



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101906569 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201010266539. 3

(22) 申请日 2010. 08. 30

(73) 专利权人 南京钢铁股份有限公司

地址 210035 江苏省南京市六合区卸甲甸 1 号

(72) 发明人 尹雨群 左秀荣 姜金星 牛胜玺  
赵晋斌 王振伟 胡跃跃 李如涛

(74) 专利代理机构 南京汇盛专利商标事务所  
(普通合伙) 32238

代理人 陈扬

(51) Int. Cl.

C22C 38/04 (2006. 01)

C22C 38/50 (2006. 01)

C22C 38/54 (2006. 01)

C22C 38/58 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101407894 A, 2009. 04. 15, 全文.

黄群飞等. 高性能双相钢的研究进展. 《热处理技术与装备》. 2007, 第 28 卷 (第 3 期), 11-14.

张文生等. 热处理工艺对 X52 热轧管线钢组织和性能的影响. 《材料热处理技术》. 2009, 142-144.

党淑娥. 双相钢的研究现状及应用前景. 《双相钢的研究现状及应用前景》. 2002, (第 4 期), 14-18.

张帅等. 回火工艺对高强度管线钢组织性能的影响. 《鞍钢技术》. 2009, (第 1 期), 18-21.

李立科等. 热处理对 X80 管线钢组织性能的影响. 《焊管》. 2010, 第 33 卷 (第 4 期), 18-21.

审查员 马娜

权利要求书 1 页 说明书 7 页

(54) 发明名称

一种热处理方法制备的抗大变形管线钢及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种热处理方法制备的抗大变形管线钢及其制备方法, 该钢化学成分为:  $0.02 \leq C \leq 0.12\%$ ,  $0.5 \leq Mn \leq 2.0\%$ ,  $Si \leq 0.25\%$ ,  $P \leq 0.02\%$ ,  $S \leq 0.01\%$ ,  $Nb \leq 0.11\%$ ,  $V \leq 0.08\%$ ,  $Ti \leq 0.05\%$ ,  $Al \leq 0.06\%$ ,  $N \leq 0.012\%$ ,  $Cu \leq 0.50\%$ ,  $Cr \leq 0.60\%$ ,  $Mo \leq 0.50\%$ ,  $Ni \leq 0.60\%$ ,  $B \leq 0.005\%$ ,  $Ca \leq 0.01\%$ , 余量为 Fe 和不可避免的杂质,  $0.3\% \leq CE_{IIW} \leq 0.45\%$ ,  $CE_{Pcm} \leq 0.2\%$ . 制造方法为: 在热处理炉中加热钢至  $700-950^{\circ}C$ , 保温时间为  $6-15min$ , 以  $1-400^{\circ}C/s$  的速率冷却到室温, 同时进行室温至  $500^{\circ}C$  回火, 得到铁素体第一相加贝氏体、马氏体、退化珠光体或它们的任意混合物为第二相的钢。该钢具有高抗拉强度、低屈服强度、低屈强比、高均匀延伸率、高应变硬化指数, 从而具有良好的强韧性和变形性能。

CN 101906569 B

1. 一种热处理方法制备的抗大变形管线钢,其特征在于:该钢中化学成分的质量百分数为: $0.02 \leq C \leq 0.12\%$ ,  $0.5 \leq Mn \leq 1.6\%$ ,  $Si \leq 0.25\%$ ,  $P \leq 0.02\%$ ,  $S \leq 0.01\%$ ,  $Nb \leq 0.11\%$ ,  $V \leq 0.08\%$ ,  $Ti \leq 0.05\%$ ,  $Al \leq 0.06\%$ ,  $N \leq 0.012\%$ ,  $Cu \leq 0.50\%$ ,  $Cr \leq 0.60\%$ ,  $Mo \leq 0.50\%$ ,  $Ni \leq 0.60\%$ ,  $B \leq 0.005\%$ ,  $Ca \leq 0.01\%$ , 余量为 Fe 和不可避免的杂质;其中  $0.33\% \leq CE_{IIW} \leq 0.44\%$ ,  $CE_{Pcm} \leq 0.2\%$ ; Nb+V+Ti 的质量百分数为 0.02-0.24%, Cr+Cu+Ni 的质量百分数为 0.02-1.7%;

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

$$CE_{Pcm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn+Cu+Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B;$$

该钢包括第一相和第二相,其中铁素体为第一相,马氏体、贝氏体、退化珠光体或它们的任意混合物为第二相;铁素体的体积分数为 10-90%;铁素体晶粒平均直径为 4-12  $\mu m$ 。

2. 一种权利要求 1 所述抗大变形管线钢的制备方法,其特征在于该方法包括以下步骤:在热处理炉中加热钢至 730-880 $^{\circ}C$ ,保温时间为 6-15min,以 1-400 $^{\circ}C/s$  的速率冷却到室温。

3. 一种权利要求 1 所述抗大变形管线钢的制备方法,其特征在于该方法包括以下步骤:在热处理炉中加热钢至 730-880 $^{\circ}C$ ,保温时间为 6-15min,以 1-400 $^{\circ}C/s$  的速率冷却到室温,并进行 100-450 $^{\circ}C$  回火。

## 一种热处理方法制备的抗大变形管线钢及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金领域,涉及一种管线钢,具体地说是一种热处理方法制备的抗大变形管线钢及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 由于油气输送管道不断向永久冻土或地震区域延伸,对抗大变形管线钢管的需求进一步增加。在这些区域敷设管线时,地层移动可能引起钢管较大应变,因此,所用管线钢必须具有防止局部弯曲和管线对接环焊缝断裂的变形能力。提高油气输送管线用钢管抗变形能力的方法是增加钢管的壁厚,但这势必增加管的建设成本,采用具有抗大变形钢管可以在不增加壁厚的前提下获得高的钢管抗变形能力。

[0003] 高性能管线钢的组织经历了铁素体-珠光体型、针状铁素体型、粒状贝氏体型和下贝氏体型等类型组织的转变。双相钢具有较高应变硬化能力和优良可变形性,通过控制铁素体-贝氏体/马氏体组织的比例及分布得到的双相钢具有良好的强韧性和变形性能,在抗大变形管线钢中具有广阔的应用前景。双相钢通常合金元素含量较低、淬透性差,但在奥氏体和铁素体两相区加热,奥氏体区富碳,随后冷却过程中转变成马氏体或贝氏体,最终组织为在韧性优良的铁素体基底上分布硬度高的马氏体或贝氏体。双相钢由于其独特的组织特征,与相似强度的低合金钢相比,具有高抗拉强度、低屈服强度、高延伸率等特性。制备双相钢的临界区热处理工艺决定了其后形成的相的种类、数量及分布,从而影响其后的性能,回火会改变双相钢的碳分布,从而改变其性能,双相钢临界区热处理前的组织状态决定了双相钢马氏体的形态及数量,最终影响其性能。管线钢中铬可增加奥氏体淬透性,降低铁素体的屈服强度,有利于获得低屈强比的双相钢;元素铝可增加奥氏体的稳定性,促使铁素体从奥氏体中析出并对珠光体的形成具有强烈的阻碍作用;双相钢热轧过程中铌推迟再结晶,细化铁素体和淬火后的马氏体晶粒,提高双相钢的强度同时改善其塑韧性;V和Ti是强碳化物形成元素,由于容易和C、N原子结合生成二次相,故可以起到细化晶粒和弥散强化的作用。

[0004] 目前双相管线钢均采用轧制方式生产,未见有采用热处理工艺生产双相管线钢的报道。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种热处理方法制备的抗大变形管线钢及其制备方法,本发明采用临界区热处理工艺生产双相钢,由于双相钢具有较高的应变硬化指数、较大的均匀延伸率和较低的屈强比,因而采用双相钢制成的抗大变形管线钢具有比普通管线钢更高的抗变形能力。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0007] 一种热处理方法制备的抗大变形管线钢,其特征在于:该钢中化学成分的质量百分数为: $0.02 \leq C \leq 0.12\%$ , $0.5 \leq Mn \leq 2.0\%$ , $Si \leq 0.25\%$ , $P \leq 0.02\%$ , $S \leq 0.01\%$ ,

$Nb \leq 0.11\%$ ,  $V \leq 0.08\%$ ,  $Ti \leq 0.05\%$ ,  $Al \leq 0.06\%$ ,  $N \leq 0.012\%$ ,  $Cu \leq 0.50\%$ ,  $Cr \leq 0.60\%$ ,  $Mo \leq 0.50\%$ ,  $Ni \leq 0.60\%$ ,  $B \leq 0.005\%$ ,  $Ca \leq 0.01\%$ , 余量为 Fe 和不可避免的杂质;其中  $0.3\% \leq CE_{TW} \leq 0.45\%$ ,  $CE_{Pcm} \leq 0.2\%$ ;

$$[0008] \quad CE_{TW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$[0009] \quad CE_{Pcm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B。$$

[0010] 本发明中, Mo 的质量百分数为 0.01–0.5%; Cr 的质量百分数为 0.01–0.5%; Ni 的质量百分数为 0.01–0.5%; Nb 的质量百分数为 0.01–0.11%。Nb+V+Ti 的质量百分数为 0.02–0.24%。Cr+Cu+Ni 的质量百分数为 0.02–1.7%。

[0011] 本发明钢中包括第一相和第二相, 其中铁素体为第一相, 马氏体、贝氏体、退化珠光体或它们的任意混合物为第二相; 铁素体的体积分数为 10–90%; 铁素体晶粒平均直径为 4–12  $\mu m$ 。

[0012] 一种热处理方法制备的抗大变形管线钢的制备方法, 其特征在于该方法包括以下步骤: 在热处理炉中加热钢至 700–950 $^{\circ}C$ , 保温时间为 6–15min, 以 1–400 $^{\circ}C/s$  的速率冷却到室温。在热处理炉中加热温度可以为 730–880 $^{\circ}C$ 。

[0013] 一种热处理方法制备的抗大变形管线钢的制备方法, 其特征在于该方法包括以下步骤: 在热处理炉中加热钢至 700–950 $^{\circ}C$ , 保温时间为 6–15min, 以 1–400 $^{\circ}C/s$  的速率冷却到室温, 并进行 100–500 $^{\circ}C$  回火。在热处理炉中加热温度可以为 730–880 $^{\circ}C$ 。

[0014] 本发明制备的抗大变形管线钢中铁素体为第一相, 贝氏体、马氏体、退化珠光体或它们的任意混合物为第二相, 该钢由第一相加第二相组成。其中: 铁素体的体积分数为 10–90%, 铁素体晶粒平均直径为 4–12  $\mu m$ 。上述方法制备的抗大变形管线钢的屈强比小于 0.80, 均匀变形伸长率大于 10%。

[0015] 本发明中抗大变形管线钢板厚度为 10–25  $\mu m$ , 由该钢板形成钢管。

[0016] 本发明所述的热处理方法制备的抗大变形管线钢具有高抗拉强度、低屈服强度、低屈强比、高均匀延伸率、高应变硬化指数, 从而具有良好的强韧性和变形性能。

[0017] 与现有技术相比, 本发明的优点在于: 1、合金元素含量低, 成本低廉; 2、抗大变形管线钢具有较高的应变硬化指数、较大的均匀延伸率和较低的屈强比, 因而具有比普通管线钢更高的抗变形能力。

[0018] 本发明采用临界区热处理工艺生产抗大变形管线钢, 具有较高的应变硬化指数、较大的均匀延伸率和较低的屈强比, 因而具有比普通管线钢更高的抗变形能力。

### 具体实施方式

[0019] 下面结合实施例对本发明作进一步描述, 但不局限于下列实施例。一种热处理方法制备的抗大变形管线钢, 实施例中抗大变形管线钢的化学成分如表 1 所示, 满足  $0.3\% \leq CE_{TW} \leq 0.45\%$ ,  $CE_{Pcm} \leq 0.2\%$ ; Nb+V+Ti 的质量百分数为 0.02–0.24%, Cr+Cu+Ni 的质量百分数为 0.02–1.7%。热处理工艺如表 2 所示, 抗大变形管线中铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 所示。

[0020] 实施例 1

[0021] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 1 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 1 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 1 所示。

[0022] 实施例 2

[0023] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 2 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 2 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 2 所示。

[0024] 实施例 3

[0025] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 3 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 3 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 3 所示。

[0026] 实施例 4

[0027] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 4 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 4 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 4 所示。

[0028] 实施例 5

[0029] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 5 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 5 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 5 所示。

[0030] 实施例 6

[0031] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 6 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 6 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 6 所示。

[0032] 实施例 7

[0033] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 7 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 7 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 7 所示。

[0034] 实施例 8

[0035] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 8 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 8 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 8 所示。

[0036] 实施例 9

[0037] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 9 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 9 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 9 所示。

[0038] 实施例 10

[0039] 热处理方法制备的抗大变形管线钢中各元素的质量分数如表 1 中实施例 10 所示。在热处理炉中按表 2 实施例 10 所示保温温度、保温时间、冷却速度及回火温度进行处理。铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能如表 3 实施例 10 所示。

[0040] 本发明采用临界区热处理工艺生产抗大变形管线钢,具有高抗拉强度、低屈服强度、低屈强比、高均匀延伸率、高应变硬化指数,从而具有良好的强韧性和变形性能,因而具有比普通管线钢更高的抗变形能力。

[0041]

表 1 抗大变形管线钢成分 (质量分数, %)

	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Al	N	Cu	Cr	Mo	Ni	B	Ca	CE <sub>II</sub>	CE <sub>III</sub>
实施例 1	0.018	0.2	1.6	0.008	0.002	0.034	0.002	0.01	0.01	0.0004	0.20	0.21	0.12	0.23	0.0001	0.0021	0.38	0.14
实施例 2	0.04	0.12	1.4	0.006	0.003	0.065	0.006	0.006	0.025	0.0005	0.42	0.55	0.01	0.09	0.002	0.0011	0.42	0.17
实施例 3	0.05	0.15	0.9	0.011	0.006	0.010	0.001	0.005	0.035	0.0015	0.1	0.09	0.45	0.25	0.00018	0.003	0.33	0.14
实施例 4	0.06	0.18	1.0	0.004	0.001	0.072	0.007	0.021	0.035	0.0035	0.45	0.14	0.15	0.32	0.0025	0.0041	0.34	0.17
实施例 5	0.07	0.21	1.3	0.016	0.007	0.051	0.012	0.015	0.015	0.0001	0.23	0.28	0.11	0.22	0.003	0.0065	0.40	0.19
实施例 6	0.08	0.24	0.8	0.006	0.008	0.086	0.065	0.032	0.004	0.0045	0.31	0.32	0.14	0.37	0.0045	0.0072	0.36	0.20
实施例 7	0.09	0.08	0.4	0.014	0.004	0.096	0.005	0.041	0.005	0.0055	0.15	0.17	0.49	0.49	0.004	0.0015	0.33	0.19
实施例 8	0.1	0.05	0.6	0.013	0.009	0.043	0.032	0.0018	0.02	0.01	0.03	0.38	0.32	0.55	0.0008	0.0056	0.39	0.19
实施例 9	0.03	0.24	1.5	0.002	0.0006	0.090	0.009	0.002	0.03	0.0065	0.34	0.45	0.2	0.02	0.0006	0.0089	0.44	0.17
实施例 10	0.11	0.09	1.1	0.009	0.0008	0.11	0.025	0.032	0.04	0.0085	0.09	0.02	0.25	0.44	0.0003	0.0036	0.39	0.20

[0042]

表 2 抗大变形管线钢热处理工艺

实施例	保温温度℃	保温时间 min	冷却速度℃/s	回火温度℃
实施例 1	720	6	100	室温
实施例 2	740	8	250	室温
实施例 3	760	15	20	250
实施例 4	780	13	150	室温
实施例 5	800	12	400	50
实施例 6	820	7	50	室温
实施例 7	840	10	30	150
实施例 8	860	14	200	350
实施例 9	880	11	5	室温
实施例 10	900	9	1	450

[0043]



表 3 抗大变形管线中铁素体体积百分数、晶粒平均直径及性能

实施例	屈强比 $R_{10.5}/R_m$	均匀变形伸 长率%	抗拉强度 $R_m$ MPa	屈服强度 $R_{10.5}$ MPa	铁素体体积百 分数%	铁素体晶粒平 均直径 $\mu\text{m}$
实施例 1	0.76	13.2	686	521	10.1	4.67
实施例 2	0.78	11.5	710	554	14.8	6.18
实施例 3	0.79	12.4	700	553	23.5	7.21
实施例 4	0.75	14.6	726	545	35.4	5.65
实施例 5	0.78	10.5	730	569	41.8	6.99
实施例 6	0.66	11.5	752	496	65.6	7.45
实施例 7	0.65	12.6	733	476	74.5	7.69
实施例 8	0.75	14.8	695	521	82.4	8.42
实施例 9	0.62	13.2	762	472	88.4	8.96
实施例 10	0.78	14.2	615	480	90.0	11.18