汽车用大梁钢610L冲压开裂原因分析

高 峰,刘 莉,寇沙沙,李文亚

(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: 文章介绍了汽车大梁钢在冲压剪断时发生层状开裂的原因,经金相、扫描电镜等检测分析发现开裂试样心部有严重的珠光体偏析带,且伴生有硫化物夹杂及较多的硬质块状析出物,经扫描电镜能谱分析,该析出物的主要化学成分为C、N、Nb、Ti等。严重的珠光体偏析带和分布在其中的粗大硬质析出物恶化了基体整体性能,冲压剪断时在剪断面心部产生层状开裂。

关键词: 大梁钢610L; 层状开裂; 珠光体偏析带

中图分类号: TG386 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)03-0054-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.03.014

Cause Analysis on Cracking of Beam Steel 610L during Stamping

Gao Feng, Liu Li, Kou Sha-sha, Li Wen-ya

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

Abstract: In the paper, the cause for lamellar cracking of beam steel during stamping and shearing is introduced. It was found out that there was serious pearlite segregation band in the center of cracked specimen through such detection analysis of metallographic examination and scanning electron microscope. Moreover, there were sulfide inclusion and more hard bulk precipitate associated, the main chemical components of which were such as C, N, Nb and Ti, obtained by scanning electron microscopy and energy dispersive spectrum analysis. The serious pearlite segregation band and the bulky hard precipitate in it have worsened the whole performances of the matrix, so there is lamellar cracking in the center of shearing plane during stamping and shearing.

Key words: beam steel 610L; lamellar cracking; pearlite segregation band

汽车大梁钢是汽车结构配件中质量要求最为严格的材料之一,主要用于制造各类汽车的横梁、纵梁和连接件等,汽车大梁钢成型时常采用冲压成型,且需承受较大的载荷,因此钢板必须要有良好的冷成型性能[1]。冲压开裂是钢板在使用过程中的常见缺陷。大梁钢冲压开裂的影响因素一般包括冲裁质量、析出物、带状偏析及表面质量等几方面[2]。某钢厂生产的7.8 mm汽车用大梁钢610L在冲压剪断过程中出现剪断面分层开裂现象,本文对开裂试样进行检测,分析其开裂原因。

1 检验方法及结果

1.1 检测及取样

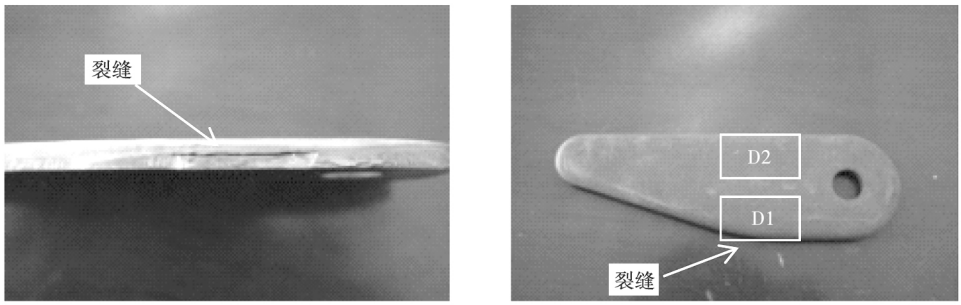
冲压剪断开裂出现在冲压件剪切面圆弧附近部位,长度约145 mm,位于剪切厚度的1/2部位层状开裂,裂缝表面一侧较为平整,另一侧较为粗糙,如

收稿日期: 2018-02-11

作者简介: 高 峰(1984-),男,内蒙古包头市人,硕士,工程师,现从事金属材料检测工作。

中国知网 https://www.cnki.net

图 1(a) 所示。分别在冲压剪断开裂件的不同部位取金相试样(编号为 D1#、D2#) ,如图 1(b) 所示,另取同炉号母材试样(编号 M1#) ,采用 Axio Observer. D1m 型金相显微镜及 LEO EVO 50HV 型扫描电镜进行微观分析,对母材试样采用 3000V 型等离子体发射光谱仪及 CS - 444 型碳硫分析仪进行化学成分检测,采用 WDW - 2002 型电子拉伸试验机及 N1750 型冲击试验机进行力学性能检测。



(a) 裂缝宏观形貌　　(b) 金相取样位置

图 1　裂缝宏观形貌及金相取样位置

1.2　检测结果

1.2.1　化学成分

母材试样的各元素含量均在技术要求范围之内(见表 1) 。

表 1　610L 大梁钢化学成分(质量分数)　　%

项目	C	Si	Mn	P	S	Ti	Nb	Al
技术要求	≤0.150	≤0.500	≤1.60	≤0.030 0	≤0.025	≤0.050	≤0.035	
M1#	0.069	0.142	1.45	0.014 8	<0.002	0.037	0.033	0.033

1.2.2　力学性能

母材试样的各项力学性能值均在技术要求范围之内(见表 2) 。

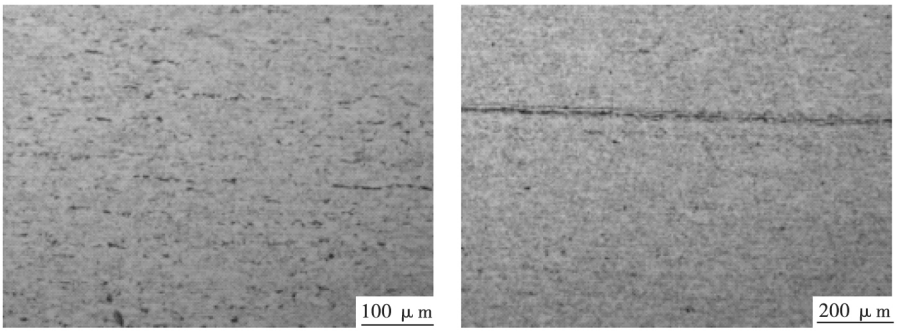
表 2　汽车用大梁钢 610L 力学性能

项目	$R_{P0.2}$ /MPa	R_m /MPa	A/%	冲击功/J		
技术要求	≥500	550 ~ 670	≥18.0			
M1#	548	616	30.0	90.0	97.2	100.5
	547	612	28.5			

1.2.3　金相检验

对冲压剪切开裂试样与母材试样的纵向面分别抛光,并采用 4% 硝酸酒精腐蚀后在显微镜下观察,二者基体组织均为铁素体 + 珠光体 + 析出物,母材心部有较少且较短的珠光体偏析带(如图 2(a) 所示) ,而开裂试样心部有严重的珠光体偏析带,带状级别为 2 级(如图 2(b) 所示) 。对带状组织部位放大观察发现其伴生有硫化物夹杂和硬质块状析出物(如图 2(c) 、(d) 所示) 。通过扫描电镜及 EDS 能谱检测分析,该析出物的主要化学成分为: C、N、Nb、Ti 等(如图 3 所示) 。

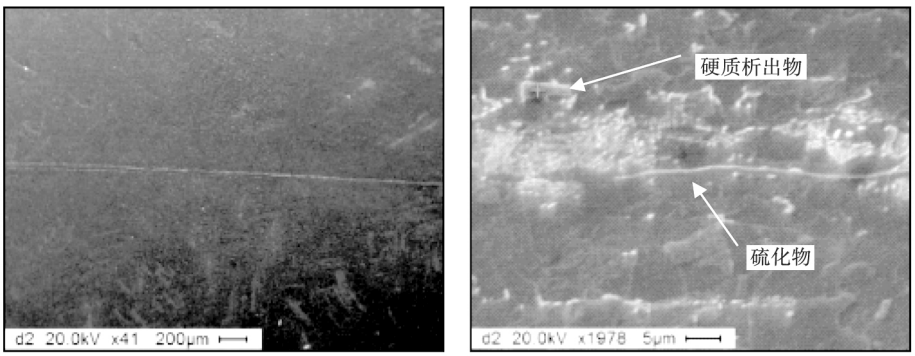
中国知网　https://www.cnki.net

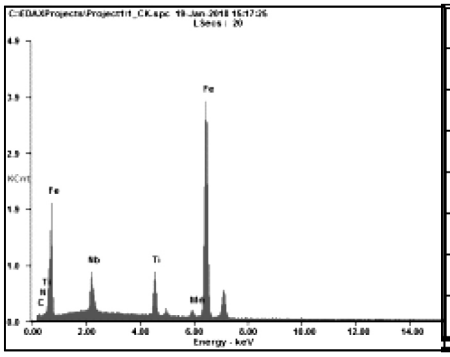


（a）母材纵向组织　（b）开裂件纵向带状组织

（c）带状组织伴生 A 类夹杂　（d）带状伴生硬质析出物

图 2　母材及开裂试样纵向组织





元素	质量分数 /%	原子数分数 /%
CK	06.50	21.40
NK	05.75	16.25
NbL	13.21	05.63
TiK	33.07	27.32
MnK	01.30	00.93
FeK	40.17	28.46
Matrix	Correction	ZAF

图 3　偏析带 SEM 形貌及析出物 EDS 成分分析

中国知网 https://www.cnki.net

2　检验结果分析

母材试样化学成分及力学性能均在技术要求范围之内，金相组织中未发现严重的珠光体偏析带，而断裂件心部存在严重的珠光体偏析带，说明中心偏析带组织在板材中是局部存在的。

珠光体中心偏析的产生是由于板坯心部区域 C、Mn、Nb、Ti 等合金元素富集，形成合金元素 Mn 的贫化区、富化区交叠存在，在轧制后的卷曲过程中形成铁素体与珠光体交叠的带状组织。由于珠光体硬度较铁素体更高，而其塑性变形能力较铁素体差，所以偏析带的存在恶化了基体整体性能的均匀性，在外加载荷冲压变形过程中两相交界处变形不协调导致应力集中发生层裂。因此，在冲孔或剪切过程中，严重的带状组织有导致大梁钢冲压开裂的倾向[3-4]。

弥散而细小的第二相粒子有利于钢的强度，而聚集分布的大尺寸和带棱角的块状第二相不仅不利于钢的强度，而且会严重恶化钢的塑韧性，塑韧性的降低增加了钢冲压开裂的可能[5]。板材中心珠光体偏析带中聚集较大颗粒的 Nb、Ti 硬质块状析出物既不利于钢的强度也不利于钢的塑韧性提高。相反，材料发生塑性变形时易在硬质析出物周围产生微裂纹，从而加速材料的开裂。

3　改进措施

针对 610L 钢板中心存在严重珠光体偏析带并伴生硫化物夹杂及 Nb、Ti 碳化物硬质块状析出物问题，提出以下改进措施:

(1) 加强炼钢原料品质检查，严格控制化学成分，减少夹杂物的产生;

(2) 稳定热轧工艺参数，防止终轧温度波动带来珠光体偏析带的产生。

4　结束语

严重的珠光体偏析带及分布在偏析带中的硬质析出物与夹杂物是汽车大梁钢 610L 在冲压剪断时剪断面发生层状开裂的主要原因。严重的带状偏析导致心部珠光体带聚集，且 Nb、Ti 的碳化物相对粗大，恶化了基体整体性能的均匀性，因此在冲压剪断时剪断面心部产生层状开裂。

参　考　文　献

[1] 范敬国，赵征志，赵爱民. 铌钛微合金化汽车大梁板 510L 开发[J]. 热加工工艺，2009，38(8)：21－24.

[2] 孟宪堂，王小勇，于洋，等. 热轧汽车大梁钢板冲压开裂影响因素分析[J]. 汽车工艺与材料，2015，(8)：57－62.

[3] 赵培林，孙新军，雍岐龙，等. 超高强度热轧钢板冷冲压开裂原因及分析[J]. 金属热处理，2012，3(7)：122－126.

[4] 方圆，阳代军，张宏艳，等. 汽车大梁钢 510L 冲压开裂原因分析[J]. 热加工工艺，2012，41(3)：169－172.

[5] 崔忠析. 金属学与热处理[M]. 北京：机械工业出版社，1993.

中国知网　https://www.cnki.net