

## 20CrMnTiH钢锻造裂纹

余德河, 毕咏梅

(莱芜钢铁集团有限公司中心室, 山东 莱芜, 271105)

**摘要:** 针对20CrMnTiH钢锻造裂纹问题进行实验。发现锻造裂纹的原因是原始材中存在氧化物夹杂, 硅、锰成分偏析以及锻造加热时间控制不当。

**关键词:** 20CrMnTiH钢; 夹杂物; 锻造裂纹

中图分类号: TG115.6+6 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2000)05-0001-03

## Analyzing on Forging Crack of 20CrMnTiH Steel

YU De-he, BI Yong-mei

(The Center Laboratory of Special Steel Plant, Laiwu Iron and Steel CO., Ltd, Lai wu 271105, China)

**Abstract:** When 20CrMnTiH steel was forged the cracks were produced. Through experiment found that the producing cause of forging cracks was oxide inclusions and composition segregation of Si、Mn element in original steel and non suitable heating time for forging steel.

**Keywords:** 20CrMnTiH steel; inclusion; forging crack

## 1 试验条件与方法

20CrMnTiH钢的晶粒度细小, 多为7~8级, 强度高、韧性好, 广泛应用于机械行业。最近有几炉20CrMnTiH钢用户反映在锻造时有裂纹出现, 特取试样进行分析。其化学成分和热加工工艺分别见表1和表2。

表1 20CrMnTiH钢的化学成分%

项目	C	Si	Mn	Cr	Ti
标准成分	0.17~0.23	0.17~0.37	0.80~1.10	1.00~1.30	0.04~0.10
实际成分	0.20	0.28	1.01	1.14	0.08

表2 20CrMnTiH钢热加工工艺

装炉温度	始锻温度T/°C	终锻温度 T/°C	冷却温度
冷装温度<750°C 装温度不限	热 1150~1200	>850	堆冷

20CrMnTiH钢由锯床下料，锻造加热在煤气炉中进行，其变形过程为：圆钢(高度由齿轮厚度决定)→锻粗→进模打平→冲孔→扩孔→整平→挖槽→修磨。在锻粗工序中有多件锻坯产生裂纹。裂纹基本呈横向分布在上下表面上，每件有2~4条裂纹，其中最严重的裂纹长约50mm，开口宽度为1.5 mm，深度约3~4mm，而且有的裂纹在末端呈放射状。

## 2 检查与结果

分别在锻件上，坯料上取样，经4%硝酸酒精侵蚀，显微镜观察结果见图1、2、3和4。

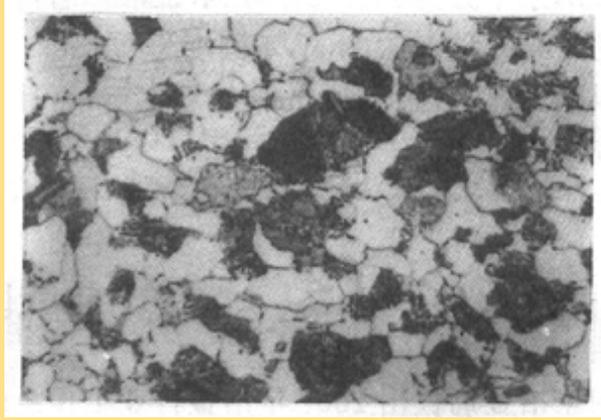


图1 20CrMnTiH钢组织 400×

图1为20CrMnTiH钢基体组织，珠光体+铁素体组织，内部有黄色边长约为20微米的方形AlN杂物。按照晶粒度评级标准应在100×下进行，实际晶粒度为8级。

为显示出20CrMnTiH钢的裂纹缺陷，在400×下拍摄了其横向裂纹如图2所示，从该照片上我们可以看出：裂纹内部有灰色的物质；靠近裂纹的晶粒比裂纹两边较远处基体的晶粒要大得多，裂纹沿晶粒粗大处产生与扩展。说明在轧制过程中加热时间过长。

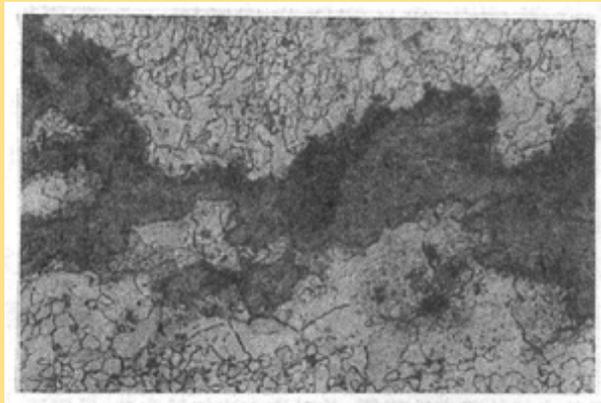


图2 20CrMnTiH钢横向横纹 100×

图3是一裂纹末端形貌，看出裂纹扩展时有分叉，呈“Y”字形。

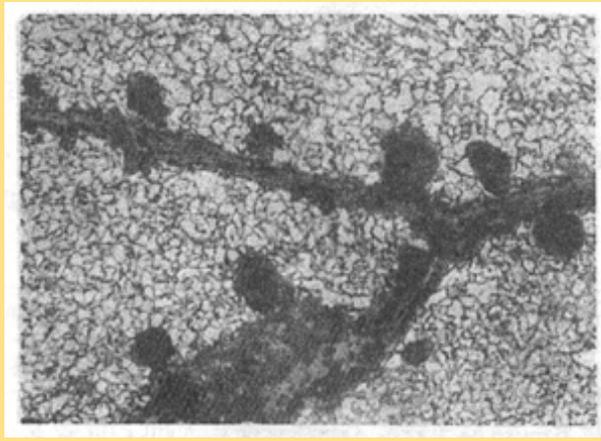


图3 裂纹末端形貌 50×

照片上沿裂纹有黑色的斑点，为未清理掉的脏物。图4为另一裂纹末端形貌，其中在大裂纹上有8条大小不同的裂纹，而且在8条不同的裂纹中也有部分裂纹分为更小的裂纹，呈放射状，裂纹附近的晶粒明显大于基体的晶粒，有过热现象。

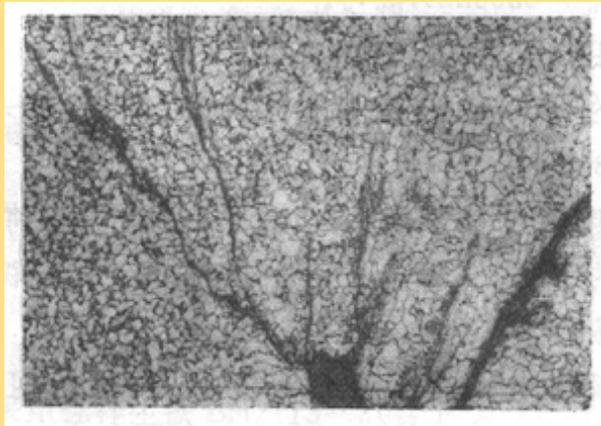


图4 放射状裂纹末端形貌 100×

### 3 分析及讨论

(1) 20CrMnTiH钢的基体组织是正常的，图4显示在裂纹边沿的晶粒比基体的晶粒要粗大，有微过热现象，图2、图3、图4照片的共同之处是裂纹内部都有灰色的氧化物夹杂，说明冶炼时排渣不净，这是直接导致产生裂纹的原因，但在原材料中并没有发现有裂纹，伴随着晶粒大小不均匀，由此我们推断这是锻造裂纹<sup>[1]</sup>。另一方面，之所以形成上述罕见的这么多的裂纹，还有另外的因素。现场观察，由于控温仪表的显示误差致使始轧温度超过所规定的值，轧制时仍保留着 $\delta$ 铁素体和奥氏体的混合相，该两组组织也进一步导致了裂纹的扩展<sup>[2]</sup>。一旦出现微小裂纹，裂纹两边由于空气的进入而反应导致脱碳，由于脱碳，裂纹两边出现贫碳区，晶粒长大的阻力减小，所以裂纹两边的晶粒比基体的要大。此外，在图4裂纹处取化学样，发现Mn、Cr含量分别为1.11%和1.30%，都在其上限而且Mn含量也超标了0.01%，由于Mn、Cr均能增大材料的淬透性，也就是说Mn、Cr在裂纹处的偏析形成了过量的合金碳化物，增大了材料的脆性，所以形成了象图4的裂纹。

(2) 从受力情况分析，图2、图3和图4裂纹都属于张开型裂纹，拉应力垂直于裂纹扩展面，裂纹沿作用力方向张开，由于氧化物夹杂的塑性非常小，其边缘产生应力集中，材料受到的应力为

$$\sigma = K \sqrt{2\pi r} [3]$$

式中  $K$ ——夹杂物与基体应力场强度因子；  $r$ ——位移矢量。

由于夹杂物与基体应力场强度因子 $K$ 远远小于钢基体应力场强度因子 $K_1$ ,所以 $\sigma > \sigma_1$ 。当应力达到 $\sigma_1$ 时,裂纹就沿夹杂物与钢基体接触面产生并扩展。这时钢件的系统势能下降,进一步锻造,在夹杂物尖端又集中了大量的应力和势能。当这时钢件的系统势能下降,进一步锻造,在夹杂物尖端又集中了大量的应力和势能。当这种应力和势能超过材料所能承受的韧性极限时,裂纹就会在夹杂物尖端向有组织缺陷和有更细小的夹杂物方向伸展,形成更小的沿晶裂纹,从而形成象图3和图4所示的形态。

#### 4 结论

该20CrMnTiH钢裂纹是有下列两种因素综合作用的结果:其一是内部有夹杂物,这直接导致了钢件在锻造中产生裂纹,是主要原因;其二是材料有微过热和成分偏析现象,形成组织缺陷,致使裂纹扩展更加敏感。

#### 参考文献

- [1] 刘永铨。钢的热处理(修订版)[M]。北京:冶金工业出版社,1976
- [2] 王贤敏。00Cr17Ni14Mo2钢锻裂分析[J]。金属热处理,1999(5):29~31
- [3] 束德林。金属力学性能[M]。北京:机械工业出版社,1986.6

---

[返回上页](#)