



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111876679 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 202010683332.X *C22C 38/04* (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.15 *C22C 38/06* (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号 *C22C 38/20* (2006.01)

申请公布号 CN 111876679 A *C22C 38/24* (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.11.03 *C22C 38/22* (2006.01)

(73) 专利权人 广东韶钢松山股份有限公司 *C22C 38/42* (2006.01)

地址 512100 广东省韶关市曲江区马坝 *C22C 38/46* (2006.01)

(72) 发明人 刘金源 谢志雄 丘文生 钟寿军 *C22C 38/44* (2006.01)

张志明 刘春林 李成良 胡娟 *C21D 8/06* (2006.01)

程羲 *C21D 1/18* (2006.01)

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务 *B21C 37/04* (2006.01)

所(特殊普通合伙) 11463

代理人 唐菲

(51) Int. Cl. *C22C 38/02* (2006.01)

审查员 辛彩萍

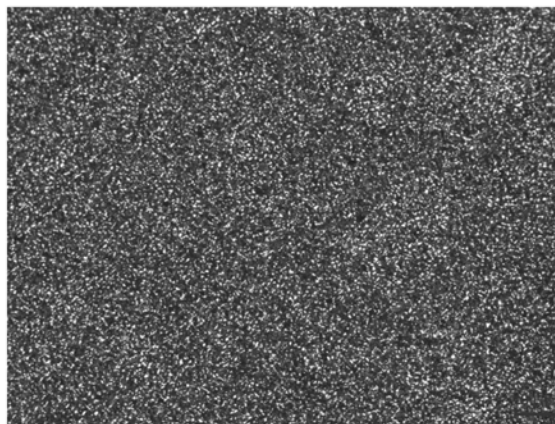
权利要求书1页 说明书15页 附图2页

(54) 发明名称

铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工工具的制备方法

(57) 摘要

本申请提供一种铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工工具的制备方法,属于盘条钢技术领域。铬钒系热轧钢盘条包括总含量为1.25~1.55wt%的Mn和Cr,铬钒系热轧钢盘条由铸坯轧制得到,铸坯的合金心部偏析指数 $P_{Cr} \leq 1.10$ 。铬钒系热轧钢盘条的制备方法,包括将铸坯进行轧制处理、吐丝处理和冷却处理。钢丝的制备方法包括将铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理直接进行冷拉拔处理。手工工具的制备方法包括将钢丝不经中间退火处理直接进行下料加工,然后依次进行淬火处理和回火处理。盘条可以不经退火直接冷拉拔生产钢丝,大幅降低盘条生产钢丝的加工成本。



1. 一种铬钒系热轧钢盘条,其特征在于,所述铬钒系热轧钢盘条包括总含量为1.25~1.55wt%的Mn和Cr;

所述铬钒系热轧钢盘条由铸坯轧制得到,所述铸坯的合金心部偏析指数 $P_{cr}$ 如式I所示:

$$P_{cr} = \frac{\text{心部区域} \sum (Mn + Cr)}{\text{熔炼成分} \sum (Mn + Cr)}$$

(式 I)

所述铸坯的合金心部偏析指数 $P_{cr} \leq 1.10$ ;

所述铬钒系热轧钢盘条按重量百分比计包括:0.43~0.47wt%的C、0.10~0.15 wt %的Cu、0.16%~0.34wt%的Si、0.65~0.90wt%的所述Mn、0.58~0.70wt%的所述Cr、0.08~0.15wt%的V、0.010%~0.025wt%的Al<sub>s</sub>、 $\leq 0.015$ wt%的P、 $\leq 0.010$ wt%的S、 $\leq 0.15$ wt%的Ni、 $\leq 0.01$ wt%的Mo、 $\leq 0.040$ wt%的As、 $\leq 0.03$ wt%的Sn、 $\leq 0.0015$ wt%的O,以及余量的Fe;

所述铬钒系热轧钢盘条的显微组织为珠光体+铁素体+索氏体,无贝氏体和马氏体。

2. 一种如权利要求1所述的铬钒系热轧钢盘条的制备方法,其特征在于,包括:将所述铸坯进行轧制处理、吐丝处理和冷却处理。

3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述冷却处理的冷却速度 $\leq 3.0$ °C/s。

4. 根据权利要求2或3所述的制备方法,其特征在于,所述吐丝处理的吐丝温度为900~930°C。

5. 根据权利要求2或3所述的制备方法,其特征在于,所述轧制处理包括依次进行初轧、预精轧和精轧,所述初轧的温度为1000~1050°C,所述预精轧的温度为1000~1030°C,所述精轧的温度为1000~1030°C。

6. 一种钢丝的制备方法,其特征在于,包括:将权利要求1所述的铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理,直接进行冷拉拔处理;

或者,采用权利要求2~5任一项所述的制备方法制备所述铬钒系热轧钢盘条,将所述铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理,直接进行冷拉拔处理。

7. 一种手工工具的制备方法,其特征在于,包括将权利要求6所述的制备方法制得的所述钢丝不经中间退火处理,直接进行下料加工,然后依次进行淬火处理和回火处理;

所述淬火处理的加热温度为830~840°C;和/或,所述回火处理的加热温度为430~440°C。

8. 根据权利要求7所述的手工工具的制备方法,其特征在于,所述淬火处理的介质为油。

9. 根据权利要求7所述的手工工具的制备方法,其特征在于,所述回火处理的介质为水。

## 铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工工具的制备方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及盘条钢技术领域,具体而言,涉及一种铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工工具的制备方法。

### 背景技术

[0002] 铬钒系热轧合金弹簧钢盘条产品具有较好的强韧性能,不仅用于生产弹簧,也可运用于生产高性能、高寿命质量要求的扳手、外六角紧固件、螺丝坯头等手工工具。由于钢中含有较高的铬、钒等强淬透性元素,盘条中非常容易出现贝氏体甚至马氏体低温相变组织,断线率很高,使得盘条不能直接进行冷拉拔加工。因此,这类弹簧钢盘条在下游用户使用时,必须先进行球化退火预处理,以消除钢中的贝氏体和马氏体组织,才能进行下道工序的冷拉拔加工。

### 发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工工具的制备方法,盘条可以不经球化退火直接冷拉拔生产钢丝,大幅降低盘条生产钢丝的加工成本。

[0004] 本申请的实施例是这样实现的:

[0005] 第一方面,本申请实施例提供一种铬钒系热轧钢盘条,包括总含量为1.25~1.55wt%的Mn和Cr。

[0006] 铬钒系热轧钢盘条由铸坯轧制得到,铸坯的合金心部偏析指数 $P_{Cr}$ 如式I所示:

$$[0007] \quad P_{Cr} = \frac{\text{心部区域} \sum (Mn + Cr)}{\text{熔炼成分} \sum (Mn + Cr)}$$

[0008] (式 I)

[0009] 铸坯的合金心部偏析指数 $P_{Cr} \leq 1.10$ 。

[0010] 第二方面,本申请实施例提供一种第一方面实施例提供的铬钒系热轧钢盘条的制备方法,包括:将铸坯进行轧制处理、吐丝处理和冷却处理。

[0011] 第三方面,本申请实施例提供一种钢丝的制备方法,包括:采用第一方面实施例提供的铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理直接进行冷拉拔处理。

[0012] 或者,采用第二方面实施例提供的制备方法制备铬钒系热轧钢盘条,将铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理直接进行冷拉拔处理。

[0013] 第四方面,本申请实施例提供一种手工工具的制备方法,包括:采用第三方面实施例提供的制备方法制得的钢丝不经中间退火处理直接进行下料加工,然后依次进行淬火处理和回火处理。

[0014] 发明人在研究中发现,现有铬钒系热轧合金弹簧钢盘条的心部由于碳、锰、铬等合

金元素成分的偏聚集现象,改变了心部的C曲线形态,提高了心部的淬透性能,导致盘条吐丝后,即使采用全程盖保温罩的缓冷工艺也不可避免地在心部产生贝氏体甚至马氏体组织,严重恶化盘条的可拉拔性。因此,现有的盘条在制备钢丝和手工具时,必须进行球化退火处理以改善盘条的拉拉拔性能,其制备手工具的工艺流程通常如下:盘条酸洗—磷化—球化退火处理—酸洗—磷化—冷拉拔处理至规定线径—中间退火处理—下料加工—淬火处理—回火处理—表面处理得成品,由于进行了球化退火处理,还需要再进行一道酸洗和磷化处理,加工成本增加约800元/吨。

[0015] 本申请实施例提供的铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工具的制备方法,有益效果包括:

[0016] Mn元素是钢中有效的强化元素,能提高钢抗的拉强度和耐磨性,也是钢的一种脱氧元素。Cr元素是一种碳结合元素,与碳形成合金碳化物,提高钢的抗拉强度和耐磨性。发明人研究发现,碳、锰、铬在心部偏聚集严重时,形成共同作用,会显著影响心部局部C曲线形态,使得C曲线右移,在缓冷条件下也在心部形成贝氏体甚至马氏体低温相变组织,恶化盘条的拉拔性能。在本申请的实施例中,控制Mn和Cr的总含量为1.25~1.55wt%,在保证对热轧钢盘条强化作用的同时,将铸坯中Mn和Cr的合金心部偏析指数 $P_{Cr}$ 降低并控制在 $\leq 1.10$ 的标准,有效改善盘条带状组织并减少心部偏聚,保证心部组织为正常的珠光体+铁素体+索氏体的形式。采用盘条制备用以加工弹簧和手工具的钢丝时,能够有效消除贝氏体甚至马氏体低温相变组织的影响,盘条可以不经球化退火直接冷拉拔生产钢丝,能够节省球化退火处理及其后道工序的酸洗和磷化处理的成本,有效降低下游用户加工成本约800元/吨;冷拉拔中盘条的最大减面率能够达到85%以上,能够较好地满足大形变量的冷拉拔加工要求。

### 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0018] 图1为本申请实施例1提供的铬钒系热轧钢盘条的放大倍数为100x的金相显微组织图;

[0019] 图2为本申请实施例1提供的铬钒系热轧钢盘条的放大倍数为500x的金相显微组织图;

[0020] 图3为本申请对比例1提供的铬钒系热轧钢盘条的放大倍数为500x的金相显微组织图;

[0021] 图4为本申请对比例4提供的铬钒系热轧钢盘条的放大倍数为500x的金相显微组织图。

### 具体实施方式

[0022] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建

议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0023] 下面对本申请实施例的铬钒系热轧钢盘条及其制备方法、以及钢丝和手工具的制备方法进行具体说明。

[0024] 需要说明的是,本申请中的“和/或”,如“方案A和/或方案B”,均是指可以单独地为方案A、单独地为方案B、方案A加方案B,该三种方式。

[0025] 第一方面,本申请实施例提供一种铬钒系热轧钢盘条,包括总含量为1.25~1.55wt%的Mn和Cr。

[0026] 铬钒系热轧钢盘条由铸坯轧制得到,铸坯的合金心部偏析指数 $P_{Cr}$ 如式I所示:

$$P_{Cr} = \frac{\text{心部区域} \sum (Mn + Cr)}{\text{熔炼成分} \sum (Mn + Cr)}$$

[0027]

(式 I)

[0028] 铸坯的合金心部偏析指数 $P_{Cr} \leq 1.10$ 。

[0029] Mn元素是钢中有效的强化元素,能提高钢抗的拉强度和耐磨性,也是钢的一种脱氧元素。锰使钢的C曲线右移,提高奥氏体的稳定性,改善产品的淬透性能。

[0030] 研究发现,较高含量的锰容易形成心部偏析,形成明显的纵向带状组织,碳和锰在心部偏聚集严重时,会改变心部局部C曲线形态,C曲线右移,在缓冷条件下也可能形成贝氏体甚至马氏体低温相变组织,恶化盘条的拉拔性能。可选的,铬钒系热轧钢盘条中Mn元素的含量为0.65~0.90wt%,或0.75~0.80wt%,例如但不限于为0.65wt%、0.70wt%、0.75wt%、0.80wt%、0.85wt%和0.90wt%中的任一者或任意两者之间的范围。锰元素的上述含量设计,既能提高盘条的抗拉强度,又能改善盘条带状组织和改善心部偏聚,保证盘条的塑性性能和拉拔性能。

[0031] Cr元素是一种碳结合元素,与碳形成合金碳化物,提高钢的抗拉强度和耐磨性。铬使钢的C曲线右移,提高奥氏体的稳定性,改善产品的淬透性能;碳与铬形成的合金碳化物能阻碍奥氏体晶粒长大,细化晶粒和组织,提高产品的强韧性能。在淬火后的回火过程中,细小的合金碳化物回复析出,提高回火抗软性能,有二次硬化作用,提高钢的硬度和耐磨性而不使钢变脆,用于加工手工具后能保证手工具在高温回火后的硬度和强度性能。

[0032] 研究发现,较高含量的铬容易形成心部偏析,导致心部易形成异常组织。可选的,铬钒系热轧钢盘条中Cr元素的含量为0.58~0.70wt%,例如但不限于为0.58wt%、0.60wt%、0.62wt%、0.64wt%、0.66wt%、0.68wt%和0.70wt%中的任一者或任意两者之间的范围。铬元素的上述含量设计,既能提高盘条抗拉强度,又能改善盘条带状组织和减少心部偏聚,保证盘条的塑性性能和拉拔性能。

[0033] 发明人进一步还研究发现,碳、锰、铬在心部偏聚集严重时,形成共同作用,会显著影响心部局部C曲线形态,使得C曲线右移,在缓冷条件下也在心部形成贝氏体甚至马氏体低温相变组织,恶化盘条的拉拔性能。

[0034] 在本申请的实施例中,控制Mn和Cr的总含量为1.25~1.55wt%,在保证对热轧钢盘条强化作用的同时,能够将铸坯中Mn和Cr的合金心部偏析指数 $P_{Cr}$ 降低并控制在 $\leq 1.10$ 的标准,有效改善盘条带状组织并减少心部偏聚,保证心部组织为正常的珠光体+铁素体+

索氏体的形式。采用盘条制备用以加工弹簧和手工工具的钢丝时,能够有效消除贝氏体甚至马氏体低温相变组织的影响,盘条可以不经球化退火直接冷拉拔生产钢丝,能够节省球化退火处理及其后道工序的酸洗和磷化处理的成本,有效降低下游用户加工成本约800元/吨;冷拉拔中盘条的最大减面率能够达到85%以上,能够较好地满足大形变量的冷拉拔加工要求。

[0035] 在一些可能的实施方案中,铬钒系热轧钢盘条包括含量为0.43~0.47wt%的C和0.10~0.15wt%的Cu,C元素的含量例如但不限于为0.43wt%、0.44wt%、0.45wt%、0.46wt%和0.47wt%中的任一者或任意两者之间的范围,Cu元素的含量例如但不限于为0.10wt%、0.11wt%、0.12wt%、0.13wt%、0.14wt%和0.15wt%中的任一者或任意两者之间的范围。

[0036] C元素是钢中最有效、也是最经济的一种强化元素,在钢中起固溶强化作用,与钢中的铬、钒等合金元素形成合金碳化物,有效提高产品的强度性能和耐磨性能。但是,碳在提高钢的强度的同时,也会恶化钢的塑性性能和拉拔性能。

[0037] Cu元素在铬钒系热轧钢盘条中是一种有益的合金元素,适当含量的铜能提高奥氏体稳定性,改善钢的淬透性,提高钢的强度、韧性和耐磨性。此外,在钢中添加一定的铜,能显著提高钢件耐大气腐蚀的作用,可以提高盘条加工得到的手工具在大气中的防腐防锈能力,提高使用寿命。但是,铜元素是一种低熔点元素,过高含量的铜易引起高温轧制热脆性。

[0038] C元素和Cu元素的上述含量设计,将C元素的含量适当降低,改善盘条的脱碳情况,提高盘条的耐磨性和表面硬度,由于降碳后会降低钢的强度,同时将Cu元素的含量适当提高,既能发挥铜的有益作用,又能防止高温轧制热脆现象,在不降低钢的韧性的同时,能够提高钢的强度和防大气腐蚀性能,使得盘条加工后得到的手工具具有较好的使用性能。

[0039] 在一些示例性的实施方案中,铬钒系热轧钢盘条按重量百分比计包括:0.43~0.47wt%的C、0.10~0.15wt%的Cu、0.16%~0.34wt%的Si、0.65~0.90wt%的Mn、0.58~0.70wt%的Cr、0.08~0.15wt%的V、0.010%~0.025wt%的Al<sub>s</sub>、≤0.015wt%的P、≤0.010wt%的S、≤0.15wt%的Ni、≤0.01wt%的Mo、≤0.040wt%的As、≤0.03wt%的Sn、≤0.0015wt%的O,以及余量的Fe和不可避免的杂质。

[0040] Si元素能强化钢中的铁素体强度,也是钢的一种脱氧元素。硅元素的上述含量设计,既能有效强化,又能避免硅元素过量而恶化盘条的冷加工性能。

[0041] V元素能显著细化钢的晶粒组织,提高钢的强度/韧性和耐磨性。在本申请中的钢中,钒是一种微强化合金元素,其是一种强烈的碳结合元素,能与碳形成化合物,低温析出细小弥散分布的钒碳化合物,提高材料的强度,从而提高加工得到的手工具的使用寿命。此外,钒能显著地提高钢的回火稳定性,且有很强的二次硬化作用,添加钒能适当地提高回火温度,提高加工得到的手工具的强度和韧性。钒是一种贵重合金,钒元素的上述含量设计,既能有效强化,又能合理控制成本。

[0042] Al<sub>s</sub>是钢中的强脱氧元素,一定的酸溶铝含量能有效细化奥氏体晶粒度和显微组织,显著提高盘条的塑性性能和拉拔性能。但是,钢中过高的Al<sub>s</sub>易形成高熔点、不变形的、高硬度的氧化铝夹杂物,不仅显著影响盘条的拉拔性能,也影响钢水的可浇性。

[0043] As元素和Sn元素都是低熔点元素,会形成中心偏析,是属于有害元素,在钢中的越

低越好。考虑到砷和锡的共同作用机理,同时考虑到成本控制,可选的,砷和锡的总含量 $\leq 0.06\text{wt}\%$ 。

[0044] P元素在本申请的钢中属于有害元素,较高含量的磷元素会恶化钢的塑性性能和冷加工性能,因此本申请的钢中磷含量越低越好。磷元素的上述含量设计,能有效控制磷对钢的影响。

[0045] S元素在本申请的钢种中属于有害元素,较高含量的硫元素会形成硫化夹杂物,影响钢的塑性性能和冷加工性能,因此本申请的钢中的硫含量越低越好。硫元素的上述含量设计,能有效控制硫对钢的影响。

[0046] O元素在本申请的钢种中属于有害元素,与硅、锰、铁等元素形成脱氧夹杂物,钢中较低的氧含量,有利于控制钢中的氧化夹杂物的含量和级别,提高加工得到的手工工具的使用寿命。氧元素的上述含量设计,能有效控制氧对钢的影响。

[0047] 示例性的,本申请实施例提供的铬钒系热轧钢盘条:

[0048] 关于显微组织结构:显微组织为珠光体+铁素体+索氏体,无贝氏体和马氏体,奥氏体晶粒度 $\geq 11.0$ 级,中心碳偏析 $\leq A1.5$ 级。

[0049] 关于及杂物含量级别:A类 $\leq 1.5$ 级,B类 $\leq 1.5$ 级,C类 $\leq 0.5$ 级,D类 $\leq 1.0$ 级,DS类 $\leq 1.0$ 级。

[0050] 关于脱碳指标:无全脱碳层,总脱碳层比 $\leq 0.5\%$ 。在本申请的实施例中,总脱碳层比是指总脱碳层的厚度在钢材总厚度中的占比。

[0051] 关于力学性能:抗拉强度为 $800\sim 950\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\geq 20\%$ ,断面收缩率 $\geq 50\%$ 。该铬钒系热轧钢盘条拉拔加工得到的成品,经最终淬回火处理后的硬度能够达到 $51\sim 54\text{HRC}$ ,或 $52\sim 54\text{HRC}$ ,例如 $53\text{HRC}$ 。

[0052] 第二方面,本申请实施例提供一种第一方面实施例提供的铬钒系热轧钢盘条的制备方法,包括:将上述合金心部偏析指数标准的铸坯进行轧制处理、吐丝处理和冷却处理。

[0053] 关于铸坯的准备:

[0054] 在一些可能的实施方案中,铸坯的准备操作包括转炉冶炼处理、LF精炼处理、RH炉真空处理、方坯保护连铸处理以及铸坯加热处理。

[0055] 在转炉冶炼处理中,示例性的,采用高拉碳出钢操作,要求终点时C元素的含量为 $0.10\sim 0.35\text{wt}\%$ ,进一步的C元素的含量 $\geq 0.12\text{wt}\%$ ,可以减少吹炼次数,保证转炉出钢时钢水中的氧含量较低,减轻LF精炼处理工序去除氧化夹杂物的压力,有利于减少钢中夹杂物。

[0056] 在LF精炼处理中,示例性的,加入铝钙碳、Si-Fe粉、SiC、复合脱氧剂进行扩散脱氧,快速造还原性渣,使用石灰和合成渣调整流动性。较高的碱度有利于在LF精炼过程中进一步脱硫,可选的,精炼渣碱度控制在 $3.0\sim 6.0$ ,精炼时间 $\geq 40\text{min}$ ,保证钢中的低硫含量,优化钢中夹杂物级别和含量。

[0057] 在RH炉真空处理中,示例性的,真空处理时间 $\geq 8\text{min}$ ,纯脱气时间 $\geq 8\text{min}$ ;喂纯钙线 $200\text{m}\sim 400\text{m}$ ,软吹时间 $\geq 8\text{min}$ 。

[0058] 在方坯保护连铸处理中,示例性的,采用6机6流方坯连铸机,使用整体式水口中间包和浸入式大直径(例如 $38\text{mm}$ )整体水口,全程氩封保护浇铸,连铸坯断面尺寸规格例如为 $160\text{mm}\times 160\text{mm}$ ;保护渣使用中碳钢专用保护渣,中间包过热度控制在 $10\sim 30^\circ\text{C}$ ,二冷水采用

弱冷制度,采用电磁搅拌和末端电搅;拉速控制在1.8~2.0m/min,进一步的,拉速与过热度匹配要求如表1所示。

[0059] 表1.拉速与过热度匹配要求

中间包过热度℃	拉速m/min
≥10且≤20	2.0
>20且≤25	1.9
>25且≤30	1.8

[0061] 在铸坯加热处理中,示例性的,加热段的加热温度为1100~1180℃,均热段的加热温度为1100~1180℃,采用较低的加热温度,防止高温奥氏体粗大,以获得细小的奥氏体晶粒度;同时控制加热温度在1100℃以上,使得钢中的碳化钒等能完全溶入高温奥氏体中,增加奥氏体均匀性,提高铸坯轧制均匀性,改善盘条表面组织,也有利于轧后析出更多的细小弥散分布的碳化钒析出相,以提高盘条的强韧性和拉拔性能。进一步的,铸坯在加热段和均热段(高温段)的总加热时间控制在80~150min,头尾温差≤30℃,并控制炉内残氧含量≤5%,减少盘条表面脱碳层深度。由于钢的脱碳影响手工工具的表面硬度,本申请提供的盘条表面总脱碳层比≤0.5%,无完全脱碳层,保证了盘条的拉拔性能和加工成的手工工具成品的表面硬度。

[0062] 关于轧制处理:

[0063] 先采用高压水除磷,确保铸坯表面氧化铁皮除磷干净,然后进行轧制处理,轧制处理包括依次进行初轧、预精轧和精轧。示例性的,各轧制段之间采用水箱冷却,抑制因高速轧制时的升温,以获得细小奥氏体晶粒。

[0064] 在一些可能的实施方案中,初轧的温度为1000~1050℃,例如但不限于为1000℃、1010℃、1020℃、1030℃、1040℃和1050℃中的任一者或任意两者之间的范围;预精轧(BGV入口)的温度为1000~1030℃,精轧(TMB入口)的温度为1000~1030℃,二者均例如但不限于为1000℃、1010℃、1020℃和1030℃中的任一者或任意两者之间的范围。

[0065] 铬钒系热轧钢盘条中有较高含量的铬和钒合金元素,与钢中的碳形成碳化钒和碳化铬的合金碳化物,轧制的温度在1000~1050℃之间时仍处于单相奥氏体的结晶区。按照上述要求控制轧制温度,保证轧制时没有碳化钒和碳化铬等硬相物析出,有助于提高盘条的轧制均匀性,提高盘条的表面质量和成品性能的均匀性。

[0066] 关于吐丝处理:

[0067] 在一些可能的实施方案中,吐丝处理的吐丝温度为900~930℃,900~920℃,例如但不限于为900℃、905℃、910℃、915℃、920℃、925℃和930℃中的任一者或任意两者之间的范围。

[0068] 铬钒系热轧钢盘条中有较高含量的碳、铬、钒、锰等强化合金元素,按照上述要求控制较高的吐丝温度,一方面有利于提高盘条在风冷辊道相变前的奥氏体均匀性,在后续组织冷却中有效避免心部存在贝氏体或马氏体组织;另一方面有利于降低吐丝后盘条在高温下的强度性能,提高吐丝的均匀性,获得良好的圈形形态,提高盘条表面质量和拉拔性能。

[0069] 关于冷却处理:

[0070] 铬钒系热轧钢盘条中有较高含量的铬和钒这两个强淬透性元素,盘条吐丝后,示



例性的,控制盘条吐丝后的冷却处理中的冷却速度 $\leq 3.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,采用缓冷工艺,与铸坯的合金心部偏析指数标准配合,有效避免盘条存在贝氏体和马氏体低温相变组织。

[0071] 第三方面,本申请实施例提供一种钢丝的制备方法,包括:采用第一方面实施例提供的铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理直接进行冷拉拔处理。或者,采用第二方面实施例提供的制备方法制备铬钒系热轧钢盘条,将铬钒系热轧钢盘条不经球化退火处理直接进行冷拉拔处理。需要说明的是,在本申请的实施例中,钢丝例如为圆形丝状的形式或者六角棒状的形式,不仅用于生产弹簧,也可用于生产外六角紧固件等手工具。

[0072] 第四方面,本申请实施例提供一种手工具的制备方法,包括:采用第三方面实施例提供的制备方法制得的钢丝不经中间退火处理直接进行下料加工,然后依次进行淬火处理和回火处理。冷拉拔处理后,采用合适的淬火处理和回火处理工艺,以保证由制得的钢丝加工的手工具的强度性能和硬度指标。由于该铬钒系热轧钢盘条具有较好的冷拉拔加工性能,冷拉拔处理后不经中间退火处理,直接依次进行淬火处理和回火处理,进一步降低加工成本。示例性的,手工具的制备工艺流程为:盘条酸洗或抛丸—磷化—冷拉拔处理至规定线径—下料加工—淬火处理—回火处理—表面处理得成品。

[0073] 在一些可能的实施方案中,淬火处理的加热温度为 $830\sim 840^{\circ}\text{C}$ ,例如为 $835^{\circ}\text{C}$ 。一方面,本申请实施例提供的钢种的 $A_{c3}$ 温度约为 $797^{\circ}\text{C}$ ,选择 $830^{\circ}\text{C}$ 以上的加热温度使钢完全奥氏体化,钢中的碳、铬、钒、锰等合金元素和化合物完全溶入高温奥氏体中,提高奥氏体均匀性,提高盘条的淬透性;另一方面,选择不高于 $840^{\circ}\text{C}$ 的加热温度,是为了获得细小的原始奥氏体晶粒度,淬火冷却后获得细小均匀的组织,以提高材料的塑性性能。

[0074] 可选的,淬火处理的介质为油。本申请实施例提供的钢种具有良好的淬透性能,能够用于加工一些截面具有棱角的手工具,使用油作为冷却介质能保证工件全淬透,全截面获得均匀的马氏体组织且不会产生淬火应力裂纹。

[0075] 在一些可能的实施方案中,回火处理的加热温度为 $430\sim 440^{\circ}\text{C}$ ,例如为 $425^{\circ}\text{C}$ ,使得钢中马氏体组织全部转变为具有良好强韧性能匹配的屈氏体组织。由于本申请实施例提供的钢种含较高的碳、铬和钒,可选的,回火处理的介质为水,在随后的回火中能大量析出碳化铬和碳化钒等合金化合物,能提高加工成的手工具的强度、硬度及耐磨性,提高手工具的扭矩性能和使用寿命。

[0076] 以下结合实施例对本申请的特征和性能作进一步的详细描述。

[0077] 一种铬钒系热轧钢盘条的制备方法,包括:将原料进行冶炼和连铸,制备得到铸坯;将铸坯进行加热处理;然后将铸坯进行轧制处理、吐丝处理和冷却处理。

[0078] 在各实施例和对比例中:

[0079] 铸坯的合金心部偏析指数、铬钒系热轧钢盘条的规格以及铬钒系热轧钢盘条的成分含量,如表2所示;冶炼和连铸的工艺参数,如表3所示;加热处理的工艺参数,如表4所示;轧制处理和吐丝处理的工艺参数,如表5所示;盘条吐丝后的冷却处理的冷却速度 $\leq 3.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,不同规格的盘条在各段的风冷辊道处温度及冷却速度,以小规格盘条、中等规格盘条和大规格盘条作为示例,具体如表6所示。

[0080] 表2. 铸坯合金心部偏析以及盘条规格(mm)和成分(wt%)

[0081]

项目	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7
规格	5.5	6.5	7	8	9	10	12
C	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.45	0.46
Si	0.16	0.2	0.24	0.27	0.3	0.32	0.34

Mn	0.65	0.68	0.75	0.8	0.85	0.82	0.9
Cr	0.6	0.68	0.65	0.58	0.6	0.66	0.58
V	0.09	0.08	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14
Als	0.015	0.01	0.02	0.025	0.024	0.022	0.012
Cu	0.1	0.12	0.1	0.15	0.11	0.13	0.14
P	0.015	0.012	0.01	0.009	0.008	0.007	0.006
S	0.009	0.005	0.007	0.008	0.006	0.008	0.009
Ni	0.05	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01
Mo	0.009	0.01	0.003	0.001	0.002	0.003	0.001
As	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02
Sn	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
O	0.0012	0.0013	0.0015	0.001	0.001	0.0008	0.0009
Mn+Cr	1.25	1.36	1.4	1.38	1.45	1.48	1.48
Per	1.05	1.04	1.1	1.09	1.08	1.01	1.02

[0082]

项目	实施例 8	对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4	对比例 5	对比例 6
规格	15	5.5	8	15	5.5	8	15
C	0.47	0.48	0.49	0.51	0.43	0.46	0.47
Si	0.28	0.35	0.25	0.27	0.30	0.16	0.34
Mn	0.85	0.7	0.85	0.9	0.75	0.88	0.92
Cr	0.7	0.88	0.9	1.05	0.85	0.86	1.02
V	0.15	0.15	0.16	0.15	0.08	0.15	0.13
Als	0.018	0.003	0.004	0.007	0.012	0.010	0.020
Cu	0.12	0.05	0.03	0.05	0.15	0.13	0.05
P	0.005	0.012	0.006	0.008	0.002	0.005	0.007
S	0.01	0.008	0.012	0.013	0.002	0.010	0.011
Ni	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.02
Mo	0.005	0.001	0.002	0.004	0.001	0.003	0.003
As	0.01	0.03	0.04	0.05	0.02	0.01	0.04
Sn	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
O	0.0011	0.0011	0.0012	0.001	0.001	0.0013	0.0008
Mn+Cr	1.55	1.58	1.75	1.95	1.60	1.74	1.94
Per	1.03	1.18	1.15	1.16	1.15	1.17	1.18

[0083] 表3.加热处理参数

	加热段 温度 °C	均热段温度 °C	高温段时间 min	炉内残氧 %	头尾温差 °C
实施例 1	1100	1100	150	5.0	15
实施例 2	1150	1180	165	4.5	10
实施例 3	1120	1150	125	2.5	25
实施例 4	1180	1180	135	3.0	20
实施例 5	1120	1150	105	3.0	25
实施例 6	1130	1160	100	4.5	29
[0084] 实施例 7	1180	1180	90	5.0	25
实施例 8	1160	1170	80	2.5	30
对比例 1	1160	1180	180	3.0	30
对比例 2	1150	1170	90	5.0	25
对比例 3	1170	1195	150	4.0	35
对比例 4	1100	1100	150	5.0	30
对比例 5	1160	1170	80	4.0	25
对比例 6	1180	1190	120	5.0	35

[0085] 注:表3中,高温段时间,是指加热段和均热段的总时间。

[0086] 表4.冶炼和连铸参数

项目		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7
铁水要求 wt%	Cu	-	-	-	-	-	-	-
	As	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	0.02
	Sn	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
转炉冶炼	终点 C%	0.29	0.18	0.2	0.25	0.2	0.35	0.22
	出钢温 度 °C	1651	1650	1658	1660	1653	1651	1653
LF 精炼	渣碱度	4	4.4	3.5	3	6	5.6	5.2

[0087]

	时间 min	55	51	46	50	42	44	46
RH 真空 处理	处理时间 min	8	9	10	11	12	9	10
	脱气时间 min	9	8	9	12	9	8	8
	纯钙线 m	280	200	250	300	200	250	250
	软吹时间 min	9	10	8	12	16	18	17
连铸	过热度 °C	30	18	20	25	30	10	25
	拉速 m/min	1.8	2	2	1.9	1.8	2	1.9
项目		实施例 8	对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4	对比例 5	对比例 6
铁水要求 wt%	Cu	-	0.02	0.03	0.02	-	-	-
	As	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
	Sn	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
转炉冶炼	终点 C%	0.25	0.08	0.1	0.08	0.15	0.18	0.1
	出钢温 度 °C	1660	1653	1651	1653	1655	1656	1650
LF 精炼	渣碱度	3.9	1	1.2	1	3.5	4.5	5.5
	时间 min	40	50	56	50	50	51	49
RH 真空 处理	处理时间 min	8	15	11	15	10	12	15
	脱气时间 min	10	12	11	12	10	11	8
	纯钙线 m	280	50	100	50	200	250	280
	软吹时间 min	11	16	15	16	15	11	11
连铸	过热度 °C	27	35	30	35	28	22	26
[0089]	拉速 m/min	1.8	1.8	2	1.8	2	1.8	1.8

[0090] 表5. 轧制处理和吐丝处理参数

[0091]

	开轧温度℃	BGV温度℃	TMB温度℃	吐丝温度℃
实施例1	1045	1010	1010	903
实施例2	1050	1020	1015	912
实施例3	1025	1000	1030	913
实施例4	1030	1010	1010	918
实施例5	1040	1015	1020	920
实施例6	1050	1030	1000	928
实施例7	1020	1025	1010	930
实施例8	1050	1005	1000	900
对比例1	1020	1050	1020	950
对比例2	1010	990	1000	920
对比例3	1035	1030	1035	940
对比例4	1020	1050	1025	930
对比例5	1010	1020	1000	910
对比例6	1035	1040	1020	920

[0092]

表6. 各风冷辊道处温度及冷却速度

盘条规格 mm	头段	1 段	2 段	3 段	4 段	5 段	6 段	7 段	8 段	9 段	10 段	尾段	
5.5	温度 ℃	879	830	782	730	690	660	635	615	590	570	540	515
	冷却速 度 ℃/S	2.55	2.30	2.25	2.44	1.97	1.48	1.26	1.01	1.29	1.06	1.62	1.38
8.0	温度 ℃	895	842	792	740	695	652	608	580	558	528	495	459
	冷却速 度 ℃/S	2.75	2.80	2.64	2.75	2.48	2.37	2.22	1.58	1.27	1.76	1.98	2.20
15.0	温度 ℃	884	847	811	774	739	705	675	648	620	588	556	525
	冷却速 度 ℃/S	2.75	2.80	2.64	2.75	2.48	2.37	2.22	1.58	1.27	1.76	1.98	2.20

[0094]

[0095]

对各实施例和对比例制得的铬钒系热轧钢盘条进行性能检测。

[0096]

各实施例和对比例制得的铬钒系热轧钢盘条的力学性能如表7所示。

[0097]

表7. 盘条的力学性能

[0098]

	抗拉强度MPa	断后伸长率%	断面收缩率%
实施例1	830	24.0	62.5

实施例2	829	22.5	58.5
实施例3	809	23.5	59.0
实施例4	821	23.0	56.5
实施例5	815	22.5	57.5
实施例6	865	23.5	59.5
实施例7	856	22.5	54.0
实施例8	860	22.0	58.5
对比例1	1020	10.5	28.0
对比例2	960	9.5	25.0
对比例3	1050	8.5	20.0
对比例4	930	12.5	24.0
对比例5	910	13.5	22.0
对比例6	935	11.5	28.5

[0099] 实施例1制得的铬钒系热轧钢盘条的金相显微组织如图1和图2所示,对比例1制得的铬钒系热轧钢盘条的金相显微组织如图3所示。各实施例和对比例制得的铬钒系热轧钢盘条的显微组织情况如表8所示、盘条的脱碳情况和夹杂物级别如表9所示。

[0100] 表8. 盘条的显微组织情况

[0101]

	显微组织	奥氏体晶粒度级	中心偏析级
实施例1	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.0
实施例2	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.0
实施例3	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.5
实施例4	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.0
实施例5	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.5
实施例6	S+P+细小均匀的F	11.5	A1.0
实施例7	S+P+细小均匀的F	11.0	A1.0
实施例8	S+P+细小均匀的F	11.0	A1.5
对比例1	S+P+B+M+F	12	A1.5
对比例2	S+P+B+M+F	11.5	A1.5
对比例3	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例1	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例2	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例3	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例4	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例5	S+P+B+M+F	11.0	A1.5
对比例6	S+P+B+M+F	11.0	A1.5

[0102] 注:表8中,S表示索氏体,P表示珠光体,F表示铁素体,B表示贝氏体,M表示马氏体。

[0103] 表9. 盘条的脱碳情况和夹杂物级别

[0104]

	脱碳比 %		夹杂物 级								
	总脱碳	全脱碳	A 细	A 粗	B 细	B 粗	C 细	C 粗	D 细	D 粗	DS
实施例 1	0.40	0	1.0	0	1.0	0	0	0	0.5	0	0
实施例 2	0.30	0	0.5	0	1.5	0	0	0	0.5	0	0
实施例 3	0.10	0	0.5	0	1.0	0	0	0	1.0	0.5	0.5
实施例 4	0.20	0	1.0	0	1.5	0	0	0	0.5	0	0
实施例 5	0.15	0	0.5	0	1.0	0	0	0	0.5	0	0.5
实施例 6	0.10	0	1.0	0	0.5	0	0	0	1.0	0.5	0.5
实施例 7	0.20	0	1.5	0	1.0	0.5	0	0	0.5	1.0	0
实施例 8	0.25	0	0.5	0	1.0	0	0	0	1.0	0.5	0
对比例 1	0.70	0	1.0	0	1.5	1.0	1.0	0.5	1.5	1.0	1.0
对比例 2	0.65	0	0.5	0	1.0	0.5	0	1.0	1.0	1.5	1.0
对比例 3	0.90	0	1.5	0	1.5	1.0	0	0	1.5	1.0	1.5
对比例 4	0.50	0	1.5	0	1.0	1.5	1.0	0.5	1.5	0.5	0.5
对比例 5	0.60	0	0.5	0	1.5	0.5	0	1.0	1.0	1.5	1.0
对比例 6	0.70	0	1.0	0	1.5	1.0	0	0	1.5	1.0	1.5

[0105] 一种钢丝的制备方法,包括:将铬钒系热轧钢盘条酸洗磷化后,不经球化退火处理直接冷拉拔处理至规定线径。

[0106] 其中,分别采用实施例1~8和对比例1~6制得的铬钒系热轧钢盘条进行处理,依次对应试验例1~14。各试验例中,各拉拔试验1.0t盘卷,钢丝的冷拉拔性能,结果如表10所示。

[0107] 表10. 钢丝的冷拉拔性能

[0108]

	盘条直径 mm	拉拔钢丝线径 mm	拉拔总减 面率%	拉拔断 线次数	拉拔钢丝力学性能	
					抗拉强度 MPa	断面收缩率 %
试验例 1	5.5	2.1	85.42	0	1589	36.0
试验例 2	6.5	2.5	85.2	0	1575	37.5
试验例 3	7	2.7	85.1	0	1537	39.0
试验例 4	8	3.0	85.9	0	1560	40.0
试验例 5	9	3.4	85.7	0	1549	39.0
试验例 6	10	3.8	85.6	0	1644	35.0
试验例 7	12	4.5	85.9	0	1626	36.5
试验例 8	15	5.8	85.0	0	1634	38.5
试验例 9	5.5	4.9	20.6	15	1150	15.0
试验例 10	8	7.1	21.2	13	1080	25.0
试验例 11	15	13.2	22.6	12	1186	25.5
试验例 12	5.5	4.5	33.1	11	1090	16.0
试验例 13	8	6.8	27.8	8	1046	18.5
试验例 14	15	12.9	26.0	9	1068	26.5

[0109] 一种手工工具的制备方法,包括:将铬钒系热轧钢盘条酸洗磷化后,不经球化退火处理直接冷拉拔处理至规定线径,然后不经中间退火处理直接进行下料加工,然后依次进行淬火处理和回火处理。

[0110] 其中,分别采用实施例1~8制得的铬钒系热轧钢盘条进行处理,依次对应试验例1~8。各试验例中,拉拔钢丝的直径、淬火处理的工艺参数和回火处理的工艺参数,以及成品的硬度,如表11所示。

[0111] 表11.处理参数及成品性能

[0112]

	拉拔钢丝 直径 mm	淬火工艺		回火工艺		硬度 HRC
		温度 °C	介质	温度 °C	介质	
试验例 1	2.2	830	油	420	水	53.0



[0113]	试验例 2	2.5	830	油	420	水	52.5
	试验例 3	2.7	835	油	425	水	51.5
	试验例 4	3.0	835	油	425	水	53.5
	试验例 5	3.5	835	油	430	水	53.0
	试验例 6	4.1	840	油	430	水	54.0
	试验例 7	5	840	油	430	水	53.5
	试验例 8	5.8	840	油	425	水	53.0

[0114] 根据表2可知,实施例中将Mn和Cr的总量控制在1.25~1.55wt%的范围内,铸坯的合金心部偏析指数P<sub>Cr</sub>有效控制在≤1.10的范围内;对比例中Mn和Cr的总量超出1.55wt%,铸坯的合金心部偏析指数P<sub>Cr</sub>>1.10。

[0115] 根据图1~4及表7~9可知,实施例中制得的铬钒系热轧钢盘条,显微组织均能较好地控制为不含贝氏体和马氏体,对比例中制得的铬钒系热轧钢盘条的显微组织出现存在贝氏体甚至马氏体的情况。本申请提供的实施例和对比例相比,实施例中将Mn和Cr的总量控制在1.25~1.55wt%的范围内,且在将C元素的含量适当降低的同时将Cu元素的含量适当提高,能有效控制总脱碳层比≤0.5%,在保持铬钒系热轧钢盘条具有较好的抗拉强度的同时,还使得铬钒系热轧钢盘条的断后伸长率和断面收缩率显著提高;在对比例4中,仅将C元素的含量适当降低,Mn和Cr的总量超过1.25~1.55wt%的范围,仅能有效控制总脱碳层比≤0.5%,不能将P<sub>Cr</sub>有效控制在≤1.10的范围内;对比例5和对比例6中,Mn和Cr的总量超过1.25~1.55wt%的范围,且C元素的含量相对较高,不仅不能将P<sub>Cr</sub>有效控制在≤1.10的范围内,也不能有效控制总脱碳层比≤0.5%。

[0116] 根据表10可知,本申请实施例提供的铬钒系热轧钢盘条,不经球化退火处理,直接冷拉拔,中间没有断线,最大总减面率达85%。本申请对比例提供的铬钒系热轧钢盘条,直接冷拉拔,中间断线次数达到约10次甚至更多,拉拔总减面率也仅能达到20~30%左右,且拉拔强度和端面收缩率和实施例相比明显降低。

[0117] 根据表11可知,本申请实施例提供的铬钒系热轧钢盘条,不经球化退火处理直接冷拉拔,然后不经中间退火处理进行淬火处理和回火处理,硬度能达到51~54HRC,用作手工工具能够有效提高使用寿命。

[0118] 以上所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

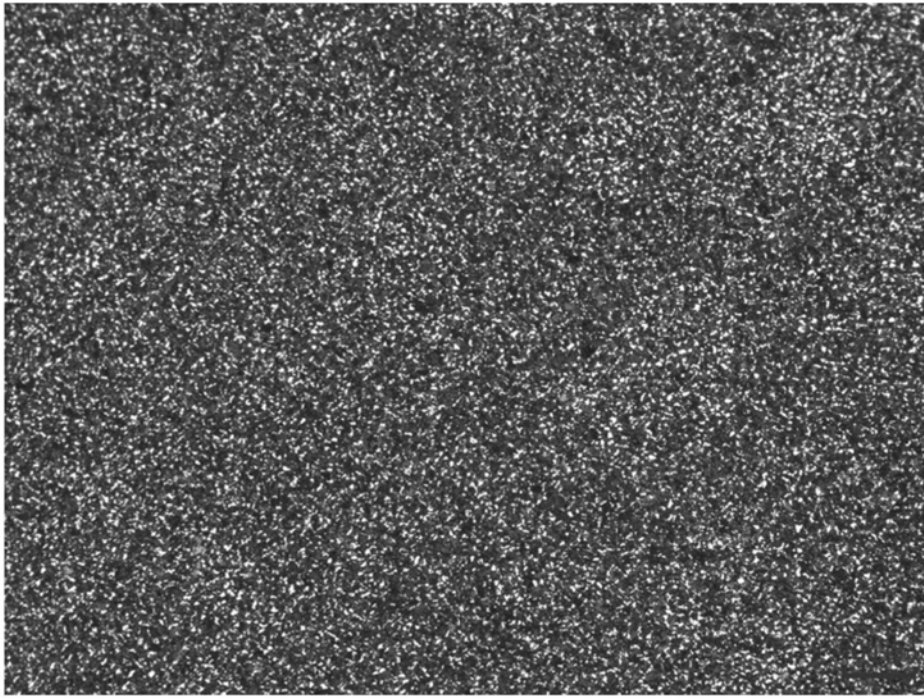


图1

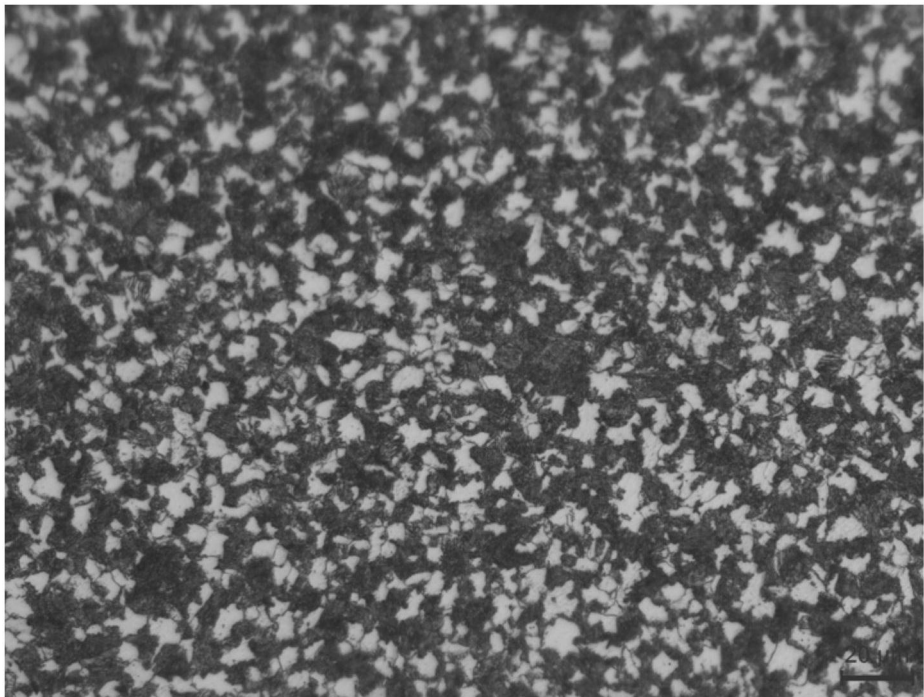


图2

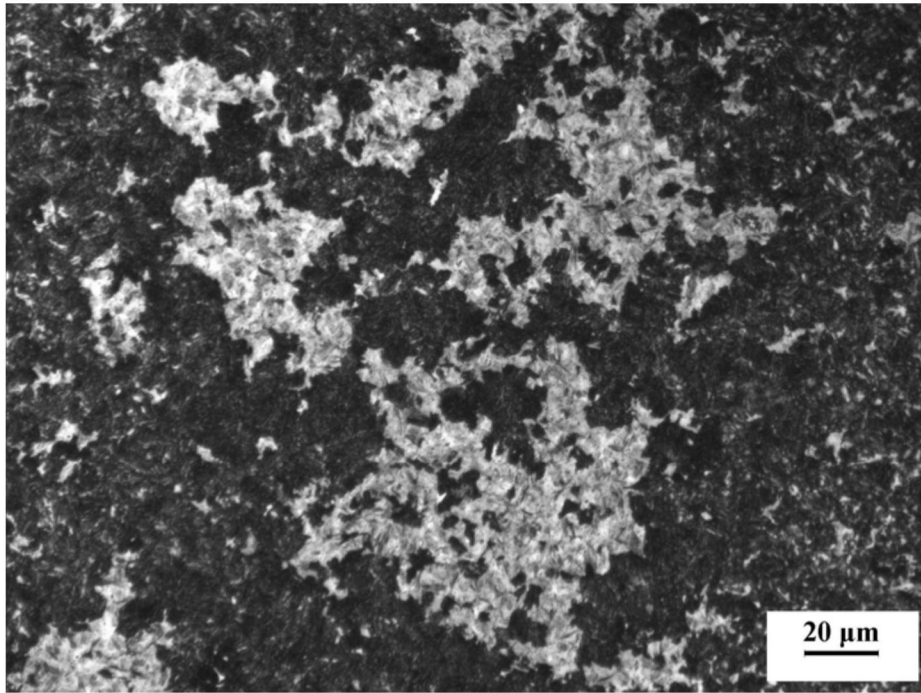


图3

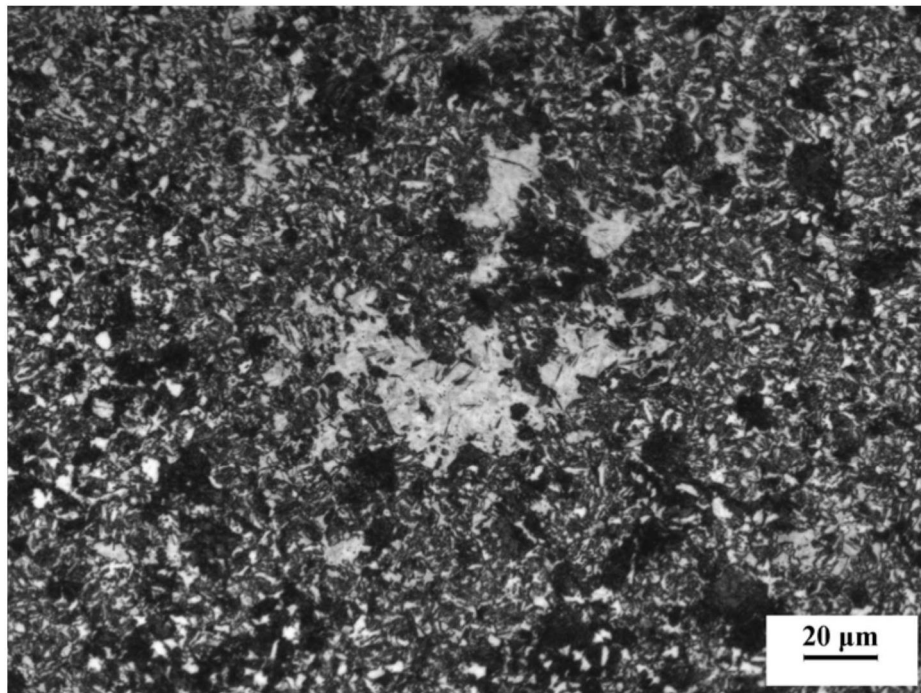


图4