

## M30Mn2 锚链钢大圆钢质量问题分析

戈文英 张 伟 董北平  
(技术中心)

**摘要:**针对 M30Mn2 锚链钢大圆钢试制产生的质量问题进行了全面分析,结果表明,轧钢压缩比小是造成晶粒粗大,冲击韧性偏低的主要原因;钢材表面纵裂由轧钢及浇注操作不当引起。因此,应进一步优化浇注和轧制工艺,提高钢材的表面质量和内在质量。

**关键词:**M30Mn2 锚链钢 大圆钢 表面纵裂

**Abstract:**The quality problems occurred in the trial production of M30Mn2 anchor chain steel round are comprehensively analyzed, showing that the main reason causing coarse grain and lower impact toughness is low rolling reduction ratio and steel surface longitudinal cracks are caused from improper rolling and casting operations. So, casting and rolling processes should be optimized in further to improve steel surface and internal quality.

**Key Words:**M30Mn2 anchor chain steel, round steel, longitudinal cracks

为了满足大规格锚链附件用钢的市场需求,莱钢根据公司工艺装备条件,依据企业内控标准 LNB062-2001《船用锚链圆钢》,采用机制公司电炉冶炼→LF 炉精炼→模铸(2.3 吨钢锭)→轧钢厂  $\phi 750$  轧机成材工艺流程开发生产  $\phi 130\text{mm}$  规格 M30Mn2 大圆钢。

产品在用户复验时冲击韧性偏低、酸洗后圆钢表面发现存在纵裂纹和细小的横裂纹缺陷;投料生产锻打后,个别附件出现横裂或纵裂现象。本文主要针对出现的质量问题进行分析,提出改进措施,提高产品质量。

### 1 检验与结果

#### 1.1 低倍及金相检验

取热轧钢材试样酸洗,发现在圆钢表面有深度极浅的纵裂纹,经稍微修磨即可消除。取样进行了金相检验,具体检验结果见图 1~3,由图 1 可见,热轧圆钢的基体组织为网状 F+P,晶粒度级别为 4~4.5 级,定量测定珠光体含量为 84.8%,晶粒粗大,珠光体含量偏高(M30Mn2 晶粒度一般为 7~8 级,珠光体含量 60%左右)。裂纹处金相组织情况见图 2、图 3,裂纹处晶粒出现变形,裂纹顶部比较圆滑。

M30Mn2 作为中碳珠光体钢,在冷却到  $700^{\circ}\text{C}$  左右时,沿奥氏体晶界先析出薄的、连续的网状铁素体,然后晶内转变成珠光体,从而形成了网状 F+P 的组织结构;网状铁素体的出现,伴随着晶粒长大。

另外,生产大圆钢轧制压缩比小,加热温度高,造成了晶粒粗大,降低了钢材的冲击韧性。从分析的裂纹试样看,裂纹顶部比较圆滑,并伴随着晶粒变形,两侧晶粒延伸方向与基体呈一定的角度,由此判断,该裂纹是一种轧制缺陷—折迭。

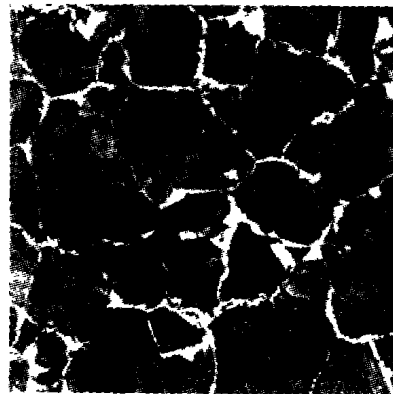


图1 热轧 网状 F+P 100×

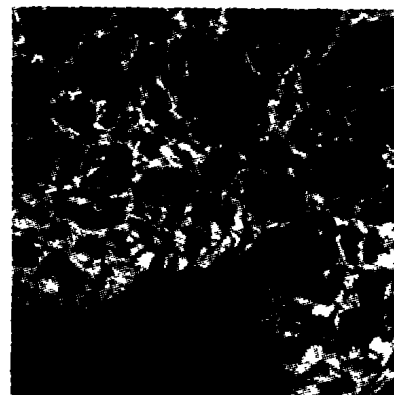


图2 热轧 裂纹处 100×

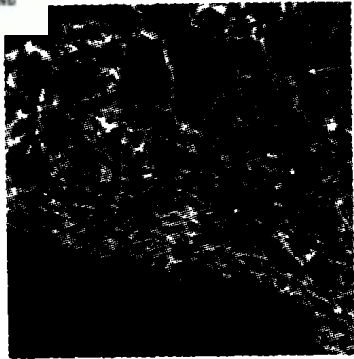


图3 热轧 裂纹处 100×

### 1.2 力学性能检验

共同复验的2炉 $\phi 130\text{mm}$ 圆钢性能与生产检验数据进行对比,具体数据见表1,冲击韧性偏低一些,满足标准要求,化学成分以及其他性能数据完全满足标准。结合金相检验分析,冲击韧性值偏低,主

要与晶粒度级别低和带状组织有关。

### 1.3 硬度检验

将调质的 $\phi 130\text{mm}$ 圆钢横截面磨光,进行硬度检验,最外侧的点距表面5mm,往心部每隔10mm测定一个值,具体结果见图4。由硬度检测结果看,圆钢的淬透性很理想,硬度分布在HB219~234之间,对应的抗拉强度为785~850MPa。

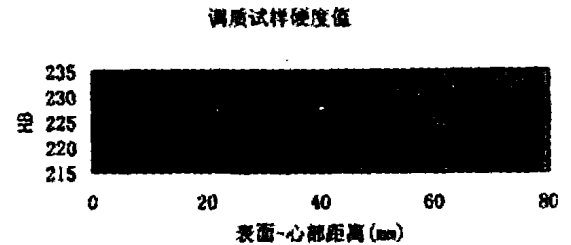


图4 硬度检测值

表1 生产检验和复验化学成分、性能数据对比情况

炉号	化学成分, %									力学性能				
	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Ti	$\sigma_s$ /MPa	$\sigma_b$ /MPa	$\delta_5$ /%	$\psi$ /%	冲击功/J	
LNB 062-2001	0.27 ~0.34	0.20 ~0.55	1.50 ~1.80	$\leq 0.035$	$\leq 0.035$	0.020 ~0.060			$\geq 410$	$\geq 700$	$\geq 17$	$\geq 40$	$\geq 65$	
2-1917 熔炼	0.29	0.28	1.66	0.024	0.007	0.038	0.0049	0.038	695	805	24	64	96,118,124	
2-1917 复验	0.29	0.28	1.66	0.024	0.011	0.043	0.004	0.039	624	786	23	66	65,70,68	
2-1925 熔炼	0.31	0.26	1.68	0.015	0.07	0.035	0.0044	0.037	685	850	23	60	80,82,84	
2-1925 复验	0.32	0.27	1.68	0.016	0.010	0.030	0.0040	0.038	598	754	20	63	66,69,70	

## 2 分析与讨论

2.1 化学成分和力学性能出厂检验及复验结果表明,M30Mn2圆钢的化学成分符合莱钢企业内控标准LNB 062-2001《船用锚链圆钢》要求,冲击韧性值稍低。

2.2 为保证大规格圆钢的淬透性,内控要求钢中加入微量元素B,硬度检验结果表明,钢材整体淬透性是比较理想的。但钢中B一定控制在内控范围之内,这是因为当B量在0.0025时,增加淬透性最显著,当B量超过0.0035时由于钢中出现硼化物从而使淬透性下降,脆性增加。

2.3 为了加强脱氧、细化晶粒并防止表面裂纹发生,内控要求脱氧时控制Al含量,加微量Ti来代替Al脱氧。这是因为用Al脱氧的同时,Al和钢中氮结合成AlN,由于AlN在奥氏体中的溶解度比在铁素体中小,钢在冷却时AlN由奥氏体进入晶界上的铁素体析出,AlN作为脆性相使钢材裂纹倾向增大。而Ti和碳、氮、硫均具有较强的亲和力,一方面与碳、氮结合产生细化晶粒作用,另一方面与硫结合

降低了硫化锰的有害作用,改善钢的横向性能。但Ti的含量也控制在0.04%以下,Ti量过高,由于在晶界形成钛的氮化物和硫化物而引起钢的脆化。

2.4 锻打后的附件出现横裂,主要是帽口切除不净以及轧制时钢材表面划伤,在锻打后出现开裂。因此,应进一步加强浇注、轧钢生产工艺控制,提高钢材表面和内部质量,改善综合性能。

2.5 钢材内部组织晶粒度粗大,这和生产工艺、轧钢压缩比有较大关系,两火成材的小规格M30Mn2钢晶粒度一般为7~8级。因此,对大规格锚链附件M30Mn2钢,在调质处理前,进行一次正火处理,细化晶粒,改善组织。

## 3 结论

3.1 采用电炉冶炼—LF精炼—钢锭浇注—轧制工艺生产锚链钢大圆钢,钢材的各项性能指标达到了标准要求,但由于轧钢压缩比小,晶粒度粗大,影响了钢材的综合机械性能。

3.2 针对目前未使用的钢材,建议用户在锻打使用过程中,控制加热及锻造变形量,避免局部重复打击。

审稿人:杜显彬