

共渗使渗层致密、使渗层中含有化学稳定性较高的氮的金属化合物,这使渗层的钝化性能大为增加,使FeO出现的温度升高,提高了渗层的耐蚀和抗高温氧化性能。另外,共渗层可能象渗铬层一样,在高温氧化过程中形成的氧化膜的强度和韧性较高,粘附性较好,减轻了氧化膜在氧化过程中的塑性变形和破裂倾向。

2.4 渗层的耐磨性能

由表3可见,T8钢渗硼试样的磨损量小,而对GCr15钢则是共渗试样的磨损量小。需要指出的是,表中数据是3次重复试验的平均结果,试验中每种钢的渗硼和共渗试样的磨损量各有大小,但差值均没超过8mg。因此,可以认为两种渗层的耐磨性基本相同。其原因一是两种渗层都具有高硬度,在氧化铝磨粒磨损条件下,磨损性质相同;二是两种渗层的脆性基本相同。由于目前对于渗硼层和以渗硼为主的共渗层脆性的测定尚无标准,我们采用维氏硬度压痕法观察压痕损伤程度和强力磨削渗层表面观察试样表面是否出现裂纹两种方法来评定渗层脆性。在用维氏硬度评定时,从垂直和平行渗层深度两个方向上打硬度,两种渗层均未出现呈规律性的压痕边缘破裂现象。在用150目砂纸进行强力磨削渗层表面时发现20、45钢的920℃×4h、5h共渗和920℃×5h渗硼试样表面出现裂纹,

其它试样表面均无裂纹。值得说明的是,20、45钢经880℃×4h共渗的渗层深度大于它们经920℃×5h渗硼的渗层深度,前者在强力磨削时无裂纹产生,而后者则有之。综合以上分析我们认为两种渗层的脆性基本相同。所以,在耐磨试验时的试验压力下,两种渗层的脆性剥落程度基本相同。

3 结论

(1) 在固体渗硼时添加适量尿素可显著提高渗硼速度,尤其是对于低、中碳钢。加热温度越高,催渗作用越强。

(2) 共渗比单一渗硼更能提高零件表面的耐蚀和抗高温氧化性能。

(3) 加适量尿素渗硼时,其共渗层的抗磨粒磨损性能、脆性、显微硬度与渗硼层基本相同。

参考文献

- 1 《金属学》编写组. 金属学. 上海:上海人民出版社,1977
- 2 雷天同等. 粉末法硼氮和碳氮共渗中氮原子的扩散和作用. 金属热处理,1991,(8):16
- 3 刘长禄等. 硼稀土粉末共渗及渗层的性能. 金属热处理,1989(8):36~37
- 4 北京农业工程大学. 机械工程材料学. 北京:农业出版社,1986
- 5 安运静. 热处理工艺学. 北京:机械工业出版社,1982

低品质40Cr钢混晶分析

解放军运输工程学院(天津300161) 余 军

【摘要】 低品质钢混晶的出现是沿晶分布大体积的长条状 α -MnS夹杂。这些夹杂系由铸造偏析及热轧中产生,常规热处理无法消除。其机理与以往第二相粒子粗化、溶解造成混晶不同。本文拟从界面润湿理论角度阐述混晶机理及其消除方法。

关键词: 混晶 界面润湿

Analysison on Mix-crystal of Low Quality Steel 40Cr

Yu Jun

【Abstract】 The mix-crystal of low quality 40Cr is caused by the impurity of big size bar-type α -MnS along the grains, which is generated by casting segregation or in hot rolling and cannot be cleared up in normal heat treatment. the reason of the mix-crystal differs from that of which caused by the second phase coarsening or dissolving. In this paper, the mechanism of the mischcrystal is discussed according to the theory of boundary moisture

Key words: mix-crystal, boundary moisture

40Cr钢是使用很普遍的合金结构钢,在使用中有时发现同批钢材掺杂有少量的低品质钢,即这类钢采用正常工艺淬火(850℃)后马氏体针十分粗大,存在严重混晶现象,导致零件力学性能大幅下降,甚至报废。

正常加热下的常规热处理工艺是无法改善及消除这种混晶的。本文对这类低品质40Cr钢进行了试验分析,以期找出混晶产生的原因及消除方法,使之正常使用。



图1 沿晶分布的 α -MnS $\times 3600$



图2 石状断口 $\times 3600$

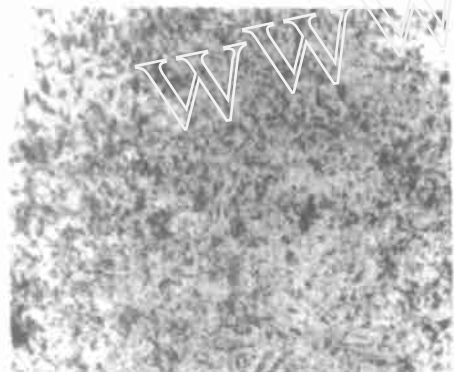


图3 混晶消除后的组织 $\times 500$
马氏体级别:2

材料及试验方法

材料为低品质40Cr钢,试样尺寸为 $\phi 38 \times 15\text{mm}$,热处理工艺为 $(1250 \sim 900)^\circ\text{C} \times 70\text{min}$ 油冷, $850^\circ\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷, $850^\circ\text{C} \times 20\text{min}$ 油冷, $170^\circ\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷。电镜观察、断口分析分别在H700透射电镜及日立S550扫描电镜上进行。

2 试验结果与分析



图4 $900^\circ\text{C} \times 70\text{min}$ 油冷 $\times 3600$
未溶 α -MnS



图5 $900^\circ\text{C} \times 70\text{min}$ 油冷后再热处理的混晶组织 $\times 500$
马氏体级别:10

2.1 试验结果

原始低品质钢金相观察,发现带状组织严重,正常淬火后马氏体针粗大,达10级以上,许多视域出现严重混晶。钢中枝晶间S的偏析与MnS聚集是促进带状组织的重要原因^[1]。

断口分析发现沿晶分布大量长条形塑性夹杂物(图1)。经电子探针定性分析及选区电子衍射分析,证实为 α -MnS。

采用上述热处理工艺后,金相及电镜观察发现高温固溶($1250^\circ\text{C} \times 70\text{min}$ 油冷)后组织明显粗大,形成典型的由MnS粒子引起的石状断口(图2)。但再经 $850^\circ\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷, $850^\circ\text{C} \times 20\text{min}$ 油冷后组织却均匀细小,混晶消除(图3)。

固溶温度在 1000°C 以下,断口仍分布着大量未溶长条状 α -MnS夹杂(图4)。虽再经 $850^\circ\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷, $850^\circ\text{C} \times 20\text{min}$ 油冷后,马氏体针粗大,仍存在混晶现象,且固溶温度越低,混晶愈严重(图5)。

由此可见混晶的产生是沿晶分布的大体积的长条

状 α -MnS 夹杂。随固溶温度的升高, α -MnS 溶解, 混晶几率减少甚至消除。

2.2 α -MnS 的产生

在铸造生产中, 若钢液中 Mn、S 等元素含量较多, 而浇注温度过高或冷却速度过慢时, 就会使 MnS 在枝晶或晶界偏析, 在随后的热加工过程中, 沿轧制方向在晶界处呈长条状连续分布。文献[2]认为: MnS 的恶劣影响主要取决于 MnS 的伸长程度。减少其影响的根本有效措施是向钢中加入稀土元素, 形成高熔点不易变形的颗粒状稀土硫化物。研究中曾采用锻造余热淬火法加工处理低品质钢, 发现随锻压比增大, MnS 细碎程度的增加, 混晶几率减少。

2.3 混晶机理讨论

40 余年关于奥氏体晶粒异常长大的研究结果, 已经促使人们普遍地接受了“氮化铝、硫化锰颗粒”控制晶界迁移的理论^[3]。这个理论认为, 钉轧在晶界处的第二相粒子粗化、溶解时就会造成晶粒异常长大而形成混晶。但本次试验所发现的这种长条状大体积的第二相的存在反而更加促进晶粒的异常长大, 这就无法用上述理论解释。

我们知道含碳量增加, 奥氏体长大速度增加。同时 Mn 的存在能较大地降低 A_{c3} 温度。那么在加热到相变温度时由于溶解与聚集的动态平衡, 在 MnS 夹杂附近, C、Mn 含量要大于远离夹杂的区域, 当钢达到正常奥氏体化温度时, 在夹杂附近实际已产生了一定的过热度。因之夹杂处会优先形核, 同时其长大速度也大于远离夹杂的区域。我们可以假设 γ 相与 α -MnS 相粘附功大于 γ 相自身凝聚功一半^[4]。根据表面润湿理论^[5], γ 相晶粒就会自发地在 α -MnS 上铺展, 此时必有 $\theta < 90^\circ$, 如图 6 示。晶粒平衡时, 则有

$$\sigma_{\text{MnS}-\beta} = \sigma_{\text{MnS}-\gamma} + \sigma_{\beta\gamma} \cos \theta_0.$$

θ_0 为平衡时的润湿角。当 γ 晶粒在 α -MnS 上形核长大时, $\theta > \theta_0$, 平衡被破坏。

$\sigma_{\text{MnS}-\beta} > \sigma_{\text{MnS}-\gamma} + \sigma_{\beta\gamma} \cos \theta_0$, 这时晶粒就要自动铺展, 使 $\theta = \theta_0$ 。与此同时, 界面曲率半径 R 增大。根据

晶界向曲率中心移动驱动力 $P = 2\sigma/R$ 可知, 由界面曲率半径增大所产生的晶界移动驱动力使大尺度晶粒长大速度更快。而晶粒增大以后, $\theta > \theta_0$, 平衡又被破坏, 增大的晶粒又会在 α -MnS 中自动铺展。这样交替进行, 使 γ 晶粒迅速充满整个长度的 MnS 夹杂。此时由 θ 角变化引起的驱动力减为零。而由 R 变化引起的晶界驱动力使晶粒更加迅速的长大, 从而造成严重的混晶。

3 结论

(1) 低品质 40Cr 钢混晶的出现是沿晶分布大体积的长条状 α -MnS 夹杂。这些夹杂系铸造偏析及热轧中所产生。

(2) 若 α -MnS 与新相 γ 能很好润湿, 则其夹杂体积越大, 新相长大驱动力越大, 混晶愈严重。

(3) 混晶可采用高温固溶或锻造余热淬火使 α -MnS 夹杂粉碎细小而消除。

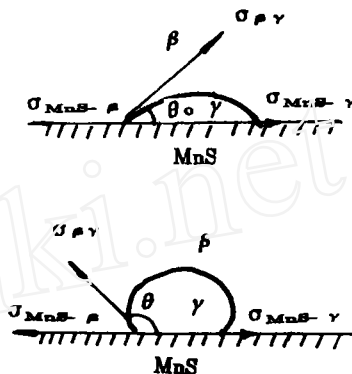


图 6 形核示意图

参考文献

- 1 戴敦孝. 理化检验物理分册. 1982(4)
- 2 刘权模. 金属材料与热加工工艺, 1980(6)
- 3 肖纪美, 职任涛, 刘昌基. 特殊钢. 北京: 冶金部特殊钢情报网. 1982, 6: 1~13
- 4 吉林工业大学, 吉林工学院. 物理化学. 北京: 机械工业出版社, 1980, 6: 238~242
- 5 刘国勋. 金属学原理. 北京: 冶金工业出版社, 1980: 64~69

中国热处理行业协会、热处理学会函请各省、市热协、学会组织参观第 5 届北京国际热处理展览会

由中国机械工程学会热处理分会和中国热处理行业协会联合举办的第 5 届北京国际热处理展览会将于 1996 年 5 月 14~17 日在北京国际会议中心举办。这一联合举办的国际热处理展览会, 从第 5 届开始, 今后将定期每两年举办一次, 地点固定在北京。

北京国际热处理展览会, 是国内热处理行业规模最大, 参观人数最多的国际展览会, 是我国热处理工作者和企业了解国内外热处理技术发展趋势和最新设备、工艺、技术的窗口, 也是寻求国内外技贸合作和市场的最好机会, 中国热协 and 全国热处理学会要求各省、市热处理协会、学会和有关行业团体大力协助组织各地行业企业的领导和管理人员及热处理工作者届时前往参观, 并告知所需参观券数。

联系地址北京海淀区学清路 18 号 展览办正、副主任: 王德文、陈再良

热处理协会、学会秘书处: 葛京晶、陈再良

邮编: 100083, 电话: (010) 2017078

中国热处理行业协会
中国机械工程学会热处理分会