浅谈某产品用50SiMnVB钢横向断裂原因分析

姜春茂，潘玲，赵广军，刘有江，张常玲，赵东升，周宇航
（黑龙江华安机械有限责任公司，黑龙江 齐齐哈尔 161046）

摘要：通过对某军工产品用50SiMnVB钢在加热过程中，横向断裂疵病产生的原因机理进行了分析与验证，准确地找到了该问题产生的原因，并在后续生产中增加无损检测技术，可有效地剔除该类缺陷，保证产品质量。

关键词：横向断裂；分析与验证；质量；无损检测
中图分类号： **文献标识码**：A
文章编号：1674-6457(2012)01-0078-04

Horizontal Fracture Reason Analysis on a Product of 50SiMnVB Steel

JIANG Chun-mao, *PAN Ling*, *LIU You-jiang*,
ZHANG Chang-ling, *ZHAO Guang-jun*, *ZHAO Dong-sheng*, *ZHOU Yu-hang*
(Heilongjiang Huaan Machine Corporation Ltd., Qiqihar 161046, China)

Abstract: The mechanism of transverse rupture defects of a military product with 50SiMnVB steel in heating process was analyzed and verified, and the cause was found. Nondestructive testing technology was added in subsequent production, which could be effectively used to eliminate the defects, and guarantee the product quality.

Key words: transverse fracture; analysis and verification; quality; nondestructive testing

在现代战争中只有大口径火炮才能对敌人炮兵实施大、纵、深火力压制和摧毁敌人的地面目标及有生力量，对地面部队提供有效的火力支援。为提高火炮的性能，研制和改进工作主要集中在提高射程、射速、机动性和单发炮弹的威力上。目前国外已发展小、多、快的杀伤破片，既用高强度脆性钢，减薄弹体壁厚，多装药，装好药，减轻弹片质量，增加破片数量和飞散速度，从而使单发炮弹的杀伤威力大大提高。我国大口径杀伤榴弹用钢一直沿用20世纪40年代水平的苏联D60钢。由于这种钢强度低，延性大，弹壁厚，装药猛度低，杀伤破片数量少，故已不适应于榴弹钢。为适应国防现代化的需要，迅速赶上世界先进水平，我国研制了具有特殊高破片的弹钢823钢。823钢具有广泛的适应性，良好的淬透性、冷脆性、热加工性能、冷加工性能等。823钢的研制成功，填补了我国高破片率榴弹用钢的空白，其战术性能与国外水平相当。

1 问题描述

2011年3月9日，某产品壳体冲拔生产时，加热过程中操作者听到感应加热炉内有钢坯开裂响声，冲拔第31发时，壳体毛坯发生断裂，毛坯断裂为2段，包在冲模具中（如图1所示）。生产车间立即停产、停电将感应加热炉中钢坯逐发排出，此时炉中共有18发钢坯，经检查其中3发钢坯沿横截面发生

收稿日期：2011-07-26
作者简介：姜春茂(1981—)，男，黑龙江佳木斯人，工程师，主要研究方向为材料成形与模具设计。

断裂(如图 2 所示)。

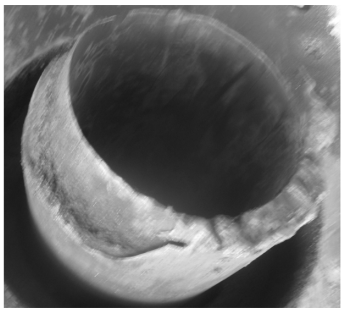


图 1　钢坯拔伸断裂

Fig. 1　Fracture figure of blank drawing

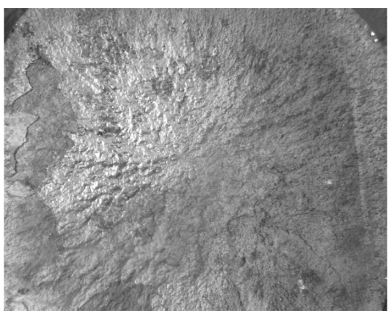


图 2　钢坯加热断裂

Fig. 2　Fracture figure of blank heating

2　原因分析[1]

根据钢坯横向断裂形态,从人、机、料、法等方面进行了分析。可能产生横向断裂疵病原因如下所述。

操作者对工艺参数不熟悉或责任心不强,仪表监控不到位,加热过程中钢坯温度过高造成钢坯过烧,导致钢坯产生横向断裂;工艺设置加热温度过高或加热时间过长,钢坯在加热过程中过烧,导致钢坯产生横向断裂;冬季生产钢坯在低温状态下进入工房,未达到室温而直接投产,导致钢坯产生横向断裂;原材料存在非金属夹杂、化学成分偏析、白点、低熔点缺陷或原材料存在残余应力,在感应加热过程中产生裂纹,导致钢坯产生横向断裂;加热炉加热过程中温度失控,导致钢坯产生横向断裂。

3　原因验证

3.1　人员方面

质量管理部门和技术部门现场对操作者及检验人员进行工艺参数考核,并检查了当时的感应加热记录,记录数据完整、正确。

3.2　工艺方法

3.2.1　过烧验证试验

为验证是否存在加热温度过高产生横向断裂问题,进行了 15 发钢坯感应加热验证试验。加热时间按 70～75 s 执行,其中 7 发加热参数按照工艺规定的 1 190±20 ℃;8 发提高加热温度,最高达到 1 246 ℃,超出工艺规定 30 ℃左右,加热后钢坯均无开裂现象发生。抽取正常工艺参数加热钢坯(5 号)和超出工艺范围温度最高的钢坯(10 号)进行了金相组织检查。晶粒度检查结果为:5 号钢坯晶粒度为 2 级,10 号钢坯晶粒度为 1.5 级,2 种钢坯的组织均正常,晶粒度照片如图 3、图 4 所示。

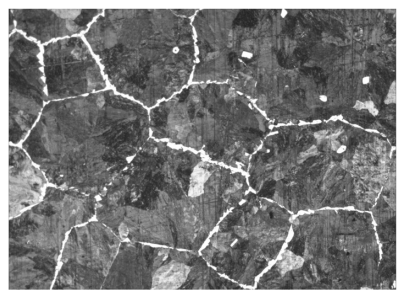


图 3　5 号钢坯晶粒度照片(100×晶粒度 2 级)

Fig. 3　No. 5 billet 100× grain size of grade 2

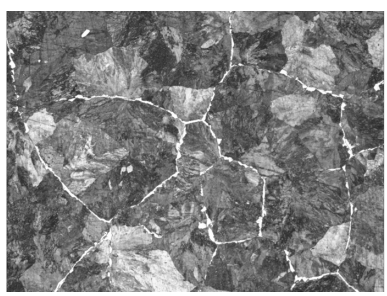


图 4　10 号钢坯晶粒度照片(100×晶粒度 1.5 级)

Fig. 4　No. 10 billet 100× grain size of grade 1.5

3.2.2　低温验证试验

为验证钢坯低温状态下进入工房,直接投产是否产生横向断裂问题。对 6 发钢坯进行了低温试验,保温后(温度设置为－20 ℃,保温 48 h),按照正常工艺参数 1 190±20 ℃进行加热,加热后钢坯未发生断裂,照片如图 5 所示。

3.2.3　高温验证试验

为验证感应加热炉是否存在加热不均匀造成钢



图 5 低温加热后钢坯

Fig. 5 Slab after heating in low temperature

坯横向断裂。对 6 发钢坯进行了高温试验，加热温度为 1 300～1 320 ℃，加热后钢坯表面有过烧现象但未发生横向断裂，照片如图 6 所示。



图 6 高温加热后钢坯

Fig. 6 Slab after heating in high temperature

3.2.4 批量验证试验

按正常工艺参数，工厂组织冲拔 10 炉剩余料 236 发，未出现裂纹。

3.3 原材料

对兴澄特钢原材料进厂验收情况进行了复查，化学成分、力学性能、高低倍组织检查等各项指标均符合验收标准要求。并对产生疵病的该炉料剩余的 684 发钢坯和 12 炉整炉料进行了六面 100%超声波探伤和外观质量检查，结果均无异常。

4 理化检测[2]

4.1 低倍检查

距断裂面 25 mm 处取横向低倍进行检查，结果显示：低倍组织正常。

4.2 金相组织检查

在 3 发横向断裂钢坯上取 3 块试样，分别在中心及邻近断裂源处取金相试样，编为 1，2，3 号。断裂料晶粒度如图 7 所示。

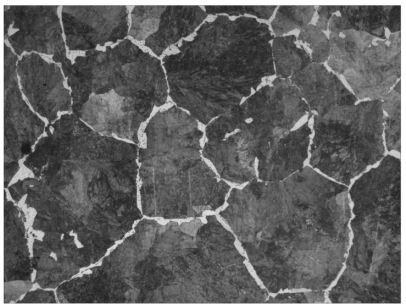


图 7 断裂料(100× 晶粒度 2 级)

Fig. 7 Fracture material(100× grain size of grade 2)

1) 1 号在试样中心取样，金相检查结果显示：基体组织正常，断裂面有氧化脱碳现象，发现有微裂纹。

2) 2 号在邻近断裂源处取样，金相检查结果：断裂面附近有纵向分布的夹杂物，经能谱鉴定分析，分别为硫化铁、氮化钛、碳化钛。照片如图 8，9，10 所示。

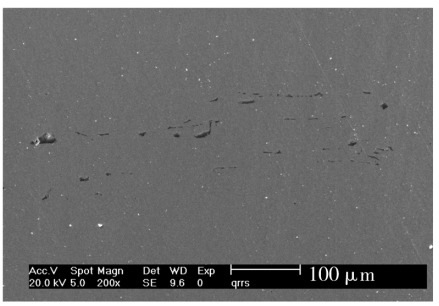


图 8 纵向分布夹杂物

Fig. 8 Inclusion in vertical distribution

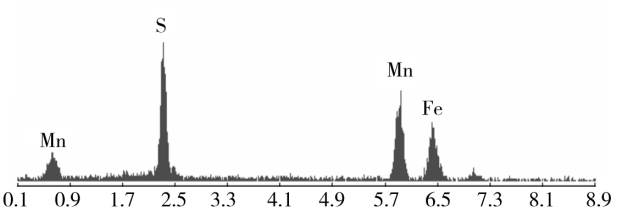


图 9 硫化铁能谱分析

Fig. 9 Energy spectrum analysis of iron sulfide

3) 3 号在断裂源处取样，在裂纹源处可见数条相距小于 200 μm 的纵向微裂纹，照片如图 11 所示。在裂纹源两侧可见与裂纹扩展方向一致的二次裂纹，并可见氧化脱碳现象，在纵向微裂纹和基体之

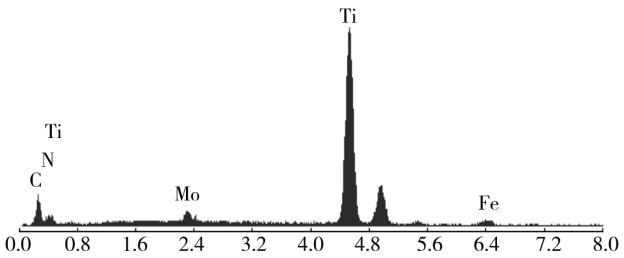


图 10　碳化钛能谱分析

Fig. 10　Energy spectrum analysis of titanium carbide

间可见明显变形的金相组织,照片如图 12 所示。对其断裂源进行断口电镜扫描,可见弧形微裂纹,照片如图 13 所示。

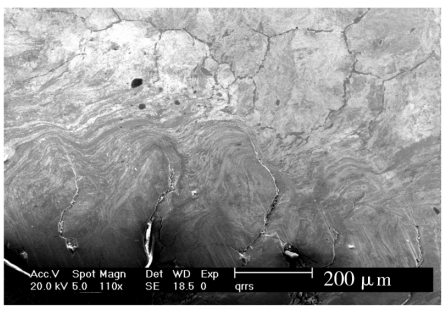


图 11　纵向微裂纹 1

Fig. 11　Longitudinal crack 1

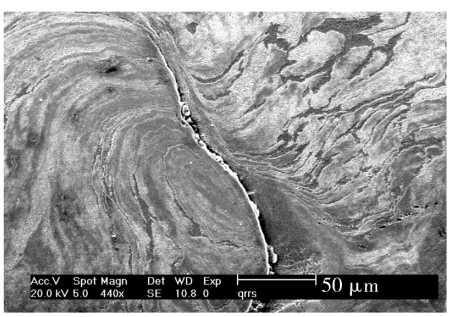


图 12　纵向微裂纹 2

Fig. 12　Longitudinal crack 2

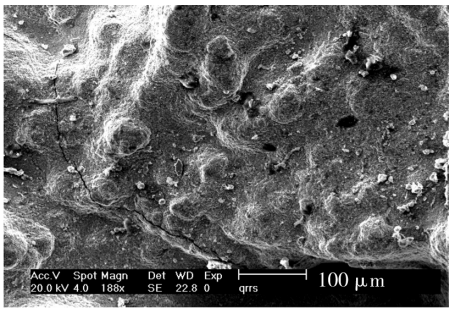


图 13　弧形微裂纹

Fig. 13　Arc crack

由 3 号试样宏观断口可见,此次断裂在钢坯心部形成约 ϕ15 mm 圆形横向断裂源,然后向四周扩散。通过金相和电镜观测,裂纹源部位首先形成的是多条相距小于 200 μm 的纵向微裂纹,由于微裂纹之间相距较小,使得微裂纹之间的联系在拉应力作用下断开,形成约 ϕ15 mm 的横向断裂面,并在拉应力作用下向外扩展。向外的拉应力是在钢材加热时热应力、组织应力及钢材自身退火或缓冷不充分所产生的残余应力共同作用下所产生。

5　结语

根据钢坯物流规律和集中出现在一个炉内的 4 发裂纹料,确定出现问题的钢坯集中在 2 支来料中。根据理论分析和试验验证,确定该裂纹料是由于 2 支钢坯内部残余应力过高,钢坯加热时在热应力、组织应力及钢材的残余应力共同作用下产生断裂。

参考文献:

[1]　刘文. 轧钢生产基础知识问答[M]. 北京:冶金工业出版社,1994:268－270.

[2]　那宝魁. 钢铁材料质量检验实用手册[M]. 北京:中国标准出版社,1998:371－401.

(上接第 72 页)

5　结语

采用改进后的冲方凸模加工传动轴的方孔,不仅零件的尺寸精度高,表面粗糙度低,而且生产效率高,生产成本低,取得了较好的经济效益和社会效益。

参考文献:

[1]　贾芸. 中轴挤方加工工艺的研究[J]. 热加工工艺,2011,40(1):12－17.

[2]　王德文. 新编模具实用技术 300 例[M]. 北京:科学出版社,1996.

[3]　张舫. 铝粉在细长通孔冷挤压的应用[J]. 机械工人,2003(12):53－55.