

# 重复淬火工艺对GC-4钢 过热组织的影响

白富真 李玉花 黄 斌

GC-4钢是我所研制的超高强度结构钢,已用于制造新机主起落架外筒及活塞杆等主要受力构件。

该钢压力加工工艺性良好,但过热敏感性较强,锻造加热时超过允许的温度范围则易产生过热现象——出现低倍粗晶,高倍金相为粗大马氏体+岛状组织,纵向断口试样上显示蔡状棱面(见图1),并且随温度的升高,过热程度亦趋严重。经过试验发现,1250℃以下加热所产生的一般过热,可以采用950~1050℃高温正火,通过重结晶使组织得到细化。细化后的组织见图2。

众所周知,GC-4钢材料标准中冲击韧性

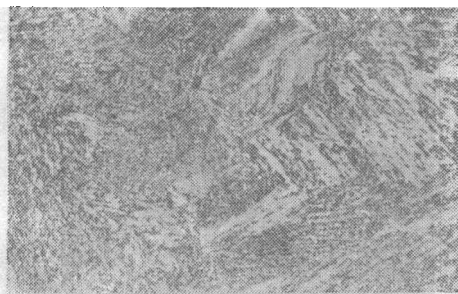


图1 经1250℃加热后的组织 ×200

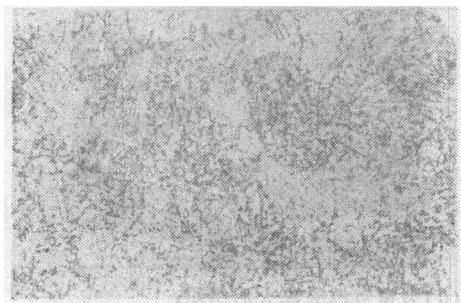


图2 经高温正火后的细化组织 ×200

$a_k$  值订得偏高 ( $0.6\text{MJ}/\text{m}^2$ ), 实际生产中, 棒材和锻件的  $a_k$  值经常在标准上、下波动, 因此, 在一定的温度范围内调整热处理工艺, 进行重复等温淬火, 以获得良好的综合性能, 是常用的手段。试验证明, 重复淬火工艺是可行的。但应该注意, 热加工过程中产生过热的锻件, 应首先经正火进行细化, 且在随后进行等温淬火时, 需采用快速加热 ( $10^\circ\text{C}/\text{min}$ ) 工艺, 使被加热金属尽量迅速地通过相变点。这样处理, 既能保证得到稳定的组织, 也有利于提高材料的塑性和韧性。若加热速度过缓 ( $<5^\circ\text{C}/\text{min}$ ), 被加热金属相应地在相变点附近停留时间过长, 则易使原始粗大的奥氏体晶界部分地再现, 致使宏观组织粗化。

经过大量的电镜观察, 慢速加热重复淬火后的组织粗化, 完全不同于过热组织, 图3是这两种组织的对比: 过热组织的透射电镜复型断口形貌为脆断解理花样, 薄膜金相为粗大板条马氏体+岛状组织, 扫描电镜分析断口为粗大解理束, 有些区域近似魏氏组织, 而重复淬火后的断口形貌为韧窝状(韧性断裂), 薄膜金相组织为回火马氏体+少量散在的残余奥氏体。由此得出下列结论:

1. 热加工过程中产生过热 ( $1250^\circ\text{C}$  以下) 的锻件, 应首先进行高温正火细化组织;
2. 慢速加热 ( $<5^\circ\text{C}/\text{min}$ ) 重复淬火后宏观组织有粗化倾向, 但不是过热组织的再现;
3. 快速加热 ( $>10^\circ\text{C}/\text{min}$ ) 重复淬火后可以得到细化组织和稳定的性能, 所以这种重复淬火工艺是可行的。

# 双层感应圈加热快速测定金属中的氢

张克顺 周静漪 穆兴文

由于氢对金属材料的敏感性和有害作用,特别是造成航空金属材料裂纹和断裂的重要原因,因此从五十年代开始即用自制的真空加热抽取法测定金属中的氢。该方法仪器复杂,加热温度低于1000℃,分析时间亦在30min左右。六十年代起应用了脉冲加热和高频感应加热石墨坩埚熔样的方案,石墨坩埚含有大量气体造成了一定的空白值,这对微量分析极为不利。

本文介绍不用石墨坩埚熔样,以改装后的国产GP8-A8K VA电炉,用双层感应圈直接快速加热金属样品,从而达到快速析氢,空白值可忽略不计,使定容测压法的分析时间达到2min。

根据氢在金属中的溶解度遵守西华特定律  $[H] = K \sqrt{P_{H_2}}$ 、溶解度和自由能的温度关系  $\Delta G = -RT \ln K$ , 在本分析方法中  $P_{H_2}$  很低 ( $10^{-4}$  mmHg), 即能保证溶解氢的析出。提高分析时金属样品的加热温度是快速析出氢的

关键。

为了使高频感应加热炉的感应圈(负载)上的磁滞损耗即产生之涡流尽量大,将原高频炉的主回路振荡线圈匝数由原设计的12匝减少至3匝,以提高输出功率。对于加热感应圈则用外径6mm、内径4mm的紫铜管绕制成内径25mm、外径54mm双层、各5匝的感应加热圈。加热样品时振荡频率(f)最高可达1.5MHz。

金属样品的直径(r)及电阻率( $\rho$ )、磁导率( $\mu$ )与其加热至不同温度所需的频率(f)如下列关系式:

$$f = \rho \times 1.55 \times 10^6 / \mu r^2$$

这样可根据金属样品大小确定加热频率。

采用双层感应圈加热析氢,由于交变磁场加强,受热点集中,增强了发热量(Q),即使在金属(如W、Ti)无磁材料也可加热至熔点以上。其加热装置图如图1,实际加热状态如图2。

× × × × × × × × × × ×

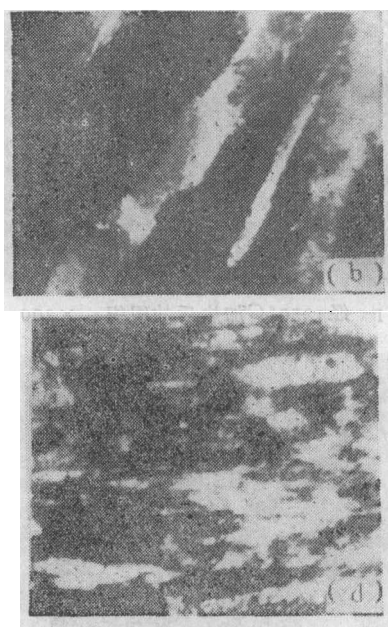
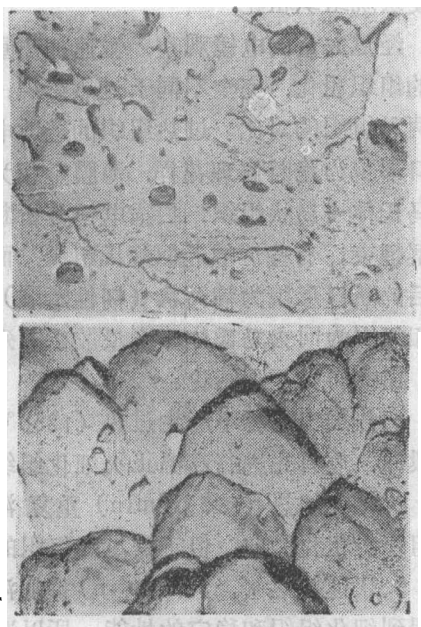


图3 (a)、(b)为过热组织;(c)、(d)为重复等温淬火后组织;  
(a)  $\times 10000$ ; (b)、(d)  $\times 2000$ ; (c)  $\times 5000$