

特种炭黑在高分子材料中的应用

工业信息



orion ENGINEERED
CARBONS

1. 简介

作为全球领先的特种及橡胶炭黑供应商，欧励隆工程炭公司的生产基地及应用技术中心遍布世界各地。我们所销售的特种炭黑品牌有PRINTEX®, AROSPERSE®, HIBLACK®, NEROX®, COLOUR BLACK, SPECIAL BLACK, LAMP BLACK及PANTHER®。

我们的特种炭黑极好地平衡了着色性，分散性，紫外防护功能，红外吸收性，导电性，并且可以调节制品的机械性能和流变性能。

特种炭黑有着广泛的应用领域：

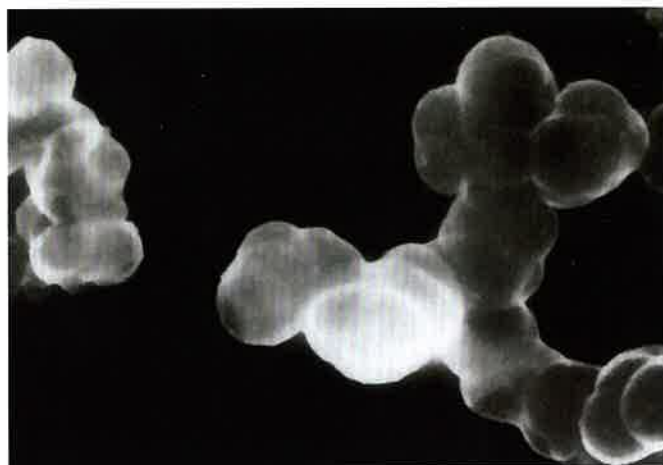
- 饮用水及污水管道
- 纺织纤维
- 食品包装薄膜及农用薄膜
- 热绝缘板材
- 高压电缆的半导体屏蔽层及保护层
- 汽车配件用工程塑料
- 汽车挡风玻璃及建筑幕墙胶黏剂及密封胶

2. 优势

- 量身定制的产品
- 稳定的产品质量
- 优化的产品性能
- 高效的应用咨询

特种炭黑不仅可以用于高分子材料的着色，并且可以显著提高那些对紫外光及气候不耐受的高分子材料的使用寿命。

表1 概括了在不同高分子材料中特种炭黑的推荐应用。



典型特种炭黑的扫描电镜照片



表 1

特种炭黑在高分子材料中的推荐用

	高分子材料								典型应用							
	聚烯烃， PE, PP, Copo	生物高分子材料 PLA	苯乙烯聚合物 PS, SAN, ABS, ASA	聚酰胺 PA6, PA6.6, PA12	聚酯 PET, PBT	聚氯乙烯 PVC-P, PVC-U	工程塑料 PMMA, PC, 合金	热固树脂 UP, EP	绝缘 & 泡沫 EPS, PUR, PP, PE	电线电缆 PE共聚物	管材 PE, PP, PA, PVC	薄膜 PE, PP, Copo, PVC	纤维 PET, PA, PP	胶粘剂及密封胶 PUR, PIB, Polysulfide, Silicons, MS Polymers	色母粒及共混材料	
COLOUR BLACK FW 200			●			●										
COLOUR BLACK FW 1	●		●			●										
COLOUR BLACK FW 18	●		●			●										
SPECIAL BLACK 4			◐					◐◑				◐◑				
PRINTEX® U	○		○	○		◐◑	○	◐◑						◐◑	◑	
PRINTEX® V	○		○	○		◐◑	○	◐◑						◐◑	◑	
HIBLACK® 970LB			●	●			●								●	
HIBLACK® 930L			●	●		●	●								●	
HIBLACK® 890	●		●	●	●		●									
HIBLACK® 600L	●		●	●			●								●	
PRINTEX® 85	●		●	●			●								●	
HIBLACK® 50L	●		●	●		●	●								●	
HIBLACK® 49L	●					●									●◐	
HIBLACK® 45LB	●		●												●	
AROSPERSE 11	◐												●			
AROSPERSE 138													●			
AROSPERSE 26													●			
PRINTEX® alpha A	◐◑	◐◑	◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	◐◑		◐◑	◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	
PRINTEX® zeta A	◐◑	◐◑	◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	◐◑		◐	◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	
HIBLACK® SP1	◐◑		◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	◐◑		◐◑	◐◑	◐◑	◐◑		◐◑	
PRINTEX® 60						◐◑		◐◑						◐◑		
PRINTEX® HV										◐						
PRINTEX® kappa 10										◐						
PRINTEX® L6	◐		◐	◐		◐	◐	◐			◐		●			
PRINTEX® kappa 20	◐		◐	◐		◐	◐	◐			◐	◐		◐	◐	
HIBLACK® 40B2	◐		◐	◐		◐	◐	◐			◐					
HIBLACK® 420B	◐		◐	◐		◐	◐	◐		◐	◐					
HIBLACK® 40L	◐◑			◐◑		◐◑		◐◑	◐◑							
HIBLACK® 30L	◐◑			◐◑		◐◑		◐◑	◐◑							
HIBLACK® 20L	◐◑					◐◑		◐◑						◐◑		
HIBLACK® 5L	◐◑					◐◑		◐◑						◐◑		
HIBLACK® 30						◐◑							◐◑	◐◑		
HIBLACK® 300	◐◑		◐◑			◐◑		◐◑	◐◑							
PRINTEX® 30	◐◑		◐◑	◐◑		◐◑		◐◑								
HIBLACK® 30B	◐◑				◐◑		◐◑				◐◑	◐◑			◐◑	
HIBLACK® 20														◐◑	◐◑	
HIBLACK® 10	◐◑					◐◑		◐◑								
PRINTEX® G	○		○	○	○	○	○								◐◑	
HIBLACK® 150B										◐						
HIBLACK® 170	○		○	○	○	○	○									
Lamp Black 101	○	○	○	○	○	○	○	○	◐◑				○		○	
AROSPERSE 15																
PRINTEX® XE2 B	◐			◐		◐	◐	◐			◐	◐			◐	
PRINTEX® Nature	◐◑	◐◑										◐◑				

● 高黑度 ● 普通黑度 ○ 着色 ● 导电 ● 耐候稳定性 ● 补强 / 流变调节

3. 特种炭黑着色

0.5~1%的特种炭黑添加量对于生产一般的黑色产品是充足的。然而，对于有本色的塑料（例如ABS），较高的添加量则有可能是必要的。

专业术语例如黑度，着色强度和色相在描述特种炭黑在塑料中着色时被频繁使用。其定义如下：

黑度是指一个特定的特种炭黑产品所能达到的黑色浓度。被着色产品反射率越低，黑度则越高。

特种炭黑的着色强度描述其降低其它颜色组分或遮盖它们的能力。如果加入炭黑后，颜色的灰度（白色或彩色）只是轻微的变黑，被称为着色。

当使用特种炭黑对塑料着色时，炭黑不仅提供黑色还会产生色相。根据不同炭黑品种的应用，色相可能为棕相或蓝相。但是，黑色产品的色相必须按照从上方视觉观察或通过透明部分观察所得色调加以区分。

理论上，特种炭黑的黑度及着色强度随着粒径及结构的降低而增加。

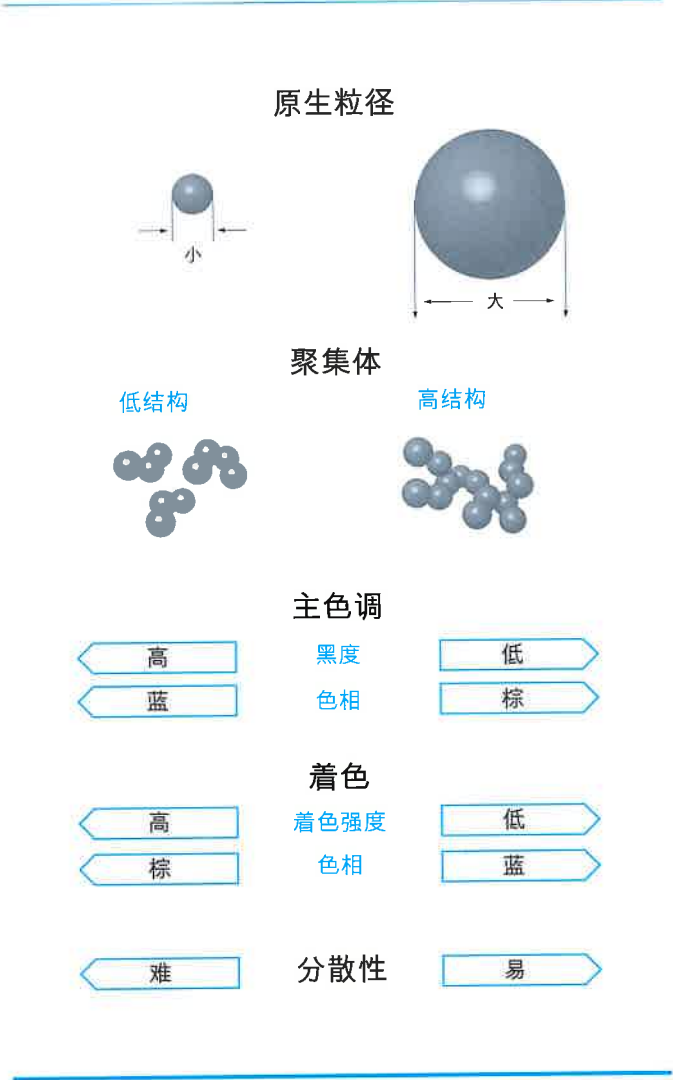
当从上方观察时，粒径小的特种炭黑显示出蓝色的色相，这样在视觉上会进一步加深黑度。同时，炭黑的结构也会对色相有所影响。一般来说，相同粒径的低结构炭黑会产生蓝色色相；高结构且粒径较大的炭黑会产生棕色的色相。

当从光源相反的方向观察颜色（例如半透明薄膜），与从上方观察相比，色相与其它参数的关系则是相反的。当从光源相反的方向观察时，薄膜会随着炭黑粒径和结构的降低显现棕色，反之大粒径且高结构的炭黑则显现出较蓝的色相。

当炭黑用于遮盖白色颜料所产生的灰度色相则与从光源相反的方向观察色调的结果一致。例如，粒径大且高结构的炭黑在调色时的灰色中显现出蓝色的色相

图1总结了炭黑的原生粒径和结构对黑度，着色强度及色相的影响。在此，炭黑的分散性是一个很重要的影响因素，在下文中会进行简要阐述。

图 1
原生粒径及结构对塑料中炭黑黑度，着色强度及色相的影响



有效的分散是得到特种炭黑最佳黑度和着色强度的前提。例如，炭黑的附聚体（由聚集体堆积而成）必须被有效及完全地打开。没有被完全打开的附聚体在光学上与类似尺寸的聚集体作用相同。

随着炭黑粒径的减小或结构的降低，炭黑的分散会变得越来越困难。

在兼顾炭黑分散性的同时，炭黑的运输形态不能被忽略。尽管粒状炭黑在清洁运输及使用上具有优势（高堆积密度，低粉尘，易计量），但是它们更难分散。

因此，对剪切强度有限或一般的塑料体系（例如PVC-P染色、类似软化剂的液态体系），应使用粉状炭黑。



4. 高分子材料的紫外防护

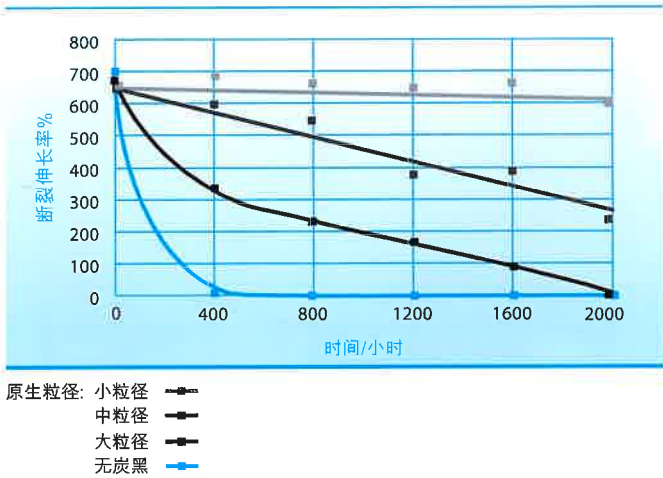
紫外防护是特种炭黑在塑料工业中的一项重要应用。基于其良好的光吸收性能，特种炭黑可以有效地防止暴露在阳光直射下的树脂产生光致氧化降解。在此方面，炭黑有如下几种功能：

- 保护塑料表面免受一定波长的光辐射
- 将光能转化成热能
- 充当稳定剂，捕捉自由基

特种炭黑的紫外防护能力取决于特定的炭黑级别，并随着炭黑的浓度增大而增强。

图 2揭示了不同原生粒径的特种炭黑的紫外防护能力。

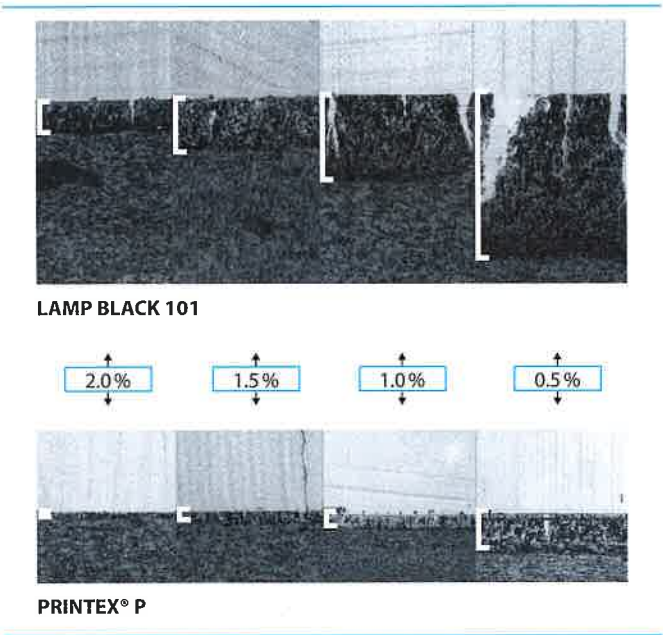
图 2
HDPE(1%炭黑)耐候性试验



从图3中可以看到特种炭黑的浓度对聚丙烯紫外稳定性的影响。被辐射破损的深度是由被光辐射的表面垂直切片取样测量的。

聚烯烃特别容易被紫外光所损坏。聚乙烯试验显示2%含量的小粒径炭黑实际上可以完全实现紫外防护的作用。为安全起见，添加量一般为2.5%。这个炭黑的添加量也符合各类欧洲法规中对食品接触制品中炭黑使用的限定，且不会明显影响塑料产品的其它性能，例如机械性能。

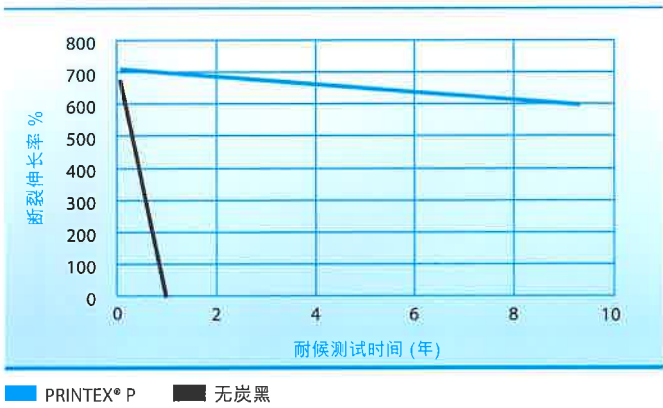
图 3
特种炭黑对聚丙烯的紫外防护
(经过3500小时Xeon设备照射的显微切片)



具有较小粒径且较容易分散的炭黑最适合作为紫外稳定剂。

高结构、中等粒径的炉法炭黑，例如PRINTEX®，PRINTEX® alpha和PRINTEX® 60完全符合充分的紫外防护及易于分散这两项要求。

图 4
添加2.5% Printex P 的LDPE 经过几年户外气候老化试验的效果



5. 高分子材料的导电应用

特种炭黑的应用能够赋予高分子材料一定的导电或抗静电性能。

树脂材料本身都具有优良的绝缘性能，在着色和紫外防护应用时，炭黑的少量加入不会改变其电性能。但是炭黑添加量一旦超过一定的浓度，电阻会急剧降低，降低10的几次方(临界)，越过临界后，电阻值会随着炭黑浓度的增减缓慢下降。

特种炭黑，例如导电炭黑PRINTEX® HV, PRINTEX® alpha-A, PRINTEX® L, PRINTEX® L 6, HIBLACK® 40 B2 and PRINTEX® XE2-B被推荐用于调整高分子材料的抗静电性能和导电性能。

必要的特种炭黑添加量取决于特种炭黑的品种，应用树脂体系、加工条件，以及具体的导电性要求。

导电树脂材料一般用于对静电敏感的电子元件的包装、电缆的导体屏蔽材料和护套料、楼面覆盖物，地毯衬垫、传送带、风管及炸药注射导管。

图5 和图6 揭示了炭黑在不同的高分子材料中对其电性能的影响。

图5
炭黑的含量对高分子材料电性能的影响

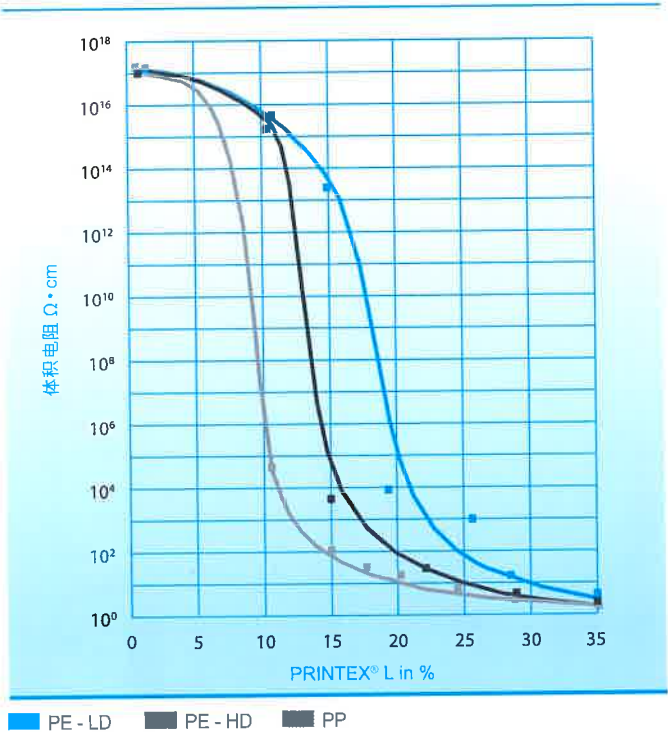
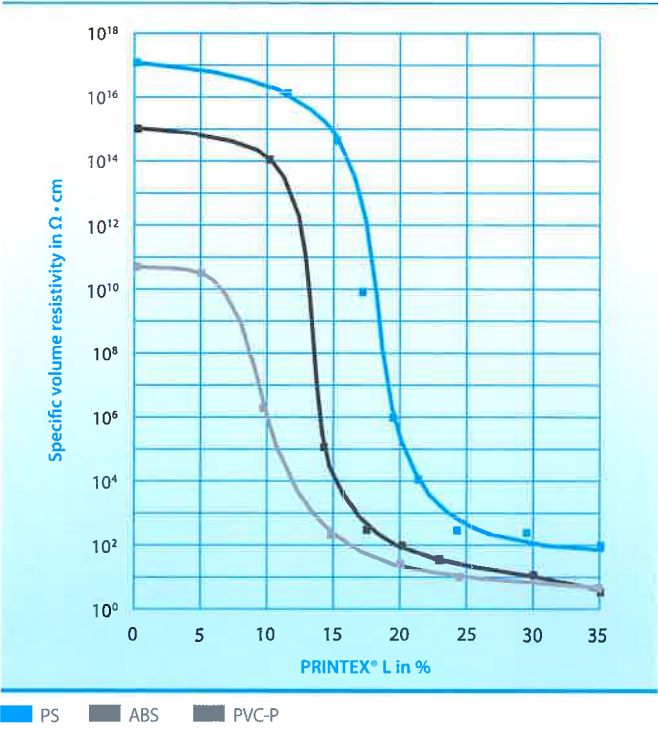


图 6
炭黑的含量对高分子材料电性能的影响



代表电阻率的电性能临界曲线取决于不同的树脂材料

不同的加工方法会导致最终产品导电性能的巨大差异 (表2)。原因主要是由于炭黑的取向现象及加工时的剪切。影响炭黑取向的重要因素为流动、冷却条件及最终产品的厚度 (表3)

表 2
不同的成型加工工艺对最终产品导电性能的影响 (特种炭黑与树脂共混)

加工成形工艺	电阻 [Ω·cm]
模压	< 10 ²
挤出	10 ³ – 10 ⁶
注塑	10 ³ – 10 ¹²
吹膜	10 ³ – 10 ⁸

表 3
冷却速度对电阻的影响 (模压成型)

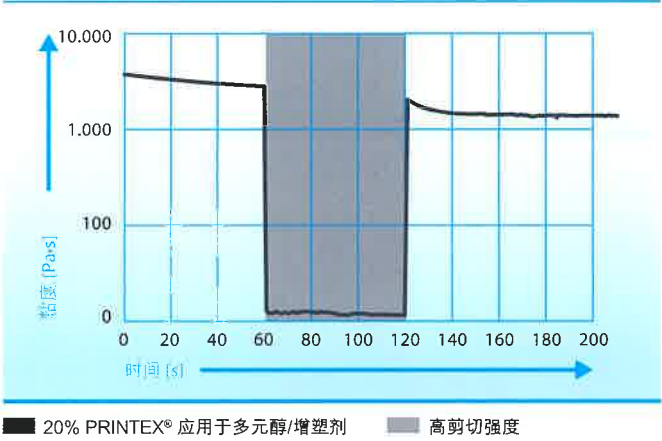
树脂	炭黑含量	电阻 [Ω·cm]	
		快速冷却	非常慢冷却
PP	10% 导电炭黑	6·10 ¹⁵	9·10 ⁵
PP	4% 超导炭黑	6·10 ²	1·10 ²
PP	3% 超导炭黑	5·10 ¹⁵	3·10 ⁶
PVC-P	20% 导电炭黑	10 ⁵ – 10 ⁸	4·10 ⁵

6. 补强及流变调节

此外，炭黑也是一种重要的助剂（原料）用于调节材料的流变和补强性能，尤其在胶黏剂和密封胶行业。

- PRINTEX®系列特种炭黑广泛应用于高科技含量的汽车挡风玻璃胶黏剂中，例如聚氨酯胶黏剂体系，且能够赋予胶黏剂卓越的抗流挂和稳定性能以助其应用。此外，另一个胶黏剂和密封胶应用的重要领域为建筑行业，比如，玻璃幕墙。在聚异丁烯胶粘剂和聚硫密封胶中，特种炭黑被普遍使用以调节其流变性。无论胶黏剂和密封胶需要优异的紫外稳定性还是需要高黑度，欧励隆公司的PRINTEX®或SPECIAL BLACK系列产品都可以被广泛应用。

特种炭黑对触变性能的影响



- 卓越的触变性能
- 在高剪切力时快速且强烈地降低黏度
- 迅捷完美的应力后黏度恢复

在不同的胶粘剂和密封胶应用体系中，可以根据不同的终端产品性能从众多的炭黑产品中选择合适的进行应用。

典型的要求有：

- 增稠性能
- 导电能力 (导电或绝缘)
- 紫外防护
- 水分含量
- 固化速度
- 良好的分散性能
- 保质期 (储存稳定性)



应用于胶黏剂及密封胶的特种炭黑

胶粘剂及密封胶体系	推荐炭黑
聚氨酯挡风玻璃用胶粘剂	PRINTEX® 3 PRINTEX® 30 PRINTEX® 60 PRINTEX® 80 PRINTEX® U
聚氨酯底涂	SPECIAL BLACK 100 SPECIAL BLACK 250
聚氨酯密封胶	PRINTEX® 3 PRINTEX® 30
PVC和PMMA车身密封塑溶胶	PRINTEX® 60 PRINTEX® U
聚硫及聚异丁烯密封胶	PRINTEX® 300 PRINTEX® 30
导电胶粘剂及密封胶	PRINTEX® XE2-B PRINTEX® L 6 PRINTEX® L



在聚氨酯密封胶体系中不同炭黑的优势

炭黑	在PU中的优势
PRINTEX® 3	强增稠，低吸水，易分散，紫外防护
PRINTEX® 30	增稠，低吸水，紫外防护
PRINTEX® 60	强增稠，抗流挂，良好的紫外防护
PRINTEX® 80	超强增稠，卓越的紫外防护
PRINTEX® U	强增稠，紫外防护，绝缘
PRINTEX® XE2-B	高导电，超强的增稠，良好抗流挂

