
科学家发现“金属关节”的普遍疲劳特征

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41057.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家发现“金属关节”的普遍疲劳特征。

金属轴承犹如机械装备的“关节”，经受循环往复的高速旋转，极易“积劳成疾”，产生隐患。

近日，中国科学院金属研究所打破了此前认知，明确了“亮蚀区”的微观本质为循环滚动接触应力驱动下发生的微结构转变，且这种转变并不局限于高温轴承的特定范围内。

轴承在运转中接触应力最大的位置在滚道表面以下——滚道次表面。材料长时间受到应力，内部会发生组织退化，引发失效等问题。这个现象被称为滚动接触疲劳，也是轴承主要的失效原因。

在轴承疲劳研究中，用酸液腐蚀轴承滚道截面后，通过显微镜可观察到材料次表面出现亮白色区域，即“亮蚀区”。

此前仅在航空发动机的高温轴承钢中发现过该现象。因此，学界普遍认为“亮蚀区”是高温轴承钢的专属特征，并未研究其形成机制。

“亮蚀区”为什么变亮？其内部发生了怎样的转变？研究团队在不同尺度下观察了“亮蚀区”内部微结构的特征。

在毫米尺度下，“亮蚀区”宽度大致相当于几根头发丝。在微米尺度下，“亮蚀区”内部存在极高密度的小角度晶界。在纳米尺度下，这些小角度晶界排列成“蠕虫状”位错墙结构。随着疲劳进程加剧，位错墙进一步形成孤立的“蜂窝状”位错胞。

位错胞这类特殊的结构，正是轴承循环滚动接触应力反复作用下不断重组的产物。

研究以应用最广泛的高碳铬轴承钢为对象，发现在滚动接触疲劳过程中，材料次表面同样会形成“亮蚀区”。这证实了“亮蚀区”的形成并不局限于特定的高温轴承钢材料，而是滚动接触疲劳条件下普遍性的材料组织退化模式。

这一发现为理解轴承钢滚动接触疲劳失效机制提出了新认知，也为发展抗疲劳轴承材料设计策略提供了理论依据。

相关研究成果发表在《材料学报》（Acta Materialia）上。

[论文链接](#)



通用轴承钢AISI 52100（GCr15）的“亮蚀区”及微观特征（图片由AI生成）

AI生成

GCr15轴承钢中发现「亮蚀区」

中国科学院金属所团队打破材料固有认知

AISI 52100(GCr15)
通用轴承钢



亮蚀区 | 金相尺度100-500μm | 亮白色耐蚀区



微观特征：高密度位错墙 | 2-5nm纳米碳化物析出

揭示普遍退化模式 · 助力高端装备延寿

研究在通用轴承钢中发现“亮蚀区”（图片由AI生成，来源：中国科学院金属研究所）

研究团队单位：金属研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发