

精轧机接轴中辊端轴套断裂分析

■ 杨晓红, 张建

摘要: 通过对宏观断口观察、化学成分分析、齿部取样金相组织、硬度检查、力学性能检测等手段对辊端轴套断裂原因进行了分析。结果表明: 齿面的淬火硬化层不均匀, 齿面中部至齿根部没有淬硬层, 齿部以外的力学性能不符合设计要求等是导致该辊端轴套早期断裂的主要原因。为优化辊端轴套的热处理工艺及冶炼质量控制提供了参考依据。

关键词: 辊端轴套; 断裂; 淬硬层; 硬度; 非金属夹杂物

精轧机接轴是板带热连轧精轧机组的关键传动部件, 其性能、质量与板带产品的产量和质量有着直接的关系, 其技术要求越来越高, 而辊端轴套作为精轧机接轴与轧辊连接的关键受力件, 其重要性不言而喻。

1. 技术要求

从图1整套精轧机接轴中的装配图可以看出, 辊端轴套右端内齿与外齿轴套的外齿配合, 另一端扁孔与轧辊配合, 传递单向扭矩, 轧钢过程中, 辊端轴套承受的冲击力大。我公司为某钢厂制作的1700mm精轧F1接轴上线使用8个月后, 辊端轴套内齿部位断裂成四部分。此辊端轴套采用低碳合金钢17Cr2Ni2Mo制造, 整体渗碳处理, 渗碳层深度2~2.5mm, 齿部模数12, 进行单齿感应淬火后磨齿, 磨量0.5mm, 齿表面硬度要求58~62HRC。辊端轴套的主要制造工序为: 热锻→正火+回火→粗加工→稳定性回火→机加工(插齿)→渗碳→

齿部单齿感应淬火→磨齿(其余部位车、插加工)。

精轧机接轴左端的辊端轴套齿部与外齿轴套配合传递扭矩, 扁孔部位与轧辊配合(见图1)。

2. 断裂情况及取样位置

图2为整个辊端轴套齿部断

裂后形态, 宏观肉眼观察来看, 裂纹从内孔齿部逐渐扩展, 在不断的扭转力下撕裂断成4部分, 其中两块已直接掉下来。对断裂部位任意割取一个齿形试块, 对基体的低倍组织、渗碳层的硬度及深度、金相组织特征, 以及非硬化部位的力学性能、材料化学

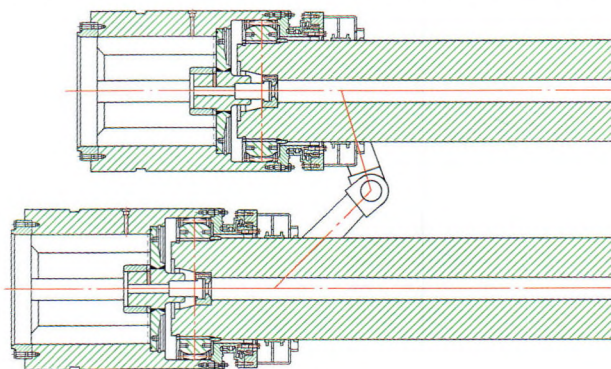


图1 精轧机辊端轴套部分装配



(a) 辊端轴套断裂后的形态



(b) 齿部切割试块形态

图 2

成分进行检测分析。

3. 分析过程

(1) 非硬化层低倍组织检测 对切割的齿截面在100倍下按GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定标准进行检测，视场中的非金属夹杂物最大尺寸已达到5级左右（见图3）。

(2) 齿部硬度检测 采用4%硝酸酒精腐蚀断裂齿的截面，进行宏观观察及硬度检测，整个齿的齿顶及齿侧上部有淬硬层，齿侧下半部分及接近齿根的位置无淬硬层。

按照硬度梯度法对淬硬层部位进行硬度梯度检测，从表面间隔0.5mm，用台式显微硬度计进行硬度检测，结果如表1所示。

从表1可以看出，齿面经过渗碳并表面淬火后，淬硬部位的淬硬层深度在2.0mm左右，符合图样的要求，但齿侧下部及齿根无淬硬层。

(3) 渗碳层及心部组织特征检测 通过金相组织观察，淬硬层部位为淬火马氏体，且组织

均匀，马氏体级别在2级左右，未见明显的残留奥氏体，符合渗碳淬火组织。心部组织为珠光体，且铁素体较多（见图5）。

(4) 化学成分检测 使用斯派克移动式直读火花光谱仪测

得材料的化学成分如表2所示。

可见，材料的化学成分符合标准GB/T 17017—1997的17Cr2Ni2Mo钢的要求。

(5) 基体力学性能检测 力学性能检测结果如表3所示。



图3 低倍非金属夹杂物（100×）



(a) 渗碳层组织（400×）

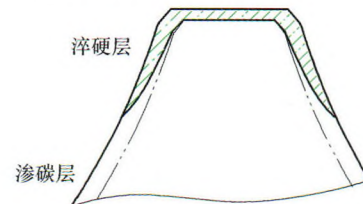


图4 硬化层分部示意



(b) 心部组织（400×）

图 5

表 1

距表面的距离/mm	硬度值HV1	硬度值HRC
0	688	59
0.5	642	57
1.0	619	56
1.5	591	55
2.0	348	38
2.5	225	20

表2 17Cr2Ni2Mo轴套化学成分（质量分数）（%）

项目	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
标准值	0.14~0.19	0.17~0.37	0.3~0.6	≤0.035	≤0.035	1.5~1.8	1.4~1.7	0.25~0.35	≤0.30
实测值	0.15	0.21	0.51	0.007	0.013	1.64	1.47	0.28	0.22

表 3

项目	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	断后伸长率（%）	断面收缩率（%）	冲击吸收能量/J
要求值	≥980	≥680	—	—	≥41
试样1	538	266	28	56	98、82
试样2	540	258	28	53	87、68

4. 结语

分析结果表明：辊端轴套渗碳后单齿淬火，齿面的淬火硬化层不均匀，从齿顶至齿面中部逐渐减薄，齿面中部至齿根部没有

淬硬层，且从断齿的部分可以看到齿根部有明显的挤压痕迹，主要源于齿根部无硬化层。材料符合设计图样的要求。从低倍检测看出材料本身存在夹杂物，且级

别较高，说明材质纯净度不符合要求。

内齿根部无淬硬层，致使与之配合的外齿在长时间的啮合传动过程中对其根部产生不断挤

锯齿开裂的原因分析及改进措施

■ 郝少祥, 任波

摘要: 锯齿开裂源于锯齿组织中存在偏析带缺陷组织且沿圆周分布, 使锯齿材料呈现各向异性, 径向承载能力低于周向承载能力; 冲压产生的径向拉应力启动缺陷组织中的裂纹源, 裂纹扩展导致锯齿开裂。改进措施: 一是改善组织后再冲齿, 二是改变锯齿加工方法。

关键词: 锯齿裂纹; 裂纹分析; 改进措施

河南某工具厂生产的锯片系3mm厚的65Mn钢冷轧薄板经切割下料→粗平→钻中心孔→钻工艺孔→粗车→铣水口槽→粗平→冲齿→热处理→粗平→粗磨→复平→精磨→精平→滚压→倒角等工序而成的。近期生产的锯片在冲齿工序中出现部分锯齿开裂, 致使锯片废品数量猛增, 生产不得不暂时停顿。为此, 受厂家之托, 对锯齿开裂的原因进行分析, 并提出针对性改进措施。

1. 锯齿开裂的原因分析

(1) 开裂锯齿成分检测 附表为开裂锯齿与正常锯齿的成分检测结果。对比国家GB/T1222—2007标准, 锯齿元素含量都在国家规定范围内, 成分都

符合国家标准, 仅开裂锯齿的C、Mn元素含量接近上限, 且略高于正常锯齿。这表明锯片锯齿部位有成分差异, 存在成分不均匀现象。

(2) 开裂锯齿金相组织观察 对开裂的锯齿(见图1箭头所指), 作金相组织检查, 图2为开裂锯齿的金相组织。

从图2中可知, 裂纹两侧对应位置均存在片状珠光体组织, 在片状珠光体组织附近存在偏析带, 其余组织为球状珠光体组

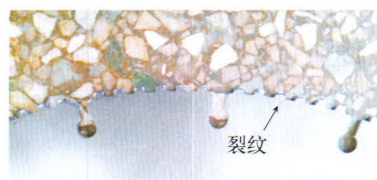


图1 开裂的锯齿



图2 带有裂纹的锯齿的金相组织

锯齿的化学成分(质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
开裂齿含量	0.68	0.28	1.12	0.024	0.022	0.14	0.03	0.04
正常齿含量	0.64	0.26	1.05	0.024	0.022	0.14	0.03	0.04
GB/T1222—2007	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25	≤0.25

压, 并且锻件内部大块的夹杂物以及基体强度低。内齿齿根较低的硬度与硬度较高的外齿齿顶在啮合传动过程中不断的挤压摩擦是产生裂纹并不断扩展的主要破

坏因素。

综合上述分析, 基体强度低、非金属夹杂严重、齿侧下部及根部无淬硬层, 是工件早期断裂的主要原因。

作者简介: 杨晓红、张建, 泰尔重工股份有限公司。

MW 20170619