



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102676920 A

(43) 申请公布日 2012.09.19

(21) 申请号 201210123638.5

(22) 申请日 2012.04.25

(71) 申请人 舞阳钢铁有限责任公司

地址 462500 河南省平顶山市舞钢市湖滨大道西段

申请人 河北钢铁集团有限公司

(72) 发明人 赵文忠 刘生 庞辉勇 车金锋

吴涛 莫德敏 王全胜 宋向前

袁忠业 吴天育 刘宝良

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限

公司 41119

代理人 牛爱周

(51) Int. Cl.

G22C 38/12 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种大厚度低温压力容器用钢板及其生产方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大厚度低温压力容器用钢板,同时,还涉及了一种该钢板的生产方法。本发明的大厚度低温压力容器用钢板,是由以下重量百分含量的化学成分组成:C:0.07~0.12%,Si:0.20~0.40%,Mn:1.40~1.60%,Ni:0.60~0.80%, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$,Al:0.020~0.045%,Nb:0.02~0.05%,余量为Fe和不可避免的杂质。该钢板的生产方法包括:冶炼→浇铸→加热→轧制→热处理→成品。本发明的方法所生产的钢板具有纯净度高、-70℃冲击功及Z向断面收缩率较高、焊接性能好的特点,可广泛应用于石化、煤化等工程,应用前景广阔。

1. 一种大厚度低温压力容器用钢板,其特征在于,所述的钢板由以下重量百分含量的化学成分组成:C:0.07~0.12%, Si :0.20~0.40%, Mn :1.40~1.60%, Ni :0.60~0.80%, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$, Al :0.020~0.045%, Nb :0.02~0.05%, 余量为 Fe 和不可避免的杂质。

2. 根据权利要求1所述的大厚度低温压力容器用钢板,其特征在于,所述的钢板的厚度最厚达100mm。

3. 一种如权利要求1所述的大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,其特征在于,所述的生产方法的具体步骤如下:

(1) 冶炼:将含有以下重量百分比 C:0.07~0.12%, Si :0.20~0.40%, Mn :1.40~1.60%, Ni :0.60~0.80%, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$, Al :0.020~0.045%, Nb :0.02~0.05% 组分的钢水先经电炉冶炼,然后送入 LF 精炼炉精炼,当钢水温度达到或超过 $1560 \pm 10^\circ\text{C}$ 时转入 VD 炉真空脱气处理;

(2) 浇铸:将冶炼后的钢水连铸或模铸,得到连铸坯或钢锭;

(3) 加热:将铸坯或钢锭进行加热处理,在 1000°C 以下升温速度 $100 \sim 120^\circ\text{C}/\text{h}$, 钢锭最高加热温度 1240°C , 均热温度 $1200 \sim 1220^\circ\text{C}$; 钢坯最高加热温度 1220°C , 均热温度 $1180 \sim 1200^\circ\text{C}$, 总加热时间 $12 \pm 2\text{min}/\text{cm}$;

(4) 轧制:第一阶段轧制温度为 $930 \sim 1100^\circ\text{C}$, 此阶段单道次压下率为 $10 \sim 25\%$, 累计压下率为 $60 \sim 80\%$; 第二阶段轧制温度为 $830 \sim 910^\circ\text{C}$, 累计压下率为 $40 \sim 60\%$, 得到钢板粗品;

(5) 热处理:对钢板粗品进行正火处理,正火温度为 $910 \pm 10^\circ\text{C}$, 保温系数为 $1.8 \sim 2.0\text{min}/\text{mm}$, 正火后根据不同钢板厚度进行空冷或水冷,得到成品钢板。

4. 根据权利要求3所述的大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,其特征在于,步骤(1)所述的精炼时喂入 Al 线,真空脱气处理前加入 CaSi 块,真空脱气处理的真空度 $\leq 66.6\text{Pa}$, 真空保持时间 $15 \sim 20\text{min}$ 。

5. 根据权利要求3所述的大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,其特征在于,步骤(2)所述的浇铸温度为 $1530 \sim 1545^\circ\text{C}$ 。

6. 根据权利要求3所述的大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,其特征在于,步骤(4)所述的第一阶段轧制的开轧温度为 $1050 \sim 1100^\circ\text{C}$, 终轧温度为 $930 \sim 960^\circ\text{C}$; 第二阶段轧制的开轧温度为 $880 \sim 900^\circ\text{C}$, 终轧温度为 $800 \sim 860^\circ\text{C}$; 第一阶段轧制和第二阶段轧制的单道次压下率均为 $10 \sim 27\%$ 。

7. 根据权利要求3所述的大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,其特征在于,步骤(5)所述的正火后冷却,当板厚大于 70mm 时采用水冷加速冷却工艺,控制水冷后的返红温度 $550 \sim 600^\circ\text{C}$ 。

一种大厚度低温压力容器用钢板及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种大厚度低温压力容器用钢板,同时还涉及一种该钢板的生产方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着石油化工、煤化工等行业的深度开发,用于制造煤化工、石油化工等设备中的各种冷凝塔装置需要的低温压力容器用钢得到迅猛发展,市场对于厚规格低温压力容器用钢的需求越来越大。由于其特殊的环境,低温压力容器用钢的耐低温冲击韧性和抗层状撕裂性能有着严格的要求。

[0003] 由于大厚度、大单重钢力学性能如板厚 1/2 处负温冲击功、尤其是 Z 向性能不佳,而且生产的成本较高,致使大厚度、大单重低温压力容器用钢板不能满足市场需求。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种大厚度低温压力容器用钢板,以提高钢板的低温冲击韧性和抗层状撕裂性能。

[0005] 同时,本发明的目的还在于提供一种大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,以得到屈强比适中,板厚 1/2 处 -70°C 冲击韧性及 Z 向性能好的大厚度低温压力容器用钢板。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案在于采用了一种大厚度低温压力容器用钢板,由以下重量百分含量的化学成分组成:C :0.07~0.12%, Si :0.20~0.40%, Mn :1.40~1.60%, Ni :0.60~0.80%, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$, Al :0.020~0.045%, Nb :0.02~0.05%, 余量为 Fe 和不可避免的杂质。

[0007] 所述的大厚度低温压力容器用钢板的厚度最厚达 100mm。

[0008] 同时,本发明的技术方案还在于采用了一种大厚度低温压力容器用钢板的生产方法,包括如下步骤:

(1) 冶炼:将含有以下重量百分比 C :0.07~0.12%, Si :0.20~0.40%, Mn :1.40~1.60%, Ni :0.60~0.80%, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$, Al :0.020~0.045%, Nb :0.02~0.05% 组分的钢水先经电炉冶炼,然后送入 LF 精炼炉精炼,当钢水温度达到或超过 $1560 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 时转入 VD 炉真空脱气处理;

(2) 浇铸:将冶炼后的钢水连铸或模铸,得到连铸坯或钢锭,满足压缩比大于 4 的情况下,根据不同钢板厚度选用连铸坯或钢锭投料;

(3) 加热:将铸坯或钢锭进行加热处理,在 1000°C 以下升温速度 $100 \sim 120^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 钢锭最高加热温度 1240°C , 均热温度 $1200 \sim 1220^{\circ}\text{C}$; 钢坯最高加热温度 1220°C , 均热温度 $1180 \sim 1200^{\circ}\text{C}$, 总加热时间 $12 \pm 2\text{min}/\text{cm}$;

(4) 轧制:第一阶段轧制温度为 $930 \sim 1100^{\circ}\text{C}$, 此阶段单道次压下率为 $10 \sim 25\%$, 累计压下率为 $60 \sim 80\%$; 第二阶段轧制温度为 $830 \sim 910^{\circ}\text{C}$, 累计压下率为 $40 \sim 60\%$, 得到钢板粗品;

(5) 热处理:对钢板粗品进行正火处理,正火温度为 $910 \pm 10^{\circ}\text{C}$, 保温系数为

1.8~2.0min/mm,正火后根据不同钢板厚度进行空冷或水冷(加速冷却),得到成品钢板。

[0009] 步骤(1)所述精炼时喂入Al线,真空脱气处理前加入CaSi块,真空脱气处理的真空度 $\leq 66.6\text{Pa}$,真空保持时间15~20min。

[0010] 步骤(2)所述浇铸的温度为1530~1545℃;当板厚 $\leq 82\text{mm}$ 且压缩比满足大于4采用连铸成材,板厚大于82mm采用钢锭成材,其中连铸时进行电磁搅拌或轻压,加强凝固末端强冷。

[0011] 步骤(4)所述的第一阶段轧制的开轧温度为1050~1100℃,终轧温度为930~960℃;第二阶段轧制的开轧温度为880~900℃,终轧温度为800~860℃;第一阶段轧制和第二阶段轧制的单道次压下率均为10~27%。

[0012] 步骤(5)所述的正火后冷却,当板厚大于70mm时采用水冷加速冷却工艺,控制水冷后的返红温度550~600℃。

[0013] 本发明钢板采用的化学成分设计,碳、锰固溶强化;加入少量的Nb细化晶粒,其碳氮化物起到弥散强化作用;加入少量的Ni能够提高低温韧性;通过后续合理的热处理工艺,钢板具有良好的力学性能。

[0014] 钢板各组分及含量在本发明中的作用是:

C:0.07~0.12%,碳对钢的屈服强度、抗拉强度、焊接性能产生显著影响;碳通过间隙固溶能显著提高钢板强度,但碳含量过高,又会影响钢的焊接性能及韧性。

[0015] Si:0.20~0.40%,在炼钢过程中作为还原剂和脱氧剂,同时Si也能起到固溶强化作用,但硅含量过高时,会造成钢的韧性下降,降低钢的焊接性能。

[0016] Mn:1.40~1.60%,锰成本低廉,能增加钢的韧性、强度和硬度,提高钢的淬透性,改善钢的热加工性能;锰量过高,会减弱钢的抗腐蚀能力,降低焊接性能。

[0017] Ni:0.60~0.80%,镍能减小低温时的位错在基体金属中运动的总阻力,Ni还可以提高层错能,抑制在低温时大量位错的形成,促进低温时螺位错交滑移,使裂纹扩展消耗功增加,故韧性提高,从而降低钢材的韧脆转变温度。但镍是贵重金属,过高的镍含量将会增加成本。

[0018] $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$:在一般情况下,磷和硫都是钢中有害元素,增加钢的脆性。磷使焊接性能变坏,降低塑性,使冷弯性能变坏;硫降低钢的延展性和韧性,在锻造和轧制时造成裂纹;因此应尽量减少磷和硫在钢中的含量。

[0019] Al:0.020%~0.040%,铝是钢中常用的脱氧剂。钢中加入少量的铝,可细化晶粒,提高冲击韧性,铝还具有抗氧化性和抗腐蚀性能。但铝含量过高则影响钢的热加工性能、焊接性能和切削加工性能。

[0020] Nb:0.02~0.05%,铌的加入是为了促进钢轧制显微组织的晶粒细化,可同时提高强度和韧性,铌可在控轧过程中通过抑制奥氏体再结晶有效的细化显微组织,并通过析出来强化基体。铌可降低钢的过热敏感性及回火脆性。焊接过程中,铌原子的偏聚及析出可以阻碍加热时奥氏体晶粒的粗化,并保证焊接后得到比较细小的热影响区组织,改善焊接性能。

[0021] 本发明的钢板的化学成分设计采用价格低廉的碳、锰固溶强化,通过调整优化钢板中其它元素的配比,能在低碳当量条件下确保钢板力学性能良好,使钢板具有良好的组织、综合性能和焊接性能,还能降低成本,增强市场竞争力;本发明钢板的生产方法采用两阶段轧制工艺,解决了轧机轧制压力不足而造成的晶粒粗大不均、有优良的综合性能;另外

钢板延伸率有相当大的富裕量,可广泛用于石化、煤化等工程,应用前景广阔;本发明钢板的生产方法采用正火的热处理工艺,得到珠光体和铁素体组织。

[0022] 本发明具有以下优点:①本发明的钢质更纯净, $P \leq 0.010\%$, $S \leq 0.003\%$;②负温冲击功高,板厚 1/2 处 -70°C 横向 V 型冲击功在 60J 以上;③厚度(Z 向)拉伸断面收缩率高,断面收缩率在 50%~60% 之间;④钢板最大厚度可达到 100mm。

具体实施方式

[0023] 实施例 1

本实施例的大厚度低温压力容器用钢板,厚度 64mm,该钢板是由以下重量百分比的组分熔炼而成:C :0.08%, Si :0.33%, Mn :1.46%, Ni :0.67%, P :0.009%, S :0.002%, Al :0.035%, Nb :0.03%,余量为铁和不可避免的杂质。

[0024] 本实施例的大厚度低温压力容器用钢板生产方法的步骤如下:

(1) 冶炼:将含有以下重量百分比 C :0.08%, Si :0.33%, Mn :1.46%, Ni :0.67%, P :0.009%, S :0.002%, Al :0.035%, Nb :0.03% 组分的钢水先经电炉冶炼,然后送入 LF 精炼炉精炼,并喂入 Al 线除去钢水中的氧,当钢水温度达到或超过 1560°C 时转入 VD 炉真空脱气处理,真空度为 66.6Pa,真空保持时间 15min,真空前加入 CaSi 块排出钢水中的非金属夹杂物、有害元素,保证钢水的纯净;

(2) 浇铸:真空解除后在 1535°C 进行浇铸,连铸时进行电磁搅拌或轻压下,加强凝固末端强冷,得到连铸坯;

(3) 加热:将连铸坯进行加热处理,在 1000°C 以下升温速度 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$,加热至最高温度 1200°C 后保温,均热温度 1180°C ,总加热时间 12min/cm;

(4) 轧制:第一阶段轧开轧温度为 1100°C ,终轧温度为 960°C ,累计压下率为 70%,使奥氏体发生完全再结晶,以细化奥氏体晶粒;第二阶段为奥氏体非再结晶阶段,开轧温度为 900°C ,终轧温度为 840°C ,累计压下率为 30%,两阶段的单道次压下率均为 10~14%,得到钢板粗品;

(5) 热处理:对钢板粗品进行正火处理,正火温度为 920°C ,保温系数为 2min/mm,出炉后空冷,得到成品钢板。

[0025] 本实施例的钢板的力学性能:屈服强度 338MPa,抗拉强度 517MPa,板厚 1/2 处 -70°C 冲击功平均 289J,Z 向性能为 56%。

[0026] 实施例 2

本实施例的大厚度低温压力容器用钢板,厚度 80mm,该钢板是由以下重量百分比的组分熔炼而成:C :0.09%, Si :0.31%, Mn :1.47%, Ni :0.66%, P :0.008%, S :0.002%, Al :0.036%, Nb :0.031%,余量为铁和不可避免的杂质。

[0027] 本实施例的大厚度低温压力容器用钢板生产方法的步骤如下:

(1) 冶炼:将含有以下重量百分比 C :0.09%, Si :0.31%, Mn :1.47%, Ni :0.66%, P :0.008%, S :0.002%, Al :0.036%, Nb :0.031% 组分的钢水先经电炉冶炼,然后送入 LF 精炼炉精炼,并喂入 Al 线除去钢水中的氧,当钢水温度达到或超过 1560°C 时转入 VD 炉真空脱气处理,真空度为 66.6Pa,真空保持时间 18min,真空前加入 CaSi 块排出钢水中的非金属夹杂物、有害元素,保证钢水的纯净;

(2) 浇铸:真空解除后在 1536℃进行浇铸,连铸时进行电磁搅拌或轻压下,加强凝固末端强冷,得到连铸坯;

(3) 加热:将连铸坯进行加热处理,在 1000℃以下升温速度 100℃/h,加热至最高温度 1200℃后保温,均热温度 1190℃,总加热时间 12min/cm;

(4) 轧制:第一阶段轧开轧温度为 1100℃,终轧温度为 960℃,累计压下率为 70%,使奥氏体发生完全再结晶,以细化奥氏体晶粒;第二阶段为奥氏体非再结晶阶段,开轧温度为 895℃,终轧温度为 835℃,累计压下率为 30%,两阶段的单道次压下率均为 10~14%,得到钢板粗品;

(5) 热处理:对钢板粗品进行正火处理,正火温度为 910℃,保温系数为 2min/mm,出炉后入水加速冷却,返红温度为 580℃得到成品钢板。

[0028] 本实施例的钢板的力学性能:屈服强度 346MPa,抗拉强度 513MPa,板厚 1/2 处 -70℃冲击功平均 276J,Z 向性能为 53%。

[0029] 实施例 3

本实施例的大厚度低温压力容器用钢板,厚度 100mm,其是由以下重量百分比的组分熔炼而成:C:0.09%,Si:0.35%,Mn:1.51%,Ni:0.70%,P:0.007%,S:0.001%,Al:0.032%,Nb:0.036%,余量为铁和不可避免的杂质。

[0030] 本实施例的大厚度低温压力容器用钢板生产方法的步骤如下:

(1) 冶炼:将含有以下重量百分比 C:0.09%,Si:0.35%,Mn:1.51%,Ni:0.70%,P:0.007%,S:0.001%,Al:0.032%,Nb:0.036% 组分的钢水先经电炉冶炼,然后送入 LF 精炼炉精炼,并喂入 Al 线除去钢水中的氧,当钢水温度达到或超过 1560℃时转入 VD 炉真空脱气处理,真空度为 66.6Pa,真空保持时间 20min,真空前加入 CaSi 块排出钢水中的非金属夹杂物、有害元素,保证钢水的纯净;

(2) 浇铸:真空解除后在 1545℃进行模铸,得到钢锭;

(3) 加热:将钢锭进行加热处理,在 1000℃以下升温速度 100℃/h,加热至最高温度 1220℃后保温,均热温度 1200℃,总加热时间 11min/cm;

(4) 轧制:第一阶段轧开轧温度为 1050℃,终轧温度为 950℃,累计压下率为 60%,使奥氏体发生完全再结晶,以细化奥氏体晶粒;第二阶段为奥氏体非再结晶阶段,开轧温度为 890℃,终轧温度为 830℃,累计压下率为 40%,两阶段的单道次压下率均为 10~12%,得到钢板粗品;

(5) 热处理:对钢板粗品进行正火处理,正火温度为 910℃,保温系数为 1.8min/mm,出炉后水冷,返红温度 580℃得到成品钢板。

[0031] 本实施例的钢板的力学性能:屈服强度 316MPa,抗拉强度 505MPa,板厚 1/2 处 -70℃冲击功平均 236J,Z 向性能为 52%。