



GCr15钢制零件裂纹分析

■ 刘爱龙

摘要: GCr15钢制零件进厂检验中发现裂纹,通过金相、化学成分与裂纹形貌分析,对GCr15钢制零件进行废品分析。结果表明热处理淬火过程,表面拉应力是造成失效零件形成表面网状裂纹的主要原因。

关键词: GCr15钢; 裂纹; 淬火; 废品分析

某公司新进一批GCr15钢制零件,进厂检验时发现裂纹。后对该批零件进行磁粉检测,发现该批零件全部出现图1所示裂纹。

1. 研究内容及方法

(1) 化学成分分析 对零件表面和内部使用OBLF直读光谱仪进行化学成分分析,结果见表1。

从零件内部的化学成分可以看出,零件化学成分符合GB/T18254中GCr15要求,从表面与内部的化学成分数据对比可以看出,零件表面存在脱碳现象。

(2) 金相组织观察 对零件进行非金属夹杂物检验,结果见表2,所含非金属夹杂物均符合GB/T18254要求。

对零件表面进行金相制样(未腐蚀),使用LEICA

DM4000M显微镜观察零件表面,裂纹呈现网状,如图2所示。

为了更清楚地显示裂纹形貌,对零件切割并进行横截面显微观察,金相制样未腐蚀后观察发现了许多由表面向内扩展延伸

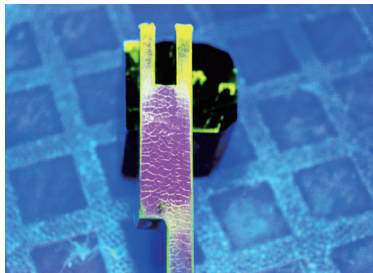


图1 零件磁粉检测裂纹照片

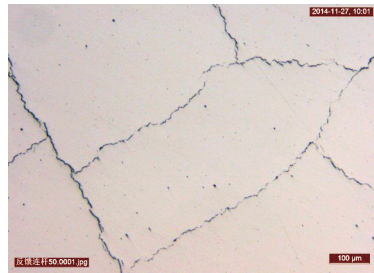


图2 零件表面形貌 (100×)

图6可以看出,最高波幅显示缺陷深度为12.5mm,水平距离为25.5mm,用直尺测量探头前沿与仪器显示相符,另一个波幅为端角反射波幅,故此最高波幅为缺陷波幅。角钢制弯(角钢结构形状1处)无损检测出现图6波幅特征,则波幅为角钢制弯过程产生的裂纹波幅。

6. 结语

输电线路角钢制弯裂纹的检

测判定,首先了解检测区域结构形状,分析工件受力情况,确定具体检测方法,通过检测仪器,分析裂纹特征结合加工工艺,最终对裂纹做出正确判定。角钢检测难点在于角钢边沿其形状不规则且存在圆弧过渡,用超声波直探头检测时检测方向单一,很容易漏检,用斜探头检测时,由于形成端角反射,对缺陷判定难度大。对于这个地方用磁粉和超声波两种检测手段来检验有着

良好的效果。首先用磁粉检测角钢边沿是否存在表面缺陷,如果没有表面缺陷存在,再用超声波斜探头进行检测,裂纹波幅特征是一个缺陷波和一个端角反射波幅。若不存在裂纹缺陷,则仪器显示只有一个端角反射波幅。

作者简介: 文亚奎、王会杰,河南鼎力杆塔股份有限公司。

MW 20160924

的裂纹,结果如图3、图4所示。图3是一条从表面向内延伸的裂纹,裂纹长度约为200 μm 。裂纹附近未见非金属夹杂物,图4显示裂纹呈现出曲折、间断的相似形貌,而且裂纹体的有些部位出现了分叉现象。说明淬火时较大的内应力(包括组织应力和热应力)使得材料表面多处发生了开裂。

对横截面金相样品腐蚀后观察如图5、图6所示,零件正常部位与裂纹处组织均为正常的GCr15淬火回火组织:回火隐针马氏体+碳化物+残留奥氏体,未见过热及过烧的粗大晶粒及网状碳化物。裂纹两侧未见明显脱碳,说明裂纹形成于淬火加热后。

2. 表面网状裂纹产生原因

零件均为GCr15高碳合金钢制造的薄壁零件,热油淬火时极易淬透。因马氏体与奥氏体比体积存在差异(见表3),以及奥氏体、马氏体与碳化物热膨胀系数的巨大差异,零件淬火时会产生很大的组织应力和热应力。

零件在淬火过程中表层先冷,中心后冷,存在表心温差,在冷却初期表层温度下降比心部快,表层较大收缩受心部的牵制,表层产生拉应力。由于心部的马氏体相变落后于表面,且马氏体比体积大于奥氏体,因此零件表面存在组织压应力,但是由于表面存在脱碳,淬火过程中降低了心部奥氏体与表面马氏体的比体积差,降低了表面本来应该有的压应力。

表面脱碳层造成淬火后内层马氏体含碳量高于表面马氏体

含碳量,由表3可以得出内部的马氏体比体积大于表面马氏体比体积,这样表面形成的马氏体与内部的马氏体体积差大,使表面

造成很大的拉应力,当上述总应力超过零件本身强度即导致零件开裂,形成表层的张开型淬火裂纹。



图3 零件横截面金相 (100 $\times$)

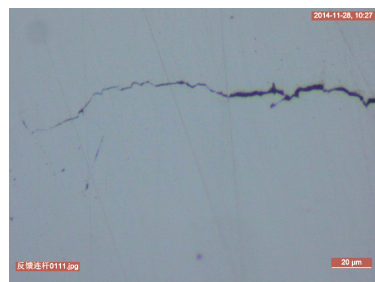


图4 零件横截面金相 (500 $\times$)

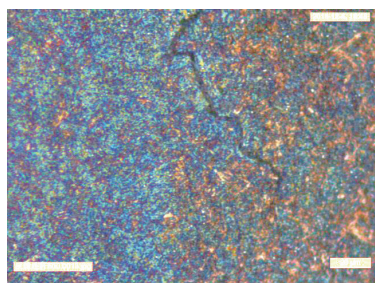


图5 裂纹处金相组织 (500 $\times$)

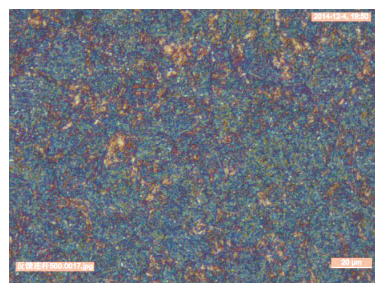


图6 内部金相组织 (500 $\times$)

表1 钢制零件化学成分 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	P	S	Cr
GB/T18254要求	0.95~1.05	0.15~0.35	0.25~0.45	≤ 0.025	≤ 0.025	1.40~1.65
内部检测结果	0.991	0.211	0.305	0.012	0.005	1.465
表面检测结果	0.785	0.207	0.302	0.011	0.005	1.429

表2 非金属夹杂物检验结果

非金属夹杂物类型	GB/T18254要求		检测结果	
	细系	粗系	细系	粗系
A	≤ 2.5	≤ 1.5	0	0
B	≤ 2.0	≤ 1.0	0.5	0
C	≤ 0.5	≤ 0.5	0	0
D	≤ 1.0	≤ 1.0	0	0

表3 钢中各种相的比体积

相组成	w_c (%)	比容/(cm^3/g)
奥氏体	0~2	0.1212+0.033 (%C)
马氏体	0~2	0.1271+0.0025 (%C)

3. 结语

(1) 该批GCr15钢制零件出现表面网状裂纹,应当报废处理。

(2) 零件裂纹形成于淬火后,由淬火后应力造成。

(3) GCr15钢制零件热处理过程中,应当防止表面脱碳。

作者简介:刘爱龙,山东常林机械集团股份有限公司节能液压元件及系统国家重点实验室。

MW 20160723