

某产品端面开裂原因分析

■ 刘廷, 刘宇波

摘要: 通过对某产品端面裂纹进行观察与分析, 端面裂纹位于表面淬硬区, 开裂模式为脆性开裂, 断面未见明显材料缺陷, 开裂原因主要与加工应力控制不当有关。

关键词: 碳氮共渗; 形貌; 脆性开裂; 分析

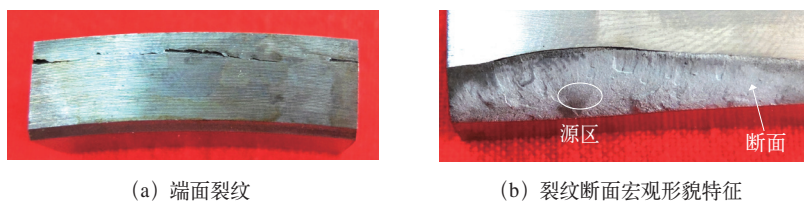
某产品所用材料为20CrMnTi, 表面进行碳氮共渗处理, 表面渗层深度要求 $\geq 1.6\text{ mm}$ 、硬度 $\geq 63\text{ HRC}$ 。产品在碳氮共渗后精加工大端端面后发现, 端面外侧存在几条沿周向分布的裂纹。

1. 形貌观察

产品裂纹及断面如图1所示, 端面裂纹位于距端面外壁约2mm的位置, 并斜向外侧扩展; 裂纹断面较平坦, 呈亮灰色, 断面可见放射状扩展棱线, 源区位于端面的次表面, 为点源起裂, 端面未见明显材料缺陷。

将裂纹断面置于扫描电镜下进行形貌观察和能谱分析, 裂纹源区形貌如图2、图3所示, 裂纹断面源区位于次表面, 源区未见明显材料缺陷, 源区及附近区域呈准解理断裂形貌, 扩展区断裂形貌如图4所示, 呈现沿晶+准解理断裂形貌, 裂纹微观形貌特征表明产品端面的开裂模式为脆性开裂。

对基体进行能谱分析主要含



(a) 端面裂纹

(b) 裂纹断面宏观形貌特征

图 1

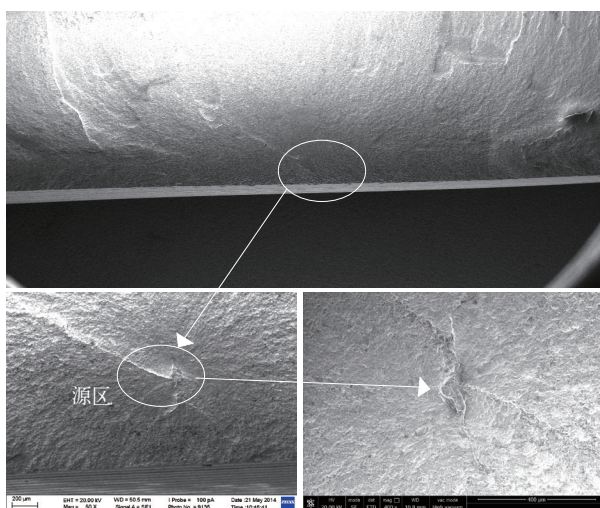


图2 断口、源区低倍形貌

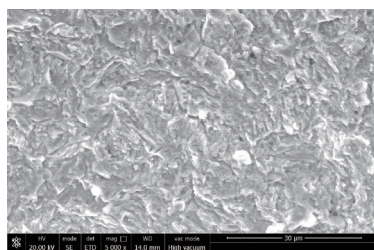


图3 源区准解理断裂形貌

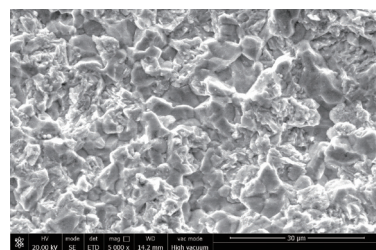


图4 扩展区沿晶+准解理断裂形貌

有Fe、Cr (1.2%)、Mn (1.3%)元素，主合金元素及含量符合20CrMnTi的要求，见图5。

2. 金相分析

在裂纹附近取样制备成金相试样进行组织观察和显微硬度测试，结果如图6所示。从图中可以看出：产品心部组织为回火马氏体组织；端面渗层组织为回火隐针马氏体+碳氮化物，端面渗层深度约为1.9mm，符合设计要求（≥1.6mm）。整体裂纹均位于淬硬区，裂纹两侧组织与其他区域淬硬层组织一致，未见明显组织缺陷存在。

对试样进行显微硬度测试（见附表），结果表明端面渗层硬度符合设计要求（≥63HRC）

3. 分析讨论

能谱分析结果表明：产品所用材料的主合金元素及含量符合20CrMnTi的要求。金相分析结果表明：产品大端端面渗层的深度及硬度均符合设计要求。

大端端面的几条断续周向裂纹，裂纹位置及形态相似，均位于距端面外壁约2mm，并斜向外扩展。裂纹断面观察结果表明断面较平坦且有金属光泽，裂纹起源于大端面次表面，呈准解理形貌，未见明显材料缺陷，扩展区呈沿晶+准解理形貌，断口形貌特征表明阳球的开裂模式为脆性开裂，且是在热处理之后形成。

结合产品加工及热处理过程分析认为，产品大端端面裂纹位于表面淬硬区，是在热处理后车加工过程中所形成的。由于表面淬硬区的硬度高、脆性大，对加工应力较敏感；若进给量较大，

则挤压应力较大，极易导致其发生脆性开裂。

目前我厂个别型号产品工艺路线已做调整，工艺路线有两点变化：第一，在淬回火之前增加

切碳，减少淬回火后的加工量；第二，淬回火后由磨削替代车削，减少进给量。通过这两点改变，有效减少了产品端面崩渣和开裂。

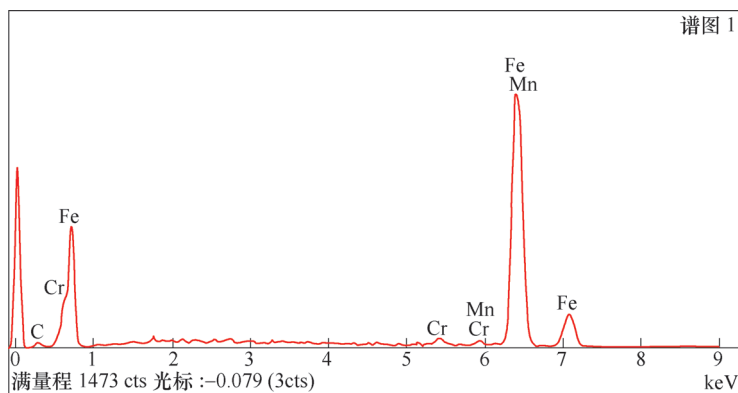


图5 基体能谱

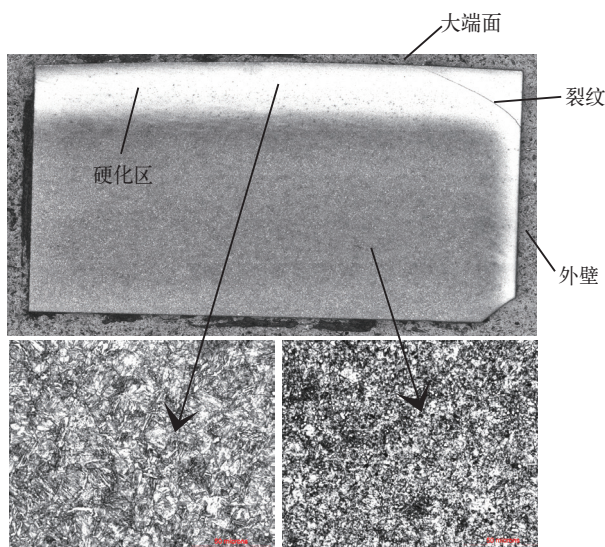


图6 基体及端面淬硬层组织形貌

显微硬度测试结果

测试部位	HV0.3					平均	HRC
心部	382	371	362	380	385	376	38.5
端面渗层	823	817	823	811	817	818	64.7

参考文献

- [1] 张岸, 陈顺民. 叶根型线精铣刀开裂分析[J]. 热处理, 2012 (5): 69-71.
- [2] 魏秋华, 吴三陵. 制动器管开裂原因分析[J]. 热处理, 2012 (5): 63-65.

作者简介：刘廷，内蒙古航天红岗机械有限公司，分析测试中心；刘宇波，包头中车电机有限公司，技术品管部。

MW 20160826