频应用领域，恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂是理想的电绝缘材料选择。

电阻率

氟聚合物树脂的体积电阻率和表面电阻率均较高，且不受时间和温度的影响。

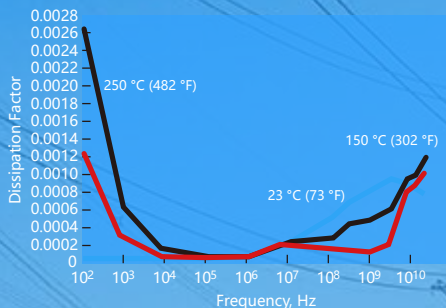
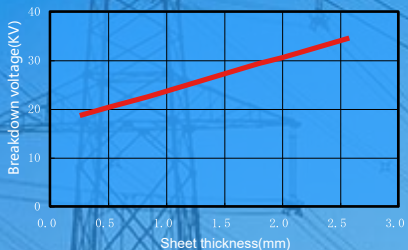
采用 ASTM D257 标准方法测得恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂的体积电阻率大于 $10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ 。表面电阻率大于 $10^{18} \Omega \cdot \text{sq}$ 。

采用 ASTM D495 标准方法，使用不锈钢电极对 恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂进行测试时，在整个测试过程中（180 秒）未观察到任何电痕，表明该树脂不会形成碳化导电通路。

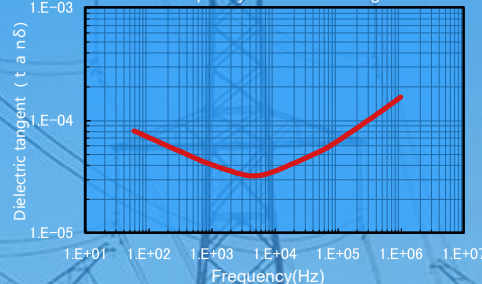
温度对体积电阻率的影响 ASTM D257

温度 (°C)	23	50	100
体积电阻率 (Ωcm)	3×10^{17}	5×10^{17}	3×10^{17}

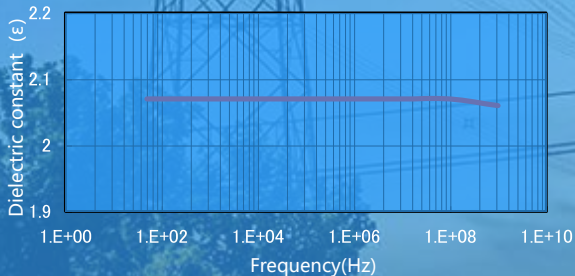
Insulation
Dependence of insulation breakdown voltage on material thickness.



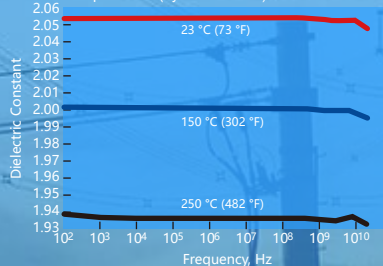
Effect of frequency on dielectric tangent



Effect of frequency on dielectric constant

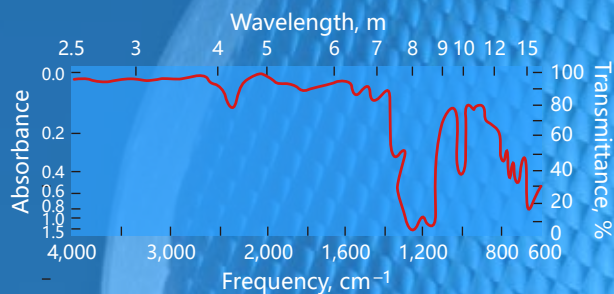


Dielectric Constant at Various Frequencies and Temperatures (by ASTM D150)



光学性质

薄膜形式的恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂具有优异的光学性能，雾度低（采用 ASTM 方法测量）。表中列出了特定波长下的透射率百分比。恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂薄膜的折射率在 546 nm 波长（绿光）和室温下测得。恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂的红外光谱如图所示。这种“指纹图谱”通常可用于从其他氟碳聚合物中识别该树脂。



Property	测试方法	数据
折射率	ASTM D542-50	1.350
雾度	ASTM D1003-52	4%
透光率		
紫外线 (0.25-0.40微米)	(Cary Model 14)	77-91%
可见光 (0.40-0.70微米)	Spectrophotometer, 100-gauge (0.025-mm)	91-96%
红外线 (0.70-2.4微米)	film thickness	96-98%

耐候性

恒氟隆™ PFA 氟聚合物树脂具有极强的疏水性，几乎完全不吸水。据报道，在室温下于水中浸泡 24 小时后，再于沸水中浸泡 2 小时，其吸湿率低于 0.03%。此外，它们几乎不受氧气、臭氧以及可见光或紫外线的影响。经多年暴露于几乎所有气候条件下的测试样品表明，Everflon™ PFA 氟聚合物树脂具有完全的耐候性。暴露后，其拉伸性能、比重或熔体流动速率均未发生显著变化。结果表明，该树脂既不老化也不脆化。由于其加工过程中未使用增塑剂、抗氧化剂或其他添加剂，因此不会发生物质渗出。

辐射抗性

如果恒氟隆™ PFA 暴露于大量辐射下，由于它是全氟树脂，共聚物结构中的主链容易断裂，从而降低拉伸强度和拉伸伸长率。

制造指南

挤出

恒氟隆™ PFA 氟聚合物适用于挤出成型，挤出工艺可与一般热加工塑料的挤出工艺相同，前提是挤出机配备耐腐蚀合金。建议使用长径比 (L/D) 为 20:1 至 30:1 的挤出机。挤出机应配备独立控制的加热器，能够精确控制温度，最高可达 450 °C。

可使用多种螺杆设计。建议使用单螺旋螺杆，避免使用带阻隔螺旋的螺杆。典型的螺杆设计包括一个较长的进料段（至少 12 片螺旋），一个 2 至 6 片螺旋的过渡段和一个 5 至 7 片螺旋的计量段。即使使用色母粒，通常也不使用挡板和筛网。

表1概述了电缆挤出的温度、模具和设备要求。

设定温度必须根据挤出机尺寸和最大可达到的流量进行选择 and 调整。一般来说，流量越高，所需的温度曲线也越高；挤出机长度越短，所需的温度曲线也越高。值得注意的是，改变熔体温度（从而改变模头压力和线速度）最有效的温度是计量区的温度。

使用恒氟隆™ PFA树脂可达到的实际最大线速度受限于熔体断裂或拉伸共振的出现（在管材挤出中，熔体断裂通常首先出现在锥体的内表面）。可以通过提高模头温度来减少这种现象，直至出现气泡或热降解效应。加热内尖端也可以略微减少熔体断裂。聚合物的临界剪切速率可以作为预测最大挤出速度的良好参数。该值越高，可达到的线速度就越高。例如，在 372 °C 的温度下，恒氟隆™ PFA 410 的临界剪切速率在 50 至 70 秒⁻¹ 范围内，而 Everflon™ PFA 403 的临界剪切速率则在 10 至 15 秒⁻¹ 范围内。

	[°C]
Z1	250
Z2	320
Z3	355
Z4	360
Z5	380
法兰	380
螺栓	380
十字头	380
口模	400
温度	390-400

Grade	Wall Thickness	DDR
恒氟隆 PFA 403	0.80-1.20 mm	50-25
	1.20-2.00 mm	25-5
恒氟隆 PFA 410	0.10-0.25 mm	250-100
	0.25-0.45 mm	100-50

The DRB must be kept close to 1

$$DDR = \frac{D_{die}^2 - D_{tip}^2}{d_{wire}^2 - d_{copper}^2}$$

$$DRB = \frac{D_{die}/D_{tip}}{d_{wire}/d_{copper}}$$

	Value
电缆直径	6 mm
壁厚	0.25 mm
拉拔比	25
拉拔比平衡	1
线材预热	-
螺杆转速	5 rpm
压力	40 bar
水隙	200-400mm
线速度	5 m/min
螺杆直径 = 35 毫米，长径比 = 25	

	Value
电缆直径	1.5 mm
壁厚	0.25 mm
拉拔比	110
拉拔比平衡	1
线材预热	180 °C
螺杆转速	20 rpm
压力	21 bar
水隙	200-400mm
线速度	61 m/min
螺杆直径 = 35 毫米，长径比 = 25	

制造指南

模压

传递模塑

恒氟隆™ PFA 可用于通过传递模塑工艺生产带衬里的产品。该工艺主要包括以下步骤：

- 熔化和塑化
- 热模注射
- 保压和冷却

典型的传递模塑树脂是低熔体流动速率（MFI）等级，例如恒氟隆™ PFA 403。

与注塑成型中模具温度远低于树脂熔点不同，传递模塑的模具温度通常设定在树脂熔点以上。通常，采用低注射速度并在冷却前设置一定的保压时间可获得最佳效果。之后建议快速冷却。

必须针对每种应用优化操作条件。例如，对于大型产品或在烘箱中熔化和塑化的树脂，建议使用较低的熔体温度。对于薄型零件或使用挤出机进行熔化和塑化的树脂，建议使用较高的熔体温度。

压缩成型

恒氟隆™ PFA 可通过压缩成型获得片材、棒材和薄膜等半成品。必须根据具体工艺和最终产品的形状选择最合适的成型条件。所有情况下，成型温度均在 340 - 380 °C 范围内。

制造指南

注塑

恒氟隆™ PFA 可采用与普通热塑性树脂相同的注塑成型工艺。低粘度等级专为复杂形状的注塑成型而设计。

建议料筒使用三个独立控制的加热区，适配器使用一个加热区。加热控制器必须能够精确控制温度，最高可达 450 ° C。

建议使用往复式螺杆设备，以确保充分塑化并减少聚合物停滞和热降解。螺杆应具有较短的过渡段、恒定的螺距，并且进料段到计量段的螺纹深度比约为 3:1。

建议使用传统的反锥形喷嘴。喷嘴孔径应尽可能大，并采用锥形设计，以防止出现死点或树脂流速的快速变化。止回阀可防止熔融树脂在注塑过程中沿螺杆螺纹倒流。

为减少零件分层，模具温度应设置为不低于 180 ° C 。优化模具温度必须考虑零件厚度，以最大限度地减少收缩、改善表面外观并缩短总循环时间。

注射压力应根据待成型零件的具体情况尽可能降低。通常，较低的注射压力可以减少翘曲，从而提高尺寸稳定性。注射压力的设定必须取决于成型零件的类型、厚度以及是否存在熔接线。大多数情况下，应施加保压以减少收缩和空隙。注射速度应设定得适中偏慢，从而获得光滑无粗糙表面。

相反，注射速度过低必须避免，因为这会对填充阶段产生不利影响。通常需要较低的转速，即使适度的低背压可以带来更好的均质效果，且不会产生未熔化的颗粒。应仔细控制背压的增加，以避免熔体温度升高。

如下所述，应使注射缸内的温度从后部区域到喷嘴逐渐升高，以避免热降解。熔体温度不应高于 400 °C，如果在最高温度下操作，则必须明显缩短停留时间或停留时间。

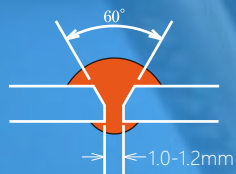
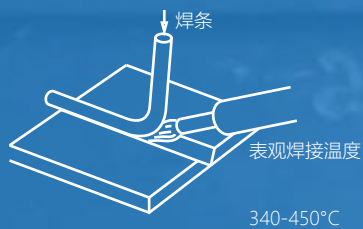
恒氟隆™ PFA 的典型成型条件

	Units	410	420
Z1	°C	300	320
Z2	°C	325	345
Z3	°C	335	355
Z4	°C	340	360
喷嘴	°C	360	380
熔体温度	°C	380	380
模具温度	°C	200–240	200–240
注射压力	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
保压压力	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
螺杆速度	cm/s (mil/s)	0.2 (80)	0.2 (80)
螺杆转速	rpm	21	21
循环时间	s	100	100

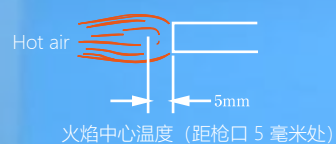
模具尺寸：直径 102 毫米的圆盘，厚度 3 毫米

制造指南

Welding



表观焊接温度



恒氟隆™ PFA 是一种热塑性材料，可采用焊接普通塑料（例如 PE 或 PVC）的标准焊接技术进行焊接。特别是，热气焊接是恒氟隆™ PFA 衬里常用的热焊接方法。对焊缝进行的拉伸试验表明，熔合强度与原始材料一样可靠，达到 100%。以下一般建议适用于恒氟隆™ PFA 衬里的热气焊接。

设备

使用温度控制精度高、最高温度可达 650 °C 且加热功率为 900 - 1000 W 或更高的焊枪。精确的温度测量对于确保焊缝一致性至关重要。建议在喷嘴出口 5 - 7 mm 处测量喷嘴内气流的温度。

如果使用压缩空气进行焊接，请确保空气清洁干燥。有多种焊嘴可供选择。高速焊嘴用于主焊缝，而点焊嘴可用于固定衬里的各个部分。

焊接

使用与待焊型材相同牌号的恒氟隆™ PFA 圆焊条。不建议焊接不同牌号的型材。

仔细刮除待焊表面的残留物。使用织物背衬板材时，沿焊缝去除织物（每张板材去除 2-3 毫米），以防止纤维夹杂。将两张待焊板材对齐并保持 0.5-1 毫米的间距。

使用合适的刮刀将两张板材之间的缝隙刮成 V 形。避免使用临时工具，因为这可能会导致焊缝不规则。彻底清洁焊接区域和焊条。

用铜刷清洁焊枪喷嘴，将气流调节至 50-60 标准升/分钟，并按照下表所示设置焊枪温度。

焊接时，将焊枪与工件保持 45-60° 的角度，并调节焊接压力和速度，确保焊条和板材同时熔化。焊接速度通常在 5 - 30 厘米/分钟范围内较为合适。

如果速度过低，焊条会过热并可能断裂；反之，如果速度过高，焊条熔化不充分，两块板材之间的缝隙无法被熔融金属完全填充。同样，如果焊接压力过低，两块板材之间的缝隙也无法完全填充；而压力过大则可能导致焊缝出现凹坑，这些凹坑最终会成为应力集中点。



恒氟隆 学术中心

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

如需了解更多关于我们公司、产品和服务的信息，请访问我们的网站 www.everflon.com 或 www.everflonultra.com