



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106834948 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710123801.0 *G22C 38/06*(2006.01)

(22)申请日 2017.03.03 *G22C 33/04*(2006.01)

(71)申请人 内蒙古包钢钢联股份有限公司 *G21D 8/02*(2006.01)

地址 014000 内蒙古自治区包头市昆区河西工业区

(72)发明人 宿成 王建钢 刘妍 董磊 敬鑫  
郭靖 曹研 刘芳 王皓 李钊

(74)专利代理机构 北京律远专利代理事务所  
(普通合伙) 11574

代理人 王冠宇

(51)Int.Cl.  
*G22C 38/04*(2006.01)  
*G22C 38/02*(2006.01)  
*G22C 38/12*(2006.01)  
*G22C 38/14*(2006.01)

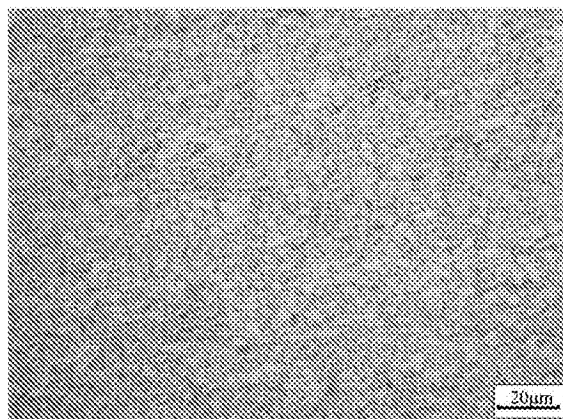
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法。上述钢带按质量百分比的化学成分为：C 0.05~0.10%；Si 0.10~0.30%；Mn 1.60~2.00%；P≤0.015%；S≤0.005%；Al≤0.040%；Nb 0.060~0.080%；Ti 0.10~0.15%；H≤2.0ppm；O≤30ppm；N≤60ppm，其余为Fe及不可避免夹杂。本发明提供的钢带制备工艺利用低合金成本的设计思路，充分发挥控轧控冷工艺，通过合金元素的细晶强化、沉淀强化的机理实现材料的高强和高韧性匹配，以降低材料成本提高其综合性能。制备的钢带具有高强度和低温韧性的良好匹配特性。



1. 一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带,其特征在于,其质量百分比的化学成分为:C 0.05~0.10%;Si 0.10~0.30%;Mn 1.60~2.00%; $P \leq 0.015\%$ ;  $S \leq 0.005\%$ ;Al  $\leq 0.040\%$ ;Nb 0.060~0.080%;Ti 0.10~0.15%; $H \leq 2.0\text{ppm}$ ;  $O \leq 30\text{ppm}$ ;  $N \leq 60\text{ppm}$ ,其余为Fe及不可避免夹杂。

2. 一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

转炉冶炼,冶炼后期加入硅铁、锰铁脱氧合金化,控制P、S成分,防止钢液过氧化,出钢温度为1600~1630℃,转炉出钢 $[P] \leq 0.010\%$ ,  $[S] \leq 0.010\%$ ;

精炼,LF精炼和RH脱气全程吹氩工艺,精炼过程保持良好的还原气氛,采用Al丝脱氧,LF后期添加锰铁、铌铁进行合金化,LF结束后进行钙处理;RH真空处理,真空度 $\leq 2\text{mbar}$ ,深真空时间 $\geq 20\text{min}$ ;

连铸,钢水进中包温度控制在1550~1580℃,过热度 $\Delta T \leq 25 \sim 40^\circ\text{C}$ ,拉速控制在0.90~1.10m/min,配有动态轻压下技术,矫直温度 $\geq 920^\circ\text{C}$ ;

轧制,坯加热温度为 $1180 \pm 20^\circ\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;粗轧末道次开轧温度 $\leq 1000^\circ\text{C}$ ;精轧开轧温度920~980℃;精轧终轧温度780~840℃,卷取温度为500~600℃,冷却速度在20~30℃/s。

3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述轧制具体包括:

板坯加热,加热温度为 $1180 \pm 20^\circ\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;

高压水除鳞;

压力机定宽;

E1R1粗轧机轧制和E2R2粗轧机轧制,粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;粗轧末道次开轧温度 $\leq 1000^\circ\text{C}$ ;

飞剪;

高压水除鳞;

F1~F7精轧机轧制,精轧开轧温度920~980℃;精轧终轧温度780~840℃;

加密型层流冷却,冷却速度在20~30℃/s;

卷取,卷取温度为500~600℃;

托盘运输,取样,检验。

## 纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钢铁领域,特别涉及一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 高强钢以及超高强钢的应用可以有效实现构件轻量化以及满足安全性要求,从而适应节能、环保、降低钢材消耗的新政策。细晶技术是提高材料强韧性的首选途径。利用微合金Nb+Ti的细晶强化和沉淀强化机制开发低成本高强韧汽车、工程机械、集装箱用热轧钢带逐渐成为材料升级的发展方向。

[0003] 近年来,含Ti超高强热轧冷成形用钢的工业研发取得了重要进展。多数开发钢含有Cr、Ni、Cu或Mo等贵重合金元素。目前,同类的产品的缺陷在于,要么工序复杂,增加生产成本,要么产品质量有待提高,难以满足屈服强度高于700MPa。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法。

[0005] 本发明提供一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带,其质量百分比的化学成分为:C 0.05~0.10%;Si 0.10~0.30%;Mn 1.60~2.00%; $P \leq 0.015\%$ ;  $S \leq 0.005\%$ ;Al  $\leq 0.040\%$ ;Nb 0.060~0.080%;Ti 0.10~0.15%; $H \leq 2.0\text{ppm}$ ;  $O \leq 30\text{ppm}$ ;  $N \leq 60\text{ppm}$ ,其余为Fe及不可避免夹杂。

[0006] 本发明还提供一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带的制备方法,其包括如下步骤:

[0007] 转炉冶炼,冶炼后期加入硅铁、锰铁脱氧合金化,控制P、S成分,防止钢液过氧化,出钢温度为1600~1630℃,转炉出钢 $[P] \leq 0.010\%$ ,  $[S] \leq 0.010\%$ ;

[0008] 精炼,LF精炼和RH脱气全程吹氩工艺,精炼过程保持良好的还原气氛,采用Al丝脱氧,LF后期添加锰铁、铌铁进行合金化,LF结束后进行钙处理;RH真空处理,真空度 $\leq 2\text{mbar}$ ,深真空时间 $\geq 20\text{min}$ ;

[0009] 连铸,钢水进中包温度控制在1550~1580℃,过热度 $\Delta T \leq 25 \sim 40^\circ\text{C}$ ,拉速控制在0.90~1.10m/min,配有动态轻压下技术,矫直温度 $\geq 920^\circ\text{C}$ ;

[0010] 轧制,坯加热温度为 $1180 \pm 20^\circ\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;粗轧末道次开轧温度 $\leq 1000^\circ\text{C}$ ;精轧开轧温度920~980℃;精轧终轧温度780~840℃,卷取温度为500~600℃,冷却速度在20~30℃/s。

[0011] 进一步地,所述轧制具体包括:

[0012] 板坯加热,加热温度为 $1180 \pm 20^\circ\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;

[0013] 高压水除鳞;

[0014] 压力机定宽;

[0015] E1R1粗轧机轧制和2R2粗轧机轧制,粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;粗轧末道次开轧温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ ;

[0016] 飞剪;

[0017] 高压水除鳞;

[0018] F1~F7精轧机轧制,精轧开轧温度 $920\sim 980^{\circ}\text{C}$ ;精轧终轧温度 $780\sim 840^{\circ}\text{C}$ ;

[0019] 加密型层流冷却,冷却速度在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ;

[0020] 卷取,卷取温度为 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ;

[0021] 托盘运输,取样,检验。

[0022] 本发明提供了一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法,具体为一种C-Mn-Nb-Ti低合金高屈服强度冷成型用结构钢的制备工艺及方法,该工艺利用低合金成本的设计思路,充分发挥控轧控冷工艺,通过合金元素的细晶强化、沉淀强化的机理实现材料的高强和高韧性匹配,以降低材料成本提高其综合性能,取得2250mm热轧生产线的工业化生产,具有良好的推广价值。本发明制备的钢带具有高强度和低温韧性的良好匹配特性,可以用于各种工程机械用轻量化、高安全的承载构件,各项性能均能满足EN 10149-21996冷成型用高屈服强度热轧钢带的标准要求。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例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。

[0024] 图1为本发明实施例制备的钢带的组织形貌图。

## 具体实施方式

[0025] 本发明公开了一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带及其制备方法,本领域技术人员可以借鉴本文内容,适当改进工艺参数实现。特别需要指出的是,所有类似的替换和改动对本领域技术人员来说是显而易见的,它们都被视为包括在本发明。本发明的方法及应用已经通过较佳实施例进行了描述,相关人员明显能在不脱离本发明内容、精神和范围内对本文所述的方法和应用进行改动或适当变更与组合,来实现和应用本发明技术。

[0026] 本发明提供一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带,其质量百分比的化学成分为:C 0.05~0.10%;Si 0.10~0.30%;Mn 1.60~2.00%;P $\leq 0.015\%$ ;

[0027] S $\leq 0.005\%$ ;Al $\leq 0.040\%$ ;Nb 0.060~0.080%;Ti 0.10~0.15%;H $\leq 2.0\text{ppm}$ ;

[0028] O $\leq 30\text{ppm}$ ;N $\leq 60\text{ppm}$ ,其余为Fe及不可避免夹杂。

[0029] 该材料成分的主要合金元素Mn利用固溶强化提高材料的强度,Nb发挥细晶强化提高材料的强韧性,Ti发挥沉淀强化作用提高材料的强度和改善焊接热影响区的韧性。

[0030] 相应的,本发明还提供一种纵向屈服强度700MPa级热轧钢带的制备方法,其包括如下步骤:

[0031] 转炉冶炼,冶炼后期加入硅铁、锰铁脱氧合金化,控制P、S成分,防止钢液过氧化,出钢温度为 $1600\sim 1630^{\circ}\text{C}$ ,转炉出钢[P] $\leq 0.010\%$ ,[S] $\leq 0.010\%$ ;

[0032] 精炼,LF精炼和RH脱气全程吹氩工艺,精炼过程保持良好的还原气氛,采用Al丝脱氧,LF后期添加锰铁、铌铁进行合金化,LF结束后进行钙处理。RH真空处理,真空度 $\leq 2\text{mbar}$ ,

深真空时间 $\geq 20\text{min}$ ;

[0033] 连铸,钢水进中包温度控制在 $1550\sim 1580^{\circ}\text{C}$ ,过热度 $\Delta T\leq 25\sim 40^{\circ}\text{C}$ ,拉速控制在 $0.90\sim 1.10\text{m/min}$ ,配有动态轻压下技术,矫直温度 $\geq 920^{\circ}\text{C}$ 。

[0034] 轧制,坯加热温度为 $1180\pm 20^{\circ}\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;(简称粗轧模式1+5或3+3);轧末道次开轧温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ ;精轧开轧温度 $920\sim 980^{\circ}\text{C}$ ;精轧终轧温度 $780\sim 840^{\circ}\text{C}$ ,卷取温度为 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ,冷却速度在 $20\sim 30^{\circ}\text{C/s}$ 。

[0035] 上述生产工艺中,炼钢生产工艺包括:铁水 $\rightarrow$ 转炉炼钢 $\rightarrow$ LF精炼 $\rightarrow$ RH脱气 $\rightarrow$ 板坯连铸。转炉冶炼优选采用KR预脱硫铁水,硅铁、锰铁、铌铁和钛铁合金脱氧合金化,钢水全过程吹氩搅拌;真空度 $\leq 2\text{mbar}$ ,深真空时间 $\geq 20\text{min}$ ,过冷度 $\Delta T\leq 20\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

[0036] 优选地,所述轧制具体包括:

[0037] 板坯加热,加热温度为 $1180\pm 20^{\circ}\text{C}$ ;加热时间 $\geq 130\text{min}$ ;

[0038] 高压水除鳞;

[0039] 压力机定宽;

[0040] E1R1粗轧机轧制和2R2粗轧机轧制,粗轧模式采用1#粗轧机轧制1道次,2#粗轧机轧制5道次;或1#粗轧机轧制3道次,2#粗轧机轧制3道次;粗轧末道次开轧温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ ;

[0041] 飞剪;

[0042] 高压水除鳞;

[0043] F1 $\sim$ F7精轧机轧制,精轧开轧温度 $920\sim 980^{\circ}\text{C}$ ;精轧终轧温度 $780\sim 840^{\circ}\text{C}$ ;

[0044] 加密型层流冷却,冷却速度在 $20\sim 30^{\circ}\text{C/s}$ ;

[0045] 卷取,卷取温度为 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ;

[0046] 托盘运输,取样,检验。

[0047] 本发明提供了一种纵向屈服强度 $700\text{MPa}$ 级热轧钢带及其制备方法,具体为一种C-Mn-Nb-Ti低合金高屈服强度冷成型用结构钢的制备工艺及方法,该工艺利用低合金成本的设计思路,充分发挥控轧控冷工艺,通过合金元素的细晶强化、沉淀强化的机理实现材料的高强和高韧性匹配,以降低材料成本提高其综合性能,取得 $2250\text{mm}$ 热轧生产线的工业化生产,具有良好的推广价值。

[0048] 下面结合实施例,进一步阐述本发明:

[0049] 实施例1-3

[0050] 1.材料的冶炼

[0051] 1.1转炉冶炼:经预处理后的铁水进入转炉,吹氧脱碳升温,冶炼后期加入硅铁、锰铁脱氧合金化,控制P、S成分,防止钢液过氧化,出钢温度 $1600\sim 1630^{\circ}\text{C}$ ,转炉出钢 $[P]\leq 0.010\%$ , $[S]\leq 0.010\%$ 。

[0052] 1.2精炼:采用LF+RH全程吹氩工艺,精炼过程保持良好的还原气氛,采用Al丝脱氧,LF后期添加锰铁、铌铁进行合金化,LF结束后进行钙处理。RH真空处理,真空度 $\leq 2\text{mbar}$ ,深真空时间 $\geq 20\text{min}$ ,

[0053] 1.3连铸:钢水进中包温度控制在 $1550\sim 1580^{\circ}\text{C}$ ,过热度 $\Delta T\leq 25\sim 40^{\circ}\text{C}$ ,拉速控制在 $0.90\sim 1.10\text{m/min}$ 。配有动态轻压下技术,矫直温度 $\geq 920^{\circ}\text{C}$ 。

[0054] 2控轧控冷工艺

[0055] 采用步进式加热炉加热铸坯(加热工艺见表1),粗轧采用双机架R1和R2往返式轧制,采用的粗轧模式为1+5和3+3,精轧采用F1~F7连轧工艺,具体控轧控冷工艺见表2。

[0056] 表1铸坯加热工艺参数

[0057]

铸坯厚度 mm	成品厚度 mm	加热温度 ℃	加热时间 min	均热温度 ℃	均热时间 min	出炉温度 ℃
230	2.0~6.0	1180~1220	180~240	1160~1200	30~60	1180±20

[0058] 表2轧制工艺参数

[0059]

厚度 (mm)	粗轧终轧温 度(℃)	中间坯厚度 (mm)	精轧开轧温 度(℃)	精轧终轧温 度(℃)	卷取温度 (℃)	冷却速 率℃/s
3.0~6.0	940~1000	38~45	920~980	800~840	550~600	20~30

[0060] 3实施例分析

[0061] 3.1根据以上冶炼技术要求,冶炼下列成分的低合金高屈服强度冷成型用结构钢的铸坯,具体成分(质量百分比)如下表3所示。

[0062] 表3各实例化学成分

[0063]

化学元素	C	Si	Mn	P	S	Alt	Nb	Ti	Ca
实例 1	0.080	0.25	1.80	0.009	0.003	0.040	0.077	0.13	0.0016
实例 2	0.070	0.18	1.75	0.010	0.002	0.035	0.075	0.12	0.0017
实例 3	0.060	0.15	1.72	0.008	0.003	0.030	0.070	0.11	0.0015

注: 钢中气体[H]≤2.0ppm, [O]≤30ppm, [N]≤60ppm。

[0064] 3.2按照以上成分设计和热轧工艺,生产厚度3~6mm热轧钢带的室温拉伸性能和低温(-40℃)冲击性能见表4,试验方法参照GB/T 228.1和GB/T 229。

[0065] 表4产品拉伸性能和低温冲击性能

[0066]

实例	产品厚度 /mm	拉伸性能(纵向)			冲击性能(纵向)		
		屈服强度 R <sub>0.5</sub> /MPa	抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa	A/%	冲击温度 /℃	试样尺寸 /mm	冲击功/J
1	3	742	805	20	-40℃	-	-
2	4	721	798	19		-	-
3	6	715	781	23		5×10×55	80, 65, 71

[0067] 3.3产品金相组织为等轴铁素体+少量的珠光体,晶粒度13~14级。组织形貌见图1所示。

[0068] 综上所述,本发明制备的钢带具有高强度和低温韧性的良好匹配特性,可以用于各种工程机械用轻量化、高安全的承载构件,各项性能均能满足EN10149-2 1996冷成型用高屈服强度热轧钢带的标准要求。

[0069] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

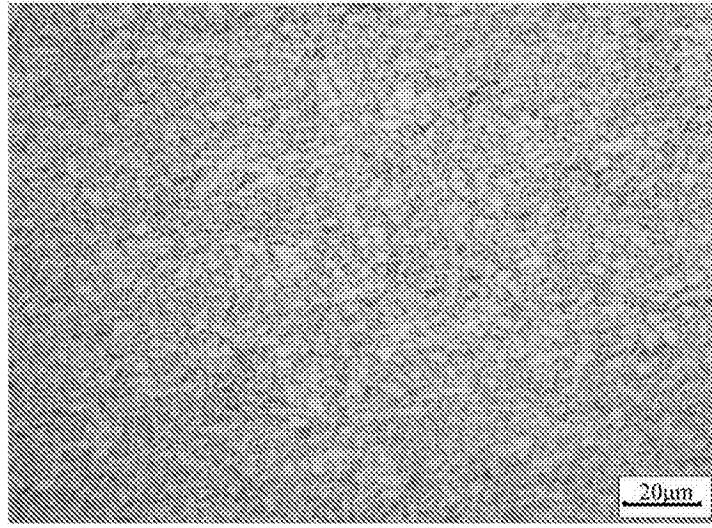


图1