

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2013年4月4日 (04.04.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/044641 A1

- (51) 国际专利分类号: C22C 38/14 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01) [CN/CN]; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/076052 (74) 代理人: 上海专利商标事务所有限公司 (SHANGHAI PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE, LLC); 中国上海市桂平路 435 号, Shanghai 200233 (CN)。
- (22) 国际申请日: 2012年5月25日 (25.05.2012)
- (25) 申请语言: 中文 (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (26) 公布语言: 中文 (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,
- (30) 优先权: 201110288952.4 2011年9月26日 (26.09.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 宝山钢铁股份有限公司 (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张爱文 (ZHANG, Aiwen) [CN/CN]; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 焦四海 (JIAO, Sihai) [CN/CN]; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 张庆峰 (ZHANG, Qingfeng)

[见续页]

(54) Title: HIGH-STRENGTH AND HIGH-TOUGHNESS STEEL PLATE WITH YIELD STRENGTH BEING 700 MPA AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种屈服强度 700MPa 级高强度高韧性钢板及其制造方法

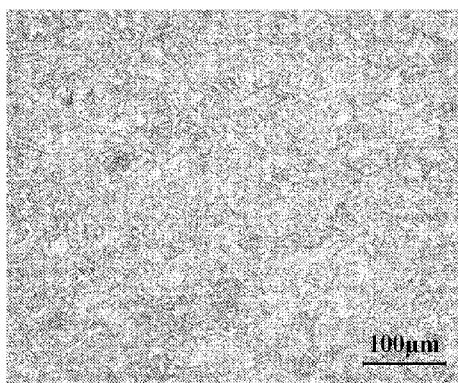


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A high-strength and high-toughness steel plate comprises components of, by weight: C (0.03-0.06%), Si (less than or equal to 0.30%), Mn (1.0-1.5%), P (less than or equal to 0.020%), S (less than or equal to 0.010%), Al (0.02-0.05%), Ti (0.005-0.025%), N (less than or equal to 0.006%), Ca (less than or equal to 0.005%), and more than one of Cr (less than or equal to 0.75%), Ni (less than or equal to 0.40%) and Mo (less than or equal to 0.30%), and the residual being Fe and inevitable impurities. A manufacturing method thereof comprises: performing continuous casting or die casting on molten iron after vacuum degassing, and performing blooming after the die casting to form a billet; heating a continuous casting billet or the billet at 1100-1250°C and performing one-pass or multi-pass rolling on the heated continuous casting billet or billet at an austenite re-crystallization zone, a total reduction rate being equal to or greater than 70%, a final rolling temperature being equal to or greater than 860°C; a rolled steel plate being water-cooled to 200-300°C rapidly at a speed of 15-50°C/s, and being air-cooled for 5-60s; the cooled steel plate entering an online reheating furnace to be heated to 450-550°C rapidly at a speed of -10°C/s, tempering for 15-45s, and being taken out of the furnace for air-cooling. The obtained steel plate as thick as 6-25 mm has yield strength equal to

[见续页]



WO 2013/044641 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

or greater than 700MPa, elongation A_{50} equal to or greater than 18%, and A_{KV} at -60°C equal to or greater than 150J, thereby being applicable to industries such as automobiles, engineering machinery and naval ship structures.

(57) 摘要: 一种高强度高韧性钢板, 其化学成分的重量百分比为: C: 0.03-0.06%、Si \leq 0.30%、Mn: 1.0-1.5%、P \leq 0.020%、S \leq 0.010%、Al: 0.02-0.05%、Ti: 0.005-0.025%、N \leq 0.006%、Ca \leq 0.005%, 以及Cr \leq 0.75%、Ni \leq 0.40%、Mo \leq 0.30%中的1种以上, 余量为铁和不可避免杂质。其制造方法包括: 钢水经真空脱气处理后进行连铸或模铸, 模铸后需经初轧成钢坯; 连铸坯或钢坯于1100-1250 $^{\circ}\text{C}$ 加热后在奥氏体再结晶区进行一道次或多道次轧制, 总压下率 \geq 70%; 终轧温度 \geq 860 $^{\circ}\text{C}$; 轧后钢板以15-50 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 快速水冷至200-300 $^{\circ}\text{C}$, 空冷5-60s; 冷却的钢板进入在线加热炉以-10 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 快速加热至450-550 $^{\circ}\text{C}$ 回火15-45s, 然后出炉空冷。得到的6-25mm厚钢板屈服强度 \geq 700MPa, 延伸率 $A_{50}\geq$ 18%, -60°C 的 $A_{KV}\geq$ 150J, 适合用于汽车、工程机械及舰艇船体结构等行业。

一种屈服强度 700MPa 级高强度高韧性钢板及其制造方法

发明领域

5 本发明涉及一种高强度高韧性钢板，具体地涉及一种屈服强度大于等于 700MPa 的高强度高韧性钢板及其制造方法。本发明钢板具有较好的低温韧性，适合用于汽车、工程机械及舰艇船体结构等行业的高强度高韧性耐冲击的结构钢板。

背景技术

10 低合金高强度钢作为一种重要的钢铁材料，被广泛应用于军工、汽车、矿山机械、工程机械、农业机械及铁路运输等部门。随着我国工业的飞速发展，各类军用及民用设备的复杂化、大型化及轻量化对该类钢提出了更高的要求，即用于制造这些设备的低合金高强度钢板不但要求具有更高的硬度、强度，而且还要求良好的韧性及成型性能。近几十年来，高强度钢
15 板的开发与应用发展很快。这类钢是在低合金高强度可焊接钢的基础上发展起来的，使用寿命可达传统结构钢板的数倍；生产工艺较简单，一般采用轧后直接冷却或淬火，或者离线淬火加回火工艺，或通过控轧控冷工艺进行强化。

传统工艺在生产汽车、工程机械及舰艇船体结构用低合金高强度钢板
20 时，多添加较多的 Cu、Ni、Cr 和 Mo 等贵重合金元素，成本较高，目前高强度钢开始向低成本经济型和高成本高性能方向发展。国内钢厂生产高强度钢所加的合金元素多为 V、Ti、Cr、Si、Mn、B、RE 等我国资源丰富的元素，且添加量一般为 $\leq 3\%$ 。对于强度级别更高的舰艇船体结构、汽车、矿山机械、工程机械等行业用高强度钢，如屈服强度 700MPa 级高
25 强度钢板，还需要补充一定量的 Cu、Ni、Cr、Mo 等元素提高性能。这种钢的屈服强度可达 700MPa，但低温韧性不足，不能用于 -60°C 甚至 -80°C 低温冲击有要求的军用舰艇船体结构和民用装备。目前，屈服强度 700MPa 以上强度级别高强度钢仍主要依赖进口。

美国执行军用标准 MILS-24645A-SH 中的 HSLA-80/100 涉及 $C \leq$
30 0.06% ， $Si \leq 0.04\%$ ， $Mn: 0.75-1.05\%$ ， $P \leq 0.020\%$ ， $S \leq 0.006\%$ ，Cu:

1.45-1.75%，Ni: 3.35-3.65%，Cr: 0.45-0.75%，Mo: 0.55-0.65%，Nb: 0.02-0.06%，最小 $C_{eq}=0.67$ ，板厚 $\leq 102\text{mm}$ ，其采用了低碳甚至是超低碳的合金设计 ($C \leq 0.06\%$)，确保钢的优良焊接性和低温韧性，钢中添加了较高的铜和镍，依靠铜的时效硬化作用，在对韧性没有明显损害的条件
5 件下，获得了高强度。其屈服强度 690-860MPa，延伸率 18%， -18°C 横向 $A_{kv}=108\text{J}$ ， -84°C 横向 $A_{kv}=81\text{J}$ 。由于其中加入了较多的贵重合金元素，成本昂贵。

目前已经公开的有关屈服强度在 700MPa 左右及以上的高强度高韧性钢板的专利文献，如 WO 200039352A 公开了一种低温用钢，用较低含碳
10 量 (0.03-0.12%) 和高镍含量 (不小于 1.0%) 的方法生产低温韧性好的高强度钢，其采用较低的冷却速率 ($10^\circ\text{C}/\text{s}$)，其抗拉强度能达到 930MPa 以上。

WO 9905335A，其成分中碳含量较低为 0.05-0.10%，但采用较高含量的 Mn、Ni、Mo 和 Nb 合金化，在热轧后只淬火不回火，钢板的抗拉强度
15 能达到 830 MPa 以上，其 -40°C 夏氏冲击功最小 175J。

目前仍需要提供相对经济的高强度高韧性中厚钢板，以广泛用于汽车、工程机械及舰艇船体结构等行业的高强度高韧性耐冲击的结构钢板。

发明概述

20 本发明的目的在于提供一种屈服强度在 700MPa 以上的高强度高韧性钢板，特别是 6-25mm 的中厚钢板。

为实现上述目的，本发明的屈服强度在 700MPa 以上的高强度高韧性中厚钢板，其化学成分的重量百分比为：C: 0.03-0.06%、 $\text{Si} \leq 0.30\%$ 、Mn: 1.0-1.5%、 $\text{P} \leq 0.020\%$ 、 $\text{S} \leq 0.010\%$ 、Al: 0.02-0.05%、Ti: 0.005-0.025%、
25 $\text{N} \leq 0.006\%$ 、 $\text{Ca} \leq 0.005\%$ ，以及 $\text{Cr} \leq 0.75\%$ 、 $\text{Ni} \leq 0.40\%$ 、 $\text{Mo} \leq 0.30\%$ 中的 1 种以上，余量为铁和不可避免杂质。

优选地，C: 0.031-0.059%。

优选地，Si: 0.03-0.30%。

优选地，Mn: 1.02-1.5%。

30 优选地， $\text{P} \leq 0.015\%$ 。

优选地， $\text{S} \leq 0.005\%$ 。

优选地, Al: 0.02-0.046%。

优选地, Ni: 0.10-0.40, 更优选 0.13-0.36%。

优选地, Cr: 0.3-0.75%, 更优选 0.32-0.75%。

优选地, Mo: 0.10-0.30%, 更优选 0.13-0.26%。

5 优选地, Ti: 0.01-0.025%。

优选地, $N \leq 0.005\%$ 。

本发明中, 除非另有指明, 含量均指重量百分比含量。

所述钢板的组织为回火马氏体+弥散碳化物。

10 本发明的另一目的在于提供上述高强度高韧性中厚钢板的制造方法, 该方法包括:

钢水经真空脱气处理后进行连铸或模铸, 模铸后需经初轧成钢坯;

连铸坯或钢坯于 1100-1250°C 加热后在奥氏体再结晶区进行一道次或多道次轧制, 总压下率 $\geq 70\%$; 终轧温度 $\geq 860^\circ\text{C}$;

15 轧后钢板以 15-50°C/s 快速水冷至 200-300°C, 空冷 5-60s;

冷却的钢板进入**在线加热炉**以 1-10°C/s 快速加热至 450-550°C 回火 15-45s, 然后出炉空冷。

优选地, 终轧温度为 860-900°C。

20 优选地, 冷却的钢板进入**在线加热炉**以 1-10°C/s 快速加热至 450-500°C 回火 15-45s, 然后出炉空冷。

优选地, **在线加热炉为感应加热炉**。

25 根据本发明, 所述钢板的轧后冷却速度不能低于 15°C/s。目的是保证冷却后获得马氏体类组织, 避开贝氏体组织形成区间。冷速上限受轧后冷却装备冷却能力以及终冷温度的限制, 不易太快。故本发明采用 15-50°C/s 的冷速范围。

30 本发明通过合适的成分设计、加热、控制轧制、轧后快速冷却和回火, 使钢板实现细晶强化、相变强化、析出强化, 提高了钢板的强度、硬度, 具有很高的低温韧性, 组织呈现为回火马氏体+弥散碳化物。6-25mm 厚钢板屈服强度 $\geq 700\text{MPa}$, 延伸率 $A_{50} \geq 18\%$, -60°C 的 $A_{KV} \geq 150\text{J}$, 冷弯性能优良, 满足了汽车、工程机械和舰艇船体结构等行业对高强度高韧性钢板的较高要求。适合用于舰艇船体结构、汽车、工程机械等行业需要的

高强度高韧性构件，由于钢板具备较高的强度、很高的低温韧性，优良的冷弯性能，用户加工成型方便。

附图说明

- 5 图 1 是本发明实施例 1 的 6mm 厚高强度钢板的典型金相组织照片。
图 2 是本发明实施例 5 的 25mm 厚高强度钢板的典型金相组织照片。

发明的详细说明

以下结合实施例对本发明的特点和性质进行较为详细的说明。

- 10 为实现本发明的目的，主要化学成分控制如下：

碳：确保钢板强度的关键元素。对于要获得组织为大部分马氏体的钢板而言，碳是最重要的元素，其可以显著提高钢板的淬透性。碳含量的提高能使强度和硬度上升，塑性下降。所以如果钢板既要获得高强度，又要具备较高的韧性，那么碳含量必须综合考虑。为了保证优良的焊接性和良好的低温韧性，钢中碳含量降至 0.06% 以下。对于本发明的屈服强度 700MPa 强度级别而言，为了获得较高的低温冲击韧性，采用较低的碳含量 0.03-0.06% 是合适的。

硅：钢中加硅能提高钢质纯净度和脱氧。硅在钢中起固溶强化作用。但硅含量过高会使钢板加热时的氧化皮粘度较大，出炉后除鳞困难，导致 20 轧后钢板表面红色氧化皮严重，表面质量较差。且高硅不利于焊接性能。综合考虑硅各方面的影响，本发明硅含量为小于等于 0.30%。

锰：锰稳定奥氏体组织，其能力仅次于合金元素镍，是廉价的稳定奥氏体与强化合金元素，同时锰增加钢的淬透性，降低马氏体形成的临界冷速。但锰具有较高的偏析倾向，所以其含量不能太高，一般低碳微合金钢 25 中锰含量不超过 2.0%。锰的加入量主要取决于钢的强度级别。本发明锰的含量应控制在 1.0-1.5%。锰在钢中还和铝一起共同起到脱氧的作用。

硫和磷：硫在钢中与锰等化合形成塑性夹杂物硫化锰，尤其对钢的横向塑性和韧性不利，因此硫的含量应尽可能地低。磷也是钢中的有害元素，严重损害钢板的塑性和韧性。对于本发明而言，硫和磷均是不可避免的杂质元素，应该越低越好，考虑到钢厂实际的炼钢水平，本发明要求 P ≤ 30 0.020%、S ≤ 0.010%。

铝：强脱氧元素。为了保证钢中的氧含量尽量地低，铝的含量控制在0.02-0.04%。脱氧后多余的铝和钢中的氮元素能形成AlN析出物，提高强度并且在热处理加热时能细化钢的元素奥氏体晶粒度。

5 钛：钛是强碳化物形成元素，钢中加入微量的Ti有利于固定钢中的N，形成的TiN能使钢坯加热时奥氏体晶粒不过分涨大，细化原始奥氏体晶粒度。钛在钢中还可分别与碳和硫化合生成TiC、TiS、Ti₄C₂S₂等，它们以夹杂物和第二相粒子的形式存在。钛的这些碳氮化物析出物在焊接时还可阻止热影响区晶粒长大，改善焊接性能。本发明钛含量控制在0.005-0.025%。

10 铬：铬提高钢的淬透性，增加钢的回火稳定性。铬在奥氏体中溶解度很大，稳定奥氏体，淬火后在马氏体中大量固溶，并在随后的回火过程中会析出Cr₂₃C₇、Cr₇C₃等碳化物，提高钢的强度和硬度。为了保持钢的强度级别，铬可以部分代替锰，减弱高锰的偏析倾向。配合在线快速感应加热回火技术的细小碳化物析出，可相应降低合金含量，故本发明可添加不
15 大于0.75%的铬，优选为0.3-0.75%。

镍：稳定奥氏体的元素，对提高强度没有明显的作用。钢中加镍尤其是在调质钢中加镍能大幅提高钢的韧性尤其是低温韧性，同时由于镍属于贵重合金元素，所以本发明可添加不超过0.40%的镍元素，优选为0.10-0.40%，更优选为0.13-0.36%。

20 钼：钼能显著地细化晶粒，提高强度和韧性。钼能减少钢的回火脆性，同时回火时还能析出非常细小的碳化物，显著强化钢的基体。由于钼是非常昂贵的战略合金元素，所以本发明中仅添加不超过0.30%的钼，优选为0.10-0.30%。更优选为0.13-0.26%。

25 钙：钢中加钙主要是改变硫化物形态，改善钢的厚向、横向性能和冷弯性能。对于硫含量很低的钢亦可不钙处理。本发明视硫含量的高低可钙处理，钙含量≤0.005%。

制造工艺过程对本发明产品的影响：

30 转炉吹炼和真空处理：目的是确保钢液的基本成分要求，去除钢中的氧、氢等有害气体，并加入锰、钛等必要的合金元素，进行合金元素的调整。

连铸或模铸：保证铸坯内部成分均匀和表面质量好，模铸的钢锭需

轧制成钢坯。

5 加热和轧制：连铸坯或钢坯在 1100-1250℃ 的温度下加热，一方面获得均匀的奥氏体化组织，另一方面使钛、铬、钼等合金元素的化合物部分溶解。在奥氏体再结晶温度范围内经一道次或多道次轧制成钢板，总压下率不低于 70%，终轧温度不低于 860℃；

快速冷却：轧后钢板以 15-50℃/s 快速水冷至 200-300℃ 温度区间空冷 5-60s；在快速冷却过程中，大部分的合金元素被固溶到马氏体中。

10 在线回火：冷却的钢板进入在线加热炉以 1-10℃/s 快速加热至 450-550℃ 回火 15-45s，然后出炉空冷。回火有助于消除淬火时产生的内应力以及消除马氏体板条内或之间的微裂纹，弥散析出部分碳化物强化，提高强塑型、韧性和冷弯性能。

15 本发明通过合适的成分设计、加热、控制轧制、轧后快速冷却和自回火，使钢板实现细晶强化、相变强化、析出强化，提高了钢板的强度、硬度，具有很高的低温韧性，组织呈现为回火马氏体+弥散碳化物。6-25mm 厚钢板屈服强度 $\geq 700\text{MPa}$ ，延伸率 $A_{50} \geq 18\%$ ，-60℃ 的 $A_{kv} \geq 150\text{J}$ ，冷弯性能优良，满足了汽车、工程机械和舰艇船体结构等行业对高强度高韧性钢板的较高要求。

实施例

20 实施例 1

25 将按表 1 配比冶炼完成的钢水经真空脱气处理后进行连铸或模铸，板坯厚度 80mm，所得坯料于 1200℃ 加热后，在奥氏体再结晶温度范围内经多道次轧制，轧制成厚度为 6mm 的钢板，总压下率 94%，终轧温度为 880℃，然后以 50℃/s 水冷至 220℃ 再在线快速加热至 450℃ 回火，然后空冷至室温；

本实施例的部分钢板金相组织如图 1 所示。

实施例 2-5 的详细成分见表 1，工艺参数见表 2，所有实施例所得钢板性能见表 3。

30 表1本发明实施例1-5的化学成分、Ceq (wt%)

实施 例	C	Si	Mn	P	S	Al	Ni	Cr	Mo	Ti	Ca	N	Ceq*
1	0.031	0.30	1.50	0.009	0.003	0.020	0.31	0.35	0.18	0.015	0.0008	0.0040	0.41
2	0.044	0.25	1.45	0.009	0.003	0.025	0.20	0.45	0.20	0.02	0.0010	0.0036	0.43
3	0.050	0.19	1.21	0.008	0.003	0.033	0.21	0.62	0.24	0.014	0.0008	0.0035	0.44
4	0.055	0.10	1.20	0.010	0.003	0.035	0.15	0.65	0.15	0.025	0.0012	0.0041	0.43
5	0.060	0.03	1.05	0.010	0.004	0.045	0.35	0.75	0.25	0.010	0.0010	0.0031	0.46

$$* Ceq=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/14$$

表 2 本发明实施例 1-5 的相关工艺参数及钢板厚度

实施 例	加热温度/°C	终轧温度/°C	压下率 /%	冷速 /°C/s	终冷温度 /°C	回火温度 /°C	回火时间 /s	板厚/mm
1	1250	900	94	50	200	450	45	6
2	1200	880	88	40	250	450	30	11
3	1150	860	81	25	280	450	15	15
4	1150	860	75	20	300	500	15	20
5	1100	860	70	18	300	550	15	25

5 试验例 1: 力学性能

按照 GB/T228-2002 金属材料室温拉伸试验方法、GB 2106-1980 金属夏比 V 型缺口冲击试验方法, 其结果见表 3。

表 3 本发明钢板的力学性能和组织

实施 例	屈服强 度/MPa	抗拉强度 /MPa	延伸率 A ₅₀ /%	-60°C Akv 冲击值/J	横向冷弯 d=2a,180°	组织
1	830	933	22	161 (半尺 寸试样折 算)	合格	回火马氏体+弥 散析出碳化物
2	815	895	24	185	合格	回火马氏体+弥 散析出碳化物

3	750	925	24	231	合格	回火马氏体+弥散析出碳化物
4	740	920	23	222	合格	回火马氏体+弥散析出碳化物
5	765	955	25	212	合格	回火马氏体+弥散析出碳化物

试验例 2: 弯曲性能

按照 GB/T 232-2010 金属材料弯曲试验方法, 对本发明实施例 1-5 钢板进行横向冷弯 $d=2a, 180^\circ$ 试验, 其结果见表 3, 全部实施例钢板完好, 均无表面裂纹。

试验例 3: 金相组织

图 1 是本发明实施例 1 的 6mm 厚钢板的金相组织图。

图 2 是本发明实施例 5 的 25mm 厚钢板的金相组织图。

从图中可见, 钢板的组织为回火马氏体和弥散析出碳化物。其他实施例也能得到同样的金相组织。

从以上实施例可以看出, 采用上述的成分和工艺参数进行加工, 6-25mm 厚成品钢板的屈服强度 $\geq 700\text{MPa}$, 延伸率 $A_{50} \geq 18\%$, -60°C 的 $A_{kv} \geq 150\text{J}$, 冷弯性能优良, 组织呈现为回火马氏体+弥散碳化物。钢板满足了相关行业对高强度高韧性钢板的较高要求。产品适用于制作舰艇船体结构、汽车及工程机械等行业, 具有广泛的应用价值和市场前景。

本发明采用了较少的合金元素, 通过新型的在线淬火和在线回火工艺, 实现了比 HSLA-100 性能 (屈服强度 690-860 MPa, 延伸率 18%, -18°C 横向 $A_{kv}=108\text{J}$, -84°C 横向 $A_{kv}=81\text{J}$) 更优越的性能, 即本发明实物钢板性能纵向屈服强度 700-860MPa, 延伸率 20%, -60°C 纵向的 $A_{kv}=200\text{J}$, -84°C 横向 $A_{kv}=151\text{J}$, 而且本发明钢板的碳当量 C_{eq} 远低于美国 HSLA-100 钢 (其最小 $C_{eq}=0.67$), 说明本发明钢板的焊接性更好, 因此, 本发明钢板与美国 HSLA-100 相比具备明显的成本和技术优势。

权 利 要 求 书

1. 一种高强度高韧性钢板，其化学成分的重量百分比为：C：
0.03-0.06%、Si \leq 0.30%、Mn：1.0-1.5%、P \leq 0.020%、S \leq 0.010%、Al：
5 0.02-0.05%、Ti：0.005-0.025%、N \leq 0.006%、Ca \leq 0.005%，以及Cr \leq 0.75%、
Ni \leq 0.40%、Mo \leq 0.30%中的1种以上，余量为铁和不可避免杂质。
2. 如权利要求1所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，C：
0.031-0.059%。
3. 如权利要求1或2所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，Si：
10 0.03-0.30%。
4. 如权利要求1-3任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，Mn：
1.02-1.5%。
5. 如权利要求1-4任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，P \leq
0.015%。
- 15 6. 如权利要求1-5任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，S \leq
0.005%。
7. 如权利要求1-6任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，Al：
0.02-0.046%。
8. 如权利要求1-7任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，Ni：
20 0.10-0.40，更优选0.13-0.36%。
9. 如权利要求1-8任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，Cr：
0.3-0.75%，更优选0.32-0.75%。
10. 如权利要求1-9任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，
Mo：0.10-0.30%，更优选0.13-0.26%。
- 25 11. 如权利要求1-10任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，
Ti：0.01-0.025%。
12. 如权利要求1-11任一所述的高强度高韧性钢板，其特征在于，N
 \leq 0.005%。
13. 如权利要求1-12任一所述的高强度高韧性钢板，其组织为回火
30 马氏体和弥散析出碳化物。
14. 如权利要求1-13任一所述的高强度高韧性钢板，其6-25mm厚钢

板屈服强度 $\geq 700\text{MPa}$ ，延伸率 $A_{50} \geq 18\%$ ， -60°C 的 $A_{kv} \geq 150\text{J}$ 。

15. 如权利要求 1-14 任一所述的高强度高韧性钢板的制造方法，包括：

钢水经真空脱气处理后进行连铸或模铸，模铸后需经初轧成钢坯；

5 连铸坯或钢坯于 $1100-1250^\circ\text{C}$ 加热后在奥氏体再结晶区进行一道次或多道次轧制，总压下率 $\geq 70\%$ ；终轧温度 $\geq 860^\circ\text{C}$ ；

轧后钢板以 $15-50^\circ\text{C/s}$ 快速水冷至 $200-300^\circ\text{C}$ ，空冷 5-60s；

冷却的钢板进入在线加热炉以 $1-10^\circ\text{C/s}$ 快速加热至 $450-550^\circ\text{C}$ 回火 15-45s，然后出炉空冷。

10 16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，终轧温度为 $860-900^\circ\text{C}$ 。

17. 如权利要求 15 或 16 所述的方法，其特征在于，冷却的钢板进入在线加热炉以 $1-10^\circ\text{C/s}$ 快速加热至 $450-500^\circ\text{C}$ 回火 15-45s，然后出炉空冷。

15 18. 如权利要求 15 或 17 所述的方法，其特征在于，在线加热炉为感应加热炉。

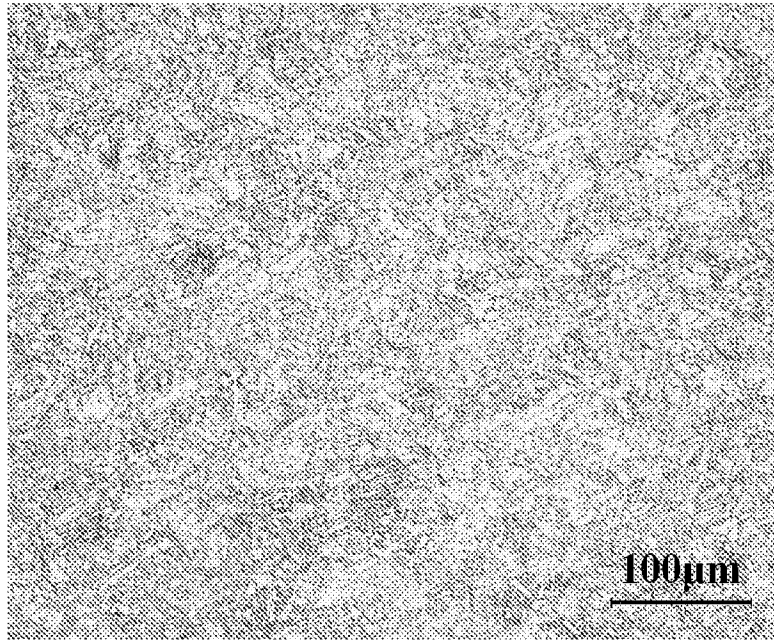


图 1

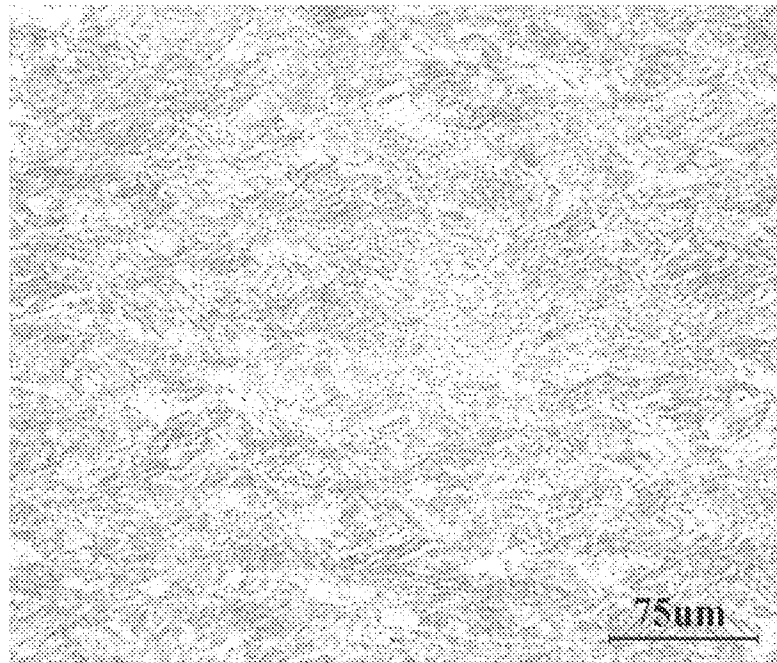


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/076052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: C22C38, C21D8

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRSABS, CNKI, SIPOABS, DWPI: Baosteel, ZHANG, Aiwen, JIAO, Sihai, ZHANG, Qingfeng, steel plate, chrome, Cr, nickel, Ni, mo, molybdenum, tempered martensite, tempering, 7##MPa, 7#kgf, toughness, c, carbon, si, silicon, mn, manganese, al, alumin?um, ti, titanium, martensite, martensitic, temper???, roll???

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1840723 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD) 04 Oct. 2006 (04.10.2006) description, embodiment 1, tables 1-3, page 2, paragraph 4, page 3, lines 19-30 and page 4, paragraph 3	1-18
X	CN 1840724 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD) 04 Oct. 2006 (04.10.2006) claims 1, 4, 7	1-18
X	JP 2011052293 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 17 Mar. 2011 (17.03.2011) claims 1-2	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 16 Aug. 2012 (16.08.2012)	Date of mailing of the international search report 06 Sep. 2012 (06.09.2012)
--	---

<p>Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer LV, Zhe Telephone No. (86-10) 62085021</p>
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2012/076052

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2011140672 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 21 Jul. 2011 (21.07.2011) description, paragraphs 14 to 25	1-12
X	WO 2010137317 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 02 Dec. 2010 (02.12.2010) description, paragraph 10	1-12
A	CN 101649420 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD) 17 Feb. 2010 (17.02.2010) see the whole document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/076052

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1840723 A	04.10.2006	CN 100372962 C	05.03.2008
CN 1840724 A	04.10.2006	CN 100494451 C	03.06.2009
JP 2011052293 A	17.03.2011	None	
JP 2011140672 A	21.07.2011	None	
WO 2010137317 A1	02.12.2010	CA 2759256 A1	02.12.2010
		JP 4772927 B2	14.09.2011
		KR 20110110370 A	06.10.2011
		MX 2011012371 A	08.12.2011
		CN 102341521 A	01.02.2012
		US 2012031528 A1	09.02.2012
		EP 2436797 A1	04.04.2012
CN 101649420 A	17.02.2010	CN 101649420 B	04.07.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/076052

Continuation of second sheet, A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/14 (2006.01) i

C21D 8/02 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/076052

A. 主题的分类		
参见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: C22C38, C21D8		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CPRSABS, CNKI: 宝山钢铁, 张爱文, 焦四海, 张庆峰, 钢板, 碳, C, 硅, Si, 锰, Mn, 铝, Al, 钛, Ti, 铬, Cr, 镍, Ni, 钼, Mo, 回火马氏体, 马氏体, 回火, 7##MPa, 7#kgf, 韧性		
SIPOABS, DWPI: c, carbon, si, silicon, mn, manganese, al, alumin?um, ti, titanium, martensite, martensitic, temper???, roll???		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN1840723 A (宝山钢铁股份有限公司) 04.10 月 2006 (04.10.2006) 说明书实施例 1、表 1-3、第 2 页第 4 段、第 3 页第 19-30 行 说明书第 4 页第 7 行、第 7 页第 3 段	1-18
X	CN1840724 A (宝山钢铁股份有限公司) 04.10 月 2006 (04.10.2006) 权利要求 1、4、7	1-18
X	JP2011052293 A (NIPPON STEEL CORP.) 17.3 月 2011 (17.03.2011) 权利要求 1-2	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 16.8 月 2012 (16.08.2012)	国际检索报告邮寄日期 06.9 月 2012 (06.09.2012)	
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 吕哲 电话号码: (86-10) 62085021	

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	JP2011140672 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 21.7 月 2011(21.07.2011) 说明书 14-25 段	1-12
X	WO2010137317 A1 (NIPPON STEEL CORP.) 02.12 月 2010(02.12.2010) 说明书第 10 段	1-12
A	CN101649420 A (宝山钢铁股份有限公司) 17.2 月 2010 (17.02.2010) 全文	1-18

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/076052

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1840723 A	04.10.2006	CN100372962 C	05.03.2008
CN1840724 A	04.10.2006	CN100494451 C	03.06.2009
JP2011052293 A	17.03.2011	无	
JP2011140672 A	21.07.2011	无	
WO2010137317 A1	02.12.2010	CA2759256 A1	02.12.2010
		JP4772927 B2	14.09.2011
		KR20110110370 A	06.10.2011
		MX2011012371 A	08.12.2011
		CN102341521 A	01.02.2012
		US2012031528 A1	09.02.2012
		EP2436797 A1	04.04.2012
CN101649420 A	17.02.2010	CN101649420 B	04.07.2012

续第 2 页 A.主题的分类:

C22C38/14 (2006.01) i

C21D8/02 (2006.01) i