



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112813344 A

(43) 申请公布日 2021.05.18

(21) 申请号 202011575551.2 *C22C 38/44* (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.28 *C22C 38/46* (2006.01)

(71) 申请人 包头钢铁(集团)有限责任公司 *C22C 38/48* (2006.01)

地址 014010 内蒙古自治区包头市昆区河西工业区 *C22C 38/50* (2006.01)

C22C 38/54 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

(72) 发明人 卢晓禹 王少炳 黄利 杨雄 *C22C 33/04* (2006.01)

袁晓鸣 任丽芳 董丽丽 魏淼

王海明 王婷 魏慧慧

(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 樊喜峰

(51) Int. Cl.

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

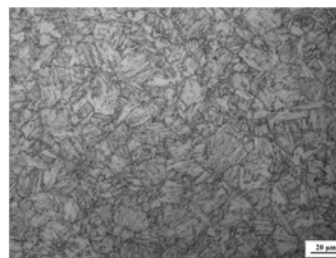
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,其化学成分按质量百分比计为:C:0.06~0.08%,Si:0.15~0.25%,Mn:1.40~1.50%,P:≤0.015%,S:≤0.005%,Cr:0.10~0.20%,Ni:0.15~0.25%,Mo:0.20~0.30%,Nb:0.015~0.025%,Ti:0.010~0.020%,V:0.030~0.040%,B:0.0010~0.0020%,Al:0.030~0.050%,其余为Fe及不可避免杂质。提供的结构钢板具有更均匀且更高的强度、优良的低温韧性和焊接性能。



1. 一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,其特征在于,所述屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的化学成分按质量百分比计为:C:0.06~0.08%,Si:0.15~0.25%,Mn:1.40~1.50%,P: \leq 0.015%,S: \leq 0.005%,Cr:0.10~0.20%,Ni:0.15~0.25%,Mo:0.20~0.30%,Nb:0.015~0.025%,Ti:0.010~0.020%,V:0.030~0.040%,B:0.0010~0.0020%,Al:0.030~0.050%,其余为Fe及不可避免杂质。

2. 根据权利要求1所述的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,其特征在于,所述屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的力学性能满足:屈服强度 \geq 760MPa,抗拉强度 \geq 790MPa,屈强比 \geq 0.95,延伸率 \geq 18%,-60℃冲击功 \geq 218J。

3. 根据权利要求1所述的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,其特征在于,所述屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的厚度为10~50mm。

4. 权利要求1-3中任一项所述的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的制备方法,其包括以下工艺步骤:铁水预处理-转炉炼钢-LF炉外精炼-RH真空脱气-连铸-加热-除磷-粗轧-精轧-冷却-矫直-抛丸-淬火-回火-冷矫-超声波探伤;其中:

所述铁水预处理工艺中:铁水脱硫预处理后,S含量 \leq 0.003%;

所述转炉炼钢工艺中:转炉采用低硫废钢,加入镍板等合金,出钢温度 \geq 1620℃;

所述LF精炼工艺中:全程吹氩气,保证白渣形成时间 \geq 15min,然后加入铬铁、钼铁调整成分;

所述RH精炼工艺中:加入钒铁、钛铁、硼铁合金,喂入硅钙线,喂丝后软吹时间 \geq 10min;

所述连铸工艺中:采用电磁搅拌和轻压下,拉速控制在0.80~1.2m/min,保证铸坯质量;

所述加热工艺中:板坯冷装入炉,在炉时间180~240min,出炉温度 $1220\pm 20^\circ\text{C}$;

所述粗轧和精轧工艺中:采用多道次将铸坯轧制到目标厚度,其中粗轧采用展宽轧制,改善钢板各向异性,使横纵向性能趋于一致;精轧终轧温度控制在 $820\pm 15^\circ\text{C}$,终轧温度 T_f 满足: $Ar_3 < T_f < T_{nr}$,使板坯在奥氏体完全未再结晶区轧制,末道次压下率设定为16%;终冷温度为 $680\pm 15^\circ\text{C}$;

所述淬火工艺中:淬火加热温度按照奥氏体转变结束温度 $Ac_3 + (30\sim 50)^\circ\text{C}$ 设定,设定为 $910\pm 10^\circ\text{C}$,钢板心部达到淬火温度后保温25~35min;

所述回火工艺中:回火温度 $650\pm 10^\circ\text{C}$,钢板达到回火温度后保温45~55min。

一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金板材生产技术领域,具体涉及一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板及其制备方法。

背景技术

[0002] 屈服强度620MPa级高强结构钢板具有强度高、韧性好、低温韧性优良、加工性能和焊接性能好、耐磨、耐腐蚀等特点,广泛应用于工程机械、煤矿机械、造船和钢结构等领域。

[0003] 专利文献CN103045966A公开一种优质高屈服强度结构钢S620QL1钢板及其生产方法。其重点介绍了冶炼、轧制和热处理工艺,得到S620QL1力学性能优良,但其公开的方法能耗较高,增加了生产成本,其获得的结构钢板S620QL1的碳当量和冷裂纹敏感指数较低,焊接性能较差。

[0004] 专利文献CN103215503A公开一种易成型高强度中厚钢板的生产方法。其重点介绍了通过DQ+T工艺生产性能良好、易焊接的Q620E钢板,但降低了其钢板的强度和屈强比。

[0005] 专利文献CN103555908A公开一种调质高强度Q620E特厚钢板的生产方法。其重点介绍了采用调质热处理工艺生产100~120mm高强钢,且其强度和屈强比较低。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的问题的一个或多个,本发明一方面提供一种屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,其化学成分按质量百分比计为:C:0.06~0.08%,Si:0.15~0.25%,Mn:1.40~1.50%,P: \leq 0.015%,S: \leq 0.005%,Cr:0.10~0.20%,Ni:0.15~0.25%,Mo:0.20~0.30%,Nb:0.015~0.025%,Ti:0.010~0.020%,V:0.030~0.040%,B:0.0010~0.0020%,Al:0.030~0.050%,其余为Fe及不可避免杂质。

[0007] 上述屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的力学性能满足:屈服强度 \geq 760MPa,抗拉强度 \geq 790MPa,屈强比 \geq 0.95,延伸率 \geq 18%,-60℃冲击功 \geq 218J。

[0008] 上述屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的厚度为10~50mm。

[0009] 本发明另一方面提供了上述的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的制备方法,其包括以下工艺步骤:铁水预处理-转炉炼钢-LF炉外精炼-RH真空脱气-连铸-加热-除磷-粗轧-精轧-冷却-矫直-抛丸-淬火-回火-冷矫-超声波探伤;其中:

[0010] 所述铁水预处理工艺中:铁水脱硫预处理后,S含量 \leq 0.003%;

[0011] 所述转炉炼钢工艺中:转炉采用低硫废钢,加入镍板等合金,出钢温度 \geq 1620℃;

[0012] 所述LF精炼工艺中:全程吹氩气,保证白渣形成时间 \geq 15min,然后加入铬铁、钼铁调整成分;

[0013] 所述RH精炼工艺中:加入钒铁、钛铁、硼铁合金,喂入硅钙线,喂丝后软吹时间 \geq 10min;

[0014] 所述连铸工艺中:采用电磁搅拌和轻压下,拉速控制在0.80~1.2m/min,保证铸坯

质量;

[0015] 所述加热工艺中:板坯冷装入炉,在炉时间180~240min,出炉温度 $1220 \pm 20^{\circ}\text{C}$;

[0016] 所述粗轧和精轧工艺中:采用多道次将铸坯轧制到目标厚度,其中粗轧采用展宽轧制,改善钢板各向异性,使横纵向性能趋于一致;精轧终轧温度控制在 $820 \pm 15^{\circ}\text{C}$,终轧温度 T_f 满足: $Ar_3 < T_f < T_{nr}$,使板坯在奥氏体完全未再结晶区轧制,末道次压下率设定为16%;终冷温度为 $680 \pm 15^{\circ}\text{C}$;

[0017] 所述淬火工艺中:淬火加热温度按照奥氏体转变结束温度 $Ac_3 + (30 \sim 50)^{\circ}\text{C}$ 设定,设定为 $910 \pm 10^{\circ}\text{C}$,钢板心部达到淬火温度后保温25~35min;

[0018] 所述回火工艺中:回火温度 $650 \pm 10^{\circ}\text{C}$,钢板达到回火温度后保温45~55min。

[0019] 本发明基于以上技术方案提供的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的制备方法采用合理的成分设计和工艺设计(其中采用离线淬火+回火工艺),获得一种具有更好的板形,更均匀且更高的强度(屈服强度)、优良的低温韧性和焊接性能的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板,该钢板具有较低的碳当量和冷裂纹敏感指数,获得了优质的焊接性能,满足矿用车等重型车型的车架性能需求。

附图说明

[0020] 图1为实施例1获得的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的金相组织照片;

[0021] 图2为实施例1获得的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的20mm宽焊接接头示意图;

[0022] 图3为实施例1获得的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的焊接接头的宏观外貌照片。

具体实施方式

[0023] 本发明旨在提供一种具有较高且均匀的强度和屈强比以及优良的耐低温韧性和焊接性能的屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板及其制备方法。

[0024] 其中屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的化学按质量百分比计为:C:0.06~0.08%,Si:0.15~0.25%,Mn:1.40~1.50%,P: $\leq 0.015\%$,S: $\leq 0.005\%$,Cr:0.10~0.20%,Ni:0.15~0.25%,Mo:0.20~0.30%,Nb:0.015~0.025%,Ti:0.010~0.020%,V:0.030~0.040%,B:0.0010~0.0020%,Al:0.030~0.050%,其余为Fe及不可避免夹杂。

[0025] 碳:起固溶强化作用,可以调整马氏体组织的强度、塑性和韧性。C含量较高,强度提高,塑性和韧性降低,也会提高钢板碳当量CEV和冷裂纹敏感指数 P_{cm} ,使焊接性能降低。

[0026] 硅:起到脱氧作用,硅含量较高时会使板坯产生氧化铁皮,最终影响钢板表面质量。

[0027] 锰:起固溶强化作用,可以扩大奥氏体相区,降低过冷奥氏体转变温度,利于相变组织细化。Mn含量较高时,容易产生偏析和MnS夹杂,使钢板韧性降低。

[0028] 磷、硫:有害元素,含量过高会降低钢板塑、韧性和焊接性能。

[0029] 铬:提高钢的淬透性,淬火时有利于马氏体组织的形成。

[0030] 镍:镍对强度的贡献不明显,但是可以提高钢的低温冲击韧性,改善焊接接头韧

性,对耐腐蚀性能也有利。镍含量过高会提高碳当量和冷裂纹敏感指数,恶化焊接性能,同时也会增加制造成本。

[0031] 钼:提高钢的淬透性,淬火时利于马氏体组织形成。Mo和C可以形成碳化物颗粒,具有抗焊接接头软化的作用。

[0032] 铌、钒、钛:Nb、V、Ti可以与C、N形成纳米级析出物,加热时可以抑制奥氏体过度长大。Nb可以提高完全未再结晶温度 T_{nr} ,扩大生产窗口;Ti可以形成TiN质点,抑制热影响区奥氏体晶粒长大和促进晶内针状铁素体形成,改善热影响区韧性;V可以在回火过程中析出,提高钢的强度。

[0033] 硼:B可以提高钢的淬透性,显著提高钢板心部的强度。B含量过高时,容易产生偏析,形成碳硼化合物,恶化钢的韧性。

[0034] 该屈服强度620MPa级高强高韧易焊接结构钢板的制备方法包括以下工艺:铁水预处理-转炉炼钢-LF炉外精炼-RH真空脱气-连铸-加热-除磷-粗轧-精轧-冷却-矫直-抛丸-淬火-回火-冷矫-超声波探伤;其中:

[0035] 所述铁水预处理工艺中:铁水脱硫预处理后,S含量 $\leq 0.003\%$;

[0036] 所述转炉炼钢工艺中:转炉采用低硫废钢,加入镍板等合金,出钢温度 $\geq 1620^{\circ}\text{C}$;

[0037] 所述LF精炼工艺中:全程吹氩气,保证白渣形成时间 $\geq 15\text{min}$,然后加入铬铁、钼铁调整成分;

[0038] 所述RH精炼工艺中:加入钒铁、钛铁、硼铁合金,喂入硅钙线,喂丝后软吹时间 $\geq 10\text{min}$;

[0039] 所述连铸工艺中:采用电磁搅拌和轻压下,拉速控制在 $0.80\sim 1.2\text{m}/\text{min}$,保证铸坯质量;

[0040] 所述加热工艺中:板坯冷装入炉,在炉时间 $180\sim 240\text{min}$,出炉温度 $1220\pm 20^{\circ}\text{C}$;

[0041] 所述粗轧和精轧工艺中:采用多道次将铸坯轧制到目标厚度,其中粗轧采用展宽轧制,改善钢板各向异性,使横纵向性能趋于一致;精轧终轧温度控制在 $820\pm 15^{\circ}\text{C}$,终轧温度 T_f 满足: $Ar_3 < T_f < T_{nr}$,使板坯在奥氏体完全未再结晶区轧制,可以细化奥氏体晶粒和冷却后的组织,进而改善热处理后的组织,提高钢板的强韧性,末道次压下率设定为 16% ;终冷温度为 $680\pm 15^{\circ}\text{C}$;

[0042] 所述淬火工艺中:淬火加热温度按照奥氏体转变结束温度 $Ac_3 + (30\sim 50)^{\circ}\text{C}$ 设定,设定为 $910\pm 10^{\circ}\text{C}$,钢板心部达到淬火温度后保温 $25\sim 35\text{min}$;

[0043] 所述回火工艺中:回火温度 $650\pm 10^{\circ}\text{C}$,钢板达到回火温度后保温 $45\sim 55\text{min}$,使钢板强、韧性实现合理匹配。

[0044] 针对该钢板的焊接工艺为:采用熔化极气体保护焊,保护气体为 $90\%\text{Ar}+8\%\text{CO}_2+2\%\text{O}_2$ 三元气体,按照等强匹配原则,手工或自动焊。热输入量在 $1.1\sim 1.8\text{KJ}/\text{mm}$ 。

[0045] 以下用实施例对本发明作更详细的描述。这些实施例仅仅是对本发明最佳实施方式的描述,并不对本发明的内容有任何限制。

[0046] 以下实施例1~3为本发明是采用合理成分和调质工艺生产高强度焊接结构钢板的工艺步骤、力学性能及焊接性能,对比例1为采用不同于实施例1~3的化学成分,且按照与实施例1相同的方法生产的高强钢的工艺步骤、力学性能及焊接性能。

[0047] 各实施例和对比例的化学成分含量见下表1;加热工艺参数见下表2;热轧工序的

工艺参数见下表3;热处理工艺参数见下表4;高强钢板母材力学性能见下表5,高强钢板焊接力学性能见下表6。

[0048] 表1:冶炼的化学成分(wt%)

[0049]

| 实施例 | C | Si | Mn | P | S | Al | Cr | Ni |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|
| 1 | 0.070 | 0.22 | 1.44 | 0.010 | 0.001 | 0.031 | 0.16 | 0.17 |
| 2 | 0.065 | 0.19 | 1.45 | 0.008 | 0.002 | 0.034 | 0.18 | 0.21 |
| 3 | 0.072 | 0.21 | 1.47 | 0.010 | 0.001 | 0.035 | 0.15 | 0.20 |
| 对比例1 | 0.110 | 0.35 | 1.45 | 0.010 | 0.002 | 0.040 | 0.25 | 0.20 |
| 实施例 | Mo | Nb | V | Ti | B | CEV | Pcm | |
| 1 | 0.22 | 0.021 | 0.038 | 0.014 | 0.0014 | 0.40 | 0.19 | |
| 2 | 0.23 | 0.018 | 0.034 | 0.015 | 0.0012 | 0.41 | 0.18 | |
| 3 | 0.26 | 0.022 | 0.036 | 0.013 | 0.0015 | 0.42 | 0.19 | |
| 对比例1 | 0.35 | 0.022 | 0.035 | 0.025 | 0.0015 | 0.49 | 0.24 | |

[0050] 表2:加热工艺参数

[0051]

| 实施例 | 出炉温度℃ | 加热时间min |
|-----|-------|---------|
| 1 | 1225 | 216 |
| 2 | 1230 | 235 |
| 3 | 1228 | 225 |

[0052] 表3:热轧工艺参数

[0053]

| 实施例 | 精轧开轧温度℃ | 精轧终轧温度℃ | 终冷温度℃ |
|-----|---------|---------|-------|
| 1 | 923 | 818 | 685 |
| 2 | 918 | 824 | 692 |
| 3 | 925 | 821 | 678 |

[0054] 表4:热处理工艺参数

[0055]

| 实施例 | 淬火温度℃ | 保温时间min | 回火温度℃ | 保温时间min |
|-----|-------|---------|-------|---------|
| 1 | 912 | 35 | 652 | 52 |
| 2 | 909 | 32 | 649 | 55 |
| 3 | 911 | 34 | 651 | 53 |

[0056] 表5:钢板母材力学性能

[0057]

| 实施例 | 规格 mm | 屈服强度 MPa | 抗拉强度 MPa | 屈强比 | 延伸率 A% | -60℃冲击功 J | | |
|-------|----------|-------------|-------------|------|--------|-----------|-----|-----|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 16 | 773 | 805 | 0.96 | 18.0 | 228 | 218 | 220 |
| 2 | 20 | 766 | 796 | 0.96 | 18.5 | 229 | 280 | 236 |
| 3 | 25 | 765 | 794 | 0.96 | 20.0 | 273 | 249 | 218 |
| 对比例 1 | 16 | 717 | 812 | 0.88 | 19.5 | 201 | 198 | 183 |

[0058] 表6:钢板焊接力学性能

| 实施例 | 规格 mm | 抗拉强度 MPa | -60℃冲击功 J | | | | | | |
|--------|----------|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 热影响区 | | | 焊缝 | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| [0059] | 1 | 16 | 780 | 202 | 165 | 216 | 128 | 119 | 131 |
| | 2 | 20 | 775 | 285 | 175 | 204 | 143 | 138 | 132 |
| | 3 | 25 | 756 | 276 | 222 | 208 | 156 | 147 | 129 |

[0060] 最后应说明的是：以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

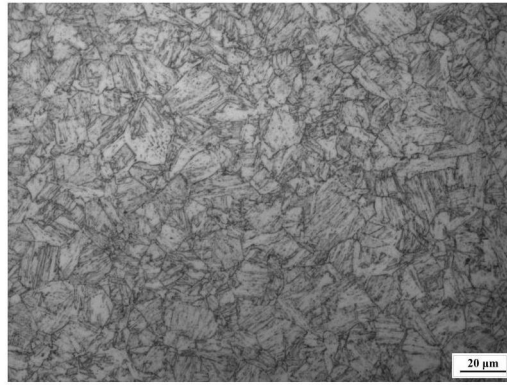


图1

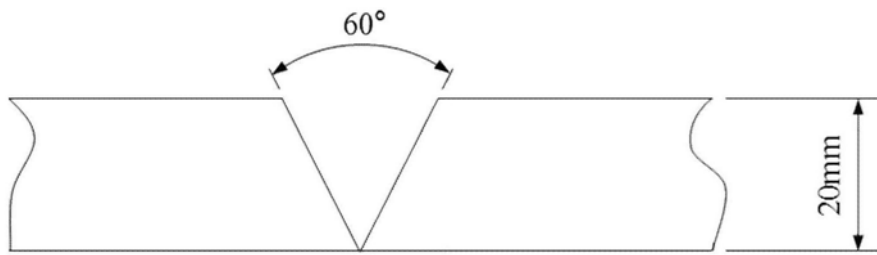


图2



图3