



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111690801 A

(43)申请公布日 2020.09.22

(21)申请号 202010449863.2 *G22C 38/06*(2006.01)

(22)申请日 2020.05.25 *G22C 38/42*(2006.01)

(71)申请人 中天钢铁集团有限公司 *G22C 38/44*(2006.01)

地址 213000 江苏省常州市中吴大道1号 *G22C 38/46*(2006.01)

申请人 常州中天特钢有限公司 *G22C 38/48*(2006.01)

(72)发明人 屠兴圻 左锦中 苏振伟 张盛华  
周淼 高协清 林俊 万文华

(74)专利代理机构 常州市英诺创信专利代理事  
务所(普通合伙) 32258

代理人 王志慧

(51)Int.Cl.

*G21D 8/02*(2006.01)

*G21D 6/00*(2006.01)

*G22C 38/02*(2006.01)

*G22C 38/04*(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条  
生产工艺

(57)摘要

本发明公开了一种获得全贝氏体组织的合金工具钢热轧盘条生产工艺,在开坯工序中铸坯均热段加热温度1200~1250℃;在加热工序中中间坯高温段温度不高于1100℃;在轧制工序中,采用精轧+MINI机组进行轧制,实现非再结晶区及 $\alpha+\gamma$ 大变形轧制,累积减面率达到55~85%,奥氏体组织在形变过程中产生大量的位错及变形带等晶体缺陷,所产生的变形储存能,缩短相变孕育期增加相变驱动力;冷却工序中吐丝温度750~800℃,斯太尔摩控冷。本发明有效防止轧制冷却过程中析出马氏体及马氏体、珠光体和铁素体的混合物,获得全贝氏体组织,避免马氏体组织产生脆断,有利于盘条的加工使用及提升疲劳性能。

1. 一种获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于,生产步骤如下:

(1) 开坯工序中,采用高温扩散工艺,其中铸坯均热段加热温度 $1200\sim 1250^{\circ}\text{C}$ ,均热段保温时间 $180\sim 300$ 分钟均质化,轧制中间坯;

(2) 加热工序中,中间坯加热总时间 $100\sim 300$ 分钟,其中高温段温度 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ ,高温段时间不超过120分钟;

(3) 轧制工序中,采用精轧+MINI机组进行组合轧制,入精轧机温度 $800\sim 860^{\circ}\text{C}$ ,入MINI轧机温度 $750\sim 810^{\circ}\text{C}$ ,累积减面率达到 $55\sim 85\%$ ;

(4) 冷却工序中,吐丝温度 $750\sim 800^{\circ}\text{C}$ ,斯太尔摩控冷前期采用风冷至 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 后关闭保温罩,出罩温度小于 $500^{\circ}\text{C}$ ,出罩后避风空冷。

2. 根据权利要求1所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:所述步骤(2)中,炉内高温段空燃比 $\leq 0.5$ 或残氧量 $\leq 2\%$ 。

3. 根据权利要求1所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:所述步骤(3)中,采用1~5号水箱穿水冷却+导槽恢复控制入精轧机和入MINI轧机温度,精轧机轧制减面率 $30\sim 70\%$ ,MINI轧机轧制减面率 $30\sim 45\%$ 。

4. 根据权利要求1所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:所述步骤(3)中,MINI轧前后温差 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 。

5. 根据权利要求1所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:所述步骤(4)中,斯太尔摩控冷前期采用风冷是指:辊道打开1~4个保温罩,风机开启 $10\sim 50\%$ ,入罩前冷却速率 $2.0\sim 3.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,风冷至 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 后进入保温罩,盘条通过保温罩时间 $5\sim 15$ 分钟,出罩温度小于 $500^{\circ}\text{C}$ 。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:所述盘条化学成分按照质量百分比计,成分配比为C: $0.63\sim 0.70$ ,Si: $1.00\sim 1.20$ ,Mn: $0.40\sim 0.60$ ,P $\leq 0.025$ ,S $\leq 0.025$ ,Cr: $0.20\sim 0.40$ ,Ni: $0.12\sim 0.30$ ,Cu $\leq 0.25$ ,Al: $0.010\sim 0.030$ ,Mo: $0.40\sim 0.50$ ,V: $0.15\sim 0.25$ ,Nb: $0.010\sim 0.025$ ,其余为铁。

7. 根据权利要求1所述的获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺,其特征在于:步骤(4)得到的合金工具钢盘条显微组织贝氏体比例 $100\%$ 。

## 一种获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条生产工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于轧制技术领域,涉及一种合金工具钢盘条的生产方法,具体的说是一种获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条的开坯、加热、轧制及冷却工艺。

### 背景技术

[0002] 合金工具钢是在碳素工具钢的基础上加入铬、钼、钒等合金元素,以提高淬透性、韧性、耐磨性和耐热性的一类钢种,主要用于制造量具、刀具、耐冲击工具和冷、热模具及一些特殊用途的工具。

[0003] 电动手动工具用钢为合金工具钢中要求更高的钢种,要求具有高的扭矩、硬度、耐磨性、冲击韧性及服役疲劳性能,故成分设计中添加碳、硅、钒、钼、镍、铌等合金元素固溶强化、沉淀强化、细晶强化等,以满足性能要求。由于该钢种成分设计的特殊性,盘条轧制过程中显微组织难以控制均匀,通常获得马氏体+贝氏体为主的马氏体+贝氏体+珠光体+铁素体的混合组织,尤其形成以马氏体为主的显微组织时,盘条硬度高,打包、运输及用户加工时易发生脆断。同时盘条组织不均匀,用户难以获得均匀的球化组织,球化退火控制难度及成本高,加工及热处理时工具性能不均匀,直接影响工具的服役性能。而贝氏体组织的盘条由于韧性相对较好,不仅能防止运输或加工脆断,而且易球化及利于用户加工,故亟需一种获得全贝氏体组织的合金工具钢S2的轧制工艺。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条的生产方法,采用该方法生产的盘条组织均匀,有效的防止盘条在打包、运输及用户加工过程中脆断,用户加工工具性能稳定,使用寿命长。

[0005] 为了达到上述目的,获得全贝氏体组织的合金工具钢盘条轧制工艺包括:开坯、加热、轧制及冷却工序,具体步骤如下:

[0006] 1) 开坯工序中,铸坯采用高温扩散工艺,其中均热段加热温度 $1200\sim 1250^{\circ}\text{C}$ ,保温时间 $180\sim 300$ 分钟均质化,轧制中间坯;

[0007] 2) 加热工序中,中间坯总加热时间 $100\sim 300$ 分钟,其中高温段温度 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ ,高温段加热时间不超过120分钟;

[0008] 3) 中间坯轧制工序中,采用精轧+MINI机组进行轧制,入精轧机温度 $800\sim 860^{\circ}\text{C}$ ,入MINI轧机温度 $750\sim 810^{\circ}\text{C}$ ,精轧+MINI机组累积总减面率达到:55~85%;

[0009] 4) 盘条冷却工序中,吐丝温度 $750\sim 800^{\circ}\text{C}$ ,斯太尔摩控冷前期采用风冷至 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 后关闭保温罩,出罩后避风空冷;

[0010] 进一步的,所述的中间轧坯在加热前需经过精整去除表面缺陷及脱碳层(精整即用砂轮磨去表层缺陷)。

[0011] 进一步的,步骤(2)中间坯加热过程中(三段加热:预热段、加热段、高温段),炉内加热段和高温段空燃比 $\leq 0.5$ 或残氧量 $\leq 2\%$ 。

[0012] 进一步的,步骤(3)中间坯轧制过程中,预精轧后采用1~5号水箱穿水冷却+导槽恢复控制入精轧机和入MINI轧机温度,其中精轧机轧制减面率30~70%,MINI轧机轧制减面率30~45%,MINI轧后温升 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 。其中,60 $^{\circ}\text{C}$ 是指出MINI轧机温度-入MINI轧机温度,即轧制过程温度升高值,限定该温差主要为控制盘条吐丝温度已达到入罩时进入贝氏体转变区。

[0013] 进一步的,步骤(4)盘条冷却工序中,辊道打开1~4个保温罩,风机开启度10~50%,入罩前冷却速率2.0~3.0 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ,入罩时温度500~600 $^{\circ}\text{C}$ ,盘条通过保温罩时间5~15分钟,出罩温度小于500 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0014] 所述的盘条化学成分按照质量百分比计,成分配比为C:0.63~0.70,Si:1.00~1.20,Mn:0.40~0.60,P $\leq 0.025$ ,S $\leq 0.025$ ,Cr:0.20~0.40,Ni:0.12~0.30,Cu $\leq 0.25$ ,Al:0.010~0.030,Mo:0.40~0.50,V:0.15~0.25,Nb:0.010~0.025,其余为铁。

[0015] 本发明连铸坯采用高温扩散工艺均质化,有助于控制相变进程;线材轧制采用TMCP热机械控制工艺,通过在线水箱穿水+回温段控制入精轧和入MINI轧机温度,分别在非再结晶区和( $\alpha+\gamma$ )两相区高应变速率大变形轧制,使得过冷奥氏体中的位错、亚结构密度大幅增加,所产生的变形储存能,缩短相变孕育期增加相变驱动力。吐丝后快速吹风冷却至贝氏体析出区间,保证盘条入罩“等温”相变,同时抑制铁素体析出,控制在保温罩内相变时间,促使贝氏体充分转变。

[0016] 与传统轧制工艺高温精轧+缓冷工艺相比,本发明有益的效果为:在盘条进精轧机组及迷你轧机前采用低温控轧,促进奥氏体组织在大形变轧制过程中产生晶体缺陷,产生变形储存能增加相变驱动力,缩短相变孕育期增加相变驱动力,盘条经过吐丝机吐丝成圈,进入保温罩前采用吹风冷却,使盘条快速进入贝氏体转变区,并通过保温罩充分保温,确保盘条出罩后贝氏体转变结束,获得全贝氏体组织的热轧盘条。

## 附图说明

[0017] 下面对本发明说明书各附图表达的内容作简要说明:

[0018] 图1为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用实施例1轧制工艺得到的显微组织(粒状贝氏体组织比例100%);

[0019] 图2为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用实施例2轧制工艺得到的显微组织(粒状贝氏体组织比例100%);

[0020] 图3为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用实施例3轧制工艺得到的显微组织(粒状贝氏体组织比例100%);

[0021] 图4为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用对比例1轧制工艺得到的显微组织(马氏体比例100%);

[0022] 图5为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用对比例2轧制工艺得到的显微组织(马氏体70%+贝氏体30%);

[0023] 图6为 $\Phi 8.0\text{mm}$ 规格S2盘条采用对比例3轧制工艺得到的显微组织(马氏体40%+贝氏体30%+珠光体15%+铁素体15%)。

## 具体实施方式

[0024] 本发明下面结合合金工具钢S2断面220mm×260mm连铸坯,开坯为断面160mm×160mm中间坯,轧制为Φ8.0mm盘条的生产实施例作进一步详述,其中未作限定的条件为常规条件:

[0025] 实施例1

[0026] 1、开坯

[0027] 连铸坯的成分按质量百分比(wt%)计,成分为C:0.68, Si:1.08, Mn:0.50, P:0.012, S:0.008, Cr:0.25, Ni:0.15, Cu:0.03, Al:0.025, Mo:0.45, V:0.20, Nb:0.015, 其余为铁。将连铸坯在加热炉内总加热时间330分钟,均热段温度1230~1250℃,均热段时间260分钟,轧制中间坯。

[0028] 2、中间坯加热

[0029] 将已精整去除表面缺陷及脱碳层的中间坯在炉内加热220分钟,其中高温段温度1040~1080℃,高温段时间100分钟,加热段及高温段空燃比0.45。

[0030] 3、中间坯轧制

[0031] 采用精轧+MINI机组进行轧制,累计减面率82%,入精轧机温度820~840℃,精轧后温度850~880℃,入MINI轧机温度780~800℃,MINI轧后穿水冷却,盘条通过吐丝机吐丝成圈。

[0032] 4、冷却

[0033] 盘条吐丝温度760~780℃,开启前4台风机及保温罩,风机风量为25%,盘条入罩前冷却速率2.2℃/s,盘条入罩时实际温度540~570℃;盘条入罩到出罩时间为14分钟,出罩温度440~480℃,出罩后避风空冷。

[0034] 实施例2

[0035] 1、开坯

[0036] 连铸坯的成分按质量百分比(wt%)计,成分为C:0.68, Si:1.08, Mn:0.50, P:0.012, S:0.008, Cr:0.25, Ni:0.15, Cu:0.03, Al:0.025, Mo:0.45, V:0.20, Nb:0.015, 其余为铁。将连铸坯在加热炉内总加热时间350分钟,均热段温度1210~1240℃,均热段时间280分钟,轧制中间坯。

[0037] 2、中间坯加热

[0038] 将已精整去除表面缺陷及脱碳层的中间坯在炉内加热250分钟,其中高温段温度1030~1050℃,高温段时间110分钟,加热段及高温段空燃比0.45。

[0039] 4、中间坯轧制

[0040] 采用精轧+MINI机组进行轧制,累计减面率82%,入精轧机温度800~820℃,精轧后温度850~870℃,入MINI轧机温度780~800℃,MINI轧后穿水冷却,盘条通过吐丝机吐丝成圈。

[0041] 4、冷却

[0042] 盘条吐丝温度770~790℃,开启前4台风机及保温罩,风机风量为25%,盘条入罩前冷却速率2.2℃/s,盘条入罩时实际温度540~570℃;盘条入罩到出罩时间为14分钟,出罩温度430~485℃,出罩后避风空冷。

[0043] 实施例3

[0044] 1、开坯

[0045] 连铸坯的成分按质量百分比(wt%)计,成分为C:0.68, Si:1.08, Mn:0.50, P:0.012, S:0.008, Cr:0.25, Ni:0.15, Cu:0.03, Al:0.025, Mo:0.45, V:0.20, Nb:0.015, 其余为铁。将连铸坯在加热炉内总加热时间400分钟,均热段温度1230~1250℃,均热段时间290分钟,轧制中间坯。

[0046] 2、中间坯加热

[0047] 将已精整去除表面缺陷及脱碳层的中间坯在炉内加热280分钟,其中高温段温度1020~1040℃,高温段时间110分钟,加热段及高温段空燃比0.45。

[0048] 5、中间坯轧制

[0049] 采用精轧+MINI机组进行轧制,累计减面率82%,入精轧机温度800~830℃,精轧后温度850~890℃,入MINI轧机温度780~800℃,MINI轧后穿水冷却,盘条通过吐丝机吐丝成圈。

[0050] 4、冷却

[0051] 盘条吐丝温度760~780℃,开启前4台风机及保温罩,风机风量为30%,盘条入罩前冷却速率2.5℃/s,盘条入罩时实际温度520~550℃;盘条入罩到出罩时间为14分钟,出罩温度420~470℃,出罩后避风空冷。

[0052] 图1、图2、图3分别为Φ8.0mm规格S2盘条采用本发明实施例1、实施例2、实施例3轧制工艺得到的显微组织(粒状贝氏体组织比例100%)。

[0053] 对比例1

[0054] 对比例1与实施例1相比,将实施例1步骤4冷却中风机风量为25%替换为风机风量为90%,盘条实际入罩前冷却速率为7.0℃/s,其它条件同实施例1相同。得到的是马氏体组织比例100%。

[0055] 如果入罩前冷却速度低于2℃/s,则会析出珠光体、铁素体、贝氏体及马氏体混合组织。

[0056] 对比例2

[0057] 对比例2与实施例1相比,将实施例1步骤3吐丝温度760~780℃替换为880~930℃,其它条件同实施例1相同。

[0058] 对比例3

[0059] 对比例3与实施例1相比,将实施例1步骤2轧制中轧件进入精轧机轧制前及迷你轧机前温度820~840℃、780~800℃替换为900~930℃、870~900℃,步骤4冷却中开启前4台风机及保温罩替换为保温罩及风机全部关闭,其它条件同实施例1相同。

[0060] 本发明实施例与对比例1、对比例2及对比例3采用GB/T 13298对显微组织进行检验,热轧盘条显微组织中马氏体、贝氏体、珠光体、铁素体比例如表1,对每个实施例及对比例各抽取4个样品进行硬度(HRC)检测,如表2。

[0061] 表1

[0062]

类别	牌号	规格 (mm)	马氏体	贝氏体	珠光体	铁素体
实施例 1	S2	8		100%		
实施例 2	S2	8		100%		
实施例 3	S2	8		100%		
对比例 1	S2	8	100%			
对比例 2	S2	8	70%	30%		
对比例 3	S2	8	40%	30%	15%	15%

[0063] 表2

[0064]

类别	牌号	规格 (mm)	硬度 (HRC)
实施例 1	S2	8	41.5/42.3/40.9/42.5
实施例 2	S2	8	40.2/41.0/42.6/41.1
实施例 3	S2	8	39.8/40.8/40.8/43.0
对比例 1	S2	8	60.5/58.6/59.8/61.4
对比例 2	S2	8	54.6/52.7/53.5/51.9
对比例 3	S2	8	48.2/46.7/45.9/46.0

[0065] 从上述表格数据可知,实施例1-3得到了获得硬度低的全贝氏体组织,达到了合金工具钢S2理想状态。

[0066] 本发明中所用原料、设备,若无特别说明,均为本领域的常用原料、设备;本发明中所用方法,若无特别说明,均为本领域的常规方法。以上所述仅为本发明的较好实施方式,并不用以限制本发明,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例作的修改,均包含在本发明的保护范围之内。

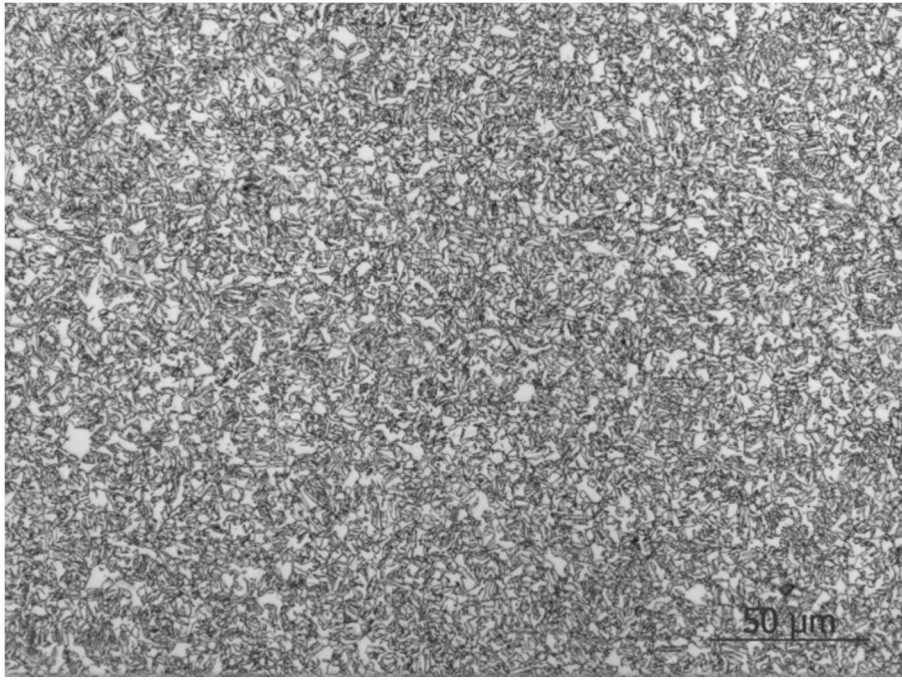


图1

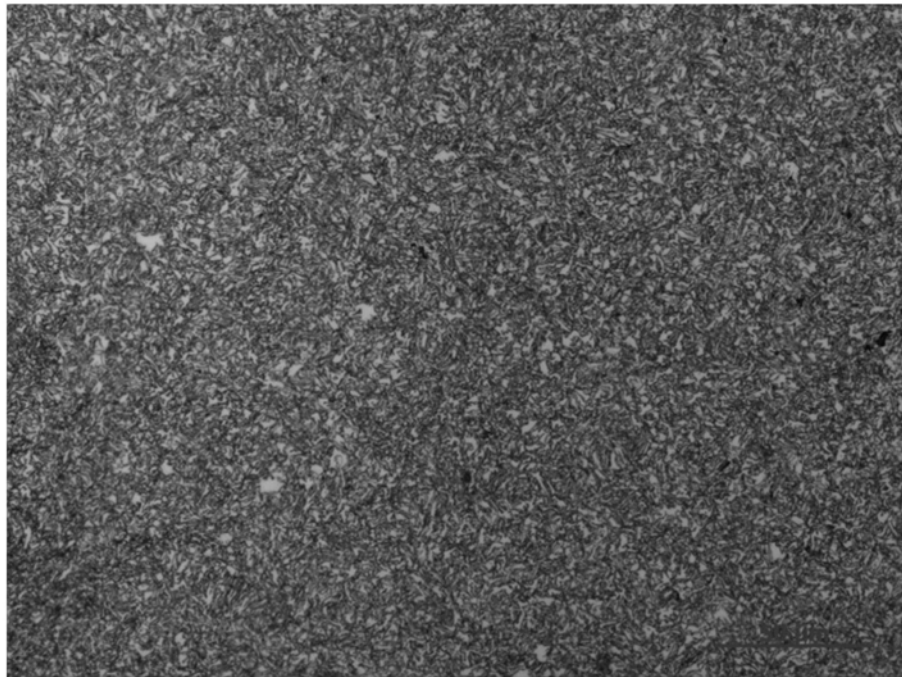


图2



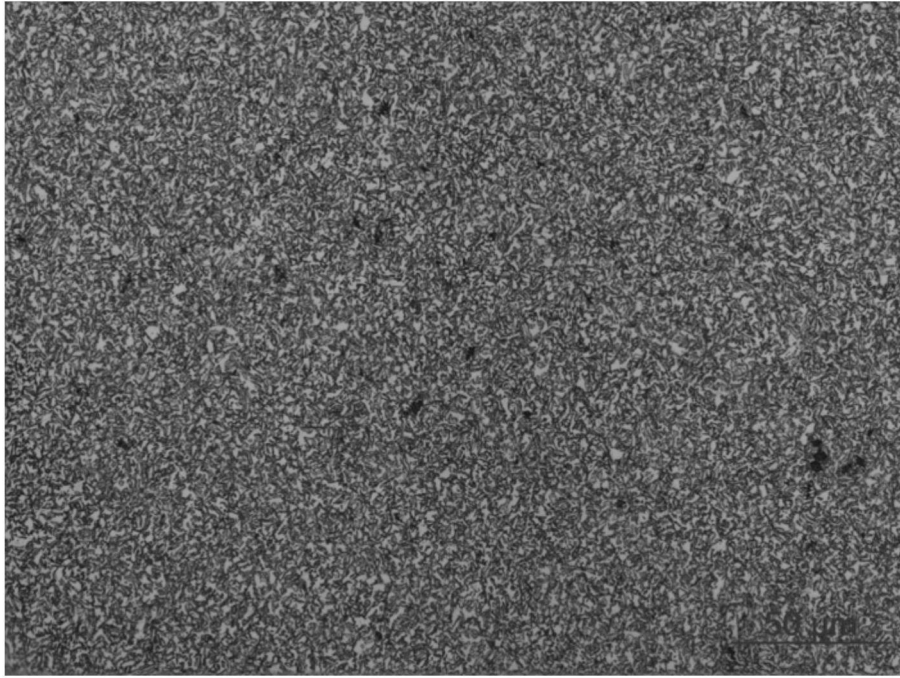


图3

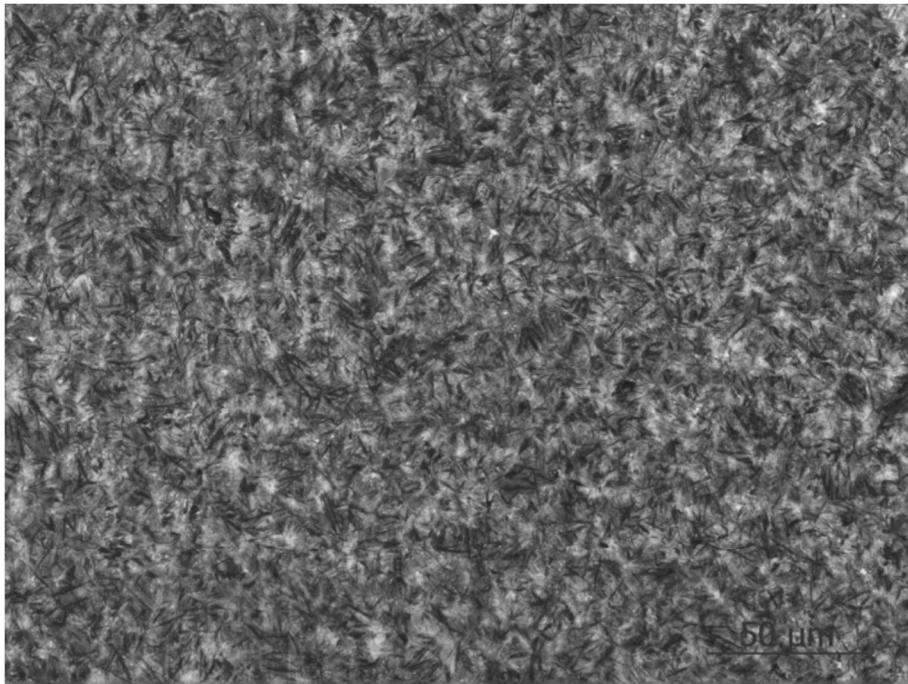


图4

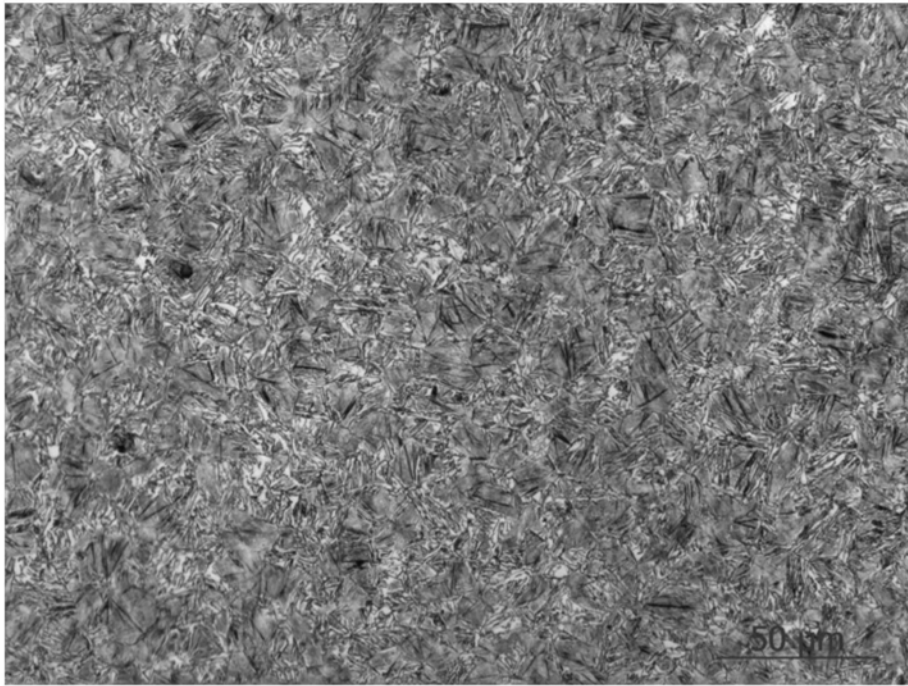


图5

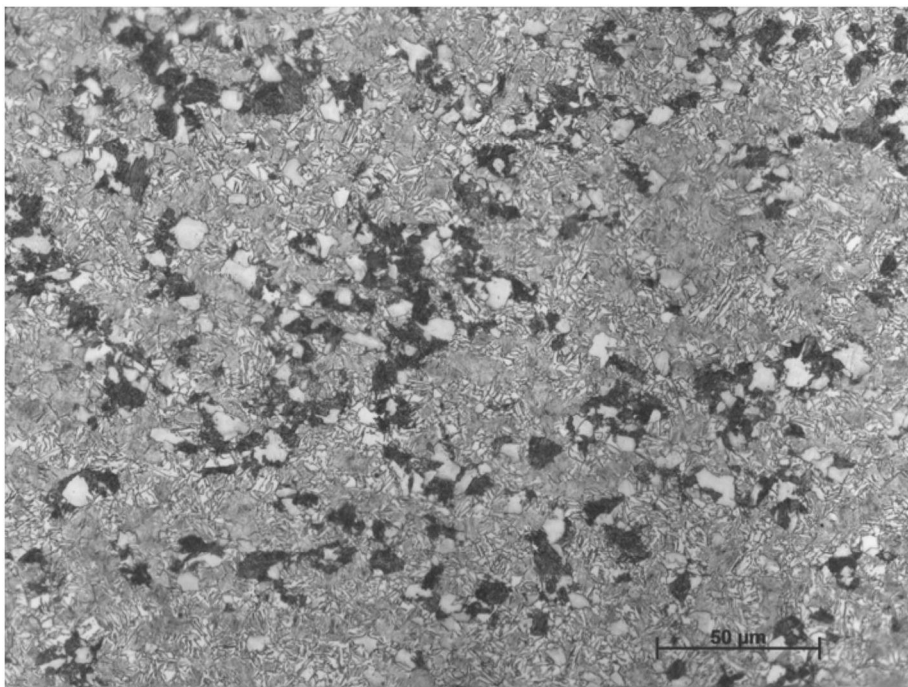


图6