

(13)
32-33
4662.2
TG111.91

锚链环横裂原因分析

闵凡启, 李凡东

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

摘要: 对锚链弯环时横向裂纹的产生原因进行了探讨。检验结果表明, 锚链环横裂的主要原因是钢中残存有害元素较高引起的热脆所致。为防止锚链弯环横裂, 应控制钢中 Cu 当量不大于 0.4%。

关键词: 锚链环; 横向裂纹; 残存有害元素; 热脆性

中图分类号: TG111.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4620(2000)01-0032-02

Analyzing on Transverse Fissure of Cable Chain Ring

MIN Fan-qi, LI Fan-dong

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

Abstract: This paper discusses produced cause of transverse fissure at the time of ringed cable chain. The examination result has proved that the main reason produced transverse fissure is hot brittleness caused by higher content of harmful residual elements in steel. For preventing the transverse fissure, Cu equivalence in steel must be controlled within the limits of 0.4%.

Keywords: cable ring; transverse fissure; residual harmful elements; hot brittleness

锚链主要用于船舶上, 所用材料为锚链钢。锚链环的加工制作工艺为: 下料→感应加热→弯环→焊接→去刺等。锚链在弯环时, 大多产生纵向裂纹, 这种裂纹一般是由原始钢材轧制时的纵向轧制裂纹引起的。某锚链厂用 $\varnothing 65\text{mm}$ 、 $\varnothing 55\text{mm}$ 规格的 M20Mn 锚链钢制作锚链, 弯环时产生了横向裂纹。本文对这种横向裂纹的产生原因进行了分析探讨。

1 宏观裂纹

锚链环的裂纹分布在整个锚链环上, 但环冠处

表 1 M20Mn 锚链化学成分分析结果 %

元素	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Sn	As	Sb
$\varnothing 65\text{mm}$	0.23	1.31	0.28	0.016	0.015	0.12	0.07	0.21	0.060	0.083	0.011	0.038
$\varnothing 55\text{mm}$	0.24	1.41	0.33	0.019	0.014	0.06	0.07	0.18	0.058	0.068	0.011	0.042
标准	<0.25	1.10~1.60	0.20~0.55	<0.035	<0.035	<0.30	<0.03	<0.25	0.02~0.06			

在锚链环裂纹处横向切取低倍试样, 进行低倍检验, 无宏观的皮下气泡、夹杂等, 结果见表 2。

表 2 M20Mn 锚链低倍检验结果 级

	一般疏松	中心疏松	偏析
级别	0.5	1.0	0.5

收稿日期: 1999-07-05

作者简介: 闵凡启(1972-), 男, 山东临沂人, 任职于莱钢技监处, 助理工程师。

较多, 开裂严重。裂纹呈鱼尾状, 比较碎; 一般尺寸 0.1~1mm 宽, 2~4mm 长, 1mm 深; 个别裂纹较严重达 2mm 宽, 8mm 长, 4mm 深; 是一种宏观裂纹。

2 检验方法及结果

2.1 化学成分分析

在两支有横向裂纹的锚链环上取样。进行化学成分分析, 结果见表 1。

2.2 低倍检验

2.3 金相检验

在锚链环的裂纹处及未裂处分别切取金相试样, 进行显微组织观察分析, 均为正常的铁素体一珠光体组织, 铁素体晶粒度 7~10 级, 如图 1 所示。裂纹处有轻微脱碳。

2.4 夹杂物检验

在裂纹及未裂处分别取样, 对夹杂物的类型、形态、大小及分布进行评定。按 GB10561-89 钢中非金属夹杂物显微评级法测定评级, 结果见表 3。

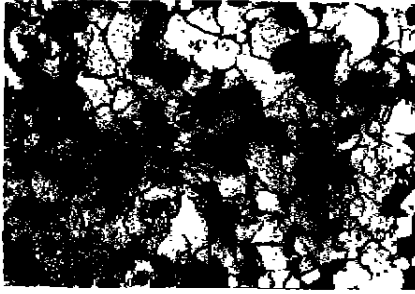


图1 金相组织 F+P ×400

表3 夹杂物评级结果

夹杂物类型	夹杂物形态	夹杂物分布	夹杂物级别, 级
A	条状	分散	1.0
B	串状	较集中	1.5
C	长条状	分散	1.0
D	球状	单独	0.5

2.5 断口检验

裂纹断口清洗后,用扫描电子显微镜观察断口形貌,如图2所示。断口以穿晶断裂为主,呈准解理、解理状,属热脆性断裂。

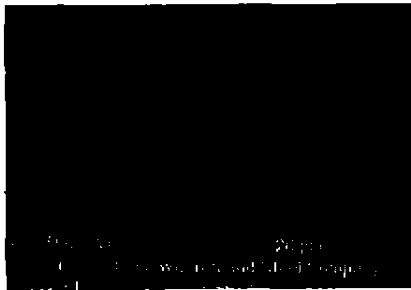


图2 SEM断口 ×793

利用扫描电镜的能谱仪检验断口处有害元素偏析情况。在仪器检测灵敏度范围内,没有发现有害元素在裂纹晶界处偏析。但用化学分析法,测得裂纹处的成分情况,见表4。

表4 M20Mn 锚链残存元素偏析情况(∅65mm) %

元素	Sn	As	Sb	Cu
心 部	0.083	0.011	0.038	0.21
裂纹处	0.184	0.026	0.084	0.22

3 讨论

3.1 化学成分和低倍检验结果分析

从表1~3可以看出,M20Mn钢的常规化学成分、低倍和非金属夹杂物都在技术标准 YB66-87规定的范围之内。钢质纯净,夹杂物较少。图1可以看出 M20Mn 钢的组织正常,无过热、过烧异常特征,钢的表面有轻微脱碳。

3.2 残存有害元素的影响

图2所示的断口为热脆性断口,说明产生裂纹的主要因素不是钢材表面脱碳。由表1、表4可知,M20Mn 钢中残存 Sn、Sb、As 等有害元素的含量较

高;裂纹部位 Sn、As、Sb 的平均含量比心部高出一倍以上,Cu 含量相差不大。Cu 在奥氏体中固溶度较高,扩散速率较低,故不易发现它的偏析^[1]。

有害元素 Sn、As、Cu 等在钢中有两种存在状态:一是在高温加热过程中出现表面富集区,二是在晶界上的偏聚。

3.2.1 残存有害元素 Cu、Sn、Sb、As 导致钢材热脆裂纹的原因 (1)残存有害元素 Cu、Sn、Sb、As 在钢材表面聚集。由于其本身及化合物熔点低,在热加工弯环过程中易出现熔化现象,形成裂纹源。(2)残存有害元素 Cu、Sn、Sb、As 在晶界偏析,降低了晶界的表面能,减弱晶粒间的结合力,加速了晶界微孔的形核与长大;锁住了晶界不能移动,则只能形成晶界微孔来消除位错堆积;残存有害元素 Cu、Sn、Sb、As 阻碍了晶界迁移和动态再结晶,而晶界迁移和动态再结晶可以隔断晶界微孔连结,减少微孔形成,有利于恢复热塑性^[1]。因此残存有害元素晶界偏析降低了钢材的热塑性,热塑性差,锚链钢在热加工弯环时,因其表面拉应力而产生横向裂纹。

3.2.2 Sn、Sb、As 能够降低 Cu 在奥氏体中的溶解度,它们还会与 Cu 在钢材表面富集,形成低熔点的液态化合物,沿着奥氏体晶界渗透,在应力作用下而开裂。国内外采用 Cu 当量来表示残存有害元素对沿晶表面裂纹的共同作用:

$$\text{Cu 当量} = \text{Cu}\% + 6(\text{Sn} + \text{Sb})\% \quad (1)$$

对∅65mm 锚链环,Cu 当量为 0.94;对∅55mm 锚链环,Cu 当量为 0.84,它们都产生了严重横裂。为防止发生热脆裂纹,国内外许多厂家采用如下公式控制残存有害元素含量:

$$\text{Cu 当量} \leq 0.4\% \quad (2)$$

这也证明了 Cu 当量对锚链环横裂的影响。

3.2.3 文献推荐一般用途钢中残存有害元素在如下范围,即可满足性能要求;Cu 0.20%~0.25%,Sn 0.02%~0.05%,Sb 0.005%~0.01%,As 0.02%~0.045%。选用另一批残存有害元素符合上述要求的 M20Mn 钢,按正常工艺处理,结果正常,无横裂发生。

4 结 论

4.1 锚链钢中残存有害元素较高是造成锚链弯环时横裂的主要因素。

4.2 为防止锚链弯环横裂,应当控制钢中的 Cu 当量不大于 0.4%。

[参考文献]

陈伟庆等. 钢中残余元素对连铸圆坯纵裂的影响[J]. 钢铁. 1998. 9: 23~24