

MICHELMAN 麦可门®

Hydrosize®

纤维浸润剂和复合材料

提高复合材料性能

——优化纤维与聚合物间的界面附着力



纤维浸润剂的作用

浸润剂配方是由多种化学原材料组成的混合物，一般(但并不绝对)用水进行稀释。纤维生产厂商使用浸润剂来涂覆或浸润(上浆)他们的纤维产品。

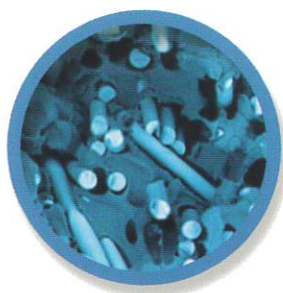
浸润剂的化学特性有助于提高或改善复合材料的机械性能，包括抗冲击性、拉伸强度和耐疲劳性，以及复合材料自身的化学性质，如抗腐蚀，耐水解性，耐热性和耐油性。

每家纤维生产商都开发其专用的浸润剂配方(Know-how)，并通过使用该浸润剂使纤维最大程度地满足其目标应用的要求。

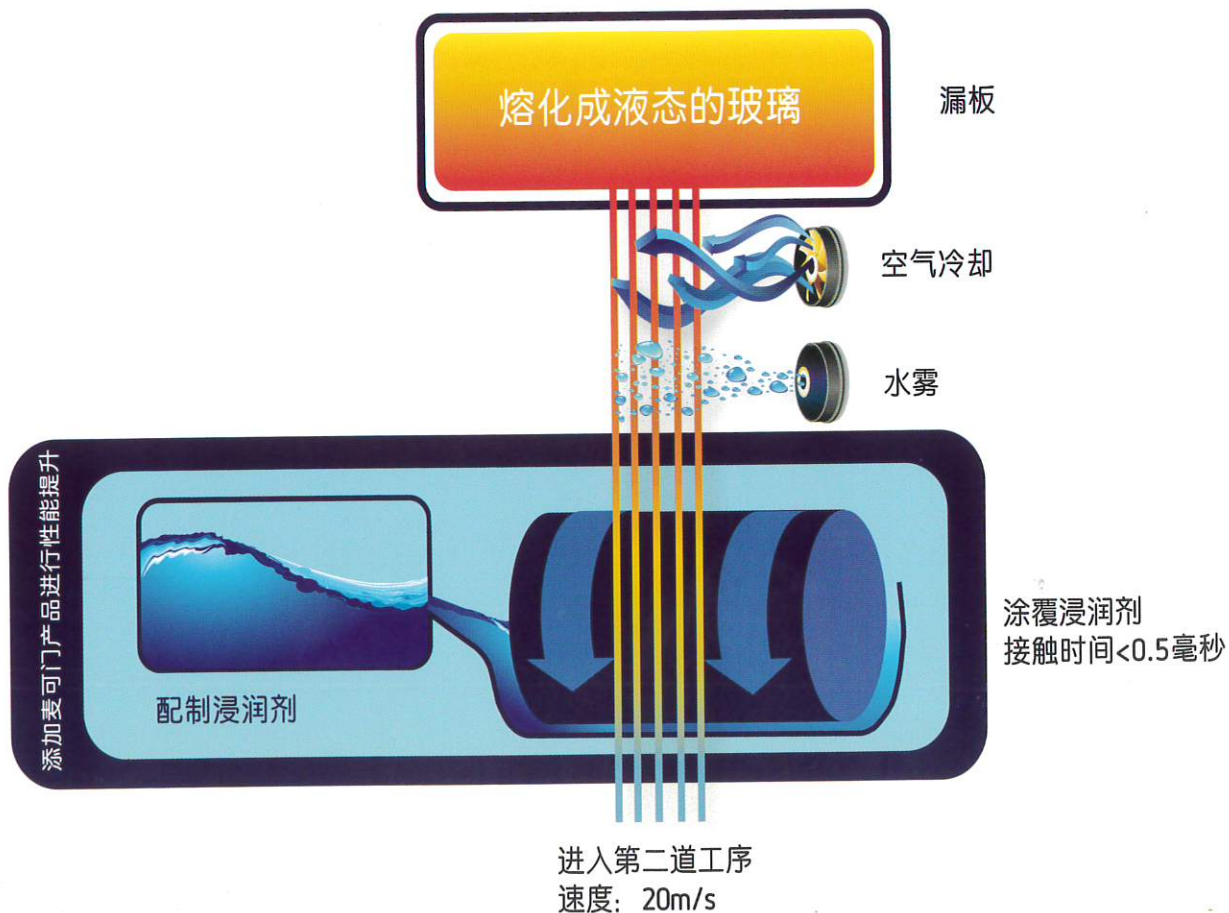
浸润剂通常是由一种或几种已溶解、乳化或水分散体的主成膜剂、偶联剂、润滑剂和一系列添加剂(包括表面活性剂，增塑剂，防静电剂，附着力促进剂，消泡剂，流变改性剂)等组成。



添加
Hydrosize®产品
优化的附着力



未添加
Hydrosize®产品
较差的附着力



Hydrosize® 浸润剂: 玻璃纤维生产示意图

主成膜剂

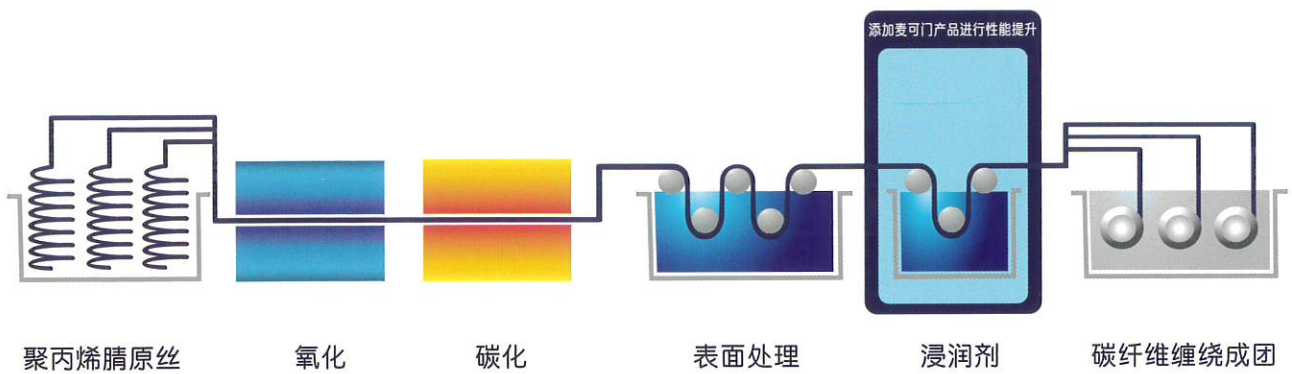
以固含量计算，主成膜剂在一般浸润剂配方中的含量高于70%，而且必须在整个浸润剂配方中保持稳定。

它改善了纤维的工业化制造生产工艺。在纤维的生产过程中，每个“接触点”都是潜在的纤维断裂点。这些接触点无法避免，因此就采用成膜剂来保护纤维在操作过程中免受损坏，最大程度提高纤维加工的效率。

对于最终复合材料产成品的性能，涂覆于纤维表面的主成膜剂扮演着极为重要的角色，例如为纤维和树脂基体提供更强的附着力、更好的机械性能、耐化学、防水性能以及热稳定性。

麦可门开发了一系列专门用于纤维工业制造过程中的主成膜剂、粘结剂和润滑剂产品，这也解决了该行业面临的特殊挑战。

我们的浸润剂解决方案涵盖了短切和连续的玻璃纤维、碳纤维、天然纤维以及特种纤维等。



Hydrosize®浸润剂：碳纤维生产示意图

选择正确的纤维浸润剂至关重要：Hydrosize®

如果浸润剂只是为了提高纤维的生产可加工性，那么一个浸润剂配方可以应用于各种场合和不同产品。

然而，浸润剂从本质上影响到纤维的生产和后段加工处理工艺，并对纤维表面和复合材料的基体树脂之间的界面性能有显著影响。因而“正确”的浸润剂必须使纤维与基体树脂相容，这在很大程度上是通过控制纤维表面浸润剂的化学成分而达到的。

复合材料正在快速改变着我们在汽车、运输工具以及传统能源，或者更广泛地说，它正在解决许多领域内有关强度最大化与重量最小化之间矛盾的问题，这也是复合材料应用非常广泛的原因之一。

在制造复合材料的过程中，浸润剂的作用是非常关键和复杂的。

麦可门拥有专业的浸润剂配方技术，同时也致力于满足最终用户对纤维生产厂家所提出的对于各种纤维不同应用的浸润剂需求。

麦可门Hydrosize®系列浸润剂解决方案涵盖了短切和连续的玻璃纤维、碳纤维、天然纤维等。这些纤维被广泛地应用于各种复合材料中。

增强纤维

复合材料的结构性能主要来源于其纤维强化程度。在复合材料中，纤维提供高张力，从而优化最终产品的性能，例如在产品轻量化的同时提高材料的强度和硬度。

当前，用来增强聚合基体复合材料的纤维有许多种类。最常用的为玻璃纤维(无碱玻纤，高强度玻纤等)以及碳纤维。根据最终应用的不同，会选择不同的纤维来与基体结合。

纤维种类	描述	分类型	密度	拉伸强度 Mpa	杨氏模量 Gpa
玻璃纤维	玻璃纤维是应用于复合材料中最常见的增强材料。它基于硅酸盐，并带有大量钙、镁以及硼的氧化物。虽然它不如碳纤维的强度和硬度，但它不易碎且具有较好的抗冲击度。根据不同种类的纤维类型、纤维直径、化学基质和成膜剂，可实现不同种类和不同程度的性能。	无碱玻纤 (E玻纤)	2.55	3500	72
		高强度玻纤 (S玻纤)	2.49	4200	84
碳纤维	碳纤维主要有两大类。一种为聚丙烯睛基碳纤维(PAN)，另一种为沥青基碳纤维。而聚丙烯睛基碳纤维的应用是比较广泛的，它可达到多种性能需求，包括优异的强度-1,000 ksi(6,900Mpa)以及高硬度。碳纤维以“束”的形式存在，通常为一捆有序排列的碳丝。12K束的碳纤维拥有12000根碳丝，以模量为单位进行售卖。	碳纤维HS	2.49	3500-5000	230
		碳纤维IM	1.78	5200-6000	290
		碳纤维HM	1.76	3500-4000	400
玄武岩纤维	该纤维基于火山玄武熔岩，可提供与S级玻纤相似的性能，价格介于S玻纤和E玻纤之间。因此在一些过度设计的碳纤维应用中，它可成为一款经济型替代品。		2.70	3000-4800	100
芳纶纤维	芳纶纤维是一种人工制造的有机聚合物，是通过在液体化学混合物中纺丝而成。这种亮黄色固体纤维丝拥有高强度以及低密度，为最终产成品提供了极其优异的强度。该纤维制品对于抗冲击应用的表现十分出色。较低模量的产品广泛用于防弹行业。	芳纶 LM	1.44	3500	60
		芳纶 HM	1.44	2900	120
天然纤维	对于天然纤维在技术复合材料中的应用，目前已成为了行业深入研究的话题。许多汽车复合材料已经开始使用天然纤维，主要集中在聚酯与聚乙烯应用领域以及一系列麻制品。而使用天然纤维的主要因素是成本、轻量化以及环保问题(可再生能源)。	亚麻	1.4-1.5	500-900	50-70
		大麻	1.4-1.5	300-800	30-60
		黄麻	1.4-1.5	200-500	20-55
其它纤维	越来越多的高性能纤维开始投入商业应用。这些纤维包括聚合纤维，例如伸展链聚乙烯-硼纤维，以及硅酸盐纤维，例如碳化硅和氧化铝等。这些纤维主要针对一些特殊应用，需要通过使用正确的纤维浸润剂来转化其在最终产成品中的性能。				

聚丙烯增强复合材料的纤维浸润剂

最初用于聚丙烯增强的纤维浸润剂，其主成膜剂是低分子量的马来酸酐接枝聚丙烯共聚物分散体。这些分散体相对容易制作，同时能和用于制作复合材料的聚丙烯(PP)基体以及偶联剂很好地相容。

近年来，玻璃纤维生产商首选高分子量的马来酸酐接枝聚丙烯共聚物分散体作为主成膜剂，尤其是针对短切纤维。

一般而言，马来酸酐接枝聚丙烯共聚物的分子量越高，其可达到的机械性能就越出色。

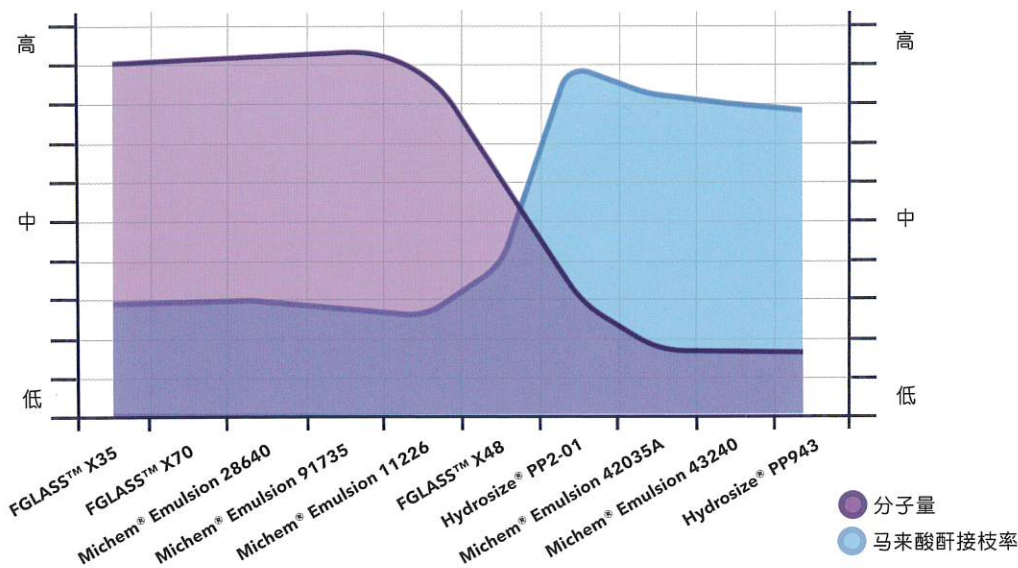
同时，麦可门乳液还能够提供优异的耐水解性能。

麦可门提供多款低挥发性有机物(VOC)产品，以满足汽车生产商对于降低材料有害物排放方面的需求。

产品名称	机械性能	耐水解	颜色	气味	分子量	接枝率	短切纤维	长纤维
FGLASS™ X35	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●	●●●	●
Hydrosize® PP2-01	●●●	●●	●●	●●	●	●●●	●	●●●
Hydrosize® PP247	●●	●●●	●●●	●	●●●	●	●●	●
Michem® Emulsion 91735	●●	●●	●●●	●●	●●●	●	●●	●●

可登陆麦可门官方网站 michelman.com 了解更多产品信息

马来酸酐接枝聚丙烯乳液的主要特性



增强聚丙烯的长纤(LFT)浸润剂参考配方

重量%..... 5%
共计..... 100 Kg

成份	固含量 (%)	重量 (%)	重量 (kg)
硅烷偶联剂	62%	5%	0.40
FGLASS™ X48	35%	80%	11.43
Hydrosize® PP2-01	40%	15%	1.88
去离子水	0%	0%	86.29
		100%	100.00

增强聚丙烯的短切纤维浸润剂参考配方

重量%..... 10%
共计..... 100 Kg

成份	固含量 (%)	重量 (%)	重量 (kg)
硅烷偶联剂	62%	10%	1.61
FGLASS™ X35	35%	85%	24.29
润滑剂	100%	5%	0.50
去离子水	0%	0%	73.60
		100%	100.00



聚酰胺增强复合材料的纤维浸润剂

麦可门Hydrosize®系列水性聚氨酯分散体作为浸润剂配方中的主成膜剂，应用于聚酰胺(尼龙PA)和聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)的纤维增强。Hydrosize系列的产品基于脂肪族异氰酸酯化合物，该化合物能提供更好的颜色以及维持颜色稳定性。

Hydrosize®聚氨酯水性分散体与聚酰胺具有很好的兼容性，同时，该水性聚氨酯分散体在最终制造复合材料过程中能很好地与树脂反应。

它们能够与硅烷以及其它许多添加剂稳定共存。其中一些产品能够提供软链段，最大程度提高耐水解作用和热稳定性。所有Hydrosize®聚氨酯分散体都是非溶剂型的且不含烷基酚聚氧乙烯醚(APE)。

麦可门拥有创新的技术和专业的经验，致力于为您提供应用于PA/PBT的纤维浸润全系列解决方案。

Hydrosize®	机械性能	耐乙二醇	耐高温	符合欧洲食品接触规定	原丝集束性	短切原丝	长纤增强热塑性	PA
U2023	●●	●●	●●●	是	●●	●●●	●●	●
U5-01	●●●	●●●	●●●		●●●	●●●	●	●
U5-02	●●	●●●	●●●	是	●●	●●●	●●	●
U6-01	●●	●●	●●		●●●	●●	●●●	●
U8-02	●●	●●	●●	是	●●	●●	●●●	●
Link U470	●●●	●●●	●●●		●●●	●●●	●	●
Link U480	●●●	●●●	●●●		●●●	●●●	●●●	●

可登陆麦可门官方网站michelman.com了解更多产品信息

尼龙(PA)增强的短切玻璃纤维浸润剂参考配方

重量%..... 10%
共计..... 100 Kg

成份	固含量 (%)	重量 (%)	重量 (kg)
硅烷偶联剂	62%	10%	1.61
Hydrosize® U5-01	55%	85%	15.45
润滑剂	100%	5%	0.50
去离子水	0%	0%	82.43
		100%	100.00



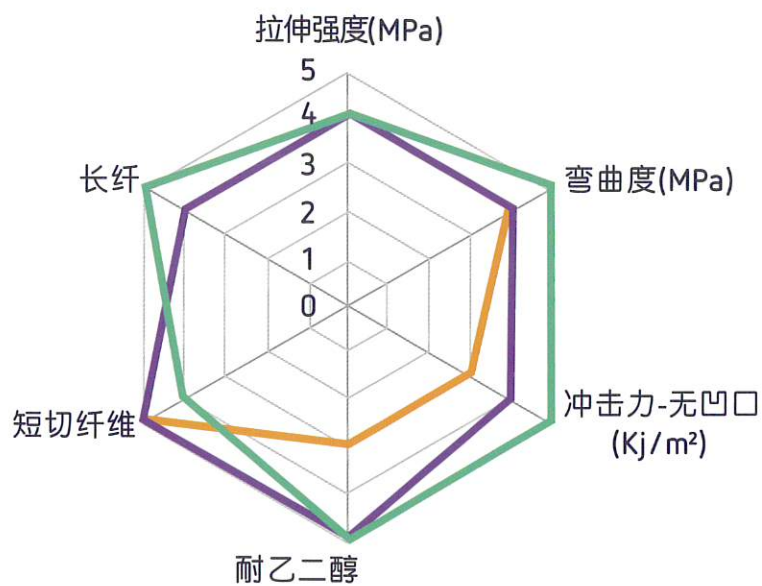
聚酰胺增强复合材料的纤维浸润剂

Hydrosize® Link

Hydrosize® Link是一系列聚氨酯主成膜剂，用于提高纤维与聚氨酯树脂基体的反应性能。在纤维制造过程中添加这一高性能浸润剂，它将在复合过程中活化。

Hydrosize® Link系列产品是麦可门对特殊聚氨酯纤维浸润剂的致力研究和开发成果。该纤维浸润剂能够为复合材料提供极其优异的防水、耐乙二醇以及耐高温性能。

树脂兼容性		
PPA/PPS	PET	环氧
	●	
●		
●		
		●
●		
●		



- Hydrosize® U5-01
- Hydrosize® Link U470
- Hydrosize® Link U480

尼龙(PA)增强的长纤维玻璃纤维浸润剂参考配方

重量%..... 10%
共计..... 100 Kg

成份	固含量 (%)	重量 (%)	重量 (kg)
硅烷偶联剂	62%	5%	0.40
Hydrosize® U6-01	30%	85%	14.17
润滑剂	100%	10%	0.50
去离子水	0%	0%	84.93
		100%	100.00

高温环境树脂增强的纤维浸润剂

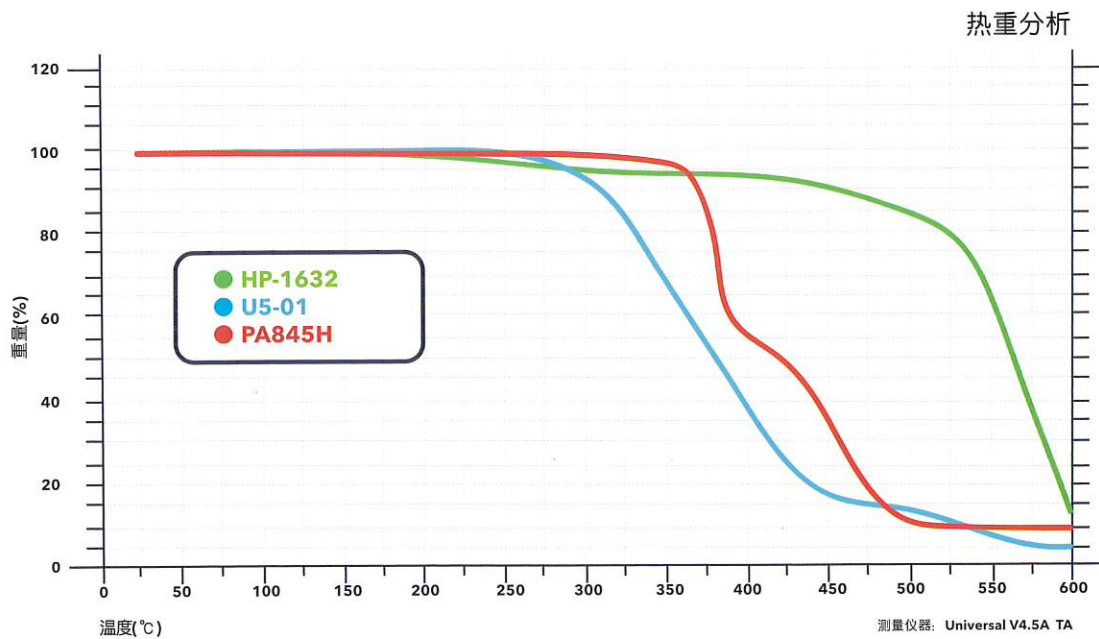
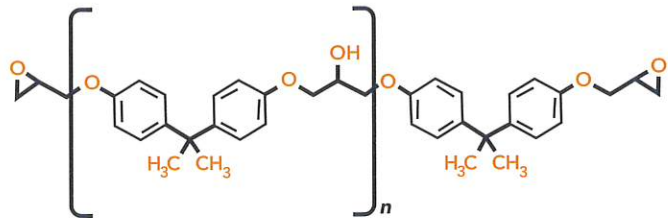
许多复合材料需要经过高温处理工艺或是用于高温环境中。这些高温应用通常要使用耐高温聚酰胺(尼龙), 聚酰亚胺、聚苯硫(PPS)、聚醚醚酮(PEEK)或聚芳醚酮(PAEK)树脂等。

如果浸润剂不能承受从纤维制成到复合材料过程中的高温环境, 那么它就会在复合材料生产过程中或使用过程中分解。

这就导致纤维和复合材料的接触界面性能很差, 同时在复合材料表面会生成很多由于气体排出导致的细小微孔。这两种情况都会使得复合材料机械性能的降低甚至导致复合材料生产的失败。

以聚酰亚胺为基础的Hydrosize® HP-1632是麦可门特别针对高温应用环境而研发的纤维浸润剂。其初始降解温度达到500摄氏度以上, 而且它的热稳定性极高, 可以和具有高耐温性能的树脂材料相匹配。

树脂兼容性				
Hydrosize®	PEEK	PEI	PPS	PPA
HP-1632	●	●	●	
PA845H	●			●
U5-01	●		●	●



热固性树脂增强的纤维浸润剂

通过特有的专利工艺, 麦可门在生产高分子量环氧分散体的过程中不含有任何溶剂成份。该系列环氧分散体能够作为环氧树脂、热塑性聚酯以及不饱和热固性聚酯的纤维浸润剂。它们需在部件合成或预浸处理前被应用于纤维或织物上。

树脂兼容性		
产品名称	环氧	酯类
Hydrosize® EP834	●	
Hydrosize® EP876	●	
Hydrosize® EP871	●	
Hydrosize® HP-302	●	●
Hydrosize® U2022		●
Hydrosize® U2023		●
Hydrosize® U2-04		●
Hydrosize® U10-01	●	
Hydrosize® U6-01	●	
Hydrosize® PA845H	●	
U-Nyte™ Set 201	●	

可回收碳纤维增强的纤维浸润剂



在航空领域增加碳纤维的使用，导致先前由环氧上浆的纤维回收料大量产生



资源回收利用和环境可持续性发展



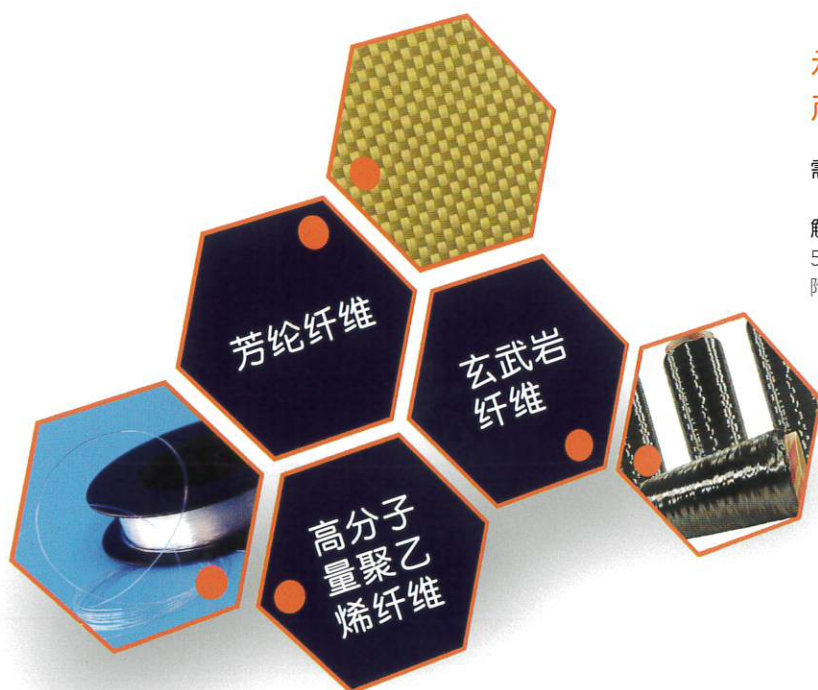
麦可门
Hydrosize®解决方案

Hydrosize®	树脂兼容性	是否过度浸润 (基于环氧浸润剂)	主要特性
U2-04	PA, PC和酯类	是	与环氧树脂兼容。若纤维已进行了一次浸润——促进与聚酰胺、聚酯和乙烯酯等基材的界面附着力，该聚氨酯分散体仍能够进行纤维的二次浸润，以达到目标需求。
HP3-02	PA, PC和酯类	是	该苯氧基分散体主要提高碳纤维与高分子聚碳酸酯/PBT的兼容性。
PA845H	PA, PC和酯类	是	该独特的分散体在耐高温聚酰胺(PPA)的应用中表现出色。
HP-1632	PA, PC和酯类	是 (对达到最佳性能的效果不理想)	该产品在耐高温应用中表现优异。

特种纤维浸润剂

麦可门开发并生产一系列丙烯酸分散体以及天然/合成蜡分散体。它们为各种合成纤维提供不同需求的性能，包括高分子量聚乙烯纤维、玄武岩纤维和芳纶纤维等。

例如，聚乙烯(PE)和石蜡乳液提供附着力控制性能；石蜡和微晶蜡乳液提升防水、抗潮湿、抗水汽以及臭氧阻隔性能；棕榈蜡乳液则可以作为抗滑和抗回粘的助剂使用。



示例：高分子量聚乙烯合成纤维的产品解决方案

需求：提升高分子量聚乙烯纤维与TPU之间的附着力

解决方案：麦可门推荐使用Michem Prime 2960和5931产品提升高分子量聚乙烯和TPU树脂之间的界面附着力。



对自然环境和业务环境
提供可持续发展解决方案

工业纺织品/预浸料纤维织物的解决方案 有哪些纤维类型?

- 除了纤维素，纤维可以是连续的也可以是短切的。
- 在一件纺织物中，可以存在许多种纤维类型。例如：增加强度的碳纤维和提升柔韧性的芳纶纤维。
- 每一种纤维类型都需要特定的纤维浸润剂和粘结需求。

天然纤维



竹纤维



玻璃纤维



碳纤维

合成纤维(结构性纤维)



市场/客户优势

- 通过对纤维和纤维织物的表面改性能够快速满足在各大工业纺织品领域的应用需求，提升性能。
- 通过表面改性，能够提高在纤维过滤中的空气质量，并且大幅减少无纺布的重量，从而降低能源损耗。
- 在纤维浸润和表面改性领域，直接且快速满足市场/客户需求成为了麦可门的核心竞争力。
- 针对纤维织物合成/预浸处理，我们致力于为客户提供麦可门多年的技术经验和创新解决方案。

表面涂层效果

- 耐化学性
- 防水性
- 耐磨擦和耐磨损性
- 润滑性/清爽性
- 抗滑性
- 强度
- 附着力
- 弹性/悬垂性
- 可调整摩擦系数
- 手感/柔软度



聚合物



玄武岩纤维

聚酰胺(尼龙)纤维

聚酯纤维

芳纶纤维

麦可门服务的主要行业

