

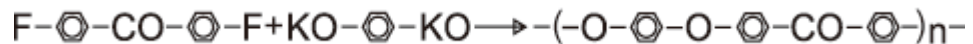
## 聚醚醚酮 PEEK 材料的特性

PEEK 聚合体为 Victrex plc. 所生产的一种聚醚醚酮。PEEK 因其优异的耐高温性，高温机械性质以及耐化学品性而成为受到瞩目的耐高温工程塑胶。PEEK 在高温下的热安定性优良，因此拥有非常优良的加工性，很容易地可利用射出成型机及押出机来加工。PEEK 还具有优异的耐磨性，耐燃性，耐候性，耐辐射性以及电气性质。PEEK 的优异特性使其在许多领域很有应用潜力。PEEK 的重要应用领域有电子/电气零件，太空与航空零件，汽车零件，在特殊的工业零件与机械零件，电线涂覆，涂料，膜与纤维等。

### 前言

PEEK 为聚醚醚酮 (polyetheretherketone) 的简称。PEEK 因其优异的耐高温性，高温机械性质以及耐化学品性而受到注目。如今，PEEK 可算是顶级的热塑性高性能工程塑胶中最著名的一种。

PEEK 最早是由英国 ICI (Imperial Chemical Industries) 公司所开发出来的。PEEK 可由 4,4'-二氟二苯基酮 (4,4'-difluorobenzophenone) 与氢醌 (hydroquinone) 的钾盐聚合而得：



在聚合时，PEEK 可能因结晶而从聚合溶液中沉淀下来。使用高沸点的溶剂如二苯基砜 (diphenylsulfone) 在高温下进行聚合可避免此问题。

1981 年，ICI 公司将 PEEK 商业化，并以 Victrex PEEK 为其商品名。1987 年，ICI 公司因开发出 PEEK 而获得英国女王奖的荣誉。因此，PEEK 一直是很受重视的材料。目前，PEEK 是由英国 ICI 公司所分出的一家公司，Victrex plc，负责生产与销售。虽然 PEEK 的应用似乎有点曲高和寡，可是，了解了其特性与优缺点后，你会发现其中潜藏着无穷的商机。

PEEK 的玻璃转变温度 ( $T_g$ ) 为  $143^\circ\text{C}$ ，而熔点 ( $T_m$ ) 为  $340^\circ\text{C}$ 。高熔点使 PEEK 具有优异的耐高温性。纤维补强级 PEEK 的热变形温度可高达  $315^\circ\text{C}$ ，而长期的连续使用温度 (UL 94B) 可达  $260^\circ\text{C}$ 。此外，PEEK 在高温下可维持高水准的强度与模数，也就是说 PEEK 具有优良的高温机械性质。

PEEK 具有优异的耐化学品性，在宽广范围的化学环境，即使在高温下，PEEK 皆具有优异的耐受性。PEEK 的耐水解性极为优异。PEEK 不会受到水或高压水蒸气的化学攻击。PEEK 持续在高温与高压的水中老化多时，仍可维持高水准的机械性质。

PEEK 本身安定性高，且具有阻燃性。PEEK 在厚度为 1.45 mm 时不需阻燃剂便可通过 UL-94 V-0 级。PEEK 的组成与高纯度使其在着火时产生极少的烟，释出的有毒气体也极微。

此外，PEEK 在宽广的温度与频率范围下可维持优异的电气性质。而有些特殊配方的摩擦级 PEEK 具有优异的摩擦性与耐磨损性。这些等级的 PEEK 在宽广压力，速度，温度及匹配材料表面粗糙度范围下显现突出的耐磨损性。加工性优良是 PEEK 最重要的特色之一。

PEEK 的许多优异特性使其电子/电气零件，太空航空零件，汽车零件，在特殊的工业零件与机械零件，电线涂覆，涂料，膜与纤维等领域很有应用潜力。

## PEEK 的等级

PEEK 的等级如表 1 所示。

PEEK 纯树脂有粉状或胶粒状。粉状原料通常用于挤出配料，而细粉原料适用于涂料与压缩成型操作。胶粒状原料可视为一般用途的挤出或射出成型等级，低及中熔融黏度的原料适用于电线涂覆，膜及单丝的制造。

表 1. PEEK 的典型等级

類別	等級	說明
粉狀 PEEK 純樹脂	150P	低熔融黏度
	380P	中熔融黏度
	450P	標準熔融黏度
膠粒狀 PEEK 純樹脂	150G	低熔融黏度
	380G	中熔融黏度
	450G	標準熔融黏度
細粉 PEEK 純樹脂	150PF	低熔融黏度
	450PF	標準熔融黏度
30%玻璃纖維補強膠粒	150GL30	低熔融黏度
	450GL30	標準熔融黏度
30%碳纖維補強膠粒	150GL30	低熔融黏度
	450GL30	標準熔融黏度
30%玻璃纖維補強膠粒	150CA30	低熔融黏度
	450CA30	標準熔融黏度
摩擦級配方膠粒	150FC30	低熔融黏度，含 10%石墨、10%PTFE 及 10%碳纖維
	450FC30	標準熔融黏度，含 10%石墨、10%PTFE 及 10%碳纖維
著色膠粒	450Gblack903	標準熔融黏度，含碳黑

Victrex plc 配制了一些高性能配料，含有适量的碳纤维与玻璃纤维，这些原料通常用于射出成型与挤出。Victrex plc 也配制了特别的摩擦级配方，含有适量的固态润滑剂(石墨)，聚四氟乙烯(PTFE)以及用以提升机械性质的碳纤维补强剂，这些原料可应用于需要摩擦接触的场所如皮垫圈(thrust washers)、衬垫与垫圈(seals and gaskets)。PEEK 的本色为灰色，Victrex plc 还提供一种黑色未补强的等级 450Gblack 903。而其他颜色可利用特殊配制的色母来着色。一些等级的 PEEK 的性质如表 2 所示。对于纯树脂而言，151G 及 381G 与 450G 的最大不同为其分子量。151G 及 381G 的分子量虽然略低一点，但其性质仍然与 450G 相当接近，故表 2 没列出 151G 及 381G 的性质，可用 450G 的值作参考。至于粉状及细粉状的 PEEK 的物性也可用 450G 的值作为参考。

## PEEK 的机械性质

PEEK 具有优异的机械性质，且在高温下仍可维持相当优良的机械性质，如表 2 所示。一些 PEEK 的典型抗张性质如图 1 所示。由图 1 可看出 PEEK450G 具有相当高的断裂伸长率，屈服点约在应变(strain)为 5%处，显示 PEEK 纯树脂为相当强韧的材料。而添加了填充剂或补强纤维后，断裂伸长率大幅降低，但抗张模数大幅提高。另外，补强纤维的存在则提高了抗张强度，尤其是碳纤维补强级 450CA30 显现更佳的抗张强度。

表 2. 各等级 PEEK 的一些性质

性質	單位	測試方法	450 G	450	450	450	150	150	150
			ASTM	GL30	CA30	FC30	GL30	CA30	FC30
一般性質									
顏色	---	---	灰	灰	黑	黑	灰	黑	黑
密度	g/cm <sup>3</sup>	ISO R1183	1.32	1.49	1.44	1.48	1.49	1.44	1.48
典型結晶度	%	---	35	30	30	30	30	30	30
模收縮率： MD	%	---	0.7	0.2	0.03	0.3	---	---	0.3
TD			1.2	1.1	0.3	0.9			0.9
吸水率	%	ISO R262A	0.5	0.11	0.06	0.06	0.11	0.06	---
機械性質									
抗張強度： 23°C	MPa	ISO R527	97	156	224	141	178	225	140
250°C		(5 cm/min)	12	34	43	25	35	43	25
伸長率(23°C)	%	ISO R527	>60	2.7	2.0	2.5			
		(5 cm/min)							
抗張模數(23°C)	GPa	ISO R527	3.5	9.7	22.33	---			
曲折模數： 23°C	GPa	ISO R178	4.0	10	20.2	8.1	9.7	19.2	9.1
120°C			4.0	9.2	18.6	8.0	9.4	18.6	8.0
250°C			0.3	3.0	5.1	3.0	2.6	5.1	3.0
曲折強度 23°C	MPa	ISO R178	170	250	355	210	---	---	---
120°C			100	175	260	135			
250°C			13	70	105	36			
剪切強度(23°C)	MPa	D3846	53	97	97	---	---	---	---
剪切模數(23°C)	GPa	D3846	---	2.4	---	---	---	---	---
壓縮強度： MD	MPa	D695	---	215	240	150	---	---	---
(23°C) TD			---	149	153	---			
泊以桑比(23°C)	---	D638	0.4	0.45	---	---	---	---	---
Rockwell 硬度	---	D785	R126	R124	R124	---	---	---	---
			M99	M103	M107				
Charpy耐衝擊強度	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179	---	11.3	7.8	---	---	---	---
Charpy耐衝擊強度	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179	---	11.3	7.8	---	---	---	---
Izod 0.25mm 凹口	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180	6.4	10.0	9.0	6.3	9.1	6.0	---
耐衝擊強度(無凹口)		(23°C)	未破裂	40.3	41.4	27.5	46.2	36.1	---
熱性質									
熔點	°C	DSC	340	340	340	340	343	343	343
玻璃轉變溫度(T <sub>g</sub> )	°C	DSC	143	143	143	143	143	143	143
比熱	kJ/kg°C	DSC	0.32	---	---	---	---	---	---
熱膨脹係數 < T <sub>g</sub>	10 <sup>-5</sup> /°C	D696	4.7	2.2	1.5	2.2	2.2	1.5	---
> T <sub>g</sub>			10.8						
熱變形溫度	°C	ISO R75	156	315	315	>293	>300	>300	>300
熱傳導係數	W/m°C	C177	0.25	0.43	0.92	0.24	0.43	0.92	0.24
連續使用溫度	°C	UL 946B	260	---	---	---	260	260	260
燃燒性									
燃燒性(1.45 mm 厚)	---	UL 94	V-0	V-0	V-0	V-0	---	---	---
極限氧(0.4mm 厚)	%O <sub>2</sub>	ISO R4589	24	---	---	43	---	---	---
氧指數(3.2mm 厚)			35						
毒性指數 CO	---	NES 713	0.074						

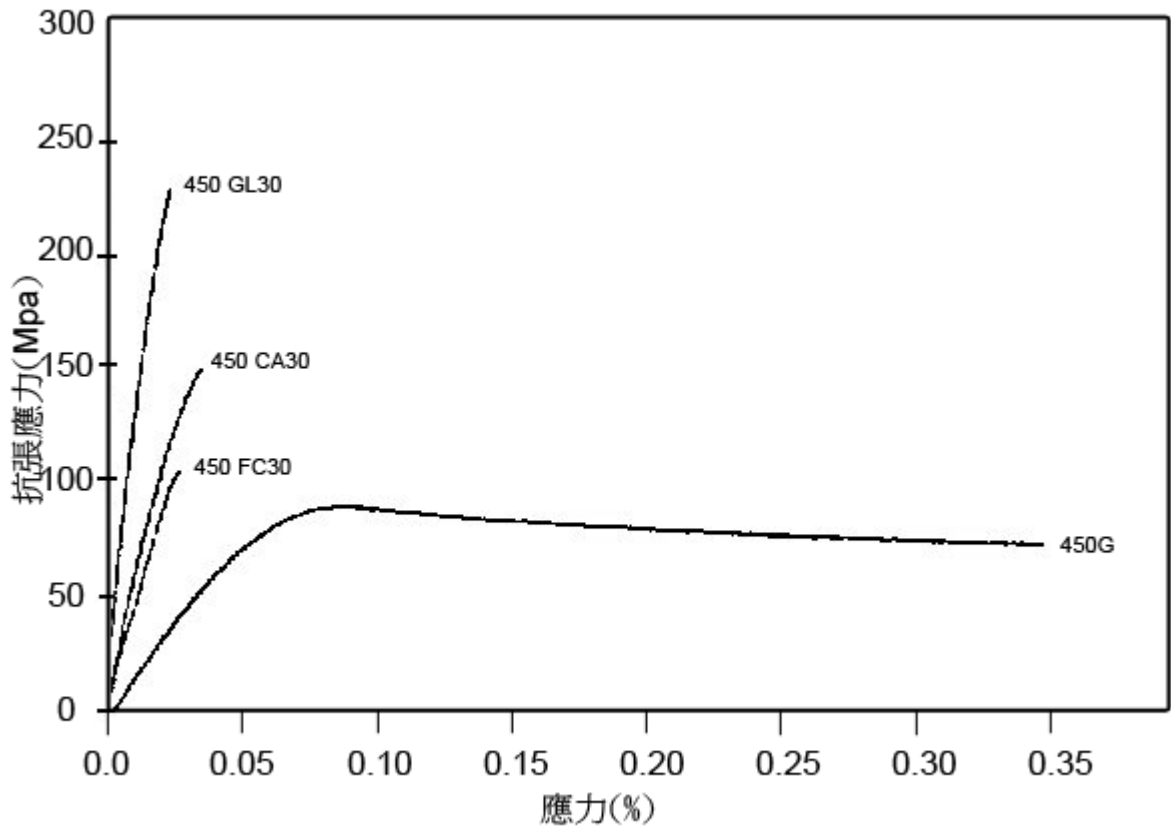


图 1. PEEK 的抗张应力-应变曲线

如同其他工程塑胶一样，温度对 PEEK 的机械性质的影响很大。然而，PEEK 在高温下仍可维持优良的机械性质。图 2 显示温度对 PEEK 的抗张强度的影响。在 200°C 以下，PEEK 的抗张强度随温度的上升而明显下降，但在 200 至 300°C 的温度范围，PEEK 仍具有一定水准的抗张强度。PEEK 在不同温度下的曲折强度如图 3 所示。图 3 也显示出 Tg 所扮演的角色。PEEK 的 Tg 为 143°C，由图 5 可看出，在 Tg 之下，PEEK 的曲折模数随温度升高而缓慢降低，且维持相当高的值。在 Tg 附近，PEEK 的曲折模数大幅下降。而高于 200°C 后，PEEK 的曲折模数的变化又趋缓和。因此，设计时必须考虑曲折模数在 Tg 之下与 Tg 之上的大相径庭。然而，PEEK 在 200 至 300°C 的温度范围间的曲折模数仍然相当高，尤其是补强级如 450GL30 与 450CA30 的曲折模数维持在相当高的水准，足以当作结构材料。

高分子材料具有黏弹性，在受外力之下其应变(strain)常会随着时间而增大，此为蠕变现象。作为热塑性工程塑胶，PEEK 具有突出的耐蠕变性，且在一段有用的使用寿命中可承受很大的应力而不致于引起明显的蠕变延伸。图 4 显示 PEEK 450G 在 23°C 下的蠕变行为。在室温下，PEEK450G 必须在相当高的应力或者相当长的时间下才可观察到明显且正确的蠕变。也就是说未补强的 PEEK 450G 具有相当优良的耐蠕变性，而补强级 PEEK 如 450GL30 与 450CA30 具有更为优异的耐蠕变性。

热塑性材料在长期施以固定应力下的性能可利用蠕变破裂(creep rupture)来描述。蠕变破裂表示材料在一段特定时间内持续在负荷下而未败坏的最大应力，在此所观察

的败坏可为脆化或颈化变形(necking degormation)。在室温下,不同等级的蠕变破裂行为的差异性并不大。然而,在高温如 150℃下,不同等级的蠕变破裂行为就有明显的差别,如图 5 所示。在 150℃下,补强纤维大幅提高了 PEEK 的蠕变破裂应力,而另一有趣的现象是定向对蠕变破裂行有明显的影响。在图 5 中,所指出的度数表示测试方向所相应于流动的角度。对于 PEEK 450GL30 与 450CA30,平行于流动方向的蠕变破裂应力高于垂直方向的值。这些数据显示 PEEK 450CA30 具有极为优异的耐蠕变破裂性质,因此,可用于制造在高温可持续承受重大负载的结构性零件。

疲劳(fatigue)可视为材料在连续的周期性负载下而造成机械性质的降低。在疲劳试验中,试片持续地在某特定频率下以方波形式加以延伸至预定的应力,再释放至无延伸状态。在此周期性负载下,观察其败坏所需的周数,其中,脆性败坏或塑性变形等皆可视为疲劳败坏。图 6 为 PEEK 在室温下抗张应力与造成败坏的周数的关系图。由图可看出 PEEK 原本就有不错的耐疲劳性(fatigue resistance),以玻璃纤维加以补强后可微幅提高耐疲劳性,而添加 30%碳纤维的 450CA30 显现极为优异的耐疲劳性。

PEEK 纯树脂具有优良的韧性,如图 1 所示。因此,各等级的 PEEK 皆有相当高的耐冲击强度,如表 2 所示。在测试耐冲击强度时,温度高于 150℃后(高于 Tg),PEEK 试片不会破裂,显示 PEEK 在高温下具有极高的耐冲击强度。另外,PEEK 在低温下仍有良好的耐冲击强度。

[↑ GOTO TOP](#)

## PEEK 的耐热性

整体而言,PEEK 具有相当优异的耐热性。不同等级 PEEK 的热变形温度(HDT)如表 2 所示。PEEK 纯树脂的 HDT 约为 150℃,然而,纤维补强级的 HDT 可高于 300℃。从补强级的 HDT 的观点来看,PEEK 的耐热性优于许多其他的高性能工程塑胶。PEEK 450G 在 200℃以及 310℃下进行热老化一段时间后测其抗张性质,结果如图 7 所示。由图可看出 PEEK 的耐热老化性相当的优良。由热老化试验的结果可求得经过 100,000 小时后材料的性质掉到原来的 50%所相应的温度,此温度便是 UL 相对温度指数,或称为连续使用温度。PEEK 的相对温度指数高达 260℃,可说是相当的优异。

PEEK 本身的化学结构相当稳定,且具有阻燃性。因此,PEEK 在厚度为 1.45mm 时不需阻燃剂便可通过 UL-94 V-0 级。基本上,各等级 PEEK 的 UL 94 燃烧性都是属于 V-0 级,在 UL94 燃烧性中已是最佳的等级了。因此,PEEK 具有优异的耐燃性。

材料的燃烧性也可利用极限氧气指数来描述。依据 ASTM D2863-95,将试片点燃,调整氧气与氮气的流速观察燃烧情形。而刚好让试片持续燃烧的氧气浓度便是极限氧气指数,其值越高,表示耐燃性越佳。一些等级的 PEEK 的极限氧气指数如表 2 所示。可看出 PEEK 的极限氧气指数相当高,也就是具有优良的耐燃性。

燃烧时所产生的烟可利用 ASTM E662-95 方法测得。试片燃烧所形成的烟会阻挡可见光,测量可见光强度被烟衰减的情形可求出比光学密度(specific optical density; Ds)。一些高性能工程塑胶的比光学密度的比较如图 8 所示。这些数据显示 PEEK 450G 有最低的比光学密度,也就是说 450G 的发烟最少。

PEEK 的组成与高纯度使其在着火时产生极少的烟,而且释出的有毒气体也极微。依据英国国防部的测试标准 MOD NES 713,100g 试样在 1 m<sup>3</sup> 体积中完全燃烧,然后分析有毒气体浓度。毒性指数定义为产生气体的浓度与暴露 30 分钟后使人致死的常态剂量的比值,也就是说毒性指数越低,因燃烧产生气体所造成的毒性越小。PEEK 450G

燃烧的总毒性指数仅为 0.22，如表 2 所示，且无酸性气体形成，显示有毒气体的释出量极少。

### PEEK 的电气性质

PEEK 具有突出而优良的电气绝缘性质，如表 2 所示

温度对 PEEK 的体积电阻系数似乎有很大的影响，如图 9 所示。温度上升，450G 的体积电阻系数有大幅下滑的趋势。不过，在室温下，PEEK 的体积电阻系数大致与其他工程塑胶相当。在广泛的温度与范围下，PEEK 450G 的介电消散因子  $\tan \delta$  保持不变。而在广泛频率范围下，PEEK 450G 显现相当低而稳定的  $\tan \delta$ 。因此，PEEK 在广泛温度与频率范围下可维持优良电气绝缘性质。

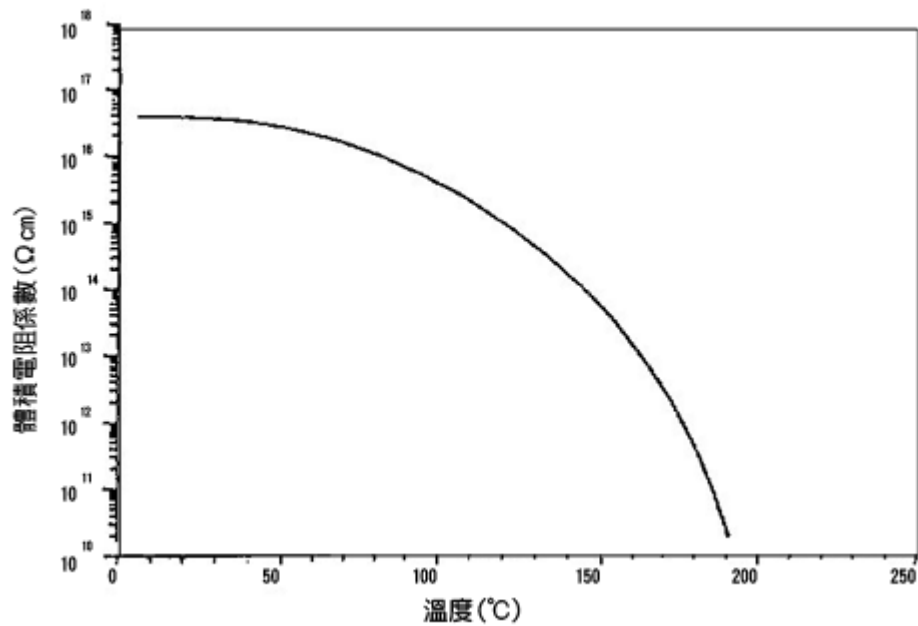


图 9. 温度对 450G 的体积电阻系数的影响

[↑ GO TO TOP](#)

### PEEK 的摩擦性质

摩擦可定义为两接触的表面在施力下相对移动的相互作用。一材料的表面即使看起来似乎是平滑的，如果以微观的尺度来看，事实上是由许多突出物所构成的，也就是说，在微观尺度下仍然是粗糙的。因此，两材料在接触后有了相对移动，两表面的突出物会互相碰撞。如此所造成突出物的移除可视为磨损，而对移动的阻力为摩擦力。PEEK 及其配料在高压 (P) 及高速 (V) 条件下具有突出的耐磨损性，因此可用来制造摩擦零件。

材料的耐磨损性可利用比磨损因子 (specific wear factor)  $K$  来评估： $K = (dh/dt) / PV$

其中， $dh/dt$  试样的高度损失速率， $P$  与  $V$  分别为压力与速度。材料的比磨损因子 (或称磨耗系数) 越低，其耐磨损性越佳。图 10 比较一些常用于摩擦情况的材料的比磨损因子。由图可看出 PEEK 450FC30 具有极低的比磨损因子。

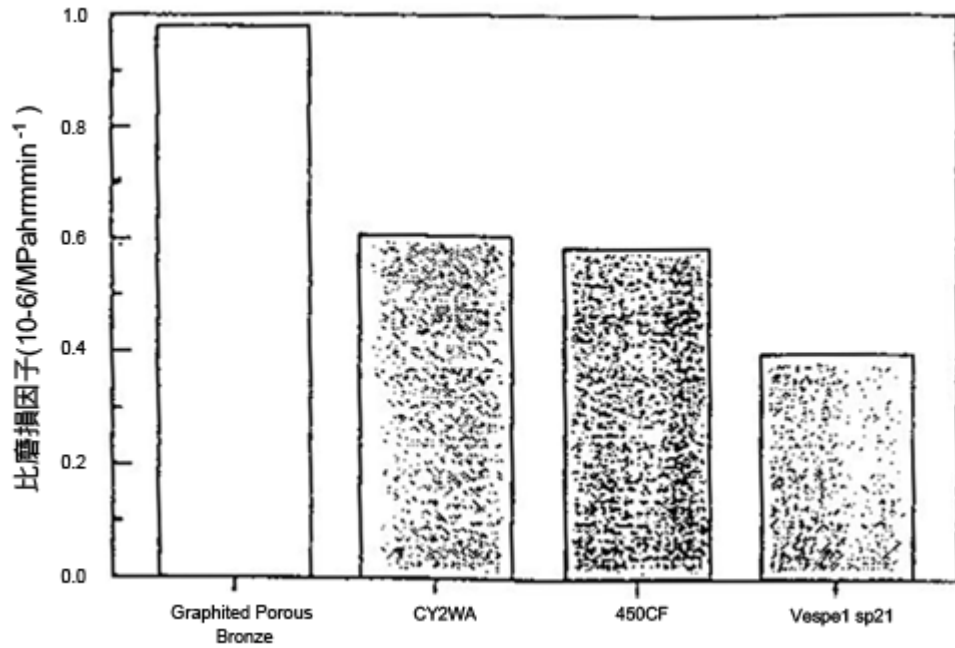


图 10 一些摩擦材料于 20kg 负载， $v=183/\text{min}$  及  $200^\circ\text{C}$  的比磨损因子

利用动摩擦系数也可评估材料的摩擦特性。一些特殊配制的摩擦级 PEEK 如 450FC30 含有适量的 PTFE，石墨以及碳纤维。PTFE 以及石墨可降低摩擦系数。而碳纤维可加强机械性质以及耐热性。一些常用于摩擦情况的材料在  $20^\circ\text{C}$  及  $200^\circ\text{C}$  下的动摩擦系数如表 3 所示。450FC30 的动摩擦系数相当低，显示摩擦级 PEEK 具有优良的摩擦性质。

在有摩擦场合的应用中，负载压力的施予与相对的滑动速度都有其极限，因此，评估摩擦性质的另一方式为极限 PV 值。譬如说固定摩擦速度，在一定的压力下观察摩擦情形。如果提高压力 P，摩擦生热的问题就会越来越严重。到了一临界压力，所产生的摩擦热已足以使树脂被过度磨损，产生熔化现象或造成败坏现象，在此压力之上材料便无法使用。此临界压力 P 与测试速度 V 的乘积便为其极限 PV 值。

表 3 比较一些轴承材料分别在  $20^\circ\text{C}$  及  $200^\circ\text{C}$  下的极限 PV 值。这些结果显示 PEEK 450FC30 不但在室温下具有很高的极限 PV 值，且在高温(如  $200^\circ\text{C}$ )下也具有相当优异的摩擦性质。

许多用途的轴承因用量大而有生产速率及成本上的考量，在表 3 所列的各种高性能摩擦材料中，PEEK 的重要特色为易于以射出成型制成最终零件，而且不需要后续的热处理便有优异的性能。值得注意的是极限 PV 值评估摩擦性质的很好方法，但实验所测得的极限 PV 值并非绝对的值，因为摩擦现象的条件是很难弄成完全一致的。然而，以极限 PV 值作为摩擦零件的设计参考是很有用的。

表 3 还比较一些高性能摩擦材料的磨损速率。整体而言，摩擦级 PEEK 具有优异的耐磨损性以及摩擦性质。

表 3. PEEK 及一些高性能摩擦材料在室温及高温下的摩擦性质 ( $V=183 \text{ m}/\text{min}$ )



材料	20°C				200°C			
	負載 (kg)	極限 PV 值 (Mpam/min)	$\mu$	磨損速率 ( $\mu\text{m/hr}$ )	負載 (kg)	極限 PV 值 (Mpam/min)	$\mu$	磨損速率 ( $\mu\text{m/hr}$ )
450FC30	40	794	0.17	190	40	622	0.14	132
450G	8	145	0.58	450	8	147	0.51	150
450CA30	22	376	0.28	225	13	445	0.25	---
PA A108*	10	71	0.76	---	---	---	---	---
VespeI SP21	30	895	0.24	50	20	670	0.21	125
聚縮醛(POM)	5	71	0.34	---	---	---	---	---
CY2WA(樹脂浸漬 碳)	40	1023	0.18	26	25	746	0.26	75
PTFE(含碳)	25	447	0.25	250	---	---	---	---
白金屬(以礦油潤 滑)	15	265	0.16	---	---	---	---	---
油浸漬的銅	25	804	0.09	210	---	---	---	---
石墨化多孔銅	---	---	---	---	20	403	0.25	75

\*尼龙 66+石墨+玻璃纤维

在有摩擦场合的应用中，负载压力的施予与相对的滑动速度都有其极限，因此，评估摩擦性质的另一方式为极限 PV 值。譬如说固定摩擦速度，在一定的压力下观察摩擦情形。如果提高压力 P，摩擦生热的问题就会越来越严重。到了一临界压力，所产生的摩擦热已足以使树脂被过度磨损，产生熔化现象或造成败坏现象，在此压力之上材料便无法使用。此临界压力 P 与测试速度 V 的乘积便为其极限 PV 值。

表 3 比较一些轴承材料分别 20° C 及 200° C 下的极限 PV 值。这些结果显示 PEEK 450FC30 不但在室温下具有很高的极限 PV 值，且在高温(如 200° C)下也具有相当优异的摩擦性质。

许多用途的轴承因用量大而有生产速率及成本上的考量，在表 3 所列的各种高性能摩擦材料中，PEEK 的重要特色为易于以射出成型制成最终零件，而且不需要后续的热处理便有优异的性能。值得注意的是极限 PV 值评估摩擦性质是很好方法，但实验所测得的极限 PV 值并非绝对的值，因为摩擦现象的条件是很难弄成完全一致的。然而，以极限 PV 值作为摩擦零件的设计参考是很有用的。

表 3 还比较一些高性能摩擦材料的磨损速率。整体而言，摩擦级 PEEK 具有优异的耐磨损性以及摩擦性质。

[↑ GO TO TOP](#)

## PEEK 的环境耐受性

PEEK 聚合物具有相当优良的环境耐受性，其耐化学品性优良，对水及高压水蒸气的耐受性更是优异，而其耐辐射性也相当优良。因此，PEEK 可用来制造必须在严苛化学环境操作或经常消毒的零件。

PEEK 聚合物可视为一种耐化学品性极为优良的材料。PEEK 的耐化学品性如表 4 所示，其中，A 表示不被攻击，吸收量很少或无，B 表示少许被攻击，在此情形下能否使

用 PEEK 依应用的需求而定，而 C 表示严重被攻击，有此种化学品的存在下建议避免使用 PEEK。

PEEK 对醇类，醛类，碱类，酯类，醚类，有机卤化物，Freons，碳氢化合物，无机盐，无机氧化物，无机硫化物，各种食品及食用油，有机氮化物，无机稀酸等皆有优异的耐受性。PEEK 对会受到一些强酸如硝酸，苯磺酸，氯磺酸，浓铬酸，甲酸，氢溴酸，氢氟酸，硫酸，王水(Aqua Regia)等强酸的攻击。

一些活性很强的试剂如氟，氯，溴，碘，氯化铁等也会攻击 PEEK。一些很强的溶剂如酚，二甲基亚砜，二苯基砜等可使 PEEK 溶解或膨润。另外，PEEK 也有酮基，所以 PEEK 在高温下会受丁酮(MEK)的膨润，甚至会有溶解的现象。

表 4 所述的耐化学品性可作为使用 PEEK 的一般性参考。必须注意的是 PEEK 的耐化学品性会受到许多因素的影响，譬如说 PEEK 的结晶度及成品的残余应力。在实用上，成品对特定的化学品的耐受性可能应作实际的评估。整体而言，PEEK 具有优异的耐化学品性，且在高温下仍显现优良的耐化学品性。

表 4. PEEK 的耐化学品性

化學品	23°C	100°C	200°C	化學品	23°C	100°C	200°C
<b>酸</b>							
醋酸及有機酸、硼酸、碳酸、鹽酸(10%)、氰酸	A	A	...	硝酸(10%)、過氧酸、磷酸(80%)、矽酸、亞硫酸	A	A	...
鉻酸(40%)、亞硝酸(10%)	A	...	...	磷酸(50%)	A	A	A
濃鹽酸	A	B	...	硝酸(30%)	B	...	...
甲酸	B	B	...	硫酸(<40%)	B	B	B
苯磺酸	C	...	...	氫氣酸(40%及70%)	C	C	...
硝酸(50%)、濃硝酸、發煙硫酸、王水、硫酸(>40%)	C	C	C	氯磺酸、濃鉻酸、氫溴酸(100%)、三氟甲基磺酸	C	C	C
<b>醇</b>							
苯甲醇、環己醇、丁醇、甘油、異丙醇、丙醇	A	...	...	乙醇、二醇類、甲醇	A	A	...
乙二醇	A	A	B	乙二醇(50%)	A	A	A
<b>酚</b>							
高濃度酚	C	C	C	稀釋酚	A	...	...
<b>硫的化合物</b>							
二甲基亞砷	B	B	...	二苯基	B	C	C
<b>鹼</b>							
氫、氫水、氫氧化鈉(50%)、氫氧化鈉(50%)	A	A	A	氫氧化鈣、濃氫氧化銨、濃氫氧化鈉、氫氧化鎂、氫氧化鉀(70%)、聯胺	A	...	...
<b>醛類、酮類、酯類與醚類</b>							
脂族酯類、醋酸異戊酯、油(二酯與磷酸酯)、乙醚、乙醛、丙酮、甲醛	A	A	...	酞酸二酯類、醋酸丁酯、醋酸乙酯、氧化乙烯、二氧陸環、四氫呋喃(THF)	A	...	...
丁酮(MEK)	A	B	C	苯甲醛、福馬林、環己酮	A	...	...
<b>有機鹵化物</b>							
1,2-二氯乙烷、二溴乙烷、二氯苯、Freons、1,1,1-三氯乙烷、二氯甲烷	A	...	...	四氯化碳、氯苯、氯仿、過氯乙烷、Freon22、Freon502、三氯乙烯	A	...	...
<b>碳氫化合物</b>							
乙炔、芳香族溶劑、苯、環己烷、萘、石油、蔬菜油、石油鏈醚、變壓器油	A	A	...	油壓油、烷類、煤油、潤滑油、柴油、燃料油、凡士林、天然氣、汽油	A	...	...
煞車油(礦物油及多乙二醇)、馬達油、甲烷(氣體)	A	A	A	Dowtherm G、HT及LF	B	...	...
<b>無機試劑</b>							
無機鹽、無機氧化物、二氧化碳、汞、飽和溴水、矽酮流體、硫、硫化物	A	A	A	過氧化氫、硝酸乙烯、氮、氧化亞氮、氧	A	...	...
硫化氫(氣體)、水蒸氣	A	A	A	臭氧	A	B	
氯化鐵、碘	B	B	...	氟、氯、溴、納	C	C	C
<b>各種試劑</b>							
黏著劑、果汁、酒、肥皂溶液、松脂、食用油脂、焦餾油、食品、酒精、蠟	A	...	...	石蠟、溝中污物、清潔劑溶液、尿素、澱粉、獸脂、脂肪酸、糖漿、酵母	A	A	...

PEEK 不会受到水或高压水蒸气的化学攻击，因此具有优异的耐水解性。在高温及高压下，PEEK 在或水蒸气中经历长时间后仍可维持相当高水准的机械性质。

塑胶材料在辐射线下会造成劣化而有变脆的现象。由于 PEEK 具有稳定的化学结构，PEEK 显现优异的耐辐射线性。将各种塑胶材料以  $\gamma$ -射线照射后测其曲折性质。各种材料因  $\gamma$ -射线而使曲折性质到达一定的劣化程度的照射剂量如图 11 所示。很明显的可看出 PEEK 的耐  $\gamma$ -射线性优于其他材料，也就是说 PEEK 具有优异的耐辐射线性。

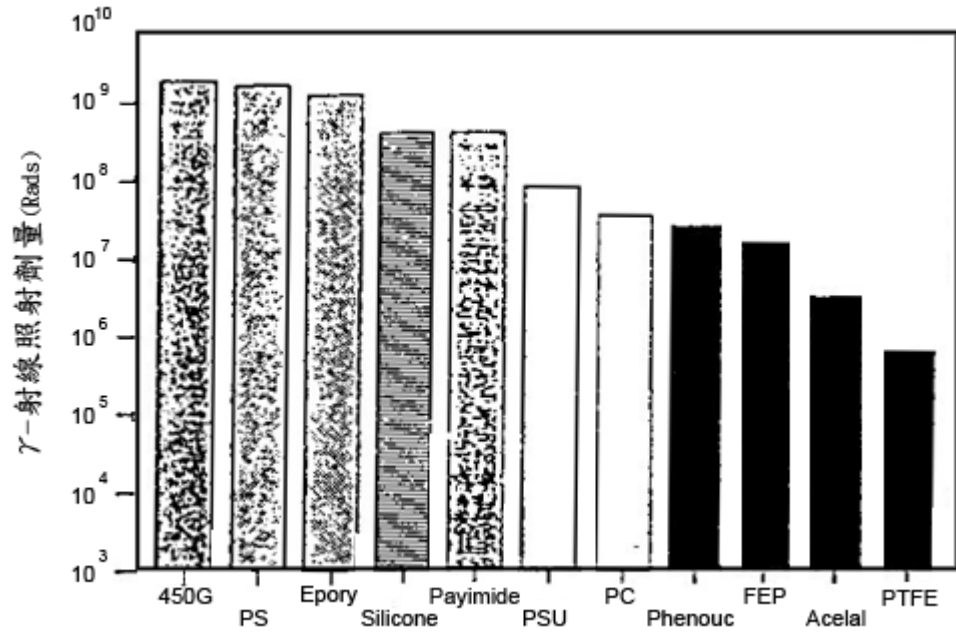


图 11. 使曲折性质到达一定劣化程度的照射剂量