

(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
2014年7月31日 (31.07.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/114159 A1

- (51) 国际专利分类号: C22C 38/54 (2006.01) C21D 1/19 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/090270
- (22) 国际申请日: 2013年12月24日 (24.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权: 201310022288.8 2013年1月22日 (22.01.2013) CN
- (71) 申请人: 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: 赵四新 (ZHAO, Sixin); 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 姜洪生 (JIANG, Hongsheng); 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 姚连登 (YAO, Liandeng); 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。
- (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)。
- (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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。
- (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, 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,

[见续页]

(54) Title: ULTRA HIGH STRENGTH AND TOUGHNESS STEEL PLATE HAVING LOW YIELD RATIO AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种具有低屈服比的超高强韧钢板及其制造方法

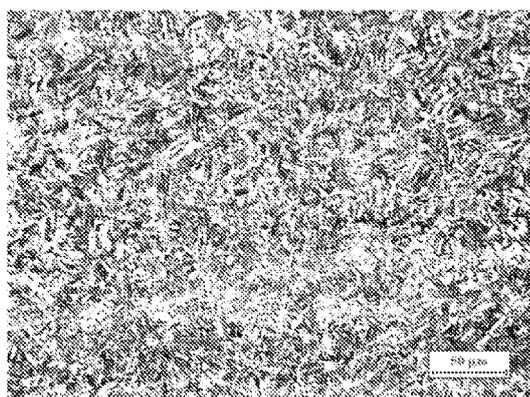


图 1 / FIG.1

(57) Abstract: Provided is an ultra high strength and toughness steel plate having a low yield ratio, with the chemical elements therein having the following mass percent contents: C:0.18-0.34%, Si: 0.10—0.40%, Mn: 0.50-1.40%, Cr: 0.20—0.70%, Mo: 0.30—0.90%, Nb: 0—0.06%, Ni: 0.50-2.40%, V: 0—0.06%, Ti: 0.002-0.04%, Al: 0.01-0.08%, B: 0.0006-0.0020%, N≤0.0060%, O≤0.0040%, Ca: 0-0.0045%, and the balance being Fe and other inevitable impurities. Also provided is a method for manufacturing the steel plate, comprising: a heating temperature of 1080-1250°C, a quenching temperature of 860-940°C, and a tempering temperature of 150-350°C.

(57) 摘要: 一种具有低屈服比的超高强韧钢板, 其化学元素质量百分含量为: C:0.18-0.34%, Si:0.10—0.40%, Mn:0.50-1.40%, Cr:0.20—0.70%, Mo:0.30—0.90%, Nb:0—0.06%, Ni:0.50-2.40%, V:0—0.06%, Ti:0.002-0.04%, Al:0.01-0.08%, B:0.0006-0.0020%, N≤0.0060%, O≤0.0040%, Ca:0-0.0045%, 余量为 Fe 和其他不可避免的杂质。还提供了该钢板的制造方法包括: 加热温度为 1080~1250°C; 淬火温度为 860~940°C; 回火温度为 150~350°C。



WO 2014/114159 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
TG)。

一种具有低屈服比的超高强韧钢板及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种钢板及其制造方法，尤其涉及一种超高强韧钢板及其制造方法。

背景技术

高强韧钢板广泛应用于机械结构、建筑桥梁和工程结构。钢板的力学性能包括屈服强度、抗拉强度、延伸率和低温冲击功等。在选用机械结构和建筑桥梁等结构件用钢板时，通常以屈服强度为基准并给予一定的安全系数。屈服强度和抗拉强度之比称为屈强比，在工程应用中屈强比主要体现为当结构件在受到超过屈服强度的极限应力时，钢板从屈服开始到完全失效过程的安全性系数。如果钢板的屈强比较低，则当钢板受到高于屈服强度的应力时，钢板在应力达到抗拉强度导致材料断裂或结构失稳之前，具有较宽的安全范围。如果钢板的屈强比较高，则当钢板在达到屈服强度之后，钢板会迅速达到抗拉强度而发生断裂。因此，对于结构件安全性能要求较高的情况下，需要采用具有低屈服强度的钢板。例如，高层建筑的钢结构、水电压力钢管和煤矿液压支架等结构件，这样遇到类似于地震、山体滑坡和塌方等自然灾害时，低屈强比的钢板可吸收更多能量，延缓结构破坏时间或避免结构彻底破坏，防止次生灾害的发生，降低人员生命的威胁。

钢板的屈服现象明显时，屈服强度采用上屈服强度、下屈服强度表示；钢板的屈服现象不明显时，屈服强度采用 0.2%塑性变形的强度 $R_{p0.2}$ 表示。低碳钢板的上屈服强度是由于间隙原子在位错附近形成柯垂尔气团，阻碍位错开始运动；在位错开动之后，柯垂尔气团的作用消失，需要在钢板上施加的力减小，则形成下屈服。如果位错开动包括了柯垂尔气团及位错环和位错墙的作用等，则屈服现象不明显。屈服强度代表着大尺度范围位错增殖和运动而使滑移带变宽的应力。部分文献认为屈服强度是可运动的刃型位错全部滑出晶体对应的应力，而抗拉强度是材料在拉伸过程中可抵抗的最大应力，通常伴随着微裂纹的形核长大和扩展。

具有低屈强比钢板的设计和制造，通常采用软相和硬相结合的微观组织来获得具有较低屈服强度和较高的抗拉强度。例如：

公布号为WO2007/051080，公开日为2007年5月3日，名称为“具有低屈服比、高韧性和优异可焊性的高强度双相钢”的专利文献，其提供了一种具有软和硬相复合显微组织的双相高强度钢，其复合显微组织可提供低的屈服比、高的应变能力、优异可焊性及高韧性，其化学成分包括C：0.03-0.12%，Ni：0.1-1.0%、Nb：0.005-0.05%、Ti：0.005-0.03%、Mo：0.1-0.6%、Mn：0.5-2.5%、Cu：≤1.0%、Cr：≤1.0%、Ca：≤0.01%，还包括可选元素V：≤0.1%、B：≤0.002%、Mg：≤0.006%、N：≤0.010%、Si：≤0.5%、Cu：≤1.0%、Al：≤0.06%、P：≤0.015%、S：≤0.004%。该双相钢包括约10体积%至约60体积%的主要由细晶粒铁素体构成的第一相或组分。该第一相具有平均晶粒尺寸约5微米或更小的铁素体。该双相钢还包括约40体积%至约90体积%的第二相或组分，所述第二相或组分包括细晶粒马氏体、细晶粒下贝氏体、细晶粒粒状贝氏体、细晶粒退化上贝氏体或它们的任何混合物。

公开号为CN101045977A，公开日为2007年10月3日，名称为“800MPA级高韧性低屈服比厚钢板及其制造方法”的中国专利文献，公开了一种高强韧低屈服比厚钢板及其制造方法，其化学成分包括C：0.05-0.09%、Si：0.35-0.45%、Mn：1.5-1.90%、Ni：0.30-0.70%、Nb：0.04-0.08%、Al：0.02-0.04%、Ti：0.01-0.04%，该钢板具有低屈强比且抗拉强度大于800MPa。

公开号为CN1924065A，公开日为2007年3月7日，名称为“700MPA级高韧性低屈服比厚钢板及其制造方法”的中国专利文献也公开了一种钢板，其化学成分质量百分比为：C 0.03~0.06，Si 0.35~0.55，Mn 1.00~1.55，Ni 0.50~0.70，Nb 0.02~0.06，Al 0.02~0.04，Ti 0.01~0.04，V 0.04~0.07，Cu 0.50~0.70，余量为Fe和不可避免杂质。其制造方法包括：A.冶炼并浇铸成坯；B.加热至1180~1220℃；C.轧制，开轧温度为1050~1100℃，轧件厚度到达成品钢板厚度的2~3倍时，在辊道上待温至920~960℃，随后进行第二阶段轧制，道次变形量5~15MM，道次变形率10~25%；终轧温度820~880℃；D.轧制结束，空冷60~120秒钟，然后加速冷却，以10~20℃/秒速度冷却至460~600℃，钢板出水后空冷。

由此可见，随着机械钢结构向着大型化及复杂化发展，为了达到钢结构

增强减重及节能降耗的目的,需要钢板的强度不断增加并具有较低的屈服比。

发明内容

本发明的目的在于提供一种具有低屈服比的超高强韧钢板及其制造方法,该钢板抗拉强度级别高,且具备较低屈服比,从而能够满足机械结构、建筑桥梁和工程结构等领域对于钢板低屈强韧及增强减重的双向要求。

为实现上述发明目的,本发明提供了一种具有低屈服比的超高强韧钢板,其化学元素质量百分含量为:

C: 0.18-0.34%,

Si: 0.10-0.40%,

Mn: 0.50-1.40%,

Cr: 0.20-0.70%,

Mo: 0.30-0.90%,

Nb: 0-0.06%,

Ni: 0.50-2.40%,

V: 0-0.06%,

Ti: 0.002-0.04%,

Al: 0.01-0.08%,

B: 0.0006-0.0020% ,

N \leq 0.0060%,

O \leq 0.0040%,

Ca: 0-0.0045%,

余量为 Fe 和其他不可避免的杂质。

进一步地,本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的碳当量满足 $CEV \leq 0.75\%$, 其中碳当量 $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$ 。

在成分设计方面,本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板中的各化学元素的设计原理为:

C: C 能扩大钢板的奥氏体相区,控制 C 元素在钢中的含量可获得不同微观组织和力学性能的钢板。C 元素在钢中的添加量不同,钢板发生相变的类型也会随之不同。如 C 元素和合金元素含量较低,则发生铁素体、珠光体

等扩散型相变。如 C 元素和合金元素含量较高，则发生马氏体转变。当马氏体转变时，C 原子固溶在 Fe 原子的晶格中，使晶体的 c 轴延长，发生 Fcc（面心立方晶格）-Hcp（密排六方晶格）的转变。C 原子通过改变晶体结构，大幅度地提高了钢板的强度。奥氏体稳定性随着 C 原子增加而提高，钢板在快速冷却后可获得马氏体和残余奥氏体组织，降低钢板的屈强比。但是，C 元素含量过高，则会使得钢板的塑性和韧性下降。综合考虑 C 元素对于钢板对强韧性和强塑性的影响，本发明中的 C 含量控制为 0.18-0.34%。

Si: 当 Si 添加到钢中时，其可以通过置换原子固溶强化提高钢板的强度，但 Si 含量过高，会增加钢板焊接时的热裂纹倾向。所以，本发明中的 Si 含量设计为 0.10-0.40%。

Mn: C 和 Mn 元素通常联合应用以获得具有良好力学性能的钢板。Mn 元素添加到本发明的钢板中，通过固溶强化来提高钢板的强韧性。由于本发明的钢板中所添加的 C 含量相对较高，为了保证钢板的碳当量和焊接性能，故本发明中所加入的 Mn 为 0.50-1.40%，用以调节该钢板的屈强比和强韧性。

Cr: Cr 可以提高钢板的淬透性，使钢板在冷却时形成马氏体组织。可 Cr 含量过高会增加钢板的碳当量，恶化钢板焊接性能。因此，本发明中的 Cr 含量控制为 0.20-0.70%。

Mo: Mo 可以有效抑制扩散性相变，使钢板在冷却时形成强度较高的低温相变组织。Mo 含量较低时，对钢板扩散性相变抑制的效果未充分发挥，使得钢板在冷却时不能得到更多的马氏体组织，从而降低钢板的强度。Mo 含量过高时，导致碳当量增加，恶化钢板的焊接性能。因而，本发明将 Mo 含量控制为 0.30-0.90%。

Nb: 添加到钢中的 Nb 可抑制奥氏体晶界运动，使钢板在较高温度下发生再结晶。在较高温度奥氏体化时，固溶到奥氏体中的 Nb 会在轧制时由于应变诱导析出效应，在位错和晶界处形成 NbC 颗粒，抑制晶界运动，提高钢板的强韧性。当 Nb 含量过高时，则可能形成粗大的 NbC，恶化钢板的低温冲击性能。因此，本发明中加入不大于 0.06% 的 Nb 以控制钢板的力学性能。

Ni: Ni 在钢中能与 Fe 形成固溶体，通过降低晶格的层错而提高钢板韧性。为了获得具有良好低温韧性的高强度钢板，需在钢板中加入一定的 Ni，Ni 会增加奥氏体的稳定性，使得钢板在冷却过程中形成马氏体和残余奥氏体

组织，降低钢板的屈强比。如果 Ni 含量过高，一方面会使板坯在加热时形成难以去除的氧化膜，影响钢板表面质量；另一方面会增加钢板的生产成本。因此，本发明中的 Ni 含量应设定在 0.50-2.40% 范围之内。

V: V 作为合金元素加入钢中，其通过固溶强化和 MC 型碳化物的析出强化效果来提高钢板的强韧性。但 V 元素含量过高时，MC 型碳化物会在热处理过程中发生粗化，从而影响钢板的低温韧性。因此，在本发明中加入不大于 0.06% 的 V 元素用来保证钢板的力学性能。

Ti: Ti 在钢液中形成氮化物，随后在较低的温度范围形成氧化物和碳化物。不过，Ti 含量过高会导致钢液中形成粗大的 TiN。TiN 颗粒为立方形，颗粒的角部容易导致应力集中，即为裂纹的形成源。综合考虑 Ti 在钢中的作用，本发明中的 Ti 含量控制为 0.002-0.04%。

Al: Al 加入钢中，通过形成氧化物和氮化物细化晶粒。为了达到细化晶粒及提高钢板的韧性并保证其焊接性能的目的，在本发明中需要加入 Al 的含量为 0.01-0.08%。

B: B 在钢板中的晶界富集从而降低晶界能量，使钢板在冷却过程中形成低温相变组织。B 加入钢中，并结合 C 和合金元素含量，可以形成具有高强度的马氏体组织，进而获得具备良好的强度性能的钢板。但是，B 含量过高，则会在马氏体晶界富集，降低钢板的低温冲击性能和疲劳性能。因此，本发明中 B 的加入量为 0.0006-0.0020%。

N: N 可与钢中的 Ti、Nb 和 V 形成氮化物。钢板在奥氏体化过程中，未溶解的氮化物会阻碍奥氏体的晶界运动，实现细化奥氏体晶粒的效果。如 N 元素含量过高，则 N 与 Ti 会形成粗大的 TiN，恶化钢板的力学性能。同时，N 原子还会在钢中的缺陷处富集，形成气孔和疏松，进一步恶化钢板的力学性能。因此，在本发明中的 N 含量控制为不大于 0.0060%。

O: O 在钢中与 Al、Si 和 Ti 形成氧化物。钢板在加热奥氏体化过程中，Al 的氧化物会起到抑制奥氏体长大，细化晶粒的作用。不过，O 含量较多的钢板在焊接时具有热裂纹倾向。因而，本发明中的 O 含量应控制为不大于 0.0040%。

Ca: Ca 加入钢中，与 S 元素形成 CaS，起到球化硫化物的作用，提高钢板的低温冲击韧性。本发明中的 Ca 含量需控制为不大于 0.0045%。

相应地，本发明还提供了该具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其包括冶炼、浇铸、加热、轧制、冷却、淬火和回火步骤，获得钢板的微观组织为细化马氏体和残余奥氏体，其中：加热步骤中将板坯加热至 1080~1250℃；淬火步骤的淬火温度为 860~940℃；回火步骤的回火温度为 150~350℃。

在制造工艺方面，本发明所述具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，对加热、淬火及回火等工艺步骤中的温度进行相应控制，并结合元素成分设计，使得化学元素的成分设计和制造工艺之间产生关联影响。在加热过程中，将温度控制在 1080-1250℃之间实现奥氏体化。在加热过程主要是碳氮化物溶解和奥氏体晶粒长大过程。如 Nb、V、Ti、Cr 和 Mo 等碳化物形成元素的所形成的碳化物或碳氮化物部分溶解于钢中，合金元素原子通过扩散而固溶奥氏体中。在轧制过程中，部分碳氮化物通过应变诱导析出效应在缺陷处形核长大，细化最终晶粒，从而提高钢板力学性能。在淬火过程中，温度设定在 860-940℃之间，因为在此温度区间加热保温，可有效控制碳化物形成元素（如 Nb、V、Ti、Cr 和 Mo 等元素）的碳氮化物的部分溶解及奥氏体晶粒长大的尺寸。在回火过程中，将加热炉内温度控制为 150-350℃进行回火处理。钢板的回火一般可分为四个阶段：1) 在 100℃回火时，正方点阵的马氏体中析出 ϵ 碳化物，马氏体的正方度降低，含碳 0.3%以下的钢中不形成 ϵ 碳化物，仅在位错等缺陷附近形成细微的碳化物；2) 在 235℃附近时，残余奥氏体转变为下贝氏体和马氏体；3) 在 300℃左右时， ϵ 碳化物转变为渗碳体；4) 在 400~450℃温度时，碳和铁的扩散系数升高，渗碳体颗粒粗化。本发明采用在温度 150-350℃左右进行回火，在细化的马氏体板条边缘形成细化的碳化物析出，钢板中位错密度很高的地方发生异号位错湮灭，降低钢板的内应力，提高钢板的塑性。此时，回火温度的控制可使部分残余奥氏体保留在钢板中，降低了钢板最终屈服比，同时使钢板具有较高的抗拉强度。

在上述具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法中，轧制后的钢板空冷或水冷。

进一步地，在上述具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法中，淬火后的钢板水冷。

进一步地，在上述具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法中，回火后

的钢板空冷。

与现有技术方案相比，由于采用了合理的成分设计和优化的制造工序使得本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板，所具备的优点为：1) 碳当量 CEV 较低，合金元素较少；2) 屈强比小于 0.85；3) 抗拉强度大于 1500MPa；3) 屈服强度大于 1200 MPa；4) 延伸率大于 10%；5) 优良的各项力学性能。

本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，通过优化温度控制，不增加任何工序难度和步骤的情况下，就可以获得细化马氏体组织和残余奥氏体的软硬结合的微观组织，以获得力学性能理想的具有低屈服比的超高强韧钢板，工艺制度比较宽松，可广泛应用于结构安全性要求较高的工程构件制造领域的稳定生产。

附图说明

图 1 显示了实施例 4 所涉及的具有低屈服比的超高强韧钢板在光学显微镜下的微观组织。

具体实施方式

下面将根据具体实施例和说明书附图对本发明的技术方案作进一步解释，但该解释并不构成对本发明的不当限定。

实施例 1-6

采用下述步骤制造本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板：

- 1) 冶炼，控制各化学元素的质量百分含量的配比，具体如表 1 所示；
- 2) 浇铸；
- 3) 加热：将板坯加热至 1080~1250℃；
- 4) 轧制：轧制后的钢板空冷或水冷；
- 5) 冷却：冷却至室温；
- 6) 淬火：淬火温度为 860~940℃，淬火后水冷；
- 7) 回火：回火温度为 150~350℃，回火后空冷。

图 1 显示了本案实施例 4 的具有低屈服比的超高强韧钢板在光学显微镜下的微观组织。

表 1 实施例 1-6 中的具有低屈服比的超高强韧钢板的各组分的质量百分比

(wt.%, 余量为 Fe 和其他不可避免的杂质)

实施例	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Ni	V	Ti	Al	B	N	O	Ca	CEV
1	0.34	0.1	0.5	0.2	0.8	0	1.1	0.04	0.002	0.01	0.0006	0.004	0.003	0.003	0.704
2	0.3	0.2	0.6	0.3	0.5	0.01	2.4	0.01	0.006	0.02	0.0008	0.003	0.003	0.002	0.722
3	0.28	0.2	0.8	0.4	0.9	0.02	0.9	0.02	0.009	0.04	0.001	0.005	0.004	0.0045	0.737
4	0.25	0.2	1	0.5	0.5	0.03	1.2	0.03	0.012	0.05	0.0012	0.006	0.003	0.002	0.703
5	0.21	0.3	1.2	0.6	0.4	0.04	2	0	0.03	0.06	0.0016	0.003	0.004	0.001	0.743
6	0.18	0.4	1.4	0.7	0.3	0.06	1.5	0.06	0.04	0.08	0.002	0.004	0.003	0	0.725

注：CEV 为碳当量， $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$

表 2 显示了实施例 1-6 的具体温度参数。其中，表 2 中的各实施例的具体温度参数对应于表 1 中相应实施例 1-6。

表 2 实施例 1-6 的制造工艺中的具体温度参数

实施例	加热温度 (°C)	淬火温度 (°C)	回火温度 (°C)
1	1250	940	150
2	1220	920	200
3	1180	900	250
4	1150	880	300
5	1120	870	330
6	1080	860	350

表 3 实施例 1-6 所涉及的具有低屈服比的超高强韧钢板的力学性能参数

实施例	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	屈强比 (%)	延伸率 (%)	冲击功 -20°C Akv (J)
1	1350	1660	0.81	11	30/33/36
2	1320	1640	0.80	12	45/52/51
3	1330	1610	0.83	12	38/40/42
4	1305	1590	0.82	12	45/41/48
5	1285	1530	0.84	13	58/50/60

6	1250	1535	0.81	14	60/56/55
---	------	------	------	----	----------

由表 3 可以看出，本发明所述的具有低屈服比的超高强韧钢板：屈强比小于 0.85，抗拉强度大于 1500MPa，屈服强度大于 1200 MPa，延伸率大于 10%，冲击功 Akv (-20℃) 大于 27J，具有上述力学性能的钢板具有超高强度和良好的强韧性和强塑性。

本技术领域中的普通技术人员应当认识到，以上的实施例仅是用来说明本发明，而并非用作为对本发明的限定，只要在本发明的实质精神范围内，对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求书范围内。

权利要求书

1. 一种具有低屈服比的超高强韧钢板，其特征在于，其化学元素质量百分含量为：
C: 0.18-0.34%，
Si: 0.10-0.40%，
Mn: 0.50-1.40%，
Cr: 0.20-0.70%，
Mo: 0.30-0.90%，
Nb: 0-0.06%，
Ni: 0.50-2.40%，
V: 0-0.06%，
Ti: 0.002-0.04%，
Al: 0.01-0.08%，
B: 0.0006-0.0020% ，
N≤0.0060%，
O≤0.0040%，
Ca: 0-0.0045%，
余量为 Fe 和其他不可避免的杂质。
2. 如权利要求 1 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板，其特征在于，其碳当量满足 $CEV \leq 0.75\%$ ，其中碳当量 $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$ 。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板，其特征在于，其微观组织为细化马氏体和残余奥氏体。
4. 如权利要求 1 或 2 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其特征在于，包括冶炼、浇铸、加热、轧制、冷却、淬火和回火步骤，获得钢板的微观组织为细化马氏体和残余奥氏体，其中：加热步骤中将板坯加热至 1080~1250℃；淬火步骤的淬火温度为 860~940℃；回火步骤的回火温度为 150~350℃。
5. 如权利要求 4 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其特征在

- 于，轧制后的钢板空冷或水冷。
6. 如权利要求 4 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其特征在于，淬火后的钢板水冷。
 7. 如权利要求 4 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其特征在于，回火后的钢板空冷。
 8. 如权利要求 4 所述的具有低屈服比的超高强韧钢板的制造方法，其特征在于，其碳当量满足 $CEV \leq 0.75\%$ ，其中碳当量 $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$ 。

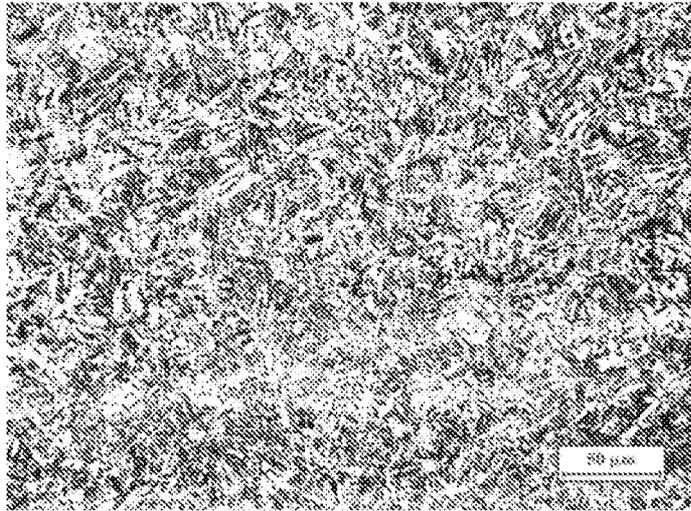


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/090270

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: C22C 38/-, C21D

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CPRS: yield ratio, strength, toughness, steel plate, cr, chrome, chromium, nb, niobium, v, vanadium, ti, titanium, b, boron, ca, calcium, Ni, nickel, smelt+, cast+, heat+, roll+, quench+, temper+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103060715 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.), 24 April 2013 (24.04.2013), claims 1-8	1-8
X	CN 102747303 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.), 24 October 2012 (24.10.2012), claims 1-2, and description, paragraphs 0041 and 0087	1-8
X	CN 102534423 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.), 04 July 2012 (04.07.2012), claims 1, 15 and 16	1-8
X	CN 102471849 A (JFE STEEL CORP.), 23 May 2012 (23.05.2012), claims 1-4	1-2
X	JPH 0617188 A (NKK CORP.), 25 January 1994 (25.01.1994), claims 1-3	1-2

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
04 March 2014 (04.03.2014)

Date of mailing of the international search report
27 March 2014 (27.03.2014)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
WANG, Yu
Telephone No.: (86-10) **62084745**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/090270

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JPH 11229090 A (NIPPON STEEL CORP.), 24 August 1999 (24.08.1999), the whole document	1-8
A	EP 2524970 A1 (THYSSENKRUPP STEEL EURO AG), 21 November 2012 (21.11.2012), the whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/090270

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103060715 A	24.04.2013	None	
CN 102747303 A	24.10.2012	None	
CN 102534423 A	04.07.2012	None	
CN 102471849 A	23.05.2012	WO 2011013845 A1	03.02.2011
		JP 2011047034 A	10.03.2011
		CA 2767206 A1	03.02.2011
		MXPA 12000872 A	29.02.2012
		KR 20120031510 A	03.04.2012
		EP 2460901 A1	06.06.2012
		US 2012175028 A1	12.07.2012
		IN 201109823 P4	12.04.2013
JP H0617188 A	25.01.1994	JP 3003451 B2	31.01.2000
JP H11229090 A	24.08.1999	JP 4132178 B2	13.08.2008
EP 2524970 A1	21.11.2012	WO 2012156428 A1	22.11.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/090270

CONTINUATION OF SECOND SHEET: A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/54 (2006.01) i

C21D 1/19 (2006.01) i

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: C22C 38/-, C21D		
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))		
WPI, EPODOC, CNKI, CPRS: 屈服比, 强度, 韧性, 韧度, 钢板, 铬, 铌, 钒, 钛, 硼, 钙, 镍, 冶炼, 浇铸, 加热, 轧制, 淬火, 回火, yield ratio, strength, toughness, steel plate, cr, chrome, chromium, nb, niobium, v, vanadium, ti, titanium, b, boron, ca, calcium, Ni, nickel, smelt+, cast+, heat+, roll+, quench+, temper+		
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
PX	CN 103060715 A (宝山钢铁股份有限公司) 24.4 月 2013 (24.04.2013) 权利要求 1-8	1-8
X	CN 102747303 A (宝山钢铁股份有限公司) 24.10 月 2012 (24.10.2012) 权利要求 1-2, 说明书第 0041, 0087 段,	1-8
X	CN 102534423 A (宝山钢铁股份有限公司) 04.7 月 2012 (04.07.2012) 权利要求 1, 15, 16	1-8
X	CN 102471849 A (杰富意钢铁株式会社) 23.5 月 2012 (23.05.2012) 权利要求 1-4	1-2
X	JP H0617188 A (NKK CORP) 25.1 月 1994 (25.01.1994) 权利要求 1-3	1-2
<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 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 04.3 月 2014 (04.03.2014)		国际检索报告邮寄日期 27.3 月 2014 (27.03.2014)
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 王好 电话号码: (86-10) 62084745

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
A	JP H11229090 A (NIPPON STEEL CORP) 24.8 月 1999 (24.08.1999) 全文	1-8
A	EP 2524970 A1 (THYSSENKRUPP STEEL EURO AG) 21.11 月 2012 (21.11.2012) 全文	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/090270

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103060715 A	24.04.2013	无	
CN 102747303 A	24.10.2012	无	
CN 102534423 A	04.07.2012	无	
CN 102471849 A	23.05.2012	WO 2011013845 A1	03.02.2011
		JP 2011047034 A	10.03.2011
		CA 2767206 A1	03.02.2011
		MX PA12000872 A	29.02.2012
		KR 20120031510 A	03.04.2012
		EP 2460901 A1	06.06.2012
		US 2012175028 A1	12.07.2012
		IN 201109823 P4	12.04.2013
JP H0617188 A	25.01.1994	JP 3003451 B2	31.01.2000
JP H11229090 A	24.08.1999	JP 4132178 B2	13.08.2008
EP 2524970 A1	21.11.2012	WO 2012156428 A1	22.11.2012

续：第 2 页，A. 主题的分类

C22C 38/54 (2006.01) i

C21D 1/19 (2006.01) i