

20CrMnTi 棒材表面混晶及消除方法

李波, 陈方玉, 陈胜, 汪财翔, 陆鹤鸣

(湖北新冶钢有限公司 技术中心, 湖北 黄石 435001)

摘要: 大规格 20CrMnTi 棒材锻造之后, 采用金相显微镜组织分析发现, 表层组织不匀, 表层晶粒尺寸相差悬殊, 细晶粒中伴有粗大的珠光体团, 局部混晶严重, 为改善表层组织不均匀性, 分别经多次正火及等温退火热处理, 实验证实, 多次正火可以消除局部混晶, 并且细化组织; 等温退火, 也可以消除局部混晶, 但偏析带仍较明显; 比较而言, 多次正火是锻造后较好的热处理工艺。

关键词: 20CrMnTi; 模锻; 混晶; 正火; 热处理

中图分类号: TG162.8, TG17

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2013) 03-0107-02

某公司生产的 $\Phi 380\text{mm}$ 的 20CrMnTi 棒材, 其中一支锻件在现场检验中发现表层组织不均。据该厂反应, 大规格锻打钢材中表层组织不均出现的比较多。此类钢材深加工前都要进行正火, 然后切割下料、加工, 但先正火理论依据尚不清楚, 因此有必要探讨大规格表层组织不均的原因, 为消除问题采取的方法提供依据。

一、生产工艺

原料准备→电炉冶炼→LF 炉外精炼→VD 真空处理→模铸钢锭, 起坑浇铸温度 $1550\sim 1560^\circ\text{C}$ →红送钢锭至加热炉, 加热到 $1200\sim 1230^\circ\text{C}$, 保温 3 小时, 出炉锻造成 $\Phi 380$ 棒材, 开锻温度一般在 1100°C →锻后装炉升温到 $660^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$, 保温 32 小时, 以 $\leq 20^\circ\text{C}/\text{h}$ 冷至

室温→探伤、精整、材质检验。调查生产记录, 实际炼钢浇铸生产符合工艺要求, 锻后装炉起到均匀缓冷作用。

二、化学分析

切取锻件试块, 采用直读光谱仪分析, 如表 1 所示, 化学成分在 GB/T3077-1999 标准范围内, 符合 20CrMnTi 材料要求。

三、金相检验

切取锻件表层 30mm 见方试块, 研磨横截面, 经硝酸酒精腐蚀后, 采用蔡司 Axiovert 200 MAT 型金相显微镜观察, 发现外层有异常组织区, 该区域厚约 5mm, 局部混晶, 混晶区珠光体聚集粗大, 内层组织正常, 为铁素体+珠光体。依据 GB/T13320-2007^[1]第二组评级图

表 1 化学成分分析结果及标准要求(wt%)

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ti	Ni	Cu
试样实测值	0.20	0.96	0.26	0.011	0.009	1.11	0.07	0.04	0.07
GB/T3077-1999 标准要求	0.17~0.23	0.80~1.10	0.17~0.37	≤ 0.035	≤ 0.035	0.80~1.30	0.04~0.10	≤ 0.30	≤ 0.30

收稿日期: 2013-05-13

作者简介: 李波(1982-), 男, 山东泰安人, 湖北新冶钢有限公司工程师, 研究方向: 钢铁失效分析与研究。

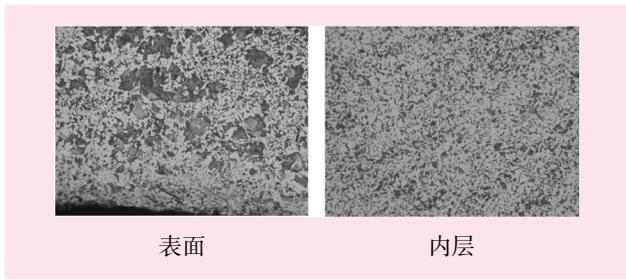


图 1 横截面表层混晶组织和内部正常组织

评级, 表层异常组织大于 5 级, 内层组织细小均匀, 按标准 GB/T6394-2002^[2] 评定晶粒度为 8 级, 如图 1。

四、大规格锭坯混晶原因分析

20CrMnTi 锭坯高温加热后经过锻造热变形, 在动态再结晶温度区间, 形变量超过再结晶所必需的最低形变量(即临界形变量)时晶粒才发生再结晶。再结晶是一个热激活过程, 临界形变量与变形温度及时间有关。有相关资料表明^[3] 普碳钢大于 1000°C 时临界形变量一般小于 10%, 热变形后再结晶过程在几秒内即开始而且很快结束。但随着变形温度下降, 临界形变量将增大, 开始再结晶时间会推迟, 完成再结晶所需要的时间延长。

就同一钢种而言, 形变量、变形温度不同, 热变形后的组织差别很大。同一形变量情况下, 变形温度逐渐降低, 临界形变量逐渐增大, 奥氏体会有完全再结晶、部分再结晶、不发生再结晶三种情况。锻件在出炉锻造过程中, 时间间隔控制有差别, 加之棒材规格较大, 内外冷速不一致, 外层冷却较快, 临界形变量较

大, 易发生部分再结晶, 内部冷却较慢, 易发生完全再结晶。完全再结晶后的奥氏体晶粒组织得到细化, 发生相变后能得到细小均匀的铁素体+珠光体组织。在未发生再结晶的变形奥氏体中, 奥氏体晶粒随着变形量增加而沿变形方向伸长, 并且其中有变形条带存在。冷却时铁素体不仅在晶界上成核而且在变形带成核。从奥氏体晶界生成的铁素体晶粒, 当在奥氏体的中间相互碰撞时就停止生长, 其结果得到了细小的铁素体+珠光体组织。工件表层部分再结晶的奥氏体晶粒, 有两部分构成: 一部分是再结晶晶粒; 另一部分是未再结晶晶粒。再结晶后奥氏体晶粒细化, 冷却后转变成的铁素体+珠光体组织细小。而未再结晶奥氏体的晶粒受到变形伸长, 晶粒没有细化, 因此铁素体成核位置较少, 容易形成粗大的铁素体+珠光体组织。可见工件表层混晶的原因, 是由于锻件规格较大, 表层冷却速度较快, 变形奥氏体发生了部分再结晶引起。

五、热处理实验与改进措施

将混晶试样分别按图 2 所示两种工艺热处理。工艺 a 为正火热处理, 加热到 920°C, 保温 2h, 然后空冷; 工艺 b 为等温热处理, 先加热到 920°C, 保温 2h, 于 650°C 等温 0.5h, 然后空冷^[4]。组织观察, 一次正火后局部混晶变轻, 有明显改善, 如图 3(a); 二次正火后, 混晶完全消失, 组织细小均匀, 如图 3(b); 等温处理后, 混晶消失, 晶粒细小均匀, 但是带状偏析明显, 如图 3(c)。普通正火与等温处理, 并不能消除枝晶偏析, 等温处理相当于缓冷, 偏析状态反映的比较完整, 偏析带也就明显。正火工艺冷速快, 可以抑制碳化物不均

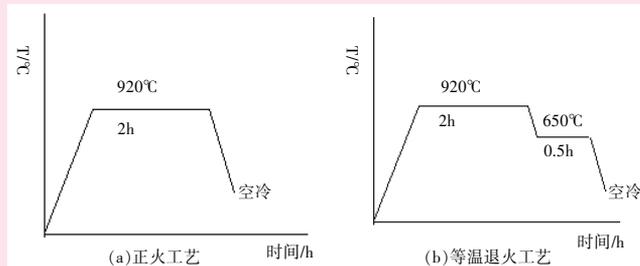


图 2 热处理工艺

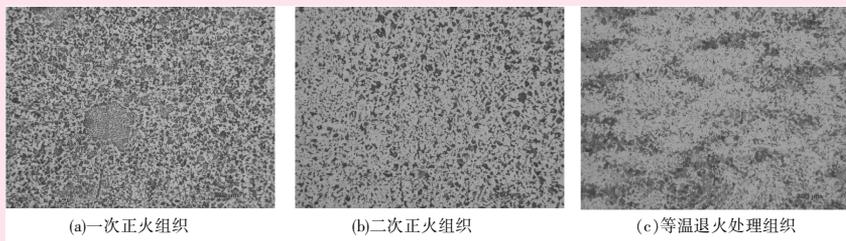


图 3 热处理后的金相组织

（上接第 108 页）

匀析出,使带状减轻或消失。比较而言,正火更为合理,通过多次正火不仅可以消除混晶、细化晶粒,也可以消除带状组织,减轻带状组织对性能的不利影响。

六、结论

大规格 20CrMnTi 锻件表层局部混晶主要是由于,表层冷却速度较快,终锻温度偏低,表层变形奥氏体发生部分再结晶,导致晶粒尺寸差别显著,生产中应合理控制终锻温度,减少锻前出炉与锻造之间时间间隔,防止混晶发生。对已经出现表层组织不均的锻

件可以通过增加一道正火消除混晶,并细化晶粒。

参考文献:

- [1] GB/T13320-2007. 钢质模锻件金相组织评级图及评定方法[S].
- [2] GB/T6394-2002. 金属平均晶粒度测定方法[S].
- [3] 陈绍林. 37Mn5 钢 J55 钢管混晶分析[J]. 钢管, 1999, (5).
- [4] 宋乃明, 王瑞芳, 郑远振. 20CrMnTi 圆钢剪切开裂分析[J]. 理化检测-物理分册, 2001, (10).

[责任编辑: 詹华西]

On Methods of Eliminating Mixed Crystal on 20CrMnTi Work Piece

LI Bo CHEN Fang-yu CHEN Sheng WANG Cai-xiang LU He-ming
(Technical Center, Hubei Xinyegang Steel Co., Ltd, Huangshi435001, China)

Abstract: Through metallographic organization analysis, it is found that after forging, the large size round steels 20CrMnTi tend to have inhomogeneous surface tissue which are mainly mixed crystal. Repeated heat treatment test proves that repeated normalizing can eliminate mixed grain, and refine grains; isothermal heat treatment can also eliminate mixed crystal, but with obvious segregation. Comparatively speaking, repeated normalizing can eliminate mixed crystal with grain refinement, which is a superior technique.

Key words: 20CrMnTi; die forging; mixed crystal; normalizing