



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108611563 A

(43)申请公布日 2018.10.02

(21)申请号 201810436196.7

G22C 33/04(2006.01)

(22)申请日 2018.05.09

B21C 37/02(2006.01)

(71)申请人 马钢(集团)控股有限公司

地址 243003 安徽省马鞍山市雨山区九华
西路8号

申请人 马鞍山钢铁股份有限公司

(72)发明人 胡学文 彭欢 李耀辉 刘茂林
王海波

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限
公司 34107

代理人 任晨晨

(51)Int.Cl.

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/04(2006.01)

G22C 38/06(2006.01)

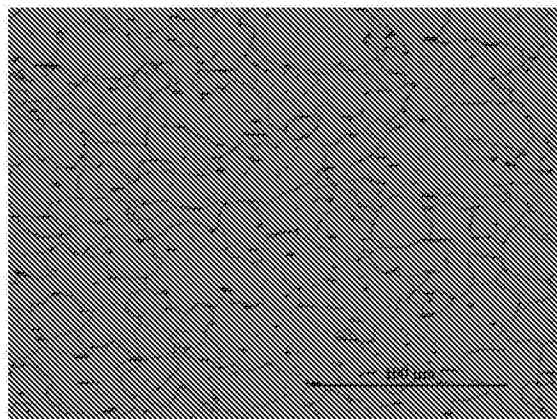
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板及其
制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种CSP流程优良成形性能低
碳钢钢板及其制造方法,化学成分重量百分比含
量为:C:0.045-0.065%、Si:0.010~0.060%、
Mn:0.08-0.30%、P:≤0.015%、S:≤0.010%、
Al:0.020-0.060%、其余为Fe及不可避免的夹
杂。与现有技术相比,本发明的技术方案使低碳
钢钢板获得优良的成形性能,还可明显低碳钢钢
板的氧化铁皮厚度,对于需要经过酸洗工序的低
碳钢钢板,可以降低其酸液用量,提高其生产效
率。这种低碳钢钢板主要用于各种成形结构件的
制造。



1. 一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板,其特征在于,所述CSP流程优良成形性能低碳钢钢板其化学成分重量百分比含量为:C:0.045~0.065%、Si:0.010~0.060%、Mn:0.08~0.30%、P:≤0.015%、S:≤0.010%、Al:0.020~0.060%、其余为Fe及不可避免的夹杂。

2. 一种权利要求1所述的CSP流程优良成形性能低碳钢钢板的制造方法,其特征在于,所述制造方法包括以下步骤:

- 1) 先进行转炉冶炼,然后LF炉精炼,然后连铸;
- 2) 铸坯进入加热炉中进行加热;
- 3) 轧制,经过高压水除鳞后进入7机架精轧机轧制;
- 4) 轧后钢板层流冷却后进行卷取。

3. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,步骤1)中所述连铸是指连铸成厚度为70mm的铸坯。

4. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,步骤2)中控制铸坯出炉温度在1050~1120℃。

5. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,步骤3)中终轧温度控制在780~820℃。

6. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,步骤4)所述层流冷却是指后段层流冷却。

7. 根据权利要求1或6所述的制造方法,其特征在于,步骤4)具体为:冷却速度为20~40℃/s,控制冷却后的钢板卷取温度在660~700℃。

一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及薄板坯连铸连轧钢的生产工艺技术领域,特别涉及一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板及其制造方法。

背景技术

[0002] CSP流程生产碳含量为0.045-0.065%的低碳钢,由于其工艺本身特点,其组织相对细小、强度相对较高,屈服强度约为290-330MPa,抗拉强度约为350-390MPa,应变硬化指数 n 值在0.20以下,塑形应变比值 r 值在1.0以下,以至于CSP生产的低碳钢钢板成形性能相对较差。

[0003] 关于降低CSP流程低碳钢钢板强度、提高其成形性能的方法申报专利已有多项。例如:专利CN 106244921A2016年12月21日公开了一种在CSP产线采用铁素体轧制工艺生产低碳钢的方法,其化学成分及重量百分比含量为C:0.02-0.06%,Si:0.01-0.04%,Mn:0.1-0.3%,其余为P、S等杂质元素和Fe。其工艺特点为采用低温加热、低温轧制和高温卷取温度,并控制F1与F2机架的压下率、F1-F3机架间冷却水量以及F4入口温度,最终获得3.0mm厚度的低碳钢组织为粗大的多边形铁素体,屈服强度为210MPa,抗拉强度为330MPa,屈服强度降低约27.33%,抗拉强度降低约13.40%。但该方法采用的铁素体轧制工艺只适合轧制超低碳钢(C:0.015%-0.04%,Mn<0.30%)和无间隙原子钢(C<0.005%,Mn<0.20%),对于碳含量高于0.050%的低碳钢,铁素体轧制工艺并不适用。

[0004] 此外,还有专利公开了一种在低碳钢加硼元素,降低其强度和形成性能的方法。例如:专利CN 101775557A 2010年7月14日公开了一种低碳含硼软钢及其制备方法,其化学成分及重量百分比含量为C:0.001-0.012%,Si:0.002-0.10%,Mn:0.01-0.25%,Al:0.025-0.075%,B:0.001-0.006%, $P \leq 0.025\%$, $S \leq 0.025\%$, $N \leq 0.040\%$, $Cu+Cr+Ni \leq 0.15\%$,其余为P、S等杂质元素和Fe。其制备方法包括:转炉冶炼、RH真空脱碳、钢包铝脱氧、钢包喂含硼包芯线、连铸、加热、轧制、冷却、卷取。最终生产的2.75-2.90mm低碳钢铁素体晶粒度等级为7-8级,下屈服强度 $\leq 200\text{MPa}$,抗拉强度 $\leq 300\text{MPa}$,延伸主要利用率 $A_{50} \geq 50\%$ 。但这种方法需要增加RH工序,会增加生产成本。

[0005] 专利CN1450180A2015年7月15日公开了一种可改善热轧板板冷加工性能的方法,其化学成分及重量百分比含量为C: $\leq 0.06\%$,Si: $\leq 0.05\%$,Mn:0.15-0.30%,Al:0.020-0.050%,B:0.001-0.01%, $P \leq 0.025\%$, $S \leq 0.010\%$, $N \leq 0.006\%$, $Cu+Cr+Ni \leq 0.25\%$,其余为P、S等杂质元素和Fe。通过转炉冶炼、连铸、加热、轧制、卷取等工序,其最终生产的1.2-5.0mm低碳钢钢板强度和硬度降低,延伸率提高,其屈服强度为280-298MPa,抗拉强度为352-372MPa,延伸率为29.5-31.0%,维氏硬度为102-108HV,屈服强度降低约12.5%,抗拉强度降低约9.74%。但该方法低碳钢的屈服强度、抗拉强度下降程度相对较小。

[0006] 综上所述,目前降低低碳钢钢板的强度,提高其加工成形性能,主要通过采用铁素体轧制工艺或者添加硼元素。针对碳含量为0.045-0.065%的低碳钢,这些方法或不适合,或会增加生产成本,目前仍未有技术涉及在不增加生产成本的前提下,降低其强度和提

成形性能的方法。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板,通过控制元素配比,降低其强度,提高成形性能。

[0008] 本发明还提供了一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板的制造方法,通过设计冶炼、加热、热轧、冷却及卷取工艺,可以使低碳钢钢板获得优良的成形性能。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 本发明提供的一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板,其化学成分重量百分比含量为:C:0.045-0.065%、Si:0.010~0.060%、Mn:0.08-0.30%、P: \leq 0.015%、S: \leq 0.010%、Al:0.020-0.060%、其余为Fe及不可避免的夹杂。

[0011] 本发明提供的一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板的制造方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 先进行转炉冶炼,然后LF炉精炼,然后连铸;

[0013] 2) 铸坯进入加热炉中进行加热;

[0014] 3) 轧制,经过高压水除鳞后进入7机架精轧机轧制;

[0015] 4) 轧后钢板层流冷却后进行卷取。

[0016] 步骤1)中所述连铸是指连铸成厚度为70mm的铸坯。

[0017] 步骤2)中控制铸坯出炉温度在1050-1120℃。

[0018] 步骤3)中终轧温度控制在780-820℃。

[0019] 步骤4)所述层流冷却是指后段层流冷却;

[0020] 步骤4)具体为:冷却速度为20-40℃/s,控制冷却后的钢板卷取温度在660-700℃。

[0021] 进一步的,步骤4)之后热轧低碳钢卷空冷至室温。

[0022] 进一步的,生产的低碳钢钢板其金相组织为不规则多边形铁素体和少量珠光体,铁素体晶粒度为7.0-8.0级。

[0023] 本发明采用超低C、低Si、低P、低S,C:0.045-0.065%主要是为了防止大量碳化物析出,增加组织的析出强化效果,导致带钢强度增加和成形性能变差。Si:0.010~0.060%,一方面为了降低Si的固溶强化效果,降低带钢强度,提高冷加工性能;另一方面为了防止Si含量过高,在高温下与FeO结合反应产生铁橄榄石($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$),铁橄榄石在1177℃以下呈固态,会将FeO牢牢钉轧在带钢基体表层,增加除磷难度;Mn含量为0.08-0.30%,主要为了固定S和防止带钢强度过大;P、S作为杂质元素,会对带钢的成形性能产生不利影响,应该严格控制,其含量越低越好。Al含量为0.020-0.060%,Al主要作为脱氧剂使用,若Al含量过高,会析出大量的AlN,增加析出强度效果,对降低带钢强度产生不利影响。

[0024] 本发明在热轧工艺设计上,加热温度控制在1050-1120℃,其主要目的是避免温度高于1177℃生成熔融的铁橄榄石,板坯出炉温度低于1177℃时,熔融状态的铁橄榄石凝固并将FeO牢牢钉轧在带钢基体,增加氧化铁皮的去除难度;终轧温度控制在780-820℃,其目的的一方面是在铁素体相变温度区域轧制,降低轧制压力,提高轧制稳定性;另一方面是控制轧制过程中产生的氧化铁皮厚度。卷取温度控制在660-700℃,主要是为了让铁素体发生完全静态再结晶及晶粒充分长大,降低带钢的强度,提高其延伸率。

[0025] 采用本发明生产的低碳钢钢板金相组织为多边形铁素体和少量珠光体,铁素体晶

粒度为7.0-8.0级,CSP常规工艺生产的低碳钢钢板金相组织为等轴铁素体,铁素体晶粒度为9.5-10.5级。相对于CSP常规工艺,本发明生产的低碳钢钢板铁素体晶粒度降低2级。

[0026] 采用本发明生产的低碳钢钢板屈服强度 $R_{p0.2}=220-250\text{MPa}$,抗拉强度 $R_m=320-350\text{MPa}$,延伸率 $A_{80}=35-37\%$,应变硬化指数 $n=0.21-0.23$,塑性应变比值 $r=1.132-1.173$,而CSP常规工艺生产的低碳钢钢板屈服强度 $R_{p0.2}=270-300\text{MPa}$,抗拉强度 $R_m=360-390\text{MPa}$,延伸率 $A_{80}=32-34\%$,应变硬化指数 $n=0.18-0.20$, $r=0.994$ 。相对于CSP常规工艺,本发明生产的低碳钢钢板屈服强度降低16.67-18.52%,抗拉强度降低约10.26-11.11%,延伸率提高约5.88-6.25%, n 值提高约15.00-16.67%, r 值提高约13.88-18.00%,可明显提高其成形性能。

[0027] 采用本发明生产的低碳钢的氧化铁皮平均厚度为 $4.377\mu\text{m}$,而CSP常规工艺生产的低碳钢钢板氧化铁皮平均厚度为 $8.677\mu\text{m}$ 。相对于CSP常规工艺,本发明生产的低碳钢钢板氧化铁皮厚度减少49.56%,可以减少酸洗工序酸液用量,提高酸洗效率。

[0028] 与现有技术相比,本发明的技术方案使低碳钢钢板获得优良的成形性能,还可明显低碳钢钢板的氧化铁皮厚度,对于需要经过酸洗工序的低碳钢钢板,可以降低其酸液用量,提高其生产效率。这种低碳钢钢板主要用于各种成形结构件的制造。

附图说明

[0029] 图1为本发明对应的低碳钢金相组织;

[0030] 图2为CSP常规工艺对应的低碳钢金相组织。

具体实施方式

[0031] 下面通过具体实施例对本发明的技术方案予以说明。

[0032] 实施例1

[0033] 一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板,其化学成分重量百分比含量如下表1。

[0034] 一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板的制造方法,方法为:

[0035] 1) 先进行转炉冶炼,然后LF炉精炼,然后连铸;

[0036] 2) 铸坯进入加热炉中进行加热;

[0037] 3) 轧制,经过高压水除鳞后进入7机架精轧机轧制;

[0038] 4) 轧后钢板层流冷却后进行卷取。

[0039] 控制连铸坯厚度为70mm,控制加热温度、终轧温度、层流冷却速度以及卷取温度。具体工艺参数如下表2。

[0040] 实施例2-5

[0041] 一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板,其化学成分重量百分比含量如下表1。

[0042] 一种CSP流程优良成形性能低碳钢钢板的制造方法,方法同实施例1,具体工艺参数如下表2:

[0043] 对比例

[0044] 其化学成分重量百分比含量如下表1。

[0045] 具体制造方法工艺:控制连铸坯厚度为70mm,控制加热温度、终轧温度、层流冷却速度以及卷取温度,具体工艺参数如下表2。

[0046] 表1实施例及对比例实测化学成分(质量百分数,wt%)

[0047]

| 实施例 | C | Si | Mn | P | S | Al |
|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 实施例1 | 0.048 | 0.028 | 0.10 | 0.012 | 0.003 | 0.025 |
| 实施例2 | 0.050 | 0.027 | 0.10 | 0.012 | 0.003 | 0.026 |
| 实施例3 | 0.052 | 0.026 | 0.11 | 0.013 | 0.003 | 0.027 |
| 对比例 | 0.050 | 0.028 | 0.10 | 0.012 | 0.003 | 0.025 |

[0048] 表2实施例及对比例轧制工艺参数

[0049]

| 实施例 | 厚度 (mm) | 加热温度 (°C) | 终轧温度 (°C) | 冷速 (°C) | 卷取温度 (°C) |
|-------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 实施例 1 | 3.0 | 1106 | 779 | 28 | 681 |
| 实施例 2 | 3.0 | 1100 | 781 | 29 | 679 |
| 实施例 3 | 3.0 | 1101 | 785 | 30 | 676 |

[0050]

| | | | | | |
|-----|-----|------|-----|----|-----|
| 对比例 | 3.0 | 1150 | 878 | 34 | 680 |
|-----|-----|------|-----|----|-----|

[0051] 实施例1-3及对比例力学性能如表3所示,实施例1-3及对比例氧化铁皮厚度如表4所示。

[0052] 表3实施例及对比例力学性能

[0053]

| 编号 | 厚度 (mm) | 方向 | Rp0.2 (MPa) | Rm (MPa) | A ₈₀ (%) | n | r | \bar{r} |
|-------|---------|-----|-------------|----------|---------------------|-------|-------|-----------|
| 实施例 1 | 3.0 | 横向 | 245 | 337 | 35.0 | 0.231 | 0.696 | 1.161 |
| | | 45° | 237 | 332 | 36.0 | 0.230 | 1.081 | |
| | | 纵向 | 226 | 328 | 37.0 | 0.221 | 0.625 | |
| 实施例 2 | 3.0 | 横向 | 240 | 335 | 36.0 | 0.221 | 0.684 | 1.173 |
| | | 45° | 236 | 326 | 35.0 | 0.224 | 1.112 | |
| | | 纵向 | 231 | 320 | 36.0 | 0.218 | 0.612 | |
| 实施例 3 | 3.0 | 横向 | 248 | 350 | 35.0 | 0.225 | 0.674 | 1.132 |
| | | 45° | 243 | 348 | 36.0 | 0.220 | 1.053 | |
| | | 纵向 | 236 | 339 | 35.0 | 0.227 | 0.615 | |
| 对比例 | 3.0 | 横向 | 300 | 370 | 33.0 | 0.189 | 0.532 | 0.994 |
| | | 45° | 292 | 368 | 33.0 | 0.192 | 0.96 | |
| | | 纵向 | 288 | 366 | 34.0 | 0.204 | 0.53 | |

[0054] 表4实施例及对比例氧化铁皮厚度

[0055]

| 编号 | 氧化铁皮厚度 (μm) | | | 氧化铁皮平均厚度 (μm) |
|-------|--------------------------|-------|-------|----------------------------|
| | 位置 1 | 位置 2 | 位置 3 | |
| 实施例 1 | 4.021 | 4.197 | 4.138 | 4.119 |
| 实施例 2 | 4.255 | 4.255 | 4.255 | 4.255 |
| 实施例 3 | 4.662 | 4.721 | 4.896 | 4.760 |
| 对比例 | 7.188 | 9.908 | 8.936 | 8.677 |

[0056] 本发明制造的低碳钢钢板有优良的成形性能,还可明显低碳钢钢板的氧化铁皮厚度。而且,成本低。

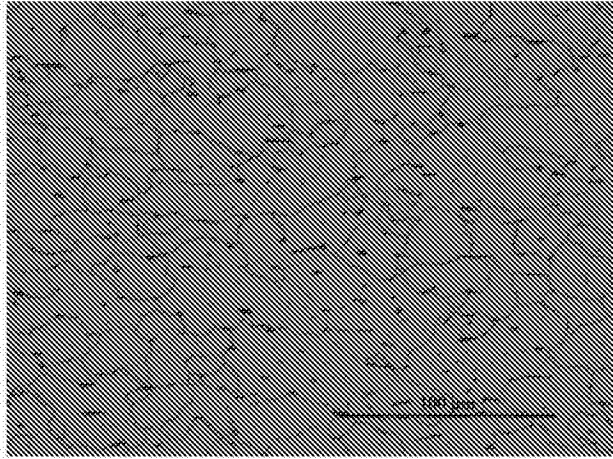


图1

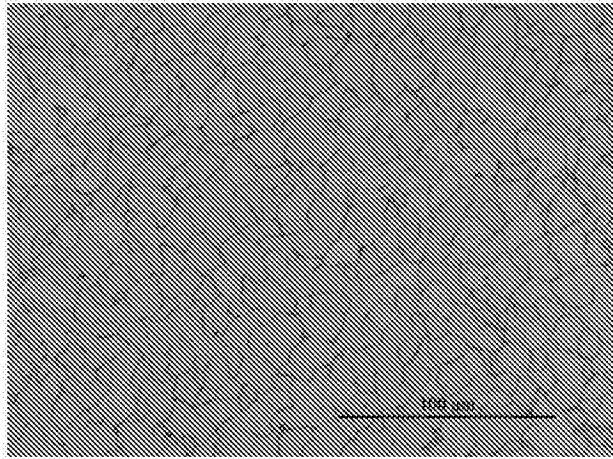


图2