



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106011663 B

(45)授权公告日 2017.12.19

(21)申请号 201610622181.0 *G22C 38/06*(2006.01)

(22)申请日 2016.07.31 *G22C 38/18*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号 *G22C 38/04*(2006.01)

申请公布号 CN 106011663 A *G21D 8/02*(2006.01)

(43)申请公布日 2016.10.12

审查员 周航

(73)专利权人 泰顺县泰和农业机械有限公司
地址 325000 浙江省温州市泰顺县罗阳镇
泰分路166号

(72)发明人 齐光夏

(74)专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所
(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51)Int.Cl.

G22C 38/12(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

海洋能源设备用钢板及其制备工艺

(57)摘要

本发明公开了海洋能源设备用钢板及其制备工艺,该钢板是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.21~0.33%,硅0.55~0.85%,铝0.15~0.22%,硼0.001~0.002%,铬1.00~1.45%,锰0.55~0.75%,磷0.009~0.013%,硫0.002~0.005%,钼2.5~3.5%,铌0.05~0.1%,钒0.08~0.15%,余量为铁及不可避免的杂质。本发明的海洋能源设备用钢板是由特定配比的碳、硅、铝、硼、铬、锰、磷、硫、钼、铌、钒和铁组成的,特别适用于海洋环境中长期使用,有效避免了裂纹产生,具有良好的韧性、抗腐蚀能力。

1. 海洋能源设备用钢板,其特征在于,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.21~0.33%,硅0.55~0.85%,铝0.15~0.22%,硼0.001~0.002%,铬1.00~1.45%,锰0.55~0.75%,磷0.009~0.013%,硫0.002~0.005%,钼2.5~3.5%,铌0.05~0.1%,钒0.08~0.15%,余量为铁及不可避免的杂质。

2. 根据权利要求1所述的海洋能源设备用钢板,其特征在于,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.25~0.30%,硅0.65~0.80%,铝0.16~0.21%,硼0.001~0.002%,铬1.11~1.40%,锰0.60~0.70%,磷0.010~0.012%,硫0.003~0.005%,钼2.8~3.0%,铌0.08~0.1%,钒0.09~0.13%,余量为铁及不可避免的杂质。

3. 根据权利要求1所述的海洋能源设备用钢板,其特征在于,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.002%,铬1.25%,锰0.65%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

4. 权利要求1~3中任一项所述海洋能源设备用钢板的制备工艺,其特征在于,包括步骤:

(1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

(2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

(3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是700~800℃,保温时间100~200s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度45~60℃/s,过时效温度为240~320℃,过时效时间200~260s。

5. 根据权利要求4所述的制备工艺,其特征在于,步骤(3)中的退火温度为720~780℃。

6. 根据权利要求4所述的制备工艺,其特征在于,步骤(3)中的保温时间为120~180s。

7. 根据权利要求4所述的制备工艺,其特征在于,步骤(3)中的过时效温度为250~300℃。

8. 根据权利要求4所述的制备工艺,其特征在于,步骤(3)中的过时效时间为250s。

海洋能源设备用钢板及其制备工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种钢板,具体涉及一种海洋能源设备用钢板及其制备工艺,属于新能源技术领域。

背景技术

[0002] 海洋能是一种蕴藏在海洋中的可再生能源,包括潮汐能、波浪引起的机械能和热能。海洋能同时也涉及一个更广的范畴,包括海面上空的风能、海水表面的太阳能和海里的生物质能。中国拥有18,000公里的海岸线和总面积达6,700平方公里的6,960座岛屿。这些岛屿大多远离陆地,因而缺少能源供应。因此要实现我国海岸和海岛经济的可持续发展,必须大力发展我国的海洋能资源。

[0003] 海洋能指依附在海水中的可再生能源,海洋通过各种物理过程接收、储存和散发能量,这海洋能发电装置些能量以潮汐、波浪、温度差、盐度梯度、海流等形式存在于海洋之中。

[0004] 目前通过海洋能源设备利用潮汐、波浪以及温度差等进行能源开发越来越受到国家和政府的关注,但是,海洋能源设备与陆地环境差别相当大,一个重要的因素就是海洋环境对设备的腐蚀非常严重,因此海洋能源设备用钢也有着特殊要求。

[0005] 由于海洋能源设备常见固定于海洋中作业,长期处于盐雾、海水中,受到恶劣海洋环境的长期侵蚀,极易容易发生腐蚀疲劳失效,严重影响生产作业安全。腐蚀性环境会降低钢结构的疲劳断裂韧性,加快裂纹的萌生与扩展,大幅降低服役寿命。因此,如何提高结构钢的抗腐蚀能力成为首先要解决的问题。另外,海洋能源设备搭建时基本是在室外作业,工作环境恶劣,钢材应当具有良好的切割性能和焊接性。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足,提供一种海洋能源设备用钢板。

[0007] 本发明还提供了该种钢板的制备工艺。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用下述技术方案:

[0009] 一种海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.21~0.33%,硅0.55~0.85%,铝0.15~0.22%,硼0.001~0.002%,铬1.00~1.45%,锰0.55~0.75%,磷0.009~0.013%,硫0.002~0.005%,钼2.5~3.5%,铌0.05~0.1%,钒0.08~0.15%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0010] 优选的,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.25~0.30%,硅0.65~0.80%,铝0.16~0.21%,硼0.001~0.002%,铬1.11~1.40%,锰0.60~0.70%,磷0.010~0.012%,硫0.003~0.005%,钼2.8~3.0%,铌0.08~0.1%,钒0.09~0.13%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0011] 进一步优选的,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.002%,铬1.25%,锰0.65%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒

0.12%，余量为铁及不可避免的杂质。

[0012] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0013] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0014] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0015] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是700~800℃,保温时间100~200s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度45~60℃/s,过时效温度为240~320℃,过时效时间200~260s。

[0016] 优选的,步骤(3)中的退火温度为720~780℃。

[0017] 优选的,步骤(3)中的保温时间为120~180s。

[0018] 优选的,步骤(3)中的过时效温度为250~300℃。

[0019] 优选的,步骤(3)中的过时效时间为250s。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] 本发明的海洋能源设备用钢板是由特定配比的碳、硅、铝、硼、铬、锰、磷、硫、钼、铌、钒和铁组成的,特别适用于海洋环境中长期使用,有效避免了裂纹产生,具有良好的韧性、抗腐蚀能力。

[0022] 通常高硅高铝的成分设计容易带来连铸困难,但在本发明中通过高硅高铝联合低硼的设计解决了这一问题,并意外提高了钢板的耐腐蚀性能。另外,铬含量过高容易引起钢板出现裂纹,但在本发明中高铬低锰的设计避免了裂纹产生,同时意外提高了钢板的屈服强度。另外,本发明的钢板具有非常理想的抗拉强度、断后伸长率和-60℃冲击韧性,这些指标均远远优于对比例1~4。

[0023] 本发明的制备过程中通过热轧、冷轧以及退火步骤的具体参数调整,有效保证了所得钢板的切割性能和焊接性。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例对本发明进行进一步的阐述,应该说明的是,下述说明仅是为了解释本发明,并不对其内容进行限定。

[0025] 实施例1:

[0026] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.21%,硅0.55%,铝0.15%,硼0.001%,铬1.00%,锰0.55%,磷0.009%,硫0.002%,钼2.5%,铌0.05%,钒0.08%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0027] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0028] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0029] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0030] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是700℃,保温时间100s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度45℃/s,过时效温度为240℃,过时效时间200s。

[0031] 实施例2:

[0032] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.33%,硅0.85%,铝0.22%,硼0.002%,铬1.45%,锰0.75%,磷0.013%,硫0.005%,钼3.5%,铌0.1%,钒0.15%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0033] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0034] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0035] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0036] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是800℃,保温时间200s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度60℃/s,过时效温度为320℃,过时效时间260s。

[0037] 实施例3:

[0038] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.25%,硅0.65%,铝0.16%,硼0.001%,铬1.11%,锰0.60%,磷0.010%,硫0.003%,钼2.8%,铌0.08%,钒0.09%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0039] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0040] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0041] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0042] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是780℃,保温时间180s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度60℃/s,过时效温度为300℃,过时效时间250s。

[0043] 实施例4:

[0044] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.25%,硅0.65%,铝0.16%,硼0.001%,铬1.11%,锰0.60%,磷0.010%,硫0.003%,钼2.8%,铌0.08%,钒0.09%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0045] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0046] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0047] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0048] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是780℃,保温时间180s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度60℃/s,过时效温度为300℃,过时效时间250s。

[0049] 实施例5:

[0050] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.002%,铬1.25%,锰0.65%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0051] 上述海洋能源设备用钢板的制备工艺,包括步骤:

[0052] (1) 根据配方量的化学成分进行冶炼,铸造坯料锻造成板坯;

[0053] (2) 将板坯进行常规热轧、酸洗、冷轧;热轧开轧温度1200℃,冷却开始温度800℃,经8道次轧制,累积变形量在70%以上,轧后水冷,空冷到室温,热轧后钢板经酸洗结合机械打磨去除氧化物,冷轧至1mm,总压下量大于70%,冷轧后的冷轧板组织为铁素体与珠光体组织;

[0054] (3) 钢板冷轧后的连续退火采用两相区保温与两段冷却工艺,连续退火工艺:加热速率是15℃/s,退火温度是750℃,保温时间150s,缓冷速率是8℃/s,快冷开始温度610℃,急冷速度50℃/s,过时效温度为280℃,过时效时间250s。

[0055] 对比例1:

[0056] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,铬1.25%,锰0.65%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0057] 对比例2:

[0058] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.005%,铬1.25%,锰0.65%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0059] 对比例3:

[0060] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.002%,铬1.25%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0061] 对比例4:

[0062] 本实施例的海洋能源设备用钢板,是由以下质量百分比的化学成分组成的:碳0.26%,硅0.70%,铝0.20%,硼0.002%,铬1.25%,锰0.90%,磷0.011%,硫0.004%,钼2.9%,铌0.09%,钒0.12%,余量为铁及不可避免的杂质。

[0063] 试验例

[0064] 1、耐腐蚀性测试

[0065] 进行周期浸润加速腐蚀试验测试,试验条件:温度 $45 \pm 2^\circ\text{C}$,湿度 $70 \pm 5\% \text{RH}$,每一个循环周期 $60 \pm 3 \text{min}$,其中,浸润时间 $12 \pm 1.5 \text{min}$,循环次数100次,烘烤后试样表面最高温度 $70 \pm 10^\circ\text{C}$,质量分数为2%的NaCl溶液;试验结束后,取出试样,流动水冲洗并自然过夜干燥后,称重。根据GB/T16545-1996对试样表面的腐蚀产物进行清除。根据公式 $r_{\text{corr}} = m / (A \times t)$ 计算腐蚀速率。其中,m为失重量,单位是g;A为试样表面面积,单位为 m^2 ,t为腐蚀时间,单

位为h,结果见表1。

[0066] 表1.耐腐蚀性试验结果

[0067]

	2%NaCl溶液中腐蚀速率(g/(m ² ·h))
实施例1	0.285
实施例2	0.286
实施例3	0.253
实施例4	0.253
实施例5	0.189
对比例1	1.787
对比例2	1.523
对比例3	0.583
对比例4	0.578

[0068] 从表1可以看出,本发明的钢板具有很好的耐腐蚀性能,对比例1和2不含硼或者硼含量高所得钢板的耐腐蚀性明显变差,对比例3和对比例4调整了锰的含量,对钢板的耐腐蚀性也有一定影响。

[0069] 2、机械性能测试

[0070] 对实施例1~5以及对比例1~4的机械性能进行了测试,所用钢板的规格均为80mm,结果见表2。

[0071] 表2.钢板机械性能

[0072]

	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	断后伸长率 (%)	-60 °C 冲击韧性 KV ₂ (J)
实施例 1	740	1355	38	145
实施例 2	743	1402	39	149
实施例 3	765	1456	42	158
实施例 4	763	1459	41	157
实施例 5	788	1599	45	168
对比例 1	710	899	10	95
对比例 2	709	905	12	93
对比例 3	320	958	10	94
对比例 4	310	945	11	93

[0073] 从表2可以看出,本发明的钢板具有很高的屈服强度,对比例3和对比例4无锰或者锰含量高的设计明显影响了所得钢板的屈服强度,对比例1和对比例2调整了硼的含量,也对钢板的屈服强度有一定影响。另外,本发明的钢板具有非常理想的抗拉强度、断后伸长率和-60°C冲击韧性,这些指标均远远优于对比例1~4。

[0074] 上述虽然对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限

制,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。