



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105624564 A

(43) 申请公布日 2016.06.01

(21) 申请号 201610001623.X *G22C 38/12*(2006.01)

(22) 申请日 2016.01.05 *G22C 38/08*(2006.01)

(71) 申请人 江阴兴澄特种钢铁有限公司 *G22C 38/14*(2006.01)

地址 214434 江苏省无锡市江阴市滨江东路
297号 *G21D 8/06*(2006.01)

(72) 发明人 左锦中 陈海燕 张剑锋 许晓红
陈德 朱国荣 宗浩

(74) 专利代理机构 江阴市同盛专利事务所(普
通合伙) 32210

代理人 孙燕波

(51) Int. Cl.
G22C 38/18(2006.01)
G22C 38/02(2006.01)
G22C 38/04(2006.01)
G22C 38/06(2006.01)
G22C 38/16(2006.01)

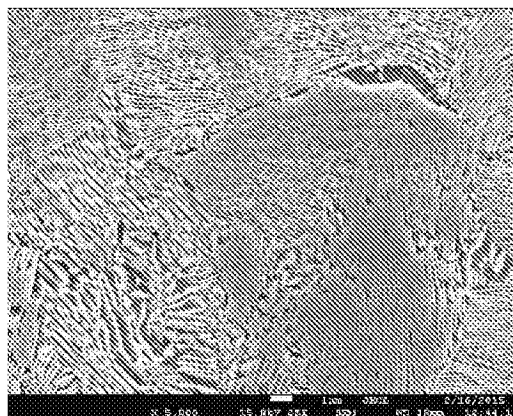
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材及制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,该钢线材的化学成分按质量百分比计为C:0.60~1.00%,Si:0.10~0.60%,Mn:0.10~0.20%,Cr:0.20~0.50%,S:≤0.01%,P:≤0.013%,Cu:≤0.05%,Ca:≤0.0010%,V≤0.005%,N:0.0010~0.0040%,并且固溶的N为0.0010%以下,Al:≤0.0030%,Mo:≤0.02%,Ni:≤0.02%,B:≤0.0005%,余量为Fe。通过优化钢线材中关键元素,获得一具备良好的力学性能、具有特定珠光体显微组织结构且成分更加简洁的钢线材,满足优异钢丝拉拔加工性能的要求。



1. 一种精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:该钢线材的化学成分按质量百分比计为C:0.60~1.00%,Si:0.10~0.60%,Mn:0.10~0.20%,Cr:0.20~0.50%,S: $\leq 0.01\%$,P: $\leq 0.013\%$,Cu: $\leq 0.05\%$,Ca: $\leq 0.0010\%$,V $\leq 0.005\%$,N:0.0010~0.0040%,并且固溶的N为0.0010%以下,Al: $\leq 0.0030\%$,Mo: $\leq 0.02\%$,Ni: $\leq 0.02\%$,B: $\leq 0.0005\%$,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

2. 根据权利要求1所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:钢线材成分中还包含Ti:0.0015%以下,但不包含0的情况。

3. 根据权利要求1所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:钢线材成分中还包含O:0.0025%以下,但不包含0的情况。

4. 根据权利要求1所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:钢线材成分中Mn+Cr的含量为0.30~0.60%。

5. 根据权利要求1所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:钢线材成分中C:0.65~0.75%,线材具有抗拉强度1000~1100Mpa,面缩 $\geq 45\%$;C:0.75~0.85%范围,线材具有抗拉强度1100~1200Mpa,面缩 $\geq 40\%$ 。

6. 根据权利要求1所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:钢线材的金相组织中,珠光体含量 $\geq 98\%$,非珠光体的面积率与表观片层间距为500nm以上的粗片状珠光体的面积率之和 $\leq 10\%$ 。

7. 根据权利要求1或5或6所述的精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:从原材料线材至少需要一次中间热处理,可拉拔至0.06~0.56mm直径的精细钢丝。

8. 一种制造上述权利要求1至6所述精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材,其特征在于:冶炼符合钢线材化学成分的钢水,锻造连铸坯,将连铸坯加热至1200~1260℃,保温4小时及以上出炉,高压水除鳞后进行轧制:开轧温度为1040~1100℃,轧制速度设定95~120m/s,吐丝温度控制在 900 ± 30 ℃;轧制结束后,盘条经斯太尔摩冷却线风冷,冷却开始温度为830℃~930℃,从冷却开始温度至650℃期间,冷却速率控制在15~50℃/s;从650℃至580℃期间,冷却持续时间保持在10s及以上。

9. 根据权利要求8所述精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材的制造方法,其特征在于:从冷却开始温度至650℃期间,所述冷却速率为20~40℃/s。

10. 根据权利要求8所述精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材的制造方法,其特征在于:从650℃至580℃期间,所述冷却持续时间保持在15s及以上。

一种精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材及制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于在拉拔至精细钢丝后,可用作轮胎子午帘线的高碳钢线材,尤其是改善了拉拔加工性能及拉拔工序优化的高碳钢线材及其制造方法。

背景技术

[0002] 随着世界经济的快速发展,特别是中国经济的快速发展。公路、汽车、交通等行业还在快速发展,汽车全钢载重子午胎、轻载子午胎的比例不断提高,市场前景十分良好。汽车的轻量化要求钢丝具有更高的强度。如精细钢帘线在拔丝加工及进一步生产等过程中,因拉拔变形量大、钢丝强度高,很容易发生断线,导致生产率下降以及质量低下。为此拉丝后除了要求高强度、高延展性外,还要求有良好的拉丝加工性,由此一直以来,各种为满足上述要求的高品质高碳钢线材被广泛地开发。

[0003] 申请号201180050074.0公开的拉丝工艺优异的高碳钢线材,为改善拉丝加工性能,通过添加充分的Ti含量,使N变成TiN,极力减少钢种的固溶N,并且确保规定量的固溶B,提高拉丝性能;但是,为固溶N加Ti而形成TiN等Ti化合物在钢中以脆性夹杂物存在,其硬度高,呈多边形形貌,在钢丝的拉拔及捻股过程容易产生断丝,显著影响钢丝质量和生产效率。

[0004] 申请号 201180012852.7公开的拉丝加工性和拉丝后疲劳性优异的高碳钢线材,为提高线材的拉拔性能和拉丝后的疲劳特性,添加充分的B含量,使B固溶N作为BN化合物而微细析出,但是为固溶N而添加的B形成过多的BC与Fe的化合物会在盘条中心沿珠光体晶界聚集析出,形成粗大的BC中心网状化合物,导致线材在后道的拉拔过程中脆化,使拉丝加工性恶化。

[0005] 申请号200980100006.3公开的延性优良的线材以及高强度钢线以及他们的制造方法,通过添加Mo、W中的一种或两种抑制600℃以上高温区珠光体的生长,进而抑制粗片状珠光体的形成,同时提高淬硬性抑制铁素体的生成,提高索氏体比例,但是过剩的添加这些元素则抑制整个温度区珠光体生长,使得冷却时间变长,降低生产力,同时在盘条中心析出的Mo₂C和W₂C的化合物也会降低材料的拉丝加工性。

[0006] 申请号200980100006.3公开的延性优良的线材以及高强度钢线以及他们的制造方法,通过添加Mo、W中的一种或两种抑制600℃以上高温区珠光体的生长,进而抑制粗片状珠光体的形成,同时提高淬硬性抑制铁素体的生成,提高索氏体比例,但是过剩的添加这些元素则抑制整个温度区珠光体生长,使得冷却时间变长,降低生产力,同时在盘条中心析出的Mo₂C和W₂C的化合物也会降低材料的拉丝加工性。

[0007] 综上,现有钢帘线钢材为了满足良好的拉拔性能,采用的是更加复杂的钢元素成分,不仅提高了原料成本,所添加的微量元素往往也存在其他不良影响,给线材的制造工艺也增加了难度。基于上述钢帘线的生产现状,能够生产出一种拉拔加工性能优的用于精细钢帘线,成分简单,且工艺简单、生产效率高的碳钢线材是本领域技术人员迫切需要解决的技术问题。

发明内容

[0008] 本发明目的在于提供一种拉拔精细钢帘线高碳钢线材,通过简化元素种类,优化关键元素的含量,获得一具备良好的力学性能、具有特定珠光体显微组织结构且成分更加简洁的钢线材,并且该钢线材也完全满足优异钢丝拉拔加工性能的要求。

[0009] 本发明另外提供一种制造拉拔精细钢帘线高碳钢线材的制造方法。

[0010] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为,一种精细钢帘线拉拔加工性能优秀的高碳钢线材,该钢线材的化学成分按质量百分比计为C:0.60~1.00%,Si:0.10~0.60%,Mn:0.10~0.20%,Cr:0.20~0.50%,S:≤0.01%,P:≤0.013%,Cu:≤0.05%,Ca:≤0.0010%,V≤0.005%,N:0.0010~0.0040%,并且固溶的N为0.0010%以下,Al:≤0.0030%,Mo:≤0.02%,Ni:≤0.02%,B:≤0.0005%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0011] 本发明的高碳钢线材中,根据需要钢线材成分中还包含Ti:0.0015%以下,但不包含0的情况。

[0012] 本发明的高碳钢线材中,根据需要钢线材成分中还包含O:0.0025%以下,但不包含0的情况。

[0013] 本发明的钢线材成分中降低Al、Ti及N含量,减少拉拔硬化及脆性夹杂物引起的拉拔性能影响,添加Cr元素,增加淬透性,缩小珠光体的片层间距,有利于细片状珠光体(索氏体)组织的形成比例及提高组织的均匀性,使得拉拔性能优异;另外,再减少Mn的含量,降低偏析、晶粒粗化的倾向,保证力学性能及碳当量 C_{eq} 值,根据Cr\Mn的设计范围,进一步地将Mn+Cr所需含量之和控制在0.30~0.60%。具体设计原理如下:

本发明为了改善高强度高碳钢线材的拉丝加工性能,从各种角度进行研究,其结果发现,通过添加充分量的Cr, Cr元素增加淬透性,并且细化珠光体的片层间距,有利于提高细片状珠光体(索氏体)组织的形成比例及显微组织的均匀性,从而有效提高线材的强度及塑性变形性能,有助于改善拉拔性能,并抑制微裂纹的扩展,甚至可减少拉拔道次及中间热处理过程。为了使上述效果充分的发挥,实践证明,Cr含量高于0.20%, (优选为0.25%以上,更优选为0.30%以上),从而明显改善钢材的塑性指标,显著改善拉丝加工性能,实现大的拉拔变形,节省中间热处理,提高生产效率、节约能源消耗,并提升了拉拔钢丝的最终强度;若Cr含量过剩,则易生产未溶解的渗碳体相,使相变结束时间延长,易在热轧线材或拉拔钢丝中产生屈氏体、马氏体或贝氏体等过冷组织,强度过高,塑性变差,显著影响钢材的拉拔加工性,因此本发明使其上限规定为0.50%(优选为0.45%以下,更优选为0.40%以下)。

[0014] Mn作为脱氧剂作用的元素,通过固溶强化提高钢材的强度,此外Mn将钢中的S以MnS形式固定,防止热脆化的效果。为了发挥此效果,Mn需要控制在0.10%以上(优选为0.15%以上);另一方面Mn是容易偏析元素,特别是线材的中心偏析,对拉拔加工性有不利影响,其次Mn元素促进晶粒长大的作用,对钢的过热敏感,且本钢中的细化晶粒元素含量低;Mn含量过高,引起线材的抗拉强度升高,塑性指标下降,为了获得优良的显微组织、力学性能及拉拔加工性能,由此本发明使其Mn含量为0.20%以下;

根据以上Cr\Mn的设计范围,为获得满足客户及使用要求的最佳力学性能强度及碳当量 C_{eq} 值, Mn+Cr含量需要控制在0.30%以上,Mn+Cr含量需要控制在0.60%以下(优选为0.55%以下)。

[0015] B: $\leq 0.0005\%$

B有抑制铁素体析出的效果,提高淬透性;因钢中的Al、Ti元素含量低,B与O、N亲和力强,易形成BN,于晶界析出,不仅在拉丝过程中容易发生断线,而且在最终拉丝的线材的韧性/延展性显著劣化。由此本发明使其上限为0.0005%(优选为0.0004%以下,更优选为0.0003%以下)。

[0016] N: 0.0010~0.0040%

N在固溶状态下在拉丝过程中会引起脆化,使得拉丝性能劣化,因此需要利用Ti、Al等以氮化物等形式析出,使得固溶N含量在0.0010%以下。若N含量过剩,则需增加Ti、Al、B等进行固化,形成氮化物脆性夹杂物,对拉拔加工性不利,容易因脆性夹杂物导致拉拔断丝;因此使其上限为0.0040%(优选为0.0035%以下,更优选为0.0030%以下);另一方面,为了使N含量低于0.0010%,从制造成本出发无法实现,因此其下限为0.0010%以上(优选为0.0015%)。

[0017] Al: $\leq 0.0030\%$

Al:作为脱氧有效元素,通过与N结合形成的AlN可有效地防止奥氏体晶粒粗化,起到防止晶粒长大的作用。可变形的氧化物夹杂的控制对钢帘线钢的拉拔加工性能及钢丝品质非常关键,Al含量过高,易形成的Al₂O₃尖晶石类、AlN类属于硬脆的夹杂物,呈多边形、球形特征,在钢丝的拉拔及捻股过程容易产生断丝,从而使得拉拔加工性能劣化,并显著影响钢丝质量和生产效率。由此本发明使其上限为0.0030%(优选为0.0025%以下,更优选为0.0015%以下)。

[0018] Ti: $\leq 0.0015\%$

Ti:属于较强的固N元素,Ti/N的化学计量比为3.42,通过与N结合形成的TiN可有效地防止奥氏体晶粒粗化,起到细化晶粒的作用,但形成的TiN、Ti(CN)在钢中属于硬脆的夹杂物,硬度高、呈浅黄色到紫玫瑰色、多边形特征棱角锋利,不变形,研究表明,尺寸超过5 μm 的Ti夹杂物,在钢丝的拉拔及捻股过程极容易引起断丝,从而使得拉拔加工性能劣化,并显著影响生产效率和钢丝的疲劳寿命。由此本发明严格规定其上限为0.0015%(优选为0.0010%以下,更优选为0.0005%以下);

本发明的高碳钢线材中,其它化学成分组成也需要适当的调整,包括上述C, Si, P, S, O等在内,其它化学成分组成的各成分(元素)的范围限定理由如下:

C: 0.60~1.00%

C是钢中经济有效的强化元素,通过固溶强化和析出强化可明显提高钢的强度,随着C含量的增加,拉丝时的加工硬化量、拉丝后的强度增大。若C含量低于0.6%,则得到拉丝加工硬度优异的珠光体组织困难。因此C含量为0.60%以上,(优选为0.65%以上,更优选为0.70%以上)。另一方面,若C含量过高,则在奥氏体晶界生成网状初析渗碳体的趋势会越来越高,不仅在拉丝过程中容易发生断线,而且在最终拉丝的线材的韧性/延展性显著劣化。由此C含量为1.0%以下(优选为0.95%以下)。

[0019] Si: 0.10~0.60%

Si是本钢中的脱氧元素,并以固溶强化形式存在于珠光体组织中的铁素体相,发挥着提高钢热处理后强度的作用。当Si含量少而低于0.10%时,脱氧效果和强度提高效果不充分,因此下限为0.10%(优选为0.15%以上),另一方面,Si的含量过高,则使得所述珠光体中的铁素体相的延展性降低,使得拉丝后的延展性降低,由此将其上限规定为0.60%(优选为

0.50%以下,更优选为0.40%以下)。

[0020] S: $\leq 0.010\%$ (不含O)

S是不可避免的杂质,易形成MnS系夹杂等缺陷,而使拉拔加工性能劣化。由此本发明使其上限为0.010%(优选为0.009%以下,更优选为0.008%以下)。

[0021] P: $\leq 0.013\%$ (不含O)

P是不可避免的杂质,易形成偏析、夹杂等缺陷,特别是使得铁素体固溶强化,因此对拉拔加工性能的劣化影响大。由此本发明使其上限为0.013%(优选为0.0010%以下)。

[0022] O: 0.0008~0.0030%

O在钢中主要以Al₂O₃、MnO、CaO、SiO₂等氧化物夹杂物形式存在,为了得到塑性区的MnO-Al₂O₃-SiO₂复合低熔点可变形夹杂物,应使用Si-Mn合金进行脱氧,而不使用铝或含铝较高的合金进行脱氧;经过大量研究,钢中的氧化物夹杂物尺寸、数量,显著劣化钢丝的拉拔加工性能,因此规定使其上限为0.0030%(优选为0.0025%以下,更优选为0.0020%以下)。另一方面,采用Si-Mn合金脱氧,难以使得O含量低于0.0008%,从制造实际出发无法实现,因此其下限为0.0008%以上(优选为0.0010%)。

[0023] 力学性能满足:钢线材成分中C:0.65~0.75%,线材具有抗拉强度1000~1100Mpa,面缩 $\geq 45\%$;C:0.75~0.85%范围,线材具有抗拉强度1100~1200Mpa,面缩 $\geq 40\%$ 。

[0024] 本发明所得钢线材的金相组织中,珠光体含量 $\geq 98\%$,剩余部分为非珠光体,包含贝氏体、先共析铁素体、渗碳体等;非珠光体的面积率与表观片层间距为500nm以上的粗片状珠光体的面积率之和 $\leq 10\%$ 。

[0025] 本发明的高碳钢线材具有优异的显微组织结构,珠光体含量在98%以上珠光体的片层间距更窄,以及力学性能指标,减少了中间热处理及拉拔道次,从原材料线材只需要至少一次中间热处理,即可拉拔至0.06~0.56mm直径的精细钢丝。

[0026] 本发明另提供一种制造上述精细钢帘线拉拔加工性能优的高碳钢线材的方法,流程主要包括:

冶炼符合钢线材化学成分的钢水,锻造连铸坯,炼钢采用高性能精炼合成渣,保证了夹杂物具有良好的可变形性。钢包保持超长时间的夹杂物去除过程,使非金属夹杂物充分上浮,保证了帘线钢的高纯净性。选择专用的精炼渣和中间包保护渣更好地吸附夹杂物。连铸采用小方坯,优选的采用大方坯连铸,通过大方坯开坯,解决了表面质量问题,均质化问题,夹杂物数量得到有效控制。采用先进的末端电磁搅拌、连铸轻压下先进装备程序,降低材料的偏析。

[0027] 轧制前将连铸坯加热至1200~1260℃,保温4小时及以上出炉,通过充分提高加热温度,能够让Cr、C等合金元素充分而均匀溶解在奥氏体相中,为后续冷却过程中均匀析出,有效地控制细化显微组织珠光体片层间距及均匀性做准备,优选的加热温度为1200℃以上,更优选1220℃以上,此外,加热温度过高,奥氏体相有粗化过热的趋势,因此加热温度优选为1260℃以下。

[0028] 高压水除磷后进行轧制:开轧温度为1040~1100℃,轧制速度设定95~120m/s,吐丝温度控制在900 \pm 30℃;轧制结束后,盘条经斯太尔摩冷却线风冷,冷却开始温度为830℃~930℃,该冷却开始温度能够保证钢在奥氏体相区,温度过高容易产生过热粗化显微组织;因Cr元素增加奥氏体的稳定性,从冷却开始温度至650℃,冷却速率在15℃/s以上(优选

为20℃/s以上),因线材在冷却辊道无法实现均衡的冷却,冷却速率在50℃/s以下(优选为40℃/s以下);从650℃至580℃期间,冷却持续时间保持在10s以上(优选15s以上,更优选为20s以上),能够更好地发挥Cr元素的作用机理,更好地实现细片状珠光体的转变及组织的均匀性,获得优良的力学性能指标。

[0029] 本发明的高碳钢线材具有优异的显微组织结构,珠光体含量在98%以上珠光体的片层间距更窄,以及力学性能指标,减少了中间热处理及拉拔道次,从原材料线材只需要至少一次中间热处理,即可拉拔至0.06~0.56mm直径的精细钢丝。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例1钢线材显微组织及珠光体片间距图;

图2为本发明实施例2钢线材显微组织及珠光体片间距图;

图3为本发明实施例2钢线材显微组织及珠光体片间距图。

具体实施方式

[0031] 以下结合实施例对本发明作进一步详细描述。

[0032] 实施例1

熔炼100吨下述所示化学成分组成的钢,进行连续铸造,制作截面尺寸200mm×200mm的连铸坯,所得连铸坯的化学成分按照质量百分比计包括:C:0.82%,Si:0.19%,Mn:0.18%,S≤0.006%,P≤0.008%,Cr:0.35%,As:0.003%,Al:0.0007%,Nb:0.001%,V:0.002%,Ni:0.01%,Ti:0.0004%,Cu:0.01%,Ca:≤0.0004%,N:≤0.00206%,Mo:0.01%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0033] 把连铸坯加热至1200℃以上,炉内残氧量控制在5%以下,保温4小时出炉,高压水除磷后进行轧制:开轧温度为1040~1100℃,轧制过程分39道次轧制,轧制速度设定105m/s,吐丝温度控制在900±30℃;轧制结束后,盘条经斯太尔摩冷却线风冷,为实现冷却辊道上均衡的冷却速率,需根据季节环境温度,调整冷却线上1-7号风机风量,环境温度8℃,辊道速度0.85m/s开始,设定1-7号风机开启度:1号:85%,2号:80%,3号:80%,4号:85%,5号:30%,6号:20%,7号:0%;盘条经上述风冷辊道后,形成均匀的索氏体组织,索氏体含量98%。盘条下线后试样经时效处理,检测盘条的力学性能和组织,盘条的力学性能指标如下:抗拉强度1140~1180Mpa,面缩:42~45%;盘条的金相组织为图1所示的均匀的索氏体组织,索氏体比例98%以上。

[0034]

实施例2

熔炼150吨下述所示化学成分组成的钢,进行连续铸造,制作截面尺寸200mm×200mm的连铸坯,所得连铸坯的化学成分按照质量百分比计包括:C:0.81%,Si:0.18%,Mn:0.18%,S≤0.009%,P≤0.009%,Cr:0.35%,As:0.003%,Al:0.0007%,Nb:0.001%,V:0.002%,Ni:0.01%,Ti:0.0004%,Cu:0.01%,Ca:≤0.0004%,N:≤0.00207%,Mo:0.01%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0035] 把连铸坯加热至1200℃以上,炉内残氧量控制在6%以下,保温4小时出炉,高压水除磷后进行轧制:开轧温度为1040~1100℃,轧制过程分39道次轧制,轧制速度设定100m/

s,吐丝温度控制在 $900 \pm 30^{\circ}\text{C}$;轧制结束后,盘条经斯太尔摩冷却线风冷,为实现冷却辊道上均衡的冷却速率,需根据季节环境温度,调整冷却线上1-7号风机风量,环境温度 15°C ,辊道速度 0.85m/s 开始,设定1-7号风机开启度:1号:85%,2号:80%,3号:80%,4号:85%,5号:20%,6号:15%,7号:0%;盘条经上述风冷辊道后,形成均匀的索氏体组织,索氏体含量98%以上。盘条下线后试样经时效处理,检测盘条的力学性能和组织,盘条的力学性能指标如下:抗拉强度 $1170 \sim 1200\text{Mpa}$,面缩:44~48%;盘条的金相组织为图2所示的均匀的索氏体组织,索氏体比例98%以上。

[0036]

实施例3

熔炼100吨下述所示化学成分组成的钢,进行连续铸造,制作截面尺寸 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 的连铸坯,所得连铸坯的化学成分按照质量百分比计包括:C:0.82%,Si:0.21%,Mn:0.19%,S $\leq 0.004\%$,P $\leq 0.008\%$,Cr:0.34%,As:0.003%,Al:0.0008%,Nb:0.001%,V:0.002%,Ni:0.01%,Ti:0.0003%,Cu:0.01%,Ca: $\leq 0.0004\%$,N: $\leq 0.00207\%$,Mo:0.01%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0037] 把连铸坯加热至 1200°C 以上,炉内残氧量控制在6%以下,保温4小时出炉,高压水除磷后进行轧制:开轧温度为 $1040 \sim 1100^{\circ}\text{C}$,轧制过程分39道次轧制,轧制速度设定 110m/s ,吐丝温度控制在 $900 \pm 30^{\circ}\text{C}$;轧制结束后,盘条经斯太尔摩冷却线风冷,为实现冷却辊道上均衡的冷却速率,需根据季节环境温度,调整冷却线上1-7号风机风量,环境温度 36°C ,辊道速度 0.85m/s 开始,设定1-7号风机开启度:1号:95%,2号:90%,3号:95%,4号:95%,5号:45%,6号:20%,7号:10%;盘条经上述风冷辊道后,形成均匀的索氏体组织,索氏体含量98%以上。盘条下线后试样经时效处理,检测盘条的力学性能和组织,盘条的力学性能指标如下:抗拉强度 $1140 \sim 1170\text{Mpa}$,面缩:46~50%;盘条的金相组织为图3所示的均匀的索氏体组织,索氏体比例98%以上。

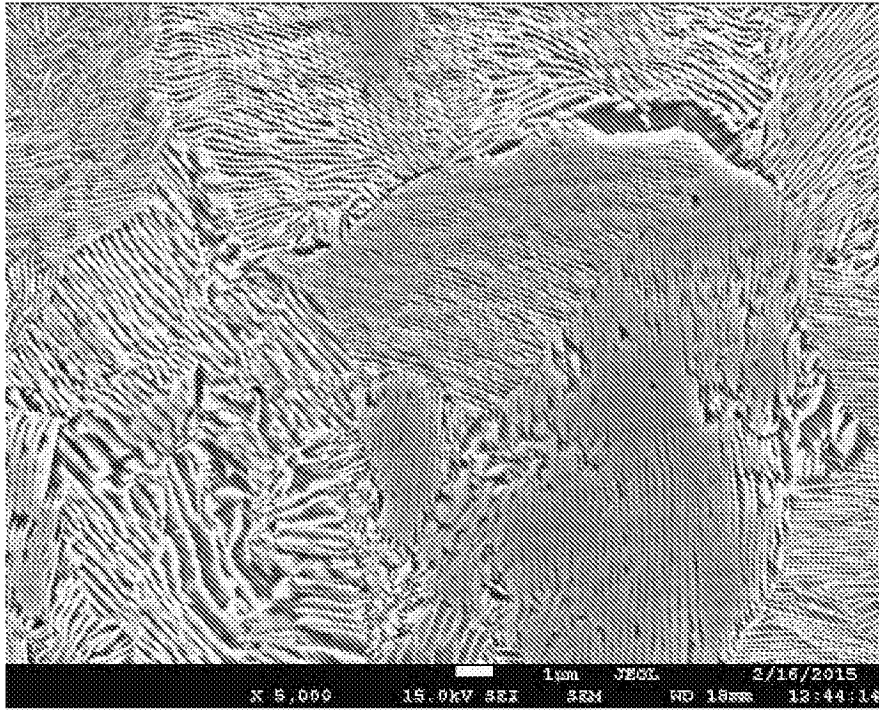


图1

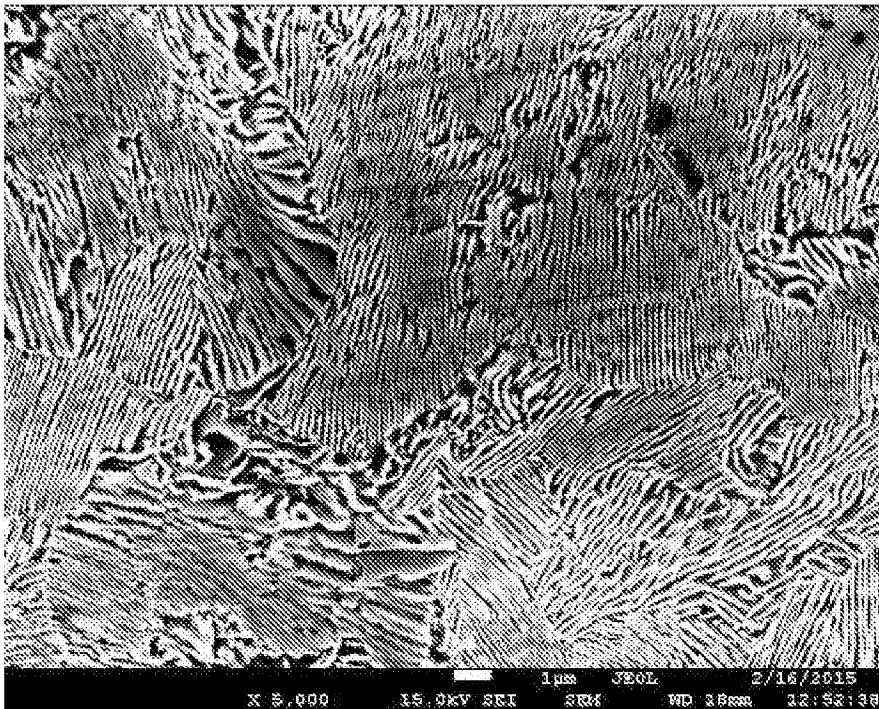


图2

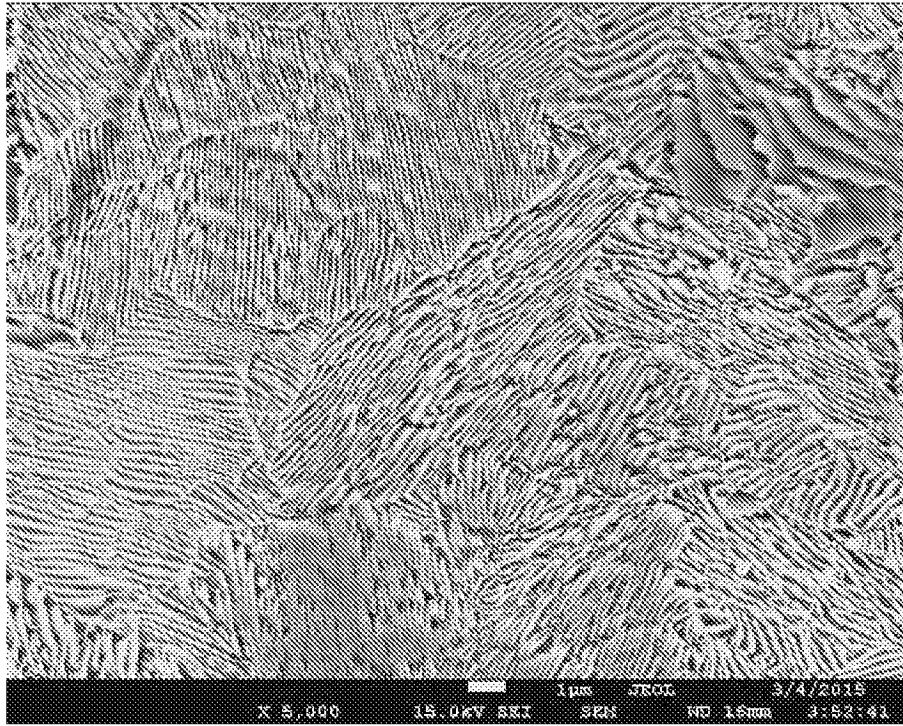


图3