



应用信息  
环氧体系用助剂

## 目录

03 环氧体系应用介绍

04 消泡

06 润湿和分散

08 流变助剂

11 表面助剂

12 偶联剂

14 加工助剂

19 环氧体系助剂推荐

## 环氧体系应用介绍

环氧树脂广泛应用于各类产品。这一方面是由于其原材料高度商业化, 极易获取, 另一方面得益于其独特的性能如:

- 优良的电绝缘性能
- 出众的附着力
- 绝佳的耐化学品性能
- 良好的机械性能

可以通过选择树脂和固化剂体系对上述性能进行调整, 其它原材料的选择如填料、增强组份、助剂也进一步的影响其性能。通过选择不同的原材料, 环氧体系可以用于制造增强产品如风力叶片、管道、汽车部件和运动产品(如滑雪板、冲浪板), 也可用于非增强应用如地坪、矿物填充浇注、腻子、涂料、胶粘剂, 以及电气浇注和绝缘用树脂。

环氧体系应用广泛, 施工技术也各有不同: 增强部件可以采用手糊、RTM 或者真空导入技术, 非增强体系则可以采用浇注或喷涂技术。

了解更多  
助剂和技术详情,  
请联系我们  
[Thermosets.BYK@altana.com](mailto:Thermosets.BYK@altana.com)

## 消泡

在环氧系统料的生产与应用中常有夹带气泡的问题。特别是高触变、假塑型的配方体系或是很厚的湿膜涂层时消泡更加困难。这些气泡最终会导致针孔，产生更多的孔隙而大幅降低制品的整体性能。消泡剂以及脱泡剂能够防止：

- 胶衣鼓泡
- 针孔
- 电子浇注料中失去绝缘性
- 弱化材料结构
- 不良的外观
- 制品中的孔隙

在生产或混合过程的伊始就将消泡剂加入到树脂或固化剂中。这能确保在生产的每个阶段以及在使用前将树脂与固化剂混合的过程中就使脱泡剂在起作用。

### 无溶剂双组份环氧浇注体系的消泡

未添加助剂

添加 1% BYK-A 530

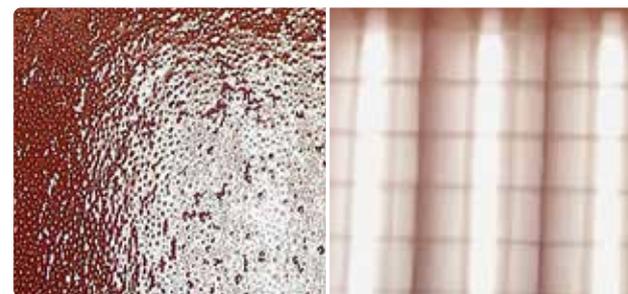


图.01

### 消泡剂起作用的三个阶段

阶段一

阶段二

阶段三

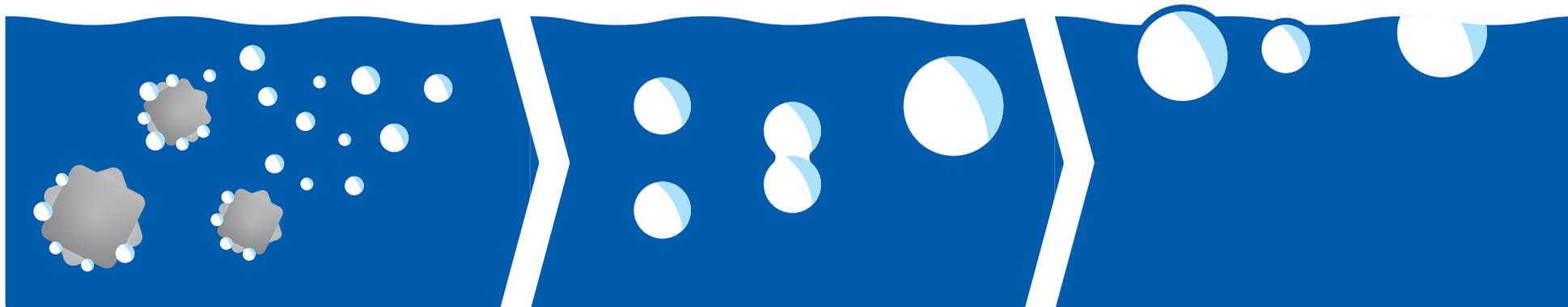


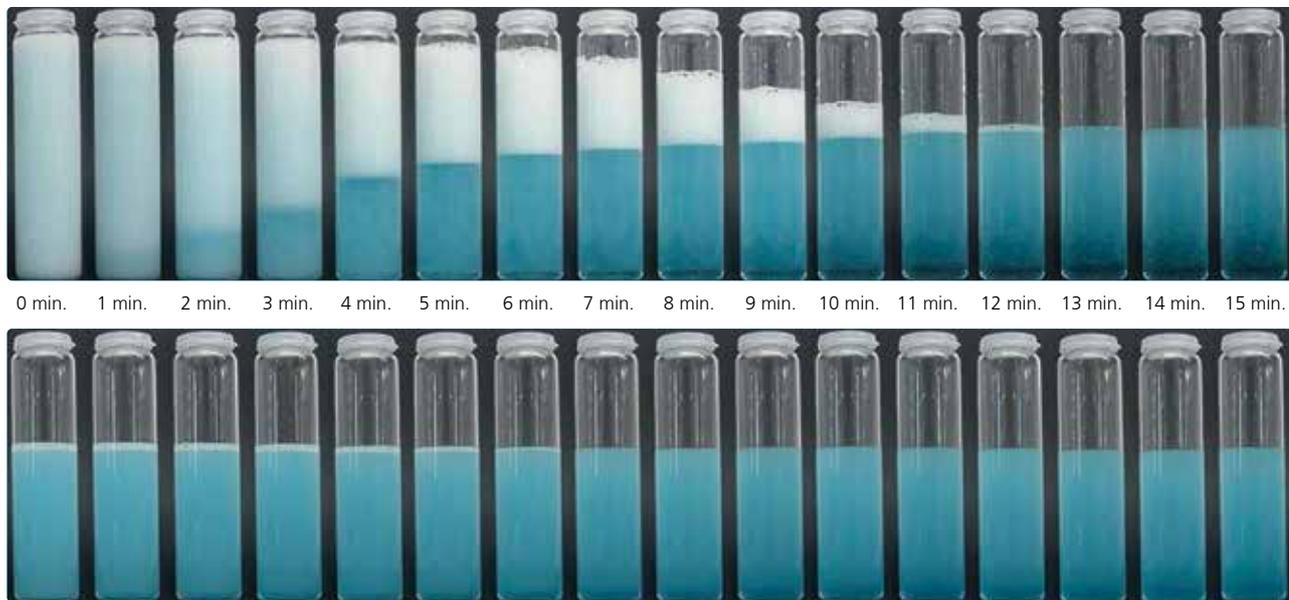
图.02

消泡剂和脱泡剂可以是(改性)的聚硅氧烷类或是不含有机硅类的聚合物类, 以及两者的混合物。某一聚合物是否可以破坏泡沫取决于该产品在液体介质当中的相容性和溶解性。所有的消泡剂和脱泡剂必须具有一定程度的不相容性, 在相容与不相容之间取得精确的平衡。而这是通过调整分子量和/或聚合物结构的极性获得的。

有些助剂是专为一些特定要求设计的。如饮用水, FDA, AgBB, PIM 高压和有透明要求的应用领域。随着法规的变化, 请参阅我们网站上的相关文件或联系我们的产品安全部门。

## 生产后的消泡效果

### 空白



0.3% BYK-1788

### 用于防止夹带空气、泡沫和针孔的助剂

体系	产品	说明
有机硅	BYK-077	十分有效, 通用
	BYK-A 525	通用
	BYK-S 732	无溶剂型, 通用
不含有机硅的聚合物 *	BYK-1788	无 VOC
	BYK-1790	无溶剂型, 用于食品接触 (PIM)
	BYK-A 501	通用
有机硅/聚合物混合	BYK-A 530	环氧用最佳脱泡剂
	BYK-P 9920	无 VOC, 具有纤维润湿性

表.01

\* 注: 不含硅的助剂产品应加入胺组份中使用

## 润湿和分散

生产含颜填料的环氧体系中最重要的一步就是固体颜料(和填料)在液相的基料溶液中的均匀分布。如果这一步骤(研磨)不够理想,就会产生许多诸如絮凝,浮色发花(颜料分离)和沉淀以及流动性差之类的缺陷。

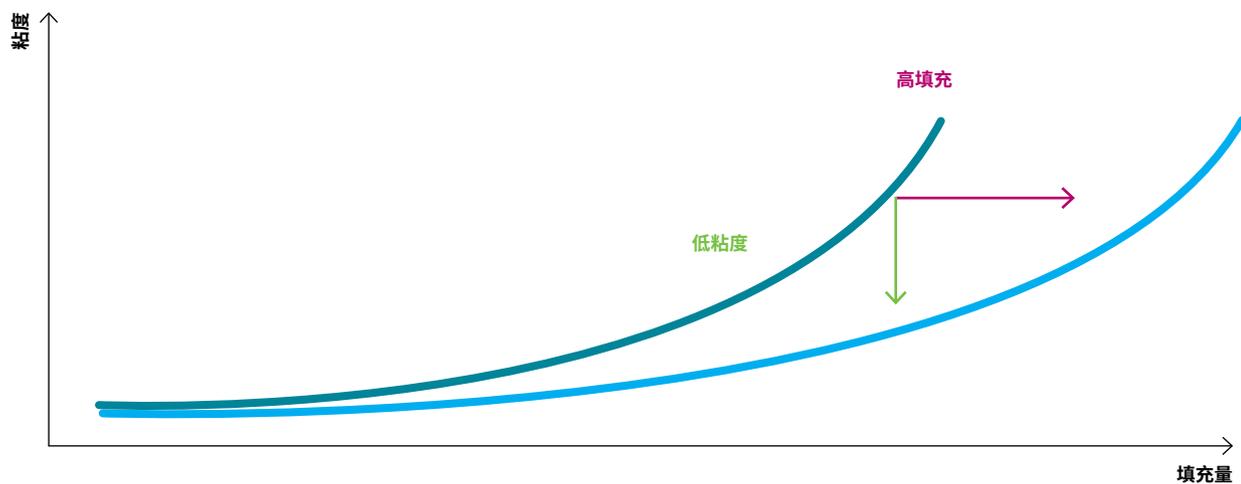
润湿分散剂加速了固体颗粒的润湿并稳定已润湿分散好的粒子,具有以下作用和优点:

- 降低粘度
- 改善流动
- 提高填料量
- 降低填料沉淀
- 颜色均匀

使用润湿分散剂能够获得较低的粘度。粘度低了,就可改善流动或提高填料填充量。(图 4)

助剂的正确选择取决于原材料及应用的要求。不同种类的填料需要不同的润湿分散剂(图 6 和图 7)。润湿分散剂与消泡剂结合使用能提高最终效果。

### 润湿分散剂: 更低的粘度或更高的填充量



● 未添加助剂 ● 添加润湿分散剂

图.04

### 在以石英砂填充的浇注料中添加 BYK-W 985 改善流动性

未添加助剂

2 % BYK-W 985 基于树脂

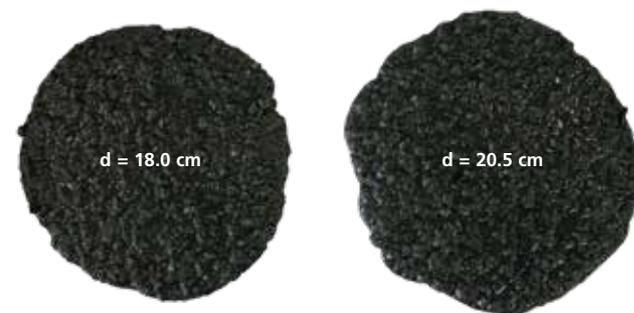
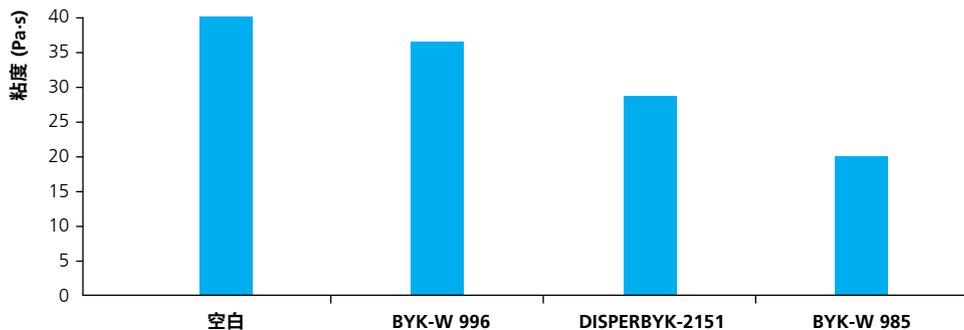


图.05

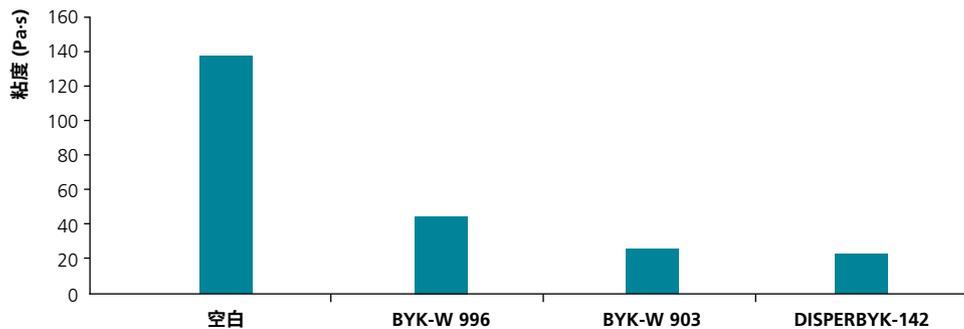
## 降低石英砂混合料粘度



助剂用量:1% 基于填料

图.06

## 降低氢氧化铝混合料粘度



助剂用量:1% 基于填料

图.07

## 不同填料时降低混合料粘度产品推荐

填料类型	产品
石英砂	BYK-W 985 ● DISPERBYK-2151 ○
碳酸钙	BYK-W 996 ● BYK-W 985 ○
多聚磷酸铵	BYK-W 903 ● BYK-W 996 ○
氢氧化铝	DISPERBYK-142 ● BYK-W 903 ○
硫酸钡	BYK-W 985 ● BYK-W 996 ○

● 第一推荐 ○ 第二推荐

表.02

## 润湿分散剂推荐

应用	产品	说明
大幅降低粘度	BYK-W 903	对 APP 非常有效, 适用于酸酐体系
	BYK-W 985	非常有效, 通用
	BYK-W 996	对碳酸钙非常有效
	DISPERBYK-142	对 ATH 非常有效
降粘并防止沉降	BYK-W 980	非常有效, 通用
稳定颜色, 降低粘度	BYK-9076	在环氧树脂中非常稳定 即使在高添加量下
	DISPERBYK-2151	
	DISPERBYK-2152	
防止沉降	ANTI-TERRA-204*	适用于胺类固化剂
	BYK-W 940	通用

\* 具有较高胺值的助剂, 如 ANTI-TERRA-204, 当用于环氧树脂组分时会导致粘度增加

表.03

## 流变助剂

流变性对环氧树脂体系带来诸多影响,如流动性,脱泡,流挂和沉降等。此外,在将树脂与固化剂混合后,由于组分的混合比例和极性,环氧树脂体系的流变特性会受到很大影响。因此无论是单个组份的流变设计还是最终体系的流变特性都十分重要。毕克化学可提供不类型的流变助剂来调整流变性:

- 液体流变剂
- 固体流变剂
- 触变增效剂

所有这些产品都可用于调整流挂和/或沉降性能。低剪切下的高粘度产生的高屈服值可大大降低沉淀或流挂。使得应用时的适用期更长,沉淀更少,抗流挂性更好。

储存期间,体系中的颜料和填料会沉淀形成硬沉淀,难以再次分散。这取决于填料的种类、填充量和储存条件(如温度)。

在斜面或立面上进行厚膜涂层作业时会出现频繁的滴胶和流挂现象。

### 液体流变助剂

液体流变剂自身就有足够的流变效果,用来调整防沉和抗流挂性能。既可加到环氧树脂中,也可加到固化剂中。

这类助剂就有 RHEOBYK-7410 ET 和 RHEOBYK-430这样的产品。

RHEOBYK-7410 是脲改性的,能够形成很强的三维网络结构而产生触变。

RHEOBYK-430 是基于带有相容性基团的(烷基和聚醚部分)的改性聚酰胺,以优化加入方式和流变活性。它产生的是假塑性流动。

### 固体流变助剂

固体流变剂主要用于防止沉淀。它在单个粒子间建立网络,易于添加。

与触变增效剂(如 RHEOBYK-R 605, RHEOBYK- R 607)正确搭配使用也具有优异的抗流挂效果。

GARAMITE-1958 和 GARAMITE-7305 是基于混合矿物技术(MMT)的固体流变剂。可方便的加入到环氧树脂和固化剂中。



流挂



沉淀

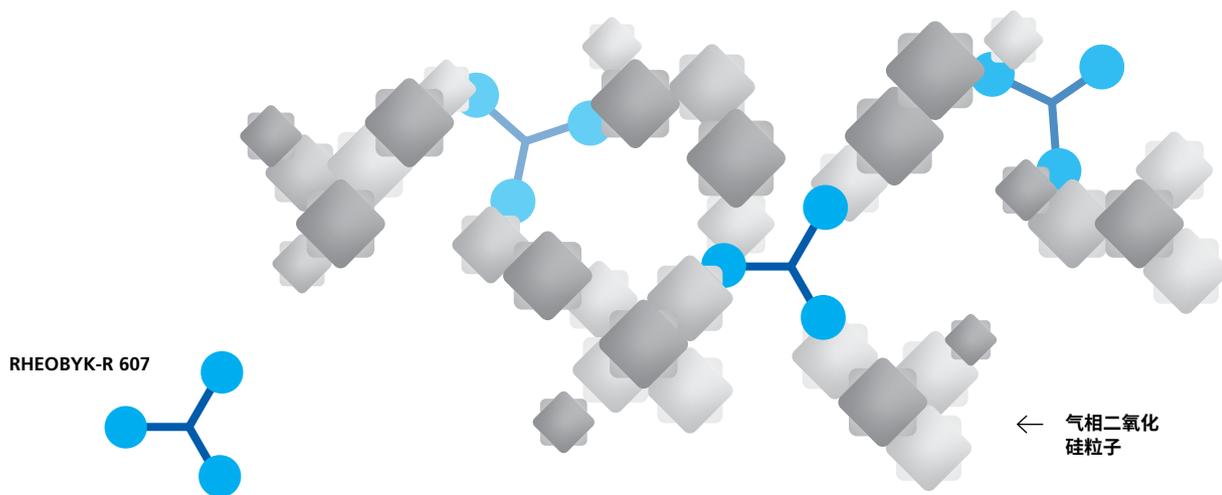
### 触变增效剂

要想获得最佳可操作性同时具备高抗流挂性，则要将体系的流变特性调整到最佳状态，通常会用到矿物或气相二氧化硅。然而问题是当将胺类固化剂添加到含有气相二氧化硅的环氧树脂中后，体系粘度会自然下降。将改性的固体流变剂，特别是GARAMITE-7305，或亲水性气相二氧化硅用于树脂，和加入了 RHEOBYK-R 607的固化剂结合使用能够防止这一现象的发生。

RHEOBYK-R 607 能够提高固体触变剂的网络密度而产生更好的抗流挂效果。

更多的好处是与使用疏水性气相二氧化硅相比夹带的气泡更少。

### RHEOBYK-R 607 – 作用模式



多官能团有效提升固体触变剂网络

图.08

### VCT – 粘度控制技术

粘度控制技术是一种新的工艺技术，使环氧体系具有特定的流变特性。在加工一章中有具体解释。

### 使用 RHEOBYK-R 607 搭配基于混合矿物技术 (MMT) 的助剂具有更高的抗流挂性

空白

添加了助剂



图.09

## RHEOBYK-R 607 – 夹带的气泡少

疏水性气相二氧化硅

亲水性气相二氧化硅 + RHEOBYK-R 607



图.10

流变剂推荐

产品类别	产品	说明
液体流变助剂	RHEOBYK-7410 ET	抗流挂, 防沉降
	RHEOBYK-410	
	RHEOBYK-430	防沉降, 适用于酸酐体系
固体流变剂	GARAMITE-7305	抗流挂, 防沉降, 推荐与 BYK-R 607 共用
	GARAMITE-1958	防沉降
触变增效剂*	RHEOBYK-R 605	防沉降, 用于环氧树脂
	RHEOBYK-R 607	抗流挂, 防沉降; 仅限于胺固化剂中

\* 与气相二氧化硅或基于 MMT 的固体流变剂共用

表.04

## 表面助剂

当在底材表面涂布环氧体系时,可能出现诸如缩孔、贝纳德漩涡、针孔、桔皮等各类表面缺陷。

影响这些缺陷的一个非常重要的指标是表面张力,或者更具体的,表面张力的差别。下列助剂可以用于防止发生这些缺陷或减小表面张力的差别。

### 易清洁

根据环氧系统料的应用场合,可能接触到各种类型的污染,如粉尘、油脂,需要快速、方便并且经济的除去以节省维护费用。

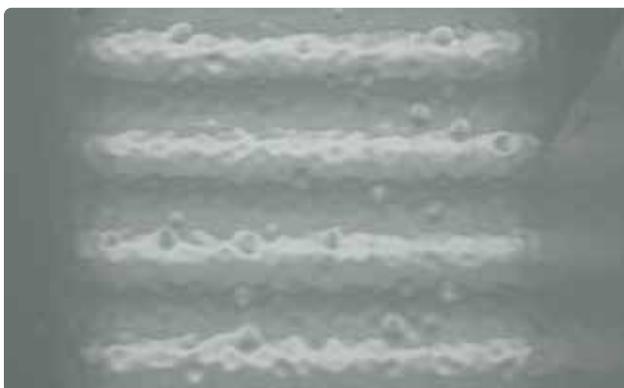
毕克化学开发了一款含硅的表面助剂,专门用来提高清洁能力(易清洁效果)。BYK-SILCLEAN 3701 是具有 100 % 有效物质的液体产品。该助剂能够与聚合物基料发生反应而产生永久效果,不会像其它硅基类的表面助剂随时间而失效。

### 表面助剂

体系	产品	说明
改性有机硅	BYK-306	抗缩孔,大幅降低表面张力
	BYK-310	
	BYK-A 525	轻微降低表面张力
丙烯酸共聚物	BYK-361 N	改善流平
	BYK-S 706	
有机硅丙烯酸酯共聚物	BYK-3550	改善流平和基材润湿

表.05

### 缩孔及流平差



### BYK-SILCLEAN 3701 – 更好的去污能力

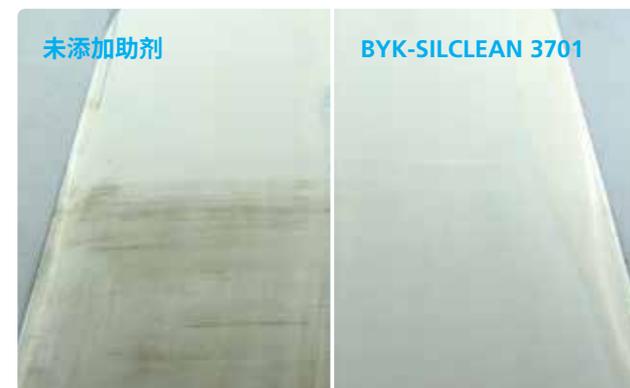


图.11 测试体系:传统环氧树脂涂层  
助剂用量:1 % 基于总配方量  
受到炭粉污染

图.12

## 偶联剂

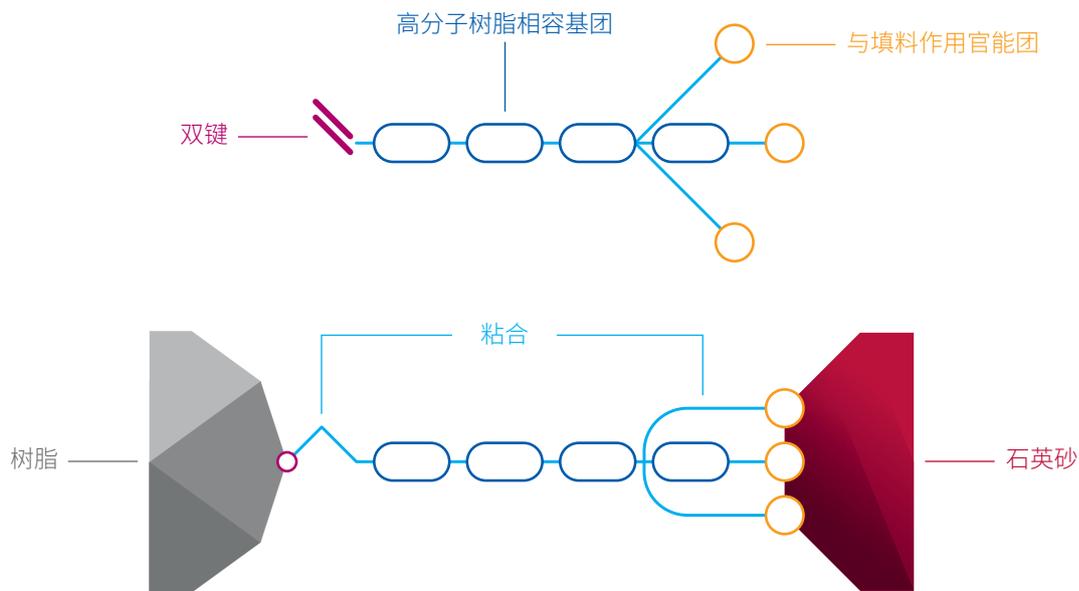
偶联剂用于需要提高强度或提升结构自由度的地方。附着力促进剂则用于改善对基材的附着力。

偶联剂通过改善填料/纤维-基料间的粘结对提高部件的静态与动态的弹性性能。助剂的化学结构能在粘结纤维的同时也

与基料作用。这一特性使得变更部件设计和生产更为韧性的部件成为可能。另一重要优点是在保持壁厚的必要强度情况下可减少壁厚, 节约成本。偶联剂典型的应用包括手糊积层, 缠绕, 拉挤以及导入加工应用。

BYK-C 8001 为聚合物偶联剂, 专门为环氧增强材料体系开发。通过改善填料/纤维-基料间的粘结对提高部件的机械强度。该助剂适用于玻纤, 未经处理的玻璃微珠或石英砂填料。提高的程度取决于玻纤和环氧体系的选择。

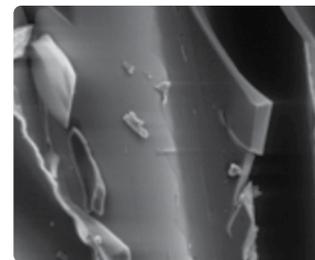
## 作用方式



填料通常仅机械嵌入树脂中, 在应力作用下, 部件就会在填料/树脂界面处断裂。偶联剂可以通过形成化学键来增强填料和树脂之间的界面作用, 从而显著提高其机械性能。

## 不含 BYK-C 8001

内聚力破坏



粘结力破坏

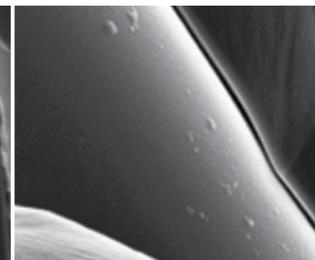


图. 13

图. 14

在玻璃纤维增强的复合材料中使用正确的偶联剂是必要的,以保证高质量的机械性能。尤其是在像叶片和汽车部件这样的结构件上。玻纤上浆剂会随着时间推移而失效,这取决于储存条件,如温度、湿度。因此最终制品质量难以保证。而使用偶联剂可以重新获得机械性能,维持质量要求。

BYK-C 8001 既可加入胺类固化剂中,也可在胺类固化剂与环氧树脂混合时加入。该产品可储存于标准胺类固化剂中。最大储存时间取决于固化剂组成和助剂用量。

### 通过使用 BYK-C 8001, 改善机械性能

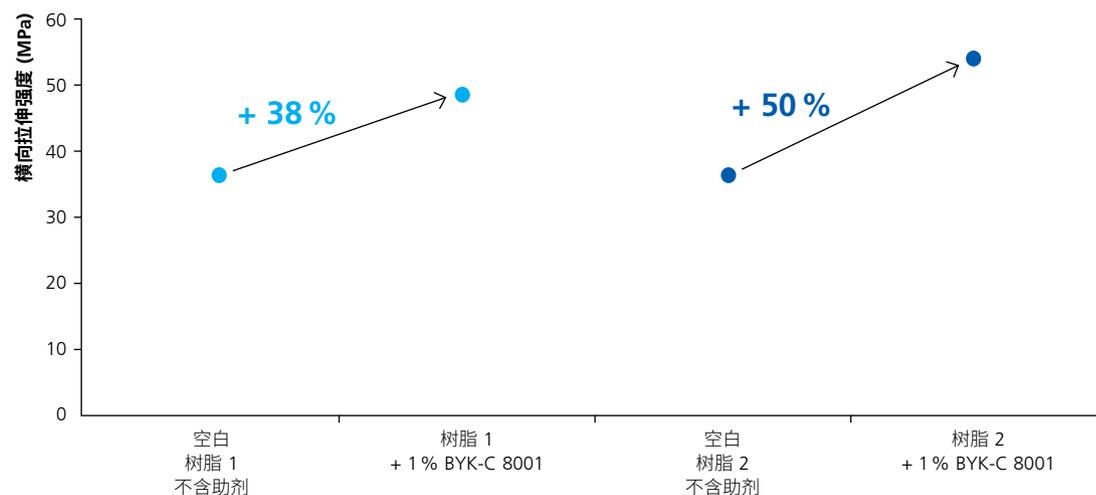


图.15

### 通过使用 BYK-C 8001, 维持老化玻璃纤维的性能

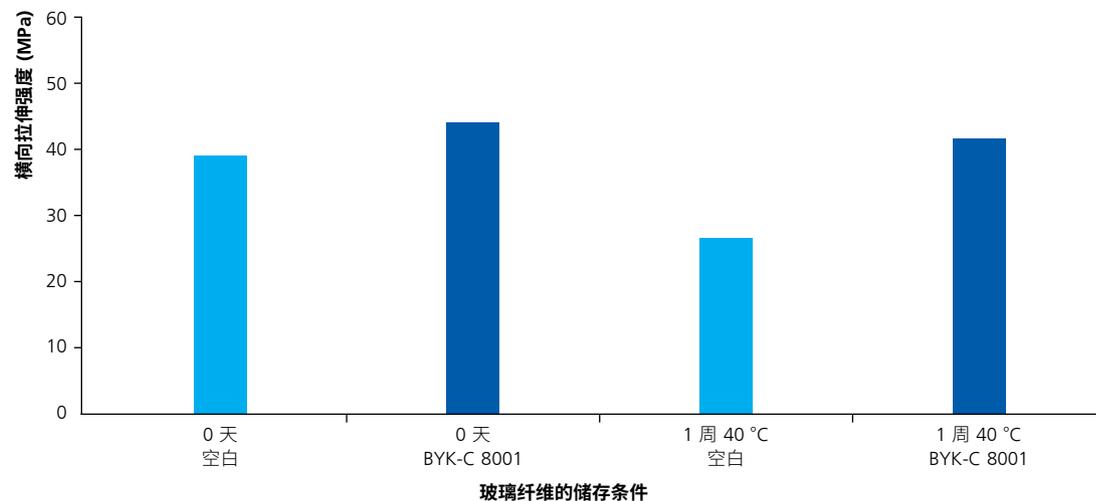


图.16

## 加工助剂

更快的生产周期和新型的生产方式要求新一代助剂具有多种功能以改善加工性能和质量。

### 快速生产, 提高质量

加工助剂的开发用来降低生产周期, 加快如 RTM 或 HP-RTM 加工过程, 确保固化后与外脱模剂一道很好地脱模, 延长外脱模剂的使用频次。这可提高生产的潜在产量 (图 18)。

BYK-P 9912 是一款具有内脱模性能的加工助剂, 用于非填充, 填充和纤维增强体系。因缩短了模具使用周期, 使生产的潜在产量得以提高。BYK-P 9912 对加工参数, 如粘度, 和反应性没有影响。制品所呈现的是具有同等规格可涂装, 可粘接的表面, 但质量有所提高。

### 界面化学是先进复合材料的关键

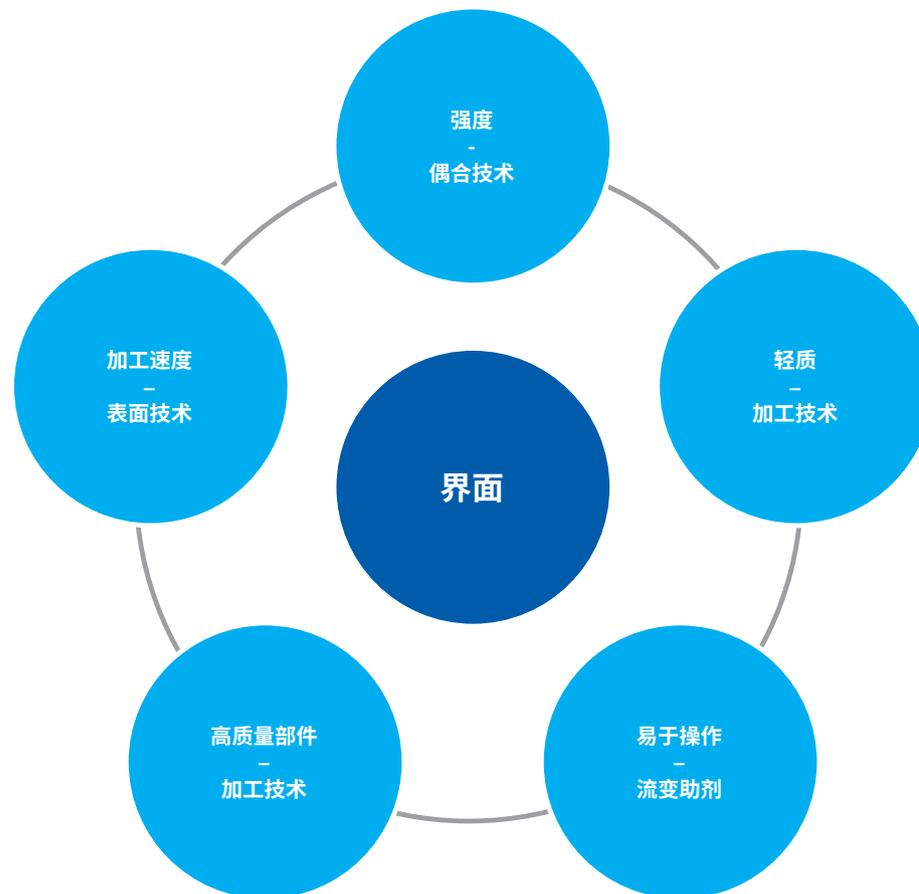


图. 17

## 优化生产周期



图.18

### 改善浸润, 快速加工

使用加工助剂改善了多种纤维增强材料应用中环氧树脂系统和不同种类纤维的润湿过程。除了优化纤维润湿过程以外, 还减少了加工时间。

BYK-P 9920 是无挥发性的、具有消泡性能的复合材料用润湿助剂。该组合功能可加快生产且产品质量高。使用该助剂可获得更好的纤维浸润, 无干点, 无夹带气泡。

### 更好地纤维浸润可提高质量 玻璃纤维

未添加助剂

BYK-P 9920

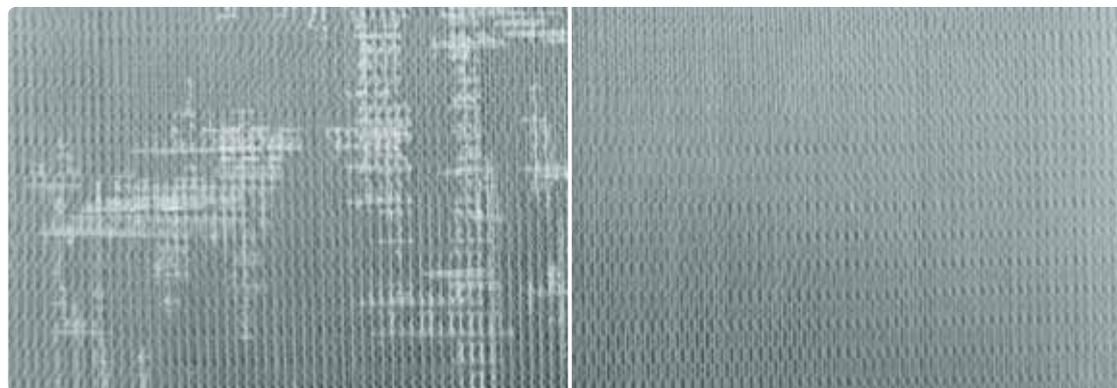


图. 19



树脂传递模塑  
(RTM)



## 使用 VCT, 快速成型, 节约成本

粘度控制技术(VCT)是一项新技术, 包含一对设计精良的助剂, 用以控制双组份环氧树脂体系的粘度以及各组分在单独加工时的优化。其中一个加工助剂(触变阻断剂)用于树脂体系, 另一配对的产品用于固化剂组份(触变增效剂)。一旦将含有这两种可以产生精确同步效应的加工助剂的组分混合, 就能达到所要求的最终应用粘度。

BYK-P 2710 (触变阻断剂) + BYK-P 2720 (触变增效剂) 是粘度控制技术的产物, 用于采用亲水性气相二氧化硅防流挂的中/高粘度的无溶剂和溶剂型环氧体系。其设计旨在让环氧树脂组份和胺固化剂组份处于低触变粘度状态。而在使用时一旦将两者混合即可产生高粘度效果(图 20)。

## 标准工业应用与 VCT 技术对比

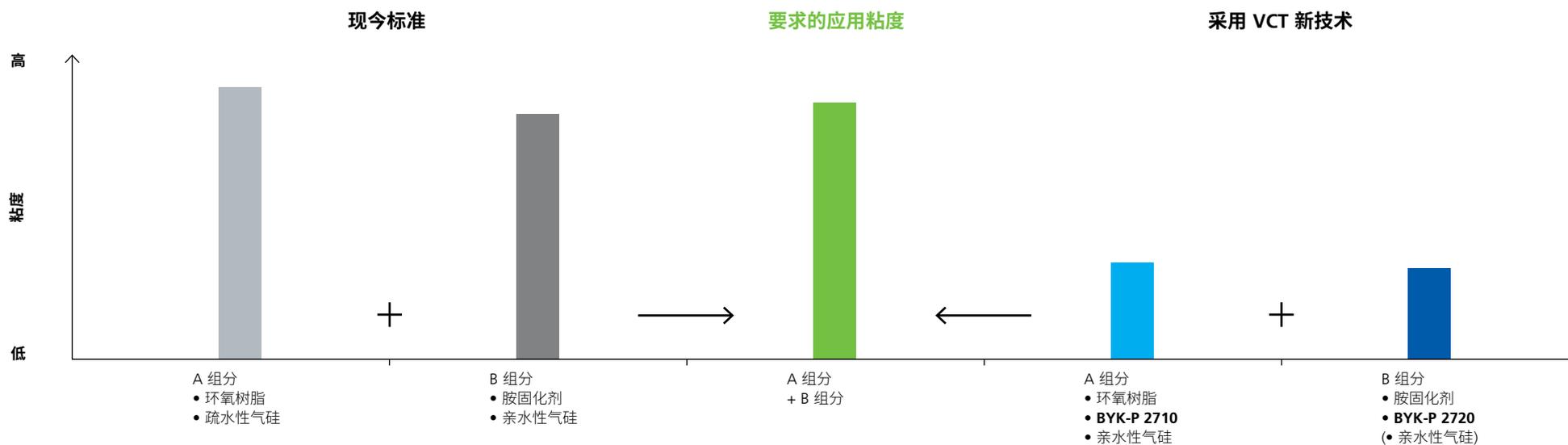


图.20

新技术只需要在树脂组分中使用亲水性气相二氧化硅，BYK-P 2710(触变阻断剂, 阻止亲水性气硅形成网络结构)和在胺固化剂中加入 BYK-P 2720(触变增效剂, 再次激活和提升亲水性气硅形成网络结构), 以实现生产单一组分时的低粘度(图 21)和两者混合后即可产生的高粘度 (图 22)。

粘度控制技术概念对整个价值链具有非常有益的影响。

VCT 可优化配方、生产、运输和应用方面的成本和时间并提供以下好处：

#### 过程 + 质量

- 加快和改进亲水性气相二氧化硅的加入
- 组分粘度低更易于操作和添加
- 夹带气泡少和加快脱泡
- 粘度调整有利于混合质量
- 低粘度允许计量设备低压力下的高输出

#### 节约

- 可使用经济型的亲水性气硅替代疏水性气硅
- 新的包装和运输方式
- 缩短生产时间

### 生产中粘度



图.21

### 应用时的粘度



图.22

## 环氧体系助剂推荐

应用	消泡	降低粘度	流动/流平, 防缩孔	防沉降	流变	稳定颜色	加工	纤维润湿	偶合	底材润湿	粘度控制技术 (VCT)
胶衣	BYK-A 530 ● BYK-1790 ○	BYK-W 980 ●	BYK-306 ● BYK-310 ○ BYK-320 ○	RHEOBYK-R 605*1 ● RHEOBYK-410 ○ RHEOBYK-7410 ET ○	GARAMITE-7305 ● RHEOBYK-R 607*2 ●	DISPERBYK-2152 ● BYK-W 940 ○	BYK-P 9912 ●				
浇注体系	BYK-A 501 ● BYK-A 530 ● BYK-1790 ○	BYK-W 985 ● BYK-W 996 ● BYK-W 980 ○		GARAMITE-7305 ● RHEOBYK-410 ● RHEOBYK-7410 ET ● GARAMITE-1958 ○							
手糊, 喷射	BYK-A 501 ● BYK-A 530 ● BYK-A 525 ○	BYK-W 980 ● BYK-W 996 ●			RHEOBYK-R 605*1 ● RHEOBYK-R 607*2 ●						
真空导入, RTM	BYK-A 530 ● BYK-1788 ○		BYK-310 ● BYK-A 525 ○				BYK-P 9912 ●	BYK-P 9920 ● BYK-9076 ○	BYK-C 8001*3 ●		
内衬, 地坪	BYK-A 501 ● BYK-A 530 ● BYK-1790 ○	BYK-W 985 ● BYK-W 980 ○	BYK-306 ●	GARAMITE-7305 ● RHEOBYK-410 ● RHEOBYK-7410 ET ● ANTI-TERRA-204 ○ GARAMITE-1958 ○	RHEOBYK-R 607*2 ●						
电气浇注	BYK-A 530 ● BYK-S 732 ● BYK-1790 ○	BYK-W 903 ● BYK-W 985 ○	BYK-306 ●	GARAMITE-7305 ● RHEOBYK-410 ● RHEOBYK-7410 ET ● ANTI-TERRA-204 ○ GARAMITE-1958 ○	RHEOBYK-R 607*2 ●					BYK-307 ● BYK-392 ○ BYK-361 N ○	
粘结剂	BYK-A 530 ● BYK-P 9920 ○	BYK-W 985 ● BYK-W 903 ○		RHEOBYK-410 ● RHEOBYK-7410 ET ● GARAMITE-1958 ○							BYK-P 2710*1 (仅用于气硅) ● BYK-P 2720*2 ●
化学锚栓	BYK-A 530 ● BYK-P 9920 ○	BYK-W 996 ● BYK-W 985 ○		RHEOBYK-410 ● RHEOBYK-7410 ET ● GARAMITE-1958 ○							BYK-P 2710*1 (仅用于气硅) ● BYK-P 2720*2 ●

● 第一推荐 ○ 第二推荐

\*1 与 GARAMITE 或气硅结合使用

\*2 与 GARAMITE 或气硅结合使用, 仅限于胺组分

\*3 仅限于胺组分

表.06

**上海总部:**  
86-21-3749 8888  
**北京:**  
86-10-5975 5581  
**广州:**  
86-20-3221 1601  
**台湾:**  
886-3-357 0770

[info@byk.com](mailto:info@byk.com)  
[www.byk.com](http://www.byk.com)

ADD-MAX®, ADD-VANCE®, ANTI-TERRA®, AQUACER®, AQUAMAT®, AQUATIX®, BENTOLITE®, BYK®, BYK-AQUAGEL®, BYK-DYNWET®, BYK-MAX®, BYK-SILCLEAN®, BYKANOL®, BYKCARE®, BYKETOL®, BYKJET®, BYKO2BLOCK®, BYKONITE®, BYKOPLAST®, BYKUMEN®, CARBOBYK®, CERACOL®, CERAFAK®, CERAFLOUR®, CERAMAT®, CERATIX®, CLAYTONE®, CLOISITE®, DISPERBYK®, DISPERPLAST®, FULACOLOR®, FULCAT®, GARAMITE®, GELWHITE®, HORDAMER®, LACTIMON®, LAPONITE®, MINERPOL®, NANOBYK®, OPTIBENT®, OPTIFLO®, OPTIGEL®, POLYAD®, PRIEX®, PURABYK®, PURE THIX®, RECYCLOBLEND®, RECYCLOBYK®, RECYCLOSSORB®, RECYCLOSTAB®, RHEOBYK®, RHEOCIN®, RHEOTIX®, SCONA®, SILBYK®, TIXOGEL® 和 VISCOBYK® 是毕克化学集团的注册商标。

本资料是根据我们目前掌握的知识和经验。这些信息仅描述了我们的产品性能，但不从法律意义上对产品性能作担保。我们建议先对我们的产品做测试来确定其能否达到您预期的使用效果。对于本资料所提及的任何产品、数据或信息，或上述产品、数据或信息可在不侵犯第三方知识产权下使用，我们不提供任何形式的担保，明示或暗示的保证，包括适销性或针对特定用途的担保。我们保留因科技发展或深入研发而作出更改的权利。

此版本取代所有之前的版本 - 中国印刷

