



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107225148 B

(45)授权公告日 2019.02.19

(21)申请号 201710404178.6

B21B 37/74(2006.01)

(22)申请日 2017.06.01

C21D 8/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G22C 38/02(2006.01)

申请公布号 CN 107225148 A

G22C 38/04(2006.01)

(43)申请公布日 2017.10.03

G22C 38/06(2006.01)

G22C 38/22(2006.01)

(73)专利权人 马鞍山钢铁股份有限公司

(56)对比文件

地址 243003 安徽省马鞍山市雨山区九华西路8号

CN 103192012 A,2013.07.10,说明书第19-48段.

(72)发明人 胡芳忠 汪开忠 孙维 龚志翔
于文坛 许兴 吴林

CN 106011648 A,2016.10.12,说明书第2、14-25段.

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

WO 2015197007 A1,2015.12.30,全文.

代理人 张巧婵

CN 101289731 A,2008.10.22,全文.

CN 103643158 A,2014.03.19,全文.

CN 104928582 A,2015.09.23,全文.

(51)Int.Cl.

审查员 刘娟

B21B 1/16(2006.01)

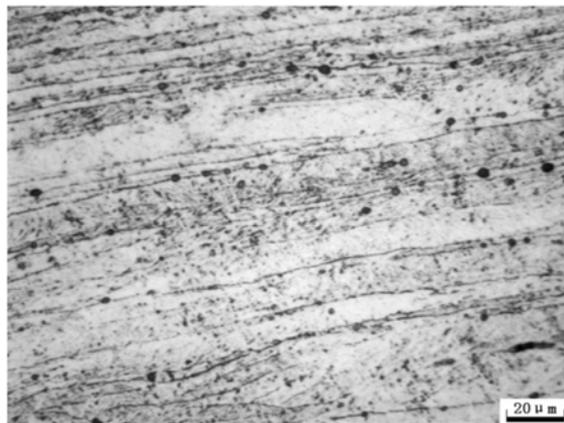
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法

(57)摘要

本发明公开了一种提供了一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,通过对开坯温度、精轧温度、终轧温度、道次变形量、控冷工艺的调节,可有效降低MnS夹杂物的长/宽比,根据此方法得到的齿轮钢轧态组织为扁平化的奥氏体组织,析出相尺寸为20~25nm,析出量重量分数为0.31~0.38%;热处理后,奥氏体晶粒尺寸为5~7 μm,纵向冲击韧性比值趋近于1。



1. 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,其特征在于,所述轧制方法包括以下步骤:

- (1) 连铸坯经加热炉加热,经高压水除鳞去除氧化铁皮;
- (2) 除磷后的连铸坯进行开坯得到初轧坯;
- (3) 初轧坯进连轧机组轧制;
- (4) 出连轧机组后进行水雾冷却;
- (5) 水雾冷却后进入缓冷床进行缓冷;
- (6) 进入缓冷坑进行缓冷;
- (7) 空冷,即可得到热轧22CrMoH齿轮圆钢;

所述步骤(2)中,开坯温度为1000-1050℃,开坯单道次变形量大于20%;

所述步骤(4)中,水雾冷却的冷速为10-15℃/s,冷却到620-650℃;

所述步骤(5)中,缓冷床缓冷至500-550℃;

所述步骤(6)中,缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下。

2. 根据权利要求1所述的轧制方法,其特征在于,所述步骤(3)中,连轧温度为800-950℃,其中,850-920℃轧制变形量大于30%;终轧温度为800℃~850℃。

3. 根据权利要求1或2所述的轧制方法,其特征在于,所述步骤(3)中,连轧温度为850-950℃,其中,870-920℃轧制变形量大于30%;或者,连轧温度为830-930℃,其中,860-900℃轧制变形量大于30%;或者,连轧温度为800~900℃,其中,870-900℃轧制变形量大于30%。

4. 根据权利要求1所述的轧制方法得到的22CrMoH齿轮钢,其特征在于,所述齿轮钢轧态组织为扁平化的奥氏体组织,析出相尺寸为20~25nm,析出量重量分数为0.31~0.38%;热处理后,奥氏体晶粒尺寸为5~7μm,纵向冲击韧性比值趋近于1。

5. 根据权利要求1所述的轧制方法得到的22CrMoH齿轮钢的应用,其特征在于,所述齿轮钢可用于制造汽车主、从动齿轮,也可用于制造大规格齿轮零件。

一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法

技术领域

[0001] 本发明属于齿轮钢领域,具体涉及一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法。

背景技术

[0002] 22CrMoH钢是国内外最常用的齿轮钢之一。广泛用于制造汽车传动系统中的重要齿轮。随着汽车产量和用量的日益增加,对资源、环境和能源的压力也不断增大,因此迫切需要提高汽车的使用性能,包括减重和长寿命化等方面。汽车传动系统性能的提高对汽车的长寿命化和减重至关重要,因此提高汽车齿轮钢的综合性能具有重要的意义。

[0003] 细化晶粒是提高汽车齿轮钢综合性能的重要途径,目前国内外主要采用微合金化方法细化钢的晶粒。中国专利CN103361559A公布了一种采用Nb、Ti复合微合金化高温渗碳齿轮钢,通过添加Ti 0.02-0.06%,Nb 0.02-0.06%形成析出相控制晶粒。中国专利CN102560255A发明了一种高温真空渗碳齿轮用钢。通过添加Al 0.0033%-0.055%细化晶粒。日本专利JP2000-160288也同样采用添加0.03%-0.06%的Nb控制晶粒长大。但微合金化带来材料成本的提高并且增加生产的难度,如添加Nb、Ti微合金后齿轮钢存在高温脆性区,轧制过程中由于Ti、Nb元素在晶界的析出导致晶界薄弱发生钢坯断裂的事故,产生大量废品。因此采用微合金元素细化晶粒的方案应用在齿轮钢领域并不十分理想。

[0004] 此外,汽车对传动系统稳定服役要求不断提高,齿面啮合过程齿面受多方向力的共同作用,而目前齿轮钢横纵向力学性能存在差异,导致齿面某一方向提前磨损或断裂,因此为了保证稳定服役,汽车传动系统对各向异性差值小的齿轮钢需求强烈。综合上述问题,急需提供一种通过制备工艺进行超细化组织控制并且具有各向异性倾向小的齿轮钢,以满足汽车行业对高性能齿轮钢的需求。

发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,此方法可有效降低MnS夹杂物的长/宽比,根据此方法得到的齿轮钢轧态组织为扁平化的奥氏体组织,析出相尺寸为20~25nm,析出量重量分数为0.31~0.38%;热处理后,奥氏体晶粒尺寸为5~7 μ m,纵向冲击韧性比值趋近于1。

[0006] 本发明采取的技术方案为:

[0007] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,所述轧制方法包括以下步骤:

[0008] (1) 连铸坯经加热炉加热,经高压水除鳞去除氧化铁皮;

[0009] (2) 除磷后的连铸坯进行开坯得到初轧坯;

[0010] (3) 初轧坯进连轧机组轧制;

[0011] (4) 出连轧机组后进行水雾冷却;

[0012] (5) 水雾冷却后进入缓冷床进行缓冷;

[0013] (6) 进入缓冷坑进行缓冷;

[0014] (7) 空冷,即可得到热轧22CrMoH齿轮圆钢。

[0015] 所述步骤(2)中,开坯温度为1000-1050℃,开坯单道次变形量大于20%。

[0016] 所述步骤(3)中,连轧温度为800-950℃,其中,860-920℃轧制变形量大于30%;终轧温度为800℃~850℃。

[0017] 进一步地,所述步骤(3)中,连轧温度为850-950℃,其中,870-920℃轧制变形量大于30%;

[0018] 或者,连轧温度为830-930℃,其中,860-900℃轧制变形量大于30%;

[0019] 或者,连轧温度为800~900℃,其中,870-900℃轧制变形量大于30%。

[0020] 所述步骤(4)中,水雾冷却的冷速为10-15℃/s,冷却到600-650℃;优选为,冷却到620-650℃。

[0021] 所述步骤(5)中,缓冷床缓冷至500-550℃。

[0022] 所述步骤(6)中,缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下。

[0023] 根据上述轧制方法得到的22CrMoH齿轮钢,所述齿轮钢轧态组织为扁平化的奥氏体组织,析出相尺寸为20~25nm,析出量重量分数为0.31~0.38%;热处理后,奥氏体晶粒尺寸为5~7μm,纵向冲击韧性比值趋近于1。

[0024] 根据上述轧制方法得到的22CrMoH齿轮钢,可用于制造汽车主、从动齿轮,也可用于制造大规格齿轮零件。

[0025] 本发明通过对开坯温度、精轧温度、终轧温度、道次变形量、控冷工艺的调节获得纳米级析出相、扁平化奥氏体组织、降低MnS夹杂物的长/宽比的技术目的。

[0026] 开坯温度:钢中A类夹杂物MnS长/宽比较大,是影响钢材各向异性的主要因素,MnS夹杂物级别越高其横纵向性能差异越大。传统轧制工艺开坯温度在1100-1150℃范围内,由于钢坯温度较高不利于MnS的破碎变形,本发明将开坯温度控制在1000-1050℃范围内,该温度下钢坯组织具有一定的硬度,易于破碎MnS,降低其长/宽比,进而改善钢材性能的各向异性。

[0027] 连轧温度:精轧温度对钢的组织控制至关重要,本发明主要通过纳米级析出相与奥氏体扁平化来获得热处理后的超细晶粒组织,精轧温度较传统轧制工艺降低了50-80℃,主要依据为化学成分范围计算,MC类析出相在奥氏体区的最佳析出温度为850-920℃,在此区间增加变形量将有利于析出大量纳米尺寸析出相。因此在850-920℃温度区间道次变形量为不小于20%,经过大变形后需要弛豫析出,因此终轧温度宜控制在800℃度以上。

[0028] 控冷工艺:控制冷却是保证已获得析出相不长大以及保留扁平奥氏体组织的关键工艺。经轧制过程中在奥氏体区析出的纳米级析出相经轧后冷却过程中易发生粗化现象,另外,扁平奥氏体组织会发生应力释放而无法保留,因此钢棒出连轧机后应进行快速冷却,以固定析出相及扁平奥氏体组织。钢棒经10-15℃/S快速冷到650℃以下后经缓冷床缓冷,以保证钢棒不出现冷裂;由于钢棒中MC类析出相在铁素体区的最佳析出温度为500-550℃,因此钢棒经缓冷床冷却到500-550℃进入缓冷坑,扣盖缓冷24小时出坑,在该温度区间缓冷有利于获得铁素体区大量纳米级析出相。扁平的奥氏体组织与大量纳米级析出相共同作用可实现齿轮钢再加热奥氏体化后获得超细晶粒组织。

[0029] 相对于现有技术,本发明具备以下优点:

[0030] 通过控轧与控冷工艺的综合运用,可有效降低MnS夹杂物的长/宽比,改善钢材的各向异性;轧制工艺过程获得大量纳米级析出相,并控制其不粗化,未再结晶区域轧制获得

扁平化奥氏体组织,二者在齿轮钢再加热处理过程中可增加形核率抑制晶粒长大获得超细晶粒组织。

附图说明

- [0031] 图1为采用本发明实施例1中的方法获得的齿轮钢轧态组织形貌;
 [0032] 图2为采用本发明实施例2中的方法获得的齿轮钢轧态组织形貌;
 [0033] 图3为采用本发明比较例2中的常规轧制方法获得的齿轮钢轧态组织形貌。

具体实施方式

[0034] 下面结合具体实施实例对本发明进行详细说明,但本发明不限于以下具体实施实例。

[0035] 本发明制备的22CrMoH齿轮钢,其化学成分的质量分数为:C:0.19~0.25%,Si:0.17~0.37%,Mn:0.55~0.90%, $P \leq 0.020$, $S \leq 0.010\%$,Cr:0.85~1.25%,Mo:0.35~0.45%,Al:0.020~0.030%,其余为Fe及不可避免的杂质。采用电炉(EAF)+炉外精炼(LF)+真空脱气(RH)+连铸的工艺获得各实施例钢的连铸坯,各实施例钢的连铸坯的化学成分如表1所示。

[0036] 表1各实施例钢的化学成分及质量百分比

[0037]

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al
实施例1	0.23	0.27	0.82	0.006	0.004	1.19	0.42	0.030
实施例2	0.21	0.26	0.76	0.006	0.003	1.15	0.38	0.026
实施例3	0.20	0.21	0.75	0.006	0.003	1.10	0.36	0.025
实施例4	0.19	0.21	0.75	0.006	0.003	1.06	0.35	0.029

[0038] 实施例1

[0039] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,包括以下步骤:

[0040] (1) 将含有表1中实施例1所示化学成分及质量百分比的连铸坯低于850℃入加热炉,经过4小时加热到均热温度,均热段温度为1170~1220℃,均热保温4小时后出加热炉,加热后的连铸坯经高压水除磷去除氧化铁皮;

[0041] (2) 除磷后的圆钢坯进行开坯得到初轧坯,开坯温度为1000~1050℃,开坯单道次变形量大于20%;

[0042] (3) 初轧坯进连轧机组轧制,连轧温度为850~950℃,其中,870~920℃轧制变形量大于30%,终轧温度为850℃;

[0043] (4) 钢棒出连轧机组后进行水雾冷却,以冷速为10~15℃/s冷却到600~650℃;

[0044] (5) 然后进入缓冷床冷至500~550℃;

[0045] (6) 然后进入缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下;

[0046] (7) 空冷,即可得到热轧22CrMoH齿轮圆钢,其轧态组织形貌见图1,从图中可以看出其轧态组织为扁平化的奥氏体组织。

[0047] 实施例2

[0048] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,包括以下步骤:

[0049] (1) 将含有表1中实施例2所示化学成分及质量百分比的连铸坯低于850℃入加热炉,经过4小时加热到均热温度,均热段温度为1150-1200℃,均热保温4小时后出加热炉,加热后的圆钢坯经高压水除磷去除氧化铁皮;

[0050] (2) 除磷后的连铸坯进行开坯得到初轧坯,开坯温度为1000-1050℃,开坯单道次变形量大于20%;

[0051] (3) 初轧坯进连轧机组轧制,连轧温度为830-930℃,其中,860-900℃轧制变形量大于30%,终轧温度为830℃;

[0052] (4) 钢棒出连轧机组后进行水雾冷却,以冷速为10-15℃/s冷却到620-650℃;

[0053] (5) 然后进入缓冷床冷至500-550℃;

[0054] (6) 然后进入缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下;

[0055] (7) 空冷,即可得到热轧22CrMoH齿轮圆钢,其轧态组织形貌见图2,从图中可以看出其轧态组织为扁平化的奥氏体组织。

[0056] 实施例3

[0057] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,包括以下步骤:

[0058] (1) 将含有表1中实施例3所示化学成分及质量百分比的连铸坯低于850℃入加热炉,经过4小时加热到均热温度,均热段温度为1140-1180℃,均热保温4小时后出加热炉,加热后的圆钢坯经高压水除磷去除氧化铁皮;

[0059] (2) 除磷后的连铸坯进行开坯得到初轧坯,开坯温度为1000-1050℃,开坯单道次变形量大于20%;

[0060] (3) 初轧坯进连轧机组轧制,连轧温度为800-900℃,其中,870-900℃轧制变形量大于30%,终轧温度为800℃;

[0061] (4) 钢棒出连轧机组后进行水雾冷却,以冷速为10-15℃/s冷却到620-650℃;

[0062] (5) 然后进入缓冷床冷至500-550℃;

[0063] (6) 然后进入缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下;

[0064] (7) 空冷,得到热轧22CrMoH齿轮圆钢。

[0065] 实施例4

[0066] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,包括以下步骤:

[0067] (1) 将含有表1中实施例4所示化学成分及质量百分比的连铸坯低于850℃入加热炉,经过4小时加热到均热温度,均热段温度为1140-1180℃,均热保温4小时后出加热炉,加热后的圆钢坯经高压水除磷去除氧化铁皮;

[0068] (2) 除磷后的连铸坯进行开坯得到初轧坯,开坯温度为1000-1050℃,开坯单道次变形量大于20%;

[0069] (3) 初轧坯进连轧机组轧制,连轧温度为800-900℃,其中,870-900℃轧制变形量大于30%,终轧温度为800℃;

[0070] (4) 钢棒出连轧机组后进行水雾冷却,以冷速为10-15℃/s冷却到620-650℃;

[0071] (5) 然后进入缓冷床冷至500-550℃;

[0072] (6) 然后进入缓冷坑扣罩冷却24小时后至300℃以下;

[0073] (7) 空冷,得到热轧22CrMoH齿轮圆钢。

[0074] 比较例1

[0075] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,连铸坯的化学成分及质量百分比同实施例1,其采用常规轧制工艺生产,轧制工艺为:均热温度1150-1200℃保温2小时后出加热炉,进行高压水除磷,开坯温度为1100-1150℃,连轧温度为920-1000℃,圆钢出连轧机后进入缓冷床,冷却至大于550℃进入缓冷坑冷却至300℃以下空冷,得到热轧22CrMoH齿轮圆钢其轧态组织形貌见图1,从图中可以看出其轧态组织为等轴状奥氏体组织。

[0076] 比较例2

[0077] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,连铸坯的化学成分及质量百分比同实施例2,其采用常规轧制工艺生产,轧制工艺为:均热温度1150-1200℃保温2小时后出加热炉,进行高压水除磷,开坯温度为1100-1150℃,连轧温度为920-1000℃,圆钢出连轧机后进入缓冷床,冷却至大于550℃进入缓冷坑冷却至300℃以下空冷。

[0078] 比较例3

[0079] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,连铸坯的化学成分及质量百分比同实施例3,其采用常规轧制工艺生产,轧制工艺为:均热温度1150-1200℃保温2小时后出加热炉,进行高压水除磷,开坯温度为1100-1150℃,连轧温度为920-1000℃,圆钢出连轧机后进入缓冷床,冷却至大于550℃进入缓冷坑冷却至300℃以下空冷。

[0080] 比较例4

[0081] 一种22CrMoH齿轮钢的轧制方法,连铸坯的化学成分及质量百分比同实施例4,其采用常规轧制工艺生产,轧制工艺为:均热温度1150-1200℃保温2小时后出加热炉,进行高压水除磷,开坯温度为1100-1150℃,连轧温度为920-1000℃,圆钢出连轧机后进入缓冷床,冷却至大于550℃进入缓冷坑冷却至300℃以下空冷。

[0082] 分别将以上各实施例及比较例的轧制工艺生产的热轧22CrMoH齿轮圆钢进行化学相分析确定其析出相尺寸与析出量,然后经过880℃,1h淬火+200℃,2h回火后,测定其原奥氏体晶粒度以及横纵向冲击功比值,测定结果见表2。表2各实施例及比较例的轧制工艺生产的热轧22CrMoH齿轮圆钢的测试结果

[0083]

	MnS 长宽比	析出相尺 寸 nm	析出量, 质 量分数%	原奥氏体晶粒 尺寸, μm	横向冲击韧性/ 纵向冲击韧性
实施例 1	3-5	20	0.38	5	0.83
比较例 1	7-10	50	0.14	10	0.62
实施例 2	3-5	23	0.35	6	0.79
比较例 2	7-9	48	0.13	12	0.55
实施例 3	3-6	25	0.32	6	0.85
比较例 3	8-11	53	0.14	14	0.65
实施例 4	3-6	21	0.31	7	0.86
比较例 4	8-12	49	0.14	15	0.65

[0084] 由表2可以看出,通过本发明轧制工艺的综合运用,可有效降低MnS夹杂物的长/宽比,热轧钢材经热处理后的横纵向冲击韧性比值趋近于1,降低了钢材的各向异性;采用本发明轧制工艺生产的热轧圆钢中析出相尺寸得到细化,析出量增加,并且轧态组织为扁平化的奥氏体组织,两方面共同作用使得热轧圆钢经淬火+回火处理后获得超细晶粒组织。

[0085] 上述参照实施例对22CrMoH齿轮钢的轧制方法进行的详细描述,是说明性的而不是限定性的,可按照所限定范围列举出若干个实施例,因此在不脱离本发明总体构思下的变化和修改,应属本发明的保护范围之内。

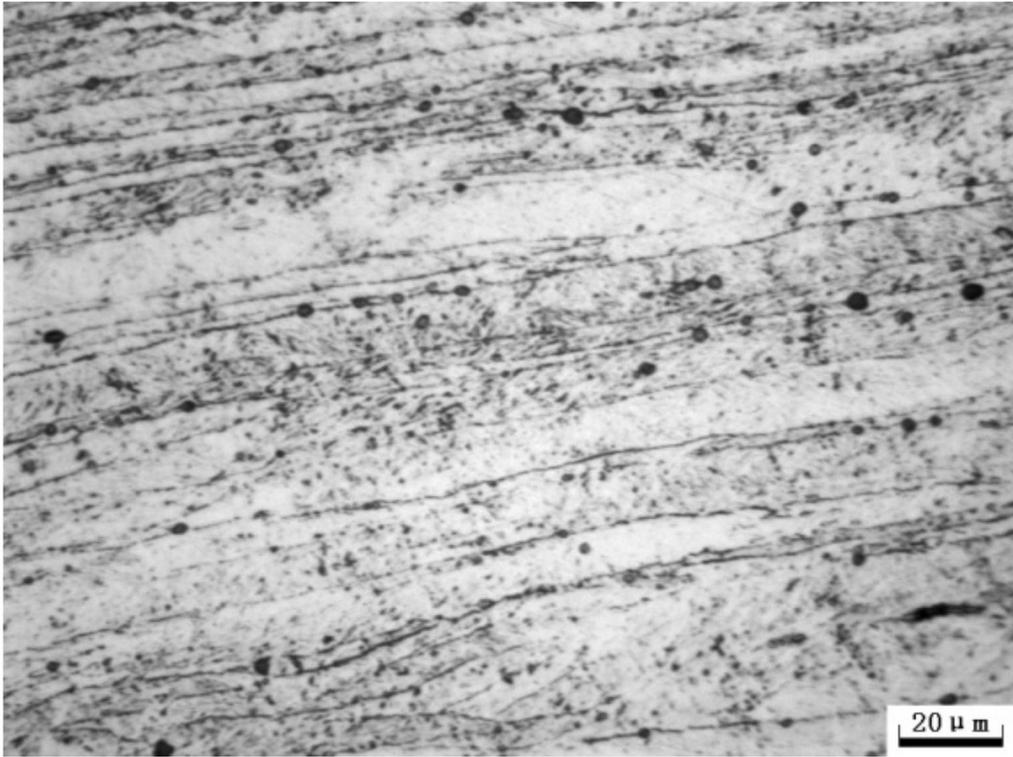


图1

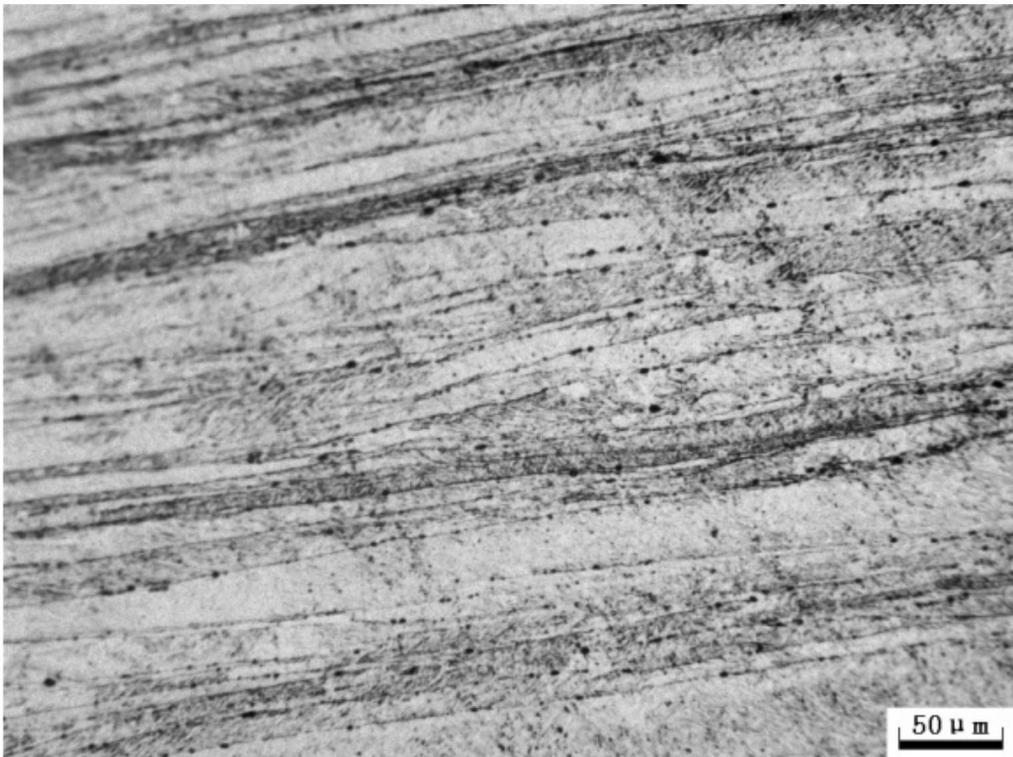


图2

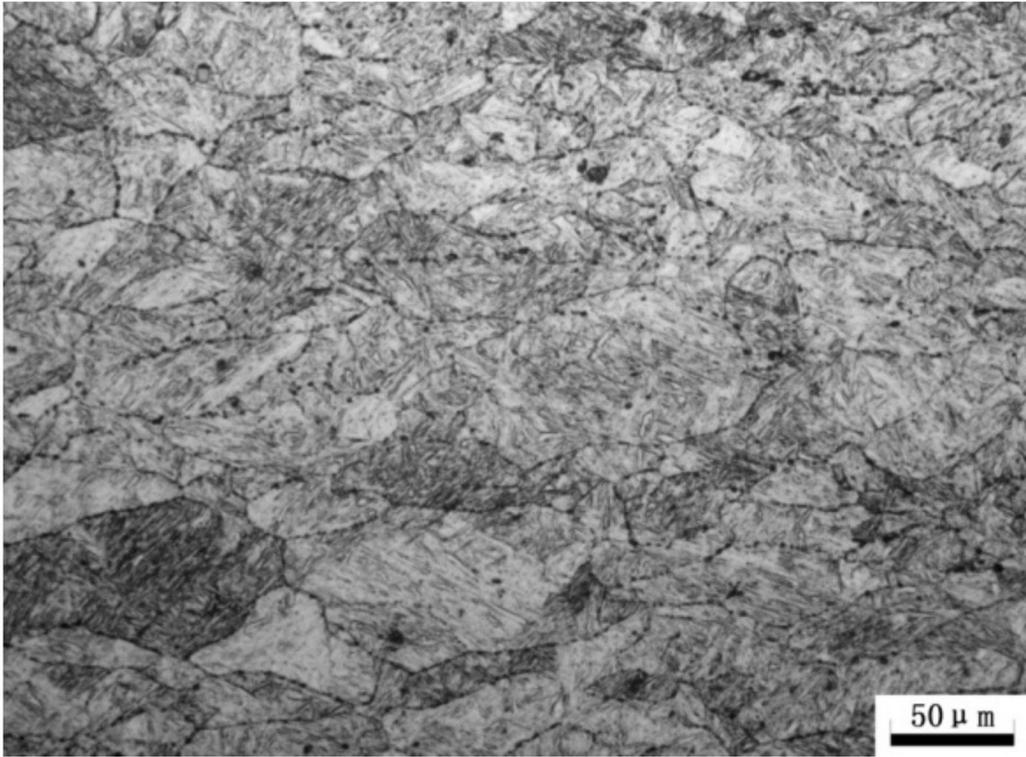


图3