

密封件

不同于以往的高性能密封件

风力发电设备常常需要承受非常大的负载。相应地，这样恶劣的工作环境、强大的负荷对工作在塔架上的机舱、主轴提出了很高的要求。专门针对这一应用研发设计的轴向密封件提高了风力发电设备的工作可靠性，降低了风力发电设备维护保养的费用。

文 | Robert Blachfellner

今天，现代化的风力发电设备都有着非常高的工作效率。但海上风力发电设备的维护保养费用（维修费用）是相当昂贵的。在变幻莫测的风力作用下，这些风力发电设备承受着很高的静载荷。利用玻璃纤维或者碳纤维增强材料（GFK、CFK）制成的，长达

170 m 的转子叶片则根据风力的大小按照 18 ~ 50 r/min 的转速旋转，同时把很大的轴向力和径向力传递到塔架的机舱上。当风力突然增大时，还要承受附加的冲击性负载。为了保证发电的可靠性，风力发电设备应能在大量交变负载作用下巍然耸立。

风机转子承受的外力是对风机变速箱设计的挑战。在最前端，直接位于转子之后的是风力发电设备的主轴。为了保证主轴能够安全可靠地工作，选择最佳的主轴密封方案具有决定性的意义。长期以来，风力发电设备领域中使用的轴用密封件一直是市场中常见的弹性体材料密封件。而这种轴用密封件使用在风力发电设备中有一个致命的缺点：根本不能满足风力发电设备的高要求。大多数情况下，传统密封解决方案的密封表面都会很快地被磨损。另外，由于缺乏巡视检查的条件和可能性，满足常规的充足润滑便成为了一句空话。

风力发电设备主轴的密封件首先要能够防止污物的侵入

在维护保养周期时间之内，轴向密封件首先要阻止污物侵入风力发电设备的主轴之中。一旦密封件失效，污物就会侵入到主轴的支承轴承中去，这将会带来很高的计划外的停机维修费用，成本费用也会

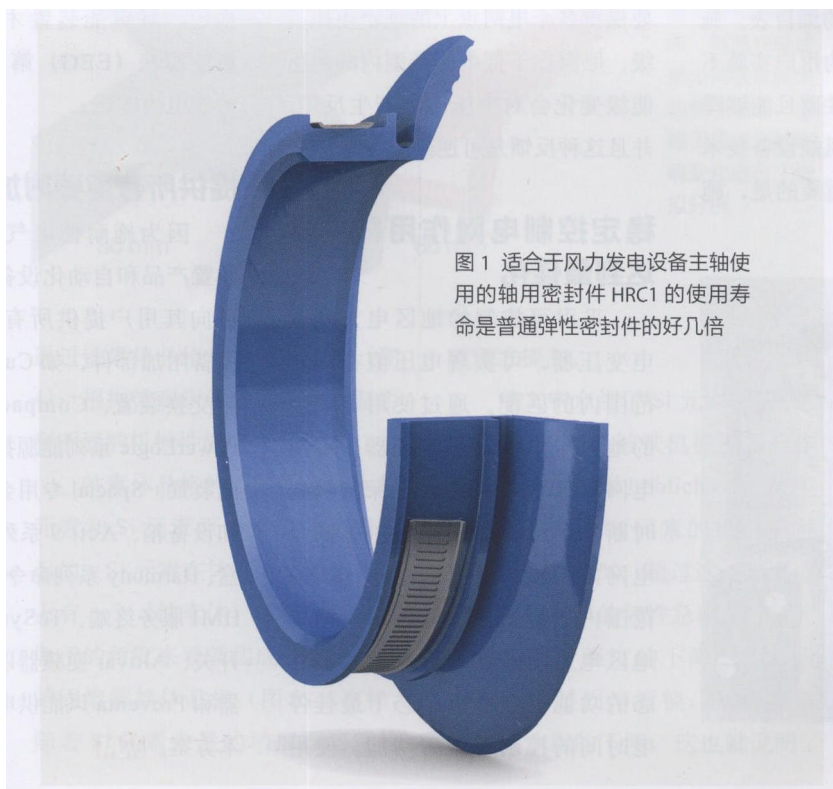


图 1 适合于风力发电设备主轴使用的轴用密封件 HRC1 的使用寿命是普通弹性密封件的好几倍

随之提高。另外，在高高的塔架上更换主轴密封件也是一件不容易的事情，在某些情况下甚至是不可能的。

SKF 公司研发生产的 HRC1 型轴用密封件（图 1）是专门针对粗糙的密封面和润滑不良的零件设计的。多种独特的设计结构使其有着非常坚固耐用的密封性能。HRC1 型密封件特殊的设计结构使其可以补偿 $\pm 2\text{ mm}$ 的轴向误差，坚固耐用且结构优化了的密封唇保证了最小的接触面、最低的摩擦和最少的磨损。特殊的储油沟槽设计对密封唇检查面的润滑性能给予了极大地支持和帮助。

这种密封件使用的材料是 H-Ecopur：它是由 SKF 公司按照特殊应用要求研发的特种聚氨酯材料（图 2）。这种弹性体材料有着很高的耐腐蚀、抗撕裂、抗紫外线、抗臭氧和抗水解性能，因此是非常适合于在风力发电设备中使用的材料。大量的性能测试表明：H-Ecopur 材料的抗磨粒磨蚀性能是除它以外最好的弹性体材料的 5 倍（图 3）。

高性能的密封件允许按照常规的维护保养周期进行维护

这种材料的抗撕裂性能是除它以外最好的弹性体材料的 3.5 倍（图 4）。由于它有着很长的使用寿命，使得 HRC1 材料的密封件能够按照常规的维护保养周期进行维护，这也就大大地降低了维护保养的成本和费用。

根据使用情况和维护保养的条件，这种密封件有分体式和整体式两种结构，与其配用的主轴轴径在 $\phi 1 \sim 3\text{ m}$ 之间。钢质的快速锁紧卡带使得密封件在轴上的安装、定位都变得非常简单与快捷。分体式

HRC1 高性能轴用密封件的密封唇结构

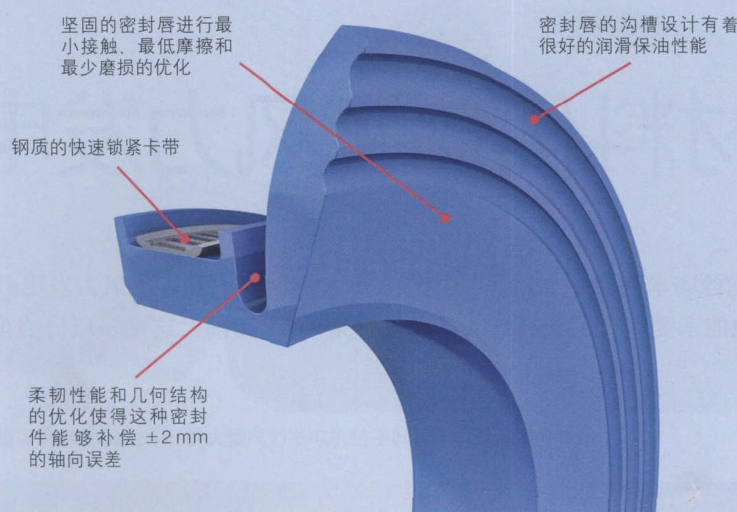


图2 特殊的专用材料和高性能的密封唇使得 HRC1 型密封件有着风力发电设备领域迄今为止最长的使用寿命

不同弹性体材料的磨粒磨蚀性能比较

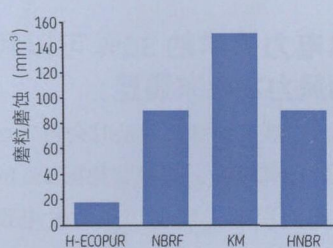


图3 测试结果表明 H-Ecopur 材料的抗磨粒磨蚀性能是除它以外最好的弹性体材料的 5 倍

不同弹性体材料的抗撕裂性能比较

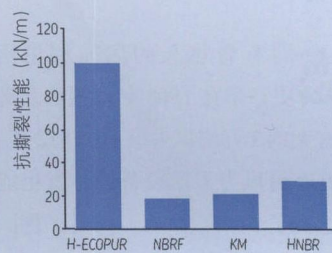


图4 测试结果表明 H-Ecopur 材料的抗撕裂性能是其他最好弹性体材料的 3.5 倍

的密封件也可以补充安装到现有的风力发电设备中，而整体式的密封件则适合于在新设计制造的风力发电设备中使用。

证实该密封件使用寿命的长久

HRC1 型密封件已经通过了实际应用的考验。在与风力发电设备生产厂家的密切合作中，SKF 公司对这一新产品进行了大范围的现场使用测试。这种密封件安装在发电能力各为 2.5 MW 的 40 台风力发电设备中，对连续的实际发电过程进行了性能验证。在三个月后的首

次巡检时确认它们的工作情况都很正常，六个月后的二次巡检只发现很小的磨损。

现场试验证明：HRC1 型轴用密封件的使用寿命明显长于常规弹性体材料的密封件，实现了风力发电领域中迄今为止最长的使用寿命。对于风力发电场的运营商来讲，这就意味着有着更高的计划性和工作可靠性，降低了计划外的停机时间和维修工作量，从而能够按照常规的维护保养周期对主轴密封件进行检查、维护和保养。而 HRC1 型轴用密封件仅仅是 SKF 公司众多风力发电设备产品中的一种。[MM]