



EVERFLON™ ETFE

# 技術性能手冊

乙烯-四氟乙烯共聚物

EVERFLON ACADEMIC

# 介紹

Everflon™ ETFE 是由 C&F 集團開發的熱塑性含氟聚合物。它是一種由四氟乙烯 (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>) 和乙烯 (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) 組成的共聚物。

Everflon™ ETFE 含氟聚合物是熔融加工型熱塑性塑膠。它們屬於含氟產品系列，該系列還包括 Everflo™ PTFE、FEP 和 PFA 含氟聚合物樹脂。

本手冊為參與材料選擇和產品設計的工程師及其他人員提供數據。它包含評估 Everflon™ ETFE 在電氣、機械和化學應用中性能的詳細資訊。

本手冊中提供的所有性能數據應視為典型值，不應用於產品規格製定。

我們提供多種天然和增強型配方，可根據特定應用或加工需求選擇合適的樹脂。

如需更多技術數據、了解目前 Everflon™ ETFE 產品系列或特定應用的設計支持，請聯絡您的銷售代表。

# 市售 Everflon™ ETFE 氟聚合物

Everflon™ ETFE Grade	樹脂特性	應用
4003	優質氟聚合物樹脂，流動性相對較低，彎曲壽命顯著提升，並具有優異的抗環境應力性能。	適用於極端高溫、機械和化學環境的組件、襯裡和模製件
4010	通用型氟聚合物樹脂，流動性中等。建議最高使用溫度為 150 ° C。	電氣套管、線圈骨架、插座、連接器和開關
4020	具有卓越的抗應力開裂性能和高溫下的優異機械性能。	適用於極端高溫、機械和化學環境的組件、襯裡和模製件
4030	ETFE 樹脂中熔體流動速率（MFR）最高。	適用於射出成型和薄壁擠出
C-4003	低熔體流動速率（MFR）的靜電耗散型半導體樹脂。	擠出管材、管道和其他軟管型材 用於化學工業的組件襯裡 工業薄膜 需要優異的電氣、化學和熱性能以及抗應力開裂性能的注塑和吹塑製品
C-4010	靜電耗散型半導體樹脂。	擠出管材、管道和其他軟管型材 需要優異的電氣、化學和熱性能的注塑和吹塑製品
JP-40	適用於特殊應用的粉末。	適用於材料必須分散在 ETFE 基體中的場合。 材料可以很好地分散在粉末中，然後進行壓縮成型或熔融混合以進行後續加工。
GS-40	滾塑成型和滾塑內襯級。	空心部件 複雜幾何形狀
X-40	可交聯 ETFE 樹脂。	襯裡

Everflon™ ETFE 的 ASTM 材料規格為 D3159。

Everflon™ ETFE 也被列入各種工業和軍事規範，用於製造管材、模製件和薄膜，以及眾多電線電纜應用。

# Everflon™ ETFE 氟聚合物的一般特性

Everflon™ ETFE 是一種堅固耐用的熱塑性塑料，具有卓越的性能平衡。

在機械性能方面，它韌性強，具有中等剛度（1,170 MPa [170,000 psi]），並具有良好的抗衝擊性和耐磨性。其彎曲壽命取決於所用等級。

Everflon™ ETFE 的空載連續使用溫度通常為 150 °C (302 °F)。在某些特定應用中，Everflon™ ETFE 的最高使用溫度可超過 230 °C (392 °F)。有關熱性能的更詳細討論，請參閱“熱性能”部分。

Everflon™ ETFE 耐候性好，對大多數溶劑和化學品呈惰性，且具有水解穩定性。它具有優異的抗輻射性能，但並非完全不受長期暴露於伽馬射線（尤其是在高溫下）的影響。在需要滿足特定輻射要求的情況下，必須在輻射環境下對建議應用進行充分測試，以確定 Everflon™ ETFE 是否適用於此應用。

Everflon™ ETFE 具有優異的低損耗介電性能，其電氣性能均勻性通常不會及其他熱塑性塑膠。

Everflon™ ETFE 可採用常規技術輕鬆進行擠出或射出成型，因此不會為操作人員帶來特殊訓練問題。建議在長時間生產中使用耐腐蝕設備。建議注塑模具採用電加熱模具。

在其他材料缺乏機械韌性、熱性能、耐受嚴苛環境條件或受限於製造流程的應用中，Everflon™ ETFE 能夠成功發揮作用。

與所有新產品一樣，建議進行全面的原型設計和測試，以確保 Everflon™ ETFE 材料在特定應用中的優異性能。

性能	ASTM	單位	Everflon™ ETFE
<b>機械性質</b>			
熔體流動速率	D3159	g/10 min	2-40
極限抗拉強度 (23 ° C )	D638	MPa	46
極限伸長率 (23 ° C )	D638	%	300
抗壓強度 (23 ° C )	D695	MPa	17
彎曲模量	D790	MPa	600–1,200
衝擊強度 (23 ° C )	D256	J/m	No Break
硬度 (邵氏D硬度)	D2240		67
金屬/薄膜摩擦係數	D1894		0.23
載重下變形	D621	%	0.3
線膨脹係數	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 小時)	D570	%	0.007
<b>電氣性能</b>			
表面電阻率	D257	ohm·sq	>10 <sup>16</sup>
體積電阻率	D257	ohm·cm	>10 <sup>16</sup>
介電強度 (23 ° C)	D149	kV/mm	
0.25 mm			64
3.20 mm			15
介電常數 (22 ° C, 1 MHz)	D1531		2.6
損耗因子 (22 ° C, 1 MHz)	D1531		0.007
電弧電阻	D495	sec	122
<b>熱性能</b>			
熔點	DSC D3417	°C	220–280
熔化熱	DSC D3417	kJ/kg	50.7
比熱容	DSC	kJ/kg·K	
25 ° C			0.25
100 ° C			0.3
150 ° C			0.34
300 ° C			0.38
燃燒熱	D240	MJ/kg	13.7
導熱係數		W/m·K	0.24
極限氧指數 (LOI)	D2863	%	30-32
熱變形溫度	D648	°C	
455 kPa			81
1620 kPa			51
連續使用溫度		°C	150

# 機械性能

## 強度和剛度

與 Everflon™ PTFE 和 Everflon™ FEP 氟聚合物樹脂相比，Everflon™ ETFE 密度更低、韌性更高、剛度更大，且具有更高的拉伸強度和抗蠕變性能。然而，它的延展性與上述兩種材料相似。Everflon™ ETFE 的組成成分錶現出幾乎所有延展性材料都具有的相對非線性應力-應變關係。

## 衝擊強度

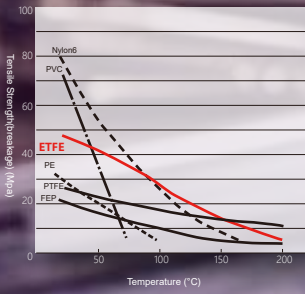
評估塑膠衝擊強度的方法包括艾氏衝擊試驗、ASTM D256 衝擊試驗或夏比衝擊試驗。Everflon™ ETFE 具有極強的衝擊能量吸收能力，即使在缺口衝擊試驗中，也能在很寬的溫度範圍內保持優異的抗衝擊性能。

## 摩擦磨損性能

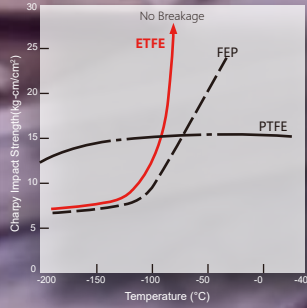
摩擦磨損性能的測定係數會因所選方法和條件的不同而有所差異。因此，有必要進行適合所需應用的對比測試。Everflon™ ETFE 的臨界 PV 值約為 2.0 (kg·m/crri·sec)。

Everflon™ ETFE 還具有顯著的耐低溫衝擊性能，如圖所示，在低至 -80°C 的溫度下不會發生衝擊斷裂。斷裂始於 -100°C 左右，在 -120°C 至 -200°C 的溫度範圍內，斷裂所需的能量基本上保持不變。根據 ASTM D746 標準，其脆性點為 -125°C，這表示 Everflon™ ETFE 非晶態部分的玻璃化轉變溫度大致在此範圍內。

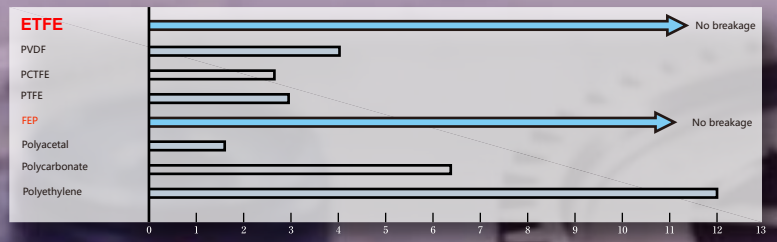
Effect of Temperature on Tensile Elongation



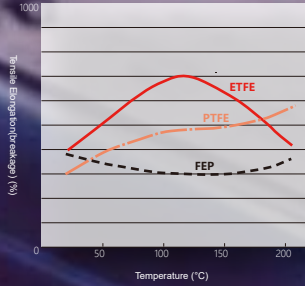
Effect of Temperature on Charpy Impact



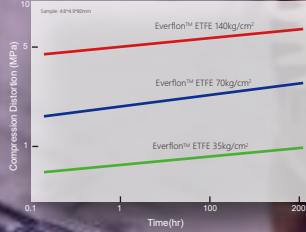
Impact Strength(ft.lb/in with notch, 25°C)



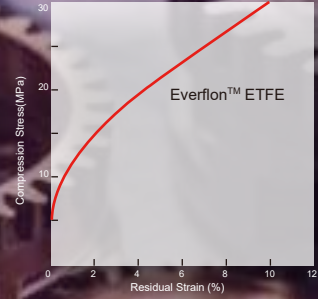
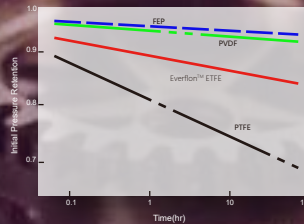
Effect of Temperature on Tensile Strength



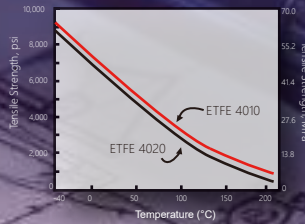
Dependence of Compression Creep Characteristics on Load



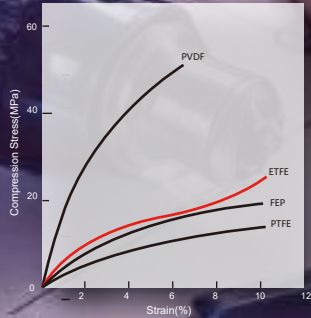
Compression Stress Relaxation



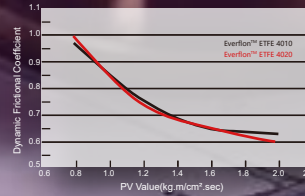
Tensile Strength vs. Temperature



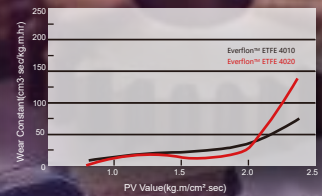
Compression Stress-Strain Curve



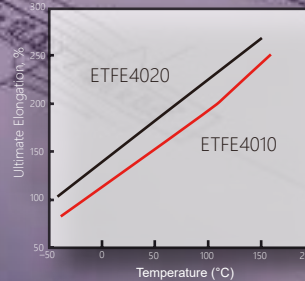
Dynamic Friction Coefficient and PV Value



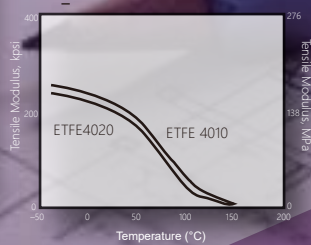
Wear Constant and PV Value



Elongation vs. Temperature



Compression Stress-Residual Strain Curve



Tensile Modulus vs. Temperature

資料中心

## 各種塑膠的機械性能

	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
抗拉強度 (MPa)	40-54	20-39	32-39	19-22	49-60	10-44	40-70	50-80	60-70
伸長率 (%)	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
彎曲模量 (MPa)	850-1000	400-600	530-630	350	1400-1800	500-1000	2500-2800	1000-2800	2600-2900
彎曲強度 (MPa)	20-30	13	---	No Breakage	---	11-110	70-110	56-110	100
壓縮模量 (MPa)	670	410	---	430	1300	---	---	---	4600
洛氏硬度	R55	R20	R50	R25	R110	D50-70	M5-120	R100-120	R120
艾氏衝擊強度 (ft/lb. in, 帶缺口)	No Breakage	3.0	No Breakage	---	3.5-3.8	0.5-20	0.5-20	1-3.5	1-4
摩擦係數 (與不銹鋼摩擦)	0.20	0.09	0.20	0.20	0.21	0.35	0.45	0.15-0.40	0.14

# 化學性質

## 化學應力裂紋

某些聚合物材料在化學品中長期受力後會產生裂痕。下表顯示了ASTM D 1693測試方法的結果，該方法將一條厚度為2.3毫米、長度為38毫米的窄塑膠片彎曲180°，並在化學品中浸泡10天。之後檢查塑膠片是否出現裂痕。Everflon™ ETFE在化學應力下具有良好的適應性。

## 化學抗性

Everflon™ ETFE 具有卓越的耐化學品和溶劑侵蝕性能，而這些化學品和溶劑通常會導致其他塑膠材料快速劣化。其耐化學性僅次於 Everflon™ 氟聚合物。

Everflon™ ETFE 對許多強礦物酸、無機鹼、鹵素和金屬鹽溶液呈惰性。羧酸、酸酐、芳香烴和脂肪烴、醇、醛、酮、醚、酯、氯代烴和傳統聚合物溶劑對 Everflon™ ETFE 的影響甚微。在高應力條件下，一些表面張力極低的溶劑會降低低分子量產品的抗應力開裂性能。強氧化性酸（例如硝酸）、有機鹼（例如胺）以及高濃度且接近沸點的磺酸會對 Everflon™ ETFE 產生不同程度的影響。

## 輻射的影響

與其他含氟聚合物相比，Everflon™ ETFE 對電子束和伽馬射線輻射的耐受性更強。測試表明，當 Everflon™ ETFE 暴露於伽馬射線輻射時，高溫和氧氣的存在都會對其物理性能產生不利影響。在惰性氣氛（例如氮氣）中，這種影響會顯著降低。

在總輻射劑量相同的情況下，Everflon™ ETFE 在電子束輻射下的降解程度遠低於伽馬射線輻射。這種差異可能是由於電子束輻射下的劑量率較高。較高的劑量率顯然有利於交聯反應的發生，而伽馬射線輻射下的反應速率則較低，使得氧化和降解反應更容易發生。在惰性氣氛中，尤其是在低劑量電子束輻射下進行可控暴露，似乎可以降低交聯程度，並帶來某些性能的固有改善。然而，超出低劑量可控條件的暴露會導致物理性能的損害。與伽馬射線輻射一樣，在惰性氣氛下，氧化反應也會受到抑制。

## 水解穩定性和吸水率

水解穩定性表現為長時間暴露於沸水後物理性能未發生劣化。以室溫拉伸強度和伸長率作為對照性能，Everflon™ ETFE 在沸水浸泡 3000 小時後基本上不受影響。數據見表。根據 ASTM D570 標準測定，未填充的 Everflon™ ETFE 的吸水率小於 0.03%（重量百分比）。

40  
145  
135

## 耐熱水性能

根據 ASTM D570 測試方法，對 Everflon™ ETFE 的吸水率進行了測量。測試中，將厚度為 6 mm 的板材浸泡在沸水中 2 小時。結果表明，其吸水率極低，說明水分的存在不會影響其電氣和機械性能。

表格顯示了 Everflon™ ETFE 在室溫下浸泡一定時間後，厚度為 1 mm 的板材在沸水中浸泡一定時間後的強度變化。與耐化學性數據一致，Everflon™ ETFE 也表現出優異的耐熱水性能。

產品	psi	抗拉強度	Mpa	伸長率，%
4010（無暴露）	5800		40	400
3000 小時沸水	5800		40	390

## 氣體滲透和水分滲透

氧氣、氮氣、二氧化碳等氣體的滲透率基本上與膜厚無關。活化能為 6-8 kcal/mol。

Everflon™ ETFE 的氣體滲透性和水分滲透性與聚乙烯或聚丙烯相似。氣體滲透性採用 ASTM D1434 標準測定，水分滲透性以 ASTM E96 標準杯式法測定。

材料	Permeability, cm <sup>3</sup> /100 in <sup>2</sup> 24 hr·atm/mil
二氧化碳	250
氮氣	30
氧氣	400

## 阻燃性和煙霧

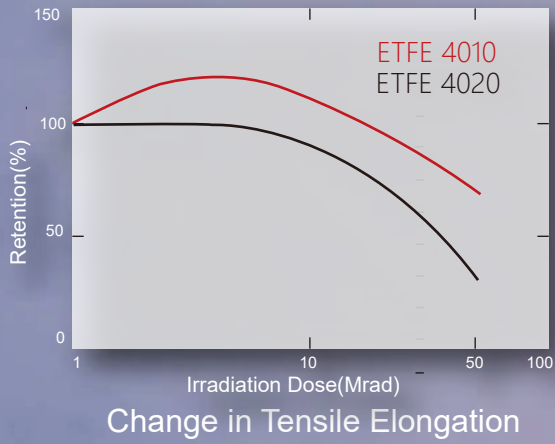
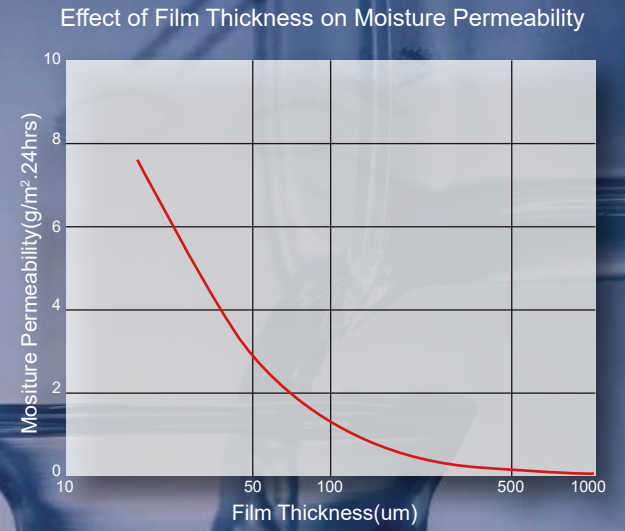
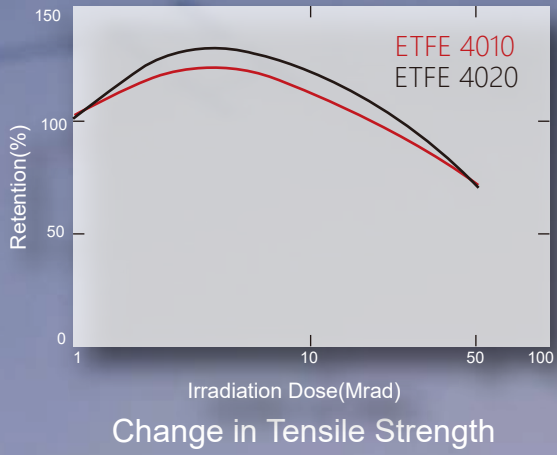
Everflon™ ETFE 無色樹脂的阻燃等級為 UL 94 V-0，厚度低至 0.062 英寸。根據 ASTM D2863 標準，其極限氧指數 (LOI) 為 30，這意味著需要至少含有 30% 氧氣的燃燒環境才能維持向下燃燒的火焰。根據 ASTM D635 標準，Everflon™ ETFE 的平均燃燒時間 (ATB) 小於 5 秒，平均燃燒長度 (ALB) 為 10 mm 。

## 隨著時間增長而出現的重量減輕

Everflon™ ETFE 在熔點以下的重量損失為 0.1% 至 0.3%，其中大部分是水分。

## 耐候性

Everflon™ ETFE 具有良好的耐候性，而「Techyours™ ETFE 薄膜」是一種透過擠出成型獲得的薄膜，即使用作戶外塗層材料，其性能也不會改變。



4010

資料中心

## Everflon™ ETFE 的化學應力開裂

化學品	溫度 (攝氏度)	裂片數量	
		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
二甲基甲醯胺	121	0/5	0/5
二甲基亞砷	121	0/5	0/5
二甲基乙醯胺	121	0/5	0/5
60%硝酸	121	0/5	0/5

## Everflon™ ETFE 的耐候性

特徵	曝光時間 (小時)	15um ETFE Film			25um ETFE Film		
		0	1000	2000	0	1000	2000
抗拉強度 (MPa)		48	48	48	48	48	48
抗拉強度保持率 (%)		-	102	102	-	102	102
伸長率 (%)		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

## Everflon™ ETFE树脂在300°C以上的初始失重

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

## Everflon™ ETFE 与代表性化学品的化学相容性实际实验室测试

化學品	沸點		測試溫度		Days	保留屬性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉强度	伸长	重量增加
<b>酸/酸酐</b>								
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
<b>脂肪烴</b>								
礦物油	—	—	180	356	7	90	60	0
石腦油	—	—	100	212	7	100	100	0.5
<b>芳香烴</b>								
苯	80	176	80	176	7	100	100	0
甲苯	110	230	110	230	7	—	—	—
<b>官能芳烴</b>								
鄰甲酚	191	376	180	356	7	100	100	0
<b>胺類</b>								
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
<b>氯代溶劑</b>								
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
<b>醚類</b>								
四氫呋喃	66	151	66	151	7	86	93	3.5
<b>醛/酮類</b>								
丙酮	56	132	56	132	7	80	83	4.1
苯乙酮	201	394	180	356	7	80	80	1.5
環己酮	156	312	156	312	7	90	85	0
乙基甲酯酮	80	176	80	176	7	100	100	0

化學品	沸點		測試溫度		Days	保留屬性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉強度	伸長	重量增加
<b>酯類</b>								
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
<b>聚合物溶劑</b>								
二甲基甲醯胺	154	309	90	194	7	100	100	1.5
二甲基甲醯胺	154	309	120	248	7	76	92	5.5
二甲基亞砷	189	373	90	194	7	95	90	1.5
<b>其他有機物</b>								
苯甲醇	205	401	120	248	7	97	90	—
苯甲醯氯	197	387	120	248	7	94	95	—
<b>其他有機物 (續)</b>								
苯甲醯氯	197	387	120	248	30	100	100	—
十氫萘	190	374	120	248	7	89	95	—
鄰苯二甲醯氯	276	529	120	248	30	100	100	—
<b>酸類</b>								
濃鹽酸	106	223	23	73	7	100	90	0
濃鹽酸	106	223	106	223	7	96	100	0.1
濃鹽酸	125	257	125	257	7	100	100	—
濃鹽酸	—	—	23	73	7	97	95	0.1
濃硫酸	—	—	100	212	7	100	100	0
濃硫酸	—	—	120	248	7	98	95	0
濃硫酸	—	—	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% (濃)	120	248	23	73		100	100	0.5
硝酸—70% (濃)	120	248	60	140	53	100	100	—
硝酸—70% (濃)	120	248	120	248	2	72	91	—
硝酸—70% (濃)	120	248	120	248	3	58	5	—
鉻酸鉀	120	248	120	248	7	0	0	—
磷酸	125	257	125	257	7	66	25	—
濃磷酸鹽	—	—	100	212	7	—	—	—
濃磷酸鹽	—	—	120	248	7	94	93	0
<b>鹵素</b>								
無水溴	59	138	23	73	7	90	90	1.2
無水溴	59	138	57	135	7	99	100	—
無水溴	59	138	57	135	30	94	93	3.4
無水氯	—	—	120	248	7	85	84	7

化學品	沸點		測試溫度		Days	保留屬性, %		
	°C	°F	°C	°F		抗拉强度	伸长	重量增加
<b>Bases</b>								
氫氧化鉍	—	—	66	150	7	97	97	0
氫氧化鉀—20%	—	—	100	212	7	100	100	0
氫氧化鈉—20%	—	—	120	248	7	94	80	0.2
<b>過氧化物</b>								
過氧化氫—30%	—	—	23	73	7	99	98	0
<b>鹽金屬蝕刻劑</b>								
氯化鐵—25%	104	220	100	212	7	95	95	0
氯化鋅—25%	104	220	100	212	7	100	100	0
<b>其他無機物</b>								
氯化硫醯	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	—
四氯化矽	60	140	60	140	7	100	100	—
水	100	212	100	212	7	100	100	0
<b>其他</b>								
Skydrol	—	—	149	300	7	100	95	3.0
Aerosafe	—	—	149	300	7	92	93	3.9
A-20 脫漆劑溶液	—	—	140	284	7	90	90	—

# 熱性能

Everflon™ ETFE 的無負載連續使用溫度通常被認為在 150 ° C (302 ° F) 以內。此連續使用溫度等級基於 10,000 小時的老化試驗，該試驗將標準拉伸試樣和電線絕緣暴露於一系列高溫環境中，以確定各種物理性能隨時間的變化率。伸長率和拉伸強度是隨溫度暴露而發生顯著變化的表現。

實際上，材料的最高使用溫度取決於最終用途的特定性質。根據美國保險商實驗室 (UL) 的說法，固定性能水準和未老化性能百分比是與最終用途相關的兩個最重要的壽命終止標準。表格中包含根據不同最終用途要求估算的最高使用溫度。這些結果與圖表中提供的資訊一致。實際的最高使用溫度可能與表格中的結果有所不同，具體取決於負載老化、化學品暴露、基材支撐等因素。這些最高使用溫度僅供參考。應進行最終用途效能測試，以驗證 Everflon™ ETFE 是否適用於每種特定應用。

上限使用溫度的一種傳統定義是：關鍵物理性能之一在 20,000 小時後下降一半時的最低溫度。Everflon™ ETFE 4010 的 20,000 小時半衰期溫度約為 159 ° C 。 (對於 Everflon™ ETFE，伸長率下降速度快於抗拉強度；因此，抗拉強度的 20,000 小時半衰期溫度為 176 ° C )

上限使用溫度的另一個定義是：伸長率在 20,000 小時暴露後下降至 50% 時的溫度。預期上限使用溫度為 175 ° C 。

## 熱分解

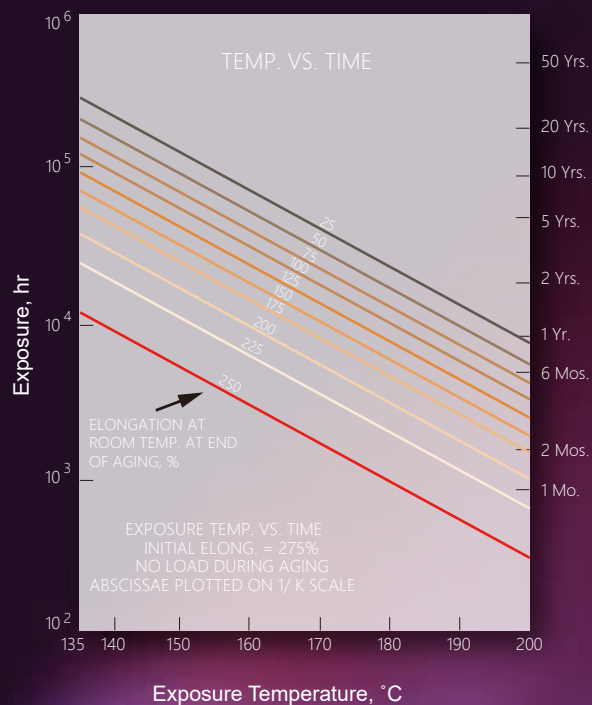
當溫度以 $10^{\circ}\text{C}$ 的速率升高時，失重終止溫度在空氣中為 $350\text{--}360^{\circ}\text{C}$ ，在氮氣中為 $390\text{--}400^{\circ}\text{C}$ 。熱分解活化能空氣中約為 $30\text{ kcal/mol}$ ，氮氣中約為 $55\text{ kcal/mol}$ 。

因此，在正常的成型溫度下，不會發生熱分解。然而，即使在 $300^{\circ}\text{C}$ 左右，如果長時間保持該溫度，也會因分解而導致失重。在這種情況下，分解產生的氣體主要成分是氟化氫。

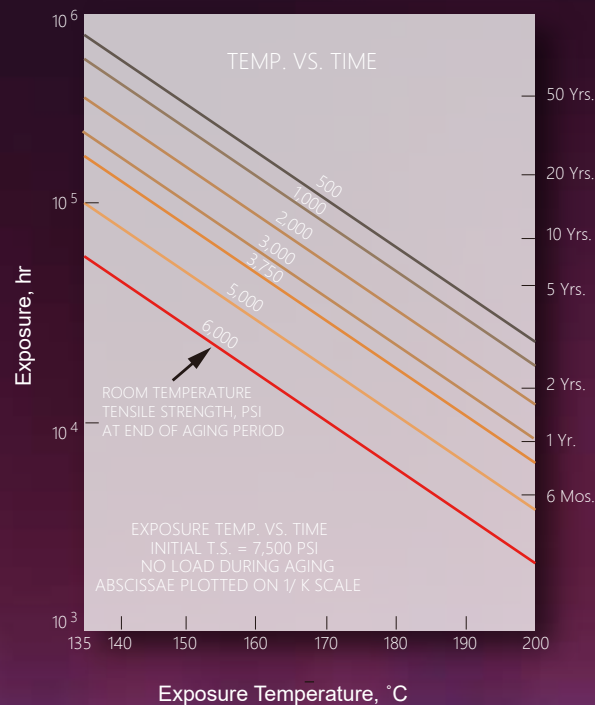
## 易燃性

儘管 Everflon™ ETFE 的主鏈中含有  $\text{C}_2\text{H}_4$  單元，但根據 UL 標準 94 的評估，其阻燃等級為  $94\text{V-0}$ 。ASTM D 165 的結果也顯示其不可燃。此外，根據 ASTM D 2863 的氧指數為  $32\%$ 。

室溫拉伸強度保持率  
老化後Everflon™ ETFE 4010的伸長率



室溫拉伸強度保持率  
老化後Everflon™ ETFE 4010的性能



資料中心

預計最高使用溫度 (° C) , 基於伸長率和暴露時間的空載熱老化壽命終止標準

終結標準		曝光時間 (小時)					
實際伸長率, %	伸長率保持率 (%)	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

預計最高使用溫度 (° C) , 基於抗拉強度和暴露時間的無負載熱老化壽命終止標準

終結標準		曝光時間 (小時)			
實際伸長率, %	伸長率保持率 (%)	10,000	20,000*	50,000*	100,000*
26 MPa	50	190	176	159	147
14 MPa	27	204	190	172	158

氟塑膠的熱變形溫度

變形溫度	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	80	120	70	70	150
18.5 kg/ cm2	50	50	50	50	90

氟塑膠的線膨脹係數

線性熱膨脹係數	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	9~14	9~11	8~11	11~13	3~6

# 電氣特性

## 電弧電阻

根據 ASTM D495 標準測得的 Everflon™ ETFE 的耐電弧性能為 120 秒。據報道，PTFE 的耐電弧性能可達 300 秒或更高，FEP 的耐電弧性能可達 170 秒或更高。如此高的耐電弧性能據稱是由於電弧分解的聚合物以低分子量氟碳化合物的形式分散，而導電物質（例如碳）不會殘留在聚合物中。

## 絕緣

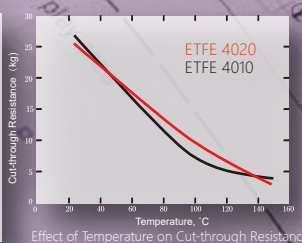
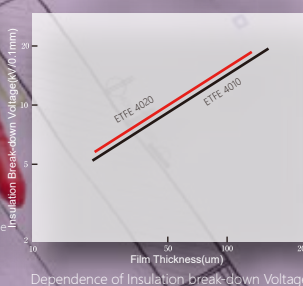
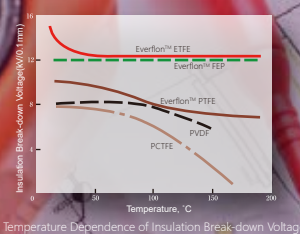
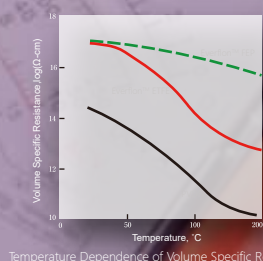
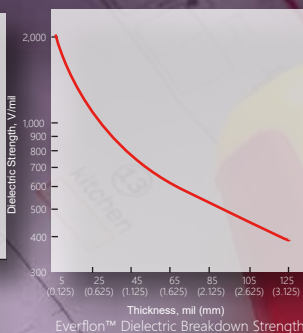
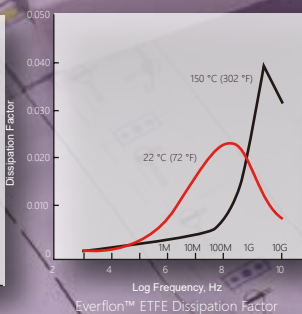
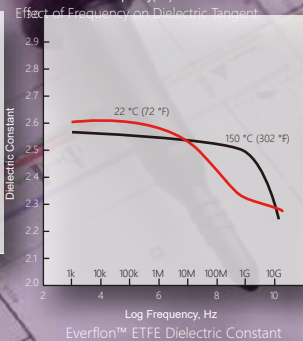
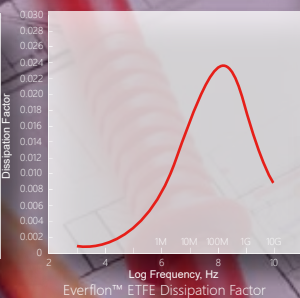
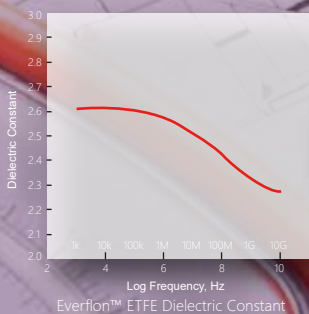
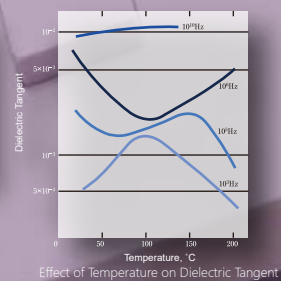
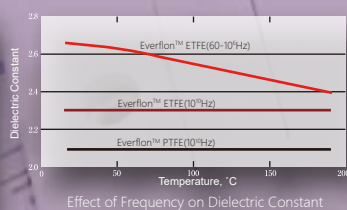
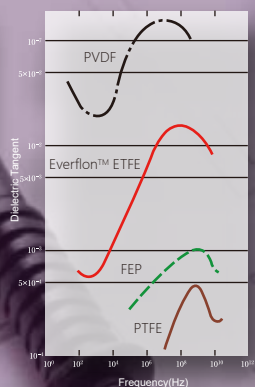
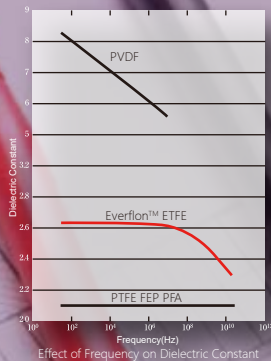
絕緣電阻通常以體積電阻率表示，它反映了聚合物作為絕緣體時阻礙電流通過自身的程度。

該值越大，聚合物的絕緣性能越好。就絕緣材料的另一個重要特性—絕緣擊穿電壓而言，Everflon™ ETFE 表現優異。絕緣擊穿電壓取決於樣品的厚度。

薄膜厚度對擊穿電壓的影響結果表明，在 100  $\mu$ m 以內，擊穿電壓與厚度的 0.65 次方成正比。

在聚合物的眾多電氣特性中，絕緣性和介電性最為重要。在高頻範圍內，電能會因介電效應轉化為熱能，造成電能損耗。Everflon™ ETFE 具有高電阻率和低損耗。

Everflon™ ETFE 在 10 MHz 以下的頻率範圍內介電常數為 2.5 - 2.6。在高頻範圍內，介電常數會下降至 10 GHz 時約為 2.3。低頻下的損耗因子低於 0.001，但會逐漸增加，在約 100 MHz 達到峰值約 0.023，之後在 10 GHz 時下降至 0.01 以下。



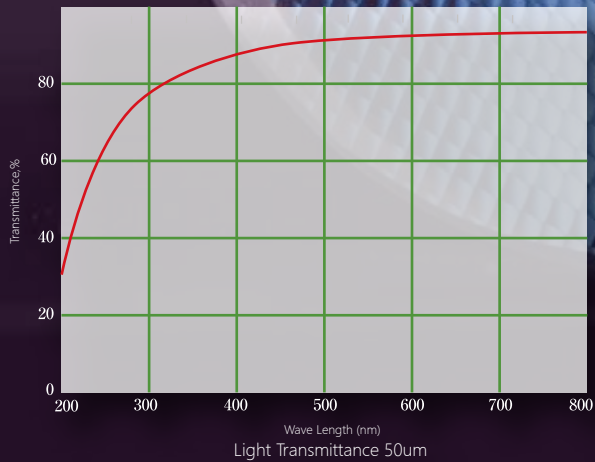
資料中心

# 光學性質

透射率與波長數據  
0.025 毫米薄膜

波長, nm	Cathay ETFE薄膜透光率, %
紫外線範圍	
200	91.5
250	92
300	92
350	93
400	94
可見範圍	
500	
94	
600	94
700	95
800	95

Infrared Scan of Everflon™ ETFE



# 典型應用



在化學和電氣特性方面，沒有其他塑膠樹脂能像Everflon™ ETFE一樣接近氟聚合物，同時還能提供高水準的機械強度和易於加工、經濟高效的特性。Everflon™ ETFE為設計工程師在眾多應用領域中更佳的產品效能提供了許多機會。

採用 Everflon™ ETFE 模製而成的電纜和液壓管線夾、電纜紮帶及其他緊固件，可在高溫腐蝕性環境中穩定運作。由於 Everflon™ ETFE 具有優異的抗輻射性能，因此也可用於核能領域。其吸濕性低，確保機械性質不受濕度影響。此外，它還具有高衝擊強度和抗紫外線性能。

Everflon™ ETFE 具有卓越的電氣性能、耐溶劑性、SE-O 阻燃等級以及優異的高溫老化性能，是高性能電氣元件的理想材料。線圈骨架、連接器、封裝件、插座和絕緣體等都是其典型應用。



Everflon™ ETFE 的堅韌絕緣材料廣泛應用於各種規格的導體，從用於電腦端接的 30 AWG 線規到用於高功率電路的 535 MCM 線規。Everflon™ ETFE 在鋼鐵廠電纜、飛機機身線、井下油井測井電纜、快速交通車輛和機車控制線以及其他高強度使用電線電纜中表現出色。它尤其受到關注，有望應用於核電廠和其他可能接觸輻射的場所。



熱縮管，包括普通型和波紋型，有多種厚度和直徑可供選擇。它可用於高溫環境，作為電氣絕緣材料，也可用於強化化學腐蝕環境。熱縮管可緊密貼合電氣端子、軟管接頭和其他零件，起到絕緣、防磨損和防腐蝕的作用。

高衝擊強度、耐化學腐蝕性、耐高溫滅菌性和易加工性是生物醫學和實驗室器皿應用所需的特性。氧氣呼吸器組件、血液分析儀閥門、蒸發皿和離心管都是這類材料的例子。



Everflon™ ETFE 具有耐化學性、尺寸穩定性和結構強度，是泵葉輪、葉片、齒輪和泵體的理想材料。

Everflon™ ETFE 薄膜可進行熱封、熱成型、焊接、熱層壓和塗層處理，用於製造壓敏膠帶、柔性印刷電路、液體袋以及其他需要強度、耐熱性和電氣完整性的結構。



Everflon™ ETFE 已取代其他聚合物和玻璃成為閥門襯裡材料。Everflon™ ETFE 在寬廣的溫度範圍內具有出色的耐酸、耐鹼和耐溶劑性能，同時兼具耐磨性和易加工性，使其成為一種耐用且經濟的閥門。

# 製造指南



Everflon™ ETFE 是一種熱塑性聚合物，可採用大多數適用於此類樹脂的加工技術進行加工，包括：

- 射出成型
- 壓縮成型
- 旋轉成型
- 擠出成型

Everflon™ ETFE 還可採用相關加工手冊中所述的技術進行成型、機械加工、著色和印刷。

# 製造指南

## 挤出

Everflon™ ETFE 可透過擠出成型製成小直徑（最大 10 毫米）棒材、管材、管道和電線塗層，也可使用 T 型模頭或透過吹塑成型製成薄膜。此外，還可採用吹塑成型及均勻型材模擠出成型。標準成型條件如下所示。

。

	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	

# 製造指南

## 粉末塗裝

Everflon™ ETFE塗佈可採用靜電粉末塗裝、浸塗等粉末塗裝方法。原料樹脂的選擇取決於所需的塗層厚度和應用。此聚合物不會吸濕，但粉末流動性會受水分含量影響。因此，用於輸送粉末的壓縮空氣應在施工前進行乾燥。此外，由於混入聚合物中的灰塵可能導致針孔或變色，因此包裝或料斗不應開放。

## 基材的材料和形狀

只要材料能夠承受 290–340 ° C 的溫度範圍，Techyours™ ETFE 不僅可以塗覆在金屬表面，還可以塗覆在玻璃和陶瓷表面。固化過程中邊緣厚度會略微收縮。因此，對於薄層襯裡，需要確保邊緣圓度達到 1R；對於厚度為 0.4–1mm 的襯裡，擠壓成型時邊緣圓度需達到 3R 或更大，壓入成型時邊緣圓度需達到 5R 或更大。

### 預處理

鋼材（厚襯裡）	脫脂：400°C 烘烤 2 小時或更長時間 粗化：用 60 目鋼網和砂進行噴砂處理 （噴射壓力 3~7kg/cm <sup>2</sup> ）
鋼、不銹鋼、鋁 （30–50 微米）	脫脂：用三氯乙烯清洗 粗化：用 100 目鋼網和砂進行噴砂處理 （噴射壓力 3~7kg/cm <sup>2</sup> ）
銅和銅合金	烘烤過程中會形成一層脆弱的氧化膜。因此，需要進行金屬鍍層或氧化銅膜處理（在 1 份過硫酸鉀、4 份氫氧化鈉和 95 份水的混合溶液中煮沸 5 分鐘）。
玻璃	矽烷偶聯劑處理：清洗；浸入 30% 硝酸溶液中（60°C，2 小時）；浸入 1% 矽烷偶聯劑乙醇溶液中（Union Carbide A-1120）（24 小時）；風乾；塗覆

### 塗層

使用靜電塗佈機，施加 60–90 kV 電壓，並在產生靜電斥力之前立即關閉電壓。對於天然牌號，可獲得 30–150 μm 的膜厚；對於 JP40 牌號，重複塗佈 5–7 層，可獲得 1mm 的膜厚。對於 GS40 牌號，採用浸塗法，在 5mm 厚的基材上，預熱溫度為 340–360 °C，可獲得 0.6mm 的膜厚。

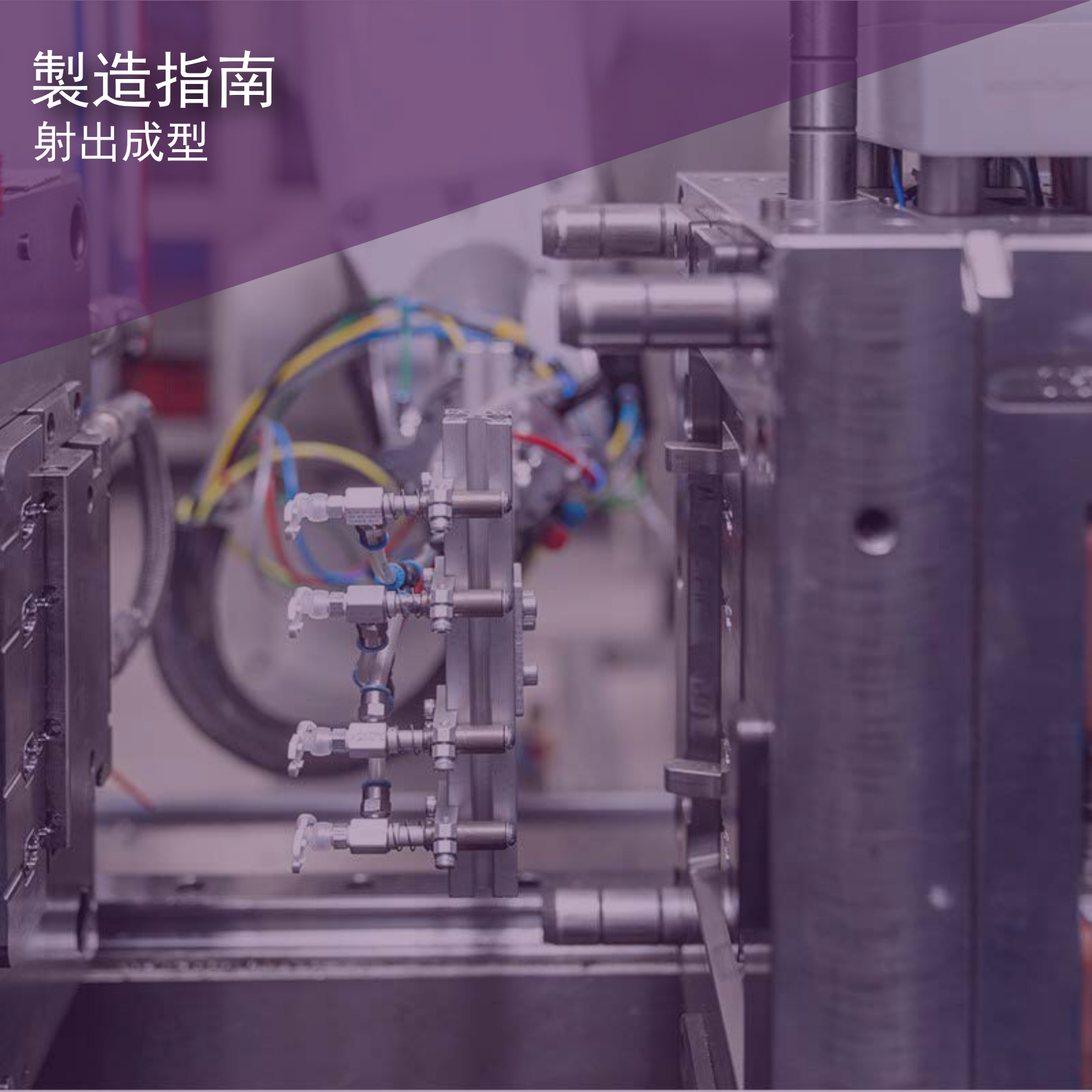
### 烘烤

烘烤溫度應在 290–340 °C 範圍內進行 10–16 分鐘，時間取決於基材厚度、材料以及所需的薄膜厚度。

所形成的薄膜的測試方法與 PTFE 薄膜的測試方法類似，此外，根據應用需求，還需進行其他測試，例如薄膜厚度測試、針孔測試、埃里克森測試、耐腐蝕性測試等。

# 製造指南

## 射出成型



## 注塑機和成型材料

任何柱塞式和螺桿式射出成型機均可用於射出成型，只要加熱器的熱容量不超過 340° C 即可。建議注塑機與聚合物接觸的零件（例如汽缸內表面、螺桿、魚雷管、噴嘴等）採用耐腐蝕材料，例如哈氏合金 C、X 合金 306、杜拉鎳等。如果並非專門用於 Everflon™ ETFE 注塑，則也可使用氮化或鍍硬鉻材料。

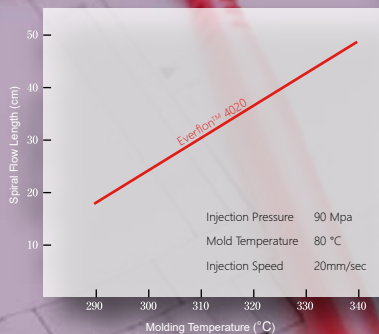
## 模具

所用模具雖然取決於注塑次數，但通常應採用普通材料並鍍硬鉻，且必須能夠承受高達 120° C 的溫度。澆口結構可根據所需產品選擇，例如側澆口、針狀澆口、薄膜澆口等。流道最好設計成圓形截面，長度盡可能短。

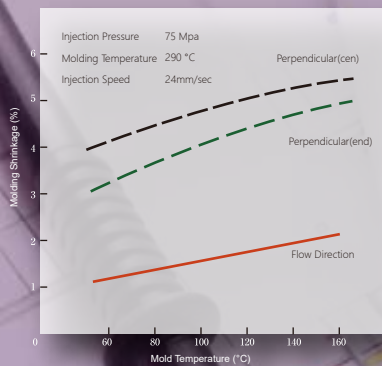
## 成型條件

下表列出了Everflon™ ETFE射出成型的典型條件。對於薄型射出成型（厚度小於0.5毫米），應提高注射速度；對於厚型射出成型（厚度大於5毫米），應延長冷卻時間。此外，為了獲得光滑的表面，應降低注射速度。

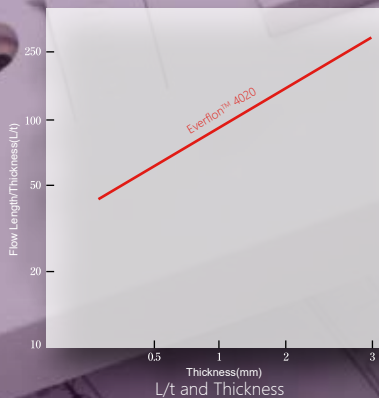
		ETFE 4010
成型溫度 (攝氏)	1	260-280
	2	270-290
	3	280-300
	4	290-320
模具溫度 (攝氏度)		60-120
注射壓力 (兆帕)		50-120
注射速度 (活塞速度) (毫米/秒)		1-15
成型循環 (秒)		30-120



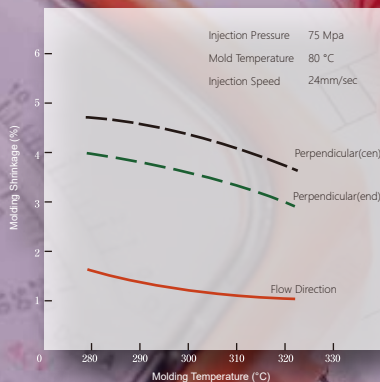
Molding Temperature and spiral Flow Length



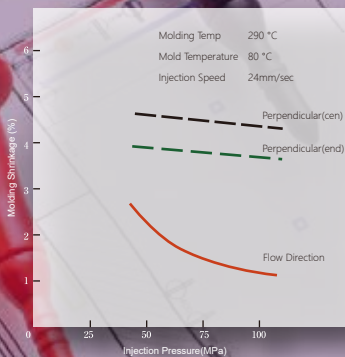
Mold Temperature and Molding Shrinkage



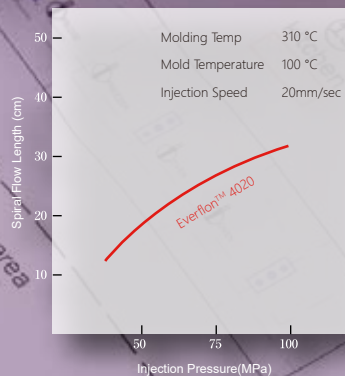
L/t and Thickness



Molding Temperature and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Molding Shrinkage

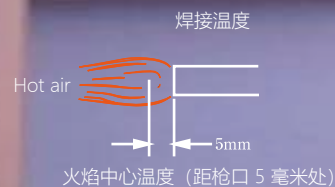
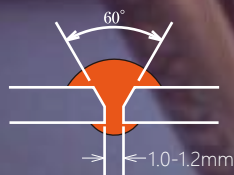
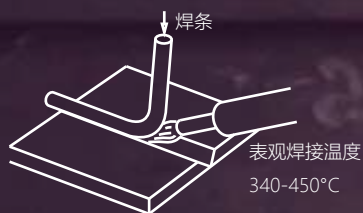


Injection Pressure and Spiral Flow Length

資料中心

# 製造指南

## 焊接

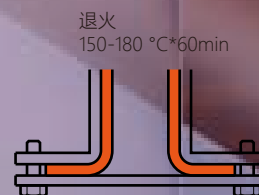
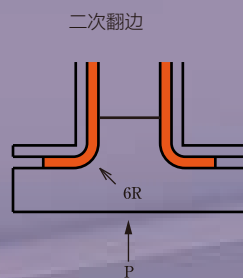
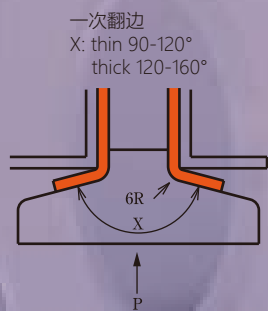


焊接需要一定的技巧，但透過仔細注意焊接區域，並將母材和焊條都變成蠟狀，可以獲得相當於母材強度 60% 的焊接強度，並達到 80 毫米/分鐘的焊接速度。

# 製造指南

## 翻邊處理

利用專用工具，可以對Everflon ETFE管材和注塑件進行90° 擴口加工。將工具材料加熱至130~150°C，擴口加工速度可達60mm/min。





## 恆氟隆 學術中心

Tel: +86-185-7168-9228

[info@everflon.com](mailto:info@everflon.com)

[www.everflon.com](http://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](http://www.everflon.com) 或 [www.everflon-formosa.com](http://www.everflon-formosa.com)