



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114410935 B

(45) 授权公告日 2024.05.24

(21) 申请号 202111645855.6

G22C 38/12 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.30

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114410935 A

CN 104988390 A, 2015.10.21

CN 105648324 A, 2016.06.08

CN 105925893 A, 2016.09.07

(43) 申请公布日 2022.04.29

CN 111363973 A, 2020.07.03

CN 112143976 A, 2020.12.29

(73) 专利权人 舞阳钢铁有限责任公司

地址 462500 河南省平顶山市舞钢市湖滨大道西段

US 4008103 A, 1977.02.15

WO 2020253335 A1, 2020.12.24

专利权人 舞阳新宽厚钢板有限责任公司

CN 112662933 A, 2021.04.16

WO 2021189621 A1, 2021.09.30

(72) 发明人 尹卫江 李建朝 龙杰 庞辉勇

韦明 袁锦程 吴艳阳 刘生

牛红星 李样兵 侯敬超 顾自有

王甜甜 赵紫娟 岳欣欣

WO 2021196821 A1, 2021.10.07

CN 109022667 A, 2018.12.18

JP 2011179042 A, 2011.09.15

CN 101892442 A, 2010.11.24

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所有限公司 13108

专利代理师 曹淑敏

CN 111979483 A, 2020.11.24

本书编辑委员会.《品种钢优特钢连铸900问》.北京中国科学技术出版社,2007,第213页.

孙立根.《连铸设计原理》.北京冶金工业出版社,2017,第165页. (续)

(51) Int. Cl.

G21D 8/02 (2006.01)

G21D 1/28 (2006.01)

G21D 6/00 (2006.01)

G22C 33/04 (2006.01)

G22C 38/04 (2006.01)

审查员 邓杰

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

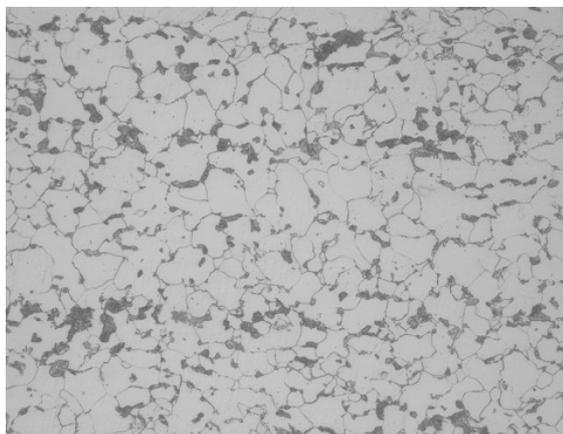
(54) 发明名称

一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法

生产P265GH钢板质量良好,综合性能稳定,-35℃低温冲击性≥100J,生产成本低。

(57) 摘要

一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法,属于冶金技术领域。其技术方案为:冶炼工序,控制中间包过热度15~30℃,连铸采用电磁搅拌和动态轻压下工艺;粗轧及精轧阶段确保2~3道次的道次压下量30~35mm,粗轧至钢板成品厚度的2.2~2.5倍转精轧,精轧开轧温度850~880℃,终轧温度800~820℃,轧后水冷至650~700℃;热处理工序,正火后风冷;所述钢板成分中包含C:0.12~0.14%,Mn:1.10~1.30%,Nb:0.015~0.020%,P≤0.007%,S≤0.003%。本发明



CN 114410935 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

翁宇庆.《超细晶钢的组织细化理论与控制技术》.北京冶金工业出版社,2003,第532页.

廖立乾.《焊条的设计、制造与使用》.机械工业出版社,1988,第107页.

孙广能.《进口钢材标准手册 美、日、德、英、法、俄及国际标准精编版》.上海:上海科学技术

出版社,2003,第257-258页.

杨才福.《钒钢冶金原理与应用》.北京:冶金工业出版社,2012,第117-118页.

高照海;唐郑磊;许少普;李忠波;张强;康文举.80~100mm厚正火低温压力容器钢16MnDR的开发.钢铁研究.2015,(第02期),全文.

1. 一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法,其特征在于,其包括冶炼、轧制及热处理工序;

所述冶炼工序,控制中间包过热度 $15 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ,连铸过程中开启电磁搅拌装置,搅拌电流 $400 \sim 450\text{A}$ 、频率 $40 \sim 60\text{Hz}$ ;连铸末端采用轻压下,压下量 $3 \sim 5\text{mm}$ ;

所述轧制工序,粗轧阶段及精轧阶段确保 $2 \sim 3$ 道次的道次压下量 $30 \sim 35\text{mm}$ ,粗轧至钢板成品厚度的 $2.2 \sim 2.5$ 倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压 $0.7 \sim 0.9\text{Mpa}$ ;精轧阶段开轧温度 $850 \sim 880^{\circ}\text{C}$ ,终轧温度 $800 \sim 816^{\circ}\text{C}$ ,轧后水冷至 $650 \sim 700^{\circ}\text{C}$ ;

所述热处理工序,钢板在常化炉进行正火,温度为 $880 \sim 910^{\circ}\text{C}$ ;正火后采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置 $3 \sim 5\text{h}$ ,严禁堆垛,确保钢板冷却至 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ;

所述钢板成分中包含C: $0.12 \sim 0.14\text{wt}\%$ ,Mn: $1.10 \sim 1.30\text{wt}\%$ ,Nb: $0.015 \sim 0.020\text{wt}\%$ ,P $\leq 0.007\text{wt}\%$ ,S $\leq 0.003\text{wt}\%$ ;不含Ni元素,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求;

所述钢板厚度 $60 \sim 80\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法,其特征在于,所述钢板 $-35^{\circ}\text{C}$ 冲击功 $\geq 100\text{J}$ 。

## 一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,具体涉及一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法。

### 背景技术

[0002] P265GH钢为欧标EN10028标准钢种,用于制造反应器、换热器、分离器、球罐、油气罐、液化气罐、核能反应堆压力壳、液化石油瓶、水轮机蜗壳等。随着经济的高速发展,对设备的要求提高,钢板的逐渐提高,特别是对低温冲击韧性要求。

[0003] 而现有技术生产的P265GH钢需要加入Ni元素,造成生产成本过高。同时,由于生产工艺的原因导致钢板内部组织不均匀,钢板冲击性能不稳定。本发明通过炼钢电磁搅拌、动态轻压下技术、轧钢控制控冷及热处理后风冷的技术措施,改善了钢板内部组织,使得组织更加均匀细小,保证了钢板-35℃低温冲击性能稳定,解决了钢板低温冲击性能不稳定现象,适合批量生产。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法。本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种低温冲击韧性良好的P265GH钢板的生产方法,其包括冶炼、轧制及热处理工序。

[0006] 所述冶炼工序,控制中间包过热度15~30℃,连铸过程中开启电磁搅拌装置,搅拌电流400~450A、频率40~60Hz;连铸末端采用轻压下,压下量3~5mm。

[0007] 所述轧制工序,粗轧阶段及精轧阶段确保2~3道次的道次压下量30~35mm,粗轧至钢板成品厚度的2.2~2.5倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.7~0.9MPa;精轧阶段开轧温度850~880℃,终轧温度800~820℃,轧后水冷至650~700℃。

[0008] 所述热处理工序,钢板在常化炉进行正火,温度为880~910℃,正火后采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置3~5h,严禁堆垛,确保钢板冷却至≤100℃。

[0009] 所述钢板成分中包含C:0.12~0.14wt%,Mn:1.10~1.30wt%,Nb:0.015~0.020wt%,P≤0.007wt%,S≤0.003wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。

[0010] 所述钢板厚度60~80mm;钢板-35℃冲击功≥100J。

[0011] 本发明为保证钢板良好的冲击韧性并降低生产成本,所述P265GH钢采用降C提Mn取消Ni元素的成分设计,严控有害元素P、S,降低韧脆转变温度。

[0012] 影响低温冲击韧性主要因素为钢内部组织均匀程度及晶粒度大小,为了保证钢板-35℃低温冲击韧性,采用控制轧制及控制冷却工艺,控制开轧温度、终轧温度及返红温度,通过轧后水冷,控制内部组织不至于长大,通过后续组织遗传后续通过热处理使内部组织更加细小均匀,从而保证钢板低温冲击韧性。

[0013] 本发明生产的P265GH钢板质量良好,钢板综合性能稳定,钢板的金相组织为铁素体+珠光体,组织均匀细小,-35℃低温冲击性 $\geq 100\text{J}$ ,冲击性能得到明显改善,生产成本低。

#### 附图说明

[0014] 图1为实施例1所得P265GH钢板的金相组织图。

#### 具体实施方式

[0015] 实施例1

[0016] 本实施例P265GH钢板厚度60mm,钢板成分中C:0.12wt%,Mn:1.10wt%,Nb:0.015wt%,P:0.007wt%,S:0.003wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0017] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度 $15^{\circ}\text{C}$ ;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流400A、频率40Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量3mm;

[0018] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保2道次轧制压下量30mm,粗轧至钢板成品厚度的2.2倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.7MPa;精轧开轧温度 $850^{\circ}\text{C}$ ,精轧终轧温度 $800^{\circ}\text{C}$ ,轧后水冷至 $650^{\circ}\text{C}$ ;

[0019] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为 $880^{\circ}\text{C}$ ,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置3h,严禁堆垛,确保冷却到 $100^{\circ}\text{C}$ 。

[0020] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量110J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0021] 实施例2

[0022] 本实施例P265GH钢板厚度65mm,钢板成分中C:0.14wt%,Mn:1.30wt%,Nb:0.020wt%,P:0.006wt%,S:0.002wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0023] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度 $30^{\circ}\text{C}$ ;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流450A、频率60Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量5mm;

[0024] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保3道次轧制压下量35mm,粗轧至钢板成品厚度的2.5倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.9MPa;精轧开轧温度 $880^{\circ}\text{C}$ ,精轧终轧温度 $820^{\circ}\text{C}$ ,轧后水冷至 $700^{\circ}\text{C}$ ;

[0025] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为 $910^{\circ}\text{C}$ ,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置5h,严禁堆垛,确保冷却到 $50^{\circ}\text{C}$ 。

[0026] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量115J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0027] 实施例3

[0028] 本实施例P265GH钢板厚度70mm,钢板成分中C:0.13wt%,Mn:1.15wt%,Nb:0.017wt%,P:0.005wt%,S:0.002wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0029] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度 $20^{\circ}\text{C}$ ;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流420A、频率50Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量4mm;

[0030] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保2道次轧制压下量32mm,粗轧至钢板成品厚度的2.3倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.8MPa;精轧开轧温度860℃,精轧终轧温度810℃,轧后水冷至670℃;

[0031] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为900℃,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置4h,严禁堆垛,确保冷却到60℃。

[0032] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量140J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0033] 实施例4

[0034] 本实施例P265GH钢板厚度80mm,钢板成分中C:0.13wt%,Mn:1.25wt%,Nb:0.018wt%,P:0.007wt%,S:0.001wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0035] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度25℃;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流430A、频率45Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量3.5mm;

[0036] (2) 轧制工序:粗轧、精轧不允许限道次压下量,粗轧阶段及精轧阶段确保3道次轧制压下量32mm,粗轧至钢板成品厚度的2.4倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.85MPa;精轧开轧温度870℃,精轧终轧温度816℃,轧后水冷至690℃;

[0037] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为890℃,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置4.5h,严禁堆垛,确保冷却到40℃。

[0038] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量150J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0039] 实施例5

[0040] 本实施例P265GH钢板厚度61mm,钢板成分中C:0.12wt%,Mn:1.17wt%,Nb:0.016wt%,P:0.007wt%,S:0.001wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0041] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度28℃;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流410A、频率58Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量3mm;

[0042] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保2道次轧制压下量35mm,粗轧至钢板成品厚度的2.4倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.85MPa;精轧开轧温度854℃,精轧终轧温度807℃,轧后水冷至660℃;

[0043] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为907℃,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置3.5h,严禁堆垛,确保冷却到88℃。

[0044] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量135J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0045] 实施例6

[0046] 本实施例P265GH钢板厚度73mm,钢板成分中C:0.13wt%,Mn:1.20wt%,Nb:0.020wt%,P:0.004wt%,S:0.003wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0047] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度24℃;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流443A、频率40Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量4.5mm;

[0048] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保2道次轧制压下量33mm,粗轧至钢板成品厚度的2.2倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.75MPa;精轧开轧温度873℃,精轧终轧温度801℃,轧后水冷至655℃;

[0049] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为892℃,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置4.5h,严禁堆垛,确保冷却到75℃。

[0050] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量154J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0051] 实施例7

[0052] 本实施例P265GH钢板厚度75mm,钢板成分中C:0.14wt%,Mn:1.28wt%,Nb:0.017wt%,P:0.0063wt%,S:0.002wt%,其余合金元素及质量百分数满足EN10028标准要求。其生产方法包括冶炼、轧制及热处理工序,步骤如下:

[0053] (1) 冶炼工序:控制中间包过热度17℃;连铸过程中开启电磁搅拌装置:搅拌电流435A、频率55Hz,连铸末端采用轻压下改善铸坯内部质量,动态压下量4mm;

[0054] (2) 轧制工序:粗轧阶段及精轧阶段确保3道次轧制压下量34mm,粗轧至钢板成品厚度的2.3倍转精轧;为保证芯部渗透轧制,晾钢中间过程进行喷水冷却,水压0.9MPa;精轧开轧温度865℃,精轧终轧温度814℃,轧后水冷至680℃;

[0055] (3) 热处理工序:钢板在常化炉进行正火,温度为885℃,正火采用风冷的冷却方式,风冷后摊开单独放置3h,严禁堆垛,确保冷却到72℃。

[0056] 上述方法所得的P265GH钢板组织均匀,-35℃冲击吸收能量172J;钢板表面质量好,冲击性能良好,生产成本低。

[0057] 图1为实施例1所得P265GH钢板的金相组织图。由图1可知,钢板的金相组织为铁素体+珠光体,组织均匀细小,完全满足低温冲击性能要求,其他实施例所得P265GH钢板的金相组织类似,不再重复罗列。

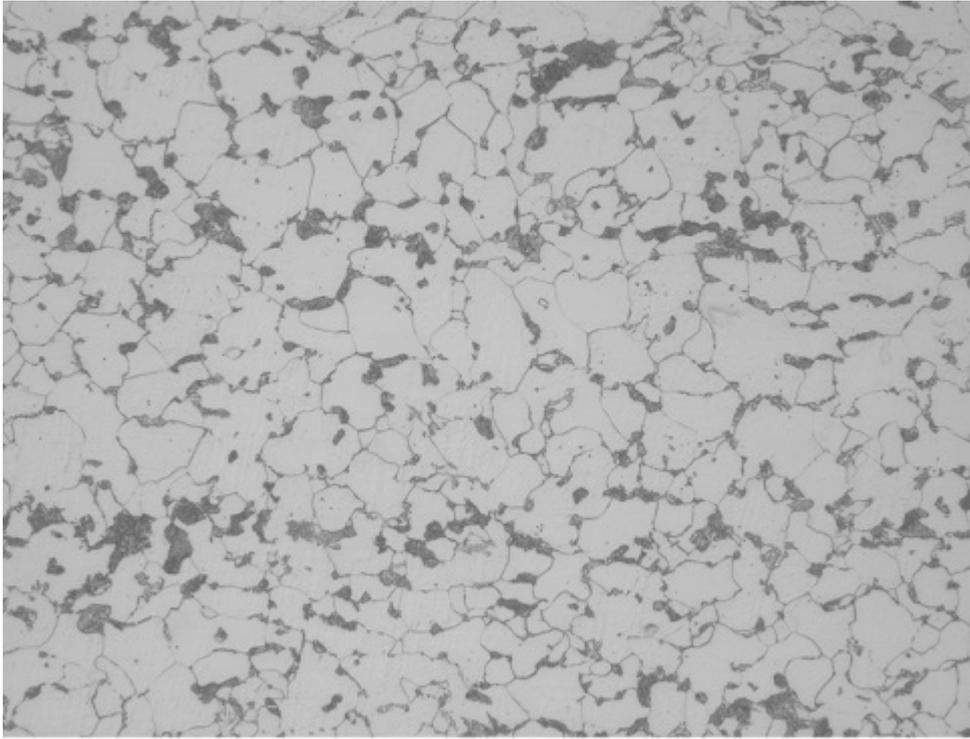


图1