
轴承钢滚动接触疲劳组织退化研究取得新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40213.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！

轴承钢滚动接触疲劳组织退化研究取得新进展。轴承是现代工业不可或缺的关键部件，其服役可靠性直接关系到高端装备的运行安全与寿命。接触疲劳是轴承主要失效形式。轴承服役中，循环接触应力会导致轴承钢次表层发生组织衰退。深入解析这些退化组织的特征并阐明其形成机理，对理解轴承疲劳失效过程及提升其服役寿命具有重要意义。亮蚀区是一种典型的滚动接触疲劳退化组织，最初在高温服役的航空发动机用轴承钢(如M50、M50NiL)中被发现。由于这类轴承钢具有特殊成分和服役环境，学界长期认为亮蚀区形成是该种材料的专有属性，忽视了对其本征形成机制的深入探究。

近日，中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心先进钢铁材料研究部郑成武研究员、李殿中院士团队通过研究发现，在应用最为普遍的AISI 52100 (GCr15) 轴承钢中同样存在亮蚀区缺陷。该发现打破了亮蚀区仅能在高温服役M50/M50NiL轴承钢中产生的固有认知，证实亮蚀区的形成并不局限于特定轴承钢材料，而是一种普遍性的材料组织退化模式。

研究团队系统揭示了亮蚀区缺陷的微结构多尺度特征：其微观本质为循环滚动接触应力驱动下发生的微结构转变，且其并非单一尺度上的组织变化，而是一种典型的多尺度微结构转变。在金相尺度下，亮蚀区呈现为亮白色的区域 (100-500 μm)；其内部存在极高密度的小角度晶界，在微观上表现为厚度仅几十纳米的蠕虫状位错墙，并在疲劳演化进程中进一步转变为孤立的位错胞。这些特殊的位错结构是循环接触应力作用下位错重组的产物。更值得注意的是，亮蚀区内部的原始碳化物发生分解，并在疲劳过程中伴随析出弥散分布的纳米级碳化物 (2-5 nm)。亮蚀区因含高密度小角度晶界和弥散析出的纳米碳化物，其显微硬度较原始马氏体基体提高约50%，耐酸蚀能力显著增强，因此在常规腐蚀后呈亮白色。

研究成果近期以A multi-length-scale study on the light etching region due to rolling contact fatigue in AISI 52100 bearing steel为题发表于Acta Materialia, 2026, 315: 122375. 金属所博士生程胜为论文的第一作者，郑成武研究员、栾义坤研究员和李殿中院士为论文的共同通讯作者。该研究成果得到了国家自然科学基金重点项目(52031013)、中国科学院先导C专项课题 (XDC04040203) 的资助。(来源：中国科学院金属研究所)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2026.122375>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：李殿中等 来源：《材料学报》

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](http://www.iikx.com)转发