40CrMn轮毂调质后裂纹成因分析

刘庆涛，冉胜旺，冯显磊

摘要：利用直读光谱仪、蔡司扫描电镜、蔡司显微镜等设备对裂纹件40CrMn轮毂基体化学成分、裂纹处物质构成、金相组织、晶粒度进行检验，并对原材料的非金属夹杂物进行检验，最终发现裂纹处有氧化物，尾端呈圆顿状，两侧有明显的脱碳现象，分析了裂纹产生的原因，为零件生产厂家改进工艺提供了理论依据。

关键词：40CrMn；脱碳；锻造裂纹；裂纹分析

40CrMn轮毂为我公司某外协厂家提供的正火毛坯件，我公司进行下一步热处理：840℃箱式炉加热保温105min，出炉淬火（浓度为1.5%的AQ251淬火液）冷却3min，发现批量裂纹。故对裂纹产生的原因进行分析。

1. 宏观检验

轮毂裂纹位置均发生在凸台过渡区，如图1所示，取裂纹处纵截面，了解裂纹的深度及裂纹的成因，如图2所示。

2. 理化检验

（1）化学成分分析　裂纹件40CrMn轮毂化学成分分析结果见表1，化学成分符合GB/T 3077—1999技术要求。

（2）能谱分析　利用ZEISS EVO18扫描电镜，对裂纹处及裂纹外缘（即基体）的物质进行能谱激发，得到含量较多的元素，如图3、图4所示，以及各元素对应的质量分数、原子分数，见表2、表3。

通过能谱分析得知，裂纹外缘（即基体）材质符合要求，裂纹处有氧化物存在。

（3）金相组织和晶粒度检验　对所取裂纹试样粗磨、半精磨、精磨、抛光和腐蚀后，使用ZEISS Axiovert 40 MAT显微镜在500倍视野下观察，基体金相组

图1　裂纹形态

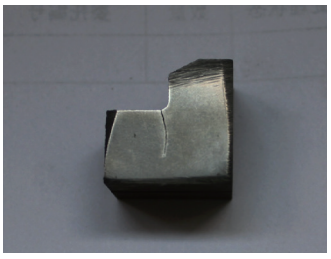
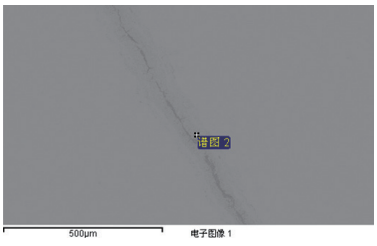
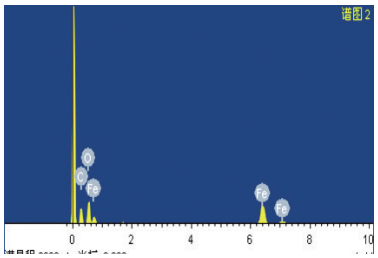


图2　裂纹件纵截面



（a）裂纹处能谱激发位置



（b）该处元素种类

图 3

表1　化学成分（质量分数）　（%）

元素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
标准值	0.37～0.45	0.17～0.37	0.90～1.20	≤0.035	≤0.035	0.90～1.20	≤0.15	≤0.30	≤0.30
裂纹件	0.40	0.22	1.00	0.008	0.018	1.02	0.002	0.016	0.014

织为回火索氏体，如图5所示。

在50倍视野下，对裂纹全貌进行观察，裂纹两端都有明显的脱碳现象，如图6所示。在100倍下观察，基体晶粒度8级，裂纹区金相组织为回火索氏体+铁素体，且发现裂纹尾端圆顿（见图7），并不符合淬火裂纹特征[1]（见图8，100×）。

（4）原材料非金属夹杂物检验　对原材料取样进行检测，非金属夹杂物级别为D0.5[2]（见图9，100×）。

3. 分析与讨论

40CrMn轮毂化学成分、金相组织、晶粒度符合要求，原材料非金属夹杂物也符合要求，裂纹中含有氧化物，且裂纹两侧有明显的脱碳现象，裂纹端部呈圆顿状，金相组织中含有铁素体，故判断此裂纹为锻造时形成的非淬火裂纹[3-4]。

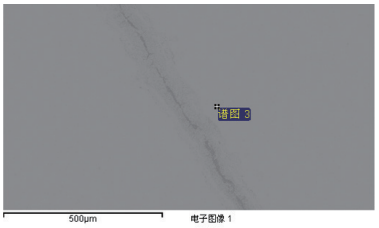
4. 结语

（1）轮毂使用的钢材符合技术标准要求，热处理工艺也符合调质工艺要求。

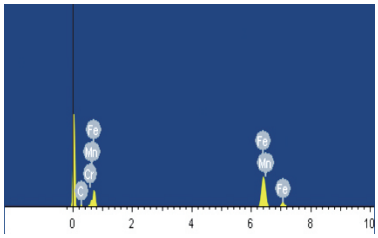
（2）锻造裂纹产生的原因很多，如锻打工艺不良或操作不当，过热、过烧或终锻温度太低，以及锻后冷却速度过快等，建议厂家检查生产设备，改进生产技术，避免类似现象再次发生。

表2　裂纹处激发点各元素对应表　（%）

元素	质量分数	原子分数
C	33.69	51.29
O	33.10	37.84
Fe	33.21	10.87
总量	100	100



（a）裂纹外缘能谱激发位置



（b）该处元素种类

图　4

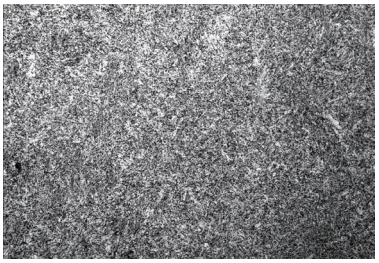


图5　回火索氏体

表3　裂纹外缘激发点各元素对应表（%）

元素	质量分数	原子分数
C	12.53	39.96
Cr	1.03	0.76
Mn	0.77	0.54
Fe	85.67	58.74
总量	100	100

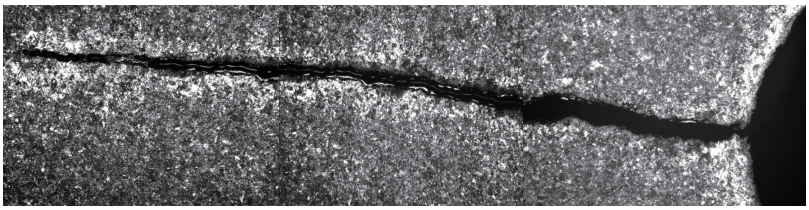


图6　裂纹全貌

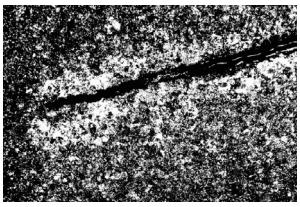


图7　裂纹尾端

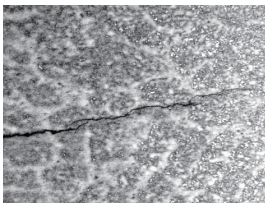


图8　典型淬火裂纹

图9　非金属夹杂物

参考文献

[1] 刘进益.热处理裂纹分析—典型淬火裂纹[J].东方电机，2009（1）：44-51.

[2] 中国钢铁工业协会.GB／T 10561—2005，钢中非金属夹杂物含量的标准评级图显微检验法[S].北京：中国标准出版社，2005.

[3] 王忠诚，王东.热处理常见缺陷分析与对策[M].北京：化学工业出版社，2012.

[4] 崇鹏.浅谈锻造裂纹与热处理裂纹[J].鄂钢科技，2009（04）：22-24.

作者简介：刘庆涛，硕士研究生，山推工程机械股份有限公司，主要研究方向为理化检测的研究；冉胜旺、冯显磊，山推工程机械股份有限公司。

MW 20160510