



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101812630 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 29

(21) 申请号 200910046647. 7

(22) 申请日 2009. 02. 25

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路果园

(72) 发明人 孙全社 郑建忠 陈锐红 梅冰
顾卫伟

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 楼仙英 邵桂礼

(51) Int. Cl.

C22C 38/06 (2006. 01)

C22C 38/14 (2006. 01)

C21D 8/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 56-169727 A, 1981. 12. 26, 全文.

JP 56-169727 A, 1981. 12. 26, 权利要求书.

审查员 王怀东

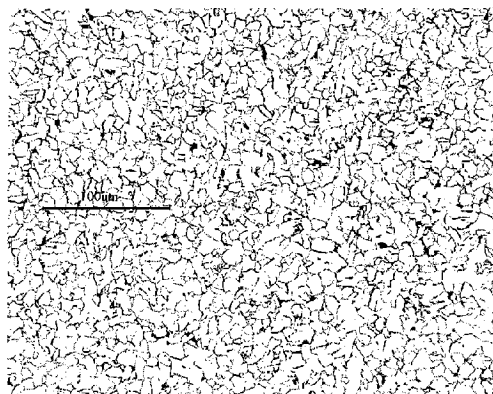
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

深冲用热轧高强度搪瓷钢板及其制造方法

(57) 摘要

本发明的目的是提供一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板,其成分重量比计为:C :0.02 ~ 0.10%、Si ≤ 0.10%、Mn :0.05 ~ 1.00%、P ≤ 0.05%、S :0.005 ~ 0.035%、Al :0.01 ~ 0.10%、N ≤ 0.015%、Ti < 0.10%、余量为铁和不可避免杂质。它的制造方法包括如下步骤:1) 钢水经真空脱气处理后,进行连铸形成连铸坯或进行模铸并经初轧形成钢坯;2) 连铸坯或钢坯于 1100 ~ 1250℃加热后进行一道次或多道次轧制,总压下率不低于 50%;终轧温度不低于 800℃,然后冷却至卷取温度,卷取温度为 550 ~ 700℃;3) 将钢板进行平整,平整压下率不大于 3%。具有上述成分并经上述工艺制造的钢板适用于冲制形状复杂的热水器搪瓷内胆等。



1. 一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板,其成分重量百分比为:

C: 0.041 ~ 0.10;

Si: $\leq$ 0.10;

Mn: 0.05 ~ 1.00;

P: $\leq$ 0.05;

S: 0.005 ~ 0.035;

Al: 0.01 ~ 0.10;

N: $\leq$ 0.015;

Ti < 0.10;

余量为铁和不可避免杂质;

所述钢板的组织由铁素体和珠光体组成;所述铁素体的平均晶粒直径不大于 15 μ m。

2. 根据权利要求1所述的深冲用热轧高强度搪瓷钢板,所述 Mn 的成分重量百分比为: 0.05 ~ 0.50。

3. 根据权利要求1所述的深冲用热轧高强度搪瓷钢板,所述 Ti 的成分重量百分比为: 0.01 ~ 0.05。

4. 根据权利要求1所述的深冲用热轧高强度搪瓷钢板的制造方法,包括如下步骤:

1) 钢水经真空脱气处理后,进行连铸形成连铸坯或进行模铸并经初轧形成钢坯;

2) 连铸坯或钢坯于 1100 ~ 1250℃ 加热后进行一道次或多道次轧制,总压下率不低于 50%;终轧温度不低于 800℃,然后冷却至卷取温度,卷取温度为 550 ~ 700℃;

3) 将钢板进行平整,平整压下率不大于 3%。

深冲用热轧高强度搪瓷钢板及其制造方法

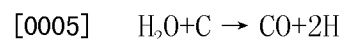
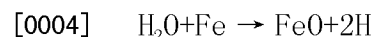
技术领域

[0001] 本发明涉及搪瓷钢板及其制造技术领域,尤其是涉及一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板及其制造方法,这种钢板具有深冲性能、较高的屈服强度、优良的抗鳞爆性能和良好的焊接性能,适用于冲制形状复杂的热水器搪瓷内胆等。

背景技术

[0002] 以钢板制造热水器的搪瓷内胆的加工工艺主要包括成型、焊接和搪瓷。成型的方式主要是冲压和卷桶,对成型后的钢板制坯经焊接和表面处理后进行搪瓷,然后进行高温烧结。制坯经搪瓷后具有耐压、耐高温和耐蚀性好等特点。

[0003] 普通的钢板很难用于搪瓷用途,原因是经常产生鳞爆。鳞爆是搪瓷制品的主要缺陷,其产生的机理主要是搪瓷制坯在高温烧结时瓷浆内的结晶水与钢板表面的铁、碳反应生成原子氢,反应式见下式:



[0006] 原子氢向钢中扩散,以原子或分子的形式溶解于铁,或吸附在钢中的组织孔隙、晶界位错、基体与非金属夹杂物之间的空位处等等。当制品冷却时,氢在钢中的溶解度急剧下降,如果钢中没有足够的吸氢场所,氢原子则会大量逸出,在钢板表面积聚,至一定程度以很大压力冲破瓷釉表面,产生剥落。鳞爆的产生就是因为氢气在涂搪冷却时释放所引起的。导致搪瓷制品产生鳞爆的原因有很多,但是钢板本身的质量会产生很大的影响。为了提高钢板的抗鳞爆性能,改善钢板内部组织和提高钢板的质量是非常重要的。要防止鳞爆,钢中必须含有足量的夹杂物和空穴。夹杂物有利于提高抗鳞爆性能,原因在于在夹杂物周围存在微小空洞,这些微小空洞起着捕捉氢的作用,成为氢陷阱。但是夹杂物会损害钢板的成型性能,不同类型的夹杂物以及不同尺寸分布的夹杂物的影响也不尽相同。

[0007] 深冲用热轧高强度搪瓷钢板要兼有深冲性能、较高的屈服强度和良好的焊接性能,更重要的是要具有优良的抗鳞爆性能。

[0008] 目前有很多高强度和优良抗鳞爆性能的钢板的专利,它们的成分见下表 1,它们的热轧工艺的终轧和卷取温度见下表 2。这些专利主要的设计目的是用于双面湿法等搪瓷工艺,以提高其抗鳞爆性能作为其首要解决的难题。这些专利中为了提高钢板的抗鳞爆性,通常在钢中加入较多量的合金元素(如钛、硼和稀土等)以在钢中形成足够的化合物,这些化合物能有效地吸收搪瓷过程中产生的氢,防止鳞爆。在例如公开号为昭 54-139820、昭 55-152127、昭 56-248、昭 58-1013、昭 62-151546 的一些专利技术中,均在钢中添加很高的钛(如 0.1 ~ 0.5%)以在钢中生成足量的氮化钛和碳化钛,除此之外有的还辅助添加稀土、硼和铜元素,例如昭 58-1013 在添加了较高的钛(0.1 ~ 0.3%)以生成足量的氮化钛和碳化钛的同时,还加入了 0.0015 ~ 0.0050% 的硼(加入量较高)和 0.010 ~ 0.050% 的铜,加硼的目的在于进一步提高钢板的抗鳞爆性能;也有的专利技术依赖析出氮化铝来提高钢板的抗鳞爆性,例如昭 60-221520、US4,801,341。

[0009] 然而,上述专利主要用于双面搪瓷工艺制作水处理罐等,不适合于深冲、单面搪瓷的热水器搪瓷内胆。它们通过在钢中加入大量的合金元素来满足达到较高的抗鳞爆性能,但合金元素的大量加入不仅提高了成本,而且析出物的颗粒也较粗大,会降低钢板的成型性,而且稀土等合金元素难以稳定控制,会造成钢板的性能波动。

[0010]

表 1: 相关专利的化学成分 (wt%)

专利	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	其它
日本公开特许公报 昭 54-139820	0.02 ~ 0.10		0.05 ~ 0.40					0.05 ~ 0.30	
日本公开特许公报 昭 55-152127	0.02 ~ 0.10		0.05 ~ 0.40					0.1 ~ 0.5	
日本公开特许公报 昭 56-169727	≤0.04		0.05 ~ 2.0		≤0.02	Als0.01 ~ 0.10	≤0.01	0.02 ~ 0.30	O ≤0.01
日本公开特许公报 昭 56-248	0.05 ~ 0.15	≤1.0	0.3 ~ 1.5		0.02~0.05	≤0.10		0.1 ~ 0.5	
日本公开特许公报 昭 56-51553	0.03 ~ 0.10	≤1.0	0.3 ~ 1.5		0.010~0.040	≤0.10		0.1 ~ 0.3	RE: 0.01~0.10 B: 0.005~0.015
日本公开特许公报 昭 58-1013	0.02 ~ 0.10		0.05 ~ 0.50			Als0.005 ~ 0.10	0.0010 ~ 0.10	0.1 ~ 0.3	Cu: 0.010~0.050 B: 0.0015~0.0050
日本公开特许公报 昭 60-221520	0.005 ~ 0.07		0.05 ~ 1.5	0.03 ~ 0.15		Als0.01 ~ 0.10			
日本公开特许公报 昭 61-117246	0.005 ~ 0.05		0.05 ~ 1.0				0.003 ~ 0.015	0.05 ~ 0.3	B: 0.001~0.010
日本公开特许公报 昭 62-151546	0.005 ~ 0.02		1.5 ~ 3.0				0.003 ~ 0.015	0.05 ~ 0.2	Ti*=Ti-4C-3.4 2N-1.5S<O
美国专利 US 4,801,341	0.005 ~ 0.07		0.05 ~ 1.5	0.03 ~ 0.15		0.03 ~ 0.1	0.003 ~ 0.010		Al/N≥10

[0011] 表 2

[0012]

	热轧	
	终轧温度/℃	卷取温度/℃
公开特许公报昭 54-139820		500~650
公开特许公报昭 55-152127		≥650
公开特许公报昭 56-169727		
公开特许公报昭 56-248	850-880	600-630
公开特许公报昭 56-51553	850-880	600-630
公开特许公报昭 58-1013	≥800	≥550
公开特许公报昭 60-221520		≤600
公开特许公报昭 61-117246		
公开特许公报昭 62-151546		500-700
US 4,801,341		≥400

[0013] 发明内容

[0014] 本发明的目的在于提供一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板及其制造方法。本发明的钢板在用于制造热水器内胆等时,具有深冲性、较高的屈服强度、优良的抗鳞爆性和密着性、良好的焊接性,而且经过搪烧以后的制品仍然保持较高的屈服强度,更好地满足热水器内胆的耐压要求。

[0015] 为实现上述目的,本发明首先提供一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板,其成分重量比计为:C:0.041~0.10%、Si≤0.10%、Mn:0.05~1.00%、P≤0.05%、S:0.005~0.035%、Al:0.01~0.10%、N≤0.015%、Ti<0.10%、余量为铁和不可避免杂质。

[0016] 优选地,上述钢板中锰的成分重量比计为:0.05~0.50%。

[0017] 优选地,上述钢板中钛的成分重量比计为:0.01~0.05%。

[0018] 进一步,所述钢板的组织由铁素体和珠光体组成,其中铁素体的平均晶粒直径不大于15μm。

[0019] 以下是本发明主要元素的作用及其限定说明:

[0020] Mn:0.05~1.00%

[0021] 锰元素的加入是用来提高钢的强度。锰的加入量主要取决于钢的强度级别,但锰含量过高会严重降低钢的塑性,达不到深冲的要求,因此锰的

[0022] 含量应控制在0.05~1.00%,优选范围0.05~0.50%。锰在钢中还和铝一起共同起到脱氧的作用,锰的脱氧作用促进了钛的有效作用。

[0023] Ti:<0.10%

[0024] 钛元素的加入是用来提高钢板强度、改善涂搪性。钛是强碳、氮化合物的形成元素,钛在钢中可与氮、硫和碳化合,生成TiN、TiS、Ti₄C₂S₂和TiC等,它们以夹杂物和第二相粒子的形式存在。各化合物的生成温度依据元素的浓度变化,可以通过溶度积公式计算。一般地,在上述生成的钛的化合物中TiN的生成温度最高,且生成的温度随着钛和氮的浓度的提高而提高,TiN有时甚至在钢液中就会生成。但是,TiN的生成温度越高,其粒子越粗

大。而且,由于高温生成的 TiN 粒子在钢中多呈方形或长方形,因此粗大的 TiN 粒子会严重地损害钢的塑性,也不能发挥其对提高钢的抗鳞爆性的作用。为此,首先必须控制钛和氮的含量,即 $Ti < 0.10\%$, 优选范围 $0.01 \sim 0.05\%$ 、 $N \leq 0.015\%$ 。如果氮高于 0.015% ,则钢中生成的 TiN 量多且颗粒过于粗大,会严重地降低钢板的塑性。

[0025] 钛与碳、氮和硫生成化合物的量可以以下式来计算:

[0026]
$$W = 5C + 4.43N + 2.5S (\%)$$

[0027] 式中, W 为生成的化合物的量(%), C、N、S 分别为可与钛生成化合物的有效的碳、氮和硫的含量(%)。

[0028] 由于钢中不会加入过量的钛,因此并不是钢中所有的碳、氮和硫都能够与钛形成化合物。根据溶度积公式可以推算其形成化合物的顺序基本上按氮、硫和碳的化合物形成顺序。经过计算,按照本专利的范围,钢中生成的钛的化合物的总量为 $0.016 \sim 0.147\%$, 按照本专利的优选范围,钢中生成的钛的化合物总量为 $0.016 \sim 0.065\%$ 。

[0029] S : $0.005 \sim 0.035\%$

[0030] 在不加钛的钢中,硫通常与锰化合形成 MnS,这是一种塑性优良的夹杂物,它会随着钢坯的变形而延展,最终会严重损害钢板横向的塑性,因此在不加钛的钢中硫尽量地低以避免生成 MnS 夹杂物。但在加钛钢中,钛除了与氮结合外,还与硫结合生成 TiS、(Ti, Mn)S 和 Ti_4C_2S 等,这些化合物呈球形、细小弥散分布,起到把粗大的塑性夹杂物改性成细小弥散的析出相的作用。这种细小弥散的析出相也是良好的贮氢陷阱,对提高抗 鳞爆性十分有效,因此硫含量不小于 0.005% 。当然如果钢中硫含量过高,没有足够的钛与之化合,可能还会形成 MnS,因此硫含量不大于 0.035% 。

[0031] Al : $0.01 \sim 0.10\%$

[0032] 铝为强脱氧元素。为了保证钢中的氧含量尽量地低,铝的含量控制在 $0.01 \sim 0.10\%$,当钢中钛的含量较低不足以完全固定氮时,铝与氮反应形成 AlN 化合物,细小的 AlN 粒子也有利于提高钢板的塑性和抗鳞爆性能。

[0033] C : $0.02 \sim 0.10\%$

[0034] 该碳元素首先是确保钢板所规定强度的关键元素,碳含量增加,强度上升,但塑性下降。碳与钛生成化合物 TiC,与钛和硫生成化合物 $Ti_4C_2S_2$ 。由于钢中不可能加入过量的钛完全固定氮、硫和碳,这种情况下钢中必有自由碳存在,如果碳含量过高,钢中就会存在较多量的珠光体。珠光体多不仅损害钢的塑性,钢板达不到深冲要求,而且在搪瓷烧结过程中会产生大量的气泡,成为针孔缺陷。因此碳的含量必须低于 0.10% 。

[0035] 为实现上述目的,本发明还提供一种深冲用热轧高强度搪瓷钢板的制造方法,该方法包括如下步骤:

[0036] (1) 钢水经真空脱气处理后进行连铸或模铸,模铸后需经初轧成钢坯;

[0037] (2) 连铸坯或钢坯于 $1100 \sim 1250^\circ\text{C}$ 加热后进行一道次或多道次轧制,总压下率不低于 50% ;终轧温度不低于 800°C ,然后冷却至卷取温度,卷取温度为 $550 \sim 700^\circ\text{C}$;

[0038] (3) 将钢板进行平整,平整压下率不大于 3% 。

[0039] 制造工艺过程的控制及其对本发明产品的影响如下:

[0040] 转炉吹炼和真空处理:目的是确保钢液的基本成分要求,去除钢中的氢等有害气体,并加入钛等必要的合金元素,进行合金元素的调整。

[0041] 连铸或模铸:保证铸坯内部成分均匀和表面质量良好,模铸的钢锭需轧制成钢坯。

[0042] 热轧和冷却:连铸坯或钢坯在 1100 ~ 1250℃ 的温度下加热,一方面获得均匀的奥氏体化组织,另一方面使钛的化合物部分溶解。终轧温度不低于 800℃;然后冷却至卷取温度为 550 ~ 700℃。在热轧和冷却过程中,部分的钛会以化合物的形式析出,铝也会与氮反应生成 AlN,这些粒子呈细小弥散状态均匀地分布在钢中,同时钢中的铁素体组织得到细化,其平均晶粒直径不大于 15 μm,从而提高钢板的强塑性,也提高了钢板的抗鳞爆性。

[0043] 平整:可在拉矫机或平整机上进行,它不仅能消除钢板的屈服现象,改善钢板的表面质量,而且钢中的夹杂物和析出相颗粒经平整后,其周围会产生微小空洞更加有利于提高钢板的密着性和抗鳞爆性。但是,如果平整压下率过高,钢板的屈服强度显著提高,延伸率显著下降,因此本钢板的平整压下率不得超过 3%。

[0044] 本发明优点如下:

[0045] 针对深冲用热轧高强度搪瓷钢板对综合性能的要求特点,通过在低碳钢中加入适量的锰和少量的钛,并控制铝、硫等含量来控制钛与碳、氮和硫等形成析出相(主要是 TiN、Ti₄S₂C₂ 和 TiC 等)的数量和尺寸。在热加工过程中通过控制轧制和控制冷却使之呈细小弥散状态析出,钢中的铁素体晶粒充分细化,平均晶粒直径达到 15 μm 以下。细小弥散的析出相和铁素体晶界在搪瓷过程中成为良好的贮氢陷阱,大大地提高了钢板的成型性能和抗鳞爆性能,有利于提高瓷釉的密着性,也有利于提高钢板在高温烧结后的屈服强度,实现了钢板具有较高的屈服强度、优良的成型性能、优良的抗鳞爆性能和焊接性能,满足了制作复杂成型的热水器内胆等搪瓷制品的使用要求。

附图说明

[0046] 图 1a 是根据本发明的实施例 1 的钢板表层金相组织图,其中的铁素体晶粒均匀;

[0047] 图 1b 是根据本发明的实施例 1 的钢板芯部的金相组织图,其中的铁素体晶粒均匀。

[0048] 其中,上述钢板样品取自热轧钢板,钢板的厚度为 2.0mm,进行纵断面金相观察。

具体实施方式

[0049] 以下是本发明实施例 1-12 的具体说明。

[0050] 实施例 1

[0051] 钢板的化学成分重量百分比为:C:0.020、Si:0.02、Mn:0.05、P:0.012、S:0.035、Al:0.015、Ti:0.050、N:0.002、其余为 Fe 和不可避免的杂质。

[0052] 具有上述化学成分比重的冶炼完成的钢水经真空脱气处理后进行连铸,连铸坯厚度为 190 ~ 210mm,所得连铸坯于 1150℃ 加热后,热轧至 1.5 ~ 3.5mm,实际采用的终轧温度为 850℃ 和卷取温度为 630℃,对热轧钢板进行平整,平整压下率为 1.2%,如表 3 所示。

[0053] 采用了上述成分和工艺参数进行冶金加工,钢板的屈服强度可达 231MPa,抗拉强度达 350MPa,延伸率(深冲性能)高达 39%。钢板用于冲制热水器内胆,然后分别经静电搪瓷或湿法搪瓷后均没有发生鳞爆现象,即具有优良的抗鳞爆性和优良的瓷釉密着性,如表 4 所示。

[0054] 实施例 1 的钢板表层和芯部的铁素体晶粒均匀,如图 1(a) 和图 1(b),平均晶粒直径约 11 μm,符合不大于 15 μm 的控制目标。平均晶粒直径越小则晶界的面积越大。如前所述,晶界也是贮氢陷阱,晶界面积越大,钢的贮氢能力越大,抗鳞爆性能越好,因此通过细化

晶粒,提高晶界面积是对本专利钢提高抗鳞爆性能的很好的补充。

[0055] 其它实施例 2-12 的具体化学成分 (wt%) 也参见表 3,钢板的性能见表 4。

[0056] 表 3 实施例的化学成分 (wt%)

[0057]

	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	N
实施例 1	0.020	0.02	0.05	0.012	0.035	0.015	0.050	0.002
实施例 2	0.021	0.03	0.26	0.012	0.011	0.010	0.050	0.007
实施例 3	0.027	0.10	0.15	0.014	0.005	0.037	0.033	0.005
实施例 4	0.038	0.05	0.39	0.010	0.020	0.033	0.045	0.003
实施例 5	0.038	0.01	0.39	0.010	0.008	0.080	0.020	0.015
实施例 6	0.044	0.03	0.50	0.025	0.012	0.100	0.010	0.010
实施例 7	0.051	0.02	0.45	0.011	0.009	0.051	0.028	0.002
实施例 8	0.100	0.02	0.20	0.011	0.010	0.030	0.040	0.005
实施例 9	0.028	0.05	0.29	0.050	0.021	0.045	0.039	0.004
实施例 10	0.041	0.02	0.30	0.030	0.010	0.036	0.043	0.004
实施例 11	0.020	0.03	1.00	0.012	0.008	0.025	0.060	0.003
实施例 12	0.045	0.03	0.20	0.030	0.010	0.030	0.099	0.004

[0058] 表 4 实施例的工艺参数和性能

[0059]

	加热 温度 ℃	终轧 温度 ℃	卷取 温度 ℃	平整 压下率 %	R _m MPa	R _{p0.2} MPa	A ₅₀ %	抗鳞 爆性	密着 性
实施例 1	1150	850	630	1.2	350	231	39	优	优
实施例 2	1220	860	640	0.8	345	229	40	优	优
实施例 3	1200	860	640	1.0	359	232	37	优	优
实施例 4	1220	890	730	1.0	365	240	40	优	优
实施例 5	1150	800	570	1.5	363	239	40	优	优
实施例 6	1200	835	633	1.2	389	263	38	优	优
实施例 7	1100	820	570	1.5	411	295	34	优	优
实施例 8	1150	800	550	3.0	445	305	33	优	优
实施例 9	1250	900	750	2.0	329	215	42	优	优
实施例 10	1220	870	700	1.0	363	234	46	优	优
实施例 11	1200	830	700	1.0	480	360	35	优	优
实施例 12	1250	850	650	1.0	465	335	39	优	优

[0060] 从上述实施例可以看出,采用上述的成分和工艺参数进行加工的成品钢板,热轧成品的厚度范围在 1.5 ~ 3.5mm 之间,钢板的屈服强度大于或等于 215MPa,延伸率均不低于 33%,最高的达到 46%,并且具有较高抗拉强度。经过单面施釉和 830℃ × 10min 烧结试验,结果表明钢板均无鳞爆现象发生,密着性能良好。进一步地把钢板用于冲制热水器内胆,然后经静电搪瓷或湿法搪瓷后没有鳞爆现象发生,且具有良好的瓷釉密着性,完全满足耐压试验和循环疲劳试验,实施效果十分良好。

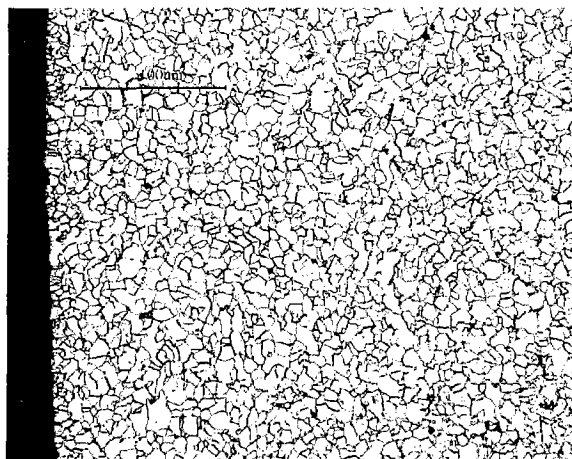


图 1a

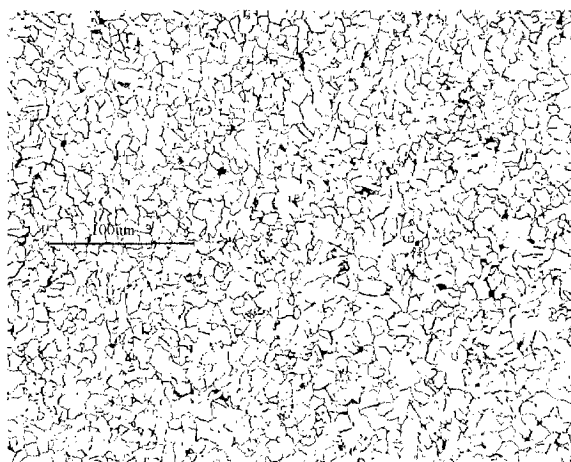


图 1b