



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101736199 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 18

(21) 申请号 200810228945. 3

1-3.

(22) 申请日 2008. 11. 18

JP 特开平 9-202940 A, 1997. 08. 05, 说明书
第 0015-0036 段, 第 6-7 页表 1-2.

(73) 专利权人 鞍钢股份有限公司

地址 114021 辽宁省鞍山市铁西区鞍钢厂区内

审查员 马然

(72) 发明人 侯华兴 杨颖 刘明 张涛
谷春阳 史乃安 朱克永

(51) Int. Cl.

G22C 38/38 (2006. 01)

B21B 37/74 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2000-282175 A, 2000. 10. 10, 说明书
第 0007、0009、0011-0019、0027 段, 第 6-7 页表

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

高强度冷成型焊接结构用热轧带钢及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种高强度冷成型焊接结构用热轧带钢及其制造方法, 其成分为 C : 0. 055 % ~ 0. 09 %、Si : 0. 05 % ~ 0. 50 %、Mn : 1. 50 % ~ 1. 90 %、Nb : 0. 035 % ~ 0. 07 %、Ti : 0. 06 % ~ 0. 13 %、Cr : 0. 05 % ~ 1. 0 %、Als : 0. 010 % ~ 0. 070 %, 余量为 Fe 及不可避免的杂质。其生产方法包括冶炼—精炼—连铸—轧制, 轧前加热温度为 1150 ~ 1250 °C, 采用两阶段控轧, 粗轧结束温度在 > 1020 °C, 精轧开轧温度 < 1040 °C, 精轧终轧温度控制为 820 ~ 920 °C, 轧后快速冷却, 卷取温度为 520 ~ 620 °C。本发明采用低 C 高 Ti 含量、添加适量 Cr 和 Nb, 通过 Cr、Nb、Ti 元素的复合强化作用, 不添加贵重元素 Mo、Ni、Cu、V 等, 在提高强度的同时, 钢种韧性、塑性和焊接性能良好, 生产操作方便, 无需回火或调质等热处理工艺。

1. 一种高强度冷成型焊接结构用热轧带钢,其特征在于该钢的化学成分重量百分比为:C:0.055%~0.09%、Si:0.05%~0.50%、Mn:1.50%~1.90%、Nb:0.035%~0.07%、Ti:0.102%~0.130%、Cr:0.05%~1.0%、Al_s:0.010%~0.070%,余量为Fe及不可避免的杂质。

2. 一种权利要求1所述高强度冷成型焊接结构用热轧带钢的生产方法,包括冶炼-精炼-连铸-轧制,轧前加热温度为1150~1250℃,采用两阶段控轧,粗轧结束温度在>1020℃,精轧开轧温度<1040℃,精轧终轧温度控制为820~920℃,轧后快速冷却,冷却速度为5~50℃/s,卷取之后空冷或缓冷,其特征在于卷取温度为520~620℃。

高强度冷成型焊接结构用热轧带钢及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料技术领域,尤其涉及一种高强度冷成型焊接结构用热轧带钢及其制造方法。

背景技术

[0002] 具有高强度和优良综合力学性能的钢材,以减轻自重,大幅度地提高其承载能力,增加物流企业的经济效益。同时,空行程时也可大幅度地降低燃油消耗量,降低运输成本。而且,高强度钢的使用能够减少钢材用量,对环保、节能和节约原材料将大有裨益。

[0003] 有关高强度冷成型焊接用钢方面的技术虽然已有文献公开,但都存在生产成本高的问题。如:

[0004] 申请号为 200610116562.8 的中国专利提供了一种高强度冷成型热连轧钢板及其生产方法。其化学成分如下:C:0.05—0.10wt%,Si:0.10—0.50wt%,Mn:1.0—2.0wt%, $P \leq 0.025\text{wt}\%$, $S \leq 0.010\text{wt}\%$,Nb:0.03—0.08wt%,Ti:0.05—0.15wt%,Mo:0.10—0.50wt%,Ca:0.0010—0.0050wt%,Al:0.01—0.05wt%,其余为 Fe 及不可避免的杂质。该钢种的屈服强度可达 $700\text{N}/\text{mm}^2$ 以上。但是,钢中加入了贵重元素 Mo,导致钢种成本明显增加。

[0005] 公开号为 CN1563468A,名为“冷成型高强度焊接结构钢的生产方法”的中国专利以低碳—锰为基础,添加 Cu、Ni、Mo、V 等贵重的合金元素,通过控轧控冷工艺来实现最终性能。其不足之处是:为了提高钢材的强度,成分设计中加入较高含量的贵重合金元素,不仅提高了钢的成本,同时对钢的焊接性能还带来不利影响,而且该钢种的屈服强度只能达到 $\geq 500\text{N}/\text{mm}^2$ 、抗拉强度达到 $590\text{N}/\text{mm}^2$ 以上。

[0006] 新日铁在中国申请的公开号为 CN1639371A,名为“弯曲加工性优良的耐候性高强度钢板及其制造方法”的专利,其不足之处在于钢中加入了较多的合金元素,如 Ni 含量最高达 2.0%,Ti 含量最高达 0.2%,较高的合金元素不但造成了成本大幅度上升,同时增加了生产上的难度,生产工序多,生产操作复杂。

发明内容

[0007] 鉴于现有技术的上述不足,本发明的目的在于提供一种生产成本低的高强度冷成型焊接结构用热轧带钢及其制造方法。

[0008] 本发明是这样实现的:该高强度冷成型焊接结构用热轧带钢的化学成分重量百分比为:C:0.055%~0.09%、Si:0.05%~0.50%、Mn:1.50%~1.90%、Nb:0.035%~0.07%、Ti:0.06%~0.13%、Cr:0.05%~1.0%、Als:0.010%~0.070%,余量为 Fe 及不可避免的杂质。

[0009] 本发明高强度冷成型焊接结构用热轧带钢包括三个强度级别,即屈服强度 $\geq 600\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $\geq 700\text{N}/\text{mm}^2$ 和 $\geq 800\text{N}/\text{mm}^2$ 。根据强度级别不同和钢板厚度不同,适当确定添加元素的种类及含量。强度级别与合金成分匹配为:

[0010] 屈服强度 $\geq 600\text{N/mm}^2$ 级别采用化学成分范围(重量百分比)为:C:0.055%~0.09%、Si:0.05%~0.50%、Mn:1.50%~1.80%、Nb:0.035%~0.070%、Ti:0.060%~0.100%、Cr:0.050%~0.300%、Al_s:0.010%~0.070%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0011] 屈服强度 $\geq 700\text{N/mm}^2$ 级别采用化学成分范围(重量百分比)为:C:0.055%~0.09%、Si:0.05%~0.50%、Mn:1.60%~1.90%、Nb:0.040%~0.070%、Ti:0.070%~0.125%、Cr:0.200%~0.700%、Al_s:0.010%~0.070%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0012] 屈服强度 $\geq 800\text{N/mm}^2$ 级别采用化学成分范围(重量百分比)为:C:0.055%~0.09%、Si:0.05%~0.50%、Mn:1.60%~1.90%、Nb:0.040%~0.070%、Ti:0.08%~0.13%、Cr:0.300%~1.000%、Al_s:0.010%~0.070%,其余为Fe及不可避免的杂质。

[0013] 本发明高强度冷成型焊接结构用热轧带钢化学成分以低C高Ti为基本特征,以成本低廉的Mn、Cr、Nb等元素作为主要添加元素,根据强度级别及厚度,适当添加Mn、Cr、Nb等元素。Cr、Nb、Ti同时加入,通过Cr、Nb、Ti元素的复合强化作用显著提高钢的强度,同时,钢种韧性、塑性和焊接性能良好,生产操作方便,不需要进行回火或调质等热处理工艺。

[0014] 本发明选择的合金元素在屈服强度 $\geq 600\text{N/mm}^2$ 、 $\geq 700\text{N/mm}^2$ 和 $\geq 800\text{N/mm}^2$ 三个强度级别的热轧带钢中的主要作用在于:

[0015] C:碳对钢的强度、韧性、焊接性能影响很大。C含量低于0.055%时难以获得足够的强度;碳高于0.09%时,在生成组织中珠光体含量增加,使钢的冷成型性能和韧性下降,同时由于成分进入包晶区,容易发生结晶器漏钢事故和铸坯表面质量缺陷,连铸时难度增加。

[0016] Mn:锰是提高强度和韧性的有效元素,而且成本十分低廉,因此在本发明中把Mn元素作为主要合金元素,但是Mn含量太高时,容易产生偏析缺陷,造成组织不均匀,影响冷成型性能。一般控制Mn1.50%~1.90%。

[0017] Nb:铌是控轧控冷钢中的重要元素,它能够有效地延迟变形奥氏体的再结晶,阻止奥氏体晶粒长大,提高奥氏体再结晶温度,细化晶粒,同时改善强度和韧性,而且具有强烈的析出强化作用,可以显著地提高钢的屈服强度。根据本发明的目的,控制Nb:0.035%~0.07%。

[0018] Ti:钢中加入钛,具有二个方面的作用。一方面是为了固定钢中的氮元素,形成氮化钛质点,阻止钢坯在加热、轧制、焊接过程中晶粒的长大,改善母材和焊接热影响区的韧性。另一方面,钛能够在铁素体中析出TiC,在大幅度提高钢的强度的同时,对钢的塑性影响不大。Ti低于0.06%时,强化效果差且随工艺变化波动大,不能够稳定达到本发明的目标强度,Ti超过0.13%时,连铸难度大,且使钢的韧性恶化。因此,本发明控制Ti:0.06%~0.13%。

[0019] Si:硅是炼钢脱氧的必要元素,也具有一定的强化作用,当含量低于0.05%时,难于获得充分的脱氧效果;含量超过0.5%时,钢的清洁度下降,韧性降低,可焊性差。

[0020] Al:铝是脱氧元素,可作为AlN形成元素,有效地细化晶粒,其含量不足0.01%时,效果较小;超过0.07%时,脱氧作用达到饱和;再高则对母材及焊接热影响区韧性有害。

[0021] Cr:根据强度级别和钢板厚度的不同,加入适量的Cr元素,通过Cr、Nb、Ti三元素的复合强化作用,以显著提高钢的强度。从经济性和焊接性考虑,在本发明中将Cr含量控制在0.05%~1.0%。

[0022] 其余为 Fe 及不可避免的杂质元素。钢中的杂质元素控制在 $P \leq 0.025\%$ ， $S \leq 0.015\%$ ， $[N] \leq 0.0080\%$ 。从提高钢种韧性和塑性的角度来看，杂质元素含量越低越好。

[0023] 本发明所述高强度冷成型焊接结构用热轧带钢的生产方法包括冶炼—精炼—连铸—轧制。本发明冶炼连铸工艺：进行铁水预处理，采用转炉冶炼，通过顶吹或顶底复合吹炼，尽可能深脱碳；采用 VD、RH 或 LF 等进行炉外精炼处理，并进行微合金化；进行 Ca 处理，结合钢中 S 含量和出钢量，喂 Si-Ca 线，控制硫化物形态，提高钢的延性、韧性和冷成型性能，减小钢板横向和纵向性能差；连铸采用电磁搅拌，减少元素偏析，提高铸坯质量。本发明轧制工艺：轧前加热温度控制在 $1150^{\circ}\text{C} \sim 1250^{\circ}\text{C}$ ，以保证获得细小的奥氏体晶粒，同时 Nb、Ti 元素得以充分固溶；采用两阶段控轧，粗轧结束温度 $>1020^{\circ}\text{C}$ ，轧制过程能够充分发生再结晶；精轧开轧温度 $<1040^{\circ}\text{C}$ ，精轧终轧温度控制在 $820^{\circ}\text{C} \sim 920^{\circ}\text{C}$ ；轧后立即采用冷却设备进行快速冷却，冷却速度范围一般控制在 $5 \sim 50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，冷速越大，强度、韧性越高；卷取温度控制在 $520^{\circ}\text{C} \sim 620^{\circ}\text{C}$ ，之后空冷或缓冷，便于微合金元素的析出强化。

[0024] 本发明所述高强度冷成型焊接结构用热轧带钢包括三个强度级别，采用低 C 高 Ti 含量，只添加适量 Cr 元素和 Nb 元素，所以成本低廉；Cr、Nb、Ti 同时加入，通过 Cr、Nb、Ti 元素的复合强化作用，不添加贵重元素 Mo、Ni、Cu、V 等，在显著提高钢的强度的同时，钢种的冷弯成型性良好，冷弯 $180^{\circ} \quad d = 0$ 也不开裂，而且低温韧性高， -20°C 纵向冲击功 Akv 平均达到 47J 以上（冲击试样尺寸 10^*5^*55mm ）；本发明钢种碳含量低， $0.055\% \sim 0.09\%$ ，屈服强度 $700\text{N}/\text{mm}^2$ 以下级别 Pcm 值 $\leq 0.21\%$ 、 $\geq 800\text{N}/\text{mm}^2$ 级别 Pcm 值 $\leq 0.23\%$ ，表明焊接性能优良，可简化焊接工艺；该系列钢种轧态性能即可满足要求，因而也不需要进行回火或调质等热处理工艺。

具体实施方式

[0025] 下面通过实施例对本发明作进一步的描述。

[0026] 按照本发明提供的配方及生产工艺，制造了屈服强度 $\geq 600\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $\geq 700\text{N}/\text{mm}^2$ 和 $\geq 800\text{N}/\text{mm}^2$ 三个强度级别的冷成型高强度热轧带钢，实施例的具体化学成分见表 1，实施例的实际工艺参数见表 2，实施例的实物性能检验结果见表 3。

[0027] 表 1、本发明钢种实施例的冶炼成分，Wt%

[0028]

屈服强度级别	实施例	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Als	Cr
≥ 600 N/mm ²	11	0.080	0.410	1.670	0.012	0.003	0.050	0.075	0.019	0.201
	12	0.080	0.313	1.670	0.010	0.002	0.050	0.078	0.031	0.080
	13	0.063	0.191	1.742	0.012	0.002	0.038	0.080	0.043	0.170
	14	0.056	0.154	1.795	0.012	0.003	0.057	0.060	0.026	0.099
	15	0.060	0.500	1.570	0.013	0.001	0.065	0.095	0.045	0.060
	16	0.079	0.150	1.780	0.013	0.004	0.058	0.083	0.034	0.150
	17	0.089	0.150	1.700	0.017	0.002	0.056	0.086	0.025	0.290
≥ 700 N/mm ²	21	0.088	0.487	1.850	0.016	0.002	0.064	0.120	0.036	0.240
	22	0.076	0.170	1.771	0.014	0.001	0.058	0.085	0.032	0.510
	23	0.062	0.360	1.610	0.013	0.001	0.068	0.075	0.038	0.675
	24	0.076	0.243	1.880	0.017	0.002	0.060	0.095	0.036	0.420
	25	0.060	0.210	1.890	0.015	0.002	0.048	0.091	0.031	0.330
	26	0.076	0.270	1.810	0.014	0.001	0.039	0.085	0.032	0.310
	27	0.076	0.160	1.830	0.015	0.002	0.062	0.125	0.042	0.210
≥ 800 N/mm ²	31	0.075	0.270	1.820	0.009	0.006	0.050	0.130	0.047	0.450
	32	0.090	0.150	1.893	0.014	0.006	0.055	0.115	0.046	0.800
	33	0.064	0.375	1.794	0.020	0.002	0.070	0.085	0.036	0.923
	34	0.080	0.440	1.670	0.012	0.003	0.047	0.102	0.029	0.987

[0029] 表 2、本发明钢实例的实际工艺参数

[0030]

实施例	加热温度 °C	粗轧终轧温度 °C	精轧开轧温度 °C	精轧终轧温度 °C	卷取温度 °C
11	1250	1060	1040	915	610
12	1250	1068	1033	887	546
13	1250	1050	1034	882	580
14	1232	1046	1026	876	610
15	1237	1044	1030	878	564
16	1239	1027	1013	865	620
17	1151	1020	1003	828	610
21	1250	1057	1037	913	584
22	1250	1060	1035	890	609
23	1248	1051	1035	871	560
24	1235	1050	1039	898	555
25	1226	1058	1038	841	527
26	1225	1034	1017	875	596
27	1160	1026	1010	830	603
31	1250	1069	1012	925	606
32	1227	1050	989	910	540
33	1186	1047	980	905	530
34	1157	1038	980	830	524

[0031] 表 3、本发明钢实施例的力学性能

[0032]

实施例	钢板厚度 mm	Rel N/mm ²	Rm N/mm ²	A %	-20℃纵向冲击 Akv, J		
11	4.0	650	725	17			
12	5.8	670	735	19	64	64	62
13	7.7	685	755	20	70	82	72
14	9.6	660	750	18	90	84	86
15	11.6	690	765	19	74	70	70
16	13.5	645	715	17	112	114	114
17	15.5	625	710	18	172	188	180
21	3.8	738	823	27			
22	4.8	750	815	19			
23	6.6	761	804	21	68	64	54
24	7.7	725	805	18	72	64	68
25	9.6	750	815	20	62	64	64
26	11.6	720	820	18	80	86	90
27	13.5	745	810	20	180	170	168
31	4.8	875	965	16			
32	6.6	865	905	19	49	54	60
33	9.6	845	910	17.5	56	46	55
34	13.5	840	910	18	100	100	105

[0033] 注：钢板厚度 ≤ 12mm，冲击试样尺寸 10*5*55mm，钢板厚度 >12mm，冲击试样尺寸 10*10*55mm。