



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102345066 B

(45) 授权公告日 2013.06.19

(21) 申请号 201110322261.1

(22) 申请日 2011.10.21

(73) 专利权人 莱芜钢铁集团有限公司

地址 271100 山东省莱芜市钢城区友谊大街
38号

(72) 发明人 李文钱 周平 麻衡 王博
吴会亮 李辉 王月香 李灿明
刘军刚 李生根 任继银

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限
公司 11286

代理人 薛义丹 郭鸿禧

(51) Int. Cl.

C22C 38/14 (2006.01)

C22C 33/06 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

审查员 李娇

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种用于压力容器的钢及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于压力容器的钢及其制备方法,所述钢的化学成分含量按重量计为:C:0.06~0.10%、Si:0.20~0.40%、Mn:1.40~1.55%、Ni:0.4~0.6%、P: \leq 0.015%、S: \leq 0.004%、Nb:0.025-0.040%、Ti:0.020~0.050%、Al:0.020~0.055%,其余为铁和不可避免杂质。根据本发明的钢具有优良的Z向性能,因而能够制造出可靠性提高了的低温压力容器。

1. 一种用于压力容器的钢,所述钢的化学成分含量按重量计为 :C :0.06 ~ 0.10%、Si :0.20 ~ 0.40%、Mn :1.40 ~ 1.55%、Ni :0.4 ~ 0.6%、P : \leq 0.015%、S : \leq 0.004%、Nb :0.025-0.040%、Ti :0.020 ~ 0.050%、Al_t :0.020 ~ 0.055%,其余为铁和不可避免杂质,其中,所述钢经过正火处理,其中,正火处理温度为 880 ~ 910℃,炉内保温时间为 1.4 ~ 1.9min/mm。

2. 如权利要求 1 所述的钢,其中,所述钢的化学成分含量按重量计为 :C :0.07%、Si :0.26%、Mn :1.45%、Ni :0.5%、P :0.008%、S :0.004%、Nb :0.030%、Ti :0.033%、Al_t :0.043%,其余为铁和不可避免的杂质。

3. 如权利要求 1 所述的钢,其中,所述钢采用二阶段控制轧制,粗轧开轧温度 1140 ~ 1180℃,终轧温度 1060 ~ 1120℃,精轧开轧温度为 870 ~ 920℃,终冷温度为 650 ~ 680℃,冷却速度为 7 ~ 11℃ /s。

4. 如权利要求 1 所述的钢,其中,所述钢的组织结构为单一的铁素体 + 珠光体组织。

5. 一种用于压力容器的钢的制备方法,该方法包括下述步骤:

冶炼,将铁水冶炼成钢并调节钢的成分;

轧制,将钢轧制成为期望的钢材;及

热处理,将轧制后的钢材进正火处理,以改善钢材的微结构,其中,正火处理温度为 880 ~ 910℃,炉内保温时间为 1.4 ~ 1.9min/mm,

其中,所述冶炼的步骤包括:

转炉炼钢,采用铝锰钛脱氧,采用低 C 低 P 锰铁、Si-Mn、镍板、铌铁合金进行合金化;

LF 精炼,用铝粒、碳化硅、碳化钙进行调渣,并且在 LF 精炼中利用铌铁、镍板、钛铁或钛线进行成分微调;以及

RH 精炼,利用 RH 精炼炉进行真空处理,并在真空处理后喂钙铁线进行钙化处理,

其中,所述钢的化学成分含量按重量计为 :C :0.06 ~ 0.10%、Si :0.20 ~ 0.40%、Mn :1.40 ~ 1.55%、Ni :0.4 ~ 0.6%、P : \leq 0.015%、S : \leq 0.004%、Nb :0.025-0.040%、Ti :0.020 ~ 0.050%、Al_t :0.020 ~ 0.055%,其余为铁和不可避免杂质。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述钢的化学成分含量按重量计为 :C :0.07%、Si :0.26%、Mn :1.45%、Ni :0.5%、P :0.008%、S :0.004%、Nb :0.030%、Ti :0.033%、Al_t :0.043%,其余为铁和不可避免的杂质。

7. 如如权利要求 5 所述的方法,该方法还包括铁水预处理步骤,将铁水中的硫控制在 0.003% 以下,并使铁水温度不低于 1250℃。

8. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述转炉炼钢的步骤采用底吹或者顶底复吹模式,采用单渣工艺进行冶炼,终渣碱度控制在 3.5 ~ 4.5 范围内。

9. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述 LF 精炼的步骤在出渣前顶渣必须为黄白渣或白渣,黄白渣或白渣保持时间不低于 10 分钟,终渣碱度为 2.2 以上。

10. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述 RH 精炼的步骤的真空槽内的真空度为 80 ~ 200mbar,真空处理后,钙铁线喂入量为 0.6 ~ 0.8Kg/t 钢。

11. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述轧制的步骤包括采用二阶段控制轧制,粗轧开轧温度 1140 ~ 1180℃,终轧温度 1060 ~ 1120℃,精轧开轧温度为 870 ~ 920℃,终冷温度为 650 ~ 680℃,冷却速度为 7 ~ 11℃ /s。

一种用于压力容器的钢及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于压力容器的钢及其制备方法,具体地说,本发明涉及一种具有优良的 Z 向性能的用于压力容器的钢及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着我国石油化工业的迅速发展,气体的液化、分离和液化气体的生产、储运已经相当普遍,这些都促进了低温压力容器用钢的发展。低温压力容器用钢板是一种用途非常重要的专业钢板,用于制作低温压力容器的关键部位,并且承受一定的压力,因此对于低温压力容器用钢,不仅要保证有较高的强度和良好的焊接性能和加工性能以及必要的物理性能外,还要求低温下组织稳定和具有良好的低温韧性,低温韧性是低温压力容器用钢最重要的技术指标。由于一般的板材厚度方向性能较差,断面收缩率低,因而致使钢板使用寿命较短,易出现层状撕裂和断裂,特别像锅炉和压力容器这种危险度高,环境条件差的行业,易给人们生活、生产和生命造成不可估量的损失。

[0003] 国家标准 :GB 3531-2008 提供了一种 09MnNiDR 钢的化学成分以及力学和工艺性能要求,如表 1、表 2 所示。

[0004] 表 1 09MnNiDR 化学成分 (wt%)

[0005]

化学成分 (质量分数) /wt%							
C	Si	Mn	Ni	Nb	Alt	P	S
≤0.12	0.15-0.50	1.20-1.60	0.30-0.80	≤0.04	≥0.020	≤0.020	≤0.012

[0006] 表 2 09MnNiDR 力学和工艺性能要求

[0007]

厚度 mm	抗拉强度 (Rm) MPa	下屈服强度 (Rel) MPa	延伸率 (A) %	冲击功 (横向 -70℃) KV2/J	180°弯曲 d= 弯心直径 (b≥35mm)	交货 状态
		不小于				
>60-80	420-550	260	23	34	d=2a	正火 或正 火加 回火

[0008] 第 CN101144138 号中国专利阐述了一种低温压力容器用钢板及其生产方法,其钢板主要化学成分含量 (wt%) 为 :C :0.12 ~ 0.19%, Si :0.15 ~ 0.45%, Mn :1.2 ~ 1.6%, Nb :0.015 ~ 0.050%, Ti :0.01 ~ 0.03%, Ni :0.10 ~ 0.35%, Al :0.015 ~ 0.030%, P :0 ~ 0.015% ;S :0 ~ 0.01%, 其余为 Fe 及不可避免的杂质。它运用热钢坯装炉、中间坯水冷、控轧、加速控冷、正火等工艺, -40℃ 冲击功达到 160J 以上。

[0009] 第 CN101082104 号中国专利阐述了一种无 Ni 微合金低温压力容器钢及其制造方法,其成分质量百分比为 :C :0.04 ~ 0.08%, Si :< 0.6%, Mn :1.0 ~ 1.6%, Nb :0.01 ~ 0.03%, Ti :0.00 ~ 0.03%, V :< 0.07%, Al :0.004 ~ 0.60%, N :< 0.008%, P :< 0.015%, S :< 0.010%, 其余为 Fe 和不可避免杂质。它通过合理的合金成分设计和工艺控制,采用 TMCP 轧制的方法使得钢板的屈服强度达到 360MPa 以上,抗拉强度超过 490MPa,低温冲击韧性满足 -60℃ 的要求。

[0010] 第 CN1106070A 号中国专利阐述了一种耐低温可焊接细晶粒厚度方向钢板,它的产品配方有 C :0.12 ~ 0.17%、Mn :1.20 ~ 1.70%、Si :0.30 ~ 0.50%、P :0.015%、S :0.005%、V :0.02 ~ 0.04%、Ti :0.02 ~ 0.04%、Cu :0.12 ~ 0.16%、Cr :0.08 ~ 0.15%、Mo :0.04 ~ 0.09%、Ni :0.10 ~ 0.30%、其余为 Fe 和不可避免杂质。它将废钢进入平炉初炼、后进入炉外精炼,浇成八角钢锭,将八角钢锭锻成轧坯,在四辊可逆式轧机上按照钢板厚度要求轧坯,热处理采用亚临界处理,出炉后风冷。

[0011] 上述文献中公开的各种钢材虽然具有一定的性能优点,然而它们均不能提供优良的沿板材厚度方向性能,因此断面收缩率低,从而致使钢板使用寿命较短,易出现层状撕裂和断裂。因此,当这些钢材用于制造压力容器时,容易由于其寿命短而造成压力容器的损坏。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于提供一种能够克服现有技术中的至少一种问题的钢及其制造方法。

[0013] 为了实现上述目的,本发明的一方面提供了一种用于压力容器的钢,所述钢的化学成分含量 (wt%) 为 :C :0.06 ~ 0.10%、Si :0.20 ~ 0.40%、Mn :1.40 ~ 1.55%、Ni :0.4 ~ 0.6%、P :≤ 0.015%、S :≤ 0.004%、Nb :0.025~0.040%、Ti :0.020 ~ 0.050%、Al :0.020 ~ 0.055%, 其余为铁和不可避免杂质。

[0014] 根据本发明的另一方面,所述钢的化学成分含量 (wt%) 为 :C :0.07%、Si :0.26%、Mn :1.45%、Ni :0.5%、P :0.008%、S :0.004%、Nb :0.030%、Ti :0.033%、Al :0.043%, 其余为铁和不可避免的杂质。

[0015] 根据本发明的另一方面,所述钢采用二阶段控制轧制,粗轧开轧温度 1140 ~ 1180℃,终轧温度 1060 ~ 1120℃,精轧开轧温度为 870 ~ 920℃,终冷温度为 650 ~ 680℃,冷却速度为 7 ~ 11℃ /s。

[0016] 根据本发明的另一方面,所述钢经过热处理,将所述钢进行正火处理,其中,正火处理温度 880 ~ 910℃,炉内保温时间 1.4 ~ 1.9min/mm。

[0017] 根据本发明的一方面,所述钢的组织结构为单一的铁素体 + 珠光体组织。

[0018] 本发明的另一方面提供了一种用于压力容器的钢的制备方法,该方法包括下述步

骤:冶炼,将铁水冶炼成钢并调节钢的成分;轧制,将钢轧制成为期望的钢材;热处理,将轧制后的钢材进正火处理,以改善钢材的微结构。冶炼的步骤包括:转炉炼钢,采用铝锰钛脱氧,采用低C低P锰铁、Si-Mn、镍板、铌铁合金进行合金化;LF精炼,用铝粒、碳化硅、碳化钙进行调查,并且在LF精炼中利用铌铁、镍板、钛铁或钛线进行成分微调;RH精炼,利用RH精炼炉进行真空处理,并在真空处理后喂钙铁线进行钙化处理。

[0019] 根据本发明的一方面,所述钢的化学成分含量按重量计为:C:0.06~0.10%、Si:0.20~0.40%、Mn:1.40~1.55%、Ni:0.4~0.6%、P: \leq 0.015%、S: \leq 0.004%、Nb:0.025-0.040%、Ti:0.020~0.050%、Al:0.020~0.055%,其余为铁和不可避免杂质。

[0020] 根据本发明的一方面,所述钢的化学成分含量按重量计为:C:0.07%、Si:0.26%、Mn:1.45%、Ni:0.5%、P:0.008%、S:0.004%、Nb:0.030%、Ti:0.033%、Al:0.043%,其余为铁和不可避免的杂质。

[0021] 根据本发明的一方面,所述钢的制备方法还包括铁水预处理步骤,将铁水中的硫控制在0.003%以下,并使铁水温度不低于1250℃。

[0022] 根据本发明的一方面,转炉炼钢的步骤采用底吹或者顶底复吹模式,采用单渣工艺进行冶炼,终渣碱度控制在3.5~4.5范围内

[0023] 根据本发明的一方面,LF精炼的步骤在出渣前顶渣必须为黄白渣或白渣,黄白渣或白渣保持时间不低于10分钟,终渣碱度为2.2以上。

[0024] 根据本发明的一方面,RH精炼的步骤的真空槽内的真空度为80~200mbar,真空处理后,钙铁线喂入量为0.6~0.8Kg/t钢。

[0025] 根据本发明的一方面,轧制的步骤包括采用二阶段控制轧制,粗轧开轧温度1140~1180℃,终轧温度1060~1120℃,精轧开轧温度为870~920℃,终冷温度为650~680℃,冷却速度为7~11℃/s。

[0026] 根据本发明的一方面,正火处理温度880~910℃,炉内保温时间1.4~1.9min/mm。

具体实施方式

[0027] 下面将详细描述根据本发明的示例性实施例的钢及其制造方法。

[0028] 根据本发明的一个实施例的钢的化学成分重量百分比含量为:

[0029] C:0.06~0.10%、Si:0.20~0.40%、Mn:1.40~1.55%、Ni:0.4~0.6%、P: \leq 0.015%、S: \leq 0.004%、Nb:0.025-0.040%、Ti:0.020~0.050%、Al:0.020~0.055%,其余为铁和不可避免杂质。

[0030] 本发明选择的合金元素在低温压力容器中的主要作用在于:

[0031] 碳(C):碳是钢中最经济的强化元素,增加碳的含量,材料的屈服点和抗拉强度升高,但是塑性和冲击性能降低,特别是对压力容器钢这类需要焊接的钢种,过高的碳含量将会恶化冷成型性能和焊接性能。因此,在本发明中,碳含量控制在0.06~0.10wt%。

[0032] 硅(Si):硅在钢中其固溶强化的作用,同时硅在钢中也是很好的脱氧元素,硅在低温压力容器可显著提高钢的强度,但同时一定程度上降低钢的韧性、塑性。Si含量的增加还将降低材料的焊接性能,因此,在本发明中,碳含量控制在0.20~0.40wt%。

[0033] 锰(Mn):在低温压力容器,锰能阻止回火处理过程中奥氏体晶粒的长大,提高

铁素体基体的韧性和强度,另外锰能提高奥氏体的稳定性并降低奥氏体相变温度,锰是弱碳化物形成元素,在钢中主要起固溶强化作用,有利于提高奥氏体转变组织强度,并且锰可改善钢的热加工性能,降低钢的冷脆性。因此,本发明中,将锰作为主要合金元素,将锰含量控制在 1.40 ~ 1.55wt%。

[0034] 镍 (Ni):镍在钢中为固溶元素,具有明显降低冷脆转变温度的作用。镍与铁以互溶的形式存在于 α 和 γ 铁相中,通过其在晶粒内的吸附作用细化铁素体晶粒,提高钢的冲击韧性。但同时镍降低奥氏体的转变温度,影响碳与合金元素的扩散速度,阻止奥氏体向珠光体转变,降低钢的临界冷却速度,提高钢的淬透性,易使钢出现贝氏体及马氏体,降低钢的低温冲击韧性。因此,本发明将 Ni 含量控制在 0.4 ~ 0.6wt%,保证铁素体和珠光体组织以改善低温韧性。

[0035] 铌 (Nb):铌是强烈的碳氮化物形成元素,可与碳氮形成及其稳定的 Nb(C、N) 化合物,沿奥氏体晶界弥散析出,阻碍奥氏体晶粒的长大,从而细化了铁素体晶粒,改善钢的强度和低温韧性。因此,在成分设计中,控制 Nb 的含量在 0.025-0.040wt%,使 Nb 尽可能以化合物的形式在钢中弥散析出。

[0036] 钛 (Ti):钛是一种强碳氮化物形成元素,在高温奥氏体区粗轧时析出的 Ti(C、N) 可以有效抑制奥氏体晶粒长大,钢中的 Ti(C、N) 粒子能显著阻止热影响区晶粒长大,从而改善钢板的焊接性能同时对改善焊接热影响区的冲击韧性有明显作用。因此,本发明将钛含量控制在 0.020 ~ 0.050wt%。

[0037] 铝 (Al):铝能细化晶粒,提高强度,与氮 (N) 结合生成 AlN,可防止应变时效,并作为补充脱氧剂加入钢中,改善钢质。一般来说,残留在钢中的微量铝,对焊接质量影响不大,如果铝作为合金元素大量使用,会使钢的焊接性能变坏。而且有资料表明 Al 含量的升高,钢板发生边裂的几率也随之变高。因此,本发明将铝含量控制在 0.020 ~ 0.055wt%。在冶金行业中,Al 的含量通常使用全铝 (Alt) 来表示,这对本领域普通技术人员来讲是公知的,因此,为了清楚起见,在这里将不再进行重复描述。

[0038] 硫 (S)、磷 (P):P 和 S 在低温压力容器钢中是有害元素,P 能降低钢的塑性,对焊接性能不利,并增加焊裂的敏感性,易形成偏析,从而提高了带状组织的级别,应尽可能降低磷在钢中的含量。S 在钢的晶界处偏聚和形成硫化物,硫化物熔点较低,从而降低了钢的冲击韧性和高温性能。因此,在冶炼时应该尽量降低钢中的 P、S 含量及控制硫化物夹杂,本发明将磷含量控制在小于 0.015wt%、硫含量控制在小于 0.004wt%。

[0039] 下面将详细描述根据本发明一个实施例的用于低温压力容器的钢的生产方法,该方法包括如下步骤:

[0040] 铁水预处理:铁水脱硫严格执行工艺规程,铁水硫控制在 0.003wt% 以下,温度不低于 1250°C,脱硫完毕扒净铁水表面的渣。然而,铁水预处理并不是必须的步骤,如果铁水质量本身较高,例如,如果铁水中的硫含量原本就小于 0.003wt%,则可省略该步骤。

[0041] 冶炼工艺:转炉冶炼采用顶底复吹或底吹模式,采用单渣工艺,终碱度控制在 3.5-4.5 范围内,采用低 C 低 P 锰铁、Si-Mn、镍板、铌铁合金进行合金化,采用铝锰钛脱氧,铝锰钛加入量 2.0kg/t 钢,当钢水出至 1/4 时开始均匀加入合金,钢水出至 3/4 时加完,合金对准钢流冲击区加入。

[0042] LF 精炼采用采用铝粒、碳化硅、碳化钙进行调渣,出渣前顶渣必须为黄白渣或白

渣,黄白渣或白渣保持时间不低于 10 分钟,终渣碱度尽量控制在 2.2 以上。LF 精炼准备部分铌铁、镍板、钛铁或钛线进行成分微调。

[0043] RH 精炼采用本处理模式。RH 精炼真空处理真空槽内的真空度为 80 ~ 200mbar, RH 处理时避免化学升温,确保纯脱气时间大于 5 分钟。真空处理后,喂钙铁线进行钙化处理,钙铁线参考喂入量 0.6 ~ 0.8Kg/t 钢。喂线结束保证软吹时间不低于 10 分钟。

[0044] 以上描述了根据本发明的钢的冶炼和精炼方法的一个示例性实施例。然而本发明不限于此,本领域技术人员应当理解,可以使用本领域技术人员公知的任何方法来冶炼具有本发明的成分的钢。例如,根据不同的铁水,可以省略或改变铁水预处理工艺,改变吹氧方式,改变合金的加入量和加入方式或者改变精炼方式。本领域技术人员能够掌握本领域常用的各种冶炼方式,从而获得具有本发明的成分的钢。

[0045] 下面将进一步描述根据本发明的示例性实施例的钢的后期处理方法。

[0046] 板坯连铸过程中采用全程保护浇注。保护渣采用低碳钢保护渣。稳定期拉速控制在 0.8 ~ 0.9m/min。二水冷采用弱冷模式。铸坯下线堆垛缓冷 48h 以后再送轧。

[0047] 轧制工艺:铸坯加热采用冷装炉,均热段停留时间不少于 50 分钟。钢坯 出炉温度 1150 ~ 1200℃,轧制过程采用二阶段轧制,粗轧和精轧采用四辊可逆式轧机,钢坯粗轧开轧温度 1140~1180℃,终轧温度 1060 ~ 1120℃,粗轧总压缩比 > 50%,精轧开轧温度 870 ~ 920℃,终冷温度为 650 ~ 680℃,冷却速度为 7 ~ 11℃ /s,钢板缓冷 48 小时以上。

[0048] 热处理工艺:正火处理温度 880 ~ 910℃,炉内保温时间 1.4 ~ 1.9min/mm。钢板出炉后单张平放,钢板收集温度 ≤ 150℃。

[0049] 以上以目前使用较多的连铸连轧工艺描述了本发明的一个实施例,然而本发明不限于此。根据本发明的一个实施例,也可采用将钢水浇注成钢锭,然后再利用钢锭进行轧钢的工艺对钢进行后期处理。

[0050] 本发明运用铁水预处理、转炉冶炼、LF 精炼、RH 精炼、连铸、板坯加热、控制轧制控制冷却、正火处理等工艺技术,并充分运用各种合金元素的作用,生产出低温压力容器钢屈服强度达到 330MPa 以上,抗拉强度达到 470MPa 以上,延伸率 31%, -70℃冲击功达到 200J 以上,Z 向性能达到 Z35 级别,该钢种适合连续化生产,强度适中,塑性良好,低温韧性高,Z 向性能良好。

[0051] 下面通过具体示例对本发明作进一步地说明,这些实施例仅仅是对本发明最佳实施方式的描述,本发明不限于此。

[0052] 示例 1:

[0053] 低温压力容器用钢的制造方法,生产工艺流程包括铁水预处理、转炉冶炼、LF 精炼、RH 精炼、板坯连铸、铸坯缓冷、宽厚板轧制、钢板缓冷、正火热处理。具体操作步骤如下:

[0054] 铁水脱硫严格执行工艺规程,铁水硫控制在 0.002wt%,温度 1300℃,脱硫完毕扒净铁水表面的渣。预处理后的铁水进入转炉,造渣料于终点前 3 分钟加完,终渣碱度控制在 $R = 4.0$ 。采用铝锰钛脱氧,铝锰钛 2.0kg/t 钢。钢水出至四分之一时,分批加入低 C 低 P 锰铁、Si-Mn、镍板、铌铁合金,出至四分之三时加完。转炉冶炼后的钢水进入 LF 精炼炉,根据实际情况加入铝粒、碳化硅、碳化钙进行造渣,黄白渣或白渣保持时间为 14 分钟。经过 LF 精炼后的钢水进入 RH 精炼炉, RH 精炼采用本处理模式。RH 处理时避免化学升温,确保纯脱气时间 8 分钟,钙铁线参考喂入量 0.7Kg/t 钢。喂线结束软吹时间 13 分钟。连铸采用全程

保护浇注,保护渣采用低碳钢保护渣。二水冷采用弱冷模式,一级为softing-cooling-300,二级为AMedC,采用动态轻压下 Dyn Lowe-300。稳定期拉速为0.85m/min。钢坯堆垛缓冷48小时以后再送轧。

[0055] 铸坯采用冷装炉,稳定段加热时间85分钟,钢坯出炉温度1190℃,粗轧开轧温度1170℃,终轧温度1100℃,中间坯厚度140mm,精轧开轧温度900℃,终冷温度660℃,冷却速度10℃/s。正火处理加热温度900℃,炉内保温时间1.6min/mm,钢板收集温度100℃,成品钢板厚度80mm。实例的化学成分见表3,实物性能检测结果见表4。

[0056] 示例2:

[0057] 实施方式同示例1,其中轧制过程中间坯厚度130mm,成品厚度60mm,正火处理加热温度890℃。实例的化学成分见表3,实物性能检测结果见表4。

[0058] 示例3:

[0059] 实施方式同示例1,其中轧制过程中间坯厚度100mm,成品厚度40mm,正火处理加热温度880℃。实例的化学成分见表3,实物性能检测结果见表4。

[0060] 表3本发明一种低温压力容器用钢板的化学成分实例(wt%)

[0061]

	C	Si	Mn	Ni	Nb	Ti	Alt	P	S
示例1	0.07	0.26	1.45	0.50	0.030	0.033	0.043	0.008	0.004
示例2	0.07	0.26	1.46	0.49	0.029	0.027	0.039	0.008	0.004
示例3	0.08	0.28	1.47	0.48	0.027	0.030	0.033	0.009	0.003

表4 本发明一种低温压力容器用钢板的实物性能

	厚度 mm	屈服 强度 N/mm ²	抗拉 强度 N/mm ²	延 伸 率 %	冲 击 温 度 ℃	横向冲击功 AKvJ			断面收缩率Z %		
示例1	80	340	480	32.0	-70	285	250	290	56.5	45	50.5
示例2	60	330	475	35.0	-70	214	207	253	52	53.5	58.5
示例3	45	350	495	34.0	-70	198	232	205	48	51.5	47

[0062] 根据本发明的示例性实施例的钢能够保证组织结构为单一的铁素体+珠光体组织,使钢板在焊接、SR处理等多次热加工后组织保持稳定。另外,充分利用钢中Ni的固溶强化作用以提高钢的强度和低温韧性。利用Nb所形成的碳氮化物的弥散析出,成分细化原始奥氏体晶粒以提高钢的强度和低温韧性。因此,根据本发明的钢具有优良的Z向性能,因而能够制造出可靠性提高了的低温压力容器。

[0063] 已经参照特定示例性实施例描述了本发明,然而本领域普通技术人员应当理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些实施例进行各种修改和改变,本发明

的范围由权利要求书及其等同物限定。