



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114672619 A

(43) 申请公布日 2022.06.28

(21) 申请号 202210274782.2

(22) 申请日 2022.03.21

(71) 申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市历城区临港开发区凤鸣路1000山东建筑大学

(72) 发明人 景财年 吴忠林 冯燕 李兆通
张科 于承雪 张志浩 刘磊
赵顺治 林涛 赵静蕊

(51) Int. Cl.

C21D 1/18 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

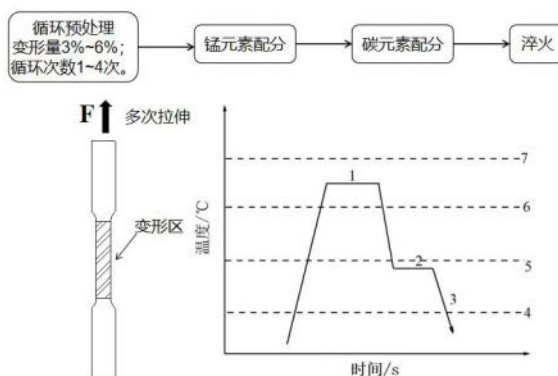
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种提高中锰钢塑韧性的方法,尤其涉及一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法。先将中锰钢进行循环预处理,后进行Q&P工艺:以一定的加热速率升温至双相区的某一温度并进行保温,后快速冷却至马氏体开始转变的临界温度(M_s)进行淬火保温一段时间,后水淬至室温。本发明采用循环预处理及Q&P工艺相结合,使原始中锰钢产生塑性变形,其组织错开摆脱溶质原子的钉扎,导致位错多系滑移,积累层错能,充分利用C/Mn元素的配分效应,残余奥氏体的稳定性得到大幅度提高,改善了中锰钢的力学性能。在钢板成形过程中,采用该方法,能在保证使用安全等级条件下,大幅度提高钢板的塑韧性,在实际生产中具有良好的应用前景。



1. 一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法,其特征是通过以下步骤实现:

预处理:将中锰钢以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸的塑性变形,循环次数1~4次,变形量3%~6%;

锰元素配分:将中锰钢以5~10°C/min的加热速率升温至中锰钢的临界双相区温度(A_{C1}) 650°C~680°C,保温时间10-30min;

C元素配分:将中锰钢迅速淬火冷却至临界马氏体开始转变温度(M_s) 80°C~100°C,并控制C配分时间20-30s;

最后水淬至室温,得到强塑积为28~31GPa·%,其断后延伸率为20~26%的中锰钢板。

2. 根据权利要求1所述的一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法,其特征在于:步骤(3)中所述的冷却速率大于或等于马氏体临界转变的冷却速率。

一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种提高中锰钢塑韧性的方法,特别涉及一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法。

背景技术

[0002] 随着科技与经济的发展,在全球节能与环保的大势所趋下,汽车材料的应用和发展始终围绕着“绿色、低碳、轻量化”这一大方向进行,车身减重和提高碰撞性能已经是当前汽车工业发展的两个重要目标。

[0003] 当前,第三代先进汽车用钢的性能指标已在研发中,其目标是实现高强度和高塑性的结合,虽然,目前研究人员在工艺路线上和钢种的成分设计上对中锰钢进行诸多尝试,但是如何在保证中锰钢的安全使用等级下,通过调整工艺最大化提升中锰钢的塑韧性,还没有很好的方法。

发明内容

[0004] 针对上述不足,本发明提出一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法,在保证中锰钢的安全使用等级下,牺牲少量中锰钢的强度,通过提高奥氏体的稳定性及C/Mn元素的配分获得更稳定的奥氏体组织,来增加其塑韧性。

[0005] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:通过以下步骤实现:

(1) 预处理:将中锰钢以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸的塑性变形,循环次数1~4次,变形量3%~6%;

(2) 锰元素配分:将中锰钢以5~10°C/min的加热速率升温至中锰钢的临界双相区温度(A_{C1}) 650°C~680°C,保温时间10-30min;

(3) C元素配分:将中锰钢迅速淬火冷却至临界马氏体开始转变温度(M_s) 80°C~100°C,并控制C配分时间20-30s;

(4) 最后水淬至室温,得到强塑积为28~31GPa·%,其断后延伸率为20~26%的中锰钢板。

[0006] 所述的一种循环预处理及Q&P工艺提升中锰钢塑韧性的方法中的步骤(2)、(3)中的 A_{C1} 和 M_s 由经验公式(1-1)、(1-2)计算并将统计误差考虑在内:

$$A_{C1}(^{\circ}\text{C}) = 723 - 14Mn + 22Si - 14.4Ni + 23.3Cr \quad (1-1)$$

$$M_s(^{\circ}\text{C}) = 520 - 320C - 50Mn - 30Cr - 20(Ni + Mo) - 5(Cu + Si) \quad (1-2)$$

所述的预处理前需要将中锰钢使用清洁酒精浸泡一段时间后清洗,进行表面除锈后风干,使表面光洁,避免热处理时造成受热不均匀。

[0007] 所述的步骤(1)中使用1mm/min的拉伸速率进行反复拉压的设备选用WDW-100E型电子万能试验机。

[0008] 所述的步骤(2)中使用YTH-5-12型马弗炉进行试验钢的临界双相区保温处理。

[0009] 所述的步骤(3)中的冷却速率大于或等于马氏体临界转变的冷却速率,并以水为

介质进行C元素配分保温处理,选用XMTD-204 HH系列数显恒温水浴锅;其中马氏体临界转变的冷却速率可由DIL 805A 热膨胀仪测定的静态CCT曲线(膨胀量-温度曲线)确定。

[0010] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:通过循环预处理及Q&P工艺使原始中锰钢产生塑性变形,其组织错开摆脱了溶质原子的钉扎作用,导致位错多系滑移,积累层错能,充分利用C/Mn元素的配分效应,残余奥氏体的稳定性得到大幅度提高,极大地提升了中锰钢的塑韧性,改善了中锰钢的综合力学性能。通过循环预处理及Q&P工艺所生产的中锰钢,在保证使用安全的等级条件下,牺牲100-200MPa的强度,使其塑韧性比单纯相同的Q&P热处理工艺提升30%~60%。

附图说明

[0011] 图1是本发明的工艺流程图;

图2是本发明的对比实施例的力学性能测试结果图;

图3是本发明的对比实施例室温组织的扫描电镜图像;

图4是本发明的实施例1的力学性能测试结果图;

图5是本发明的实施例1室温组织的扫描电镜图像;

图6是本发明的实施例2的力学性能测试结果图;

图7是本发明的实施例2室温组织的扫描电镜图像;

图中,1、锰元素配分,2、碳元素配分,3、淬火,4、 M_f 线,5、 M_s 线,6、 A_{c1} 线,7、 A_{c3} 线。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图和实施例详细说明具体实施方式。

[0013] 本发明实施例中的扫描电镜图像是在SUPRATM 55型扫描电镜下拍摄而获得微观组织图片,拉伸试样按照ASTM E8标准利用NSC-M3线切割机制得,并利用WDW-100E型电子万能试验机在室温下以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸塑性变形的预处理,后经过Q&P热处理工艺,再以1mm/min的拉伸速率进行拉伸测试,经测试并计算获得各试样的抗拉强度、断后伸长率和强塑积。

[0014] 对比实施例

实际工艺中使用0.18C-7.39Mn-1.77Si的中锰钢,其厚度为2.5-3mm,使用清洁酒精洗净,除锈去油后风干,使表面光洁,避免热处理过程中的受热不均,其步骤如下:

(1) 预处理:将中锰钢以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸的塑性变形,循环次数0次,变形量0%;

(2) 锰元素配分:将中锰钢以5~10°C/min的加热速率升温至中锰钢的临界双相区温度680°C,保温时间15min;

(3) C元素配分:将中锰钢迅速淬火冷却至临界马氏体开始转变温度(M_s)100°C,并控制C配分时间30s;

(4) 最后水淬至室温。

[0015] 图3为室温组织的扫描电镜图像,可以判断处理后的组织由马氏体、残余奥氏体、铁素体组成。抗拉强度为1550MPa,断后伸长率为15.44%,强塑积为23.93GPa·%。

[0016] 实施例1

实际工艺中使用0.18C-7.39Mn-1.77Si的中锰钢,其厚度为2.5-3mm,使用清洁酒精洗净,除锈去油后风干,使表面光洁,避免热处理过程中的受热不均,其步骤如下:

(1) 预处理:将试验钢以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸的塑性变形,变形量4%,循环次数1次;

(2) 锰元素配分:将试验钢以5~10°C/min的加热速率升温至中锰钢的临界双相区温度680°C,保温时间15min;

(3) C元素配分:将试验钢迅速冷却淬火至临界马氏体开始转变温度(M_s)100°C,控制C配分时间30s;

(4) 最后水淬至室温。

[0017] 图5为室温组织的扫描电镜图像,可以判断处理后的组织由马氏体、残余奥氏体、铁素体组成。抗拉强度为1300MPa,断后伸长率为21.96%,强塑积为28.55GPa·%。

[0018] 实施例2

实际工艺中使用0.18C-7.39Mn-1.77Si的中锰钢,其厚度为2.5-3mm,使用清洁酒精洗净,除锈去油后风干,使表面光洁,避免热处理过程中的受热不均,其步骤如下:

(1) 预处理:将试验钢以1mm/min的拉伸速率进行循环拉伸的塑性变形,变形量4%,循环次数3次;

(2) 锰元素配分:将试验钢以5~10°C/min的加热速率升温至试验钢的临界双相区温度680°C,保温时间15min;

(3) C元素配分:将试验钢迅速冷却淬火至临界马氏体开始转变温度(M_s)100°C,控制C配分时间30s;

(4) 最后水淬至室温。

[0019] 图7为室温组织的扫描电镜图像,可以判断处理后的组织由马氏体、残余奥氏体、铁素体组成。抗拉强度为1220MPa,断后伸长率为26%,强塑积为31.72GPa·%。

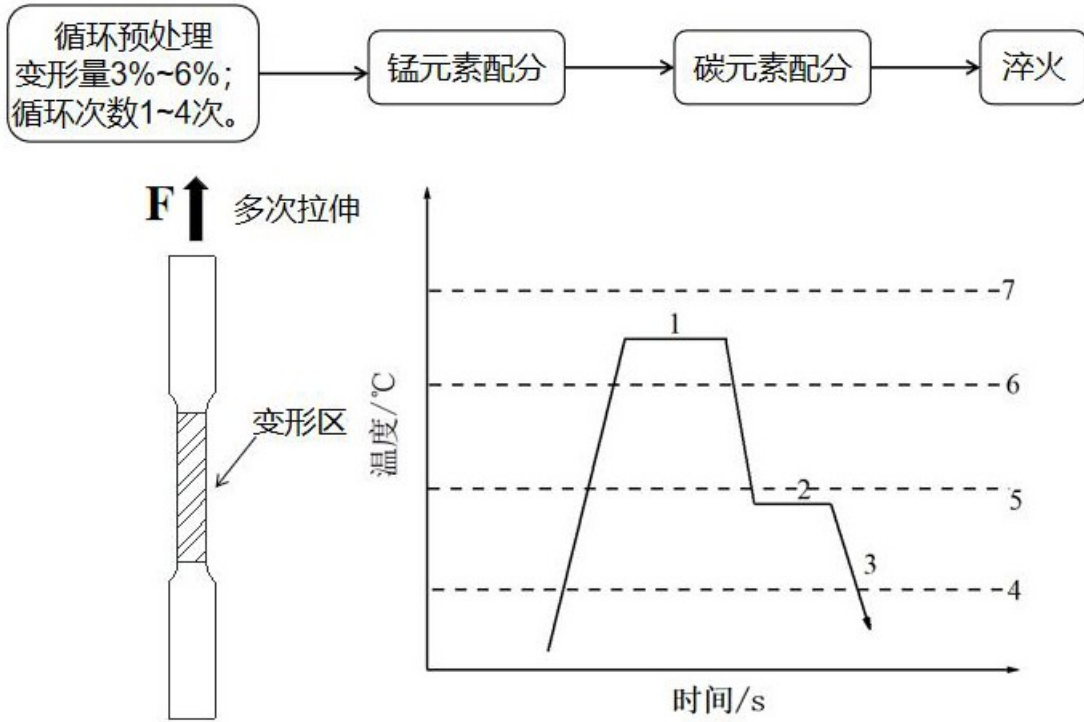


图1

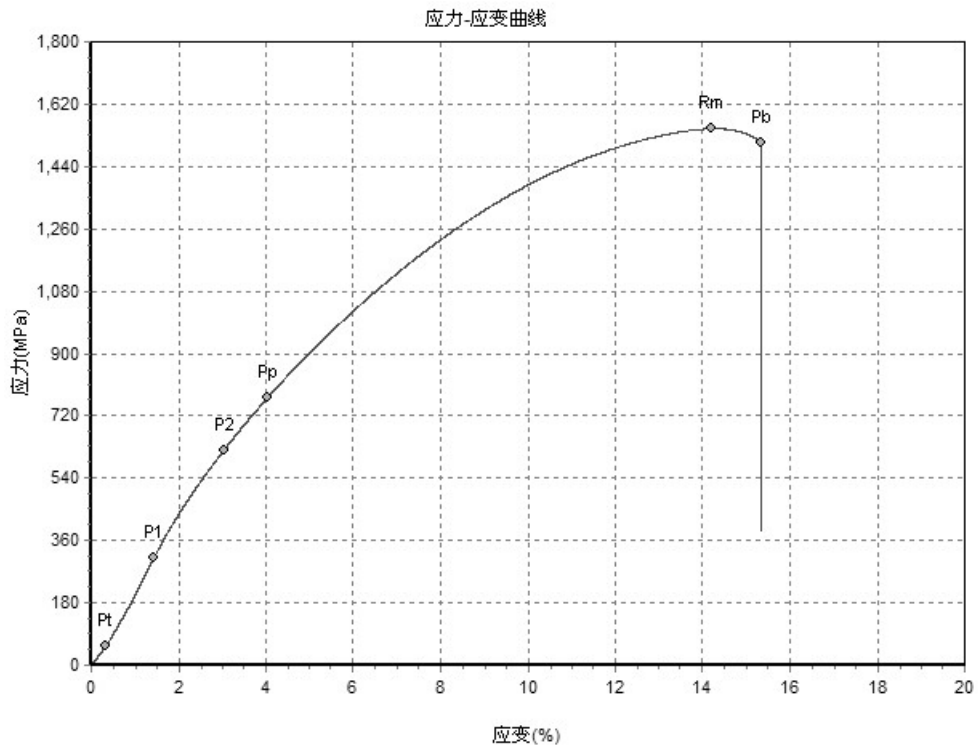


图2

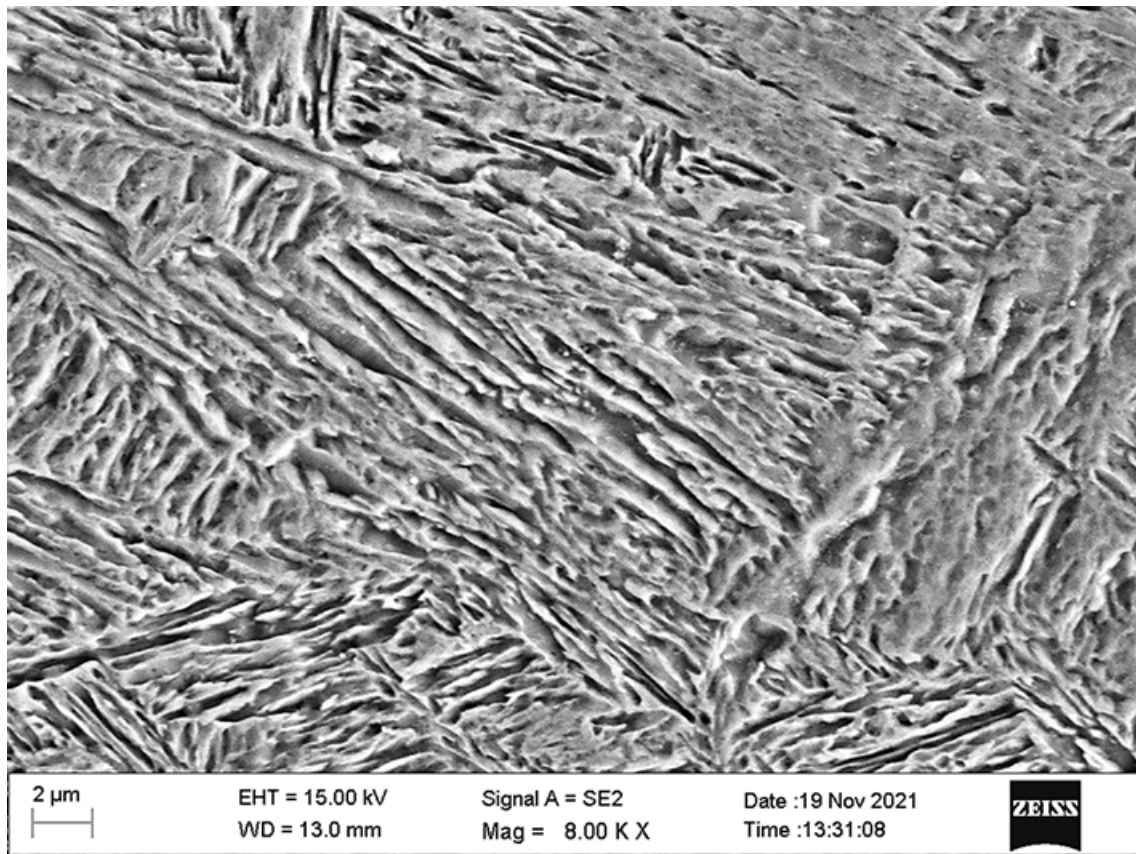


图3

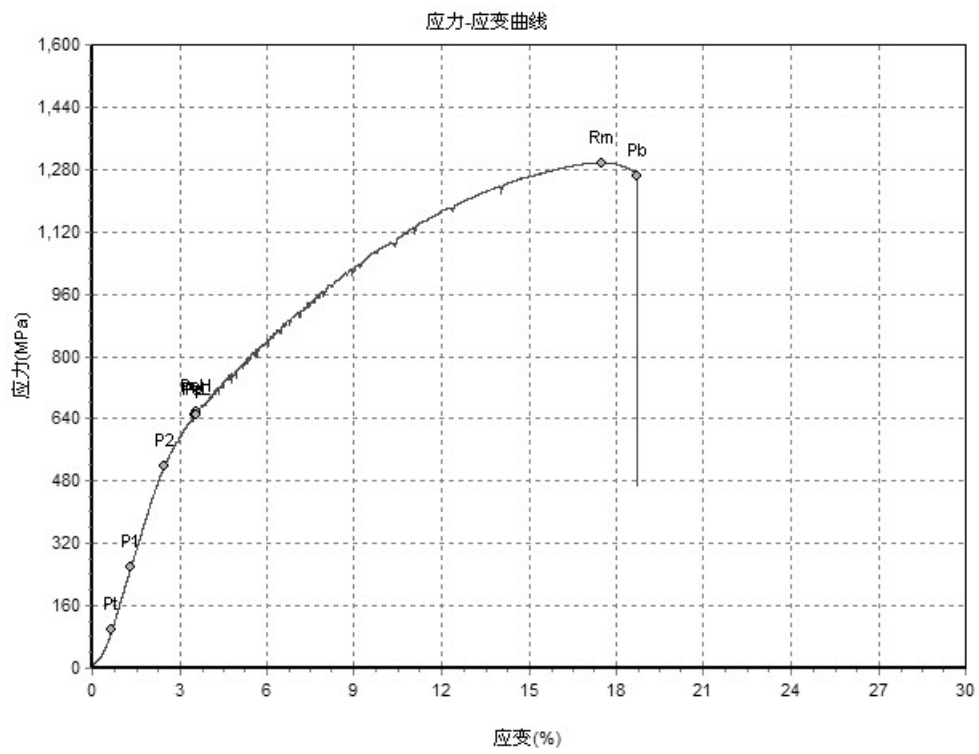


图4

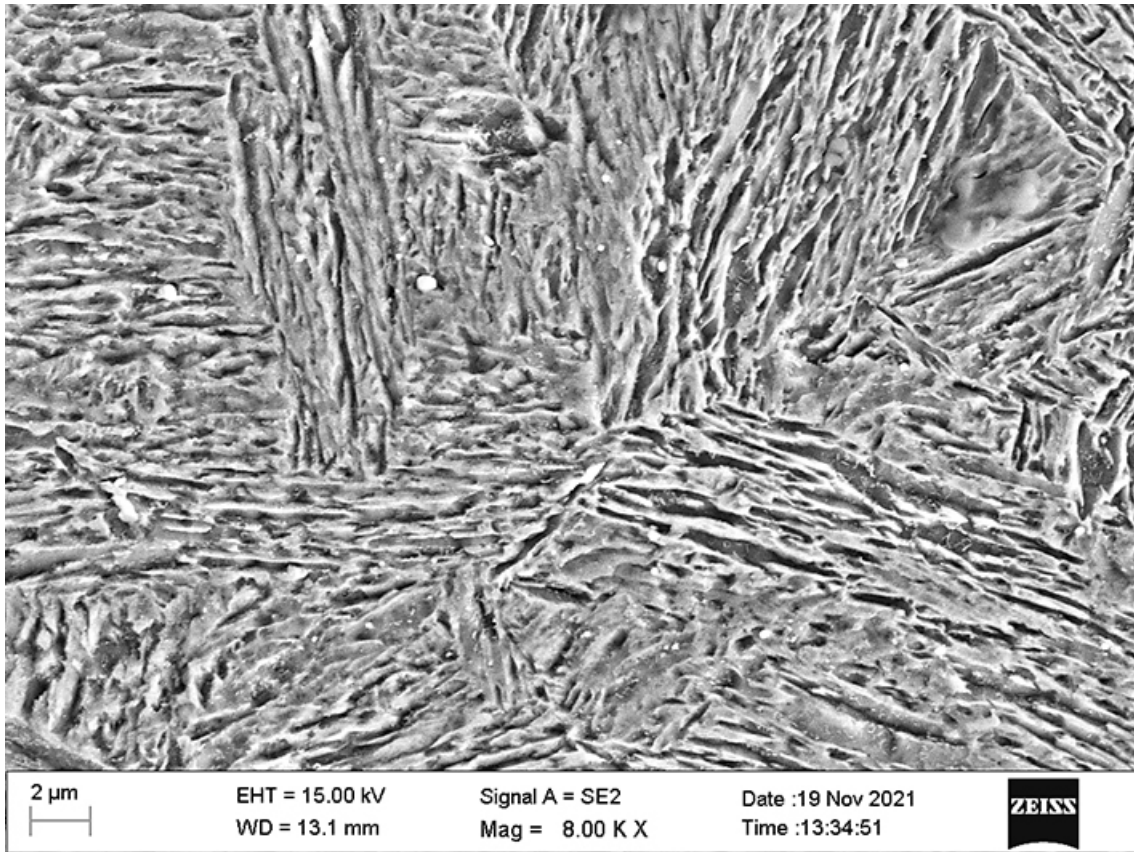


图5

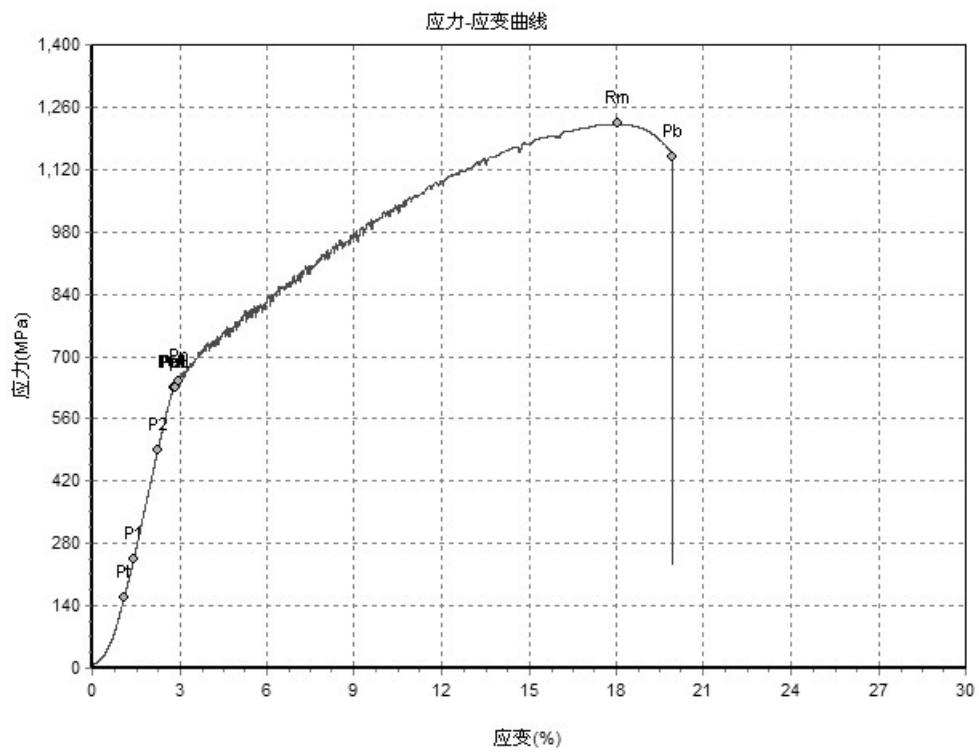


图6

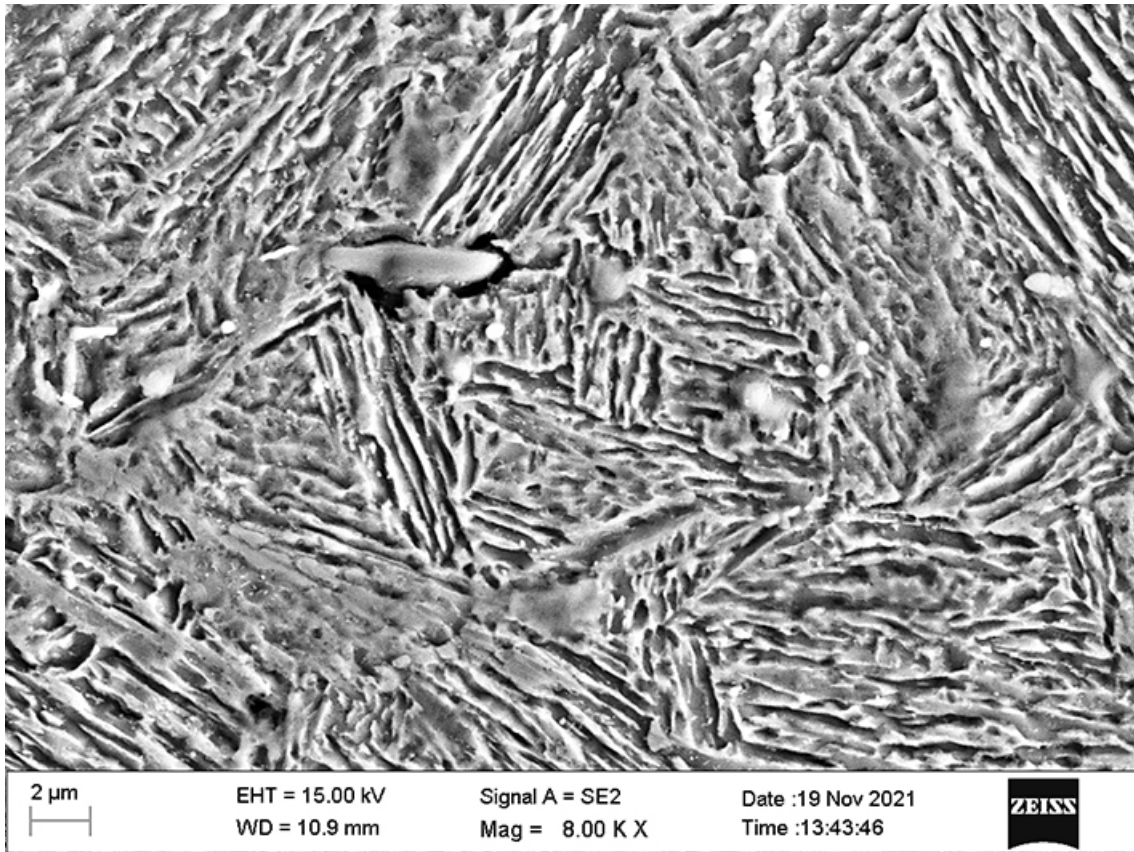


图7