

# 提高设备可靠性和延长正常运行时间的解决方案

INSOCOAT电绝缘滚动轴承



# 防止轴承内部电腐蚀

无论何时电流经过滚动轴承，均可能对您设备的可靠性造成威胁。电腐蚀会损坏牵引电机、电动机和发电机中的轴承并使其性能降低，导致成本高昂的停机和计划外维护。

凭借其最新一代绝缘轴承，SKF提高了性能标准。即使是在最具挑战性的环境中，INSOCOAT轴承可提高电气应用中设备的可靠性并增加设备正常运行时间。

## 电腐蚀的影响

近年来，电机对绝缘轴承的需求已经有所增加。电机转速更高以及变频驱动器的更广泛使用意味着，如果要避免电流造成的损坏，就需要充分绝缘。无论环境如何，这种绝缘特性必须保持稳定；这是轴承在潮湿环境中储存和搬运时面临的一个具体问题。

**电腐蚀通过以下三种方式损坏轴承：**

### 1. 大电流腐蚀

当电流从一个轴承套圈经滚动体流至另一个轴承套圈而通过轴承时，会产生类似电弧焊的效果，在较小的接触面上形成较高的电流密度。这会将材料加热到回火甚至熔融的温度，在材料回火、二次淬火或熔融处产生褪色区（褪色区大小不一），还会在材料熔融处形成凹坑。

### 2. 电流泄漏腐蚀

电流以电弧的形式持续流经工作中的轴承时，即使是低密度电流，滚道表面也会受到高温影响并发生腐蚀，因为表面上形成了数千个微型凹坑（主要分布在滚动接触面上）。这些凹坑彼此非常接近，与大电流造成的腐蚀相比，直径较小。

随着时间的推移，将导致套圈和滚子的滚道上出现凹槽（皱缩），即次生效应。受损程度取决于几个因素：轴承类型、轴承尺寸、电气机理、轴承载荷、转速和润滑剂。除了轴承钢表面的损坏外，靠近受损处的润滑剂性能还可能退化，最终导致润滑不良和表面破损、剥落。



球轴承滚道由于大电流腐蚀出现较大剥落



高频电流泄漏腐蚀导致的微型凹坑。带(左)和不带(右)微型凹坑的滚珠的比较

### 3. 润滑剂性能退化

电流引起的局部高温会导致润滑剂中的添加剂被烧焦或燃烧, 导致添加剂更快地消耗。如果采用润滑脂润滑, 则润滑脂会变黑变硬。这种快速的破坏极大地缩短了润滑脂和轴承的使用寿命。

### 为什么要关注湿度?

在印度和中国等国家, 潮湿的工作环境对绝缘轴承提出了另一项挑战。当轴承暴露于潮湿环境(例如储存期间)时, 水分能渗透绝缘材料, 从而降低电气绝缘效果并缩短轴承自身的使用寿命。



滚道上的凹槽通常是由于破坏性电流通过轴承而导致的二次损坏。



带保持架、滚子和润滑脂的圆柱滚子轴承外圈: 电流泄漏导致保持架梁上的润滑脂烧焦(变黑)



# INSOCOAT轴承：耐电腐蚀性能

SKF提供的INSOCOAT轴承可在各种环境 (包括高湿度环境) 中耐受电腐蚀。外圈或内圈上的密封保护涂层将绝缘特性集成到轴承中, 可消除各应用中杂散电流引起的轴承过早失效的问题, 应用包括:

- 工业电机
- 牵引电机
- 发电机

### 优质涂层

INSOCOAT轴承采用复杂的等离子喷涂工艺喷涂了优质的氧化铝绝缘涂层, 有以下优势:

- 可耐受各轴承应用采用的常用介质
- 可在广泛的工作温度范围内提供保护
- 最小电阻为200 MΩ (表1)
- 经测试耐受电压为3,000 V DC (如果您需要耐受更高电压的涂层, 我们可以按需供货)

### 保护性密封剂

等离子喷涂的涂层通常具有吸湿性, 因此冷凝水容易渗入涂层。INSOCOAT轴承采用了独特的密封剂, 能够防止这种现象的发生。

### 工程支持

SKF可为您提供轴承的相关电气参数值, 您可以选择满足您需求的最佳绝缘解决方案。

### 全球服务

INSOCOAT轴承的最常用尺寸和变型 (单列深沟球轴承和单列圆柱滚子轴承) 有库存。我们还可以按要求提供定制化轴承和产品系列。

性能数据、尺寸和旋转精度与非绝缘轴承相同 (表2)。



表1

INSOCOAT轴承规格, T≤40°C, rH ≤ 60%			
SKF型号后缀		击穿电压	最小电阻
		[V] DC	[MΩ]
外圈涂层	内圈涂层		
SKF标准涂层 VL0241	VL2071	3 000	200
SKF高级涂层 VL0246	VL2076	3 000	400

表2

INSOCOAT轴承数据	
深沟球轴承和圆柱滚子轴承	
尺寸标准	外形尺寸: ISO 15
公差	标准或更高精度 (根据客户需求)。  值: ISO 492 (其他信息, 请参见SKF产品型录)。
内部游隙	外圈或内圈外表面上的氧化铝涂层不会影响精度 标准游隙为C3, 查看是否可供其他内部游隙。  这些值适用于安装前无测量载荷的新轴承: ISO 5753-1, 参见SKF产品型录。
允许不对中	与可比标准轴承相同

# INSOCOAT轴承的优势

## 提高设备可靠性

INSOCOAT轴承几乎可消除杂散电流引起的轴承失效问题，因此设备可靠性更高，运行时间更长。

## 经济高效的耐电腐蚀性能

INSOCOAT轴承将轴承和绝缘性能整合至一个解决方案中。与轴或轴承座绝缘相比，INSOCOAT轴承可在显著降

低总体拥有成本的情况下提供良好的耐电腐蚀性能。

## 提高设备正常运行时间，降低维护成本

INSOCOAT轴承提高了设备使用寿命，延长了维护周期。

## 易于安装，即时可用

INSOCOAT轴承可使用标准方法和工具进行安装，在运输和搬运期间具有较高的稳健性。

## 涂层选择

### 外圈带涂层

外圈外表面带有电绝缘涂层的轴承是最常见的INSOCOAT轴承：

- 推荐内径小于120 mm的轴承用于中型电机
- 适用于所有类型的轴承座
- 可应用于外径大于80 mm的轴承
- 用后缀VL0241和VL0246表示

### 内圈带涂层

内圈外表面带有电绝缘涂层的轴承具有更强的耐电腐蚀性能，因为更小的涂层表面面积可提供更高的阻抗。

- 推荐内径大于120 mm的轴承用于大型电机
- 可应用于内径大于70 mm的轴承
- 用后缀VL2071和VL2076表示



带外圈涂层的INSOCOAT深沟球轴承



带内圈涂层的INSOCOAT圆柱滚子轴承

## 定制解决方案

SKF还可提供套圈截面形状复杂的INSOCOAT轴承、大型轴承和轴承单元。



带外圈涂层的INSOCOAT法兰圆锥滚子轴承



带内圈涂层的INSOCOAT牵引电机轴承单元



带外圈涂层的INSOCOAT圆锥滚子轴承单元

## 电气参数的影响

INSOCOAT轴承在直流和交流应用场合中的性能表现不同。

在直流应用场合，INSOCOAT轴承起到正常（纯欧姆）电阻器的作用。氧化铝涂层是绝缘体，因此其欧姆电阻值（R）很重要。标准涂层的击穿电压为3,000 V DC，电阻大于200 MΩ，使得INSOCOAT轴承具有高效的绝缘性能。

在交流应用场合，尤其是在变频器提供高频率时，轴承的性能表现不同。电绝缘涂层（如INSOCOAT陶瓷涂层）起到并联电阻器和电容器的作用。因此，还必须考虑阻抗（Z），如公式1所述：

$$|Z| = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + (2\pi fC)^2}}$$

**公式1：**与欧姆电阻器并联的电容器的电阻抗。

公式1表明，频率越高，公式中包含电容的项变大，阻抗就越低。

这种情况下，电阻抗取决于电阻器的欧姆电阻（R）、电容（C）和施加电压的频率（f）。INSOCOAT轴承的电容（公式2）取决于轴承的涂层表面面积大小（A）、绝缘涂层的厚度（s）、涂层自身的材料（ $\epsilon_r$ ）和介电常数（ $\epsilon_0$ ，一种材料常数）。

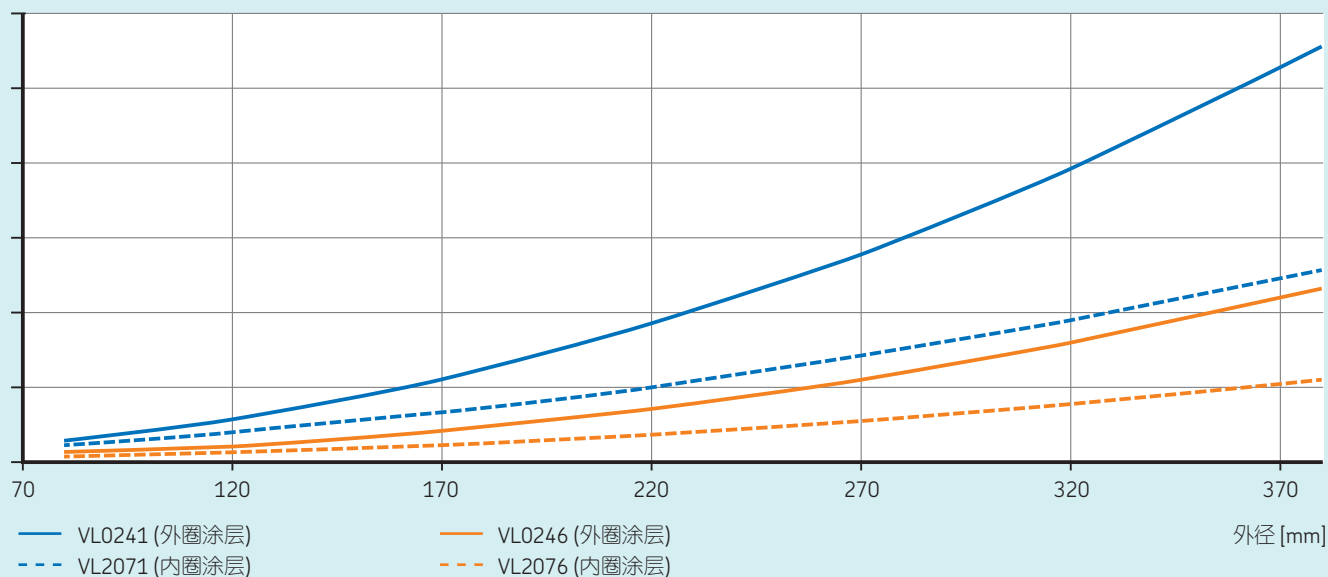
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{s}$$

**公式2：**平行板电容器的电容。

为增大轴承的阻抗，涂层的电容应尽可能小。实际上，这意味着内圈涂层总是比外圈涂层的阻抗更高。对于涂层厚度也是如此。VL0246的电阻抗比VL0241的电阻抗大得多（图表2）。

电容与轴承外径的关系

电容



## SKF如何测量INSOCOAT轴承的电气参数

有效的欧姆电阻测量值只能在受控的环境条件下获得，因为测量结果可能受到许多不同因素的影响，例如湿度、洁净度、温度和接触面。

图1和图2分别介绍了带外圈涂层和内圈涂层的INSOCOAT轴承的测量原理，符合实际安装条件。因此，表1描述的电气参数仅在安装条件、干燥洁净环境以及符合综合型录要求的相关轴和轴承座尺寸情况下有效。

图1

带外圈涂层的轴承的电绝缘测量原理

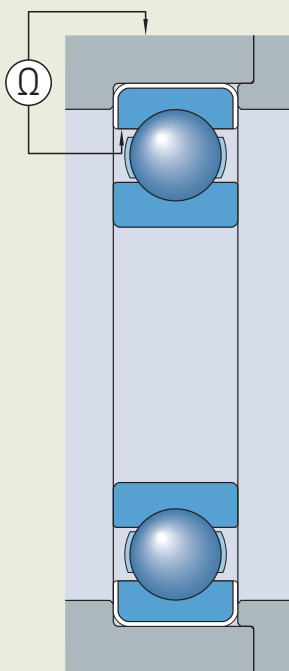
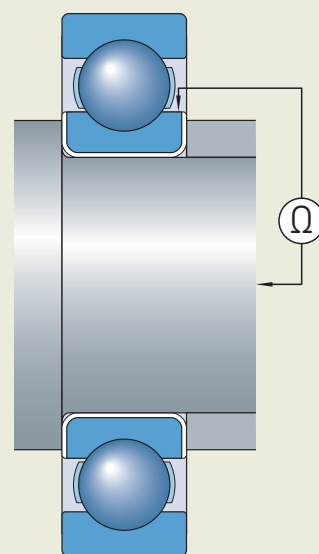


图2

带内圈涂层的轴承的电绝缘测量原理



[skf.com](http://skf.com)

® SKF和INSOCOAT是SKF集团的注册商标。

© SKF集团2017年

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/P2 17344 ZH** · 2017年6月

部分图片经Shutterstock.com授权允许使用。