



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115807194 B

(45) 授权公告日 2024.03.15

(21) 申请号 202211640430.0

G22C 38/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.20

G22C 38/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G22C 38/06 (2006.01)

申请公布号 CN 115807194 A

G21D 8/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2023.03.17

### (56) 对比文件

(73) 专利权人 南阳汉冶特钢有限公司

CN 101871083 A, 2010.10.27

地址 474550 河南省南阳市西峡县回车镇古庄河村

CN 102002630 A, 2011.04.06

CN 102041431 A, 2011.05.04

(72) 发明人 许少普 陈良 李忠波 朱书成

CN 102400041 A, 2012.04.04

张涛 康文举 屈小彬 白艺博

CN 102409232 A, 2012.04.11

李嘎子 朱先兴 任义

CN 103397250 A, 2013.11.20

CN 107385324 A, 2017.11.24

(74) 专利代理机构 北京箐昱专利代理事务所  
(普通合伙) 16105

CN 109022667 A, 2018.12.18

WO 2019105055 A1, 2019.06.06

专利代理师 彭小雨

审查员 黄洋杨

(51) Int. Cl.

G22C 38/04 (2006.01)

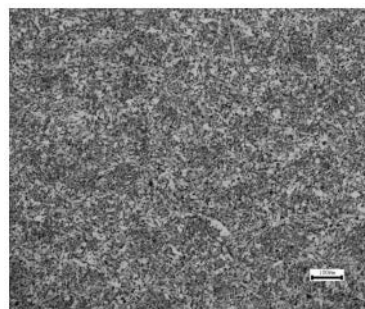
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

### (54) 发明名称

一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法

### (57) 摘要

本发明属于特厚板生产领域,具体涉及到一种150-250mm厚度Q345B钢板的生产方法,所述钢板包含如下质量百分比的化学成分(单位,wt%):C:0.12~0.18%、Si:≤0.50%、Mn:1.40~1.60%、P:≤0.015%、S:≤0.005%、Ti:≤0.020%、Als:0.030~0.060%,其它为Fe和残余元素,碳当量CEV: $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15 \leq 0.45$ ;该方案采用常规的C、Mn、Als等合金元素,在未添加其他微合金元素的基础上,通过水冷模生产的钢锭为原料及蓄热式加热炉低温加热工艺,以特殊的高温控轧、多次间歇快冷+返红【TM+NCP+BT】工艺,生产出具有良好的强度、塑性、韧性、优异的抗层状撕裂性能和良好焊接性能的特厚板。



1. 一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法,其特征在于:所述钢板包含如下质量百分比的化学成分:C:0.12~0.18%、Si: $\leq$ 0.50%、Mn:1.40~1.60%、P: $\leq$ 0.015%、S: $\leq$ 0.005%、Ti: $\leq$ 0.020%、Als:0.030~0.060%,其它为Fe和残余元素,碳当量CEV: $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15\leq 0.45$ ;

根据成品钢板的厚度,用水冷模铸的方式生产500-950mm的铸锭,使轧制比 $>3$ ;

轧制采用高温铸坯进入轧机时开启一次高压水喷淋,每轧制一道次,轧制下轧停顿1-2道次,轧坯仅通过轧机往复1-2道次,这往复1-2道次只进行高压水喷淋冷却,其中,开轧温度950~980℃,正常道次压下量:40~50mm/道次,这种轧制与冷却方式的配合,使用钢板表面温度与芯部温度相比,表面温度明显低于芯部温度,温差 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ,有利于轧机压下力向1/2部位渗透;

钢板轧制完毕30秒内进入ACC层流冷却,冷速4-6℃/S进行快速冷却;根据钢板厚度的不同,在ACC往复次数不同,具体次数参照下表:

钢种	厚度/mm	控冷工艺	间歇式返红时间	返红目标温度
Q345B	(150, 170]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 4-6 次	30-60 秒	570-620℃
	(170, 200]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 5-7 次		530-580℃
	(200, 250]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 7~8 次		520-570℃

钢板缓冷:钢板经ACC处理后充分返红,使钢板内外温差趋于一致,然后使钢板集中堆垛,堆冷温度350~420℃,覆盖整齐,堆冷时间 $\geq 72$ 小时。

## 一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于特厚板生产领域,具体涉及到一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法。

### 背景技术

[0002] Q345B属于低合金系列使用最广泛的钢种,钢板具有良好的强度、冲击韧性、焊接性能、切削性能,主要用于厂房结构、建筑、车辆、机械加工等行业。目前市场销售厚度大于150mm钢板均采用正火状态交货,主要原因受钢坯厚度、热钢加热温度及轧制方式影响,钢板若未经过热处理,拉伸强度、冲击吸收功达不到标准要求。近年以来,钢铁行业竞争日益激烈,钢板生产节能减排、提高产能及降低生产成本是提高钢企市场占有率的重要手段。

### 发明内容

[0003] 为满足上述技术要求,本发明的目的是提供一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法,生产过程中不需要热处理就可达到Q345B的性能要求,实现低成本。

[0004] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种大于150mm且小于等于250mm厚Q345B钢板的生产方法,所述钢板包含如下质量百分比的化学成分:C:0.12~0.18%、Si: $\leq$ 0.50%、Mn:1.40~1.60%、P: $\leq$ 0.015%、S: $\leq$ 0.005%、Ti: $\leq$ 0.020%、Als:0.030~0.060%,其它为Fe和残余元素,碳当量CEV: $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15\leq 0.45$ ;

[0005] 根据成品钢板的厚度,用水冷模铸的方式生产500-950mm的铸锭,使轧制比 $>3$ ;

[0006] 轧制采用高温铸坯进入轧机时开启一次高压水喷淋,每轧制一道次,轧制下轧停顿1-2道次,轧坯仅通过轧机往复1-2道次,这往复1-2道次只进行高压水喷淋冷却,其中,开轧温度950~980℃,正常道次压下量:40~50mm/道次,这种轧制与冷却方式的配合,使用钢板表面温度与芯部温度相比,表面温度明显低于芯部温度,温差 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ,有利于轧机压力下向1/2部位渗透;

[0007] 钢板轧制完毕30秒内进入ACC层流冷却,冷速4-6℃/S进行快速冷却;根据钢板厚度的不同,在ACC往复次数不同,具体次数参照下表:

钢种	厚度/mm	控冷工艺	间歇式返红时间	返红目标温度
[0008] Q345B	(150, 170]	22组 ACC 集管全开, 辊速0.7-1.0m/s, 冷却4-6次	30-60秒	570-620℃
	(170, 200]	22组 ACC 集管全开, 辊速0.7-1.0m/s, 冷却5-7次		530-580℃
	(200, 250]	22组 ACC 集管全开, 辊速0.7-1.0m/s, 冷却7~8次		520-570℃

[0009] 钢板缓冷:钢板经ACC处理后充分返红,使钢板内外温差趋于一致,然后使钢板集中堆垛,堆冷温度350~420℃,覆盖整齐,堆冷时间 $\geq 72$ 小时。

[0010] 本发明的有益效果为:轧制采用高温铸坯进入轧机时开启一次高压水喷淋,每轧制一道次,轧制下轧停顿1-2道次,轧坯仅通过轧机往复1-2道次,这往复1-2道次只进行高

压水喷淋冷却,其中,开轧温度950~980℃,正常道次压下量:40~50mm/道次,这种轧制与冷却方式的配合,使用钢板表面温度与芯部温度相比,表面温度明显低于芯部温度,温差 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ,有利于轧机压下力向1/2部位渗透,使芯部缩孔、缩松消除,而且,偏析现象分散化,内外组织趋于均匀化。

[0011] 高温控轧的钢板通过ACC反复冷却,抑制奥氏体的晶粒长大与再结晶,成过冷奥氏体,通过控制返红温度,使其进入变相区,进而获得细小的F+P两相组织,保证钢板的强韧性匹配,并具备抗层状撕裂性能。

[0012] 堆冷工艺:集中堆冷又能钢板使内部应力充分释放,降低强度保证钢板强韧性匹配。

[0013] 钢板性能:对本发明实例进行性能检测,钢板屈服强度、抗拉强度、伸长率、冲击功、Z向性能,具有较好的强韧性匹配和抗层状撕裂性能,完全可代替正火钢板性能,降低热处理效益80元/吨。

### 附图说明

[0014] 图1为本发明实施实例头部厚度1/4部位的金相组织(金相显微镜,×100)。

[0015] 图2为本发明实施实例头部厚度1/2部位的金相组织(金相显微镜,×200)。

### 具体实施方式

[0016] 为使本发明实施实例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施实例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施实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。

[0017] 以下结合生产实例对本发明作进一步详细描述。

[0018] 本方案提供了一种大于150mm且小于等于250mm厚的Q345B钢板,其化学成分设计如下:C:0.15%、Si:0.40%、Mn:1.55%、P:0.009%、S:0.002%、Als:0.035%、Ti:0.015%,碳当量CEV=0.42%。

[0019] 生产方法步骤如下:

[0020] 1) 洁净钢冶炼浇铸:洁净钢冶炼浇铸:炼钢采用洁净钢冶炼工艺,成品成品P $\leq 100\text{ppm}$ 、S $\leq 17\text{ppm}$ 、[H] $\leq 1.0\text{ppm}$ 、[O] $\leq 30\text{ppm}$ 、[N] $\leq 50\text{ppm}$ ,使用用汉冶自主知识产权的水冷模结合微缺陷浇注技术,钢水凝固呈上大下小的补缩通道,快速凝固,减轻钢锭内部疏松,使原始晶粒更细小,根据钢板厚度调整锭型,压缩3~6;

[0021] 2) 钢锭加热:需要经历焖钢、升温、保温、二次升温、均热五个阶段,其中闷钢温度小于650℃,升温阶段需控制升温速度小于80℃/h,中段保温温度900℃,均热段采用低温加热,温度按照1220-1240℃控制,均热段锭温波动 $< 15^{\circ}\text{C}$ 。根据坯料500-950mm厚度保证坯料加热温度均匀性总加热时间控制在22-34小时,减小能源损耗保证坯料原始晶粒;

[0022] 3) 轧制:采用采用高温控轧、多次间歇快冷工艺,钢板轧制采用高温控轧,工艺要点:轧制温度950~980℃,压下量:40~50mm/道次,每道次使用2-3次高压水,连续块轧使用钢板表面与芯部温差 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ,有利于轧机压下力向1/2部位渗透;

[0023] 4) 钢控冷工艺:钢板轧制完毕30秒内进入ACC层流冷却,冷速5℃/S进行快速冷却;

钢种	厚度/mm	控冷工艺	间歇式返红时间	返红目标温度
[0024] Q345B	(150, 170]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 4-6 次	30-60 秒	570-620℃
	(170, 200]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 5-7 次		530-580℃
	(200, 250]	22组 ACC 集管全开, 辊速 0.7-1.0m/s, 冷却 7~8 次		520-570℃

[0025] 5) 钢板冷每冷却一次返红时间30-60S, 保证整板温度均匀及板型平整;

[0026] 6) 钢板缓冷: 钢板进入冷床后充分返红, 缓热, 使钢板芯部温度充分释放, 堆冷温度350~420℃, 钢板集中堆垛, 覆盖整齐, 堆冷时间≥72小时。

[0027] 通过上述生产方法, 轧制钢板实物质量如下:

[0028] (1) 力学性能检测

[0029] 钢板的力学性能试件取样位置及试样制备按照GB/T 2975及GB/T 5313规定进行, 冲击韧性试验按GB/T 229标准进行, 拉伸性能试验按GB/T 228标准进行。

[0030] 力学性能检验结果如下表所示:

钢种	厚度	试样状态	位置方向	屈服强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	伸长(%)	冲击功(J)			平均值(J)	温度℃	Z%		
							215	232	203			43	40	37
[0031] Q345B	160mm	热轧	横向	361	502	36	215	232	203	217	20	43	40	37
Q345B	220mm	热轧	横向	343	517	34	192	232	207	210	20	41	39	42
Q345B	250mm	热轧	横向	314	514	32	212	217	188	206	20	44	41	38

[0032] (2) 金相组织检测

[0033] 按GB/T 13299《钢的显微组织评定办法》和GB/T 6394《金属平均晶粒度的测定法》标准对金相组织进行评定, 基体组织以铁素体+珠光体主, 晶粒度8~9级。Z向拉伸断口宏观上为杯锥状, 主要由中心纤维区和圆周边的剪切唇组成, 在扫描电子显微镜下主要为塑性较好韧窝状断口。

[0034] (3) 夹杂物检测

[0035] 按GB/T 10561《钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法》进行夹杂物评级, 检测结果见下表:

钢种	厚度	部位	夹杂物								带状组织	晶粒度	组织
			硫化物		氧化物		硅酸盐		球状氧化物				
			细	粗	细	粗	细	粗	细	粗			
[0036] Q345B	220mm	上 1/4	0.5	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	9	F70%+P30%
1/2		0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0	0	8	F80%+P20%	
下 1/4		0.5	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	9	F70%+P30%	

[0037] (4) 无损探伤检测

[0038] 按照NB/T 47013.3-2015《承压设备无损检测第三部分: 超声波检测》标准进行无损探伤检验, 合I级。

[0039] 根据上述检验结果, 本发明实例所生产的>150-250mm厚度Q345B钢板, 探伤质量优异, 探伤满足NB/T 47013.3-2015I级; 晶粒组织均匀、细小, 主要为铁素体+珠光体, 抗层状撕裂性能优异, 钢板强度、伸长率、冲击韧性较好, 完全可替代正火钢板性能。

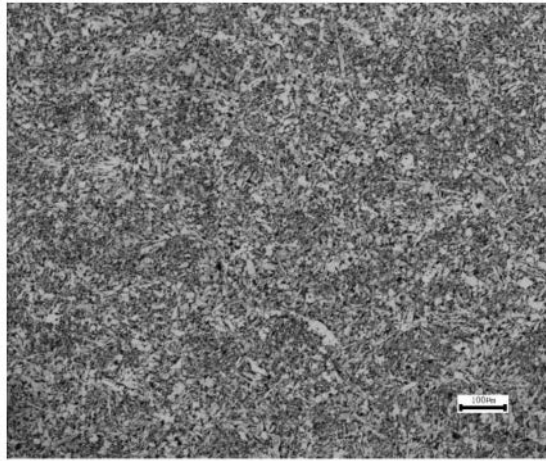


图1

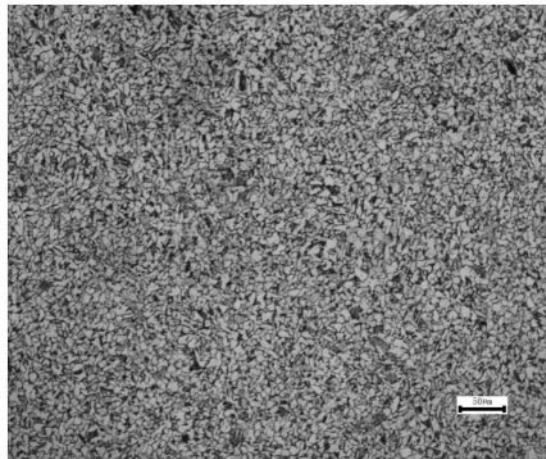


图2