



EVERFLON™ ETFE

技术性能手册

乙烯-四氟乙烯共聚物

EVERFLON ACADEMIC

介绍

恒氟隆™ ETFE 是由 C&F 集团开发的一种热塑性含氟聚合物。它是一种由四氟乙烯 (C₂F₄) 和乙烯 (C₂H₄) 组成的共聚物。

恒氟隆™ ETFE 含氟聚合物是熔融加工型热塑性塑料。它们属于含氟产品系列，该系列还包括恒氟隆™ PTFE、FEP 和 PFA 含氟聚合物树脂。

本手册为参与材料选择和产品设计的工程师及其他人员提供数据。它包含评估恒氟隆™ ETFE 在电气、机械和化学应用中性能的详细信息。

本手册中提供的所有性能数据均应视为典型值，不应用于产品规格制定。

我们提供多种天然和增强型配方，可根据具体应用或加工需求选择合适的树脂。

如需更多技术数据、了解当前恒氟隆™ ETFE 产品系列或特定应用的设计支持，请联系您的销售代表。

市售 恒氟隆™ ETFE 氟聚合物

恒氟隆™ ETFE 牌号	树脂特性	应用
4003	优质氟聚合物树脂，流动性相对较低，弯曲寿命显著提升，并具有优异的抗环境应力性能。	适用于极端高温、机械和化学环境的组件、衬里和模制件
4010	通用型氟聚合物树脂，流动性中等。推荐最高使用温度为 150 ° C 。	电气套管、线圈骨架、插座、连接器和开关
4020	具有卓越的抗应力开裂性能和高温下的优异机械性能。	适用于极端高温、机械和化学环境的组件、衬里和模制件
4030	ETFE 树脂中熔体流动速率（MFR）最高。	适用于注塑成型和薄壁挤出
C-4003	低熔体流动速率（MFR）的静电耗散型半导体树脂。	挤出管材、管道和其他软管型材 用于化工行业的组件衬里 工业薄膜 需要优异的电气、化学和热性能以及抗应力开裂性能的注塑和吹塑制品
C-4010	静电耗散型半导体树脂。	挤出管材、管道和其他软管型材 需要优异的电气、化学和热性能的注塑和吹塑制品
JP-40	适用于特殊应用的粉末。	适用于材料必须分散在 ETFE 基体中的场合。 材料可以很好地分散在粉末中，然后进行压缩成型或熔融混合以进行后续加工。
GS-40	滚塑成型和滚塑内衬级。	空心部件 复杂几何形状 衬里
X-40	可交联 ETFE 树脂。	辐照交联电缆

恒氟隆™ ETFE 的 ASTM 材料规范为 D3159。

恒氟隆™ ETFE 也被列入各种工业和军事规范，用于制造管材、模制件和薄膜，以及众多电线电缆应用。

恒氟隆™ ETFE 氟聚合物的一般特性

恒氟隆™ ETFE 是一种坚固耐用的热塑性塑料，具有卓越的性能平衡。

在机械性能方面，它韧性强，具有中等刚度（1,170 MPa），并具有良好的抗冲击性和耐磨性。其弯曲寿命取决于所用等级。

恒氟隆™ ETFE 的空载连续使用温度通常为 150 °C。在某些特定应用中，恒氟隆™ ETFE 的最高使用温度可超过 230 °C。有关热性能的更详细讨论，请参阅“热性能”部分。

恒氟隆™ ETFE 耐候性好，对大多数溶剂和化学品呈惰性，且具有水解稳定性。它具有优异的抗辐射性能，但并非完全不受长期暴露于伽马射线（尤其是在高温下）的影响。在需要满足特定辐射要求的情况下，必须在辐射环境下对拟议应用进行充分测试，以确定恒氟隆™ ETFE 是否适用于该应用。

恒氟隆™ ETFE 具有优异的低损耗介电性能，其电性能均匀性通常不及其他热塑性塑料。

恒氟隆™ ETFE 可采用常规技术轻松进行挤出或注塑成型，因此不会给操作人员带来特殊培训问题。建议在长时间生产中使用耐腐蚀设备。建议注塑模具采用电加热模具。

在其他材料缺乏机械韧性、热性能、耐受严苛环境条件或受限于制造工艺的应用中，恒氟隆™ ETFE 能够成功发挥作用。

与所有新产品一样，建议进行全面的原型设计和测试，以确保恒氟隆™ ETFE 材料在特定应用中的优异性能。

性能	ASTM 标准	单位	Everflon™ ETFE
机械性能			
熔体流动速率	D3159	g/10 min	2-40
极限抗拉强度 (23 ° C)	D638	MPa	46
极限伸长率 (23 ° C)	D638	%	300
抗压强度 (23 ° C)	D695	MPa	17
弯曲模量	D790	MPa	600–1,200
冲击强度 (23 ° C)	D256	J/m	No Break
硬度 (邵氏D硬度)	D2240		67
金属/薄膜摩擦系数	D1894		0.23
载荷下变形	D621	%	0.3
线膨胀系数	E831	mm/mm· °C $\times 10^{-5}$	
0-100° C			13.1
100-150° C			18.5
150-200° C			25.2
比重	D792		1.71
吸水率 (24 小时)	D570	%	0.007
电性能			
表面电阻率	D257	ohm·sq	>10 ¹⁶
体积电阻率	D257	ohm·cm	>10 ¹⁶
介电强度 (23 ° C)	D149	kV/mm	
0.25 mm			64
3.20 mm			15
介电常数 (22 ° C, 1 MHz)	D1531		2.6
损耗因子 (22 ° C, 1 MHz)	D1531		0.007
电弧电阻	D495	sec	122
热性能			
熔点	DSC D3417	°C	220–280
熔化热	DSC D3417	kJ/kg	50.7
比热容	DSC	kJ/kg·K	
25 ° C			0.25
100 ° C			0.3
150 ° C			0.34
300 ° C			0.38
燃烧热	D240	MJ/kg	13.7
导热系数		W/m·K	0.24
极限氧指数 (LOI)	D2863	%	30-32
热变形温度	D648	°C	
455 kPa			81
1620 kPa			51
连续使用温度		°C	150

机械性能

强度和刚度

与恒氟隆™ PTFE 和恒氟隆™ FEP 氟聚合物树脂相比，恒氟隆™ ETFE 密度更低、韧性更高、刚度更大，且具有更高的拉伸强度和抗蠕变性能。然而，它的延展性与上述两种材料相似。恒氟隆™ ETFE 的组成成分表现出几乎所有延展性材料都具有的相对非线性应力-应变关系。

冲击强度

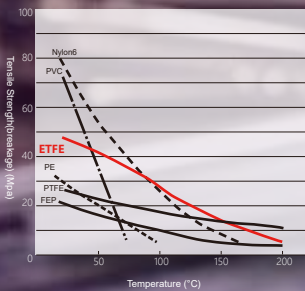
评估塑料冲击强度的方法包括艾氏冲击试验、ASTM D256冲击试验或夏比冲击试验。Everflon™ ETFE 具有极强的冲击能量吸收能力，即使在缺口冲击试验中，也能在很宽的温度范围内保持优异的抗冲击性能。

摩擦磨损性能

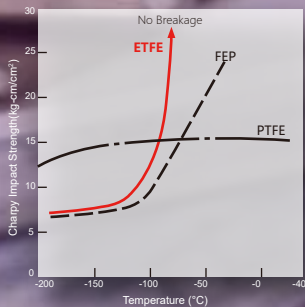
摩擦磨损性能的测定系数会因所选方法和条件的不同而有所差异。因此，有必要进行适合所需应用的对比测试。恒氟隆™ ETFE 的临界 PV 值约为 2.0 (kg·m/crri·sec)。

恒氟隆™ ETFE 还具有显著的耐低温冲击性能，如图所示，在低至 -80°C 的温度下不会发生冲击断裂。断裂始于 -100°C 左右，在 -120°C 至 -200°C 的温度范围内，断裂所需的能量基本保持不变。根据 ASTM D746 标准，其脆性点为 -125°C ，这表明恒氟隆™ ETFE 非晶态部分的玻璃化转变温度大致在此范围内。

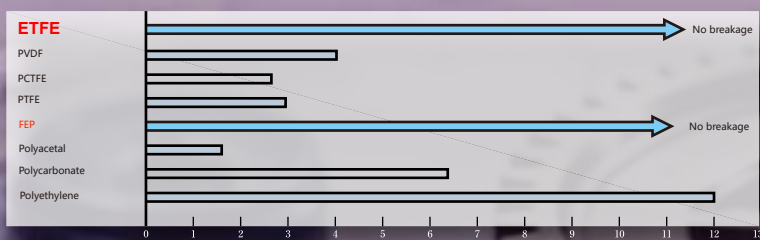
Effect of Temperature on Tensile Elongation



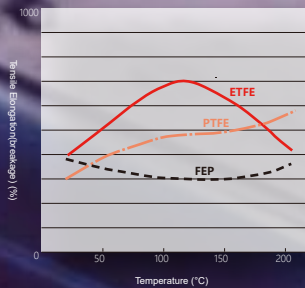
Effect of Temperature on Charpy Impact



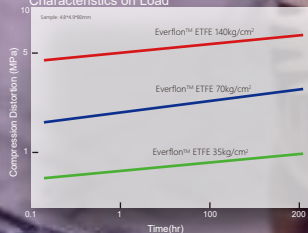
Impact Strength(ft.lb/in with notch, 25°C)



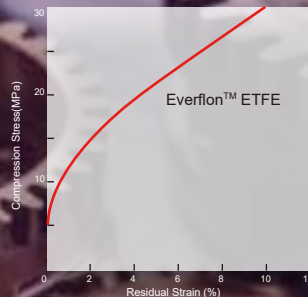
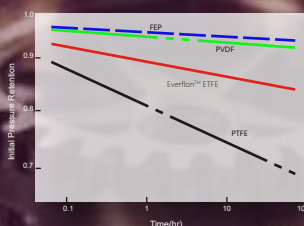
Effect of Temperature on Tensile Strength



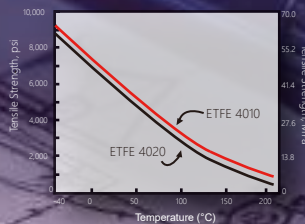
Dependence of Compression Creep Characteristics on Load



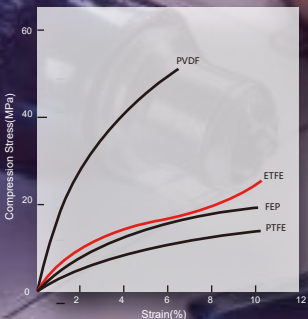
Compression Stress Relaxation



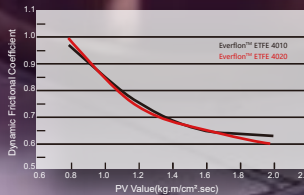
Tensile Strength vs. Temperature



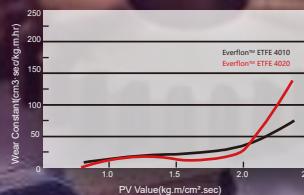
Compression Stress-Strain Curve



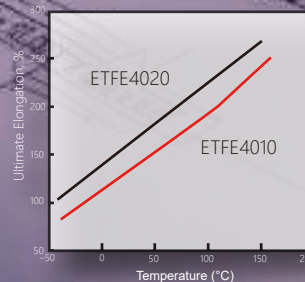
Dynamic Friction Coefficient and PV Value



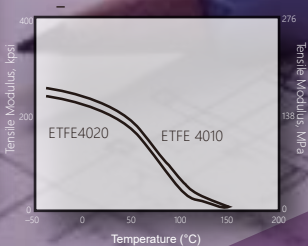
Wear Constant and PV Value



Elongation vs. Temperature



Compression Stress-Residual Strain Curve



Tensile Modulus vs. Temperature

数据中心

各种塑料的力学性能

	ETFE	PTFE	PFA	ECTFE	PVDF	PE	PVC	Nylone6	Polyacetal
比重	1.75	2.2	2.15	2.17	1.75	0.95	1.4	1.1	1.42
抗拉强度 (MPa)	40-54	20-39	32-39	19-22	49-60	10-44	40-70	50-80	60-70
伸长率 (%)	350-450	230-600	340-400	250-330	200-300	20-700	2-40	60	16
拉伸模量 (MPa)	500-800	400	---	670	800-1400	---	2500-4000	2700	3000-4500
弯曲模量 (MPa)	850-1000	400-600	530-630	350	1400-1800	500-1000	2500-2800	1000-2800	2600-2900
弯曲强度 (MPa)	20-30	13	---	No Breakage	---	11-110	70-110	56-110	100
压缩模量 (MPa)	670	410	---	430	1300	---	---	---	4600
洛氏硬度	R55	R20	R50	R25	R110	D50-70	M5-120	R100-120	R120
艾氏冲击强度 (ft/lb. in, 带缺口)	No Breakage	3.0	No Breakage	---	3.5-3.8	0.5-20	0.5-20	1-3.5	1-4
摩擦系数 (与不锈钢摩擦)	0.20	0.09	0.20	0.20	0.21	0.35	0.45	0.15-0.40	0.14

化学性质

化学应力裂纹

某些聚合物材料在化学品中长期受力后会产生裂纹。表显示了ASTM D 1693测试方法的结果，该方法将一条厚度为2.3毫米、长度为38毫米的窄塑料片弯曲180°，并在化学品中浸泡10天。之后检查塑料片是否出现裂纹。恒氟隆™ ETFE在化学应力下具有良好的适应性。

化学抗性

恒氟隆™ ETFE 具有卓越的耐化学品和溶剂侵蚀性能，而这些化学品和溶剂通常会导致其他塑料材料快速劣化。其耐化学性仅次于恒氟隆™ 氟聚合物。

恒氟隆™ ETFE 对许多强矿物酸、无机碱、卤素和金属盐溶液呈惰性。羧酸、酸酐、芳香烃和脂肪烃、醇、醛、酮、醚、酯、氯代烃和传统聚合物溶剂对 恒氟隆™ ETFE 的影响甚微。在高应力条件下，一些表面张力极低的溶剂会降低低分子量产品的抗应力开裂性能。强氧化性酸（例如硝酸）、有机碱（例如胺）以及高浓度且接近沸点的磺酸会对 Everflon™ ETFE 产生不同程度的影响。

辐射的影响

与其他含氟聚合物相比，恒氟隆™ ETFE 对电子束和伽马射线辐射的耐受性更强。测试表明，当恒氟隆™ ETFE 暴露于伽马射线辐射时，高温和氧气的存在都会对其物理性能产生不利影响。在惰性气氛（例如氮气）中，这种影响会显著降低。

在总辐射剂量相同的情况下，恒氟隆™ ETFE 在电子束辐射下的降解程度远低于伽马射线辐射。这种差异可能是由于电子束辐射下的剂量率更高。较高的剂量率显然有利于交联反应的发生，而伽马射线辐射下的反应速率则较低，使得氧化和降解反应更容易发生。在惰性气氛中，尤其是在低剂量电子束辐射下进行可控暴露，似乎可以降低交联程度，并带来某些性能的固有改善。然而，超出低剂量可控条件的暴露会导致物理性能的伤害。与伽马射线辐射一样，在惰性气氛下，氧化反应也会受到抑制。

水解稳定性和吸水率

水解稳定性表现为长时间暴露于沸水后物理性能未发生劣化。以室温拉伸强度和伸长率作为对照性能，恒氟隆™ ETFE 在沸水浸泡 3000 小时后基本不受影响。数据见表。根据 ASTM D570 标准测定，未填充的 Everflon™ ETFE 的吸水率小于 0.03%（重量百分比）。

40
145
135

耐热水性能

根据 ASTM D570 测试方法，对 Everflon™ ETFE 的吸水率进行了测量。测试中，将厚度为 6 mm 的板材浸泡在沸水中 2 小时。结果表明，其吸水率极低，说明水分的存在不会影响其电气和机械性能。

表格显示了恒氟隆™ ETFE 在室温下浸泡一定时间后，厚度为 1 mm 的板材在沸水中浸泡一定时间后的强度变化。与耐化学性数据一致，恒氟隆™ ETFE 也表现出优异的耐热水性能。

产品	psi	抗拉强度	Mpa	伸长率，%
4010（无暴露）	5800		40	400
3000 小时沸水	5800		40	390

气体渗透和水分渗透

氧气、氮气、二氧化碳等气体的渗透率基本与膜厚无关。活化能为 6-8 kcal/mol。

恒氟隆™ ETFE 的气体渗透性和水分渗透性与聚乙烯或聚丙烯相似。气体渗透性采用 ASTM D1434 标准测定，水分渗透性采用 ASTM E96 标准杯式法测定。

材料	Permeability, cm ³ /100 in ² 24 hr·atm/mil
二氧化碳	250
氮气	30
氧气	400

阻燃性和烟雾

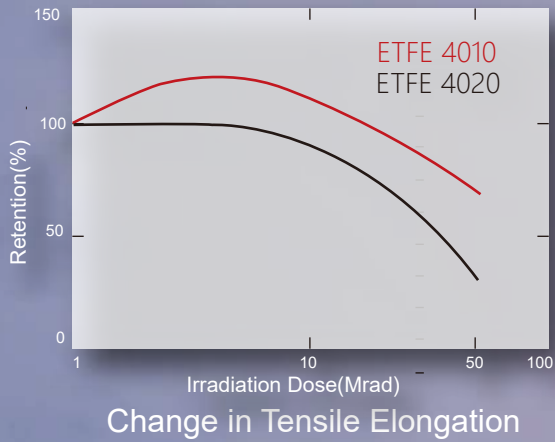
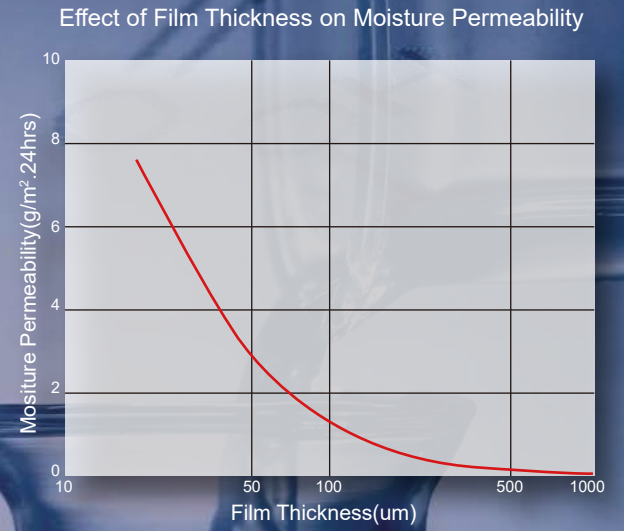
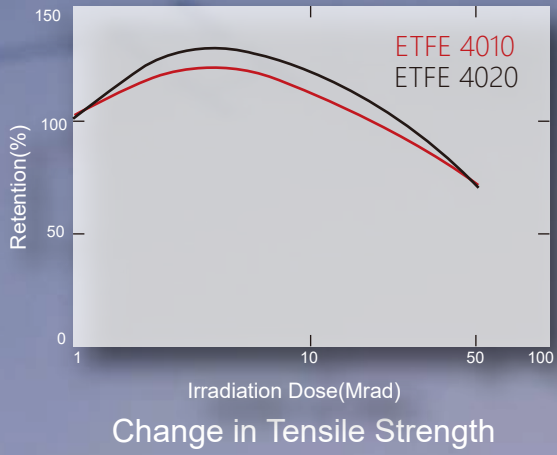
恒氟隆™ ETFE 无色树脂的阻燃等级为 UL 94 V-0，厚度低至 0.062 英寸。根据 ASTM D2863 标准，其极限氧指数 (LOI) 为 30，这意味着需要至少含有 30% 氧气的燃烧环境才能维持向下燃烧的火焰。根据 ASTM D635 标准，恒氟隆™ ETFE 的平均燃烧时间 (ATB) 小于 5 秒，平均燃烧长度 (ALB) 为 10 毫米。

随着时间增长而出现的重量减轻

恒氟隆™ ETFE 在熔点以下的重量损失为 0.1% 至 0.3%，其中大部分是水分。

耐候性

恒氟隆™ ETFE 具有良好的耐候性，“Techyours™ ETFE 薄膜”是一种通过挤出成型获得的薄膜，即使用作户外涂层材料，其性能也不会改变。



4010

数据中心

恒氟隆™ ETFE 的化学应力开裂

化学品	温度 (摄氏度)	裂片数量	
		ETFE 4010	ETFE 4020
硝基苯	121	0/5	0/5
苯胺	121	0/5	0/5
苯甲醛	121	0/5	0/5
氯苯	121	0/5	0/5
乙二胺	117	0/5	0/5
二甲基甲酰胺	121	0/5	0/5
二甲基亚砷	121	0/5	0/5
二甲基乙酰胺	121	0/5	0/5
60%硝酸	121	0/5	0/5

恒氟隆™ ETFE 的耐候性

Characteristics	曝光时间 (小时)	15um ETFE Film			25um ETFE Film		
		0	1000	2000	0	1000	2000
抗拉强度 (MPa)		48	48	48	48	48	48
抗拉强度保持率 (%)		-	102	102	-	102	102
伸长率 (%)		340	390	390	340	390	390
模量保持率 (%)		-	116	116	-	116	116
抗拉模量 (MPa)		780	800	800	780	800	800

恒氟隆™ ETFE树脂在300°C以上的初始失重

温度		Everflon™ ETFE 4010 wt loss, %/hr
°C	°F	
300	572	0.05
330	626	0.26
35	662	0.86
370	698	1.60

恒氟隆™ ETFE 与代表性化学品的化学相容性实际实验室测试

化学品	沸点		测试温度		Days	保留属性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉强度	伸长	重量增加
酸/酸酐								
冰醋酸	118	244	118	244	7	82	80	3.4
乙酸酐	139	282	139	282	7	100	100	0
三氯乙酸	196	384	100	212	7	90	70	0
脂肪烃								
矿物油	—	—	180	356	7	90	60	0
石脑油	—	—	100	212	7	100	100	0.5
芳香烃								
苯	80	176	80	176	7	100	100	0
甲苯	110	230	110	230	7	—	—	—
官能芳烃								
邻甲酚	191	376	180	356	7	100	100	0
胺类								
苯胺	185	365	120	248	7	81	99	2.7
苯胺	185	365	120	248	30	93	82	—
苯胺	185	365	180	356	7	95	90	—
N-甲基苯胺	195	383	120	248	7	85	95	—
N-甲基苯胺	195	383	120	248	30	100	100	—
N,N-二甲基苯胺	190	374	120	248	7	82	97	—
正丁胺	78	172	78	172	7	71	73	4.4
二正丁胺	159	318	120	248	7	81	96	—
二正丁胺	159	318	120	248	30	100	100	—
二正丁胺	159	318	160	320	7	55	75	—
三正丁胺	216	421	120	248	7	81	80	—
三正丁胺	216	421	120	248	30	100	100	—
吡啶	116	240	116	240	7	100	100	1.5
氯代溶剂								
四氯化碳	78	172	78	172	7	90	80	4.5
氯仿	62	144	61	142	7	85	100	4.0
二氯乙烯	77	170	32	90	7	95	100	2.8
二氯甲烷	40	104	40	104	7	85	85	0
CFC-113	46	115	46	115	7	100	100	0.8
醚类								
四氢呋喃	66	151	66	151	7	86	93	3.5
醛/酮类								
丙酮	56	132	56	132	7	80	83	4.1
苯乙酮	201	394	180	356	7	80	80	1.5
环己酮	156	312	156	312	7	90	85	0
乙基甲酯酮	80	176	80	176	7	100	100	0

化学品	沸点		测试温度		Days	保留属性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉强度	伸长	重量增加
酯类								
乙酸正丁酯	127	260	127	260	7	80	60	0
乙酸乙酯	77	170	77	170	7	85	60	0
聚合物溶剂								
二甲基甲酰胺	154	309	90	194	7	100	100	1.5
二甲基甲酰胺	154	309	120	248	7	76	92	5.5
二甲基亚砷	189	373	90	194	7	95	90	1.5
其他有机物								
苯甲醇	205	401	120	248	7	97	90	—
苯甲酰氯	197	387	120	248	7	94	95	—
其他有机物 (续)								
苯甲酰氯	197	387	120	248	30	100	100	—
十氢萘	190	374	120	248	7	89	95	—
邻苯二甲酰氯	276	529	120	248	30	100	100	—
酸类								
浓盐酸	106	223	23	73	7	100	90	0
浓盐酸	106	223	106	223	7	96	100	0.1
浓盐酸	125	257	125	257	7	100	100	—
浓盐酸	—	—	23	73	7	97	95	0.1
浓硫酸	—	—	100	212	7	100	100	0
浓硫酸	—	—	120	248	7	98	95	0
浓硫酸	—	—	150	302	*	98	90	0
王水	—	—	90	194	*	93	89	0.2
硝酸—25%	100	212	100	212	14	100	100	—
硝酸—50%	105	221	105	221	14	87	81	—
硝酸—70% (浓)	120	248	23	73		100	100	0.5
硝酸—70% (浓)	120	248	60	140	53	100	100	—
硝酸—70% (浓)	120	248	120	248	2	72	91	—
硝酸—70% (浓)	120	248	120	248	3	58	5	—
铬酸钾	120	248	120	248	7	0	0	—
磷酸	125	257	125	257	7	66	25	—
浓磷酸盐	—	—	100	212	7	—	—	—
浓磷酸盐	—	—	120	248	7	94	93	0
卤素								
无水溴	59	138	23	73	7	90	90	1.2
无水溴	59	138	57	135	7	99	100	—
无水溴	59	138	57	135	30	94	93	3.4
无水氯	—	—	120	248	7	85	84	7

化学品	沸点		测试温度		Days	保留属性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉强度	伸长	重量增加
Bases								
氢氧化铵	—	—	66	150	7	97	97	0
氢氧化钾—20%	—	—	100	212	7	100	100	0
氢氧化钠—20%	—	—	120	248	7	94	80	0.2
过氧化物								
过氧化氢—30%	—	—	23	73	7	99	98	0
盐金属蚀刻剂								
氯化铁—25%	104	220	100	212	7	95	95	0
氯化锌—25%	104	220	100	212	7	100	100	0
其他无机物								
氯化硫酰	68	115	68	155	7	86	100	8
三氯化磷	75	167	75	167	7	100	98	—
氯氧化磷	104	220	104	220	7	100	100	—
四氯化硅	60	140	60	140	7	100	100	—
水	100	212	100	212	7	100	100	0
其他								
Skydrol	—	—	149	300	7	100	95	3.0
Aerosafe	—	—	149	300	7	92	93	3.9
A-20 脱漆剂溶液	—	—	140	284	7	90	90	—

热性能

恒氟隆™ ETFE 的无负载连续使用温度通常被认为在 150 °C 以内。该连续使用温度等级基于 10,000 小时的老化试验，该试验将标准拉伸试样和电线绝缘层暴露于一系列高温环境中，以确定各种物理性能随时间的变化率。伸长率和拉伸强度是随温度暴露而发生显著变化的性能。

实际上，材料的最高使用温度取决于最终用途的具体性质。根据美国保险商实验室 (UL) 的说法，固定性能水平和未老化性能百分比是与最终用途相关的两个最重要的寿命终止标准。表格中包含根据不同最终用途要求估算的最高使用温度。这些结果与图表中提供的信息一致。实际的最高使用温度可能与表格中的结果有所不同，具体取决于负载老化、化学品暴露、基材支撑等因素。这些最高使用温度仅供参考。应进行最终用途性能测试，以验证恒氟隆™ ETFE 是否适用于每种特定应用。

上限使用温度的一种传统定义是：关键物理性能之一在 20,000 小时后下降一半时的最低温度。恒氟隆™ ETFE 4010 的 20,000 小时半衰期温度约为 159 °C。（对于恒氟隆™ ETFE，伸长率下降速度快于抗拉强度；因此，抗拉强度的 20,000 小时半衰期温度为 176 °C

上限使用温度的另一种定义是：伸长率在 20,000 小时暴露后下降至 50% 时的温度。预期上限使用温度为 175 °C。

热分解

当温度以 10°C 的速率升高时，失重终止温度在空气中为 $350\text{--}360^{\circ}\text{C}$ ，在氮气中为 $390\text{--}400^{\circ}\text{C}$ 。热分解活化能空气中约为 30 kcal/mol ，氮气中约为 55 kcal/mol 。

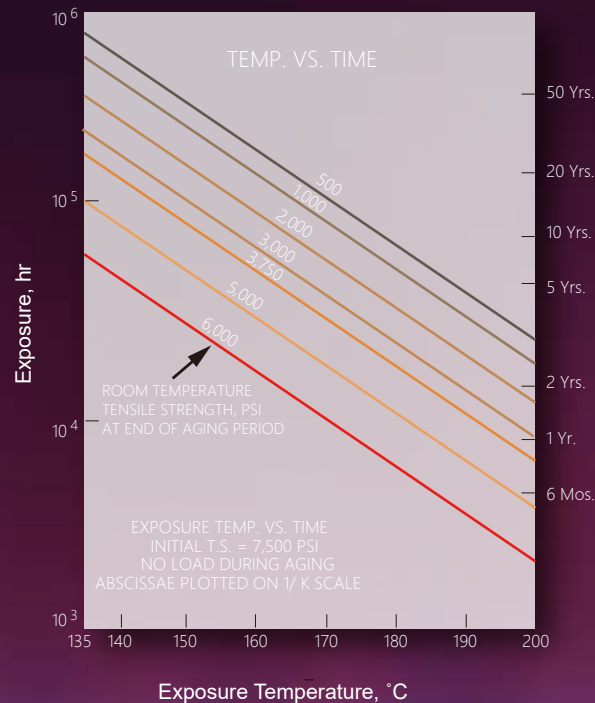
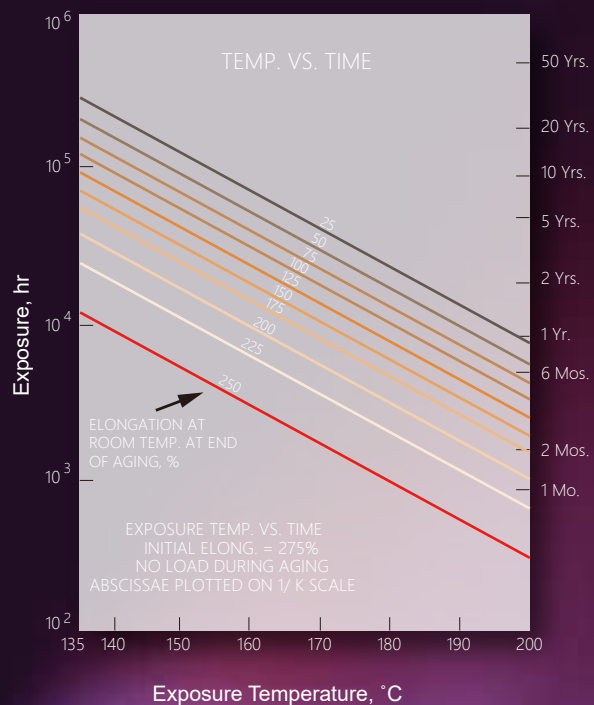
因此，在正常的成型温度下，不会发生热分解。然而，即使在 300°C 左右，如果长时间保持该温度，也会因分解而导致失重。在这种情况下，分解产生的气体主要成分是氟化氢。

易燃性

尽管恒氟隆™ ETFE 的主链中含有 C_2H_4 单元，但根据 UL 标准 94 的评估，其阻燃等级为 94V-0 。ASTM D 165 的结果也表明其不可燃。此外，根据 ASTM D 2863 的氧指数为 32% 。

室温拉伸强度保持率
老化后恒氟隆™ ETFE 4010的伸长率

室温拉伸强度保持率
老化后恒氟隆™ ETFE 4010的性能



数据中心

预计最高使用温度 (° C)，基于伸长率和暴露时间的空载热老化寿命终止标准

终结标准		曝光时间 (小时)					
实际伸长率, %	伸长率保持率 (%)	1000	3000	10,000	20,000	50,000	100,000
135	50	210	195	172	159	143	132
50	18	**	211	188	175	158	147
25	9	**	**	196	182	165	153

预计最高使用温度 (° C)，基于抗拉强度和暴露时间的无负载热老化寿命终止标准

终结标准		曝光时间 (小时)			
实际伸长率, %	伸长率保持率 (%)	10,000	20,000*	50,000*	100,000*
26 MPa	50	190	176	159	147
14 MPa	27	204	190	172	158

氟塑料的热变形温度

变形温度	恒氟隆™ ETFE	恒氟隆™ PTFE	恒氟隆™ FEP	恒氟隆™ PFA	恒氟隆™ PVDF
4.6 kg/ cm2	80	120	70	70	150
18.5 kg/ cm2	50	50	50	50	90

氟塑料的线膨胀系数

线性热膨胀系数	恒氟隆™ ETFE	恒氟隆™ PTFE	恒氟隆™ FEP	恒氟隆™ PFA	恒氟隆™ PVDF
4.6 kg/ cm2	9~14	9~11	8~11	11~13	3~6

电气特性

电弧电阻

根据 ASTM D495 标准测得的 恒氟隆™ ETFE 的耐电弧性能为 120 秒。据报道，PTFE 的耐电弧性能可达 300 秒或更高，FEP 的耐电弧性能可达 170 秒或更高。如此高的耐电弧性能据称是由于电弧分解的聚合物以低分子量氟碳化合物的形式分散，而导电物质（例如碳）不会残留在聚合物中。

绝缘

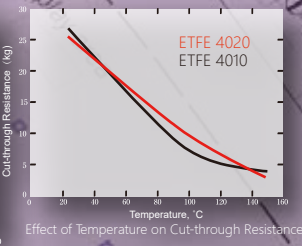
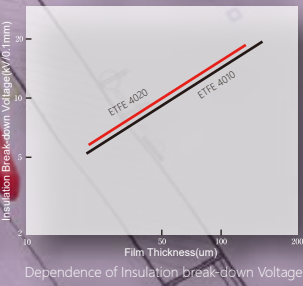
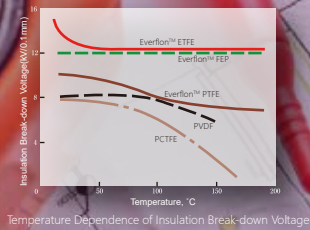
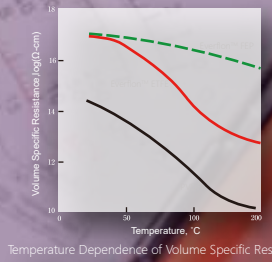
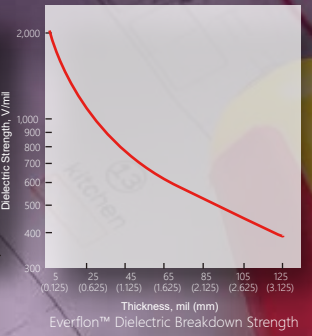
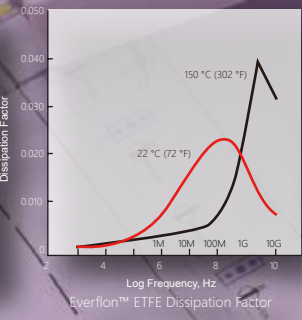
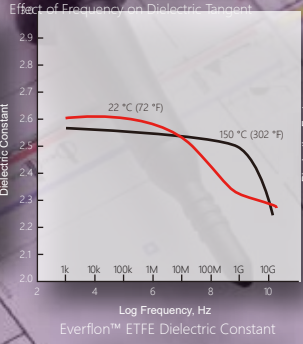
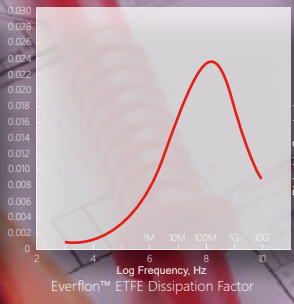
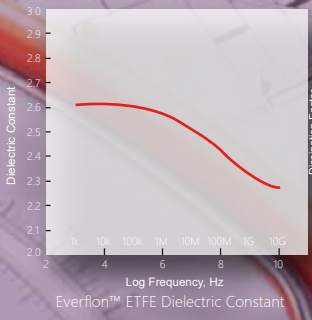
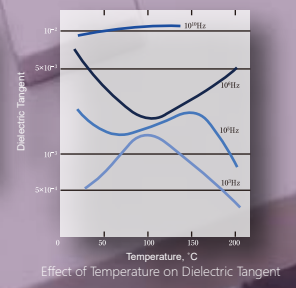
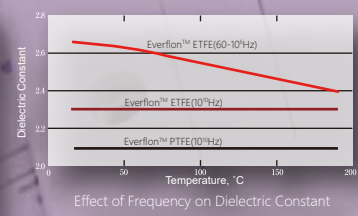
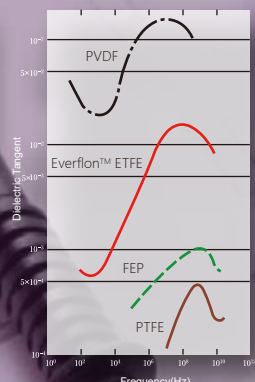
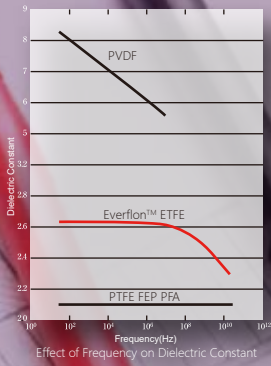
绝缘电阻通常用体积电阻率表示，它反映了聚合物作为绝缘体时阻碍电流通过自身的程度。

该值越大，聚合物的绝缘性能越好。就绝缘材料的另一项重要特性——绝缘击穿电压而言，恒氟隆™ ETFE 表现出色。绝缘击穿电压取决于样品的厚度。

薄膜厚度对击穿电压的影响结果表明，在 100 μm 以内，击穿电压与厚度的 0.65 次方成正比。

在聚合物的众多电性能中，绝缘性和介电性能最为重要。在高频范围内，电能会因介电效应转化为热能，造成电能损耗。恒氟隆™ ETFE 具有高电阻率和低损耗。

恒氟隆™ ETFE 在 10 MHz 以下的频率范围内介电常数为 2.5 - 2.6。在高频范围内，介电常数会下降至 10 GHz 时约为 2.3。低频下的损耗因子低于 0.001，但会逐渐增加，在约 100 MHz 处达到峰值约 0.023，之后在 10 GHz 时下降至 0.01 以下。



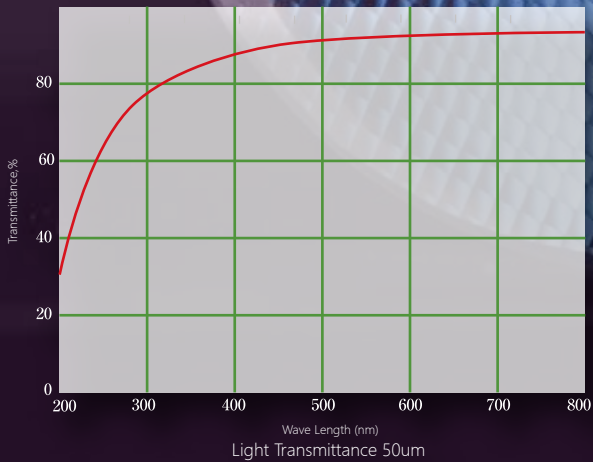
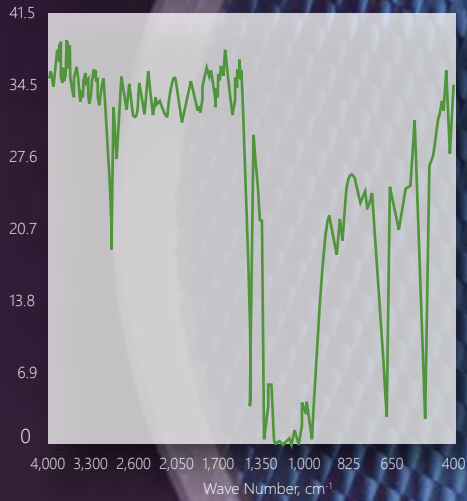
数据中心

光学性质


透射率与波长数据
0.025 毫米薄膜

Wavelength, nm	Cathay ETFE Film Transmittance, %
紫外线范围	
200	91.5
250	92
300	92
350	93
400	94
可见范围	
500	
94	
600	94
700	95
800	95

Infrared Scan of 恒氟隆™ ETFE



典型应用



在化学和电气性能方面，没有任何其他塑料树脂能像恒氟隆™ ETFE一样接近氟聚合物，同时还能提供高水平的机械强度和易于加工、经济高效的特点。恒氟隆™ ETFE为设计工程师在众多应用领域实现更佳的产品性能提供了诸多机遇。

采用恒氟隆™ ETFE 模制而成的电缆和液压管线夹、电缆扎带及其他紧固件，可在高温腐蚀性环境中稳定运行。由于恒氟隆™ ETFE 具有优异的抗辐射性能，因此也可用于核能领域。其吸湿性低，确保机械性能不受湿度影响。此外，它还具有高冲击强度和抗紫外线性能。

恒氟隆™ ETFE 具有卓越的电气性能、耐溶剂性、SE-0 阻燃等级以及优异的高温老化性能，是高性能电气元件的理想材料。线圈骨架、连接器、封装件、插座和绝缘体等都是其典型应用。



恒氟隆™ ETFE 的坚韧绝缘材料广泛应用于各种规格的导体，从用于计算机端接的 30 AWG 线规到用于大功率电路的 535 MCM 线规。恒氟隆™ ETFE 在钢铁厂电缆、飞机机身线、井下油和测井电缆、快速交通车辆和机车控制线以及其他高强度使用电线电缆中表现出色。它尤其受到关注，有望应用于核电站和其他可能接触辐射的场所。



热缩管，包括普通型和波纹型，有多种厚度和直径可供选择。它可用于高温环境，作为电气绝缘材料，也可用于强化学腐蚀环境。热缩管可紧密贴合电气端子、软管接头和其他部件，起到绝缘、防磨损和防腐蚀的作用。

高冲击强度、耐化学腐蚀性、耐高温灭菌性和易加工性是生物医学和实验室器皿应用所需的特性。氧气呼吸器组件、血液分析仪阀门、蒸发皿和离心管都是此类材料的例子。



恒氟隆™ ETFE 具有耐化学性、尺寸稳定性和结构强度，是泵叶轮、叶片、齿轮和泵体的理想材料。

恒氟隆™ ETFE 薄膜可进行热封、热成型、焊接、热层压和涂层处理，用于制造压敏胶带、柔性印刷电路、液体袋以及其他需要强度、耐热性和电气完整性的结构。



恒氟隆™ ETFE 已取代其他聚合物和玻璃成为阀门衬里材料。Eveflon™ ETFE 在宽广的温度范围内具有出色的耐酸、耐碱和耐溶剂性能，同时兼具耐磨性和易加工性，使其成为一种耐用且经济的阀门。

制造指南



恒氟隆™ ETFE 是一种热塑性聚合物，可采用大多数适用于此类树脂的加工技术进行加工，包括：

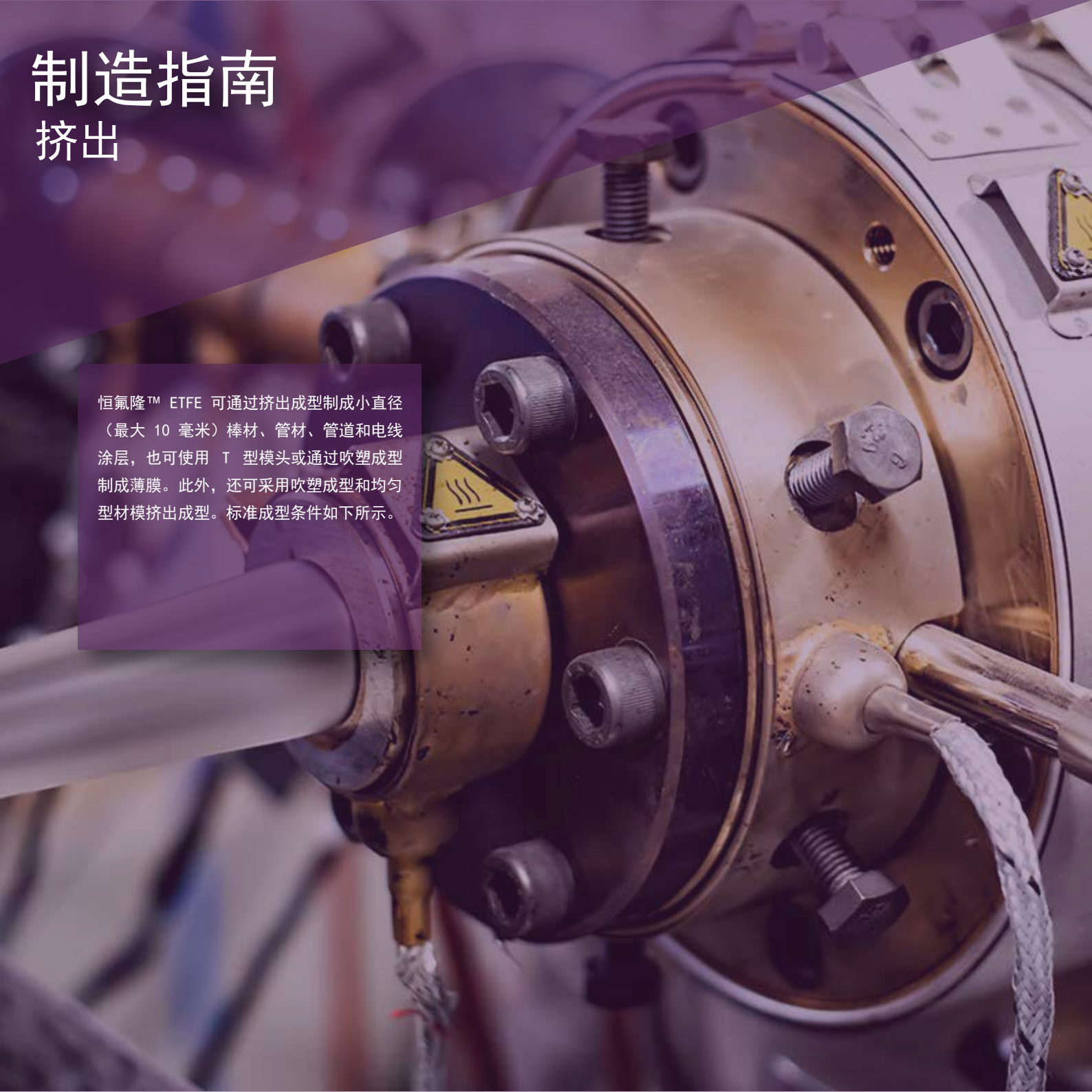
- 注塑成型
- 压缩成型
- 旋转成型
- 挤出成型

恒氟隆™ ETFE 还可采用相关加工手册中所述的技术进行成型、机械加工、着色和印刷。

制造指南

挤出

恒氟隆™ ETFE 可通过挤出成型制成小直径（最大 10 毫米）棒材、管材、管道和电线涂层，也可使用 T 型模头或通过吹塑成型制成薄膜。此外，还可采用吹塑成型和均匀型材模挤出成型。标准成型条件如下所示。



	规格	电线护套	膜	管
挤出机	螺杆直径	40 mm	40 mm	35 mm
	螺杆类别	计量	计量	计量
	长径比	25	22	22
	压缩比	2.6:1	2.8:1	2.5:1
	过滤网	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 1 each
口模	口模内径	4.3 mm	衣架式歧管模具	13.5 mm
	芯模外径	2.0 mm		12.1 mm
	长度	20 mm	唇距 0.2 毫米	
产品		芯線: 鍍錫軟銅線	膜厚: 25 um	内径.: 9 mm
		芯徑: 0.26毫米	膜宽: 400 mm	外径: 10 mm
		厚度: 0.15毫米		厚度: 0.5毫米
		最終直徑: 0.56 毫米		
挤出条件	料筒温度			
	C1	250-260 C	270 C	270 C
	C2	270-290 C	290 C	290 C
	C3	330-340 C	310 C	300 C
	法兰	330-340 C		
	芯模	350-360 C	315 C	310 C
	氣隙		80 mm	100 mm
	DDR	59		模具直徑 1.35
速度	80-150 m/min	5 m/min cooling roller temp 120 C	4 m/min vacuum sizing	

制造指南

粉末涂装

恒氟隆™ ETFE涂层可采用静电粉末涂装、浸涂等粉末涂装方法。原料树脂的选择取决于所需的涂层厚度和应用。该聚合物不吸湿，但粉末流动性会受水分含量影响。因此，用于输送粉末的压缩空气应在施工前进行干燥。此外，由于混入聚合物中的灰尘可能导致针孔或变色，因此包装或料斗不应敞开。



基材的材料和形状

只要材料能够承受 290–340° C 的温度范围，Techyours™ ETFE 膜不仅可以涂覆在金属表面，还可以涂覆在玻璃和陶瓷表面。固化过程中边缘厚度会略微收缩。因此，对于薄层衬里，需要保证边缘圆度达到 1R；对于厚度为 0.4–1mm 的衬里，挤压成型时边缘圆度需达到 3R 或更大，压入成型时边缘圆度需达到 5R 或更大。

预处理

钢材（厚衬里）	脱脂：400°C烘烤2小时或更长时间 粗化：用60目钢网和砂进行喷砂处理 (喷射压力3~7kg/cm ²)
钢、不锈钢、铝 (30–50微米)	脱脂：用三氯乙烯清洗 粗化：用100目钢网和砂进行喷砂处理 (喷射压力3~7kg/cm ²)
铜和铜合金	烘烤过程中会形成一层脆弱的氧化膜。因此，需要进行金属镀层或氧化铜膜处理 (在1份过硫酸钾、4份氢氧化钠和95份水的混合溶液中煮沸5分钟)。
玻璃	硅烷偶联剂处理：清洗；浸入30%硝酸溶液中 (60°C, 2小时)；浸入1%硅烷偶联剂乙醇溶液中 (Union Carbide A-1120) (24小时)；风干；涂覆

涂层

使用静电涂布机，施加60–90 kV电压，并在产生静电斥力之前立即关闭电压。对于天然牌号，可获得30–150µm的膜厚；对于JP40牌号，重复涂布5–7层，可获得1mm的膜厚。对于GS40牌号，采用浸涂法，在5mm厚的基材上，预热温度为340–360°C，可获得0.6mm的膜厚。

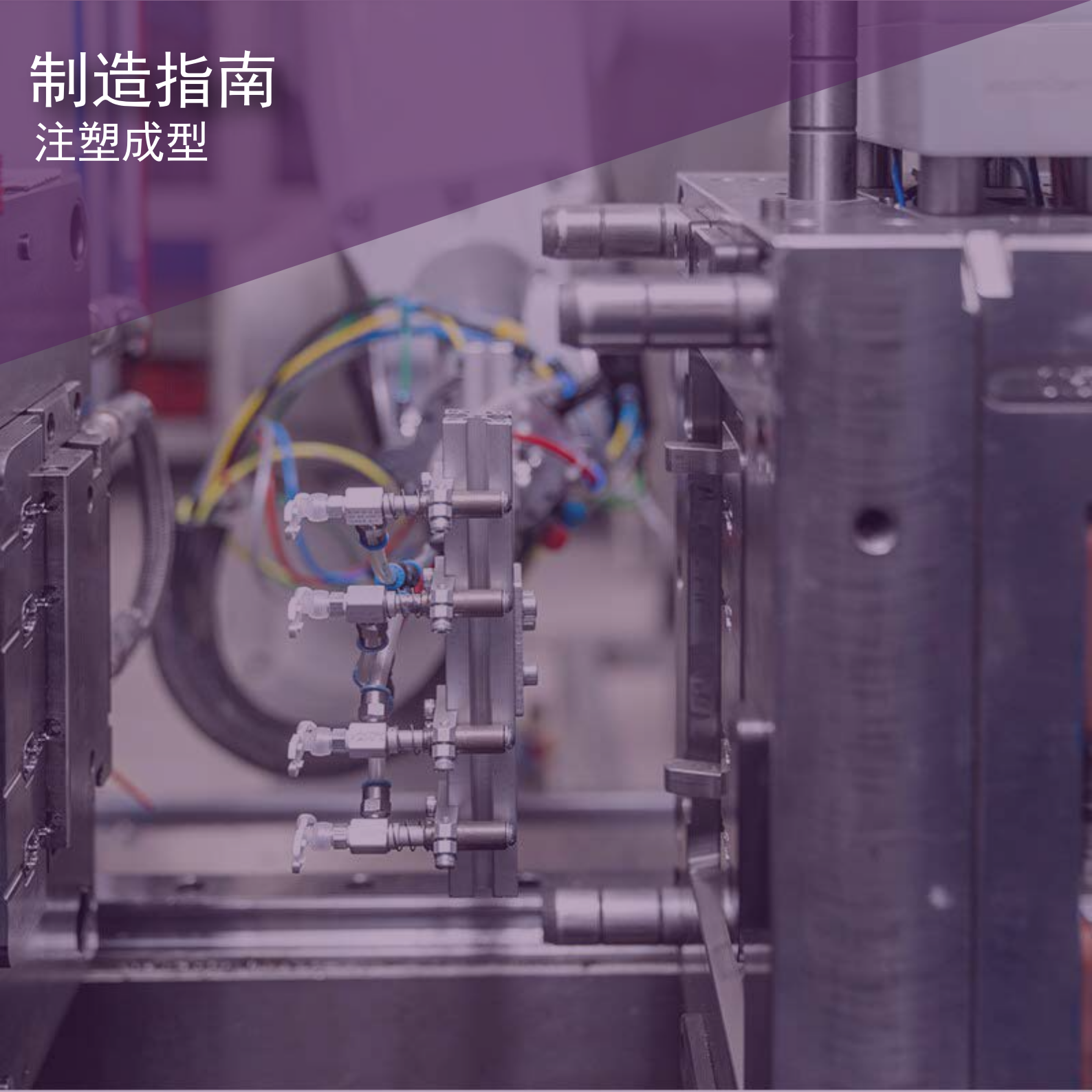
烘烤

烘烤温度应在 290–340°C 范围内进行 10–16 分钟，具体时间取决于基材厚度、材料以及所需的薄膜厚度。

所形成的薄膜的测试方法与 PTFE 薄膜的测试方法类似，此外，根据应用需求，还需进行其他测试，例如薄膜厚度测试、针孔测试、埃里克森测试、耐腐蚀性测试等。

制造指南

注塑成型



注塑机和成型材料

任何柱塞式和螺杆式注塑机均可用于注塑成型，只要加热器的热容量不超过 340° C 即可。建议注塑机与聚合物接触的部件（例如气缸内表面、螺杆、鱼雷管、喷嘴等）采用耐腐蚀材料，例如哈氏合金 C、X 合金 306、杜拉镍等。如果并非专门用于恒氟隆™ ETFE 注塑，则也可使用氮化或镀硬铬材料。

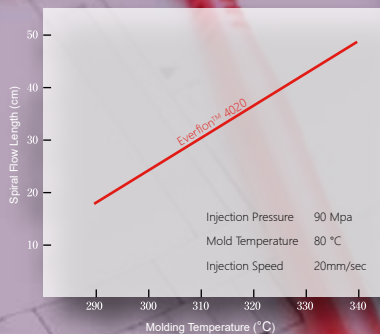
模具

所用模具虽然取决于注塑次数，但通常应采用普通材料并镀硬铬，且必须能够承受高达 120° C 的温度。浇口结构可根据所需产品选择，例如侧浇口、针状浇口、薄膜浇口等。流道最好设计成圆形截面，且长度尽可能短。

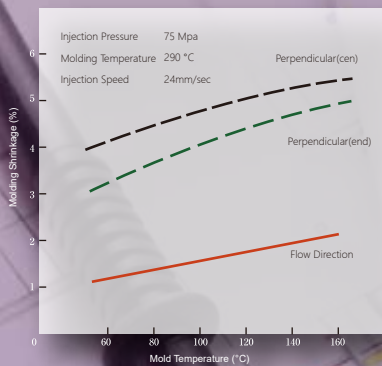
成型条件

下表列出了恒氟隆™ ETFE注塑成型的典型条件。对于薄型注塑（厚度小于0.5毫米），应提高注射速度；对于厚型注塑（厚度大于5毫米），应延长冷却时间。此外，为了获得光滑的表面，应降低注射速度。

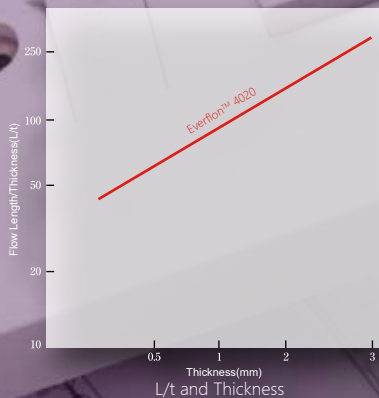
	ETFE 4010	
成型温度 (摄氏度)	1	260-280
	2	270-290
	3	280-300
	4	290-320
模具温度 (摄氏度)	60-120	
注射压力 (兆帕)	50-120	
注射速度 (活塞速度) (毫米/秒)	1-15	
成型循环 (秒)	30-120	



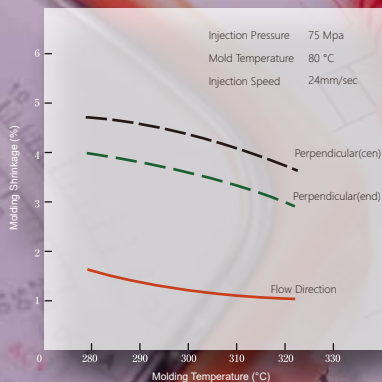
Molding Temperature and spiral Flow Length



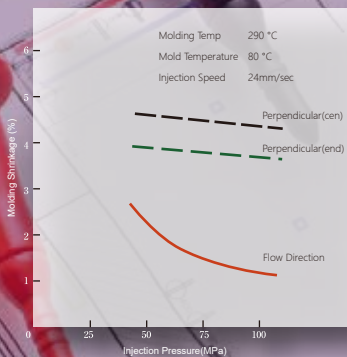
Mold Temperature and Molding Shrinkage



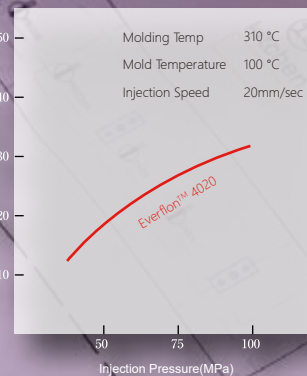
L/t and Thickness



Molding Temperature and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Molding Shrinkage

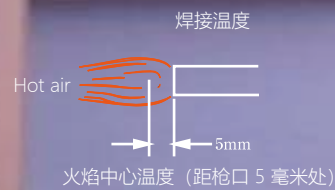
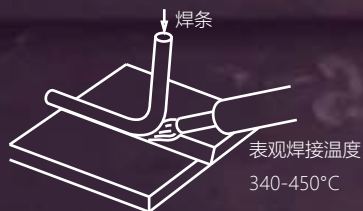


Injection Pressure and Spiral Flow Length

数据中心

制造指南

焊接

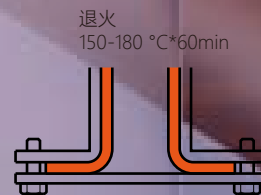
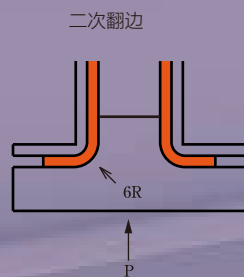
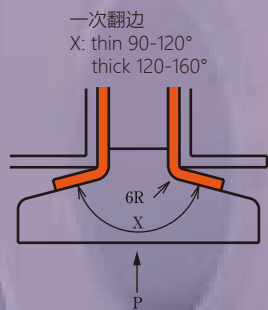


焊接需要一定的技巧，但通过仔细注意焊接区域，并将母材和焊条都变成蜡状，可以获得相当于母材强度 60% 的焊接强度，并达到 80 毫米/分钟的焊接速度。

制造指南

翻边处理

利用专用工具，可以对恒氟隆 ETFE 管材和注塑件进行90° 扩口加工。将工具材料加热至130~150°C，扩口加工速度可达60mm/min。





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.everflon.com.cn