



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106191389 B

(45)授权公告日 2018.11.16

(21)申请号 201610741540.4

审查员 黄秀娇

(22)申请日 2016.08.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106191389 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 顾剑锋 韩利战 晏广华 李传维

潘健生

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 林君如

(51)Int.Cl.

G21D 1/18(2006.01)

G21D 9/00(2006.01)

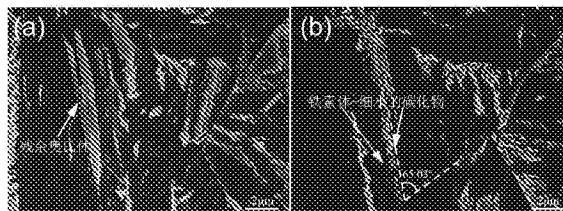
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺

(57)摘要

本发明涉及一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺,包括以下步骤:(1)将淬火后的核电大锻件加热至300-450℃,保温;(2)再继续加热锻件至600-660℃,保温,之后锻件随炉冷却,即完成。与现有技术相比,本发明采用两步法回火工艺处理后钢的冲击吸收功平均值达到100J左右,相比于传统回火工艺处理的核电大锻件的冲击韧性得到明显提高,且工艺简单,操作易于实现等。



1. 一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺,其特征在于,包括以下步骤:

将淬火后的锻件加热至300-450℃,保温;水冷淬火处理的核电大锻件的组织特征为贝氏体+残余奥氏体组织;对淬火后的核电大锻件采用两步法回火,首先将淬火后的锻件在300-450℃回火保温,使残余奥氏体完全转变为铁素体+细小的碳化物,然后再加热到600-660℃回火保温,消除淬火应力,并在基体中弥散析出碳化物颗粒,在满足硬度和强度要求的情况下,使工件的冲击吸收功提升到100J;之后锻件随炉冷却,即完成;

步骤(1)中的锻件的材质为SA508Gr.3钢;

步骤(1)中的淬火后的锻件为经880~900℃奥氏体化后,水冷淬火处理的核电大锻件。

2. 根据权利要求1所述的一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺,其特征在于,回火工艺具体为:

淬火后的下筒体锻件,先在400℃保温2h,再升温至650℃保温4h,随炉冷却至室温;或淬火后的下筒体锻件先在350℃保温2h,再升温至650℃保温4h,随炉冷却至室温;或淬火后的下筒体锻件先在420℃保温4h,再升温至650℃保温8h,随炉冷却至室温;或淬火后的下筒体锻件先在300℃保温6h,再升温至600℃保温12h,随炉冷却至室温;或淬火后的下筒体锻件先在380℃保温3.5h,再升温至635℃保温10h,随炉冷却至室温;或淬火后的锥体锻件先在450℃保温2h,再升温至660℃保温6h,随炉冷却至室温。

一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及金属热处理工艺领域,尤其是涉及一种提高SA508Gr.3钢核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺。

背景技术

[0002] SA508Gr.3钢作为一种常用的结构材料,广泛应用于制造核电压力容器、管板、筒体等核电站关键部件。对于这种钢而言,最重要的是提供足够高强度和高冲击韧性来克服意外事故引起瞬时冲击导致的安全隐患。值得注意的是,在核电站运行过程中由于辐照脆化,钢的冲击韧性会逐渐恶化,所以通过热处理的方法来使钢具有较高的初始冲击韧性是保证核电站安全运行至关重要的因素。

[0003] 经过文献检索,Nuclear engineering and design杂志(1997,Vol.174(1),P51-58)上Kim J T等人撰文“Improvement of impact toughness of the SA 508class 3steel for nuclear pressure vessel through steel-making and heat-treatment practices(通过改进生产及热处理工艺来改善核电压力容器用SA508Gr.3钢的冲击韧性)”,该文提出通过改进的真空碳脱氧技术和降低Si含量可以显著提高核电压力容器锻件冲击韧性,但是仍不足以保证冲击性能100%的合格。

[0004] 直接将淬火态的SA508Gr.3锻件加热到600-660℃回火保温4-12h是实际生产中被普遍使用的回火工艺,但是这种传统的回火工艺往往导致残余奥氏体分解为尺寸较大长条状碳化物和铁素体的混合组织,使得冲击吸收功经常无法达到技术规范所要求的48J。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种SA508Gr.3钢核电大锻件的两步法回火工艺,使其克服了传统工艺热处理后冲击韧性偏低的缺点。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种提高核电大锻件冲击韧性的两步法回火工艺,包括以下步骤:

[0008] (1) 将淬火后的锻件加热至300-450℃,保温;

[0009] (2) 再继续加热锻件至600-660℃,保温,之后钢工件随炉冷却,即完成。

[0010] 步骤(1)中锻件在300-450℃保温的时间为2-6h。

[0011] 步骤(2)中锻件在600-660℃保温的时间为4-12h。

[0012] 步骤(1)中的锻件材质为SA508Gr.3钢。

[0013] 步骤(1)中的淬火后的锻件为经 $890 \pm 10^\circ\text{C}$ 奥氏体化保温后,水冷淬火处理的核电大锻件,其组织特征为贝氏体+残余奥氏体组织。

[0014] 常规工艺热处理后,核电大锻件中经常出现尺寸较大的长条状碳化物,导致钢的冲击韧性偏低,这种长条状碳化物是由淬火后钢中的残余奥氏体在较高温度(500-650℃)回火时分解而来。

[0015] 与现有技术相比,本发明对淬火后的核电大锻件采用两步法回火,首先将淬火后

的锻件在300-450℃回火保温,使残余奥氏体完全转变为铁素体+细小的碳化物,然后再加热到600-660℃回火保温,消除淬火应力,并在基体中弥散析出碳化物颗粒,在满足硬度和强度要求的情况下,使工件的冲击吸收功提升到100J左右。而传统回火工艺直接将淬火后的锻件加热到600-660℃回火保温,导致残余奥氏体分解为尺寸较大的长条状碳化物+铁素体的混合组织,这种尺寸较大的长条状碳化物分布于基体贝氏体铁素体板条之间,严重破坏了基体的连续性,导致工件的冲击吸收功只有40J左右,而采用两步法回火可显著提高冲击韧性。

附图说明

[0016] 图1为本发明的工艺曲线图;

[0017] 图2为本发明的两步法回火工艺处理的核电大锻件的组织演变图;

[0018] 图3为常规回火工艺处理的核电大锻件的组织演变图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0020] 实施例1

[0021] 采用如图1所示的两步法回火工艺处理核电大锻件。具体步骤为:

[0022] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经890℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在400℃保温2h,再升温至650℃保温4h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB202,冲击吸收功分别为79、95、118J,平均值为97.33J,达到技术要求。

[0023] 对该锻件回火处理前后的组织进行检测,如图2所示。其中,图2a为回火前,即淬火态的微观组织;图2b为在400℃回火保温2h,再于650℃保温4h后的微观组织。可知,淬火态锻件中的残余奥氏体分解成细小的铁素体和碳化物颗粒,从而有效提高了冲击韧性。

[0024] 对比例1

[0025] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经890℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用常规回火工艺:直接加热至650℃保温4h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其冲击韧性,测得冲击吸收功分别为41J、37J、51J,平均值只有43J。

[0026] 对该锻件回火处理前后的组织进行检测,如图3所示。其中,图3a为回火前,即淬火态的微观组织;图3b为经650℃保温回火4h后的微观组织。在对比例1中,由于淬火态下筒体锻件中的残余奥氏体分解为尺寸较大的长条状碳化物+铁素体的混合组织,导致了冲击韧性达不到技术要求。

[0027] 实施例2

[0028] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经890℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在350℃保温2h,再升温至650℃保温4h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB200,冲击吸收功分别为72、90、128J,平均值为

96.67J,达到技术要求。

[0029] 实施例3

[0030] 锥体锻件,一端外圆 ϕ 5626mm,另一端外圆 ϕ 4467mm,壁厚168mm,长3187mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经890℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在450℃保温2h,再升温至660℃保温6h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB193,冲击吸收功分别为97、105、86J,平均值为96J,达到技术要求。

[0031] 实施例4

[0032] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经880℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在420℃保温4h,再升温至650℃保温8h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB192,冲击吸收功分别为95、91、120J,平均值为102J,达到技术要求。

[0033] 实施例5

[0034] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经900℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在300℃保温6h,再升温至600℃保温12h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB190,冲击吸收功分别为98、75、85J,平均值为86J,达到技术要求。

[0035] 实施例6

[0036] 下筒体锻件,外圆 ϕ 4417mm,壁厚113mm,长4267mm,要求回火热处理后硬度高于HB180,-21℃冲击吸收功大于48J。工件经890℃奥氏体化保温后,水冷淬火处理;回火采用两步法回火工艺:先在380℃保温3.5h,再升温至635℃保温10h,随炉冷却至室温。在规定位置取样检测其硬度及冲击韧性,测得硬度为HB193,冲击吸收功分别为88、95、110J,平均值为97.67J,达到技术要求。

[0037] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

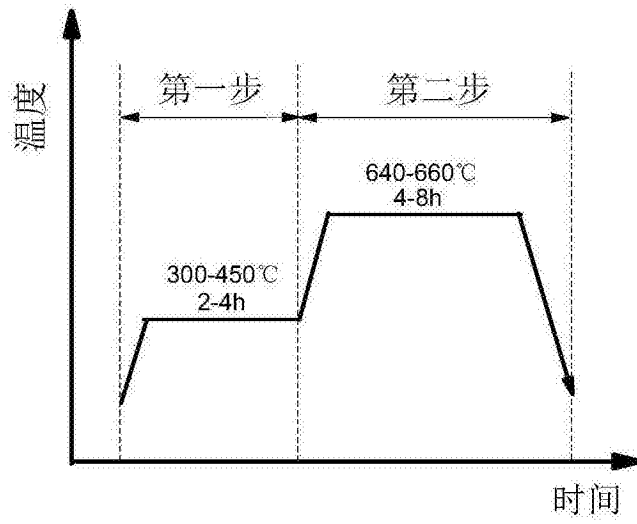


图1

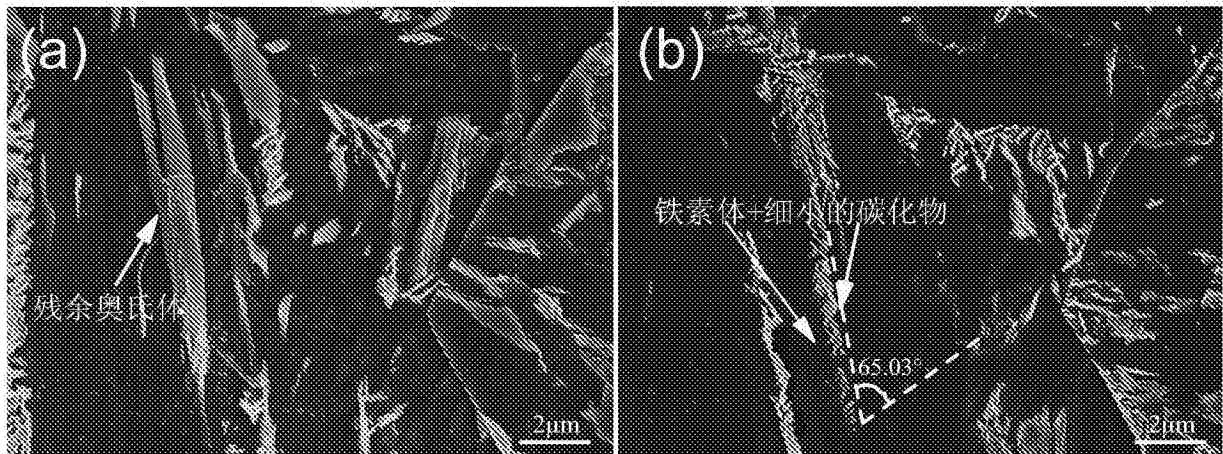


图2

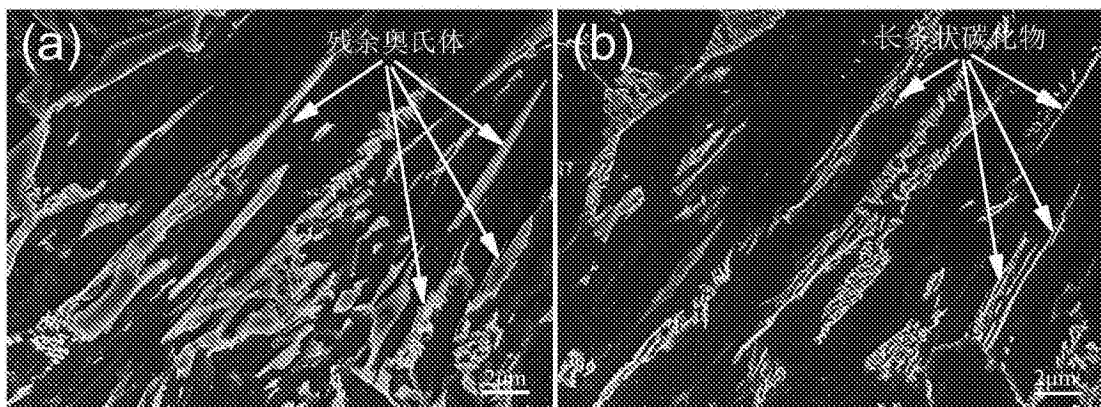


图3