

轴承钢热处理逆淬现象分析

瓦房店轴承集团公司 (辽宁 116300) 孔 达 李恒达

由于因脱碳而导致表面硬度低的情况较多,加之一些人员对轴承钢的逆淬现象并不十分清楚,所以,因逆淬而造成的表面硬度偏低也常被误认为是脱碳引起的。为此,本文以在保护气氛DRES90/800炉淬火的圆锥轴承套圈为例,对轴承钢的逆淬现象及影响因素进行了分析。

轴承钢制工件正常淬火时,当工件尺寸增加到一定值,心部冷却速度降至临界冷却速度以下,表面被淬硬,心部硬度会随尺寸的增加而降低。而逆淬是指硬度由表面向心部逐渐升高,出现与正常淬火相反的现象。

1. 逆淬实例

图1为圆锥轴承外套32218/01发生逆淬的剖面示意。沿AB断面测定硬度分布,A处硬度为56HRC,向内部逐渐增高,距表面3mm处硬度为60HRC,距表面5mm处(心部)硬度升至62HRC。显微组织也是表面托氏体多,而越靠近心部,托氏体越少,马氏体越多。工件在保护气氛中加热,化学成分没有变化,工件表面未见氧化脱碳现象。

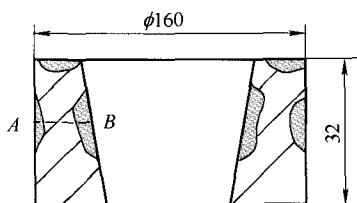


图1 图中阴影部分为未完全淬火低硬度区

2. 影响逆淬发生的因素

为对逆淬现象进一步分析,我们对影响逆淬的各种因素进行了一系列的对比试验。

(1) 淬火冷却介质及奥氏体化后空冷时间对逆淬的影响 为确定淬火冷却介质及工件奥氏体化后空冷时间对发生逆淬的影响,采用 $\phi 18\text{mm} \times$

40mm滚子进行不同空冷时间和淬火冷却介质条件下的对比试验。淬火冷却介质的温度为 80°C ,无搅拌静止状态,性能指标如图2所示。

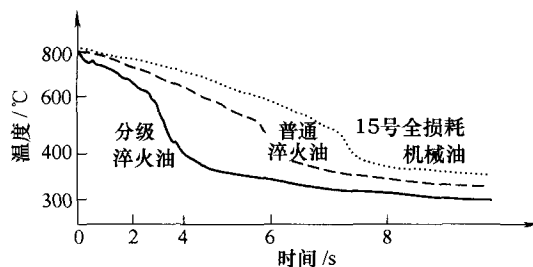


图2 不同淬火冷却介质的冷却曲线

奥氏体化温度 850°C ,保温时间20min后,分别以不同的空冷时间在3种介质中淬火。将淬火后的滚子从中间切断,测定表面到心部的硬度分布(见图3),曲线上数字为空冷时间。

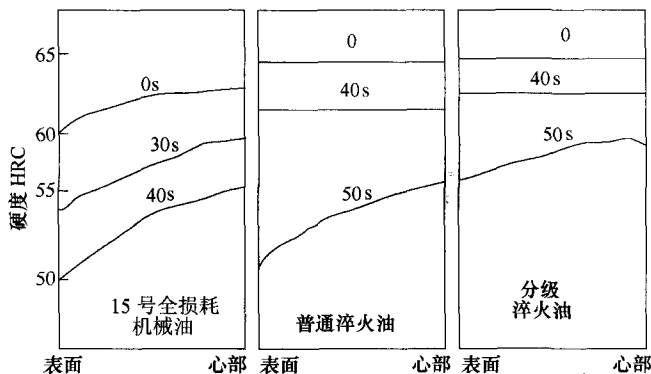


图3 滚子经不同淬火冷却介质淬火的硬度分布

由图3可以看到,在蒸汽膜时间较长的15号全损耗机械油中,无论有无空冷,都出现逆淬现象。而在冷却速度较快的其他油中,空冷时间若不超过40s,皆不发生逆淬。当空冷时间超过50s时,则全部发生逆淬现象。

无逆淬发生时,表面和心部都为马氏体组织,硬度基本保持一定。当发生逆淬时,表面出现托氏

体或贝氏体,从表面到心部,托氏体逐渐减少,马氏体逐渐增多。

(2) 工件尺寸的影响 用不同尺寸试样 ($\phi 10\text{mm} \times 40\text{mm}$ 、 $\phi 15\text{mm} \times 40\text{mm}$ 、 $\phi 25\text{mm} \times 40\text{mm}$ 、 $\phi 30\text{mm} \times 60\text{mm}$) 在5%盐水中淬火后(奥氏体化温度 840°C ,保温20min),从中部切断,测定从表面到心部的硬度分布(见图4),曲线上数字为空冷时间。

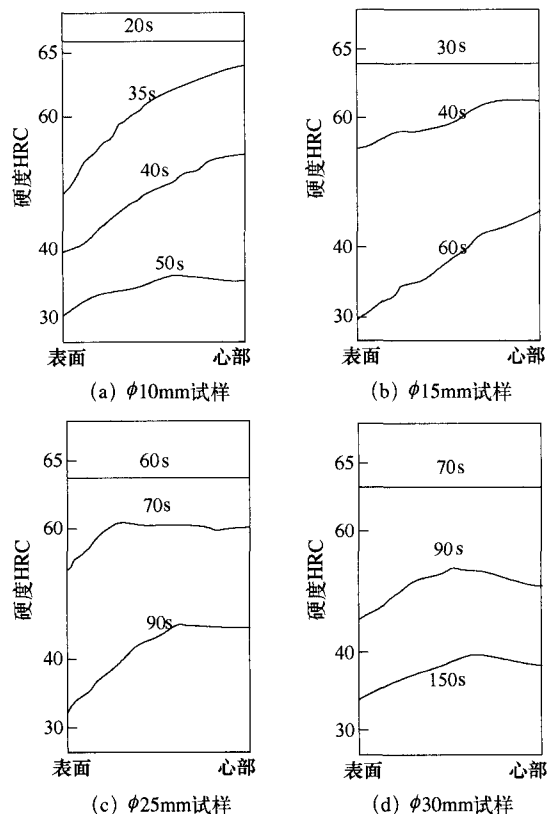


图4 滚子尺寸影响截面硬度分布

从试样检测结果看,当空冷时间短时,所有尺寸表面和心部呈正常淬火硬度分布。空冷时间增加,则表面硬度低,心部硬度高,呈现出逆淬现象。导致逆淬的空冷时间随直径增大而增加。当奥氏体化后空冷时间不足30s时,表面和心部都为65HRC,空冷时间超过150s时,表面和心部硬度都降至24.5HRC左右。空冷时间短时,当直径在25~30mm之间,只在距表面一定距离出现逆淬。

滚子直径增大到 $\phi 36\text{mm}$ (见图5),空冷时间低于80s时,表面硬度62HRC,心部57HRC,呈正常硬化状态。当空冷时间达到100s时,表面为45.5HRC,心部为53HRC。 AB 段为逆淬, BC 段为正常分布。而且逆淬与正常淬硬层界限(硬化分布

曲线最高点)随空冷时间的增加向心部移动。

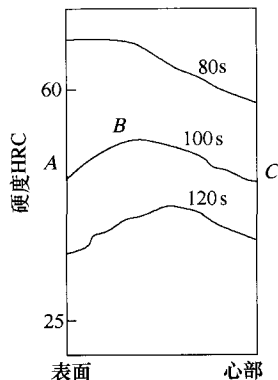


图5 不同空冷时间对淬火截面硬度分布的影响

3. 逆淬发生的原理

逆淬发生的根本原因是工件在奥氏体化后的冷却过程中,由于空冷延缓了淬火过程初期的冷却,致使工件在蒸汽膜阶段停留过长,这样使表面部分消耗过多转变孕育期的时间。而对于内部,孕育期相对损失较少,在随后的冷却速度足够的情况下,反而可以得到更多的马氏体组织。因此,使用蒸汽膜期长的淬火油更易发生逆淬。

如图6所示,奥氏体化后空冷一段时间,表面降到 A 点,消耗孕育期 Z_A ,心部降到 B 点(高于 A),消耗孕育期 Z_B ,放入5%盐水中快冷,由于表面消耗的孕育期比心部多,表面部分碰到珠光体开始转变线,形成大量托氏体,而心部则发生马氏体转变。如果空冷时间延长,表面和心部分别降至 A' 、 B' ,在随后的冷却中都会相交于珠光体开始转变线,而达不到马氏体淬火的目的。

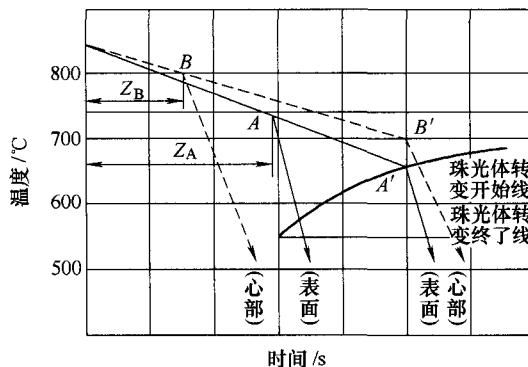


图6 逆淬冷却曲线示意

4. 逆淬理论对DRES90/800淬火工件表面硬度低的解释

DRES90/800炉淬火工件表面硬度偏低的现象发生频次很高。除因锻造等原因造成的表面脱碳

灰铸铁自制轴承的生产技术控制要点

鞍钢集团铁路运输设备制造公司 (辽宁鞍山 2400067) 李 健

灰铸铁自制轴承是鞍钢集团铁路运输设备制造公司修造冶金矿山KF60自翻车上的零件, 材质是HT200, 结构尺寸为320 mm × 245mm × 85mm, 主要壁厚为85mm, 零件重量为20kg。我公司采用粘土砂手工造型, 使用1.5t/h冲天炉冶炼。多年来通过严格控制铸件化学成分、原材料的质量、以及优化工艺操作等, 生产出的产品质量优良, 满足了公司修造车的需求。

1. 化学成分确定

碳、硅都是强烈促进石墨化的元素, 在一定的冷却速度和孕育条件下, 碳当量CE增加, 可以提高灰铸铁的石墨化程度, 碳以碳化物形态存在的数量减少, 以石墨形态存在的数量增加, 在组织上表现为白口倾向减小, 铸态渗碳体和珠光体数量减

少。此外, 提高碳、硅含量还可改善铸造性能, 降低铸件断面敏感性, 减少铸件内应力, 提高加工性能。综合考虑铸件的结构尺寸并保证力学性能的前提下, 确定 $w_C=3.1\% \sim 3.3\%$ 、 $w_{Si}=1.6\% \sim 1.9\%$ 。

锰和硫是稳定碳化物, 阻碍石墨化元素, 但两者共同存在时, 会结合成硫化锰和硫、铁锰化合物, 以颗粒状分布于基体中。这些化合物的熔点在1600℃以上, 不仅无阻碍石墨化的作用, 而且还可作为石墨化的非自发性晶核。考虑到采用1.5t/h冲天炉冶炼, 使用生铁、废钢等炉料的 $w_S=0.05\%$, 冶炼后铸件的含硫量能控制在 $w_S=0.10\% \sim 0.12\%$, 因此锰含量为 $w_{Mn}=0.6\% \sim 0.8\%$ 。

灰铸铁中磷高时, 可以提高铸件的耐磨性, 但随着含磷量的提高, 铸件力学性能尤其是韧性和

外, 逆淬现象是另一主要原因。

由于DRES90/800炉设备老化, 维修不及时等原因, 工件按生产节拍出加热区后, 料盘经常停滞在淬火平台, 未及时入油淬火。工件在空气中停留, 相当于延长了蒸汽膜阶段的停留时间, 从而导致逆淬现象。而且工件越小, 产生逆淬所需的空冷时间越少。

对于同一盘工件, 越靠近外侧的工件, 空冷所消耗的孕育期越长, 也更易产生逆淬现象。当空冷时间到一定值, 外侧工件温度已降至相变点以下, 内部工件则可能发生逆淬。

因此, 同一炉次或同一盘工件可能出现硬度值不同的现象。

因此, 在分析表面硬度偏低质量问题时, 应进行金相、硬度的全面检测和分析。

5. 结语

(1) 由于逆淬是工件在冷却过程中的初期缓冷导致蒸汽膜阶段时间过长造成的, 所以正常生产中的轴承钢制工件奥氏体化后, 空冷时间的长短对是否发生逆淬起决定性作用。

(2) 淬火冷却介质的特性对逆淬的发生有着重要的影响。蒸汽膜阶段时间越长, 发生逆淬的可能性越大。当淬火冷却介质的蒸汽膜时间达到一定值, 即使无延迟淬火也会发生逆淬现象。

(3) 工件的大小与逆淬现象的发生有着密切的关系。工件的尺寸越小、壁厚越薄, 发生逆淬所需的空冷时间越少, 就更容易发生逆淬。

(4) 奥氏体化后及时淬火, 合理地选择淬火冷却介质及适当的冷却方式, 可以有效地防止逆淬现象的发生。MW (20120521)