



**SOLVAY**

asking more from chemistry®



高性能聚合物在  
石油和天然气领域的应用

**SPECIALTY  
POLYMERS**



# 为要求苛刻的行业 提供长期优异性能

## 应用总览

### Solef® PVDF 聚偏氟乙烯

Solef® PVDF在柔性立管和静态管中的应用

Solef® PVDF在脐带缆中的应用

Solef® PVDF用于管道内衬

Solef® PVDF涂层: 管道的内外保护

### Halar® ECTFE 乙烯-三氟氯乙烯

### Hyflon® PFA 全氟烷基氟碳树脂

Hyflon® PFA用于井下电缆和控制线缆

Hyflon® PFA用于腐蚀防护

### Algoflon® 和Polymist® PTFE 聚四氟乙烯

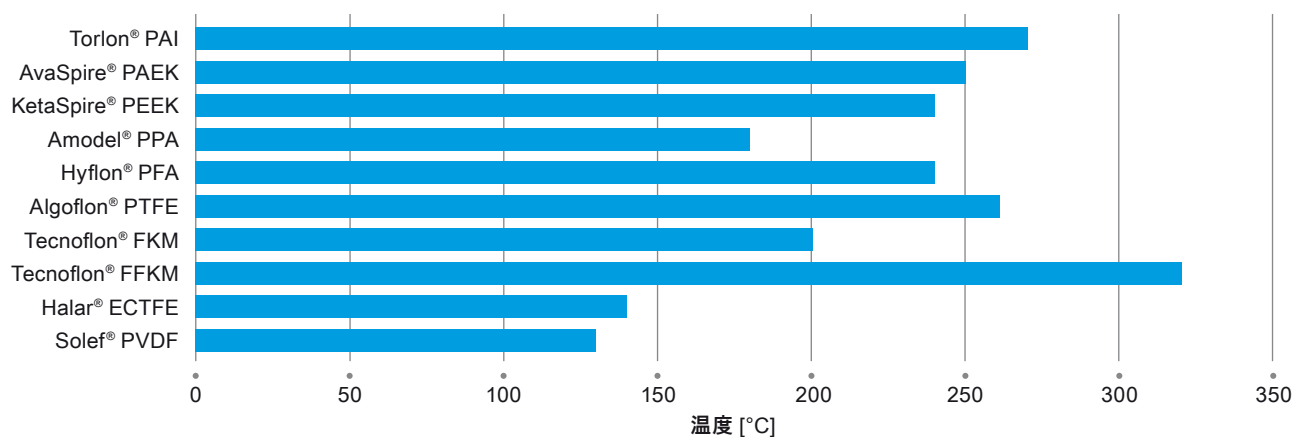
4	<b>Fomblin® PFPE</b> 全氟聚醚	10
	什么让Fomblin® 润滑剂更佳?	10
5	<b>Tecnoflon® FKM/FFKM</b> 含氟/全氟橡胶	12
5	Tecnoflon® FKM过氧化物硫化耐碱性	12
6	低温性能表现: MOVE技术	13
6	Tecnoflon® PFR FFKM: 最佳性能	13
7	<b>超高性能聚合物</b> KetaSpire® PEEK聚醚醚酮 AvaSpire® PAEK聚芳醚酮	14
8	<b>Amodel® PPA</b> 聚酰胺树脂	15
8		
9	<b>Torlon® PAI</b> 聚酰胺-酰亚胺	15

## 全球能源需求不断增加, 石油和天然气行业则转向更极端区域和更恶劣的环境中。索尔维特种聚合物可提供最全面的高性能聚合物产品组合以应对这些苛刻的要求。

石油和天然气行业的应用对聚合物材料提出非常具有挑战性的要求, 如耐高温性, 耐化学性, 耐渗透性, 刚性以及柔性, 甚至低温性能, 良好的电绝缘性能以及长期稳定性。索尔维特种聚合物为油气行业提供了多样化的聚合物材料, 可满足行业的严格要求。

特种聚合物通常具有优良的热老化性能, 机械性能随时间变化很小。然而环境因素, 例如载荷、化学接触等可能会对材料的长期性能产生影响, 因此对各个应用需要进行使用环境测试以确认材料的适用性。

耐热指数只能作为行业最高操作温度的一个指导。



# 应用总览

应用	PVDF	ECTFE	PFA	PTFE	FKM FFKM	PFPE	PPA	PEEK	PAEK	PAI
柔性立管										
耐压护套	●									
耐磨带	●							●	●	
脐带缆	●							●	●	
管道内衬	●	●	●	●				●	●	
RTPs	●									
涂层	●	●	●					●	●	
控制线缆封装	●	●	●							
动力线缆	●	●	●	●				●	●	
管	●		●	●				●	●	
密封和衬垫				●	●			●	●	
压缩机元件				●				●	●	●
润滑剂						●				
阀门板								●	●	●
电气接头								●	●	●
扶正器							●			
薄膜	●	●	●					●	●	



# Solef® PVDF

## 聚偏氟乙烯

Solef® PVDF大概是油气行业中最广为人知的氟塑料了, 自从20世纪90年代以来Solef® PVDF就被广泛的应用于海洋柔性立管和其他静态管。

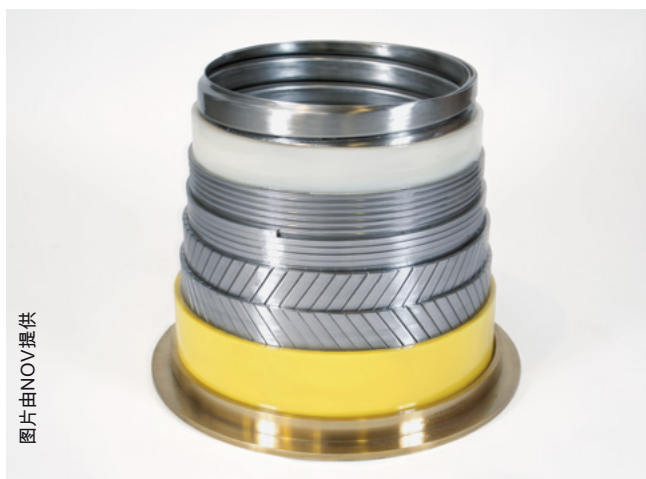
### 典型性能:

- 连续使用温度可达130~150 °C
- 优异的耐化学性
- 良好的机械性能
- 对大多数气体和液体都具备极低的渗透性
- 耐磨损
- 优异的耐快速气体降压性能

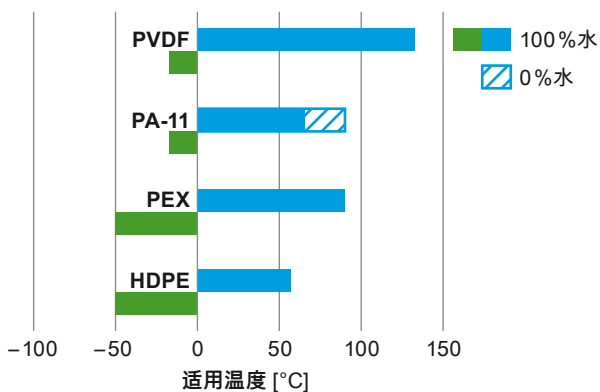
### Solef® PVDF在柔性立管和静态管中的应用

Solef® PVDF十分适合海洋深水油气行业的要求。为了经受海下的高压, 高温以及油气介质的侵蚀, 海洋软管的结构设计十分复杂, 由于在上述情况下的长期稳定性, Solef® PVDF越来越多的被用作隔离层。

Solef® PVDF满足API 17J标准的要求, 在130 °C下的使用温度可以连续使用20年, 并在这一行业拥有良好的纪录。



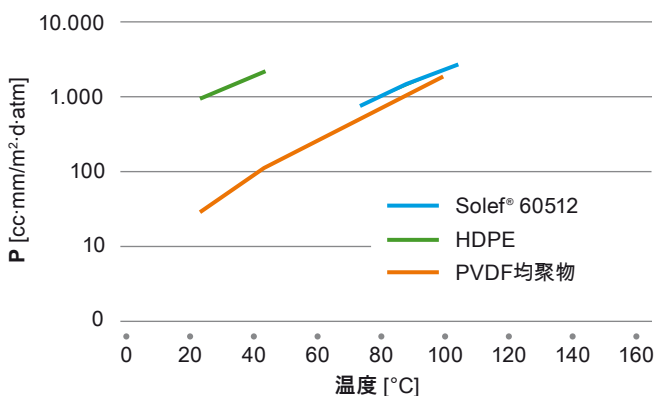
### 温度范围



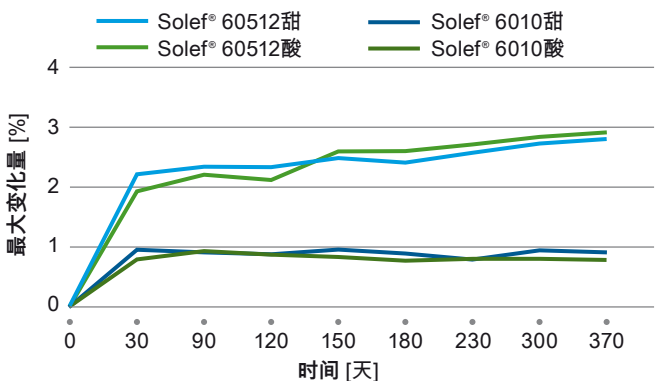
随着超临界CO<sub>2</sub>作为EOR溶剂越来越广泛的使用, 超临界CO<sub>2</sub>在油田介质中的存在成为越来越常见的问题。Solef® PVDF经受了在130 °C和150巴条件下的超临界CO<sub>2</sub>浸泡试验, 并验证了其化学稳定性。测试结果显示了很低的增重以及很小的机械性能变化。氟塑料不仅能够高温以及超临界CO<sub>2</sub>条件下提供优良的化学兼容性, 并且能搞保护周围的金属结构。

世界上许多尤其产区都非常酸性。潮湿条件下的H<sub>2</sub>S对需要金属部件构成严重的威胁, 导致硫化物应力腐蚀裂纹 (SSCC), 氢脆 (HE), 氢致断裂 (HIC), 或者应力导致的HIC。柔性管道中H<sub>2</sub>S的渗透越低越好。Solef® PVDF进行过一系列的实验, 在更高温下经受高浓度H<sub>2</sub>S, 测试结果确定PVDF在酸性条件下仅仅略受影响。

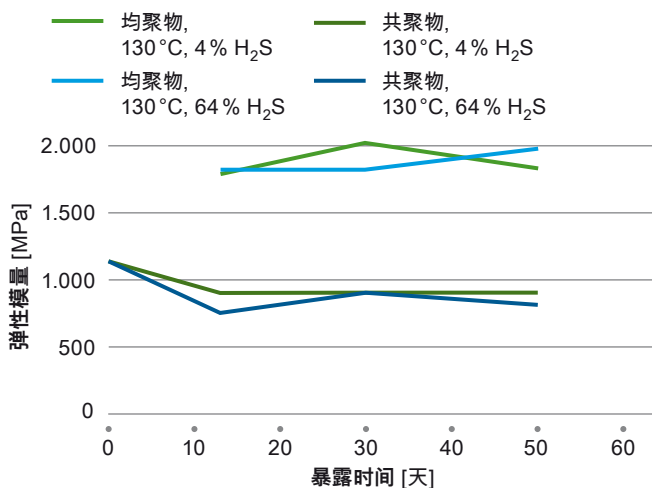
### H<sub>2</sub>S渗透性



### 酸性环境中的膨胀率



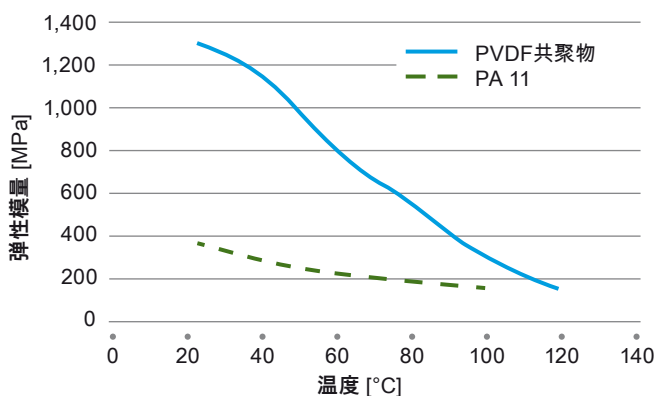
## 酸性条件下的弹性模量



## Solef® PVDF在脐带缆中的应用

脐带缆软管需要耐受甲醇和乙醇，并且对于注射流体要有很小的渗透性。Solef® PVDF被选用在高压脐带缆制造商 SPIR STAR®，应用达到150°C 1,125巴。

## 不同温度下的弹性模量



## Solef® PVDF用于管道内衬

集输管线中的输送液体往往含有CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S以及液态水；这些化学物质结合不同的流体参数能够对管道产生很高的腐蚀率。通过注射化学添加剂，能够控制或减轻腐蚀，但化学组成或任何流体参数的微小变化都可能显著升高腐蚀率。聚合物内衬的碳钢管道能够经济有效的替代耐腐蚀金属 (CRA)，并能减少化学注射以及维护费用。Solef® PVDF是碳氢化合物输送管道获得腐蚀防护以及长期可靠性的不二选择。

## Solef® PVDF涂层: 管道的内外保护

索尔维特种聚合物已经开发了一种新型的Solef® PVDF材料，能够直接粘结与金属表面，并可以形成多层涂层体系。

这种新型的Solef® PVDF为粉末喷涂体系，与其他Solef® PVDF材料具有良好的粘接性以及化学兼容性，适用于挤出，能够为钢管提供热绝缘和机械强度。这种两层体系和一位管道提供外层防护。

基于PVDF树脂的静电粉末喷涂 (EPC)，使用一层底漆外加几层面漆，可以用作管道的内部涂层。

## Solef® PVDF涂层的性能:

- 热稳定性从-30°C到150°C
- 导热系数不超过0.2 W/mK
- 吸水性<0.02 %
- 在广泛的温度范围内极小的渗水率
- 优良的机械以及冲击强度
- 耐候性
- 优良的电绝缘性
- 密度: 1.78 g/cm<sup>3</sup>

# Halar® ECTFE

## 乙烯-三氟氯乙烯

Halar® ECTFE拥有独特的性能组合, 即便是在恶劣的情况下也可进行防腐保护。

可被广泛的应用于厚薄不同的片材, 过滤器, 管道以及薄膜, 也可用于线缆护套以及井下应用的封装。

不同的级别适用于不同的加工技术, 从熔融挤出到直接静电粉末喷涂。喷涂部件展现了优越的表面光洁度, 以及Halar® ECTFE的其他性能。



图片由Fisher Company提供

### Halar® ECTFE的典型性能:

- 连续使用温度高达150°C
- 对不同气体和化学品的杰出耐受性
- 优良的耐磨损性能
- 不可燃
- 优异的表面光洁度

### 主要喷涂性能:

- 高喷涂硬度
- 对基材的黏附性
- 极好的隔绝性能
- 低渗透性
- 低可湿性



# Hyflon® PFA

## 全氟烷基氟碳树脂

Hyflon® PFA树脂是一种独特的半结晶可熔融加工全氟聚合物，具有优良的机械性能以及耐高/低温性，化学惰性，阻燃性，低表面能以及优异的介电性能。

Hyflon® PFA树脂已用于油气行业井下应用的腐蚀保护中。

### 典型性能:

- 从-200°C至260°C范围内的机械性能和尺寸稳定性
- 优异的长期抗老化性能
- -100°C下优异的柔性和延展性
- 广泛的耐化学性
- 优异的热应力开裂耐受性
- 耐渗透性
- 优异的电性能以及耐火性
- 无添加剂, 不含增塑剂
- 紫外光耐受性
- 快速气体减压耐受性

### Hyflon® PFA用于井下电缆和控制线缆

机械-电缆输送动力以及数据以监视井下操作, 需要面对严酷的条件。Hyflon® PFA能够提供耐水解性, 耐化学性以及高温耐受性。

控制线缆包含塑料封装的钢管, 以提供耐腐蚀, 耐磨损, 耐碾压性能。Hyflon® PFA广泛应用于这一领域。



### Hyflon® PFA用于腐蚀防护

输送油气物质的钢管越来越多的面对高温, 高浓度的腐蚀性气液, 高含水量, 必须能够安全可靠的运行。

不锈钢管和耐腐蚀合金 (CRA) 技术成熟, 但是成本高; 化学抑制剂在高温下不能保证可靠的防护。Hyflon® PFA管可以作为内衬, 为管道提供高温腐蚀防护, 优异的侵蚀和磨损防护, 以及H<sub>2</sub>S和超临界CO<sub>2</sub>耐受性能。它的低摩擦系数和表面张力也可防止管内形成蜡并且提高流量。

### 典型应用:

- 机械-电缆
- 加热电缆
- 钢管封装
- 管道
- 罐体内衬
- 阀门衬里

### Hyflon® PFA M620

样品 IV型 (厚度: 1.5 mm) acc. ASTM D638

温度 [°C]	E [MPa]	断裂强度 [MPa]	断裂伸长 [%] (Transverse)
23	465	35.6	281
0	609	39.6	258
-20	690	41.6	232
-50	960	44.4	182
-100	2,980	55.6	22.8



# Algoflon® 和 Polymist® PTFE 聚四氟乙烯

Algoflon® PTFE产品能够在腐蚀性的环境中提供出色的化学惰性，耐热性，杰出的电性能，不粘性，适用温度从低温到260°C。

## 典型应用:

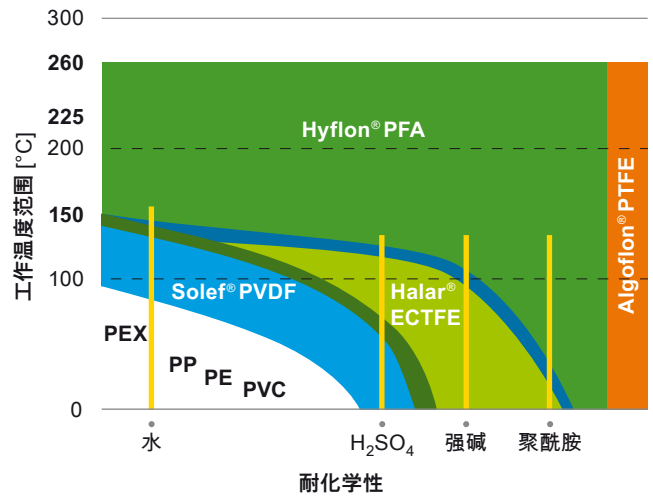
- 密封
- 衬垫
- 包装
- 阀门
- 可伸长连接
- 管道和接头

## Algoflon® PTFE机械性能

温度 [°C]	屈服强度 [MPa]	断裂强度 [MPa]	断裂伸长 [MPa]
23	15	35	370
30	11	30	420
75	8	26	550
100	7	22	530
150	5	16	440
200	4	12	420
250	3	10	420
300	2	8	440

性能	单位	Algoflon® PTFE
介电常数		2.1
体积电阻	Ohm·cm	10 <sup>18</sup>
介电损耗因素		< 3·10 <sup>-4</sup>
介电强度	1 mm, KV/mm	25-30
阻燃性		V-0
极限氧指数 (LOI)	%	> 95

## 耐化学性 vs. 温度



Algoflon® L和Polymist® 微粉作为添加剂用于油气行业的涂层和润滑油脂。

这些材料是低分子量PTFE粉末，小尺寸颗粒，在许多应用中作为添加剂以提高加工性或使用性能。

Polymist® 粉末通过悬浮法聚合，尺寸设计符合最终应用需求。Algoflon® L粉末通过分散法聚合，是需要为小颗粒的集合体，因此它们有很高的表面积。所有这些微粉都可以在-260°C至260°C间使用，并能很容易的分散到干/湿介质中去。



# Fomblin® PFPE

## 全氟聚醚

Fomblin® PFPE 润滑剂, 油脂设计用于极端条件下的应用。Fomblin® PFPE 有极其出色的粘度系数, 可以在极高或极低温下工作, 化学惰性并不会分散于碳氢化合物中。它们是浓厚的油体有 UL 认证, 不可燃并且无毒。

### 什么让 Fomblin® 润滑剂更佳?

- 无可比拟的化学和溶剂耐受性
- 优异的耐热性
- 优异的耐电性
- 不同金属, 塑料, 橡胶反应
- 对液体和气态氧惰性
- 耐辐射性
- 良好的粘度系数
- 不可燃
- 广泛的适用温度
- 极低的挥发损耗
- 优异的水冲刷性能
- 优异的高/低温磨损性能
- 容易加入油脂中
- 环境安全
- 零臭氧损耗危险 (ODP)
- 无挥发性有机物质 (non-VOC)
- 无毒性



某些Fomblin® PFPE等级润滑剂还能提供额外的性能, 例如:

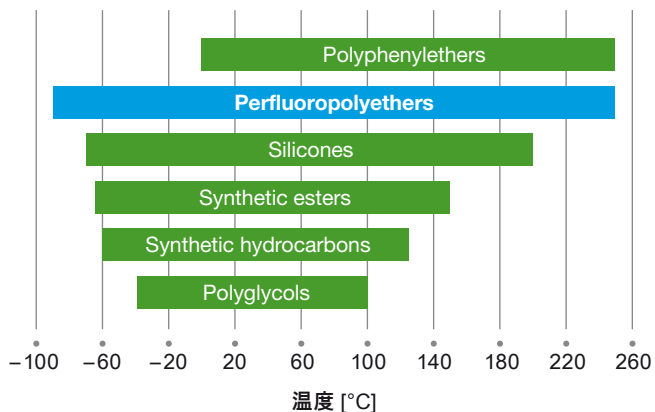
- 极高的粘度系数 (<300)
- 优异的低温起始扭矩
- 改良的挥发特性

添加剂的Fomblin® PFPE流体扩大了氟流体和油脂的适用领域。这些应用包括轴承, 齿轮, 涡轮和液体压缩机这些可能会和冷凝水蒸气接触的应用中。

这些添加剂也可使Fomblin® PFPE用作液压液体, 填充液体, 以及需要防锈的场合的溶剂Fomblin® PFPE润滑剂通常添加到油脂中, 被用于需要高效润滑的应用中。

Fomblin® PFPE润滑剂经常被配制成润滑脂, 用于需要高性能润滑的特定应用中。

### 适用温度范围



# Tecnoflon® FKM/FFKM 含氟/全氟橡胶

Tecnoflon® FKM和FFKM是氟碳合成橡胶，有高含氟量以提供橡胶中最好的耐热性和耐化学性。

Tecnoflon® 系列氟橡胶是一系列可耐受油气行业严苛的井下，海下以及海面工作环境的材料。Tecnoflon® 材料能耐受气体快速减压，耐受H<sub>2</sub>S以及低温环境。

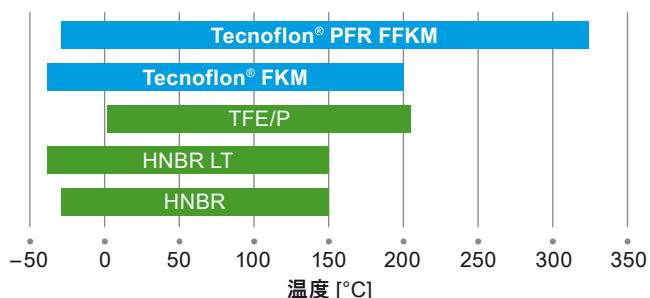
在油气行业的典型应用包括泵和发动机的定子，分割元件和各种密封应用。

Tecnoflon® FKM/FFKM在高温下 (> 150°C) 有低压缩变形，使它能作为比HNBR更好的密封材料。这能延长部件的寿命，减少维护和停工时间，因此减少总成本。

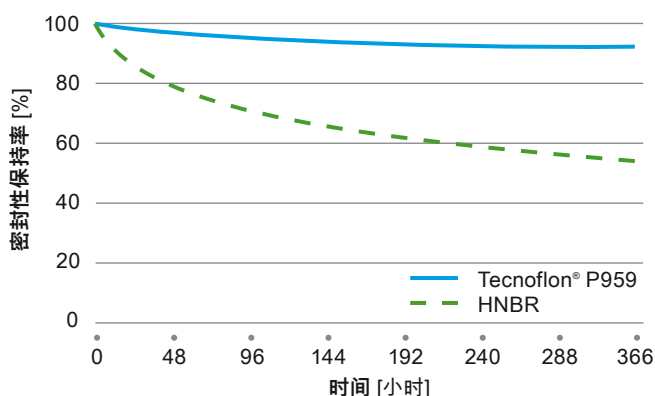
## Tecnoflon® FKM过氧化物硫化 and 耐碱性

全系列产品能满足不同要求。

橡胶在油气应用中的温度范围



150°C下压缩应力松弛



## 耐化学性对比

	HNBR	FKM	Tecnoflon® PL 855	Tecnoflon® P 757	Tecnoflon® P 959	TFE/P	Tecnoflon® BR 9151	Tecnoflon® PFR 94
		BC, FKM Copolymer	FKM PC, Low temperature	FKM PC, GP	FKM PC, chemical resistant		FKM PC, base resistant	FFKM, GP
H <sub>2</sub> S	不佳	不佳	优异	优异	优异	优异	优异	优异
蒸汽	不佳	不佳	一般	一般	优异	优异	优异	优异
芳香烃类	不佳	优异	优异	优异	优异	不佳	优异	优异
胺类	优异	不佳	不佳	不佳	不佳	优异	一般	优异
油类	优异	优异	优异	优异	优异	优异	优异	优异
甲醇	一般	不佳	不佳	一般	优异	优异	优异	优异
密封剂	不佳	优异	优异	优异	优异	一般	一般	优异
TR <sub>10</sub> [°C]	-37/-30	-17	-30	-15	-7	3	-7	-2

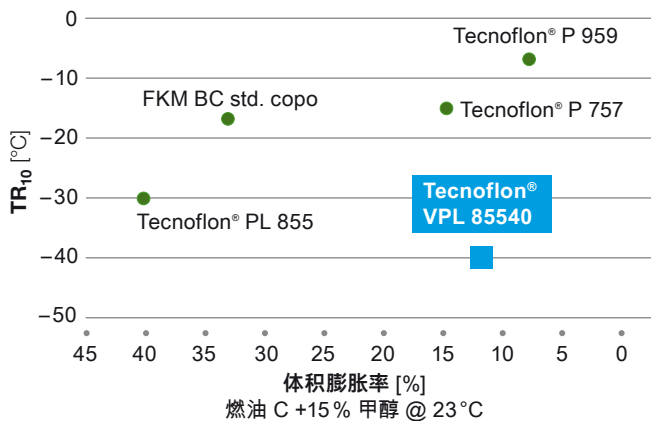
BC: 双酚固化, PC: 过氧化物固化, GP: 通用

## 低温性能表现: MOVE技术

Tecnoflon® 低温FKM设计使用索尔维专利技术MOVE, 完全氟化单体。这些橡胶为了苛刻的应用而开发, 可以耐受侵蚀性的化学品以及-40°C的低温。

Tecnoflon® VPL85540是低温耐受技术的代表。

### 低温和化学耐受行为

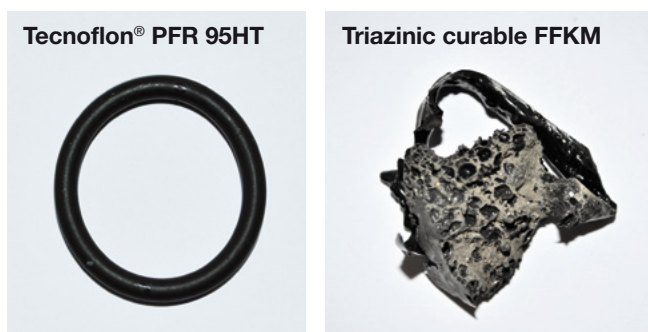


### Tecnoflon® PFR FFKM: 最佳性能

Tecnoflon® PFR全氟橡胶能够耐受几乎所有化学品, 某些级别可以耐受300°C的高温。

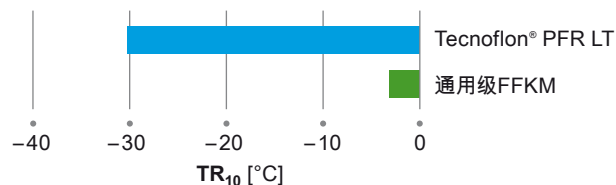
- Tecnoflon® PFR 95HT使用索尔维专有技术的交联剂, 在高温游说的环境下能够比三嗪基硫化FFKM更优异。
- Tecnoflon® PFR LT使用索尔维专有的MOVE技术, 将全氟橡胶的优异耐化学性与无与伦比的低温柔软性结合, TR<sub>10</sub> = -30°C。
- Tecnoflon® PFR 06HC展现了氟橡胶最高水平的耐化学性。特别为油气行业开发, 以在高温下承受胺以及快速气体降压。

### 耐热性能

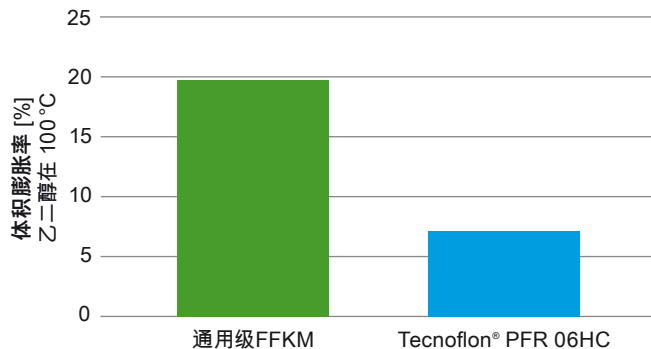


蒸汽影响: 一周放置于300°C下

### 最低使用温度



### 耐化学性



### 快速气体减压

快速气体减压发生于操作过程中内部气体压力急速降低的情况下, 会导致开缝, 内部裂纹一级密封件起泡。

由于索尔维的专有技术, Tecnoflon® 过氧化物硫化系列氟橡胶展现了优异的耐快速气体减压能力。

大多数Tecnoflon® FKM和PFR FFKM得油气级别产品都经受并成功通过了Norsok M-710 Rev 2标准的测试。

# 超高性能聚合物

## KetaSpire® PEEK 聚醚醚酮

## AvaSpire® PAEK 聚芳醚酮

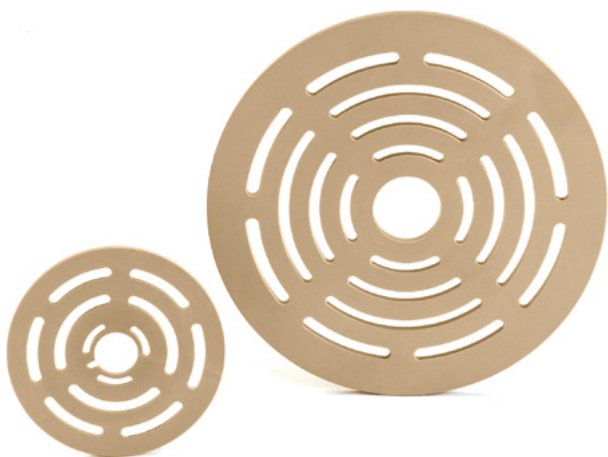
现在工程师越来越需要高性能的材料来生产和处理原油和天然气。更深的钻探海洋深水油气则意味着更高的温度，更高的压力以及腐蚀性的化学环境。超级聚合物具有热性能，极好的强度和刚度，耐磨损性，高硬度，耐化学性，不燃烧，在酸性条件下保持机械性能，耐受气体快速降压性能。

KetaSpire® PEEK是易于模塑的半结晶塑料，能提供优异的热稳定性，直至240°C，最好的耐疲劳性，出色的耐有机物，酸，碱性。

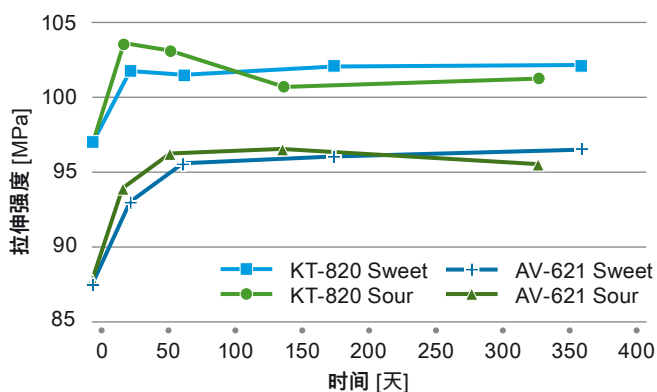
AvaSpire® PAEK是一系列专有技术的配方材料。填补PEEK和其他材料之间的性能和价格差距。拥有比PEEK更强的刚性以及150–240°C之间的更好的机械性能。

### 典型应用:

- 压缩机环和片
- 压缩机提升阀
- 备份密封圈
- 电气连接头
- 曲路密封
- 运动终板
- 轴承
- 轴衬
- 型材
- 柔性立管耐磨带

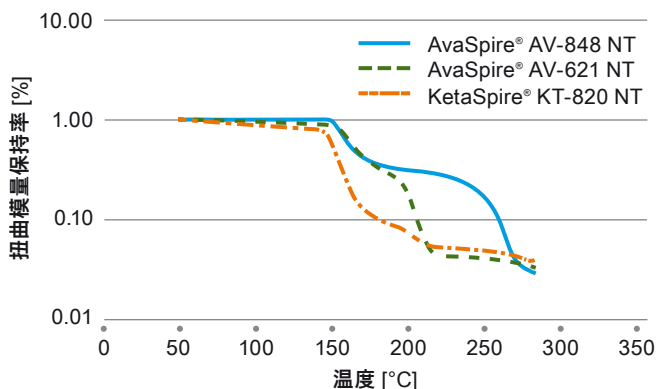


### PEEK和PAEK的拉伸强度保持状况 暴露在20%的硫化氢中1年



测试条件: 在170°C 含20%硫化氢的符合挪威石油工业技术标准的石油中老化。拉升速度2英寸/分钟。

### 模量保持 vs. 未填充温度PEEK和PAEK材料



# Amodel® PPA

## 聚酰胺树脂

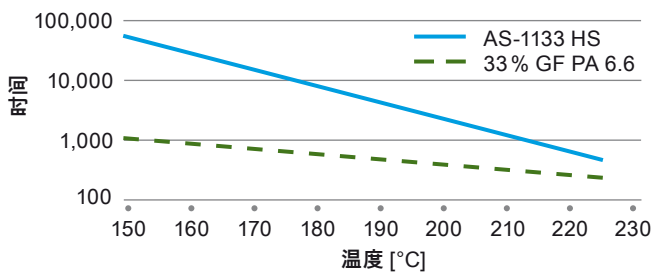
Amodel® PPA已经在油气行业应用超过20年。使用Amodel® PPA的第一个井下应用是深井泵活塞杆。扶正器对热塑性材料的主要要求包括耐化学性, 高温性能, 尺寸稳定性以及耐磨损/疲劳性能。

对比Amodel® PPA和尼龙6.6以及PPS, Amodel® 显示了比PP更好的耐磨性和硬度, 而耐热性能相当。PPA的耐化学性, 耐温性能以及尺寸稳定性比尼龙6.6好。

### Amodel® PPA典型性能:

- 耐热性能, CUT可达190 °C
- 出色的电性能
- 对热油, 热盐水, 酸性原油, CO<sub>2</sub>优异的耐受性能
- 耐磨损性能
- 耐腐蚀性
- 尺寸稳定性
  - 比传统聚酰胺更小的吸潮性
  - 低吸潮率
  - 线性热膨胀系数小于尼龙6.6, 尤其是在低于130 °C (266 °F)的情况下

热老化后时间对拉伸强度  
(33 % GF PPA vs. 33 % GF PA 6.6)



反应物	Amodel® AS-1133 HS	PA 6.6 33% GF
甲苯	优异	优异
油	优异	优异
二氯甲烷	优异	优异
氯氟烃	优异	优异
甲乙酮	优异	一般
氯化钠	优异	一般
苯酚	不佳	不佳
硫酸 (36%)	优异	不佳
氢氧化钠 (10%)	优异	一般

30天浸泡于23 °C

# Torlon® PAI

## 聚酰胺-酰亚胺

Torlon® PAI结合了在高达275 °C 高温下优异的强度及出色的耐蠕变, 耐磨损和耐化学性。低热膨胀性和高介电性能相对机加工的热固性塑料则具有成本优势。

在油气行业中, Torlon® PAI被广泛应用于涡轮压缩机。

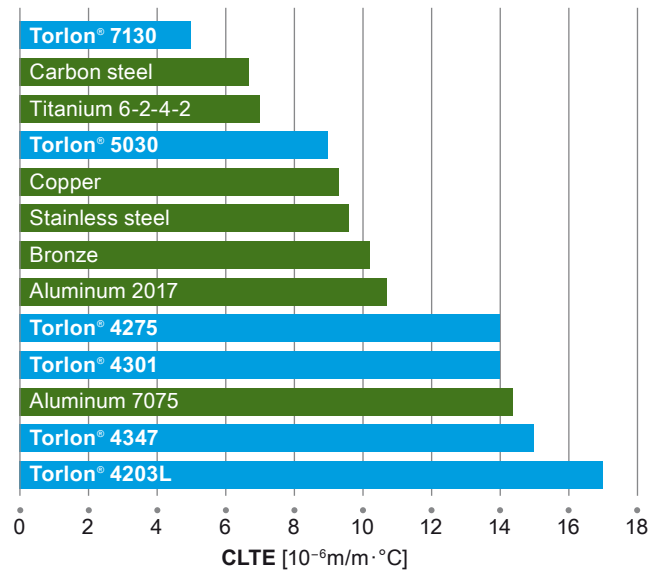
### Torlon® PAI典型性能:

- 无需增强既有很好的强度
- 高硬度
- 低温性能
- CLTE低

### Torlon® 4203L的机械性能

性能	Units	-196 °C	20 °C	135 °C	232 °C
拉伸强度	MPa	218	192	117	66
断裂伸长率	%	6	15	21	22
弯曲强度	MPa	287	244	174	120
弯曲模量	GPa	7.9	5.0	3.9	3.6

### 线性热膨胀系数





## 特种聚合物

### 全球总部

**SpecialtyPolymers.EMEA@solvay.com**  
Viale Lombardia, 20  
20021 Bollate (MI), Italy

### 美洲总部

**SpecialtyPolymers.Americas@solvay.com**  
4500 McGinnis Ferry Road  
Alpharetta, GA 30005, USA

### 亚洲总部

**SpecialtyPolymers.Asia@solvay.com**  
上海市金都路3966号  
邮编: 201108

[www.solvay.com](http://www.solvay.com)

发送电子邮件或者联系您的销售代表, 均可获取相应的安全数据表 (SDS)。在使用我公司的任何产品之前, 请您务必参考相应的安全数据表。

苏威特种聚合物公司及其子公司对于与该产品或与该产品有关的信息或产品的使用, 包括适销性或适用性, 均不予以承担任何保证, 无论是明示或者是暗含的, 或者接受任何责任义务。某些适用法律、法规, 或者国家/国际标准, 在某些情况下, 根据苏威的建议, 对苏威产品的应用领域进行规范或者限制, 包括食品/饲料、水处理、医疗、制药以及个人护理等方面的应用。只有指定作为Solviva®的生物材料类的产品才可用作植入式医疗器械的备选产品。产品用户必须最终确认任何信息或者材料在拟用于任何方面时是否适用, 是否符合相关法律的规定, 使用方式是否得当, 以及是否侵犯了任何专利权。本信息和产品供专业技术人员酌情使用, 并自行承担相关风险, 并且与该产品结合任何其他物质或者任何其他工艺的使用无关。本文件未授予使用任何专利或者其他任何所有权的许可。

所有的商标或者注册商标均归属于组成苏威集团的各公司或者各所有者拥有。  
© 2017, 苏威特种聚合物版权所有。 D 06/2014 | R 12/2017 | 版本 2.5 手册 ahlersheinel.com设计。