



(21) 申请号 202410659919.5

(22) 申请日 2024.05.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118237397 A

(43) 申请公布日 2024.06.25

(73) 专利权人 江苏联峰能源装备有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市南丰
镇永联村江苏联峰能源装备有限公司

(72) 发明人 轩康乐 俞杰 吴金山 刘栋林
黄笑笑

(74) 专利代理机构 苏州如果专利代理有限公司

32751

专利代理师 朱亚南

(51) Int. Cl.

B21B 1/18 (2006.01)

B21B 1/46 (2006.01)

B21B 37/74 (2006.01)

B22D 11/14 (2006.01)

C22C 38/18 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104043660 A, 2014.09.17

CN 105543678 A, 2016.05.04

审查员 俞舟燕

(54) 发明名称

一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺

(57) 摘要

本发明涉及冶金技术领域,尤其涉及一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,生产工艺包括轧制步骤和冷却步骤,所述轧制步骤中圆钢至少经过6道交互设置的轧机轧制,所述冷却步骤至少包括圆钢在最后一道轧制前的一道穿水冷却,使得圆钢在进入最后一道轧制前的表面温度为600-700℃,圆钢在经过末道轧制时实现内部部分区域在两相区轧制,还包括轧制后的至少三段穿水冷却,本发明提供的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,通过控轧控冷工艺,在不添加微合金析出强化元素的情况下实现大规格圆钢内外部力学性能的均匀分布,降低了热轧圆钢的生产成本。



1. 一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述热轧圆钢的成分及质量百分含量为:C:0.28~0.30%、Si:1.27~1.35%、Mn:1.25~1.36%、P ≤0.015%、S:0~0.005%、Cr:0.15~0.2%、H:≤1.5ppm、O:≤40ppm、N:≤100ppm,余量为Fe及不可避免的杂质;

所述生产工艺包括轧制步骤和冷却步骤,所述轧制步骤中圆钢至少经过6道交互设置的轧机轧制,所述冷却步骤至少包括圆钢在最后一道轧制前的一道穿水冷却,圆钢在经过所述穿水冷却后表面温度骤降,使得圆钢在进入最后一道轧制前的表面温度为600-700℃,圆钢在经过最后一道轧制时实现内部部分区域在两相区轧制,使圆钢心部充分变形,还包括轧制后的至少三段穿水冷却。

2. 根据权利要求1所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述冷却步骤中,圆钢在最后一道轧制前的一道穿水冷却采用强冷,轧制后的圆钢经过四段强弱交替的穿水冷却。

3. 根据权利要求1所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述轧制步骤中,控制钢材进入轧制步骤时的温度在810-850℃,控制轧制速度≤0.5m/s。

4. 根据权利要求1所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,还包括所述轧制步骤前的加热步骤,所述加热步骤中,预热段温度<900℃,目标860℃,时间>1.0h;加热I段温度900-1100℃,目标温度1000℃,时间≥1.0h;加热II段温度1180-1260℃,目标温度1230℃,时间≥2h;均热段温度1200-1260℃,目标温度1240℃,时间≥3h,总加热时间≥6.0h。

5. 根据权利要求4所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,还包括加热步骤前的冶炼步骤,所述冶炼步骤包括以此进行的电炉冶炼、LF精炼、VD真空处理,冶炼步骤后还包括连铸步骤。

6. 根据权利要求5所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述LF精炼步骤中,造白渣时间≥20min,冶炼时间≥35min;辅料使用100-140kg碳化硅。

7. 根据权利要求5所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述VD真空处理步骤中,VD高真空度≤67Pa,高真空保持时间≥10min,软吹时间≥15min;真空结束后进行喂线,喂线顺序:铝线-硅钙线;其中硅钙线的长度为55-90m。

8. 根据权利要求5所述的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,其特征在于,所述连铸步骤中,结晶与凝固阶段时,采用电磁搅拌,电磁搅拌的位置及参数为:结晶器电磁搅拌:260A/2Hz,铸流电磁搅拌:150A/8Hz,末端电磁搅拌:1200A/8Hz,连铸拉速为0.39m/min。

一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,尤其涉及一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺。

背景技术

[0002] 应用于矿井液压支架常见钢种为27SiMn,传统的制造工艺对圆钢进行整体调质处理,使其具备较高的强韧匹配。传统的调质工艺不但成本较高,生产效率较低,还对环境带来巨大污染。目前非调质钢替代是机械行业发展的方向,然而一般非调质钢往往采用析出强化相实现钢材的高强韧性,大量微合金元素的应用是不可避免的,成本减低有限;申请号为CN202010795993.1的中国专利提出了一种细晶粒高碳钢及其轧制生产方法,该专利提出了通过控制加热温度、变形程度和冷切速度结合的方式,即通过控轧控冷达到细化晶粒的效果,然而该专利中终轧的温度在800℃以上,行业内对于终轧温度也都控制在800℃以上,对于大规格的圆钢芯部的改善效果有限。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提出一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,以解决现有的非调质钢需要用到大量微合金元素,成本减低有限,以及现有的控轧控冷的方式对圆钢芯部的改善效果有限的问题。

[0004] 基于上述目的,本发明提出了一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,热轧圆钢的成分及质量百分含量为:C:0.28~0.30%、Si:1.27~1.35%、Mn:1.25~1.36%、P ≤ 0.015%、S:0~0.005%、Cr:0.15~0.2%、H: ≤ 1.5ppm、O: ≤ 40ppm、N: ≤ 100ppm,余量为Fe及不可避免的杂质;

[0005] 生产工艺包括轧制步骤和冷却步骤,所述轧制步骤中圆钢至少经过6道交互设置的轧机轧制,所述冷却步骤至少包括圆钢在最后一道轧制前的一道穿水冷却,圆钢在经过所述穿水冷却后表面温度骤降,使得圆钢在进入最后一道轧制前的表面温度为600-700℃,圆钢在经过最后一道轧制时实现内部部分区域在两相区轧制,使圆钢心部充分变形,还包括轧制后的至少三段穿水冷却。

[0006] 可选的,所述冷却步骤中,圆钢在末道轧制前的一道穿水冷却采用强冷,轧制后的圆钢经过四段强弱交替的穿水冷却。

[0007] 可选的,所述轧制步骤中,控制钢材进入轧制步骤时的温度在810-850℃,控制轧制速度 ≤ 0.5m/s。

[0008] 可选的,还包括所述轧制步骤前的加热步骤,所述加热步骤中,预热段温度 < 900℃,目标860℃,时间 > 1.0h;加热I段温度900-1100℃,目标温度1000℃,时间 ≥ 1.0h;加热II段温度1180-1260℃,目标温度1230℃,时间 ≥ 2h;均热段温度1200-1260℃,目标温度1240℃,时间 ≥ 3h,总加热时间 ≥ 6.0h。

[0009] 可选的,还包括加热步骤前的冶炼步骤,所述冶炼步骤包括以此进行的电炉冶炼、LF精炼、VD真空处理,冶炼步骤后还包括连铸步骤。

[0010] 可选的,所述LF精炼步骤中,造白渣时间 $\geq 20\text{min}$,冶炼时间 $\geq 35\text{min}$;辅料使用100-140kg碳化硅。

[0011] 可选的,所述VD真空处理步骤中,VD高真空度 $\leq 67\text{Pa}$,高真空保持时间 $\geq 10\text{min}$,软吹时间 $\geq 15\text{min}$;真空结束后进行喂线,喂线顺序:铝线-硅钙线;其中硅钙线的长度为55-90m。

[0012] 可选的,所述连铸步骤中,采用电磁搅拌,电磁搅拌的位置及参数为:结晶器电磁搅拌:260A/2Hz,铸流电磁搅拌:150A/8Hz,末端电磁搅拌:1200A/8Hz,连铸拉速为0.39m/min。

[0013] 本发明的有益效果:本发明提供的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,通过在末轧前使圆钢经过一道穿水冷却,使圆钢表面温度骤降,使得圆钢在经过末道轧制时实现内部部分区域在两相区轧制,圆钢的表面温度降低,在进行末道轧制时可使圆钢心部充分变形,储存较高形变能,在后续穿水过程中,创造高过冷度、高形变能条件促进形核,进一步细化圆钢内部组织,使圆钢内部具有较好强韧性配比;

[0014] 本发明提供的用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,通过控轧控冷工艺,在不添加微合金析出强化元素的情况下实现大规格圆钢内外部力学性能的均匀分布,降低了热轧圆钢的生产成本。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明,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的附图。

[0016] 图1为反应本发明的生产工艺生产的用于液压支架热轧圆钢皮下的晶粒度的图片;

[0017] 图2为反应本发明的生产工艺生产的用于液压支架热轧圆钢皮下1/3R的晶粒度的图片;

[0018] 图3为反应本发明的生产工艺生产的用于液压支架热轧圆钢皮下1/2R的晶粒度的图片;

[0019] 图4为反应本发明的生产工艺生产的用于液压支架热轧圆钢中心的晶粒度的图片;

[0020] 图5为反应对比比例生产的圆钢皮下的晶粒度的图片;

[0021] 图6为反应对比比例生产的圆钢皮下1/3R的晶粒度的图片;

[0022] 图7为反应对比比例生产的圆钢皮下1/2R的晶粒度的图片;

[0023] 图8为反应对比比例生产的圆钢中心的晶粒度的图片。

具体实施方式

[0024] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,对本发明进一步详细说明。

实施例1

[0025] 一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,包括如下步骤:

[0026] 冶炼步骤:采用电炉冶炼,然后进LF精炼炉进行精炼,精炼完后进VD真空处理,LF精炼阶段的工艺要求为:加入600kg石灰造白渣,并加入200kg促净剂,造白渣时间22min,冶炼时间37min,辅料用量:碳化硅100kg。控制目标碳含量 $0.16\% \geq C \geq 0.06\%$,终点温度 $\geq 1610^{\circ}\text{C}$;

[0027] VD真空处理的工艺要求为:VD高真空度65Pa,高真空保持时间13min,软吹时间15min;真空结束后进行喂线,喂线顺序:铝线-硅钙线;其中硅钙线的长度为55m;

[0028] 连铸步骤:冷却阶段时,一冷水为水管冷却,水流量4500L/min,二冷水为水雾冷却,其中一区为25L/min,二区为48L/min;结晶与凝固阶段时,采用电磁搅拌,电磁搅拌的位置及参数为:结晶器电磁搅拌:260A/2Hz,铸流电磁搅拌:150A/8Hz,末端电磁搅拌:1200A/8Hz,连铸拉速为0.39m/min。

[0029] 加热步骤:对连铸坯进行四段加热,预热段温度 890°C ,时间1.5h;加热I段温度 920°C ,时间1.5h;加热II段温度 1250°C ,时间3h、均热段温度 1260°C ,时间3h;

[0030] 轧制步骤:加热后的连铸坯经开坯机后得到规格为 $305\text{mm} \times 315\text{mm}$ 的中间坯,中间坯经液压剪切头尾,通过控冷设备,控制进连轧温度 840°C ,通过6台交互设置的轧机进行轧制,得到 $\phi 160\text{mm}$ 的圆钢,6台交互设置的轧机的具体布置依次为:横轧机-竖轧机-横轧机-竖轧机-横轧机-横轧机,轧速为0.5m/s,在最后一道轧制前设置一段穿水冷却,通过该道穿水冷却后,圆钢的温度为 680°C ,冷却后的圆钢再经过最后一道横轧机进行轧制,在末道轧制后设置4段穿水冷却,经过4段穿水冷却后,圆钢的表面温度为 600°C ,5段穿水冷却的水流量参数如表1所示;

[0031] 表1

	1#	2#	3#	4#	5#
[0032]	进水流量(m^3/h)	进水流量(m^3/h)	进水流量(m^3/h)	进水流量(m^3/h)	进水流量(m^3/h)
	225	210	220	215	180

[0033] 圆钢冷却:圆钢到冷床上进行收集空冷,最后进行坑冷;

[0034] 圆钢成品制备:对冷却后的圆钢进行矫直,然后进行去应力退火,精整后得到圆钢成品,对圆钢成品进行探伤检测,检测合格的圆钢成品入库。

实施例2

[0035] 一种用于液压支架热轧圆钢的生产工艺,包括如下步骤:

[0036] 冶炼步骤:采用电炉冶炼,然后进LF精炼炉进行精炼,精炼完后进VD真空处理,LF精炼阶段的工艺要求为:加入600kg石灰造白渣,并加入200kg促净剂,造白渣时间25min,冶炼时间40min,辅料用量:碳化硅100kg。控制目标碳含量 $0.16\% \geq C \geq 0.06\%$,终点温度 $\geq 1610^{\circ}\text{C}$;

[0037] VD真空处理的工艺要求为:VD高真空度65Pa,高真空保持时间13min,软吹时间15min;真空结束后进行喂线,喂线顺序:铝线-硅钙线;其中硅钙线的长度为55m;

[0038] 连铸步骤:冷却阶段时,一冷水为水管冷却,水流量4500L/min,二冷水为水雾冷却,其中一区为25L/min,二区为48L/min;结晶与凝固阶段时,采用电磁搅拌,电磁搅拌的位置及参数为:结晶器电磁搅拌:260A/2Hz,铸流电磁搅拌:150A/8Hz,末端电磁搅拌:1200A/8Hz,连铸拉速为0.39m/min。

[0039] 加热步骤:对连铸坯进行四段加热,预热段温度880℃,时间2h;加热I段温度1060℃,时间1.5h;加热II段温度1200℃,时间3h、均热段温度1260℃,时间3h;

[0040] 轧制步骤:加热后的连铸坯经开坯机后得到规格为305mm×315mm的中间坯,中间坯经液压剪切头尾,通过控冷设备,控制进连轧温度810℃,通过6台交互设置的轧机进行轧制,得到φ160mm的圆钢,6台交互设置的轧机的具体布置依次为:横轧机-竖轧机-横轧机-竖轧机-横轧机-横轧机,轧速为0.5m/s,在最后一道轧制前设置一段穿水冷却,通过该道穿水冷却后,圆钢的温度为620℃,冷却后的圆钢再经过最后一道横轧机进行轧制,在末道轧制后设置4段穿水冷却,经过4段穿水冷却后,圆钢的表面温度为580℃,5段穿水冷却的水流量参数如表2所示;

[0041] 表2

	1#	2#	3#	4#	5#
[0042]	进水流量(m ³ /h)	进水流量(m ³ /h)	进水流量(m ³ /h)	进水流量(m ³ /h)	进水流量(m ³ /h)
	250	190	200	210	150

[0043] 圆钢冷却:圆钢到冷床上进行收集空冷,最后进行坑冷;

[0044] 圆钢成品制备:对冷却后的圆钢进行矫直,然后进行去应力退火,精整后得到圆钢成品,对圆钢成品进行探伤检测,检测合格的圆钢成品入库。

实施例3

[0045] 一种用于液压支架热轧圆钢,其成分及质量百分含量为:C:0.28%、Si:1.33%、Mn:1.36%、P:0.013%、S:0.003%、Cr:0.17%、H:1.0ppm、O:20ppm、N:50ppm,其他为Fe及不可避免的杂质。

实施例4

[0046] 一种用于液压支架热轧圆钢,其成分及质量百分含量为:C:0.29%、Si:1.33%、Mn:1.31%、P:0.010%、S:0.001%、Cr:0.166%、H:1.1ppm、O:12ppm、N:40ppm,其他为Fe及不可避免的杂质。

实施例5

[0047] 一种用于液压支架热轧圆钢,其成分及质量百分含量为:C:0.288%、Si:1.33%、Mn:1.33%、P:0.008%、S:0.002%、Cr:0.17%、H:1.1ppm、O:10ppm、N:31ppm,其他为Fe及不可避免的杂质。

[0048] 对比例

[0049] 一种27SiMn热处理工艺,包括如下步骤:

[0050] 圆钢加热:将圆钢放至加热炉中加热1.5h,加热至950℃;

[0051] 保温:将加热后的27SiMn圆钢保持在高温下一段时间,使其内部组织发生相变。保温时间一般为1小时;

[0052] 冷却:将27SiMn圆钢从高温中取出,通过水淬进行快速冷却。

[0053] 对通过本发明提出的生产工艺生产的圆钢与采用对比例中的生产工艺生产的圆钢进行力学性能检测,如表3所示:

[0054] 表3 本发明与对比例的力学性能检测结果

[0055]

编号	取样位置	抗拉强度\MPa	屈服强度\MPa	断后伸长率\%	断面收缩率\%	夏比V型冲击实验均值 (常温)
对比例	皮下 1/3R	817	539	21.5	64	(39.1/31.6/38.2)平均36.3
实施例3	皮下 1/3R	817	606	21	61	(59.1/51.6/58.2)平均56.3
实施例4	皮下 1/3R	812	583	23	61	(59.4/51/57.8)平均56.1
实施例5	皮下 1/3R	820	593	22	62	(58.8/51.3/58.5)平均56.2
对比例	1/2R	730	438	26	65	(30.1/29.6/36.2)平均31.9
实施例3	1/2R	771	550	22.5	54	(50.1/49.6/56.2)平均52
实施例4	1/2R	792	584	21.5	51	(50.5/49.8/56.5)平均52.3
实施例5	1/2R	788	578	21	52	(50.3/49.8/56.1)平均52.1

[0056] 以上力学性能的测试数据,采用GB/T228.1-2010《金属材料 拉伸试验》、GB/T229-2010《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》的标准和方法测得。

[0057] 由上表可知,采用本发明提出的生产工艺生产的圆钢,强度更高,韧性更佳;

[0058] 对采用本发明提出的生产工艺生产的圆钢以及对比例生产的圆钢的金相组织进行检测,分别对两者的皮下、皮下1/3R处、皮下1/2R处以及中心位置进行检测,图1-图4为由本发明提出的生产工艺生产的圆钢的检测结果,图5-图8为对比例的检测结果,得到表4的晶粒度的对比结果,晶粒度按GB/T6394-2017《金属平均晶粒度测定方法》测定

[0059] 表4 本发明与对比例的晶粒度检测结果

[0060]

编号	位置			
	皮下	皮下1/3R	1/2R	中心
对比例	5	6	6	6.5~4.0
本工艺	11	9.5	7.5	7.5

[0061] 经对比可知,采用本发明提出的生产工艺生产的圆钢的晶粒度更细。

[0062] 所属领域的普通技术人员应当理解:以上任何实施例的讨论仅为示例性的,并非旨在暗示本发明的范围(包括权利要求)被限于这些例子;在本发明的思路下,以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合,步骤可以以任意顺序实现,并存在如上的本发明的不同方面的许多其它变化,为了简明它们没有在细节中提供。

[0063] 本发明旨在涵盖落入所附权利要求的宽泛范围之内的所有这样的替换、修改和变型。因此,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何省略、修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



图 1



图 2



图 3

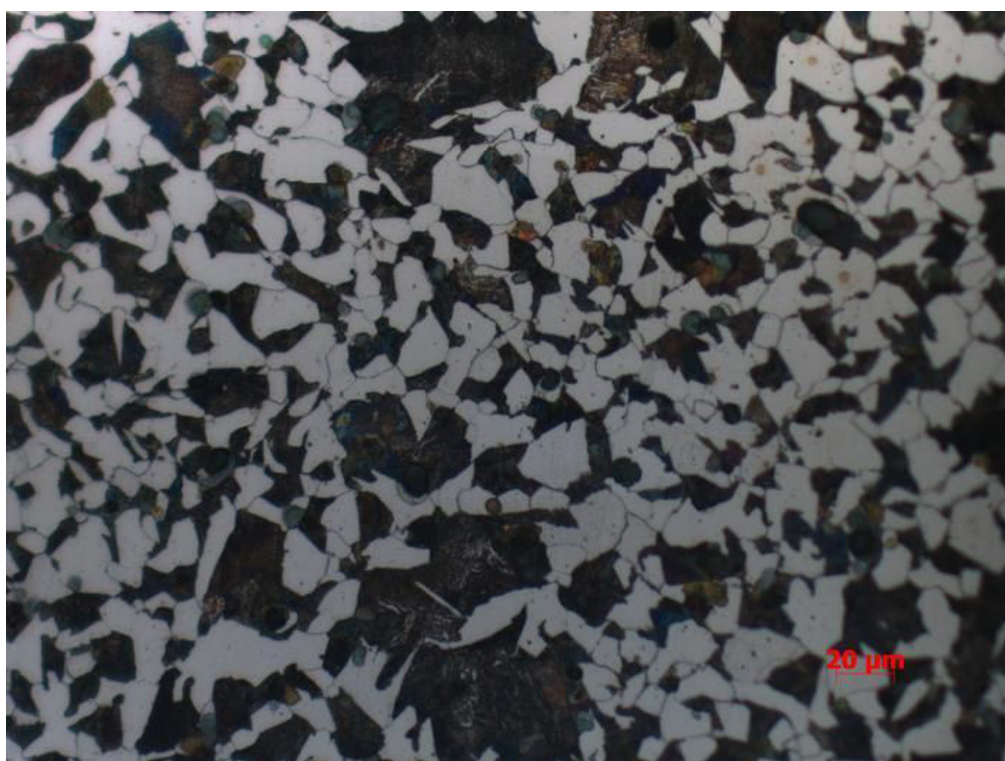


图 4

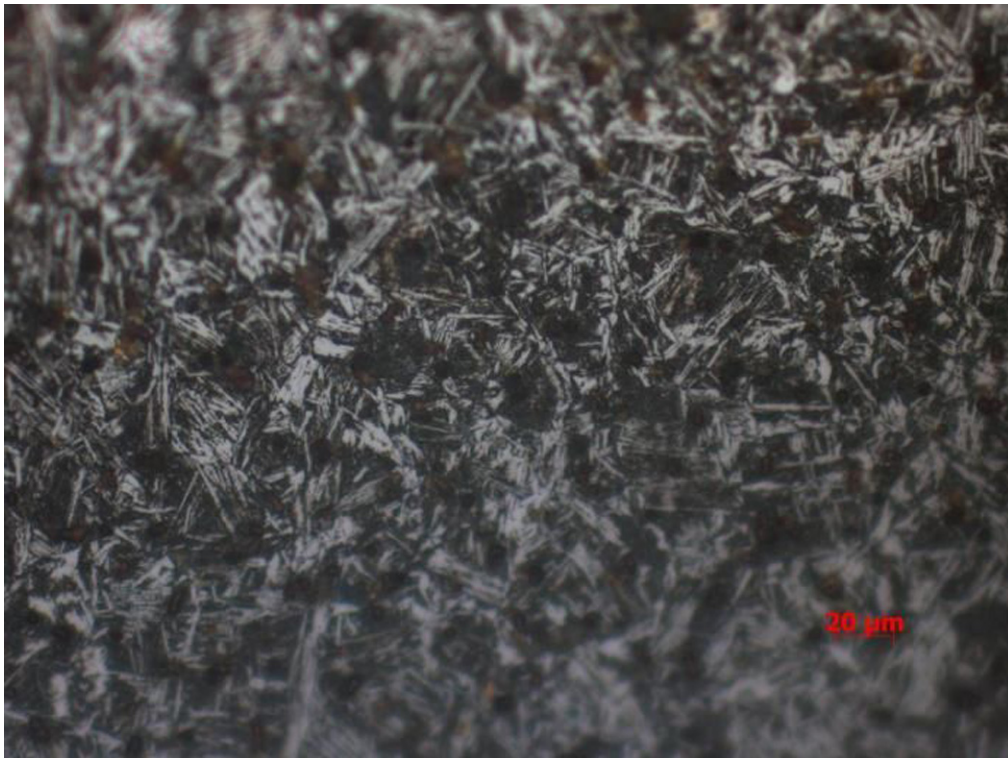


图 5

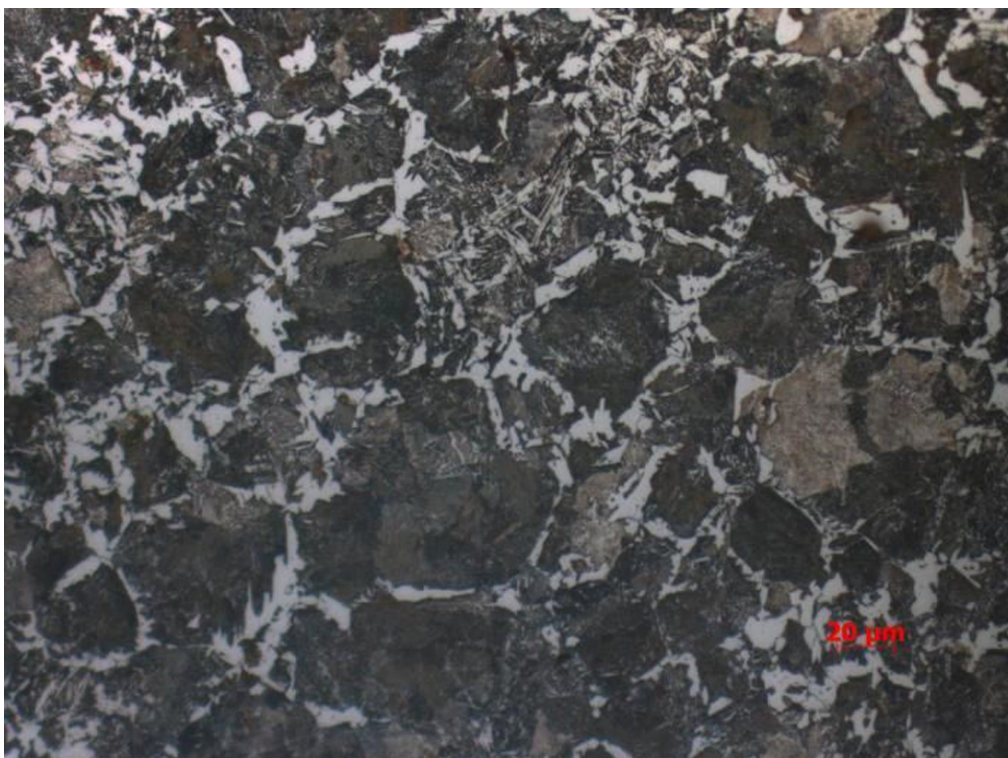


图 6



图 7

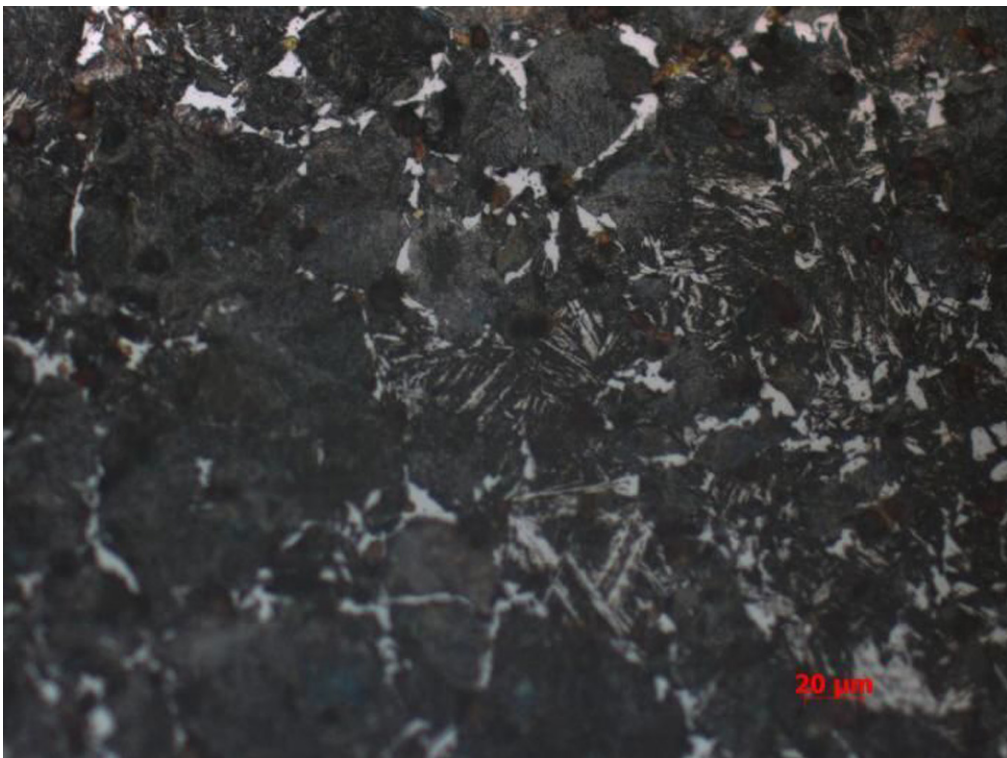


图 8