

M30Mn2 锚链钢连铸坯表面裂纹原因分析

杜显彬, 周平, 朱伟华, 衣中文, 曹玉红

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

摘要: 莱钢特殊钢厂采用电炉短流程试制生产 M30Mn2 锚链钢, 红坯热送成材后出现比较严重的表面裂纹。分析认为其主要原因是热装热送工艺不完善, 铸坯在两相转变温度区热送, 钢的热脆性造成了大量的裂纹源, 在轧制成材过程中裂纹进一步扩展, 而且带状组织没有明显得到改善。同时提出了低温热装、高温加热、轧后充分冷却等控制裂纹产生的工艺改进措施。

关键词: 锚链钢; 连铸坯; 表面裂纹; 热送热装

中图分类号: TG142.21

文献标识码: B

文章编号: 1004-4620(2003)06-0052-02

Analysis of Surface Crack Produced in Hot-transporting and Hot-charging Process on M30Mn2 Anchor Chain Steel

DU Xian-bin, ZHOU Ping, ZHU Wei-Hua, YI Zhong-Wen, CAO Yu-hong

(Laiwu Iron and Steel Co. Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: Trial product M30Mn2 anchor chain steel that appears serious surface crack after hot-transporting is produced by electric arc furnace with short route in the special steel works of Laigang. The main cause is unperfect hot-transporting and hot-charging process which causes a lot of crack source expanding during rolling process and the strip structure can't improve obviously. The efficient process improved measures included low temperature hot-charging, high temperature heating, enough cooling after rolled and so on are pointed out.

Key words: anchor chain steel; surface crack; hot-transporting and hot-charging; continuous casting slab

2003年5月份,莱芜钢铁股份有限公司特殊钢厂(简称莱钢特殊钢厂)采用50tUHP(EBT)-50tLF一连铸工艺替代原有的模铸工艺试制生产M30Mn2三级锚链钢。由于采用连铸新工艺,在生产过程中遇到了一些质量问题,特别是 $\varnothing 98 \sim \varnothing 105\text{mm}$ 大规格圆钢在热装热送试行过程中,表面裂纹严重。为此,从材料本身特性和冶炼及轧制工艺控制等方面进行综合分析,提出了工艺改进与裂纹控制措施。

1 检验内容及结果

裂纹比较严重的各炉次化学成分均能够满足莱钢内控标准。

经检验,各炉次低倍组织良好,钢材的组织致

密、均匀,不存在缩孔、皮下气泡等缺陷。

经酸洗后,轧材表面普遍存在纵向裂纹。裂纹宽度可达几毫米,深度为几个到几十毫米,且多数呈直线型,少数呈锯齿状裂口,出现在轧材的全长或局部。个别炉次裂纹比较严重,未经酸洗肉眼就可发现裂纹。

从裂纹严重的轧材上取样进行组织观察,发现其基体组织为P+F,但带状组织非常严重。图1为轧材纵向金相组织。

裂纹初始处存在明显的脱碳层,随着裂纹的延伸,脱碳层逐渐消失(见图2)。

2 分析与讨论

裂纹的形貌表明,裂纹在连铸坯上已经存在,在加热过程中造成脱碳现象,裂纹在轧制过程中进一步扩展。对工艺过程进行对比,可以认定,连铸坯上的裂纹与本次热装热送工艺有很大的关系。

2.1 裂纹产生机理

收稿日期:2003-08-11

作者简介:杜显彬(1965-),男,山东泗水人,1988年毕业于北京科技大学金属材料专业。现为莱钢技术中心高级工程师,主要从事新产品开发和应用技术研究工作。

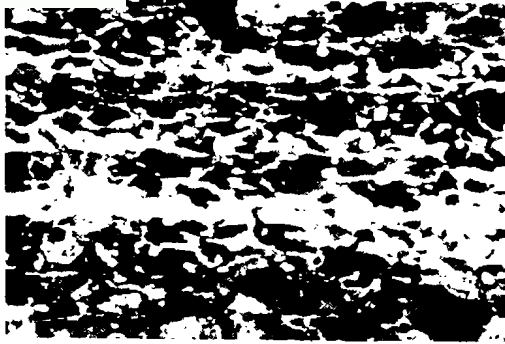


图 1 M30Mn2 基体组织 100×



图 2 M30Mn2 裂纹处组织 100×

产生红送裂纹的本质原因是钢的热脆性, 是 γ - α 两相转变和 AlN 等夹杂物在奥氏体晶界上析出共同作用所引起的。M30Mn2 要求一定的酸溶铝, 该批试制钢酸溶铝含量控制在 0.041%, N 含量的控制水平一般在 $(80 \sim 120) \times 10^{-6}$, 钢中存在 AlN 夹杂物。AlN 在 $600 \sim 800^\circ\text{C}$ 范围内析出速度最大, 这个温度区间正好与 M30Mn2 冷却时 γ - α 两相区转变临界温度 $Ar_1 \sim Ar_3$ ($675 \sim 810^\circ\text{C}$) 范围相一致。因此热送的过程中, 当连铸坯表层温度降低到 Ar_3 时, 开始奥氏体向铁素体转变, 伴随着相变过程, 大约有 1% 的体积膨胀, 因而沿奥氏体晶界产生法向应力, 引起原始奥氏体晶界上铁素体的内应力集中; 此时 AlN 也开始沿奥氏体晶界析出, 使晶界强度弱化。所以, 当热应力与组织应力矢量一致时, 其总应力(拉应力)超过晶界强度, 便会导致铸坯产生裂纹。热送裂纹常出现在连铸坯皮下, 轧制时就会扩展形成表面裂纹^[1]。

2.2 实际操作过程对裂纹的影响

在本次试制过程中, 炼钢、轧钢工序生产节奏匹配不好, 热装热送工序管理不严格, 各工序之间缺乏有效的组织和协调, 造成钢坯在入炉阶段热量损失较多。另外热坯和冷坯混装、轧制环节出现故障, 造成生产不连续, 给加热温度的控制带来了不利影响, 出现急剧升温、降温、保温时间不充分现象, 增加了

热裂纹产生的几率。另外连铸坯采用运输车运送的热送方式运往轧材车间, 运送距离较远, 热送温度不容易控制, 部分炉次在 $\alpha + \gamma$ 相变温度两相区热送, 极易产生红送裂纹。成材车间生产节奏较快, 钢材终轧温度较高(近 1000°C), 钢材在冷床上冷却不充分就被移送到其他地方堆放空冷, 造成钢材在 $\alpha + \gamma$ 两相区停留时间过长, 同样会遇到相变应力和 AlN 等脆性夹杂析出同时起作用带来的不良影响。

2.3 轧材基体带状组织分析

钢材上存在的带状组织与浇铸及热加工工艺有很大关系^[2]。当连铸坯断面较大($300\text{mm} \times 260\text{mm}$)时, 在凝固冷却过程中容易产生偏析, 导致凝固基体上出现合金元素的贫区和富区。轧制过程中原始的偏析痕迹仍然被保留下来, 并且贫区和富区顺着轧制方向延展变长。在轧后冷却时, 在贫碳区易生成铁素体, 在富碳区易生成渗碳体, 从而造成组织和成分不均匀的带状组织。一般来说, 良好的加热制度和轧后冷却制度能够减轻或消除带状组织, 但是在本次热装热送工艺情况下, 效果不明显。因此, 不完善的热装热送工艺, 造成了三级锚链钢连铸坯上出现了大量的裂纹源, 在轧制成材过程中裂纹进一步扩展, 并且钢坯上的带状组织没有得到明显改善。

3 工艺改进措施

在实际生产中可以从以下几个方面控制铸坯表面裂纹及基体带状组织:

(1) 控制热送温度和输送保温技术, 采用低温热装(即连铸坯出连铸机后入缓冷坑缓冷到 675°C 以下再热送), 尽量避开 $\alpha + \gamma$ 两相区, 运送过程中必须使用保温罩, 减小运送过程中的散热降温。

(2) 合理制定加热制度, 适当提高加热温度, 保证 AlN 完全固溶, 在单相奥氏体区轧制时不析出, 只在轧后冷却时细小分散析出, 达到细化晶粒的目的; 同时加热温度稍高一些, 适当增大奥氏体晶粒尺寸, 使其超过原始带状组织的条带宽度, 有利于减轻轧材中带状组织。

(3) 控制轧后钢材的冷却速度, 当 M30Mn2 圆钢在单相奥氏体区终轧时, 应使热轧钢材在空气中冷却充分(相当于正火处理), 不能急于下冷床堆放缓冷, 从而避免在 $\gamma + \alpha$ 两相区停留时间过长。

参考文献:

- (1) 项程云. 合金结构钢[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999.
- (2) 宋维锡, 等. 金属学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1988.