

超渗碳不锈钢陶瓷 轴承 — 基础知识

应用于石油和天然气和烃加工业的滚动轴承通常需要耐受污染和腐蚀环境、润滑不足（如粘性低）的工作条件、高载荷和低载荷以及高温和低温。同时，这些轴承还必须具有较高的可靠性、可用性和安全性。

混合陶瓷轴承由轴承钢制成的套圈和轴承级氮化硅（ Si_3N_4 ）制成的滚动体组合而成。

SKF混合陶瓷轴承可与类似尺寸的全钢轴承互换使用，当用于新型或现有工业设备中时，可大大提高可靠性和稳健性，尤其是在轴承通常遭受潜在破坏性粗糙颗粒、腐蚀性气体、液体腐蚀污染物、润滑不足、振动以及杂散电流的应用场合，如泵、压缩机、管道设备、工艺反应器、电力驱动装置、发电机、风扇和鼓风机。

为什么在轴承中使用陶瓷滚动体？

轴承级氮化硅是一种工程陶瓷材料，具有均匀洁净的微结构，具有极高的硬度和耐磨性，具有化学惰性和电绝缘性能。

即使在恶劣的运行条件下，氮化硅也可以保持尺寸稳定性。所有这些特点使氮化硅适合作为滚动轴承的材料。

为什么使用超渗碳不锈钢套圈？

SKF研发了新一代坚硬、超净、高氮钢，与普通的AISI 52100轴承钢相比，冲击韧性高、抗疲劳和耐腐蚀能力强。VC444高氮钢这种增强的抗疲劳能力与氮化铬沉淀物的一致性和良好分布有关。这种钢可以使轴承在由酸、氢气和水造成的腐蚀性和应力腐蚀环境下正常运行。此外，工程师还可以使用这种钢设计具有更长使用寿命的轴承。



混合陶瓷轴承和陶瓷滚动组件





钻井平台



气体压缩机

对应力腐蚀开裂的抗性

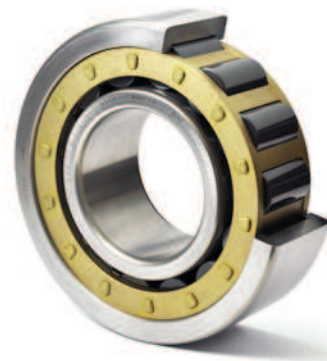
油气应用中的滚动轴承常会被含有各种液体和气体(如盐水、酸性气体(H₂S)、酸性气体(CO₂)以及轻烃(C_xH_y))的润滑油污染。也可能会有颗粒进入,如沙(石英砂)。

例如,一家冶炼厂的蒸汽回收装置配备有使用传统全钢轴承的油浴螺杆式压缩机。这一装置处理的气体成分包括30-40%的含硫气体和35%的酸性气体。统计分析表明,该装置的平均故障间隔时间仅为3 800小时。这些故障是由于滚道的应力裂纹和滚珠开裂造成的。作为对比,使用带有超渗碳不锈钢套圈的混合陶瓷球和滚子轴承(即抗酸性气体轴承)进行改造的压缩机在运行了23 300小时后才退出运行进行阀门维护(见图1)。这台压缩机后来被替换为另一台使用相同类型抗酸性气体轴承的压缩机。

材料性能对比

性能	轴承钢 (AISI 52100)	超渗碳不锈 钢轴承钢 (VC444)	轴承级 氮化硅
压缩强度 (MPa)	~ 2 300	~ 2 600	3000
抗拉强度 (MPa)	~ 1 900	~ 1 800	800
弹性模量 (GPa)	210	220	310
硬度HV ₁₀ (kg/mm ²)	HRC>58 (~ 700 HV)	HRC>58 (~ 700 HV)	~ 1600 HV
电阻率 (Ωm)	0.4 × 10 ⁻⁶ (导体)	0.8 × 10 ⁻⁶ (导体)	10 ¹² (绝缘体)
密度 (g/cm ³)	7.9	7.7	3.2
热伸长 系数 (10 ⁻⁶ /K)	11.7	10.4	3
热导率 (W/mK)	~ 45	14	30
基本材料标准*	ISO 683-17:1999 AISI 52100	AMS 5898 DIN 1.4108	ISO 26602:2009 ISO 3290-2:2008 ASTM F2094 / F2094M-08
相对介电常数	不适用	不适用	4.2至6.1
对磁场的反应	有反应	反应降低	无反应
卡住状态下的 耐化学性	活性	抗性	惰性

* SKF通常选用比参考标准更加严格的质量保证规范。另外, SKF采用专用的生产和热处理工艺。



适用于特殊应用场合的超渗碳不锈钢轴承



补充型号

- HC5** 轴承级氮化硅滚动体
- VC444** 按照SKF的最大抗腐蚀能力专有规范进行硬化和回火的高氮钢轴承圈。
- VC4444** 按照SKF的高温或低温应用专有规范进行硬化和回火的高氮钢轴承圈。
- V008** HC5 + VC444



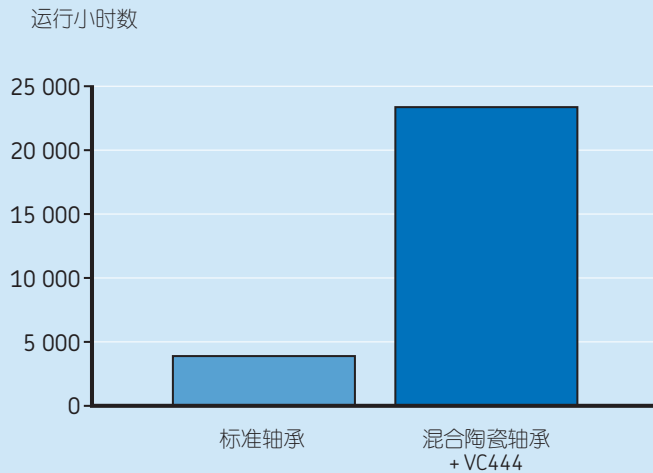
安装于低温泵壳的SKF轴承解决方案

带转子的开启式螺杆压缩机



图1

使用寿命对比



工程解决方案

应用	挑战	工程解决方案
低温泵 ¹	<ul style="list-style-type: none"> • 润滑不良 • 空化和低粘度工艺流体 • 低温 • 颗粒进入 • 变频驱动引起的电腐蚀 	<ul style="list-style-type: none"> • 混合陶瓷球轴承，特殊设计的(保持架和游隙) • VC444的低温变型，超渗碳VC4444不锈钢套圈 • PEEK³保持架
工艺润滑电驱动	<ul style="list-style-type: none"> • 低粘度和腐蚀性工艺流体 • 颗粒进入 • 变频驱动引起的电腐蚀 	<ul style="list-style-type: none"> • 带有超渗碳VC444不锈钢套圈的混合陶瓷球和滚子轴承 • 为特定应用场合设计的保持架
液压泵，HFC ² 耐火液体	<ul style="list-style-type: none"> • 水-乙二醇混合液体 • 腐蚀性液体进入 	<ul style="list-style-type: none"> • 带有超渗碳VC444不锈钢套圈的混合陶瓷球和滚子轴承 • 为特定应用场合设计的保持架
聚乙烯反应器	<ul style="list-style-type: none"> • 使用乙烯气体和聚乙烯润滑 • 腐蚀性催化剂 	<ul style="list-style-type: none"> • 带有超渗碳VC444不锈钢套圈的混合陶瓷球和滚子轴承 • 为特定应用场合设计的保持架
油浴螺杆式压缩机，酸性气体和其他工艺气体	<ul style="list-style-type: none"> • 工艺气体、冷凝盐水、低粘度碳氢化合物与润滑油接触 • 颗粒进入 	<ul style="list-style-type: none"> • 带有超渗碳VC444不锈钢套圈的混合陶瓷球和滚子轴承 • PEEK³保持架
海底螺旋泵	<ul style="list-style-type: none"> • 径向轴载荷高造成不对中 • 接触应力和边缘应力高 • 流体和颗粒进入 	<ul style="list-style-type: none"> • 带有角接触球轴承、超渗碳VC444不锈钢套圈的SKF双CARB圆环滚子轴承配置 • 带有超渗碳VC444不锈钢套圈的球和滚子轴承，与陶瓷或不锈钢滚动体结合 • 为特定应用场合设计的保持架

¹ 液化石油气(-47 °C); 液化乙烯气体(-104 °C); 液化天然气(-162 °C); 液化氮(-196 °C); 液化氢(-253 °C)等。

² HFC - ISO 12922:1999和ISO 6743-4: 1999 (最小35%含水量)

³ 玻璃纤维(15%)强化的聚醚醚酮(Polyetheretherketone)

The Power of Knowledge Engineering

凭借其产品、人员和特定应用知识，SKF为全球各大行业的设备生产商和生产设备提供创新性解决方案。以各个技术领域的专业知识为支持，SKF生命周期管理已成为改善设备可靠性、优化运行和能效、并减少总体拥有成本的行之有效的方法。

这些专业技术领域包括轴承和轴承单元、密封件、润滑系统、机电一体化和各种服务，包括从3D计算机建模到基于云计算的状态监测和资产管理服务。

SKF通过全球运营为客户提供统一质量标准的产品，并在全球范围内供货。SKF在各地的分支机构使得客户能够直接受益于SKF员工的丰富经验、知识以及创新能力。

© SKF和CARB是SKF集团的注册商标

© SKF集团2016

本出版物内容的著作权归出版者所有且未经事先书面许可不得被复制(甚至引用)。我们已采取了一切注意措施以确定本出版物包含的信息准确无误，但我们不对因使用此等信息而产生的任何损失或损害承担任何责任，不论此等责任是直接、间接或附随性的。

PUB BU/P8 11026 ZH · 2016年1月

采用环保纸在中国印刷

部分图片经Shutterstock.com授权允许使用

