



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115786810 B

(45) 授权公告日 2024.04.05

(21) 申请号 202211640922.X

G22C 38/48 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.20

G22C 38/42 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G22C 38/50 (2006.01)

申请公布号 CN 115786810 A

B22D 7/06 (2006.01)

(43) 申请公布日 2023.03.14

G21D 8/02 (2006.01)

(73) 专利权人 南阳汉冶特钢有限公司

G21D 1/18 (2006.01)

地址 474550 河南省南阳市西峡县回车镇古庄河村

G21D 1/28 (2006.01)

(72) 发明人 许少普 薛艳生 李忠波 刘庆波

(56) 对比文件

康文举 周杨 屈小彬 吕玉良

CN 102758145 A, 2012.10.31

曹相州 朱先兴 袁高俭

CN 103160740 A, 2013.06.19

(74) 专利代理机构 北京箐昱专利代理事务所

CN 105839003 A, 2016.08.10

(普通合伙) 16105

CN 107130178 A, 2017.09.05

专利代理师 彭小雨

CN 109022667 A, 2018.12.18

(51) Int. Cl.

US 2007144632 A1, 2007.06.28

G22C 38/02 (2006.01)

唐郑磊等. “耐火耐候抗震高层建筑用 Q460GJNHFREZ35 特厚板的研制”. 《轧钢》. 2021, 第 38 卷卷 (第 5 期期), 第 32-37 页.

G22C 38/04 (2006.01)

审查员 高鹏

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

强韧性和耐大气腐蚀性。

一种大厚度高耐候钢板 Q345GNHL D 的生产方法

(57) 摘要

本发明提供了一种大厚度高耐候钢板 Q345GNHL D 的生产方法, 属于钢板生产技术领域, 该耐候钢板包括如下质量含量的化学成分: (单位, wt %): C: 0.06 ~ 0.12、Si: 0.25 ~ 0.40、Mn: 0.4 ~ 0.5、P: 0.08 ~ 0.09、S ≤ 0.005、Nb: 0.02 ~ 0.03、Cr: 0.3 ~ 0.7、Ni: 0.20 ~ 0.35、Cu: 0.30 ~ 0.4、Ti: 0.010 ~ 0.020, 其它为 Fe 和残留元素, 碳当量 $C_{eq} \leq 0.37$, 焊接裂纹敏感指数 $P_{cm} \leq 0.19$ 。其生产方法包括: 对钢水冶炼、水冷模浇铸, 随后对钢锭进行加热钢锭、大压下轧制、堆冷和热处理。按上述方案获得的钢板, 其本体组织以铁素体+珠光体为主、表层有少量贝氏体, 氧化物夹杂物 ≤ 2 级, 硫化物夹杂物 ≤ 2.5 级, 晶粒度 ≥ 9 级, -20℃ 冲击功 ≥ 180J, 生产成本低, 且具有良好的

CN 115786810 B

1. 一种大厚度高耐候钢板Q345GNHLD的生产方法,其特征在于:所述钢板的厚度为150~200mm,包含如下质量含量的化学成分(单位,wt%):C:0.06~0.12、Si:0.25~0.40、Mn:0.4~0.5、P:0.08~0.09、S \leq 0.005、Nb:0.02~0.03、Cr:0.3~0.7、Ni:0.20~0.35、Cu:0.30~0.4、Ti:0.010~0.020,其它为Fe和残留元素;

所述钢板的碳当量 $C_{eq} \leq 0.40$,焊接裂纹敏感指数 $P_{cm} \leq 0.22$,耐候系数 $I=26.01(\%Cu)+3.88(\%Ni)+1.20(\%Cr)+1.49(\%Si)+17.28(\%P)-7.29(\%Cu)(\%Ni)-9.10(\%Ni)(\%P)-33.39(\%Cu)^2 \geq 7.7$,氧化物夹杂物 ≤ 2 级,硫化物夹杂物 ≤ 2.5 级,晶粒度 ≥ 9 级,-20℃冲击功 $\geq 180J$;

所述钢板的生产方法包括浇注钢锭、加热钢锭、轧制、热处理,具体如下,

1) KR铁水预处理:到站铁水扒前渣与扒后渣,保证液面渣层厚度 $\leq 20mm$,铁水经KR搅拌脱硫后保证铁水S $\leq 0.003\%$,脱硫周期 $\leq 21min$ 、脱硫温降 $\leq 20^\circ C$;

2) 转炉冶炼:采用100~120吨顶底复吹转炉,入炉铁水温度 $\geq 1270^\circ C$,铁水装入量误差按 $\pm 1t$ 来控制,过程枪位按前期1.0-1.3m、中期1.2-1.6m、后期1.0-1.1m控制,造渣碱度R按2.5-4.0控制,出钢过程中向钢包内加硅铝钡钙、锰铁合金、硅铁合金和石灰、萤石,出钢前用挡渣塞挡前渣出钢,出钢结束前采用挡渣锥挡渣,保证渣层厚度 $\leq 30mm$,转炉出钢过程中要求全程吹氩;氩站一次性加入铝线,在氩站要求强吹氩3min,流量200-500NL/min,钢液面裸眼直径控制在300~500mm,离氩站温度不得低于 $1570^\circ C$;

3) LF精炼:精炼过程中全程吹氩,加入渣料,碱度按4.0-6.0控制,加入脱氧剂,加热采用电流进行加热,加热时间按两次控制,一加热7-12min、二加热6-10min,二加热过程中补加脱氧剂,并要求粘渣次数大于6次,离站前加入硅钙线,加硅钙线前必须关闭氩气,不采用真空脱气的上钢温度 $1565 \pm 15^\circ C$,采用真空脱气的上钢温度 $1610 \pm 15^\circ C$;

4) VD精炼:VD真空度必须达到67Pa以下,保压时间必须 $\geq 15min$,破真空后软吹2-5min或不吹,软吹过程中钢水不得裸露,抽真空时间1.7min,覆盖剂保证铺满钢液面,加覆盖剂前必须关闭氩气,上钢温度 $1565 \pm 15^\circ C$;

5) 浇注钢锭:选用800mm厚钢锭模,浇注前锭模温度 $\leq 180^\circ C$,浇注完毕后,将帽口内的碳化稻壳铺平,再向锭模内添加40~80kg的碳化稻壳,60min内向锭模内二次补加40kg以上的碳化稻壳确保帽口部位不见红,1~2h内第三次向锭模内补加40~80kg的碳化稻壳以确保帽口保温效果;

6) 加热钢锭:焖钢温度 $650 \sim 700^\circ C$,时间2h; $1000^\circ C$ 以下升温速度 $\leq 120^\circ C/h$,温度 $> 1000^\circ C$ 时升温速度 $\leq 200^\circ C/h$,温度升至 $1260^\circ C$ 时保温16h,出钢温度为 $1230^\circ C \sim 1245^\circ C$;

7) 高压水除鳞;

8) 轧制:一阶段采用大压下量,开轧温度 $1020^\circ C \sim 1120^\circ C$,道次压下量控制在40-50mm,累计压下率 $\geq 55\%$,终轧温度在 $950^\circ C \sim 1000^\circ C$,晾钢厚度395~410mm;二阶段开轧温度 $880 \sim 920^\circ C$,为保证板型采取小压下轧制,终轧温度在 $780^\circ C \sim 810^\circ C$;轧制结束,钢板进入ACC控冷,入水温度 $720 \sim 760^\circ C$,出水返红温度 $570 \sim 660^\circ C$;

9) 热处理:加热温度控制在 $905 \sim 920^\circ C$,加热时间2.0~2.2min/mm,强制水冷后返红温度控制在 $520 \sim 580^\circ C$,然后空冷至常温。

一种大厚度高耐候钢板Q345GNHLD的生产方法

技术领域

[0001] 本发明属于宽厚板生产技术领域,具体涉及到一种大厚度高耐候钢板Q345GNHLD的生产方法。

背景技术

[0002] 钢铁以低廉的价格、可靠的性能成为世界上使用最多的材料之一,是工业、建筑业、制造业和人们日常生活中不可或缺的成分。但是大部分钢构件暴露在室外,特别是暴露在高温高湿高盐气候的钢材,表面腐蚀会特别严重,严重影响了钢结构的美观性和安全性。目前在中厚板生产中,已有不少厂家研究了类似的高耐候钢板的生产方法。

[0003] 如中国专利CN201811493051.7公开了《一种耐大气腐蚀特厚板Q355GNH钢板及其生产方法》,其主要技术为:一种耐大气腐蚀特厚钢板Q355GNH,该钢板的厚度为120mm,包含以下质量百分比的化学成分(单位,wt%):C:0.07~0.11、Si: \leq 0.40、Mn:0.85~1.00、P:0.75~0.85、S \leq 0.005、Cr:0.35~0.45、Ni:0.15~0.25、Mo \leq 0.30、Nb:0.015~0.025、V:0.02~0.030、B \leq 0.0006,其它为Fe和残留元素,碳当量 $C_{eq} \leq 0.39$,焊接裂纹敏感指数 $P_{cm} \leq 0.20$,组织为游离铁素体+贝氏体+残余奥氏体的混合组织。但该方案的钢板厚度有限,且化学成分中需要添加贵重的Mo、V合金,此外热处理环节需要淬火后再回火,生产成本相对较高。

[0004] 鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0005] 为满足上述技术要求,本发明的目的在于提供一种大厚度高耐候钢板Q345GNHLD的生产方法。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种大厚度高耐候钢板Q345GNHLD的生产方法,所述钢板的厚度为150~200mm,包含如下质量百分比的化学成分(单位,wt%):C:0.06~0.12、Si:0.25~0.40、Mn:0.4~0.5、P:0.08~0.09、S \leq 0.005、Nb:0.02~0.03、Cr:0.3~0.7、Ni:0.20~0.35、Cu:0.30~0.4、Ti:0.010~0.020,其它为Fe和残留元素;

[0007] 碳当量 $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \leq 0.40$,焊接裂纹敏感指数 $P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \leq 0.22$,耐候系数 $I = 26.01(\%Cu) + 3.88(\%Ni) + 1.20(\%Cr) + 1.49(\%Si) + 17.28(\%P) - 7.29(\%Cu) - 9.10(\%Ni) - 33.39(\%Cu) \geq 7.7$;

[0008] 所述钢板的生产方法,包括浇注钢锭、加热钢锭、轧制、热处理,具体如下:

[0009] 1) 浇注钢锭:选用800mm厚钢锭模,浇筑前锭模温度 $\leq 180^\circ\text{C}$,浇注完毕后,将帽口内的碳化稻壳铺平,再向锭模内添加40~80kg的碳化稻壳,60min内向锭模内二次补加40kg以上的碳化稻壳确保帽口部位不见红,1~2h内第三次向锭模内补加40~80kg的碳化稻壳以确保帽口保温效果;

[0010] 2) 加热钢锭:焖钢温度650~700 $^\circ\text{C}$,时间2h;1000 $^\circ\text{C}$ 以下升温速度 $\leq 120^\circ\text{C}/\text{h}$,温度

>1000℃时升温速度 $\leq 200^\circ\text{C}/\text{h}$,温度升至1260℃时保温16h,出钢温度为1230℃~1245℃;

[0011] 3) 高压水除鳞;

[0012] 4) 轧制:一阶段采用大压下量,开轧温度1020℃~1120℃,道次压下量控制在40-50mm,累计压下率 $\geq 55\%$,使形变在厚度方向充分渗透至中心,充分破碎原始铸态组织,使钢板晶粒均匀细化,同时进一步愈合钢锭内部疏松缺陷,终轧温度在950℃~1000℃,晾钢厚度395~410mm;二阶段开轧温度880~920℃,为保证板型采取小压下轧制,终轧温度在780℃~810℃;轧制结束,钢板进入ACC控冷,入水温度720~760℃,出水返红温度570~660℃,采用上述控冷工艺可降低相变温度,控制相变类型,细化相变组织,同时抑制微合金元素的碳氮化物长大,使其低温弥散析出,从而提高钢材的强度,保持钢材韧性不降低。;

[0013] 5) 热处理:加热温度控制在905-920℃,加热时间2.0~2.2min/mm,强制水冷后返红温度控制在520-580℃,空冷至常温。

[0014] 按上述方案获得的钢板,氧化物夹杂物 ≤ 2 级,硫化物夹杂物 ≤ 2.5 级,晶粒度 ≥ 9 级,-20℃冲击功 $\geq 180\text{J}$,生产成本低,且具有良好的强韧性和耐大气腐蚀性。

具体实施方式

[0015] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0016] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0017] 本实施例提供了一种150mm~200mm厚Q345GNHLD高耐候钢板的生产方法,包括如下质量含量的化学成分(单位,wt%):C:0.06~0.12、Si:0.25~0.40、Mn:0.4~0.5、P:0.08~0.09、S ≤ 0.005 、Nb:0.02~0.03、Cr:0.3~0.7、Ni:0.20~0.35、Cu:0.30~0.4、Ti:0.010~0.020,其它为Fe和残留元素。且随着钢板厚度由150mm到200mm变化,合金成分也由低变高。

[0018] 其生产方法包括:

[0019] 1) KR铁水预处理:到站铁水扒前渣与扒后渣,保证液面渣层厚度 $\leq 20\text{mm}$,铁水经KR搅拌脱硫后保证铁水S $\leq 0.003\%$,脱硫周期 $\leq 21\text{min}$ 、脱硫温降 $\leq 20^\circ\text{C}$;

[0020] 2) 转炉冶炼:采用100~120吨顶底复吹转炉,入炉铁水温度 $\geq 1270^\circ\text{C}$,铁水装入量误差按 $\pm 1\text{t}$ 来控制,过程枪位按前期1.0-1.3m、中期1.2-1.6m、后期1.0-1.1m控制,造渣碱度R按2.5-4.0控制,出钢过程中向钢包内加硅铝钡钙、锰铁合金、硅铁合金和石灰、萤石,出钢前用挡渣塞挡前渣出钢,出钢结束前采用挡渣锥挡渣,保证渣层厚度 $\leq 30\text{mm}$,转炉出钢过程中要求全程吹氩;氩站一次性加入铝线,在氩站要求强吹氩3min,流量200-500NL/min,钢液面肉眼直径控制在300~500mm,离氩站温度不得低于1570℃。

[0021] 3) LF精炼:精炼过程中全程吹氩,加入渣料,碱度按4.0-6.0控制,加入脱氧剂,加热采用电流进行加热,加热时间按两次控制,一加热7-12min、二加热6-10min,二加热过程中补加脱氧剂,并要求粘渣次数大于6次,离站前加入硅钙线,加硅钙线前必须关闭氩气,不采用真空脱气的上钢温度 $1565 \pm 15^\circ\text{C}$,采用真空脱气的上钢温度 $1610 \pm 15^\circ\text{C}$ 。

[0022] 4) VD精炼:VD真空度必须达到67Pa以下,保压时间必须 $\geq 15\text{min}$,破真空后软吹2-

5min或不吹,软吹过程中钢水不得裸露,抽真空时间1.7min,覆盖剂保证铺满钢液面,加覆盖剂前必须关闭氩气,上钢温度 $1565 \pm 15^\circ\text{C}$;

[0023] 5) 浇铸:选用800mm厚钢锭模,模铸浇钢前确保上线锭模温度 $\leq 180^\circ\text{C}$,浇注完毕后,先用氧管将帽口内的碳化稻壳铺平后,再向每个锭内添加40~80kg的碳化稻壳,并用氧管均匀铺平;浇注完毕60min内,要对每支锭及时补加40kg以上的碳化稻壳保证帽口部位不见红;浇注完毕1~2h内,向每个锭模内二次补加40~80kg的碳化稻壳以确保帽口保温效果;

[0024] 6) 加热钢锭:焖钢温度 $650 \sim 700^\circ\text{C}$,时间2h, 1000°C 以下升温速度 $\leq 120^\circ\text{C}/\text{h}$,温度 $>1000^\circ\text{C}$ 时升温速度 $\leq 200^\circ\text{C}/\text{h}$,温度升至 1260°C 时保温16h,出钢温度为 $1230^\circ\text{C} \sim 1245^\circ\text{C}$ 。

[0025] 7) 高压水除鳞;

[0026] 8) 轧制:开轧温度 $1020^\circ\text{C} \sim 1120^\circ\text{C}$,一阶段采用大压下量,道次压下量控制在40-50mm,累计压下率 $\geq 55\%$,终轧温度在 $950^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$,晾钢厚度为395~410mm,二阶段开轧温度在 $880 \sim 920^\circ\text{C}$,采取小压下轧制,终轧温度在 $780^\circ\text{C} \sim 810^\circ\text{C}$,以确保原始板形;轧制结束,采用ACC控冷,钢板入水温度控制在 $720 \sim 760^\circ\text{C}$,出水返红温度控制在 $570 \sim 660^\circ\text{C}$ 。

[0027] 9) 热处理:加热温度控制在 $905 \sim 920^\circ\text{C}$,加热时间 $2.0 \sim 2.2\text{min}/\text{mm}$,钢板出水后返红温度控制在 $520 \sim 580^\circ\text{C}$,空冷至常温。

实施例

[0028] 通过上述实施步骤,生产出厚度为170mm和200mm的Q345GNHLD钢板,化学成分、生产工艺及机械性能具体如下:

表1 成分具体见下表

厚度/ mm	C	Si	Mn	P	S	Als	Nb	Cr	Ni	Cu	Ti	Ceq	Pcm	I
170	0.10	0.31	0.45	0.083	0.001	0.04	0.024	0.55	0.30	0.33	0.015	0.32	0.18	7.72
200	0.12	0.30	0.49	0.087	0.002	0.045	0.030	0.67	0.34	0.38	0.018	0.39	0.21	7.92

[0029]

表2 正火工艺

厚度/ mm	正火温度/ $^\circ\text{C}$	保温时间/ min	返红温度/ $^\circ\text{C}$
170	920	340	555-565
200	905	440	520-530

[0030]

表3 拉伸性能

板厚/ mm	取样部位	取样方向	屈服强度/ MPa	抗拉强度/ MPa	断后伸长率/ %
170	T/4	横向	410、401、398 (403)	554、537、540 (544)	28、29、28 (28.3)
200	T/4	横向	380、372、370 (374)	512、516、520 (516)	29、30、31 (30)

[0031]

表4 低温冲击性能

板厚/ mm	取样部位	取样方向	冲击功 KV2/J	温度/ $^\circ\text{C}$
170	T/4	纵向	277、295、268 (280)	-20
200	T/4	纵向	200、198、183 (193)	-20

[0032]

表 5 弯曲性能

板厚/mm	取样部位	取样方向	弯曲 180°
170	T/4	横向	完好
200	T/4	横向	完好

[0034] 本次试生产170mm和200mm厚Q345GNHLD,性能全部合格且优良。

[0035] 表面质量及探伤:所研制的钢板表面质量正品率100%,按JB/T 4730进行探伤,合一级率为100%,达到了预期效果。