评价进厂原材料检验的新方法

张玲，李昭昆，杨争，彭志战

摘要：为了评价不同厂家高碳铬轴承钢棒料其原材料碳化物的均匀性，建议采用多台阶非对称塔形试样进行荧光检测，同时加工长条状试样对其微观观察、磁粉检测、流线显示对比。

关键词：高碳铬轴承钢；无损检测；微观组织；金属流线；碳化物均匀性

高碳铬轴承钢进厂原材料入厂检验时，除了对其原材料的规格、表面质量、钢材牌号进行检查确认后，常规检查的项目还有化学成分、低倍组织、非金属夹杂、硬度、显微组织，检查合格后方可入库。为了满足高端用户对产品的需求，在原材料的检验方法方面进行了一些技术性的探讨。该方法可以应用于对比不同厂家产品的微观及宏观特征，以便根据用户的要求，更好地选择不同厂家的产品满足高端用户的需求。此方法，一方面对原材料的取样形状、取样的位置及观察的部位进行了改变，另一方面采用了多种分析检验手段的综合应用，从而实现了原材料从心部到边缘的组织观察，对所用材料的现有状态进行全方面微观检测。

1. 试样状态及常规检验

材料钢号：GCr18Mo或其他牌号的高碳铬轴承钢，状态：圆棒料，规格：直径90～120mm；首先按JB18254标准，进行常规取样及常规检查，合格后进行后文所列项目的检查。

2. 新试样及分析方法

（1）多台阶塔形试样　选择某个子炉号进行分析：首先锯成料段，制成多台阶塔形试样，试样标准形状见图1；按照有关企业标准对其进行荧光检测，判

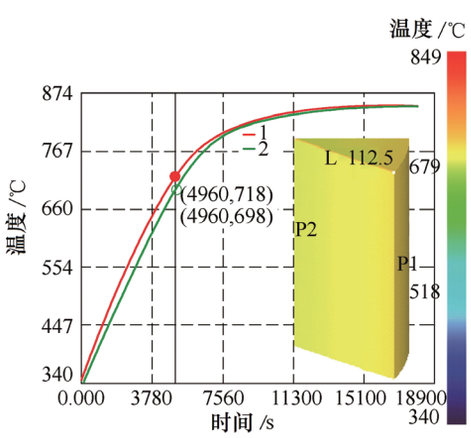


图4　十字轴加热过程模拟

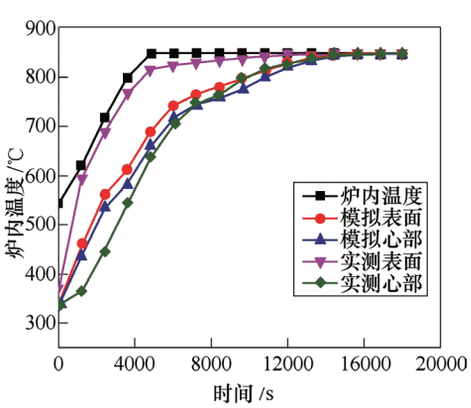


图5　模拟和测量的表面和心部温度

4. 结语

对十字轴加热过程进行了模拟，并在生产现场进行了测温验证。十字轴心部的升温曲线，模拟与实测相吻合，为今后优化十字轴的加热工艺优化提供了参考。

参考文献

[1] 刘庄.热处理过程的数值模拟[M].北京：科学出版社，1996：23-24.

[2] 莫春立，栾义坤. 2.25Cr1Mo钢大型筒体锻件差温热处理过程研究[J].金属热处理，2005，30(12)：81-84.

作者简介：马继堂、刘辉，泰尔重工股份有限公司热处理工程师。

MW 20160519

定其原材料沿轧制方向带状碳化物的分布情况及密集程度。对多台阶非对称塔形试样，采用荧光检测的方法。

（2）长条试样　锯成厚度为15mm的料段，沿圆盘样中心位置贯穿截取，制成长条状试样：15mm×15mm（宽×厚），取样位置及长条状试样见图2。试样加工过程：锯切料段、锯切圆盘样、锯切长条状试样、淬火（840℃×30min）、从试样中心线切割、磨制金相试样、观察从其表面到心部的显微组织变化。

（3）试样分析检验方法　对多台阶非对称塔形试样，按照企业标准，采用荧光检测的方法检验原材料表面和近表面碳化物条带其缺陷的状态；对小长条试样采用磁粉检测的试验方法，观察其磁痕的分布情况；金相法观察长条试样各截面的组织变化情况；采用热酸洗检测流线的形貌特征。

3. 新的检验方法

（1）无损检测情况（原材料碳化物带及组织差异对聚磁的影响）　采用便携式磁轭法，分别对原材料试样轧制方的纵截面和横截面进行充磁，然后喷注磁悬液，观察磁痕的分部形貌，纵截面沿材料轧制方向有多条磁痕，横截面没有聚磁现象。

（2）原材料带状组织分析（心部到边缘带状区域的分布）

其一，横截面（径向平面）组织形貌。对横截面（径向平面）的表层及心部组织进行了低倍和高倍的观察，其组织形貌见图3。图3a和图3b是100倍横截面表层组织与心部组织形貌对比，其中图3a代表表层组织形貌，图3b代表心部组织形貌；100倍观察横截面表面及心部组织均无黑白区带，无碳化物带；只在心部组织可见较为明显均匀的黑白区间。图3c和图3d是500倍横截面组织表层与心部形貌对比组织形貌，其中图3c代表表层组织形貌，图3d代表心部组织形貌；500倍观察表面组织及心部组织，K均匀细小分布，没有太大差异。

其二，低倍下纵截面（轴向截面）组织形貌。对纵截面组织表层与心部组织进行了低倍和高倍的观察，其组织形貌见图4。图4a和图4b是100倍纵截面边缘组织与心部组织形貌对比，其中图4a是边缘组织，图4b是心部组织；100倍观察纵截面边缘无黑白带，无碳化物带，100倍观察心部有可见的碳化物带，沿轧制方向的黑白区带。

图4c和图4d是500倍纵截面组织表层与心部形貌对比组织形貌，其中图4c是边缘组织，图4d是心部组织。500倍观察表面组织，无黑白带，无碳物带，K均匀细小分布；500倍观察心部组织，黑白区K均匀细小分布，成分差异导致耐蚀性不同所致，且有一定的带状分布趋势。

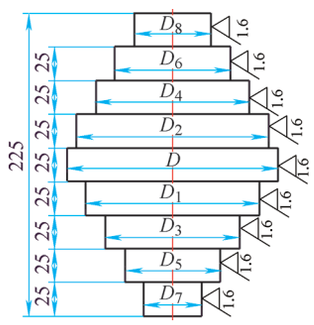


图1　多台阶非对称塔形试样

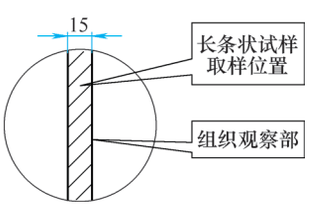


图2　长条状试样取样位置

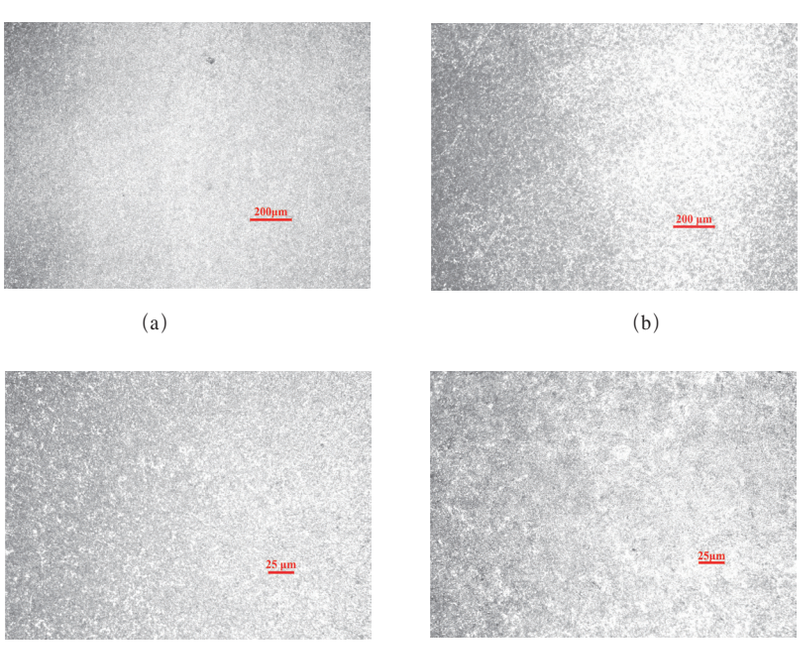


图3　横截面（径向平面）组织形貌对比

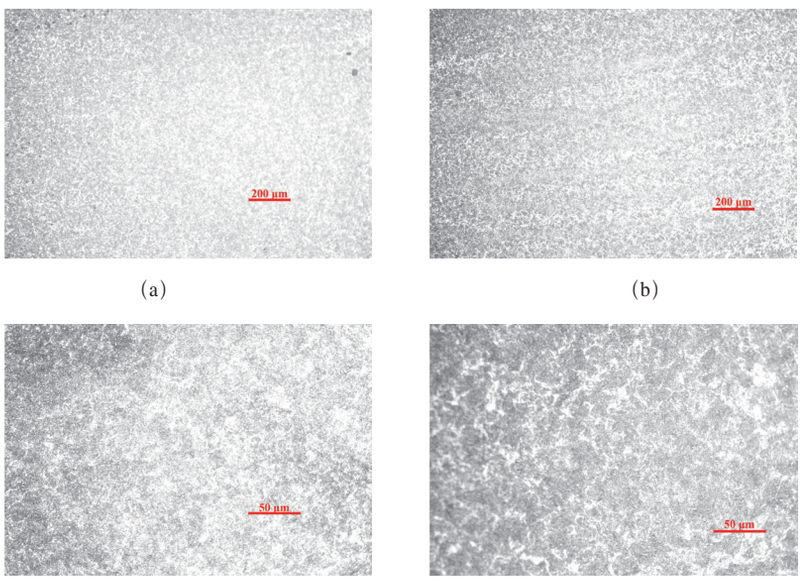
其三，纵截面（轴向截面）带状组织分布。对某钢厂的某一子炉号长条形试样的组织从边缘逐步到心部进行了观察，其分布规律见附表。通过观察原材料心部和边缘的金相组织可以看到，棒料的边缘往往无带状碳化物分布，而在棒料心部分布着带状碳化物。附表反映了带状碳化物在棒料的分布位置和分布区间的大小。

4. 原材料试样流线分析

对原材料试样在温度为65℃、浓度为50%的盐酸水溶液中，将纵截面及横截面样件完全浸没，煮至50min中和清洗后，观察试样纵截面及横截面的流线分布。

（1）纵截面流线　采用奥林巴斯GX51金相显微镜图像分析系统及体式显微镜调整到6.7倍，观察电渣钢的纵截面的流线分布：靠近棒料表面流线稀疏，而中心位置及过渡区流线分布，沿材料轧制方向分布，呈现多条河流状形貌；而表面流线不明显。因此，在原材料的边缘和心部表现流线的粗细和稀疏有所不同，表面流线的粗细及稀疏程度低于心部程度。

（2）横截面流线　肉眼外观观察，没有发现任何横截面流线。



（a）　（b）　（c）　（d）

图4　纵截面（轴向截面）组织形貌对比

纵截面（轴向截面）带状组织分布表

纵截面（轴向截面）带状组织分布				碳化物级别
表面	心部	1/4区	出现位置分布	
100倍观察无黑白带，无碳化物带	100倍观察无碳化物带，有轧制方向的黑白区带	100倍观察无碳化物带，无黑白区带	黑白带心部8mm范围有黑白带	合格
500倍观察组织，无黑白带，无碳物带，K均匀细小分布	500倍观察组织，黑白区K均匀细小分布；成分差异导致耐蚀性不同所致			
横截面（径向截面）组织分布				合格
100倍观察无黑白区带，无碳化物带	100倍观察无碳化物带，无黑白区带，只存在均匀的黑白区间	100倍观察无碳化物带，无黑白区带	100倍观察无碳化物带，无黑白区带，黑白区间心部8mm位置	
500倍观察组织，无黑白带，无碳物带，K均匀细小分布	500倍观察组织，黑白区K均匀细小分布；成分差异导致耐蚀性不同所致			

5. 结语

为了对所用轴承材料进行更为深刻的评价，除了常规的检查方法以外，可以通过以下方法的应用，获得较为满意的评价。

（1）多台阶塔形试样采用荧光、磁粉检测。

（2）对于穿过中心的长条状试样，采用从边缘到心部观察其金相组织变化。

（3）对于穿过中心的长条状试样，采用磁轭装置观察磁痕的变化。

（4）对于穿过中心的长条状试样，观察金属流线的状态。

作者简介：张玲、李昭昆、杨争、彭志战，洛阳LYC轴承有限公司、航空精密轴承国家重点实验室。

MW 20160517