BT510L 钢冷弯开裂研究[*1]

刘恩泽[1,2],包喜荣[1],王 皓[2],王铭哲[2]

(1. 内蒙古科技大学材料与冶金学院,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢板材厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对稀土钢板材厂供某汽车厂使用的 BT510L 钢在冷弯过程中出现开裂的问题,利用扫描电镜和金相显微镜对 BT510L 开裂的断口、夹杂物和组织形貌进行了分析,同时调查供货批次钢中 P、S 等杂质的影响。结果表明,开裂断口处的硫化锰夹杂是导致开裂的主要原因,通过优化精炼过程控制工艺,降低了钢水硫含量,避免了此类缺陷的发生。

关键词: BT510L; 冷弯; 开裂; 夹杂物
中图分类号: TG115 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019)02 - 0037 - 03
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.012

Study on Cold - bending Cracking of BT510L Steel

Liu En - ze[1,2], *Bao Xi - rong*[1], *Wang Hao*[2], *Wang Ming - zhe*[2]

(1. *School of Material and Metallurgy, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The fracture, inclusions and morphology of cracked BT510L were analyzed with the scanning electron microscope and metalloscope aiming at the cracking in cold bending of BT510L steel for a car factory supplied by Rare Earth Steel Plate Plant. Meanwhile, the influences of impurities such as P and S in the batch of steel were invesgated. The results showed that the inclusion of manganese sulfide at the fracture of crack was the main cause. The content of sulfur in molten steel is reduced and such defects are avoided by optimizing the control technology in refining process .

Key words: BT510L; cold bending; cracking; inclusion

BT510L 主要用于制备卡车的横梁及纵梁,是汽车结构部件中质量要求较严格的材料之一。大梁的质量会影响到车辆的使用寿命和行驶安全。汽车大梁的制作一般采用冲压成型技术,变形方式主要以冷弯为主。以往研究表明,冷弯开裂主要与钢种 P、S 杂质元素含量、夹杂物和带状组织严重程度有关[1],本文针对稀土钢板材厂供某汽车厂使用的 BT510L 生产过程中出现开裂的情况进行分析,为工业生产和改进工艺提供有力依据。

1 原始情况

稀土钢板材厂所供应 BT510L 规格为7.8 mm × 1 500 mm,钢卷冲压后在位于冷弯弯曲部位折弯开裂,开裂处沿弯折部位纵向扩展较长,同时裂口从弯

* 收稿日期: 2018 - 08 - 28
作者简介: 刘恩泽(1979 -),男,内蒙古赤峰市人,工程师,现从事产品研发销售工作。

中国知网 https://www.cnki.net

曲表面向钢板的厚度方向扩展，见图1。

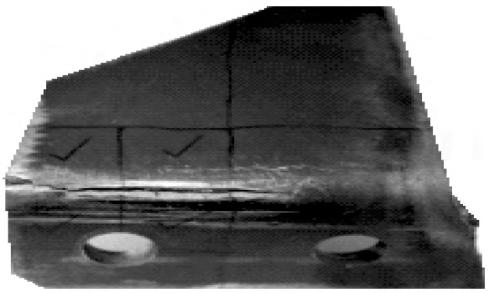


图1 宏观照片

该批BT510L化学成分如表1所示。

2 试验结果

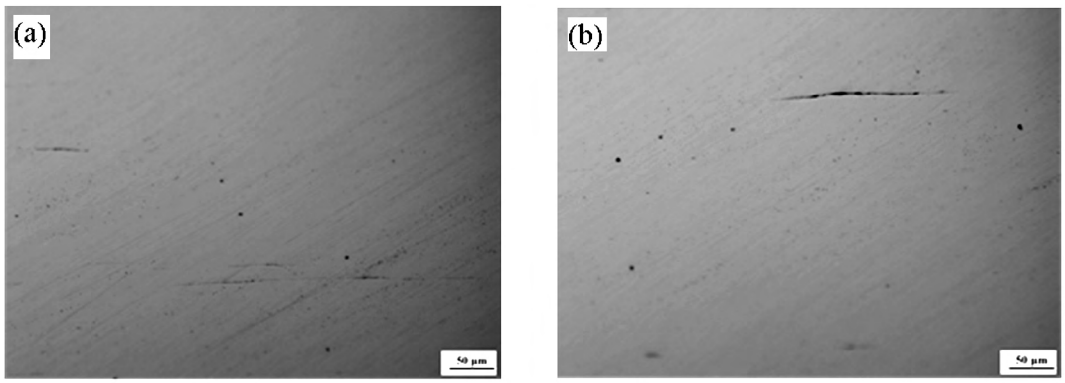
为分析确定产品冷弯开裂的具体原因，从已成型出现开裂处切取试样（纵向），采用金相显微镜进行金相组织观察和夹杂物分析，利用扫描电镜进行显微组织观察和能谱分析。

2.1 金相组织

将开裂试样磨制抛光后在显微镜下观察，基体夹杂物级别分别为：A2.0级（细），B1.5（细），C0级，D1.5（细）、0.5（粗），DS0级，见图2。A类硫化物夹杂等级较高。采用4%的硝酸酒精对试样进行腐蚀后发现基体组织为铁素体+珠光体，带状组织为2级，见图3。

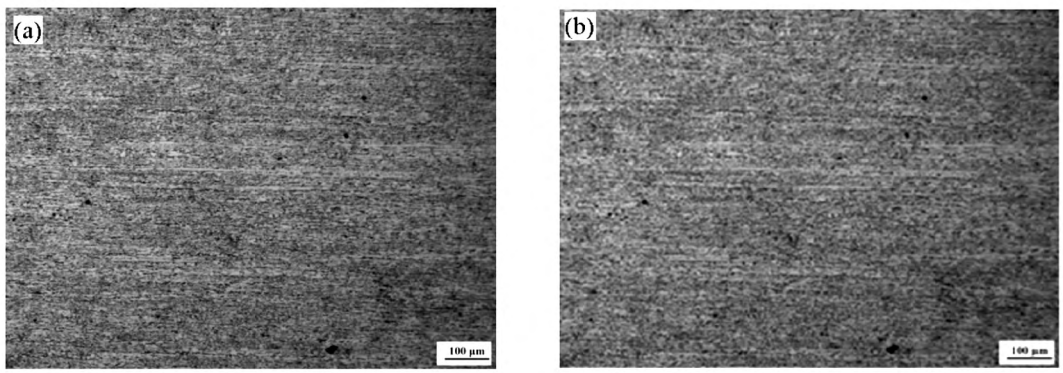
表1 化学成分（质量分数） %

项目	C	Si	Mn	P	S
BT510L	0.08～0.10	≤0.20	1.20～1.40	≤0.020	≤0.015
GB 3273—2005 [2]	≤0.20	≤1.00	≤1.60	≤0.030	≤0.030



（a）球状氧化物 （b）硫化锰

图2 显微镜照片



（a）带状组织2级 （b）带状组织2级

图3 金相组织照片

中国知网 https://www.cnki.net

2.2　扫描电镜检测

将开裂试样放入酒精中超声波清洗干净后进行扫描电镜及能谱分析，试样开裂处夹杂主要为 MnS 和 FeS，见图 4。结合金相检测结果，基体的夹杂物主要以长条状的硫化物为主。

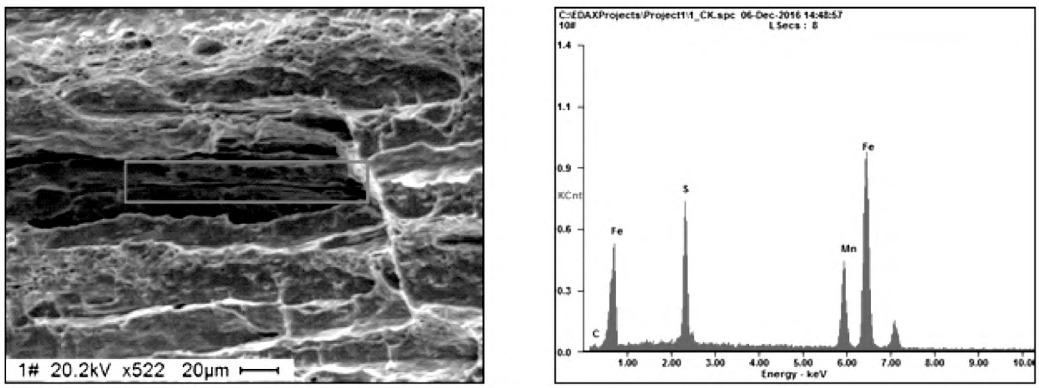


图 4　扫描电镜照片

2.3　冶炼化学成分

调取稀土钢板材厂 11 月份生产的 BT510L 化学成分，冶炼过程中 w [S] ≥0.008% 的炉次占全月冶炼炉次的 49.2%，w [Ca] <0.001 5% 的炉次占全月冶炼炉次的 58.7%，见图 5。

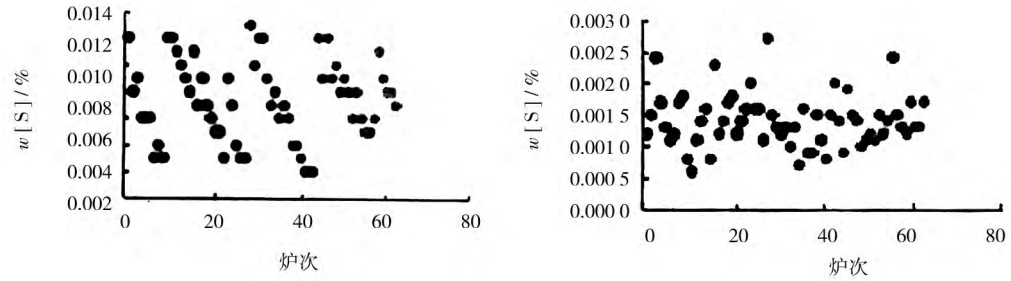


图 5　钢液 S、Ca 成分分布

3　试验结果分析

从上述试样结果推断，引起 BT510L 冷弯开裂的主要原因是断口处出现的硫化物夹杂。首先在变形过程中被拉长的硫化物夹杂，受力后发生破裂，破裂成若干小段，由于夹杂物和基体界面的分离而形成拉应力促生的纵向裂纹，加速了试样的断裂，降低了钢质的塑性[3]。其次夹杂物对基体起到割裂的作用，破坏了金属基体的连续性，容易产生应力集中，所以在冷弯过程中不能随基体的变形而变形，而产生微裂纹，后延伸成宏观裂纹。

4　抑制硫化物夹杂措施

试验表明，降低钢水中硫含量到0.005 0% 以内，改进精炼钙处理以及相关工艺的有效结合，能够有效的降低 MnS 夹杂物，改善板坯内部质量。为达到 LF 精炼深脱硫的目标，采用以下工艺条件进行。

(1) 实现高碱度操作，控制炉渣成分，提高碱度选择硫容渣系，将碱度提高到 5 ~ 7 的范围。

(2) 强化对炉渣和钢水的脱氧工序，选择含铝顶渣改质剂和铝铁进行复合脱氧处理，保证钢渣 w(FeO) + w(MnO) ≤ 1.0%。

(下转第 67 页)

中国知网　https://www.cnki.net

表 4　改进前后电动鼓风机吨铁电耗指标完成情况

指标	4、6 高炉总铁量/t	8、9 号鼓风机总电量/(kW·h)	吨铁电耗指标/(kW·h)
改进前	4 176 440	423 449 400	101.39
改进后	4 035 682	396 754 050	98.36

通过合理优化供风和量化制度操作运行，鼓风机吨铁电耗明显下降，改进后一年来预计节约电耗成本为：(101.39 - 98.36) × 4 035 682 × 0.38 = 464.7 万元。

4　结束语

通过鼓风机与高炉之间合理优化供风和量化制度的操作，高炉侧电动放风阀在通常情况下可以全关，鼓风机吨铁电耗下降，取得了显著经济效益，为降本增效做出突出贡献；电动放风阀关闭，消除了放风噪声；提高了鼓风机的运行效率，充分利用鼓风机潜力，为提高高炉产量奠定基础。

参　考　文　献

[1] 李泉，陈亚军，魏英豪，等. AV100 - 18 高炉鼓风机节能改造实践[J]. 冶金动力，2019，(02)：41.

[2] 高铁章，刘素兰，李守英. 炼铁能耗调查情况的分析[J]. 冶金能源，1982，(04)：15.

(上接第 39 页)

(3) 较高的冶炼温度和良好的搅拌条件，提高转炉出钢温度的同时，保证钢包周转情况和钢包底吹效果。

(4) 足够的渣量，除转炉出钢加入和精炼初期白灰加入外，脱硫过程中后期白灰分批量、小批量加入。

(5) 炉渣流动性保持良好，根据炉渣流动性情况补加化渣剂以提高流动性。

5　结论

(1) 利用扫描电镜和金相显微镜对 BT510L 开裂的断口、夹杂物和组织形貌进行了分析，同时调查供货批次钢中 P、S 等杂质的影响，结果表明开裂断口处的硫化锰夹杂是导致开裂的主要原因。

(2) 通过降低钢水中的硫含量，LF 精炼采取深脱硫工艺，改进精炼钙处理以及相关工艺的有效结合，能够有效的降低 MnS 夹杂物，改善板坯内部质量，冷弯裂纹得到有效的控制。

参　考　文　献

[1] 俞海明. 转炉钢水的炉外精炼技术[M]. 北京：冶金工业出版社，2011.

[2] GB/T 3273—2005，汽车大梁用热轧钢板和钢带[S].

[3] 李晶. LF 炉精炼技术[M]. 北京：冶金工业出版社，2012.

中国知网　https://www.cnki.net