含硼钢铸坯表面裂纹产生原因分析

靳 燕,刘 莉,韩春鹏

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要:文章介绍了铸坯角部裂纹产生的原因,通过金相、扫描电镜等检测技术分析,得出氮化硼沿晶析出,弱化了原始奥氏体晶界,在后续受到矫直力的作用下,沿晶界产生裂纹。

关键词:铸坯;氮化硼;裂纹

中图分类号:TG335.5 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2020)04-0041-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.04.011

Cause Analysis on Surface Crack of Casting Blank with Boron Containing Steel

Jin Yan, Liu Li, Han Chun-peng

(*Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the cause for the crack at corner of casting blank is introduced. It is found out that the boron nitride precipitates along grain boundary and weakens the original austenite grain boundary as well as the crack is produced along grain boundary with the subsequent effects of straightening force by analyzing with such detecting techniques as metallographic examination and scanning electron microscopy.

Key words: casting blank; boron nitride; crack

钢中加入微量硼能够显著提高淬透性并改善韧性,微量硼对耐热钢有提高高温强度和蠕变性能的作用。因此,以硼为主要合金元素的含硼铸钢研究受到了国内外的广泛关注[1]。但是,含硼铸钢在实际应用中极易出现“硼脆”现象[2]。本文解释了硼元素对铸坯表面裂纹产生的原因。

1 检测

1.1 取样

微裂纹位于铸坯角部沿横向多条平行分布,裂纹非常细,肉眼仔细观察才可看到。需在铸坯角部裂纹部位取样观察断口,一般取样方式很难将断口打开,取样难度大。经研究先将其放入液氮中进行冷却(增加试样的冷脆性已便于裂纹进一步扩展开裂),然后再将冷却后的试样用压力机压开,裂开后宏观观察,断裂源处断口已经锈蚀,其余断裂部位断口呈亮灰色。将断口试样用 LEO EVO 50HV 型扫描电镜及 Axio Obserevr D1 m 型金相显微镜进行断口、组织检测。图1为铸坯角部微裂纹形貌及压开后断口形貌。

收稿日期:2019-12-23

作者简介:靳 燕(1982-),女,内蒙古乌海市人,工程师,现从事扫描电镜检测及失效分析工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

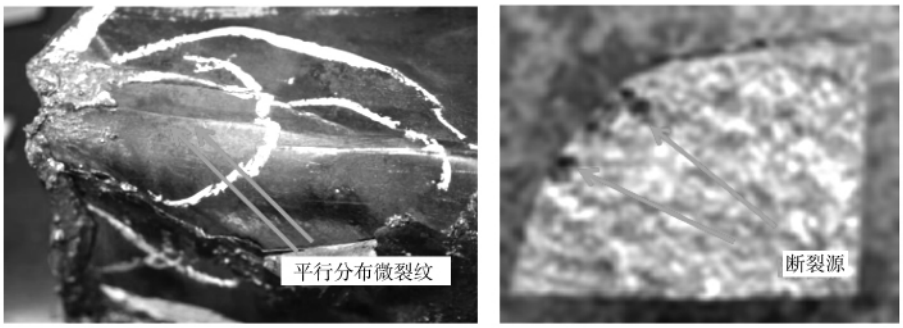


图1 铸坯角部微裂纹形貌及压开后断口形貌

1.2 扫描电镜及金相检测结果

将断口放入扫描电镜中检测，基体断口形貌为解理断口，断裂源区域已经锈蚀，用盐酸将锈蚀区域酸洗后，断口形貌为沿晶断口，图2为断裂源区沿晶开裂断口形貌。磨制试样断口面观察，断裂源区域有多处细裂纹，部分裂纹沿外表面向内延伸，裂纹内有氧化铁，在基体内部沿晶开裂。用4%硝酸酒精腐蚀后观察，裂纹沿奥氏体晶界开裂，图3为断裂源区沿晶裂纹金相组织形貌。将磨制后的试样放入电镜观察，断裂源区域外表面及内部有多处沿晶裂纹，裂纹内为氧化铁。腐蚀后继续检测，裂纹内经能谱分析为硼、氮、铝、铁元素，氮化硼沿奥氏体晶界析出。图4为断裂源区沿晶裂纹扫描电镜图片，图5为氮化硼沿奥氏体晶界析出能谱检测结果。

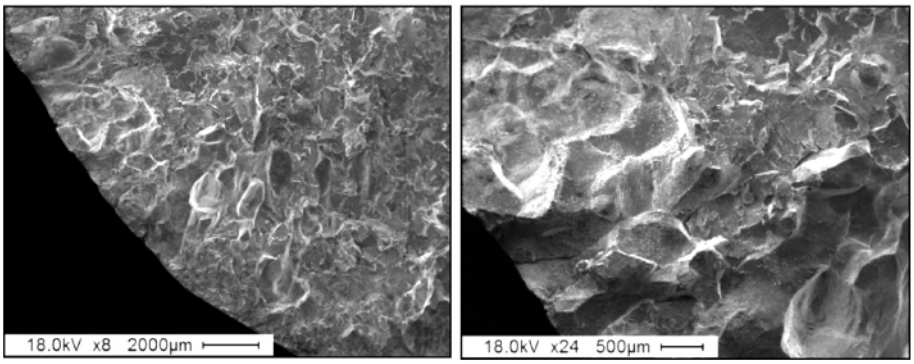


图2 断裂源区沿晶开裂断口形貌

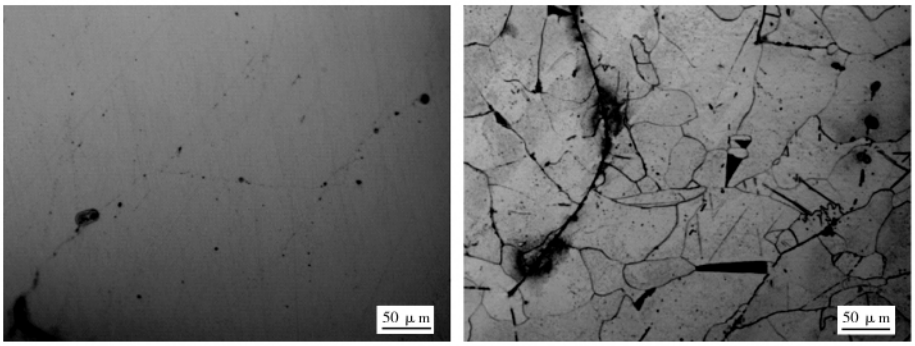


图3 断裂源区沿晶裂纹金相组织形貌

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

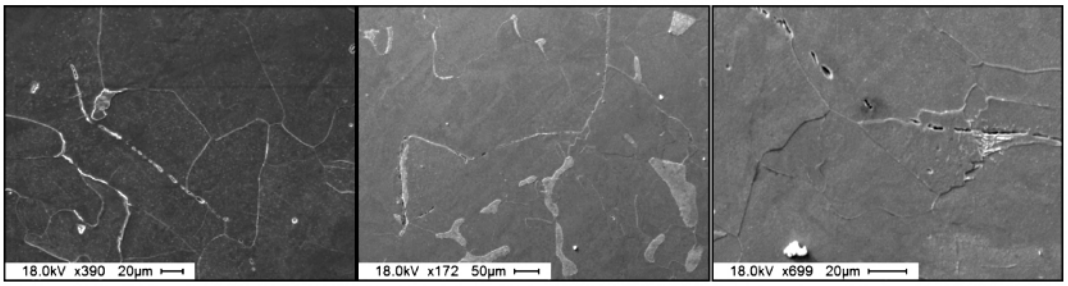
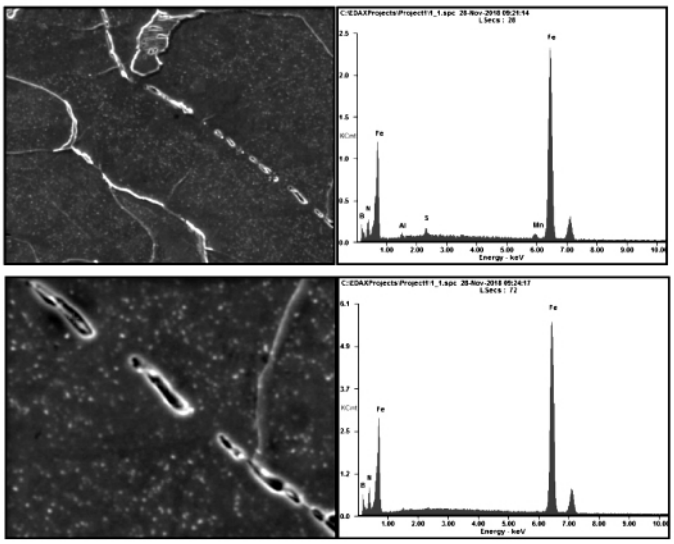


图 4　断裂源区沿晶裂纹扫描电镜图片



Element	Wt%	At%
BK	41.86	72.58
NK	07.69	10.29
AlK	00.25	00.17
SK	00.42	00.25
MnK	01.07	00.37
FeK	48.72	16.35
Matrix	Correction	ZAF

Element	Wt%	At%
BK	44.50	73.52
NK	09.14	11.66
FeK	46.35	14.82
Matrix	Correction	ZAF

图 5　氮化硼沿奥氏体晶界析出的能谱检测结果

2　结果分析

断裂源区域为冰糖块状的沿晶断口，该断口区域发现多处沿晶裂纹，腐蚀后观察沿奥氏体晶界开裂。经能谱分析，沿晶裂纹内有氮化硼的析出，氮化硼析出温度较高，易于在原始奥氏体晶界析出。氮化硼(硬脆相) 在晶界的析出弱化了原始奥氏体晶界，而铸坯角部属于应力集中部位，在后续受到矫直力的作用下，致使沿晶界产生裂纹。

3　改进措施

(1) 钢液中硼很容易与氧和氮化合，因此冶炼中加硼之前 ，必须把氧和氮含量降到很低[3]。

(2) 在钢中加入适量的 Ti 元素来固氮，减少氮化硼的形成以及高温下沿奥氏体晶界的析出。

4　结束语

沿奥氏体晶界析出的氮化硼在矫直应力作用下在晶界产生裂纹是铸坯表面裂纹产生的主要原因。

参　考　文　献

[1] 符寒光. 含硼铸钢的研究和应用[J]. 铸造技术，2006，27(1) : 87 － 89.

[2] 江学强，吉卫. 铜脆产生原因及防止措施[J]. 制造技术与实践，2006，(5) : 48 － 50.

[3] 李德跃，宋俊涛，靳燕. GCr15 轴承钢连铸圆坯表面裂纹产生原因及防止措施[J]. 金属功能材料，2012，15(5) : 13 － 15.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net