



浇注型聚氨酯弹性体解决方案  
海上风电场应用





# 浇注型聚氨酯弹性体助力延长设备使用寿命

## 浇注型聚氨酯弹性体， 为海上风力发电保驾护航

能源是世界的燃料。一切社会活动都要使用能源：出行、生产、居住和交流，以及工业、商业和家庭活动。因此，世界的运转需要各种资源转换来生产能源。

可获取的资源类型有所不同：尽管石油和天然气等化石燃料占当前世界能源的绝大部分，但风能等可再生资源比重在不断提升，因为它可以维持人类无限期的开采。大部分风力资源可以在海上获得。

科思创为海上风电行业提供材料，用以提升风电场设备的使用寿命：如海底电缆保护系统、电缆弯曲限制器和风机保护等。

发电商需要坚固耐用的材料，并能承受严苛的环境条件。科思创生产的聚氨酯弹性体具有卓越的综合性能，有助于关键电力项目持续发电。

科思创通过提供定制化兼具成本效益的解决方案来满足海上风电行业的需求。



# 用于海上风电场的 Desmodur® 弹性体

用 Desmodur® 制造的部件兼具长使用寿命和低维护成本，这完全契合海上风电行业对可靠性、效率和成本管理的严苛要求。最重要的是，该系统生产的弹性体可承受极端海上环境条件。本手册介绍了一系列浇注型聚氨酯弹性体在海上风电场的应用。如需了解更多应用请联系我们。



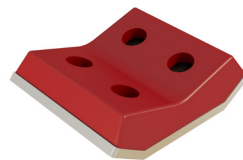
## 电缆保护



① 弯曲限制器



② 弯曲加强筋

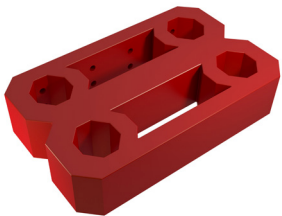


张紧器衬垫

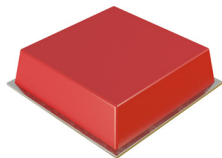


Graphic design: Quentin Fiorillo - Julien Becaud - Jean-Luc Va

### 风机保护



③ 船护舷



缓冲垫

### 风机叶片保护



衬垫

# 电缆保护应用： 坚固性和耐水解性， 使用寿命长

## 持久的电缆弯曲保护解决方案



海底电缆的安装和维护成本非常高，因为这项任务通常需要专业潜水员的协助，而且一旦安装，电缆将持续暴露在强洋流和潮汐作用下。这些情况直接影响电缆的使用寿命和风电场的运营成本。因此，首选的材料是使用寿命越长越好，如我们的浇注型聚氨酯弹性体体系。

使用浇注型聚氨酯制成的电缆保护解决方案包括以下部分：

### 弯曲加强筋

任何电缆连接到风机的部位，持续移动可能会导致电缆在端点处出现故障。弯曲加强筋是一种锥形装置，可增加电缆的整体刚度，以防止在端点处过度弯曲。

基于Desmodur® 的浇注型聚氨酯，应用于弯曲加强筋，具有以下特性：

- 具有优化模量的良好刚度
- 良好的抗拉强度和伸长率
- 优异的耐水解性：在空气和海水中均具有优异的耐老化性
- 良好的热性能
- 抗疲劳性与抗蠕变性

### 弯曲限制器

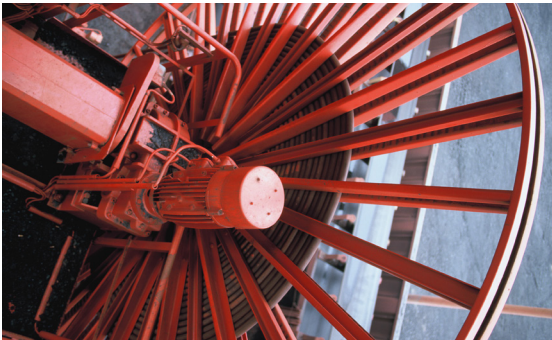
任何连接到结构上的柔性电缆都会发生故障。弯曲限制器用于防止电缆因过度弯曲而损坏。该系统由联锁元件组成，当受到外部载荷时，联锁元件会铰接。这些元件机械锁定，形成半刚性弯曲结构，不允许电缆弯曲超过预定半径。

基于Desmodur® 的体系，应用于弯曲限制器，具有以下特性：

- 高刚度（杨氏模量>2700 Mpa）
- 伸长率超过8%
- 良好的耐海水腐蚀和耐水解
- 良好的热性能
- 优异的抗冲击性

| 应用              | 硬度               | 推荐体系  |
|-----------------|------------------|---|
| 弯曲加强筋 (小于300公斤) | 90shA 至<br>70shD | Desmodur® MTX6076 + Baytec® T4X + Baytec® XLB<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择                                  |
| 弯曲加强筋 (大于300公斤) | 60shD            | Desmodur® LU-T 60D + Baytec® XL1705   |
| 弯曲限制器 (标准等级)    | 82 ShD           | Desmodur® B9M10 + Baytec® CG9 9086 82D MF   |
| 弯曲限制器 (高温)      | 82 ShD<br>85 ShD | Desmodur® B9M10 + Baytec® BR-P100 82D<br>Desmodur® B9M10 + Baytec® BR-P100 85D<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择 |

## 施工时的电缆保护



在电缆敷设作业期间，必须在所有海况下保持电缆的张力。张紧器是在将电缆安装到海床中时保持电缆恒定张力的机器。张紧器由安装在机架中的多个履带组成。为了保持张力，电缆夹在衬垫之间，以防止损坏电缆。

### 张紧器衬垫

由浇注型聚氨酯制成的张紧器衬垫能够防止损坏电缆的外表面。确保了电缆安全和更好的抓地力。基于Desmodur®的体系，应用于张紧器衬垫，具有以下特性：

- 低摩擦系数
- 高耐磨性（撕裂、磨损）
- 出色的耐臭氧和紫外线性能
- 出色的抗老化能力
- 出色的耐海水性
- 优异的压力均衡性能，耐矿物油、汽油、油脂和各种溶剂。

| 应用        | 硬度               | 推荐体系   |
|-----------|------------------|--|
| 标准等级张紧器衬垫 | 85shA<br>至 95shA | Desmodur® B9M10 + Baytec® LDF440 + Baytec® XL B<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择 |
| 高耐磨张紧器衬垫  | 85shA<br>至 95shA | Desmodur® LU-D + Baytec® XL1705                                      |
| 高耐水解张紧器衬垫 | 85shA<br>至 95shA | Desmodur® LU-T + Baytec® XL1705                                      |

# 风机保护应用： 保护风机免受损坏

## 冲击防护材料



为了使风能与传统能源相比更具竞争力，海上风电场需要持久且易于安装的保护解决方案以应对恶劣的环境条件。风机的目标是在尽可能少维护的情况下长时间使用。支撑风机的塔筒可高达120米。必须有效保护这些“巨人”。

Desmodur®体系所制备的弹性体，材料坚固，生产简易，能够承受极端的海上环境条件，并延长风机的使用寿命。

### 船护舷

维修船的护舷系统充当弹性缓冲装置，用于防止在维修操作期间船舶和风机的冲击损坏。为了做到这一点，船护舷能够在船舶与风机塔筒接触时吸收碰撞能量。

浇注型聚氨酯具有以下特性，适用于护舷应用的生产：

- 轻巧，提高船速并降低油耗
- 高冲击吸收性
- 优异的耐磨性（磨损、撕裂和切割）
- 高摩擦系数

### 减震垫

由于潮汐或海风引起的风机塔筒的任何移动都可能导致设备疲劳和损坏。为了防止这些振动损坏，塔筒被设置在带有能够吸收载荷和运动的联锁元件结构上。

减震垫由浇注型聚氨酯制成，具有以下特性：

- 卓越的回弹性
- 卓越的压缩永久变形
- 有限的热量积聚
- 卓越的阻尼性能
- 高抗冲击性

| 应用     | 硬度               | 推荐体系   |
|--------|------------------|--|
| 高耐磨船护舷 | 75shA 至<br>90shA | Desmodur® B9M10 + Baytec® LDF440 + Baytec® XL B<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择 |
| 无缓冲船护舷 | 75shA 至<br>90shA | Desmodur® MTX6076 + Baytec® D24 + Baytec® XL B<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择  |
| 减震垫    | 80 至<br>90 ShA   | Desmodur® LU-T + Baytec® XL1705                                      |





# 风机叶片保护应用： 防止运输过程中叶片损坏

## 运输过程中保护风机叶片的解决方案



为了在运输过程中（无论是在道路上还是在船上）装载并固定风机叶片，最好的解决方案就是将风机叶片放在浇注型聚氨酯垫子上。无论是陆运还是船运到作业地点，都将风机叶片放置在垫子上以便装载和固定。在叶片装载和运输过程中，垫子必须同时具备防止叶片滑动的抓地力和吸收冲击与振动的抗冲击性。

基于Desmodur®体系的弹性体生产简易，专业用于缓冲垫应用，具有预期的减震和压缩永久变形，以防止叶片在运输过程中受损

### 衬垫

用于运输风机叶片的缓冲系统充当弹性阻尼装置，用于防止损坏叶片。浇注型聚氨酯通常适用于缓冲应用的生产，因为它们具有以下特性：

- 合适的永久压缩形变
- 良好的耐磨性

| 应用 | 硬度            | 推荐体系   |
|----|---------------|--|
| 衬垫 | 65shA 至 85shA | Desmodur® B9M10 + Baytec® LDF440 + Baytec® XL<br>含更加可持续原材料的解决方案供选择 |



# 浇注机和配套设备的全面产品组合

## 一个拓宽视野指引方向的新概念

科思创弹性体为各类浇注型聚氨酯零件生产提供工业解决方案。在浇注成型方面积累的丰富经验、化学知识储备和强大的工艺工程技能，使博雷®浇注机成为制造浇注型聚氨酯零件最高效的生产设备。科思创弹性体提供全系列的浇注机和配套设备。

## 规模化生产浇注型聚氨酯零件的浇注机

### 博雷® alpha 浇注机

#### 随时升级选项

博雷® alpha 设备，可以从各种配置中进行选择，并根据不断变化的需求随时进行升级。

博雷® alpha设备提供了全面的功能选择：

- 吐出量范围从每分钟2千克至30千克
- 储罐容量高达400升
- 配置2到4个组分



### 博雷® omega 浇注机

#### 定制化您的需求

博雷® omega 浇注机允许我们的客户根据自身需求，超越任何界限设计定制他们所需要的设备。

我们的高级工程团队，使任何可行的功能组合成为可能。这种定制化方式旨在满足最苛刻和最具体的要求，以满足我们客户的需求。



## 提升设备性能的配套模块

博雷® 设备的开发旨在提供更高效与更易操作的功能。为了提高我们设备的性能，科思创弹性体为加工设备提供了众多选择和功能模块。它们扩展了灵活性，提高了博雷® 设备的的生产能力，使设备能够克服工业生产经常遇到的障碍，更好应对无论是化学材料或加工方面的挑战。

# 应用于海工行业的科思创设备

## 博雷® alpha 和 omega 浇注机优化海上风电用聚氨酯备件的加工

无论化学品加工、工作环境和应用领域如何，科思创浇注机为满足您的需求而设计。操作人员使用这些生产设备高效加工浇注型聚氨酯弹性体，从而实现降本增效。科思创专门为海上风电备件的生产开发了一系列浇注设备。

### 机器特性

该博雷®浇注机可加工2至4个组分的体系。它具有所有博雷®浇注机的卓越特性，专为加工TDI、MDI、MDI半预聚体体系而设计。

#### 从TDI体系切换至MDI体系

得益于我们在化学品和机器方面的丰富知识，该设备可以设计为初用于TDI体系生产，并在第二阶段切换到MDI体系，只需对机器进行少量的改装。

#### 设计

- 2到4个组分
- 框架紧凑设计
- 真空密封和不锈钢储罐
- 大型储罐容量：高达1000升
- 搅拌器和储罐上的观察镜

吐出量从10kg/min到 高达300kg/min

#### 数据存储

- 维护操作
- 提供精确的浇注数据报告

#### 自动化

- 操作员通过与PLC相连的操控屏进行机器控制
- 可连接自动圆盘脱泡装置，以提高生产率

所有管线的温度都可调节至100°C

### 计量：真正掌握流量精度

为了获得具有预期性能和特性的最终产品，必须精准计量每个组分，充分遵循目标化学计量比。精度是机器的关键性能。选择最好的计量装置（齿轮泵、质量流量计等）是必须的。然而，为了实现完美的精度，还必须掌握工况条件（压力、温度……）。

#### 流量计量

可在博雷®的计量系统中添加补充质量流量计，以提高泵的精度。

#### 压力控制

- 专有的自调节压力调节器
- 闭环压力调节

### 优点

浇注型聚氨酯加工不是一种简单的混合操作。这是一个复杂的反应过程。计量过程中精度失准会导致成型失败。科思创浇注机嵌入了技术，以实现完美的组分计量，并具有以下优点：

- 每个组分都具有更高的流量精度
- 实时计量控制
- 任何浇注模式下的高精度

# 科思创经验证的系统解决方案

## 提供多种体系选择

为满足各种海上应用的要求，科思创深入研究弹性体在各种环境中的表现，开发出最为精准有效的浇注型聚氨酯体系解决方案。

### Desmodur®B9M10 基体系

体系类型: MDI-聚醚  
操作温度: < 35°C

扩链剂: Baytec® CG9 9086 82D  
硬度: 82 ShD

扩链剂: Baytec® BR-P100 82D  
硬度: 82 ShD

扩链剂: Baytec® BR-P100 85D  
硬度: 85 ShD

扩链剂: Baytec® LDF440  
硬度: 35 ShA 至 60 ShD

### Desmodur® LU-T 基体系

体系类型: 低游离TDI-聚醚  
操作温度: < 70°C

扩链剂: Baytec®XL1705  
硬度: 60 ShD

### Desmodur® LU-D 基体系

体系类型: 低游离TDI-聚酯  
操作温度: < 70°C

扩链剂: Baytec®XL1705  
硬度: 80 ShA 至 60 ShD

### Desmodur® MTX6076 基体系

体系类型: MDI-聚醚半预聚体  
操作温度: < 50°C

扩链剂: Baytec®D24 + Baytec®XLB  
硬度: 60 ShA 至 76ShD

扩链剂: Baytec®T4X + Baytec®XLB  
硬度: 60 ShA 至 75 ShD

## 总结

科思创为海上风电应用提供多种解决方案，在不同应用场景下所需的各种性能中，抗水解性是必不可少的一项。同时，根据不同的加工工艺要求，这些解决方案也具备其他机械性能。

| 预聚体     | Desmodur® B9M10 |                 |                                    | Desmodur® MTX6076        |             | Desmodur® LU-T          | Desmodur® LU-D |
|---------|-----------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|----------------|
|         | Baytec® CG9     | Baytec® BR-P100 | Baytec® LDF440                     | Baytec® T4X              | Baytec® D24 | Baytec® XL1705          | Baytec® XL1705 |
| 拉伸屈服强度  | ★★              | ★★★★            | ●                                  | ●                        | ●           | ●                       | ●              |
| 10% 伸长率 | ●               | ●               | ★                                  | ★★                       | ★★★★        | ★★                      | ★★             |
| 抗冲击     | ★               | ★★              | ●                                  | ●                        | ●           | ●                       | ●              |
| 磨耗      | ★               | ★               | ★                                  | ★★                       | ★★★★        | ★★                      | ★★☆            |
| 撕裂强度    | ●               | ●               | ★                                  | ★★                       | ★★★★        | ★★                      | ★★☆            |
| 回弹      | ●               | ●               | ★                                  | ★★                       | ★           | ★★★★                    | ★★☆            |
| 耐水解     | ★★              | ★★★★            | ★                                  | ★★★★                     | ★★          | ★★                      | ★★☆            |
| 动态性能    | ●               | ●               | ●                                  | ★★                       | ★           | ★★                      | ★★             |
| 永久压缩变形  | ●               | ●               | ★                                  | ★★                       | ★★          | ★                       | ★              |
| 耐高温性能   | ★               | ★★★★            | ★                                  | ★★                       | ★★          | ★★                      | ★★             |
| 应用      | 弯曲限制器<br>电缆保护系统 | 弯曲限制器           | 静态渐进弯曲加强筋<br>张紧器衬垫<br>衬垫<br>电缆保护系统 | 动态弯曲加强筋<br>船护舷<br>J-型管密封 | 船护舷         | 动态弯曲加强筋<br>减震垫<br>张紧器衬垫 | 张紧器衬垫          |

● 不适用



科思创上海 (投资) 有限公司  
中国上海浦东金桥经济技术开发区秦桥路33号  
咨询热线：+86 400 603 7726

[info.elastomers@covestro.com](mailto:info.elastomers@covestro.com)

[elastomers.covestro.com](http://elastomers.covestro.com)

相片: ginko-photo.com 除了提到.