



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109182910 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811225185.0

(22)申请日 2018.10.20

(71)申请人 江苏铸鸿锻造有限公司

地址 214000 江苏省无锡市惠山区洛社镇
杨市工业园区内

(72)发明人 徐国庆

(51) Int. Cl.

C22C 38/02(2006.01)

C22C 38/04(2006.01)

C22C 38/44(2006.01)

C22C 38/06(2006.01)

C22C 38/58(2006.01)

G21D 8/06(2006.01)

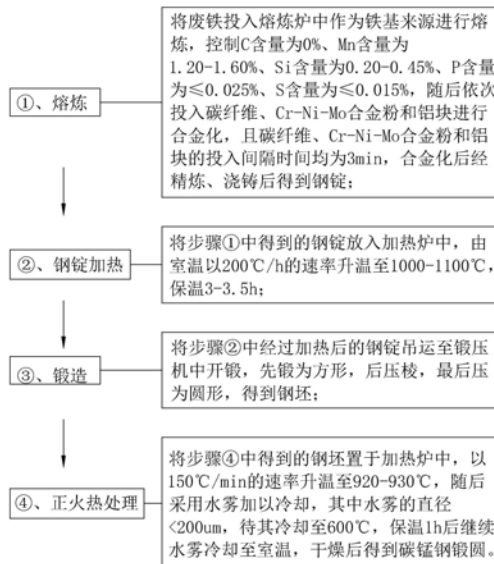
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆及其制备方法,属于钢铁材料技术领域,所述碳锰钢锻圆的化学组成及重量百分含量为:C 0.15-0.22%、Si 0.20-0.45%、Mn 1.20-1.60%、P≤0.025%、S≤0.015%、Cr≤0.30%、Ni≤0.30%、Mo≤0.08%、Al 0.02-0.05%、余量为Fe和不可避免的杂质,其包括熔炼、钢锭加热、锻造和正火热处理的工序,制备所得的碳锰钢锻圆具有良好的抗拉强度、屈服强度、延伸率以及耐低温冲击韧性,以此便于其在低温环境中的使用。



1. 一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其特征在於,所述碳锰钢锻圆的化学组成及重量百分含量为:C 0.15-0.22%、Si 0.20-0.45%、Mn 1.20-1.60%、 $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.015\%$ 、 $Cr \leq 0.30\%$ 、 $Ni \leq 0.30\%$ 、 $Mo \leq 0.08\%$ 、Al 0.02-0.05%、余量为Fe和不可避免的杂质。

2. 根据权利要求1所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其特征在於,元素中, $Cr+Mo+Ni \leq 0.48\%$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其特征在於,元素中的C以碳纤维的形式添加。

4. 根据权利要求3所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其特征在於,所述碳纤维为短纤,长度为0.01-12mm。

5. 根据权利要求1所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其特征在於,所述碳锰钢锻圆还包括重量百分数为0.01-0.02%的Y元素。

6. 权利要求1至5中任意一项所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其特征在於,包括熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序。

7. 根据权利要求6所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其特征在於,所述处理工序的熔炼中,将废铁投入熔炼炉中作为铁基来源,控制C含量为0%、Mn含量为1.20-1.60%、Si含量为0.20-0.45%、P含量为 $\leq 0.025\%$ 、S含量为 $\leq 0.015\%$,随后依次投入C、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块进行合金化,且C、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块的投入间隔时间均为3min,合金化后经精炼、浇铸后得到钢锭。

8. 根据权利要求6所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其特征在於,所述处理工序的钢锭加热中,将钢锭放入加热炉中,由室温以 $200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速率升温至 $1000-1100^{\circ}\text{C}$,保温3-3.5h。

9. 根据权利要求6所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其特征在於,所述处理工序的锻造中,将加热后的钢锭吊运至锻压机中开锻,先锻为方形,后压棱,最后压为圆形,得到钢坯。

10. 根据权利要求6所述的一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其特征在於,所述处理工序的正火热处理中,正火温度为 $920-930^{\circ}\text{C}$,并采用水雾加以冷却。

一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于钢铁材料技术领域,特别涉及一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆及其制备方法。

背景技术

[0002] 我国工业化进程中,最为重要的支柱产业便是钢铁工业,它对我国国民经济的发展有着巨大的贡献。其中,碳锰钢是一种锰含量相对较高的碳锰钢,通常具有良好的强度,被人们广泛应用于各种机械的结构件。

[0003] 现有的碳锰钢有35CrMo、42CrMo等牌号的钢种,但其力学性能达不到低温冲击韧性要求,对于我国一些寒冷地区(如新疆、东北等)在冬季的最低气温可达 -40°C 、月平均最低气温为 -21.6°C 的自然环境下,采用上述碳锰钢制成的结构件容易发生脆化,进而影响其使用。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明的第一个目的在于提供一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,其具有良好的耐低温冲击性,降低其在低温环境中发生脆化的可能性。

[0005] 本发明的第二个目的在于提供一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,其能够制备出耐低温冲击性优良的碳锰钢锻圆。

[0006] 为实现上述第一个目的,本发明提供了如下技术方案:

一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆,所述碳锰钢锻圆的化学组成及重量百分含量为:C 0.15-0.22%、Si 0.20-0.45%、Mn 1.20-1.60%、 $P\leq 0.025\%$ 、 $S\leq 0.015\%$ 、 $Cr\leq 0.30\%$ 、 $Ni\leq 0.30\%$ 、 $Mo\leq 0.08\%$ 、Al 0.02-0.05%、余量为Fe和不可避免的杂质。

[0007] 通过采用上述技术方案,C是提高碳锰钢硬度和强度的主要元素,碳含量过低,材料在热处理过程中强度过低,无法满足碳锰钢所需强度的要求,C含量过高,容易降低材料的塑性和韧性;

Si能显著强化铁素体,是保证碳锰钢强度的必须元素,过低则碳锰钢的强度不够,过高会引起铁素体基体变脆、韧性下降;

Mn为珠光体的形成元素,可降低相变温度,对碳锰钢的强度和韧性均良好的作用,但Mn含量过高则会容易生成贝氏体,降低碳锰钢组织及硬度的均匀性;

P能降低碳锰钢的冲击性能,但也会增加碳锰钢的脆性,因此将其含量控制在不超过0.025%,可以防止其降低碳锰钢的综合性能;

S元素含量过高会降低钢的洁净度,使得碳锰钢的综合性能下降,将其含量控制在不超过0.015%,能够明显降低S对碳锰钢的性能影响;

Cr能够降低珠光体转温度,其与Mn同时加入,可有效降低珠光体片层间距,提高碳锰钢的强度和韧性;但Cr含量过高也会容易生成贝氏体,降低碳锰钢组织及硬度的均匀性;

Ni既能提高碳锰钢的强度,又能提高其塑性和韧性,此外,其在碳锰钢中不形成碳化

物,能固溶于奥氏体和铁素体中,起着细化晶粒、强化铁素体、改善韧性的作用;

Mo为辅助元素,能够有效消除回火脆性,使得碳锰钢具有良好的冲击韧性;当其与Cr和Ni同时加入时,三者能发生协同作用,既能有效提高碳锰钢的强度,又能在有效增加碳锰钢的塑型和韧性,特别是改善低温冲击性能的同时又能增大碳锰钢的淬透性;

Al能够细化碳锰钢的晶粒,有助于提高其强韧性,将其含量控制在0.02-0.05%能够使得碳锰钢在锻造过程中保持良好的流动性,减少碳锰钢产生裂纹的可能性;

综上,本发明中采用上述重量百分数的元素进行锻造,其锻造所得碳锰钢锻圆具有良好的冲击韧性和强度,在低温环境中,能够较好的应用于低温环境中。

[0008] 进一步地,元素中, $Cr+Mo+Ni \leq 0.48\%$ 。

[0009] 通过采用上述技术方案,经过大量实验验证,当元素中 $Cr+Mo+Ni \leq 0.48\%$ 时,其制得的碳锰钢锻圆具有优异的耐低温冲击性,因此优选为 $Cr+Mo+Ni \leq 0.48\%$ 。

[0010] 进一步地,元素中的C以碳纤维的形式添加。

[0011] 通过采用上述技术方案,碳纤维是由片状石墨微晶等有机纤维沿纤维轴向堆砌而成,具有强度高、韧性好、耐低温性优良的特点,此外具有良好的耐热性能,能耐受3000℃以上的高温。碳锰钢在熔炼加温过程中,碳锰钢中的金属会失去电子而带上正电,碳纤维中的碳原子则得电子而带负电,进而使得各金属原子被均匀的吸附于碳纤维上并被碳纤维的片状结构加以锁定,随着熔炼温度的增加,碳纤维的结构发生变化,形成具有层状六方晶格结构的石墨纤维,具有更加优良的耐冲击性能,以此使得金属元素均匀的分散同时,有效增强碳锰钢的耐冲击性,使得碳锰钢具有优良的韧性和强度。

[0012] 进一步地,所述碳纤维为短纤,长度为0.01-12mm。

[0013] 通过采用上述技术方案,碳纤维在0.01-12mm时,有助于其在碳锰钢熔炼前能够与各物料先进行混匀,在熔炼过程中也便于碳纤维的快速受热,能够加快碳锰钢的熔炼。

[0014] 进一步地,所述碳锰钢锻圆还包括重量百分数为0.01-0.02%的Y元素。

[0015] 通过采用上述技术方案,Y(钇)在高温下的碳锰钢中,能与S、O₂、P、C等作用而生成YS、Y₂O₃、YP、YC等化合物,减少S、P、C与O₂发生氧化,以提高碳锰钢的使用性能;同时,Y还能与夹杂物如Al₂O₃、MnS等相互反应而生成Y₂O₃、YS,使得Al₂O₃、MnS分别转化成Al、Mn,从而增加保证Al和Mn的化学稳定性,使得碳锰钢具有良好的强度和韧性。

[0016] 为实现上述第二个目的,本发明提供了如下技术方案:

一种耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法,包括熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序。

[0017] 通过采用上述技术方案,本发明中使用熔炼先将各元素均匀的分散于铁素体中,形成一个钢锭;随后对钢锭加热,便于在钢锭中形成珠光体,以增加钢锭的强度和韧性;待钢锭加热完毕后对其进行锻造,以此将碳锰钢锻造成所需的锻圆形状;最后再进行正火预处理,使得碳锰钢的结晶晶粒细化,进而有助于改善碳锰钢的韧性。

[0018] 进一步地,所述处理工序的熔炼中,将废铁投入熔炼炉中作为铁基来源,控制C含量为0%、Mn含量为1.20-1.60%、Si含量为0.20-0.45%、P含量为 $\leq 0.025\%$ 、S含量为 $\leq 0.015\%$,随后依次投入C、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块进行合金化,且C、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块的投入间隔时间均为3min,合金化后经精炼、浇铸后得到钢锭。

[0019] 通过采用上述技术方案,在日常生活中回收的废铁量较多,使用废铁能够实现资

源的重复利用,具有节能环保的特点。将碳纤维、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块依次投入,且其投入间隔时间为3min,便于在后的元素在投入时在前的元素已经充分混匀于铁素体中,以此使得碳锰钢中的元素分布均匀,保证了碳锰钢良好的综合性能。此外,将Cr、Ni、Mo以合金的方式投入能够保证各元素之间的化学稳定性,减少其在高温情况下均匀稳定的分散于铁素体中;而Al元素以块状的形式投入,其氧化程度相对于粉末状和丝状更少,有助于碳锰钢的脱氧。

[0020] 进一步地,所述处理工序的钢锭加热中,将钢锭放入加热炉中,由室温以200℃/h的速率升温至1000-1100℃,保温3-3.5h。

[0021] 通过采用上述技术方案,经过大量实验验证,按上述方法对钢锭进行加热,能够使得其制得的碳锰钢具有良好的强度和韧性,能够较好的适用于低温环境中。

[0022] 进一步地,所述处理工序的锻造中,将加热后的钢锭吊运至锻压机中开锻,先锻为方形,后压棱,最后压为圆形,得到钢坯。

[0023] 通过采用上述技术方案,使用锻压机对钢锭加以锻造,具有加工方便、工作效率高的特点;其先锻为方形、后压棱、最后压为圆形,相对于直接锻压成圆形,能够对钢锭起到一定的消除应力的作用,从而增加钢坯的强度。

[0024] 进一步地,所述处理工序的正火热处理中,正火温度为920-930℃,并采用水雾加以冷却。

[0025] 通过采用上述技术方案,通常碳锰钢的正火温度在912℃,本发明中的920-930高于912℃,能够使得碳锰钢处于相对软化的状态,使得碳锰钢中形成的珠光体更为细化,消除晶界的游离渗碳体,使得钢铁具有更为优异的强度和韧性。而采用水雾的形式能够对碳锰钢起到瞬间冷却以及冲击的作用,使得晶体更加细化。

[0026] 综上所述,本发明具有以下有益效果:

1、本发明通过添加Cr、Ni、Mo、Al,使得碳锰钢锻圆具有良好的冲击韧性和强度,在低温环境中,能够较好的应用于低温环境中;

2、本发明通过以纳米碳纤维形式添加的C元素,能够使碳锰钢中的各元素牢固、均匀的加以分布,使得碳锰钢具有优良的韧性和强度;

3、本发明通过添加Y元素,减少碳锰钢中各元素的化学稳定性,保证了碳锰钢的使用性能;4、本发明通过熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序,具有操作简便、碳锰钢形状优良的特点。

附图说明

[0027] 图1为耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法。

具体实施方式

[0028] 以下结合附图1对本发明作进一步详细说明。

[0029] 需要说明的是,本发明中使用的碳纤维为市面上常规的碳纤维,本发明中优选为短纤碳纤维,其长度为0.01-12mm。

[0030] 1、实施例

1.1 实施例1

本实施例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表1。

[0031] 本实施例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法包括熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序,具体工艺步骤如下所示:

①、熔炼:将废铁投入熔炼炉中作为铁基来源进行熔炼,控制C含量为0%、Mn含量为1.20-1.60%、Si含量为0.20-0.45%、P含量为 $\leq 0.025\%$ 、S含量为 $\leq 0.015\%$,随后依次投入碳纤维、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块进行合金化,且碳纤维、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块的投入间隔时间均为3min,合金化后经精炼、浇铸后得到钢锭;

②、钢锭加热:将步骤①中得到的钢锭放入加热炉中,由室温以 $200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速率升温至 1000°C ,保温3h;

③、锻造:将步骤②中经过加热后的钢锭吊运至锻压机中开锻,先锻为方形,后压棱,最后压为圆形,得到钢坯;

④、正火热处理:将步骤④中得到的钢坯置于加热炉中,以 $150^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至 920°C ,随后采用水雾加以冷却,其中水雾的直径 $< 200\mu\text{m}$,待其冷却至 600°C ,保温1h后继续水雾冷却至室温,干燥后得到碳锰钢锻圆。

[0032] 1.2、实施例2-实施例4

实施例2-实施例4中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表1。

[0033] 实施例2-实施例4中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法均在实施例1的方法基础上对步骤中的参数做出调整,具体调整见下表2。

[0034] 1.6、实施例5

本实施例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表1;其中,本实施例中采用石墨代替实施例1中的碳纤维。

[0035] 本实施例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法在实施例1的方法基础上进行操作。

[0036] 1.7、实施例6-实施例8

实施例6-实施例8中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表1;其中,实施例6-实施例8中还添加有钇粉,其添加量依次为 0.01% 、 0.015% 和 0.02% 。

[0037] 实施例6-实施例8中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法均在实施例1的方法基础上进行操作。

[0038] 2、对比例

2.1、对比例1-对比例3

对比例1-对比例3中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表3;其中,对比例1中未含有Cr元素,对比例2中未含有Ni元素,对比例3中未含有Mo元素。

[0039] 对比例1-对比例3中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法均在实施例1的方法基础上进行操作:

2.2、对比例4

本对比例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表3。

[0040] 本对比例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法包括熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序,具体工艺步骤如下所示:

①、熔炼:将废铁投入熔炼炉中作为铁基来源进行熔炼,控制C含量为0%、Mn含量为1.20-1.60%、Si含量为0.20-0.45%、P含量为 $\leq 0.025\%$ 、S含量为 $\leq 0.015\%$,随后依次投入碳纤维、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块进行合金化,且碳纤维、Cr-Ni-Mo合金粉和铝块的投入间隔时间均为3min,合金化后经精炼、浇铸后得到钢锭;

②、钢锭加热:将步骤①中得到的钢锭放入加热炉中,由室温以 $200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速率升温至 900°C ,保温3h;

③、锻造:将步骤②中经过加热后的钢锭吊运至锻压机中开锻,先锻为方形,后压棱,最后压为圆形,得到钢坯;

④、正火热处理:将步骤④中得到的钢坯置于加热炉中,以 $150^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至 912°C ,随后采用水雾加以冷却,其中水雾的直径 $< 200\mu\text{m}$,待其冷却至 600°C ,保温1h后继续水雾冷却至室温,干燥后得到碳锰钢锻圆。

[0041] 2.3、对比例5

本对比例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的化学成分组成及重量百分含量见下表3。

[0042] 本对比例中耐低温冲击的碳锰钢锻圆的制备方法包括熔炼、钢锭加热、锻造、正火热处理的处理工序,具体工艺步骤如下所示:

①、熔炼:将废铁投入熔炼炉中作为铁基来源进行熔炼,按表2中的重量百分含量控制铁素体中C、Mn、Si、P、S、Cr、Ni、Mo和Al的含量,待其合金化后再经精炼、浇铸得到钢锭;

②、钢锭加热:将步骤①中得到的钢锭放入加热炉中,由室温以 $200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速率升温至 1000°C ,保温3h;

③、锻造:将步骤②中经过加热后的钢锭吊运至锻压机中开锻,先锻为方形,后压棱,最后压为圆形,得到钢坯;

④、正火热处理:将步骤④中得到的钢坯置于加热炉中,以 $150^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至 920°C ,随后采用水雾加以冷却,其中水雾的直径 $< 200\mu\text{m}$,待其冷却至 600°C ,保温1h后继续水雾冷却至室温,干燥后得到碳锰钢锻圆。

[0043] 表1实施例1-实施例8中碳锰钢锻圆化学成分组成及重量百分含量

	碳纤维	石墨	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Y
实施例1	0.22	/	0.45	1.60	0.025	0.015	0.30	0.30	0.08	0.05	0.02
实施例2	0.18	/	0.40	1.20	0.011	0.010	0.20	0.15	0.03	0.04	0.01
实施例3	0.20	/	0.20	1.46	0.019	0.011	0.20	0.22	0.06	0.05	0.015
实施例4	0.15	/	0.33	1.20	0.005	0.003	0.10	0.03	0.01	0.02	0.01
实施例5	/	0.22	0.38	1.54	0.023	0.012	0.25	0.18	0.05	0.03	0.018
实施例6	0.17	/	0.25	1.26	0.015	0.008	0.16	0.22	0.08	0.04	0.02
实施例7	0.20	/	0.28	1.44	0.020	0.006	0.28	0.30	0.02	0.02	0.01
实施例8	0.19	/	0.36	1.32	0.009	0.015	0.10	0.26	0.07	0.05	0.012

表2实施例1-实施例4中碳锰钢锻圆的制备参数

	步骤②中升温所达温度($^{\circ}\text{C}$)	步骤②中的保温时间(h)	步骤④中升温所达温度($^{\circ}\text{C}$)
实施例1	1000	3	920
实施例2	1065	3.2	925
实施例3	1010	3.5	920
实施例4	1100	3.5	930

表3对比例1-对比例5中碳锰钢锻圆化学成分组成及重量百分含量

	碳纤维	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
对比例 1	0.20	0.41	1.53	0.022	0.010	/	0.20	0.07	0.03
对比例 2	0.15	0.35	1.29	0.015	0.012	0.20	/	0.05	0.03
对比例 3	0.17	0.26	1.42	0.010	0.008	0.27	0.22	/	0.05
对比例 4	0.22	0.38	1.54	0.020	0.015	0.22	0.18	0.03	0.04
对比例 5	0.35	0.53	1.25	0.030	0.023	0.15	0.03	0.02	0.09

3、性能检测

将上述实施例1至实施例8以及对比例1至对比例5所制得的碳锰钢按欧洲标准EN10025-2进行抗拉强度、屈服强度、延伸率、耐低温冲击韧性的性能检测,检测结果见下表4。

[0044] 表4实施例1-实施例8以及对比例1-对比例5的性能检测结果

	抗拉强度 (40mm)/Mpa	屈服强度 (40mm)/Mpa	延伸率 (1.2mm)/%	耐低温冲击韧性 (-40℃)/J	耐低温冲击韧性 (-45℃)/J
实施例 1	550	731	20	132	101
实施例 2	593	799	23	155	121
实施例 3	601	810	25	160	130
实施例 4	600	803	22	158	125
实施例 5	520	689	17	110	87
实施例 6	628	895	30	186	144
实施例 7	600	843	27	160	122
实施例 8	630	890	32	183	140
对比例 1	403	510	7	25	26
对比例 2	422	480	3	37	30
对比例 3	466	456	6	34	23
对比例 4	470	603	8	46	34
对比例 5	386	390	5	22	16
标准	470-630	≥345	≥17	aKV(-20℃)≥27J	

参见表4,将实施例1至实施例8分别与对比例1至对比例5的检测结果显示进行比较,可以得到,采用本发明制得的碳锰钢锻圆均能满足标准的要求,并且实施例中抗拉强度的最小值为520MPa大于对比例中抗拉强度的最大值470MPa,实施例中屈服强度的最小值为689MPa大于对比例中屈服强度的最大值510MPa,实施例中延伸率的最小值为17%大于对比例中屈服强度的最大值7%,实施例中耐低温冲击韧性(-40℃)的最小值为110J大于对比例中耐低温冲击韧性(-40℃)的最大值46J,实施例中耐低温冲击韧性(-45℃)的最小值为87J大于对比例中耐低温冲击韧性(-45℃)的最大值30J,因此本发明制得的碳锰钢具有良好抗拉强度、屈服强度、延伸率以及耐低温冲击韧性。

[0045] 将实施例1与实施例5的检测结果显示进行比较,可以得到,以碳纤维的形式添加C比以石墨的形式添加C,其制得的碳锰钢具有更加优良的抗拉强度、屈服强度、延伸率以及耐低

温冲击韧性,因此优选C的添加形式为碳纤维。

[0046] 将实施例1与实施例6至实施例8的检测结果进行比较,可以得到,碳锰钢中含有0.01-0.02%的钇能够进一步改善其性能,使得碳锰钢具有优异的抗拉强度、屈服强度、延伸率以及耐低温冲击韧性。

[0047] 综上,采用本发明制得碳锰钢锻圆具有良好的抗拉强度、屈服强度、延伸率以及耐低温冲击韧性,以此便于其在低温环境中的使用。

[0048] 本具体实施例仅仅是对本发明的解释,其并不是对本发明的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本发明的权利要求范围内都受到专利法的保护。

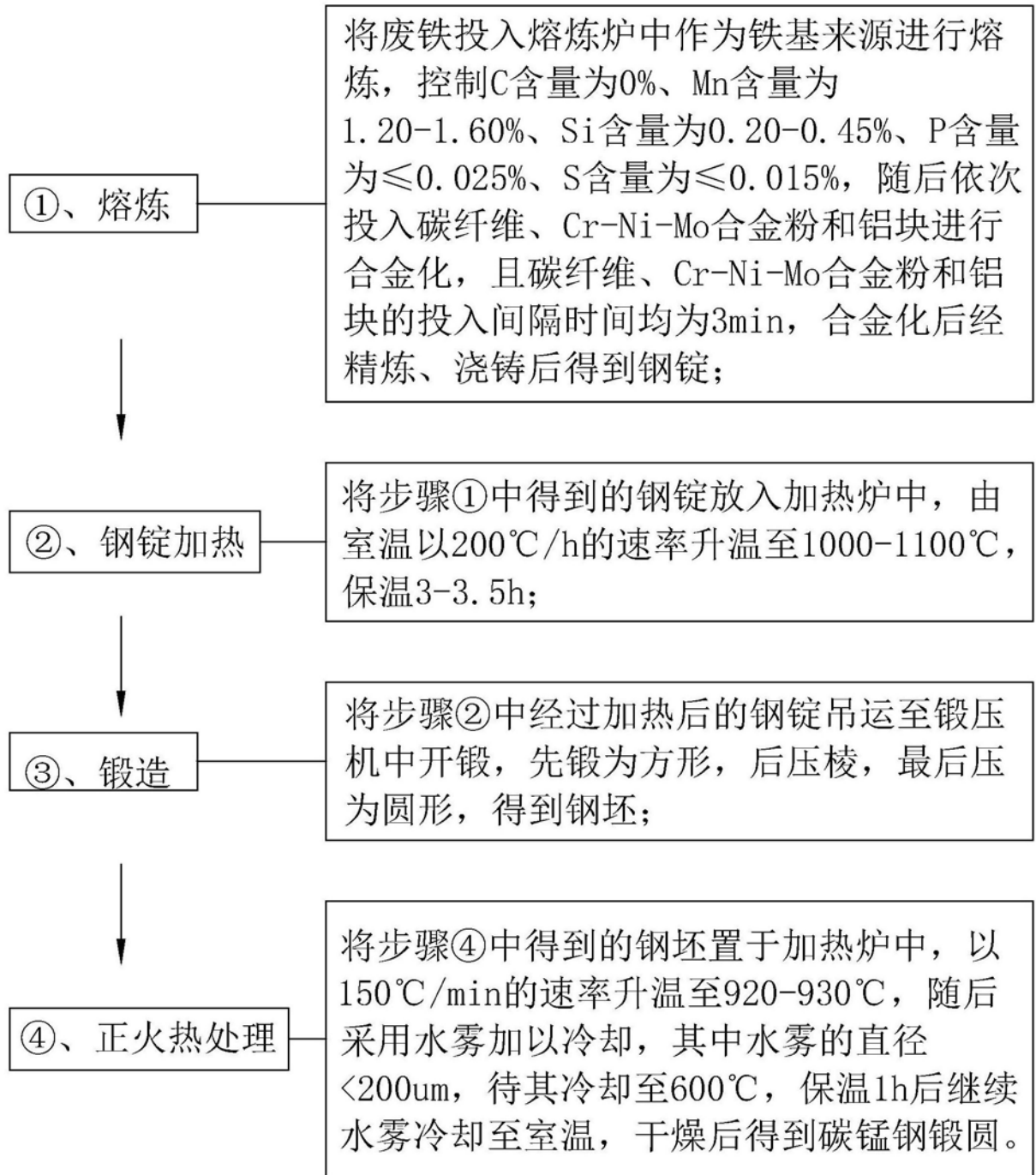


图1