

CM690 锚链钢开裂原因分析

王克非, 王世俊, 刘丽霞, 周云

(安徽工业大学 材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要:对 CM690 锚链钢进行裂纹形貌、金相组织、夹杂物及低倍的检验和分析, 结果表明, 锚链的开裂是由于连铸坯中的细小裂纹及热处理工艺控制不当造成的。

关键词:锚链钢; 开裂

中图分类号: TG142.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2006)10-0071-03

Analysis of Cracking Reason of CM690 Anchor Chain Steel

WANG Ke-fei, WANG Shi-jun, LIU Li-xia, ZHOU Yun

(School of Material Science and Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: Crack morphology, microstructure, non-metallic inclusion and macrostructure of CM690 anchor chain steel were tested and analyzed. The result shows that cracks of anchor chain steel are resulted from microcrack of continuous casting billets and unsuitable heat-treatment process.

Key words: anchor chain steel; cracking

锚链是舰船和海洋工程的重要部件。目前, 海洋工程都采用 690 N/mm² 以上强度级的锚链钢。CM690 锚链钢是南钢公司圆钢的一个主要产品, 在江苏亚星公司 (原靖江锚链厂) 的应用情况较好, 但后来遇到了一些问题, 发现热轧母材圆钢样约有 40 mm 长的纵向裂纹; 锚链裂纹的表现形式为: 全部是纵向裂纹, 裂纹有长有短, 长裂纹可贯穿整个锚链, 包括锚链的焊缝处。裂纹出现的时机主要在锚链调质后。裂纹出现区域没有规律性, 在整个锚链四周都有部分锚链出现纵向裂纹。南钢生产锚链圆钢的主要生产工艺为: 电炉→LF 炉→小方坯连铸→棒材轧制。江苏亚星公司生产锚链的主要生产工艺为: 下料→加热 (约 600℃)→弯曲→闪光焊→压挡→焊挡→调质 (910℃淬火

+600℃回火)→拉伸实验→打包。南钢公司对锚链钢的开裂原因进行了调查研究, 并根据研究结果采取了相应措施, 取得了满意效果。

1 实验分析

1.1 裂纹形貌及分析

图 1、图 2 分别是母材 (CM690 圆钢) 热轧态下 100 倍和 500 倍的裂纹形貌。裂纹由表面向内延伸深约为 4 mm。可见, 裂纹一侧有大量的氧化质点存在, 氧化质点的产生主要是由于钢材在加热炉中的氧化。为进一步探讨母材圆钢裂纹附近的情况, 对图 2 中的氧化质点进行了 SEM 和 EDS 的检测, 其结果见图 3 和图 4。由图 4 可见, 氧化质点为 Si、Mn、Fe 的氧化物, 分析认为: 存在



图 1 母材圆钢裂纹形貌 ×100

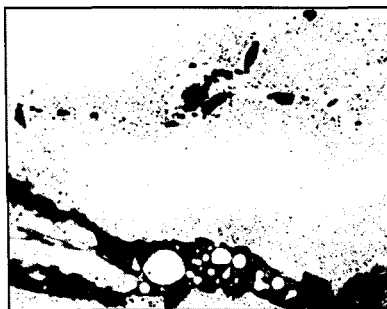


图 2 母材圆钢裂纹形貌 ×500

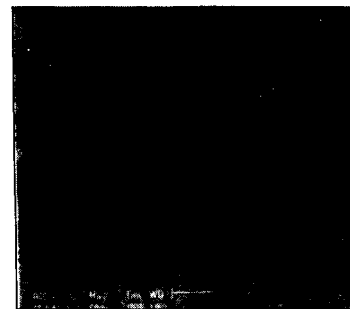


图 3 圆钢氧化质点 SEM 图

细小裂纹的连铸坯, 在加热炉中长期保温后, 空气中氧将沿裂纹渗入基体内与 Si、Mn 发生反应, 反应后以氧化质点的形式存在于基体。

图 5~ 图 7 分别是锚链调质态后 50、150、100

收稿日期: 2006-01-25

作者简介: 王克非 (1963-), 女, 浙江江山人, 副教授, 硕士, 研究方向为金属组织性能控制;

电话: 0555-2311105; E-mail: wkf901@163.com

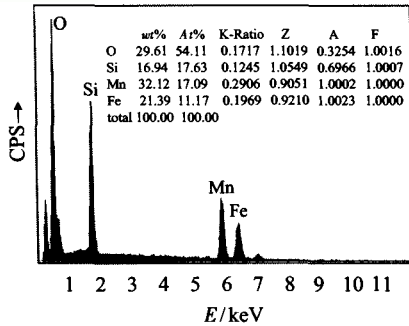


图4 氧化质点的EDS图

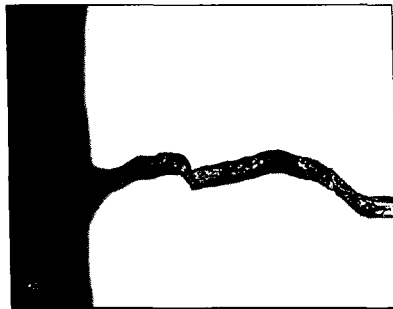


图5 锚链裂纹形貌 x50



图6 锚链裂纹形貌 x150

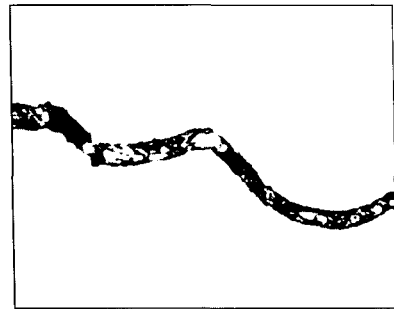


图7 锚链裂纹形貌 x100

圆钢和锚链横断面的金相组织, 结果见图8、图9。图8为母材圆钢的金相组织, 从图8(a)可看出, 在裂纹附近有明显的脱碳现象, 表现为珠光体较少, 而圆钢的正常组织应为铁素体+珠光体(见图8b)。由此表明, 裂纹在连铸坯中就已产生, 方坯中的裂纹在加热炉内高温下发生氧化, 从而导致脱碳的发生^[1]。如果裂纹在轧制过程中产生, 一般不会出现明显的脱碳现象。

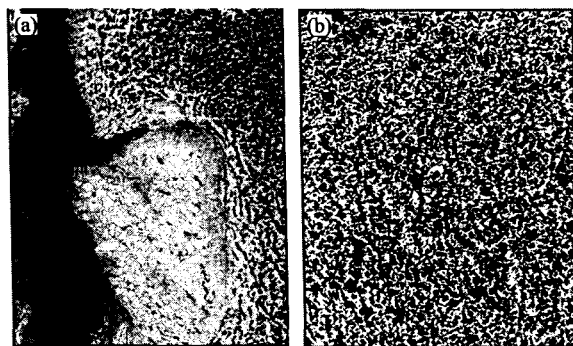


图8 母材圆钢金相组织(a- 裂纹处;b- 正常组织) x100

图9为锚链的金相组织。可以看出, 裂纹头部有明显的脱碳现象, 而尾部则几乎没有, 这表明锚链横断面上的裂纹是在淬火态时扩展的, 而初始裂纹存在于母材中。如果裂纹是在淬火时由于应力产生的, 则不会在裂纹的头部产生脱碳现象, 这说明裂纹在淬火前就已存在。一般而言, 淬火裂纹是产生于马氏体转变后, 裂纹两侧应该没有氧化

倍下的裂纹形貌, 其中图5和图6是裂纹的头部, 图7是裂纹的尾部。从这三个图可见, 锚链裂纹头部有少量的氧化质点, 在其尾部及其余区域未见明显夹杂, 裂纹由表面向内延伸深约12mm, 表明裂纹可能已存在于母材中, 由于淬火的热应力, 导致裂纹的进一步扩展。

1.2 金相检验及分析

为进一步研究裂纹出现的原因, 分别检测了

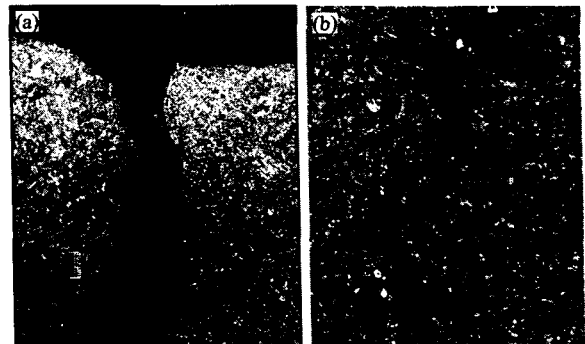


图9 锚链裂纹金相组织(a- 头部;b- 尾部) x100

脱碳现象。由此可以排除因最终热处理不当形成的裂纹, 但从锚链钢的基体组织看, 锚链钢经910℃淬火和600℃回火, 得到的组织应该是回火索氏体, 但该锚链钢的组织却是上贝氏体+回火索氏体+少量断续网状铁素体, 表明该锚链厂的热处理工艺控制不当。

1.3 低倍检验及分析

圆钢的低倍组织(图10)上可明显看出一条裂纹。在裂纹的延长线上存在一定的疏松, 这说明连铸过程中可能已产生一定的缺陷。

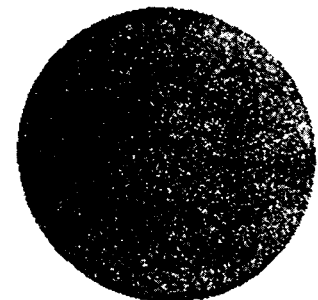


图10 母材圆钢低倍结构形貌

1.4 化学成分检验及分析

圆钢和锚链的化学成分分析结果见表1。可见, 南钢圆钢化学成分基本符合国标 GB/T 18669-2002 中关于化学成分的标准, 但 Cu 含量偏高。有资料表明^[2], 钢中含 Cu 量超过 0.15% 时, 会降低钢在热加工中的塑性, 加速裂纹的产生和发展。

表1 圆钢和锚链的化学成分(质量分数,%)

	C	Si	Mn	S	P	Cu	As	Al _i	Mo
圆钢	0.30	0.34	1.74	0.014	0.016	0.20	0.010	0.047	0.03
锚链	0.29	0.32	1.72	0.013	0.015	0.18	0.011	0.043	0.03

综合上述分析, 锚链裂纹的产生主要是母材中存在着细小裂纹。在采用已存在细小裂纹的圆钢制备锚链时, 由于热处理工艺的不当, 加速裂纹的扩展, 使得裂纹不仅由表及里, 也使裂纹由短及长的扩展, 最终导致裂纹贯穿于整个锚链, 甚至于锚链的焊缝处。为减少南钢此类圆钢裂纹的发生几率, 并从工艺上杜绝产生裂纹的条件, 需从炼钢的脱氧、合金化、连铸工艺以及轧制全程优化 CM690 圆钢的生产工艺。

2 结论

(1) 圆钢裂纹的产生主要是由于连铸过程中产生的细小裂纹, 在加热炉较高的温度长时间保温导致空气中的氧沿细小裂纹渗入到基体内部, 从而造成在轧制后出现宏观裂纹。

(2) 圆钢中残余元素 Cu 含量偏高, 进一步促使裂纹的产生与扩展。

(3) 锚链裂纹的产生一方面是母材的原因, 但与自身的工艺也有一定关系, 热处理工艺不当, 加热温度偏高等也加速裂纹的扩展。

(4) 鉴于目前电炉废钢中残余元素难以控制, 应对现行的三级锚链钢生产工艺进行优化, 以满足用户的需求。

参考文献:

- [1] 杜显彬, 周平, 朱伟华, 等. M30Mn2 锚链钢连铸坯表面裂纹原因分析[J]. 山东冶金, 2003, (6): 52-53.
- [2] 赵志业. 金属塑性变形与轧制理论[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994. [3]

热加工专利

专利名称: 井式气体渗碳炉

专利申请号: 03233981.X; 公开号: CN2609939

申请日: 2003-04-15; 公开日: 2004-04-07

申请人: 成都市大威工业炉公司; 四川省内江市大威工业炉制造有限公司

本实用新型为井式气体渗碳炉, 包括炉壳、炉衬、炉盖、马弗罐、炉底、炉底支撑架、循环冷却水槽、密封油槽, 炉底有由耐火砖层构成, 其特征在于环形密封油槽壁与炉底支撑架的平面固定连接, 炉底耐火砖层位于箱体内, 箱体上有炉底整体吊环, 箱体放置于炉底支撑架上, 其侧壁下部与环形密封油槽壁构成密封油槽, 无底马弗罐放置于密封油槽内。

专利名称: 真空退火炉

专利申请号: 03212485.6; 公开号: CN2611387

申请日: 2003-04-09; 公开日: 2004-04-14

申请人: 中国科学院金属研究所

本实用新型提供的真空退火炉, 包括炉体、加

热电源的变压器、真空机组、冷却系统、控制柜, 炉体是由水冷双层筒体结构的炉身和两端的水冷夹层炉盖构成, 在炉体的卧轴线上备有加热管, 外面套有陶瓷管, 陶瓷管外面包有保温层, 加热管里是放置退火零件或材料的空间。本实用新型提供的真空退火炉能达到高温 1400℃、高真空度 10⁻³ Pa、低漏气率 0.2 Pa/s, 具有结构紧凑、操作方便与节电等特点。

专利名称: 感应加热设备

专利申请号: 03246482.7; 公开号: CN2613489

申请日: 2003-04-17; 公开日: 2004-04-28

申请人: 杨关楼; 田增发; 解洪滨

一种感应加热设备, 涉及感应加热处理设备。其主要技术特征是上述的每个装置分别设有相应的双结构装置, 即为双线加热设备。本实用新型用同一套感应加热设备, 可以同时加热两根线, 提高了运行速度和效率。从实际工作情况看, 以管桩钢丝生产线为例, 单线加热 $\phi 7.0$ mm, 速度 80 m/min, 双线 $\phi 7.0$ mm, 速度 2 \times 70 m/min; 单线 $\phi 9.0$ mm 速度 70 m/min, 双线 $\phi 9.0$ mm 速度 2 \times 50 m/min。