



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108998738 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201810821049.1

G21D 8/02(2006.01)

(22)申请日 2018.07.24

(71)申请人 南京钢铁股份有限公司

地址 210000 江苏省南京市六合区卸甲甸

(72)发明人 潘中德 吴俊平 姜金星 靳星

胡其龙 高飞 李明 徐椿森

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

G22C 38/04(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/26(2006.01)

G22C 38/06(2006.01)

G22C 38/28(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种S460M厚板及其低成本热机械轧制方法

(57)摘要

本发明公开了一种S460M厚板,它包括如下质量百分比的组分:C0.07~0.11%、Mn1.40~1.60%、Si0.10~0.30%、P≤0.020%、S≤0.005%、Nb0.020~0.035%、Ti≤0.020%、Alt0.020~0.050%、Cr0.15~0.25、N≤0.006%、CEV≤0.40%、Pcm≤0.20%,其余为Fe和杂质。本发明还公开了该S460M厚板的低成本热机械轧制方法。与现有技术相比,采用低碳微合金化设计,不添加Ni、V等贵重合金,加入较低的Nb,以及少量成本较低的Cr合金元素提高钢板强度,合金成本低,钢板焊接性能更加优异。

1. 一种S460M厚板,其特征在于,它包括如下质量百分比的组分:

C0.07~0.11%、Mn1.40~1.60%、Si0.10~0.30%、P $\leq$ 0.020%、S $\leq$ 0.005%、Nb0.020~0.035%、Ti $\leq$ 0.020%、Al0.020~0.050%、Cr0.15~0.25、N $\leq$ 0.006%、CEV $\leq$ 0.40%、Pcm $\leq$ 0.20%,其余为Fe和杂质。

2. 权利要求1所述的S460M厚板的低成本热机械轧制方法,其特征在于,它包括如下步骤:

(1) 炼钢工序:采用转炉深脱磷钢水P $\leq$ 0.020%,铁水预处理脱和LF深脱硫钢水S $\leq$ 0.005%,连铸生产制备得到铸坯;

(2) 加热工序:将步骤(1)中制备得到的铸坯加热至Nb元素固溶;

(3) 轧制工序:将步骤(2)中加热后的铸坯采用两阶段控轧工艺轧制得到100mm厚板;

(4) 冷却工序:将步骤(3)中得到的100mm厚板快速冷却后,返红,再进行堆垛缓冷,即得。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(1)中,铸坯中心偏析不超过B1.0级或C1.0级。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(2)中,加热温度为1180~1220℃,加热时间为300~420min。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(3)中,所述的两阶段控轧工艺中,第一阶段粗轧轧制终了温度为980~1050℃,最后2道次压下率均 $\geq$ 20%,第二阶段的开轧温度为800~820℃,终轧温度为760~800℃。

6. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(4)中,快速冷却时,冷却速度为5~15℃/S。

7. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(4)中,返红的温度为500~550℃。

8. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤(4)中,堆垛缓冷的时间不低于72h。

## 一种S460M厚板及其低成本热机械轧制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金领域,具体涉及一种S460M厚板及其低成本热机械轧制方法。

### 背景技术

[0002] 海洋结构需经受海面台风、严寒冰冻、高盐雾等恶劣环境的考验,因此要求海洋结构用钢板不但具有高强度和高塑性,还应具备优异的低温韧性、良好的焊接性能等,以保证钢材和设备能适应各种载荷和低温环境,满足海上各种复杂工况条件和恶劣自然环境下使用要求。

[0003] S460M是EN10025-4:2004标准《热机械轧制焊接细晶粒钢》中规定的强度最高级别的钢种,标准要求热机械轧制状态交货,规定了热机械轧制焊接细晶粒钢的化学成分、力学性能等。与国标同级别Q460D钢板相比,S460M钢种化学成分如C、Mn及Nb等合金元素添加要求更苛刻,-20℃横向低温要求更高(冲击值 $\geq 50\text{J}$ ),另外要求更低的CEV和Pcm要求保证优异的焊接性能。

[0004] 现有技术中,专利CN107326279A公开了“热机械轧制型特厚易焊接S460M结构钢板及生产方法”,其成分设计C:0.06~0.08%,Ni:0.15~0.25%,Nb:0.060~0.070%,V:0.040~0.050%,该发明成分设计中添加Ni、V等合金,以及较高Nb含量(超标准,标准要求 $\leq 0.05\%$ ),合金成本高。CN102345056A公开了“一种结构钢S420ML中厚板及其生产方法”,其成分设计C:0.12~0.15%,Nb:0.030~0.040%,Ni:0.10~0.020%,该发明成分设计中添加贵重元素Ni合金,以及较高Nb含量,且钢板级别为S420ML,厚度为20~50mm。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种S460M厚板及其低成本热机械轧制方法,以解决现有技术存在的效果不佳等问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种S460M厚板,它包括如下质量百分比的组分:

[0008] C0.07~0.11%、Mn1.40~1.60%、Si0.10~0.30%、 $P\leq 0.020\%$ 、 $S\leq 0.005\%$ 、Nb0.020~0.035%、 $Ti\leq 0.020\%$ 、Al0.020~0.050%、Cr0.15~0.25、 $N\leq 0.006\%$ 、CEV $\leq 0.40\%$ 、Pcm $\leq 0.20\%$ ,其余为Fe和杂质。

[0009] 上述S460M厚板的低成本热机械轧制方法,它包括如下步骤:

[0010] (1) 炼钢工序:采用转炉深脱磷钢水 $P\leq 0.020\%$ ,铁水预处理脱和LF深脱硫钢水 $S\leq 0.005\%$ ,连铸生产制备得到铸坯;

[0011] (2) 加热工序:将步骤(1)中制备得到的铸坯加热至Nb元素固溶;

[0012] (3) 轧制工序:将步骤(2)中加热后的铸坯采用两阶段控轧工艺轧制得到100mm厚板;

[0013] (4) 冷却工序:将步骤(3)中得到的100mm厚板快速冷却后,返红,再进行堆垛缓冷,即得。

[0014] 步骤(1)中,通过动态轻压下的电磁搅拌技术,保证铸坯中心偏析不超过B1.0级或C1.0级。

[0015] 步骤(2)中,加热温度为1180~1220℃,加热时间为300~420min。加热时,保证铸坯加热均匀。

[0016] 步骤(3)中,所述的两阶段控轧工艺中,第一阶段粗轧轧制终了温度为980~1050℃,最后2道次压下率均 $\geq 20\%$ ,第二阶段的开轧温度为800~820℃,终轧温度为760~800℃。

[0017] 步骤(4)中,快速冷却时,冷却速度为5~15℃/S。

[0018] 步骤(4)中,返红的温度为500~550℃。

[0019] 步骤(4)中,堆垛缓冷的时间不低于72h。

[0020] 有益效果:

[0021] 与现有技术相比,本发明具有如下优势:

[0022] 1、本发明采用低碳微合金化设计,不添加Ni、V等贵重合金,加入较低的Nb,以及少量成本较低的Cr合金元素提高钢板强度,合金成本低,设计CEV $\leq 0.40\%$ ,Pcm $\leq 0.20\%$ ,钢板焊接性能更加优异。

[0023] 2、本发明充分发挥5000mm宽厚板轧机的技术装备优势,采用TMCP工艺过程中的轧制大压下、低温控轧、轧后超快冷等技术,开发的热机械轧制S460M厚板最大厚度100mm,性能达到EN10025标准要求,钢板牌号S460M,质量同时满足S420M牌号,钢板-40℃低温冲击功 $\geq 100\text{J}$ ,可实现钢板的经济、批量生产。

### 具体实施方式

[0024] 根据下述实施例,可以更好地理解本发明。然而,本领域的技术人员容易理解,实施例所描述的内容仅用于说明本发明,而不应当也不会限制权利要求书中所详细描述的本发明。

[0025] 实施例1:

[0026] S460M钢板厚度为100mm,采用下述成分配比以及生产方法,成分含量(wt)为:C 0.08%、Mn 1.56%、P 0.016%、S 0.003%、Si 0.26%、Al 0.032%、Nb 0.028%、Ti 0.012%、Cr 0.22%、CEV 0.39%、Pcm 0.18%,其余为Fe和杂质。

[0027] 本钢板的生产方法如下:

[0028] (1)、炼钢工序:转炉深脱磷钢水P:0.016%,铁水预处理脱和LF深脱硫钢水S:0.003%,连铸坯中心偏析B 0.5级。

[0029] (2)、加热工序:加热工艺为:加热温度1209℃,加热时间为336min。

[0030] (3)、轧制工序:采用两阶段控轧工艺,第一阶段轧制终了温度1012℃,此阶段最后2道次压下率为24%、21%;第二阶段开轧温度为809℃,终轧温度为785℃。

[0031] (4)、冷却工艺:经轧制后的钢板在超快速冷却装置进行在线冷却,冷却速度为12℃/S,返红温度为516℃;轧后及时堆垛缓冷,堆垛时间72小时。

[0032] 本100mm规格S460M钢板,力学性能为:屈服强度480MPa,抗拉强度597MPa,断后伸长率25.5%,-20℃冲击功Ak<sub>v</sub>:202、207、189J,-40℃冲击功Ak<sub>v</sub>:140、121、133J。

[0033] 实施例2:

[0034] S460M钢板厚度为100mm,采用下述成分配比以及生产方法,成分含量(wt)为:C 0.10%、Mn 1.51%、P 0.013%、S 0.002%、Si 0.24%、Al 0.035%、Nb 0.031%、Ti 0.015%、Cr 0.18%、CEV 0.39%、Pcm 0.19%,其余为Fe和杂质。

[0035] 本钢板的生产方法如下:

[0036] (1)、炼钢工序:转炉深脱磷钢水P:0.013%,铁水预处理脱和LF深脱硫钢水S:0.002%,连铸坯中心偏析C1.0级。

[0037] (2)、加热工序:加热工艺为:最高加热温度1201℃,加热时间为388min。

[0038] (3)、轧制工序:采用两阶段控轧工艺,第一阶段轧制终了温度1002℃,此阶段最后2道次压下率23%、21%;第二阶段开轧温度为813℃,终轧温度为794℃。

[0039] (4)、冷却工序:经轧制后的钢板在超快速冷却装置进行在线冷却,冷却速度为8℃/S,返红温度为531℃;轧后及时堆垛缓冷,堆垛时间72小时。

[0040] 本100mm规格S460M钢板,力学性能为:屈服强度492MPa,抗拉强度599MPa,断后伸长率26.5%,-20℃冲击功Ak<sub>v</sub>:240、215、243J,-40℃冲击功Ak<sub>v</sub>:132、120、116J。