



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104775074 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201510227327. 7

(22) 申请日 2015. 05. 07

(71) 申请人 湖南华菱湘潭钢铁有限公司  
地址 411101 湖南省湘潭市岳塘区钢城路

(72) 发明人 汤伟 杨建华 李中平 史术华  
范明 张计谋 熊祥江 陈奇明

(74) 专利代理机构 长沙新裕知识产权代理有限  
公司 43210

代理人 李由

(51) Int. Cl.

C22C 38/16(2006. 01)

C21D 8/02(2006. 01)

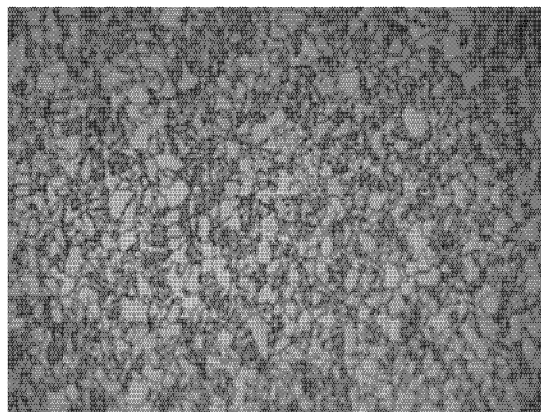
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种管线钢的生产方法

(57) 摘要

一种管线钢的生产方法,采用转炉—RH真空循环脱气精炼—LF精炼—VD真空脱气—CC连铸—加热炉加热—粗轧—精轧—Mulpic控冷—成品入库的生产工艺路线。化学成分质量百分比为:C=0.02~0.03, Si=0.20~0.30, Mn=1.00~1.20, P≤0.015, S≤0.005, Nb=0.04~0.05, Ti=0.008~0.02, Cu=0.10~0.15, Ni=0.10~0.15, Mo=0.10~0.15, 余量为Fe。本发明采用低碳当量低P<sub>cm</sub>值的成分设计,通过微合金化+两阶段轧制+Mulpic多功能冷却获得了AF+B粒+QF的复相组织,最终所制的管线钢具备良好的强度性能和强低温韧性、优良的抗HIC性能。



1. 一种管线钢的生产方法,采用转炉—RH 真空循环脱气精炼—LF 精炼—VD 真空脱气—CC 连铸—加热炉加热—粗轧—精轧—Mulpic 控冷—成品入库的生产工艺路线,其特征在于:钢的化学成分质量百分比为:C=0.02 ~ 0.03, Si=0.20 ~ 0.30, Mn=1.00 ~ 1.20,  $P \leq 0.015$ ,  $S \leq 0.005$ , Nb=0.04 ~ 0.05, Ti=0.008 ~ 0.02, Cu=0.10 ~ 0.15, Ni=0.10 ~ 0.15, Mo=0.10 ~ 0.15, 余量为 Fe;关键工艺步骤包括:

(1) 采用两阶段控制轧制 + Mulpic 分段冷却的方法:两阶段控制轧制,一阶段开轧温度在 1180 ~ 1220℃之间,累积变形量  $\geq 60\%$ ,展宽后道次压下率在 22~29%之间,轧制速度 1.5~2.5m/s,终轧温度在 1000 ~ 1060℃之间;待温度坯二阶段开轧温度在 940 ~ 950℃之间,道次压下率在 14~22%之间,轧制速度 4.0~6.0m/s,终轧温度在 860 ~ 825℃之间,累积变形量  $\geq 70\%$ ;

(2) 轧后钢板通过 Mulpic 分段冷却,入水温度控制在 850 ~ 810℃之间, Mulpic 的 A 区 DQ 模式高速冷却, A 区上水量设定 120~130,下水量设定 135~145,水压 7~8bar;冷却速率在 35 ~ 40℃之间,冷却温度区间 850~600℃;Mulpic 的 B\C\D 区 ACC 模式冷却, B\C\D 区上水量设定 50~60,下水量设定 72~80,水压 3~4bar,冷却速率在 18~20℃之间,终冷温度在 360 ~ 420℃之间,最终获得 AF+B 粒 +QF 的复相组织,同时启用 3~6 组分区吹扫装置。

## 一种管线钢的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于钢铁冶炼技术,具体涉及一种超低碳当量强低温韧性抗 HIC 用管线钢的生产方法。

### 背景技术

[0002] 石油和天然气,分为酸性和非酸性两类资源。酸性类别的原油和天然气资源,其成分含有一定数量的  $H_2S$ 。 $H_2S$  是天然气中最具有腐蚀作用的有害介质之一,严重地影响着油气输送管线的使用寿命,制约着油气输送管线材料的发展。因此,开发抗酸性耐腐蚀管线钢具有重要的意义。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在提供一种强低温韧性抗 HIC 用管线钢的生产方法,生产出具有强低温韧性及抗 HIC 能力的管线钢用钢。

[0004] 本发明的技术方案:

一种管线钢的生产方法,采用转炉—RH 真空循环脱气精炼—LF 精炼—VD 真空脱气—CC 连铸—加热炉加热—粗轧—精轧—Mulpic 控冷—成品入库的生产工艺路线。化学成分质量百分比为:  $C=0.02 \sim 0.03$ ,  $Si=0.20 \sim 0.30$ ,  $Mn=1.00 \sim 1.20$ ,  $P \leq 0.015$ ,  $S \leq 0.005$ ,  $Nb=0.04 \sim 0.05$ ,  $Ti=0.008 \sim 0.02$ ,  $Cu=0.10 \sim 0.15$ ,  $Ni=0.10 \sim 0.15$ ,  $Mo=0.10 \sim 0.15$ , 余量为 Fe。关键工艺步骤包括:

(1) 采用两阶段控制轧制 + Mulpic 分段冷却的方法:两阶段控制轧制,一阶段开轧温度在  $1180 \sim 1220^\circ C$  之间,累积变形量  $\geq 60\%$ ,展宽后道次压下率在  $22 \sim 29\%$  之间,轧制速度  $1.5 \sim 2.5 m/s$ ,终轧温度在  $1000 \sim 1060^\circ C$  之间;待温度坯二阶段开轧温度在  $940 \sim 950^\circ C$  之间,道次压下率在  $14 \sim 22\%$  之间,轧制速度  $4.0 \sim 6.0 m/s$ ,终轧温度在  $860 \sim 825^\circ C$  之间,累积变形量  $\geq 70\%$ ;

(2) 轧后钢板通过 Mulpic 分度冷却,入水温度控制在  $850 \sim 810^\circ C$  之间, Mulpic 的 A 区 DQ 模式高速冷却, A 区上水量设定  $120 \sim 130$ ,下水量设定  $135 \sim 145$ ,水压  $7 \sim 8 bar$ ;冷却速率在  $35 \sim 40^\circ C$  之间,冷却温度区间  $850 \sim 600^\circ C$ ; Mulpic 的 B\C\D 区 ACC 模式冷却, B\C\D 区上水量设定  $50 \sim 60$ ,下水量设定  $72 \sim 80$ ,水压  $3 \sim 4 bar$ ,冷去速率在  $18 \sim 20^\circ C$  之间,终冷温度在  $360 \sim 420^\circ C$  之间,最终获得 AF+B 粒 + QF 的复相组织,同时启用 3~6 组分区吹扫装置。

[0005] 本发明的有益效果:采用低碳低 Pcm 值 Cu-Mo-Ni 的经济型成分设计,生产成本低;两阶段控制轧制 + Mulpic 分段冷却相结合,获得了最终获得 PF+B<sub>粒</sub> + AF 的复相组织;所制得的管线钢具备良好的强度性能和强低温韧性、优良的抗 HIC 性能力学性能:屈服强度  $R_{t0.5}$ :  $485 \sim 525 MPa$ ,抗拉强度  $R_m$ :  $600 \sim 645 MPa$ ,屈强比  $0.82 \leq R_{t0.5}/R_m \leq 0.88$ ,在  $-80^\circ C$  冲击实验下,冲击值为  $360 \sim 400 J$ ,裂纹敏感系数均为 0,在  $-40^\circ C$  落锤试验下,落锤剪切面积比为  $95 \sim 100\%$ 。

## 附图说明

[0006] 图 1 为本发明实施例 1 中得到复相组织的光学显微镜照片。

[0007] 图 2 为本发明实施例 2 中得到复相组织的光学显微镜照片。

## 具体实施方式

[0008] 本发明管线钢由 150t 转炉冶炼, 经过钢包吹氩、RH 炉精炼、LF 炉精炼、VD 真空处理和连铸, 铸坯断面为 260×2300mm, 铸坯加热后, 采用 5000mm 双机架控制轧制, Mulpic 分段冷却, 热轧钢板尺寸 15.88×3115mm。

[0009] 本发明实施例 1、实施例 2 的化学成分见表 1, 两阶段轧制温度见表 2, 粗轧轧制压下与速度控制见表 3, 精轧轧制压下与速度控制见表 4, Mulpic 参数控制见表 5, 力学性能见表 6~表 9。

[0010] 表 1 实施例管线钢的化学成分(%)

实施例	C	Si	Mn	P	S	AlI	Nb	V	Ti	Mo	Ni	Cu	Ceq	Pcm
1	0.028	0.22	1.01	0.013	0.001	0.032	0.042	0.04	0.014	0.13	0.12	0.14	0.26	0.11
2	0.026	0.24	1.06	0.015	0.001	0.041	0.041	0.042	0.016	0.13	0.14	0.14	0.27	0.12

表 2 实施例管线钢的两阶段轧制温度

实施例	加热温度/℃	粗轧开轧温度/℃	粗轧终轧温度/℃	待温度坯厚度/℃	精轧开轧温度/℃	精轧终轧温度/℃
1	1210	1196	1035	80	940	830
2	1220	1188	1025	80	942	835

表 3 实施例管线钢粗轧轧制压下与速度控制

轧制道次	轧制方式	压下率 (%)	轧制速度 (m/s)
1	横轧展宽 (展宽前)	12.16	1.5
2		12.48	1.5
3		12.33	1.5
4	纵轧 (展宽后)	22.02	1.8
5		24.56	1.8
6		27.61	1.8
7	通过道次		

表 4 实施例管线钢精轧轧制压下与速度控制

轧制道次	轧制方式	压下率 (%)	轧制速度 (m/s)
1	纵轧 (展宽后)	21.5	4.3
2		19.7	4.5
3		17.8	4.6
4		16.2	4.8
5		15.8	5.3
6		15.6	5.6
7		14.8	5.8

表 5 实施例管线钢 Mulpic 参数控制

实施例	A 区					B/C/D 区				
	冷速	上水量	下水量	水压	终冷温度	冷速	上水量	下水量	水压	终冷温度
1	38	126	142	7.2	606	18.6	52	76	3.6	386
2	37	122	138	7.6	617	18.8	58	78	3.4	412

表 6 实施例拉伸性能

实施例	Rt0.5	Rm	R0.5/Rm	A%
1	492	632	0.78	46.5%
2	503	641	0.78	45.8%

表 7 实施例 -80℃ 冲击性能

实施例	AKv/J			Akv 平均/J
1	364	362	372	366
2	365	378	373	372

表 8 实施例 -40℃ DWTT 性能

实施例	单值 (SA%)	单值 (SA%)	平均值 (SA%)
1	99	99	99
2	98	100	99

表 9 实施例 A 溶液抗 HIC 性能

试样	截面编号	截面		裂纹				裂纹长度率	裂纹厚度率	裂纹敏感率
		长度	厚度	长度 1	长度 2	宽度 1	宽度 2	CLR%	CTR%	CSR%
1	11	20.42	18.36					0	0	0
	12	20.42	18.36					0	0	0
	13	20.42	18.36					0	0	0
	平均							0	0	0
2	21	20.42	18.34					0	0	0
	22	20.42	18.34					0	0	0
	23	20.42	18.34					0	0	0
	平均							0	0	0

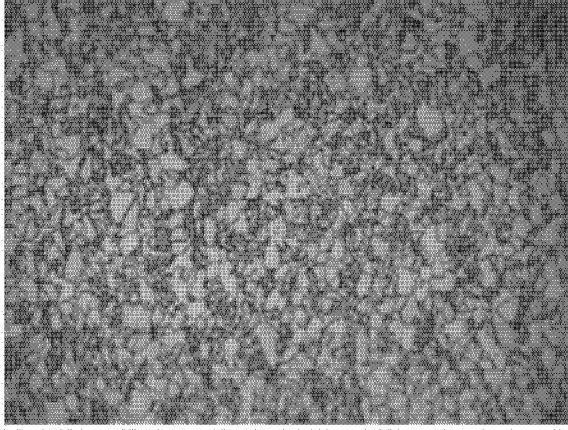


图 1

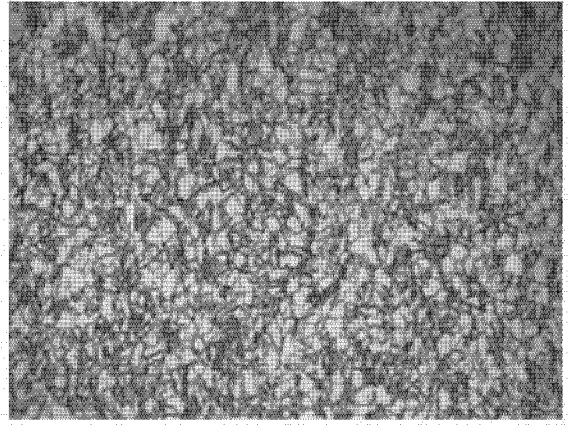


图 2