

气动方式驱动,炉门与气缸相连,在料筐运行到炉口下方密封位置时,行程开关动作,炉门升起并接通电源主回路,炉子加热。在机构运行离开炉门密封位置时,炉门开启,并切断主回路电源,铝合金工件快速转移入固溶处理槽进行固溶处理。

工件升降机构由起重变频调速制动电机、减速机驱动卷扬筒上的锚链使吊装的钩具带动料筐升降运行。由于驱动电机可无级调速,可根据不同工件固溶处理延迟时间调整升降速度,和减速机联动的升降限位装置,可准确灵敏地对各工位自动定位调速及制动。

固溶处理炉分两个区单独控制,各设一个控制柜,固溶处理槽温度控制设在其中一个柜子上,每个区设有电流、电压表及电压切换显示及功率显示,从而具有过流、过载、断偶、超温保护及声光报警功能。

控温仪表用日本千野表,可以自行设定温度和时间,自动执行工艺曲线,控温精度为 0.10 级,带

RS422 标准串行通讯接口和超温上、下限报警。另外采用 XWJ 中圆图记录仪进行记录。功率控制采用晶闸管过零触发调节,具有无机械触点、无噪声、寿命长等优点。

操作台内安装辅助电路电气元件、所有的操作按钮,可以控制炉子加热和水槽加热的通断、风机和搅拌器的运转、固溶处理液循环泵的启动、料筐工件的升降、炉门的开启和关闭等。各工位的动作由 PLC 程序控制器控制操作。

操作台面上设有模拟显示屏,可显示设备的各工位。

参考文献:

- [1] 易光. 铝合金热处理设备的发展与关键技术[J]. 工业加热, 1999, 28(1): 20-24.
- [2] 陈志远. 铝合金热处理技术[M]. 上海: 上海工程技术大学, 1998: 18-38.
- [3] 张志良, 等. 铝合金强化处理生产线的研制[D]. 长春: 一汽集团公司, 2000: 1-3.

工 艺

35CrNi3MoV 钢的混晶及防止方法

杨 慧¹, 刘宗昌¹, 王玉峰¹, 胡永平², 王蓉梅²

(1. 内蒙古科技大学 材料学院, 内蒙古 包头 014010; 2. 北方重工集团特殊钢厂, 内蒙古 包头 014030)
摘要: 35CrNi3MoV 钢大锻件在正火和调质处理后经常产生混晶, 严重影响锻件的力学性能。研究表明, 混晶是组织遗传造成的, 调质处理前进行退火处理, 可获得较为平衡的组织状态, 从而抑制组织遗传, 消除混晶和粗晶组织。

关键词: 35CrNi3MoV 钢; 组织遗传; 混晶

中图分类号: TG142.41 文献标识码: A 文章编号: 0254-6051(2003)12-0048-03

Mixed Grain Structure of 35CrNi3MoV Steel and Its Countermeasure

YANG Hui¹, LIU Zong-chang¹, WANG Yu-feng¹, HU Yong-ping², WANG Rong-mei²

(1. Materials School, University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia 014010, China;

2. Special Steel Works, North Heavy Industry Group, Baotou Inner Mongolia 014030, China)

Abstract: Mixed grain often appearances in big forgings of 35CrNi3MoV steel after annealing and quenching-and-tempering, and seriously affected mechanical properties of the forgings. The studies show that mixed grain is caused by structural inheritance. By annealing before quenching-and-tempering, a balanced microstructures is obtained to inhibit structural inheritance, and hence eliminate mixed grain and coarse grain microstructures.

Key words: 35CrNi3MoV steel; structural inheritance; mixed grain

35CrNi3MoV 钢是一种合金结构钢, 由于其具有良好的综合力学性能, 可用来制造坦克炮管。但是在实际生产中, 往往由于锻造以及热加工工艺不当

而造成混晶和晶粒粗大等问题, 降低了钢的韧性, 造成产品质量不合格。笔者研究了 35CrNi3MoV 钢大锻件在退火和调质处理后产生的混晶、粗晶现象, 指出产生混晶原因, 提出了防止混晶的工艺措施。

1 试验用钢的化学成分及工艺流程

试验用钢采用内蒙古北方重工集团特殊钢厂冶炼、锻造的 35CrNi3MoV 钢大锻件, 其化学成分如表

作者简介: 杨 慧(1971—), 女, 山东文登人, 硕士, 讲师, 从事金属材料及热处理工艺的教学与科研工作, 参加并完成多项内蒙古科技厅、包头市科技局科研攻关项目, 其中两项已通过内蒙古科技厅组织的专家鉴定。联系电话: 0472-5815966
收稿日期: 2003-09-23

1 所示。该材料用来制造,直径 $\phi 335\text{mm}$,长为 6530mm 的坦克炮管。由于炮管是坦克炮火力系统的关键环节,其力学性能的高低直接影响坦克炮的战技指标,因此要求 $\sigma_{0.1} = (1173 \sim 1310) \text{MPa}$, $A_{KV-40} \geq 25\text{J}$ 。生产工艺路线为:炼钢 铸锭 锻造 去氢退火 钻孔 正火 调质 精加工。其中,在锻造过程中,锻压比为 3,锻后需要进行去氢退火,工艺如图 1 所示。

表 1 35CrNi3MoV 钢的化学成分(质量分数, %)

Table 1 Chemical composition of 35CrNi3MoV steel(wt %)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
0.35	0.25	0.35	1.35	3.10	0.35	0.20

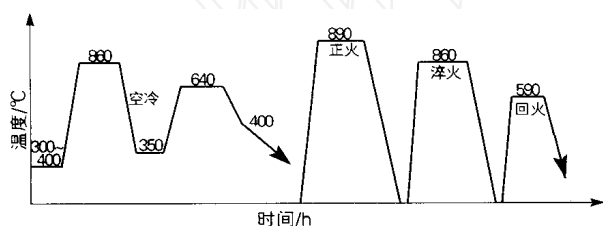


图 1 35CrNi3MoV 钢锻后去氢退火工艺流程

Fig. 1 The dehydrogen annealing process of 35CrNi3MoV steel after forged

去氢退火后进行机械加工,最终热处理为正火 + 调质处理。调质后检验金相组织时发现晶粒度不均匀,有混晶现象,如图 2 所示。4 级晶粒度约占 70 %,8 级约占 30 %。由于混晶现象,各项力学性能指标均不能满足坦克炮管的使用要求。



图 2 35CrNi3MoV 钢调质处理后的混晶组织 $\times 200$

Fig. 2 The mixed grain structure of 35CrNi3MoV steel after quenching and tempering treatment $\times 200$

2 产生混晶的原因

35CrNi3MoV 钢调质处理后产生混晶的主要原因是组织遗传,在锻件加热过程中当把粗大、有序的晶粒组织加热到高于 A_{c3} 时,导致形成的奥氏体晶粒与原始晶粒具有相同的形状、大小和取向,这种现象称为钢的组织遗传^[1]。由于 35CrNi3MoV 钢在去氢退火前要进行锻造加工,在实际操作中停锻、停轧

温度多在 900 以上,所以锻后晶粒较为粗大,得到贝氏体 + 马氏体 + 残留奥氏体的混合组织。在随后的去氢退火处理中(见图 1),对这种粗大的非平衡组织加热奥氏体化,然后在 860 进行重结晶,加热时间较长,新形成的奥氏体晶粒会继承原始粗大的晶粒。

此时,粗大的奥氏体晶粒空冷到 350 (见图 1),目的是正火细化晶粒。但是,由于该钢属于贝氏体钢,在 350 等温时,粗大的奥氏体晶粒经过空冷,得到了粗大的贝氏体组织,再重新加热到 640 保温脱氢,虽然氢的含量可以降低到 1.8×10^{-4} 以下,不会产生白点^[2,3],但组织仍然较为粗大,而且还保留着贝氏体条片的方向性,贝氏体铁素体并没有再结晶,金相观察确认为回火托氏体组织,如图 3 所示。



图 3 35CrNi3MoV 钢去氢退火后的粗大晶粒 $\times 100$

Fig. 3 Coarse grain size of 35CrNi3MoV steel after dehydrogen annealing $\times 100$

再以此种有序的方向性明显的粗晶组织进行正火,又一次得到粗大贝氏体组织。接着进行调质处理,将粗大的贝氏体组织加热奥氏体化,则造成组织遗传。在加热保温过程中,将回复原来粗大的奥氏体晶粒。由于大锻件加热保温时间过长,奥氏体晶粒发生了异常长大现象,大晶粒吞噬小晶粒,结果造成了混晶,如图 2 所示。该混晶现象的出现,降低了钢的韧性,危害严重,应予以消除。

3 消除混晶的方法

合金钢的组织遗传在生产实践中较为常见,钢的合金化程度越高,加热速度越快,越容易在钢中出现组织遗传性,而且原始组织是影响组织遗传的重要因素,通常原始组织为贝氏体时组织的遗传性较强,为此必须将原始的非平衡组织转变为平衡组织^[4]。

试验采用完全退火工艺,于 820 短时奥氏体化,然后于 640 等温,得到铁素体 + 珠光体的混合组织,如图 4 所示。这种经过相变重结晶的平衡组织破坏了组织遗传的可能性。试验检测,退火后的原奥氏体晶

粒度级别大约为(6~8)级。以此种组织再行调质处理,就会得到较为细小的回火索氏体组织。

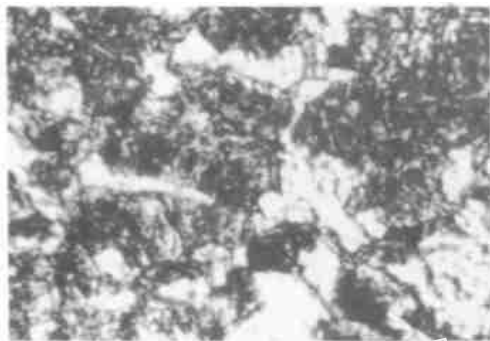


图4 35CrNi3MoV钢完全退火后的组织 ×1000
Fig. 4 Structure of 35CrNi3MoV steel after full annealing ×1000

工业试验表明,采用完全退火、不完全退火、 A_1 温度稍下的高温回火等工艺后,获得了平衡组织,破坏了组织遗传性。大锻件经过调质处理后,原始奥氏体晶粒显著细化,晶粒度大约为9级,如图5所示,消除了混晶和晶粒粗大的现象。性能检验表明,产品各项的性能指标合格。经过完全退火+调质处理后,35CrNi3MoV钢各项力学性能指标如表2所示。

4 结论

(1) 35CrNi3MoV钢大锻件去氢退火后组织粗大,正火+调质后出现混晶,质量不合格。

(2) 混晶是组织遗传造成的,为杜绝混晶和晶粒异常长大,必须将非平衡组织转变为平衡组织,再

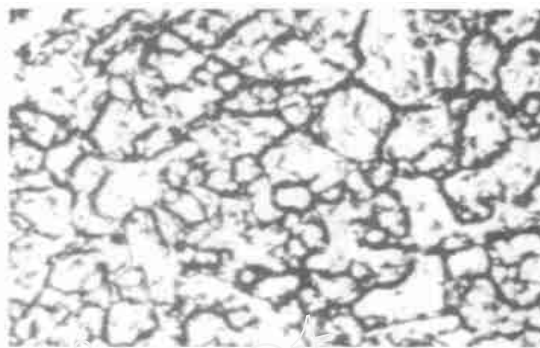


图5 调质后的原奥氏体晶粒度(9级) ×500
Fig. 5 Grain size of primary austenite after quenching and tempering ×500

表2 经完全退火和调质处理后35CrNi3MoV钢的力学性能
Table 2 Mechanical properties of 35CrNi3MoV steel after full annealing and quenching and tempering

HRC	σ_b /MPa	σ_s /MPa	(%)	(%)	(-40) A _{KV} /J
41	1250	1375	12	46	30

进行最终热处理。

(3) 将大锻件进行完全退火、不完全退火或 A_1 稍下保温的高温回火,完成再结晶,可以避免混晶现象。

参考文献:

- [1] 戚正风. 金属热处理原理[M]. 北京:机械工业出版社,1987:34-36.
- [2] 刘宗昌,杨慧,李文学,胡永平,崔玉军. 去氢退火工艺设计及应用[J]. 金属热处理,2003,28(3):51-53.
- [3] 刘宗昌,张羊换,麻永林. 冶金类热处理及计算机应用[M]. 北京:冶金工业出版社,1999:66-75.
- [4] 刘宗昌,任慧平,宋义全. 金属固态相变教程[M]. 北京:冶金工业出版社,2003:45-60.

去除淬火油中水分方法的研究

关晓燕¹,孔繁仲²,杨景芳¹,张维¹

(1. 大庆高等专科学校 物理系,黑龙江 大庆 163712;2. 大连海事局,辽宁 大连 116002)

摘要:研究了去除淬火油中所含微量水的方法,分别对采用底部加热和侧部加热以及对有、无搅拌情况下加热蒸发法去除油中微量水的效果进行了测试。结果表明,采用底部加热或在有搅拌状态下加热管内置的侧部加热方式使除水效果得到提高,但是较难达到含水量低于0.1%的安全生产要求。用真空加热的方法对油中微量水的去除进行了尝试,并取得了较理想的效果。

关键词:淬火油;微量水;去除方法

中图分类号: TG154.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254-6051(2003)12-0050-04

Method of Removing Trace Water in Quenching Oil

GUAN Xiao-yan¹, KONG Fan-zhong², YANG Jing-fang¹, ZHANG Wei¹

(1. Daqing Advanced College, Daqing Heilongjiang 163712, China;

2. Dalian Maritime Bureau, Dalian Liaoning 116002, China)

Abstract: The method to remove the trace water in quenching oil was researched. Different heating evaporation methods such as the bottom heating, the lateral heating as well as heating with and without stirring were adopted to measure the water contamination. The results show that although the bottom heating and heating on the stir condition are more efficient in removing the trace water in oil the water content in quenching oil is still higher