



大金氟树脂

FEP

- ☐ POLYFLON PTFE 悬浮树脂
- ☐ POLYFLON PTFE 分散树脂
- ☐ POLYFLON PTFE 分散液
- ☐ NEOFLON ETFE
- ☐ NEOFLON PFA
- ☒ NEOFLON FEP
- ☐ 薄膜
- ☐ NEOFLON PCTFE

大金氟化工(中国)有限公司

1. 概述

NEOFLON FEP是四氟乙烯和六氟丙烯的共聚物，是一种高性能的材料。其熔融粘度比PTFE低，因此可以像其它热塑性树脂一样进行挤出、射出、模压、传递成型。由于FEP为全氟化合物，碳氟键的结合力非常高，因此在极低至极高的温度范围内，FEP都具有良好的热学、化学和电气稳定性。可以广泛的用于电气，化学和医学领域。

2. 种类与特点

表 1 NEOFLON FEP 等级

牌号	NP-3180	NP-2160	NP-102	NP-101	NP-1105	NP-20	NP-120	NP-30	NP-40
表观密度 (g/ml)	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2	约1.2
粘度*(P) (360℃)	—	(1.6~2.0)X10 ⁴	(1.4~1.8)X10 ⁴	(1.6~2.0)X10 ⁴	(1.6~2.0)X10 ⁴	(5.0~10.0)X10 ⁴	(5.0~10.0)X10 ⁴	(12~22)X10 ⁴	(25~60)X10 ⁴
熔融流动率 (372℃) (5000g装填g/10min)	39	24	28	23	23	6	6	2.8	1.3
制造方法	挤出成型	挤出成型	挤出成型	挤出成型	挤出成型	挤出成型 注塑成型 吹塑成型	挤出成型 注塑成型 吹塑成型	挤出成型 吹塑成型 压缩成型	挤出成型 传递成型 压缩成型
用途	适用于高速 电线包覆及 高频同轴电 线(*1)	适用于高速 电线包覆	适用于高速 电线包覆	适用于高速 电线包覆	适用于高速 电线包覆及 高频同轴电 线(*1)	适用于电线 包覆、细管、 管子	适用于电线 包覆、细管、 管子。 耐开裂性优良。	适用于包覆 层较厚的电 线及外护套	适用于做内 衬材料

注意：* 以测流器在380℃，0.7MPa负载下测量（喷嘴尺寸，直径2mm。长度8mm）
NP-3180、101、102、120、20、30、40采用UL规格（UL E52460）

*1 电气性能（参考值）

牌号		2.45GHZ	6HZ	10GHZ	
NP-1105	介电常数	2.1	2.1	—	ASTM D 150
	介电损耗	4X10 ⁻⁴	4X10 ⁻⁴	—	标准
NP-3180	介电常数	2.1	2.1	2.03	ASTM D 150
	介电损耗	4X10 ⁻⁴	4X10 ⁻⁴	<4X10 ⁻⁴	标准

3. 特性

3-1. 难燃性

与PTFE相同，NEOFLON FEP也具有不燃性，且发烟比NEOFLON ETFE和PVDF低。其极限氧指数（持续燃烧所需要的氧气浓度）大于95。

3-2. 电气性能

NEOFLON FEP在很宽范围的温度和频率下表现出极佳的电气性能。即使表面因电弧收到损伤，也不会影响其绝缘性。

3-3. 物理特性

NEOFLON FEP的机械性能基本与PTFE相当，由于NEOFLON FEP是热塑性塑料，因此机械性能会随温度不同而改变，但在200℃至-200℃的范围内均表现出良好的性能。

表 2 NEOFロン FEP 物理特性

特性	测试方法	NEOFロン FEP	PTFE
比重	ASTM D 792	2.14~2.17	2.13~2.22
折射率	ASTM D 542	1.338	1.35
吸水性 (%)	ASTM D 570	<0.01	<0.01
接触角 (对于水、度)		114	110
380°C时的粘度		(1.5~60)X10 ⁴	10 ¹¹ ~10 ¹²
比热 (J/kg·°C)		1.2X10 ³	1.0X10 ³
熔融点 (°C)	DSC	255~275	327
导热性 (W/m·°C)	ASTM C 177	0.2	0.23
热延伸率 (1/°C)	ASTM D 696	(8~15)X10 ⁻⁵	(11~14)X10 ⁻⁵
拉伸强度 (MPa)	JIS K 6891	19.6~24.3	24.5~49.0
伸长率 (%)	JIS K 6891	300~400	300~500
拉伸模量 (MPa)	ASTM D 638	(4.4~5.4)X10 ²	(4.9~5.9)X10 ²
弯曲强度 (MPa)	ASTM D 790	无断裂	无断裂
挠曲模量 (MPa)	ASTM D 790	(5.5~6.5)X10 ²	(5.5~6.0)X10 ²
抗压强度 (MPa)	ASTM D 695		
1%变形		3.9~4.9	4.9~5.9
25%变形		27.5~30.4	29.4
压缩弹性率 (MPa)	ASTM D 695	(4.4~5.4)X10 ²	(4.9~5.9)X10 ²
硬度 (Shore)	硬度计	D55~D65	D50~D60
定负载变形 (%)	ASTM D 621		
蠕变	25°C, 13.7MPa	2.5~3.5	9.0~10.0
	100°C, 6.9MPa	4.5~5.5	4.5~5.5
完全变形	25°C, 13.7MPa	8.0~9.0	14.5~15.5
	100°C, 6.9MPa	12.0~14.0	14.0~15.0

3-4. 气体渗透性

NEOFロン FEP薄膜对氧和氮的透过性良好, 具体数据请见表3。

表 3 NEOFロン FEP 薄膜的气体渗透系数

	测试方法	NEOFロン FEP	
		NEOFロン FEP	PTFE
氮	1.2X10 ⁻⁸	1.1X10 ⁻⁸	0.74X10 ⁻⁸
氧	3.7X10 ⁻⁸	3.2X10 ⁻⁸	2.2X10 ⁻⁸
二氧化碳	9.7X10 ⁻⁸	8.9X10 ⁻⁸	9.6X10 ⁻⁸
甲烷	0.66X10 ⁻⁸	—	2.2X10 ⁻⁸
乙烷	0.33X10 ⁻⁸	—	5.2X10 ⁻⁸
丙烷	0.11X10 ⁻⁸	—	7.2X10 ⁻⁸
乙烯	0.48X10 ⁻⁸	—	—

3-5. 不粘性

由于碳氟键的表面能很低，因此NEOFLON FEP与PTFE一样，有着优异的不粘性和易脱模性。在各类塑料中，碳氟键有着最小的临界表面张力。表4为NEOFLON FEP和其他塑料的水接触角和临界表面张力。

表4 各类型塑料的表面特性

水的表面张力=72.7mN/m(在20℃时)

	和水接触角度 (度)	临界表面张力 (mN/m)
PEP	114	17.8
PFA	115	17.8
PTFE	110	18.5
PCTFE	84	31
PVDF	82	25
PVF	81	28
ETFE	96	22.1
石蜡	103	25~31
硅氧烷	100	25~31
聚乙烯	88	31
聚氯乙烯	-	39
聚二氯乙烯	-	40
尼龙	77	46

(注) 临界表面张力：一液体的表面张力，其和固体表面接触角度为0°

4. 成型加工

由于NEOFLON FEP具有较低的熔融粘度和优异的热稳定性，因此像一般热塑性树脂一样，可以通过挤出、射出、吹塑、传递等方法进行成型加工。NP-101适合于电线的高速成型，NP-20适用于电线绝缘层，NP-30适用于耐开裂要求较高的电线绝缘护套，NP-40适用于耐开裂的防腐内衬。

表5 NEOFLON FEP 品种不同的材料选择基础

用 途	等级			
	NP-101/102/2160	NP-20/120	NP-30	NP-40
挤压成形				
电线包覆				
薄壁包覆 (0.1~0.17mm)	良			
薄壁包覆 (0.17~0.3mm)		良		
薄壁包覆 (0.3~0.5mm)			良	(良)
外包套			良	
导管和软管				
绝缘套管微细管	良	良		
普通细管		良	良	
热收缩细管				良
套管				良
薄膜和薄板				
≤250 μm厚度	良	良		
250~2400 μm厚度				良
棒				良
单纤维	良	良		
传递成形				
管子内衬				良
阀内衬				良
注射成形	良	良		
压缩成形		良	良	良

成型温度应依据成型方法而定。通常，NEOFLON FEP成型在330~400℃内成型。成型的挤出机、注射成型机的材质有严格的耐热性及耐腐蚀性的要求。在加工时，一定要小心勿让温度过高，此外一定要有足够的机械通风装置，避免吸入产生的气体，所有和NEOFLON FEP树脂接触的成型机器表面必须使用耐腐蚀材料。

4-1. 挤出成型

用挤出成型法能成型管子、细管、薄膜、电线包覆。挤出机通常选择 $\Phi 25\sim 50\text{mm}$, $L/D: 20\sim 24$, 压缩比 $2.5\sim 3.0$ 的急压缩型螺杆。表6所示为NEOFLON FEP用于电线时的成型条件。表7是NEOFLON FEP用于制造管子的成型条件。

表6 用物制造金属线和电缆线包覆的 NEOFLON FEP 加工条件

	NP-20	NP-30
导体镀膜	TA	TA
构成 (根数/径 $\text{mm}\phi$)	1/0.7	1/1.0
包覆内径 $\text{mm}\phi$ X 外径 $\text{mm}\phi$	0.7X1.4	1.0X2.4
颜色	天然色	白色
挤出机		
筒体直径 (mm)	30	40
螺杆 L/D	22	20
压缩比	2.74	3.0
模具口径 (mm)	7X13	11X24
温度条件		
筒体 (后)	360	220
(中心)	390	340
(前)	400	380
配器	400	380
模器头	410	380
模具	410	390
螺杆转速 (rpm)	30	12
拉伸比 (DDR)	82	95.5
成形速度 (m/min)	40	14

表7 NEOFLON FEP 用于制造管子的加工条件

	NP-20	NP-30	NP-40
管子尺寸 (内径X外径)	8X10mm	16X19mm	16X19mm
挤压机			
筒体直径 (mm)	25	25	25
螺杆 L/D	19	19	19
压缩比	2.85	2.85	2.85
模具口径 (外径X内径)	4.5X8.5	13X17	13X17
温度 ($^{\circ}\text{C}$)			
筒体 (后)	320	320	330
(前)	350	370	380
模器头	360	380	400
模具	370	390	410
螺杆转速 (rpm)	12	12	12
制管速度 (m/min)	0.25	0.14	0.08

※压缩空气喷嘴

4-2. 注射成型

和一般的热塑性塑料相较NEOFLON FEP NP-20的熔融粘度稍高，并且所需的加工温度更高，因此需使用注口和流道口较短的螺杆注射机，模具温度需达到200~230℃，以下是注射成型条件的一个例子。这一条件下成品的收缩率约为4%~6%。

表8 成型条件

	条件
圆筒温度	
(进料斗下)	300℃
(中心部)	360~380℃
(前部)	380~400℃
(喷嘴)	380~400℃
模具温度	200℃
旋螺挤压速度	180rpm
射出压力	29.4~68.6MPa
后压力	0.6MPa
保持压力	2.9MPa
保持时间	20s
射出速率	9.5(刻度)
冷却时间	60s
周期	120s/周期

a) 模制品形状

110 (L) X30 (W) X2 (T) mm

60 (L) X40 (W) X3 (T) mm

每1PC

b) 浇口形状

扇形25 (L) X8 (W) X2T (mm)

c) 注射成型机:

N-65, 1.5oz 日本钢铁股份有限公司产品

挤出缸: A型, 内径30mm, X-合金306

螺杆: 直径30mm, 镀铬

d) 成型条件

表16所示即为成型条件

4-3. 模压成型

用于模压成型的NEOFLON FEP，不同厚度建议使用原料如下：NP-20级，10mm以下；NP-30、40级，10mm以上。

5. 应用例

由于NEOFLON FEP为可以熔融加工的热塑性塑料，其性能又与PTFE相近，因此可以广泛的用于电气、化学和机械领域。表9所示即为NEOFLON FEP的代表性用途。

表9 NEOFLON FEP 代表性用途

制品	主要用途	利用特性
电线、电缆	工业用电缆线 电力设备用金属线 平缆线	电特性 不燃性 耐高温性 耐底温性
	航空用金属线	
电子零件	简管	电特性
电零件	端子	不燃性
	插座，连接器	耐高温性
软管	软管材料	耐高温性
	挨热器	耐低温性
化学装备用金属线	汽车用线缆	耐蚀性
	阀门	不粘着特性
	用于泵，衬套，垫片零件	
	科学仪器	
	仪器用半导体	
	医学仪器	
薄膜	PTFE 粘着剂	耐候性
薄片	电介体	耐高温性
	表面保护材料	耐低温性
	离模剂	不粘着性
	薄片垫片	热封性
	医学仪器	抗蚀性
	医学仪器	电特性
收缩管	滚筒盖	耐高温性
	电绝缘材	不粘着性
		抗蚀性
		电特性
单纤维		为燃性
	筛子	耐高温性
	滤器	抗蚀性
	除雾器	耐候性
		不燃性