



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101086203 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200710119293.5

(22) 申请日 2007.07.19

(73) 专利权人 天津钢铁有限公司

地址 300301 天津市东丽区无瑕街五号路 1 号

(72) 发明人 潘贻芳 李树庆 袁章福 侯葵
王永然 蔡振胜 王宝明 任茂勇
李建强

(74) 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司 11207

代理人 刘曼朗

(56) 对比文件

CN 1827792 A, 2006.09.06, 权利要求 1、说明书第 6 页最后一段, 第 7 页第 1-2 段.

CN 1361306 A, 2002.07.31, 全文.

王文辉, 李树庆. 转炉冶炼石油套管钢 34Mn5、37Mn5 的生产实践. 天津冶金 3. 2004, (3), 5-7.

凌遵峰, 许克亮, 李树庆. Φ 150mm 圆坯生产 SWRH82B 钢绞线用盘条的试制. 天津冶金 4. 2005, (4), 3-5.

审查员 白玉兰

(51) Int. Cl.

E21B 17/00 (2006.01)

G21C 5/28 (2006.01)

G21C 7/00 (2006.01)

B22D 11/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法

(57) 摘要

一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法, 属于转炉冶金领域, 适用于生产石油套管钢。本发明 37Mn2V 高强度石油套管用钢控制成分为: [C]: 0.35 ~ 0.41%, [Si]: 0.17 ~ 0.35%, [Mn]: 1.40 ~ 1.60%, [P]: \leq 0.025%, [S]: \leq 0.020%, [V]: 0.08 ~ 0.14%, [Ni]: \leq 0.30%, [Cr]: \leq 0.30%, [Cu]: \leq 0.20%, [Mo]: \leq 0.15%。本发明的具体工艺步骤: 高炉 \rightarrow 顶底复吹转炉 \rightarrow LF 精炼炉 \rightarrow VD 真空炉 \rightarrow Φ 150mm ~ Φ 200mm 圆坯连铸机 \rightarrow 翻转冷床 \rightarrow 检验 \rightarrow 入库。本发明的优点在于: 与电炉生产工艺相比产品质量好, 残余元素 (如 Cu、Sn、Ni、Pb、Sb 等) 含量低, 气体及夹杂含量少, 钢水纯净度高。

CN 101086203 B

1. 一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法,其特征在于:工艺步骤为:高炉铁水进入顶底复吹转炉冶炼,出钢后采用 LF 精炼炉、VD 真空炉精炼,再用 $\phi 150\text{mm} \sim \phi 200\text{mm}$ 圆坯连铸机连铸,最后翻转冷床、检验、入库;

顶底复吹转炉工艺为:

入炉铁水要求:[Si]:0.30 ~ 0.85%、[P]:0 ~ 0.080%、[S]:0 ~ 0.030%;顶底复吹转炉采用氧压为 0.8 ~ 0.85MPa、流量为 22800 ~ 23200m³/h,底吹氩气或氮气搅拌;转炉冶炼的前、中期造渣脱 P,中、后期造渣脱 S;转炉出钢采取挡渣出钢,控制下渣量 0 ~ 50mm;转炉出钢时要求钢水 [C]、[P] 达到 [C]:0.10 ~ 0.20%、[P]:0 ~ 0.010%;

LF 精炼工艺为:

在 LF 精炼过程中钢水中 [C]、[Si]、[Mn]、[V]、[S] 的控制范围为:[C]:0.35 ~ 0.41%、[Si]:0.17 ~ 0.35%、[Mn]:1.40 ~ 1.60%、[V]:0.08 ~ 0.14%、[S]:0 ~ 0.020%;精炼过程中使用专用精炼渣,造发泡白渣,白渣精炼时间 15 ~ 20 分钟,精炼时间为 30 ~ 35 分钟;控制 VD 精炼的到站温度为 $1610 \pm 5^\circ\text{C}$;所述的专用精炼渣成分为:CaO:40 ~ 48%;Al₂O₃:38 ~ 45%;MgO:6 ~ 10%;SiO₂:0.5 ~ 6%;Fe₂O₃:0.1 ~ 2%;

VD 精炼工艺为:

钢水真空处理要求真空度 $\leq 67\text{Pa}$ 下保持时间 10 ~ 15 分钟,同时采用压力为 0.15 ~ 0.25MPa 的吹氩搅拌;VD 真空处理结束后喂 CaSi 丝 80 ~ 120m;喂 CaSi 丝结束后,进行压力为 0.15 ~ 0.20MPa 的软吹操作,软吹时间 5 ~ 10 分钟;出站氢含量为 0 ~ 2ppm;连铸到站温度为 $1565 \pm 5^\circ\text{C}$;

圆坯连铸工艺为:

控制连铸机二冷水分布及二冷水比水量,水的分布为一段占 33%,二段占 48%,三段占 19%,比水量 0.90 ~ 1.10L/Kg;连铸过程中钢包到中间包、中间包到结晶器采取全程加保护套管保护浇注,防止钢水二次氧化,保证钢水的纯净度;钢水的过热度控制在 20 ~ 35 $^\circ\text{C}$ 范围内,稳定拉速为 1.7 ~ 3.2m/min;中间包设置挡墙,采用 MgCa 质涂层材料,减轻中间包耐火材料侵蚀带来的夹杂对钢液的污染;使用结晶器电磁搅拌技术。

2. 按照权利要求 1 所述的方法,其特征在于:LF 精炼过程中钢水中 [C]、[Si]、[Mn]、[V]、[S] 的控制范围为:[C]:0.36 ~ 0.38%、[Si]:0.23 ~ 0.28%、[Mn]:1.47 ~ 1.52%、[V]:0.10 ~ 0.12%、[S]:0 ~ 0.010%。

3. 按照权利要求 1 所述的方法,其特征在于:圆坯连铸按照不同规格的稳定拉速为: $\phi 150\text{mm}$:2.8 ~ 3.2m/min、 $\phi 160\text{mm}$:2.5 ~ 2.9m/min、 $\phi 180\text{mm}$:2.0 ~ 2.4m/min、 $\phi 200\text{mm}$:1.7 ~ 2.0m/min。

一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法

技术领域

[0001] 本发明属于转炉冶金领域,特别是提供了一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法。

背景技术

[0002] 石油套管是一种广泛应用于石油开采领域的关键装备,其主要作用是固定油井壁,是技术含量与附加值很高的冶金产品。由于石油开采工艺的特殊性,石油套管的质量直接关系到油井的生产安全。套管的外部要承受各类地层的地压和地下水的压力,套管的内部则要承受泥浆的内压以及水蒸汽的压力,有时还要承受腐蚀性液体以及气体的侵蚀,因此要求石油套管应具有优良的综合力学性能。而随着石油工业的持续、快速发展,同时由于新开采油田的地质条件越来越复杂,油田的深度不断增加。因此又对石油套管的品种、性能提出了更高要求,也促进了高强度石油套管的研制与开发。高强度石油套管既有高的抗挤压破坏强度,又有耐内压的屈服强度,主要用于深井或地质条件相对复杂的油井,拥有广阔市场前景。

[0003] 目前,我国石油套管原料主要是使用热轧圆坯,很少使用连铸圆坯。与热轧圆坯相比较,连铸圆坯具有工艺简单、成材率高、能耗低等明显的优势,是石油套管原料的发展方向。现在国内生产连铸圆坯基本上采用的是电炉炼钢,其工艺流程为:电弧炉→精炼→连续铸钢。天津钢铁有限公司总结转炉开发 J55 石油套管用钢的成功经验,结合天钢先进的工艺装备和技术水平,决定采用高炉→转炉→LF 炉→VD 炉→连铸工艺开发研制 37Mn2V 高强度石油套管用钢。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用转炉工艺生产石油套管用连铸圆坯的方法。提高了钢水纯净度,减轻微量残余元素带来的危害,提高了石油套管钢的综合力学性能。

[0005] 本发明 37Mn2V 高强度石油套管用钢的化学成分为:

[0006] 控制成分为:[C]:0.35~0.41%, [Si]:0.17~0.35%, [Mn]:1.40~1.60%, [P]:≤0.025%, [S]:≤≤0.020%, [V]:0.08~0.14%, [Ni]:≤0.30%, [Cr]:≤0.30%, [Cu]:≤0.20%, [Mo]:≤0.15%。

[0007] 本发明优选成分为:[C]:0.36~0.38%, [Si]:0.23~0.28%, [Mn]:1.47~1.52%, [P]:≤0.020%, [S]:0~0.010%, [V]:0.10~0.12%, [Ni]:≤0.30%, [Cr]:≤0.30%, [Cu]:≤0.20%, [Mo]:≤0.15%。

[0008] 另外,37Mn2V 对钢中 Pb、Sn、As、Sb、Bi 元素含量总和要求其含量为≤250ppm。

[0009] 本发明的工艺:

[0010] 高炉→顶底复吹转炉→LF 精炼炉→VD 真空炉→Φ150mm~Φ200mm 圆坯连铸机→翻转冷床→检验→入库。具体工艺步骤:

[0011] (1) 原料:采取精料原则,入炉铁水要求:[Si]:0.30~0.85%、[P]:0~0.080%、

[S]:0 ~ 0.030%。

[0012] (2) 转炉冶炼:铁水进入顶底复吹转炉冶炼,与传统顶吹转炉相比,强化了冶炼过程中对熔池的搅拌,促进各种冶金反应的进行和温度成分的均匀。顶底复吹转炉采用低氧压、大流量氧枪供氧技术,氧压为 0.8 ~ 0.85MPa、流量为 22800 ~ 23200m³/h,底吹氩气或氮气搅拌;转炉冶炼前、中期造渣脱 P,中、后期造渣脱 S;转炉出钢采取挡渣出钢,控制下渣量 0 ~ 50mm,防止回磷;出钢过程中向钢包内加入合成渣料(主要成份为 CaF₂、CaO)进行渣洗,进一步脱硫去夹杂;采取高拉碳操作,转炉出钢目标要求 [C]:0.10 ~ 0.20%、[P]:0 ~ 0.010%。

[0013] (3) LF 精炼:由于该钢种要求成分均匀稳定,各炉次之间波动范围小,对钢中夹杂物含量要求严格,因此 LF 精炼工序围绕调整和均匀化学成分、钢中夹杂物变性和去除、调整温度等进行控制,在 LF 精炼过程中钢水中 [C]、[Si]、[Mn]、[V]、[S] 的控制范围为:[C]:0.35 ~ 0.41%, [Si]:0.17 ~ 0.35%, [Mn]:1.40 ~ 1.60%, [V]:0.08 ~ 0.14%, [S]:0 ~ 0.020%;其优选范围为:[C]:0.36 ~ 0.38%, [Si]:0.23 ~ 0.28%, [Mn]:1.47 ~ 1.52%, [V]:0.10 ~ 0.12%, [S]:0 ~ 0.010%;控制 VD 精炼的到站温度为 1610±5℃。

[0014] 针对该品种的特点研制一种专用精炼渣(专用精炼渣已申请发明专利,申请号:200610011709.7,成分为:CaO:40 ~ 48%;Al₂O₃:38 ~ 45%;MgO:6 ~ 10%;SiO₂:0.5 ~ 6%;Fe₂O₃:0.1 ~ 2%。);精炼过程中使用专用精炼渣,提高成渣速度和精炼效果,造发泡白渣,稳定精炼操作,白渣精炼时间 15 ~ 20 分钟,LF 精炼处理时间在 30 ~ 35 分钟。

[0015] (4) VD 精炼工序:钢水真空处理要求在真空度 ≤ 67Pa 下保持 10 ~ 15 分钟,同时采用压力为 0.15 ~ 0.25MPa 的弱吹氩搅拌,避免大翻;真空处理结束后,喂 CaSi 丝 80 ~ 120m,改善钢水流动性及对夹杂物进行变性处理,保证浇注的顺利进行;喂丝结束后,进行压力为 0.15 ~ 0.20MPa 软吹操作,保证足够的软吹时间 5 ~ 10 分钟,使钢中化学成分和温度均匀,夹杂物得到进一步去除,保证钢水出站氢含量为 0 ~ 2ppm;温度控制,要求连铸到站温度为 1565±5℃。

[0016] (5) 连铸:Φ150mm ~ Φ200mm 圆坯连铸机,为保证铸坯质量和连铸的顺利进行,重点控制以下几个方面:

[0017] a. 连铸过程中钢包到中间包、中间包到结晶器采取全程加保护套管保护浇注,防止钢水二次氧化,保证钢水的纯净度;

[0018] b. 合理控制铸机二冷水分布及二冷水比水量,保证二次冷却的均匀。二冷水的分配为一段占 33%,二段占 48%,三段占 19%,比水量 0.90 ~ 1.10L/Kg,以达到减少甚至杜绝铸坯表面裂纹的发生;

[0019] c. 钢水的过热度控制在 20 ~ 35℃ 范围内,稳定拉速为 1.7 ~ 3.2m/min,按照不同规格拉速的优选范围为:Φ150mm:2.8 ~ 3.2m/min、Φ160mm:2.5 ~ 2.9m/min、Φ180mm:2.0 ~ 2.4m/min、Φ200mm:1.7 ~ 2.0m/min;

[0020] d. 中间包设置挡墙,以促进夹杂物上浮去除。中间包涂层采用 MgCa 质材料,减轻中间包耐火材料侵蚀带来的夹杂对钢液的污染;

[0021] e. 使用结晶器电磁搅拌,保证铸坯结晶组织致密、均匀,减少铸坯柱状晶率,避免铸坯裂纹、缩孔等缺陷,改善连铸坯的表面质量。

[0022] 由于高强度石油套管钢中加入裂纹敏感元素 V,因此需要有一定的 N 含量,以固定

钢中的V,使钢液在凝固过程中,在晶界析出大量的VC或VN化合物,起到细化晶粒和沉淀强化作用。而由于VN化合物在钢液凝固过程中的析出,导致了钢的脆性区向宽深方向移动,增加了该钢种的裂纹敏感性。若铸机二冷控制不当,会由于高温区热应力分布不均和矫直而使铸坯表面裂纹加重,导致钢管出现外折、重皮等缺陷。

[0023] 本发明采用 CONCAST 六机六流全弧型圆坯连铸机,配有结晶器和凝固末端两级电磁搅拌系统、二冷自动配水系统,结晶器液面自动检测和控制系統,加套管无氧化浇注技术,保证铸坯组织均匀、表面及内在质量最优。

[0024] 本发明的优点在于:与电炉生产工艺相比,钢中残余元素(如Cu、Sn、Ni、Pb、Sb等)含量低,气体及夹杂含量少,钢水纯净度高,因而钢种的质量更高;钢种化学成分控制严格,整批供货均匀、波动小;采用复吹转炉冶炼,氧枪采用低压大流量喷头,吹炼平稳,成分和温度命中率高;出钢时向钢包中加入合成渣料,进行渣洗,进一步脱硫,去除夹杂;LF、VD精炼工序配有钢包全过程底吹氩及钢包喂丝设备,可以有效脱除钢中气体,保证成分调整均匀和夹杂物的变性处理,降低钢中夹杂物含量,提高钢水纯净度;LF炉精炼采用自主研发开发的精炼渣,促进夹杂物的吸附去除;连铸过程采用结晶器电磁搅拌工艺,提高铸坯质量。

具体实施方式

[0025] 实施例1

[0026] 生产工艺流程:高炉→顶底复吹转炉→LF精炼炉→VD真空炉→圆坯连铸机→翻转冷床→检验→入库。

[0027] (1) 入炉铁水:[Si]:0.38%、[P]:0.058%、[S]:0.026%。

[0028] (2) 转炉冶炼

[0029] 冶炼钢种37Mn2V,顶底复吹转炉供氧制度氧压为0.8MPa、流量为22800m³/h,底吹氩气或氮气搅拌;前、中期造渣脱P,中、后期造渣脱S,然后采取高拉碳操作,出钢时[C]:0.13%、[P]:0.008%;转炉出钢采用挡渣出钢,严格控制下渣,下渣厚度45mm。出钢过程中向钢包内加入专用合成渣料进行渣洗。

[0030] (3) LF精炼

[0031] 成分控制:[C]:0.36%、[Si]:0.26%、[Mn]:1.48%、[V]:0.10%、[S]:0.005%;精炼使用专用精炼渣,造发泡白渣,白渣精炼时间18分钟;精炼出站温度控制为1611℃;LF精炼处理时间31分钟。

[0032] (4) VD精炼工序

[0033] 钢水真空处理真空度60Pa,保持时间10分钟,同时0.20MPa压力吹氩搅拌;出站氢含量为1.8ppm;喂CaSi丝100m,改善钢水流动性及夹杂物变性处理;喂丝结束后,进行压力为0.17MPa的软吹操作9分钟;调整连铸到站温度1562℃。

[0034] (5) 连铸工序:铸坯断面Φ150mm

[0035] a. 连铸大包到中间包、中间包到结晶器采取全程加保护套管保护浇注;

[0036] b. 铸机二冷水分布及二冷水比水量,一段占33%,二段占48%,三段占19%,比水量1.10L/Kg;

[0037] c. 钢水的过热度25℃,拉速3.0m/min;

[0038] d. 中间包设置挡墙；

[0039] e. 使用结晶器电磁搅拌；

[0040] 实施例 2

[0041] 生产工艺流程：高炉→顶底复吹转炉→LF 精炼炉→VD 真空炉→圆坯连铸机→翻转冷床→检验→入库。

[0042] (1) 入炉铁水： $[\text{Si}]$:0.45%、 $[\text{P}]$:0.071%、 $[\text{S}]$:0.023%。

[0043] (2) 转炉冶炼

[0044] 冶炼钢种 37Mn2V, 顶底复吹转炉供氧制度氧压为 0.82MPa、流量为 22900m³/h, 底吹氩气或氮气搅拌；前、中期造渣脱 P, 中、后期造渣脱 S, 然后采取高拉碳操作, 出钢时 $[\text{C}]$:0.15%、 $[\text{P}]$:0.007%；转炉出钢采用挡渣出钢, 严格控制下渣, 下渣厚度 40mm。出钢过程中向钢包内加入专用合成渣料进行渣洗。

[0045] (3)LF 精炼

[0046] 成分控制： $[\text{C}]$:0.38%、 $[\text{Si}]$:0.24%、 $[\text{Mn}]$:1.50%、 $[\text{V}]$:0.11%、 $[\text{S}]$:0.006%；精炼使用专用精炼渣, 造发泡白渣, 白渣精炼时间 17 分钟；精炼出站温度控制为 1609℃；LF 精炼处理时间 32 分钟。

[0047] (4)VD 精炼工序

[0048] 钢水真空处理真空度 63Pa, 保持时间 13 分钟, 同时 0.19MPa 压力吹氩搅拌；出站氢含量为 1.6ppm；喂 CaSi 丝 90m, 改善钢水流动性及夹杂物变性处理；喂丝结束后, 进行压力为 0.18MPa 的软吹操作 10 分钟；调整连铸到站温度 1564℃。

[0049] (5) 连铸工序：铸坯断面 Φ 160mm

[0050] a. 连铸大包到中间包、中间包到结晶器采取全程加保护套管保护浇注；

[0051] b. 铸机二冷水分布及二冷水比水量, 一段占 33%, 二段占 48%, 三段占 19%, 比水量 1.00L/Kg；

[0052] c. 钢水的过热度 30℃, 拉速 2.7m/min；

[0053] d. 中间包设置挡墙；

[0054] e. 使用结晶器电磁搅拌；

[0055] 实施例 3

[0056] 生产工艺流程：高炉→顶底复吹转炉→LF 精炼炉→VD 真空炉→圆坯连铸机→翻转冷床→检验→入库。

[0057] (1) 入炉铁水： $[\text{Si}]$:0.57%、 $[\text{P}]$:0.060%、 $[\text{S}]$:0.019%。

[0058] (2) 转炉冶炼

[0059] 冶炼钢种 37Mn2V, 顶底复吹转炉供氧制度氧压为 0.83MPa、流量为 23100m³/h, 底吹氩气或氮气搅拌；前、中期造渣脱 P, 中、后期造渣脱 S, 然后采取高拉碳操作, 出钢时 $[\text{C}]$:0.16%、 $[\text{P}]$:0.009%；转炉出钢采用挡渣出钢, 严格控制下渣, 下渣厚度 30mm。出钢过程中向钢包内加入专用合成渣料进行渣洗。

[0060] (3)LF 精炼

[0061] 成分控制： $[\text{C}]$:0.36%、 $[\text{Si}]$:0.27%、 $[\text{Mn}]$:1.51%、 $[\text{V}]$:0.12%、 $[\text{S}]$:0.006%；精炼使用专用精炼渣, 造发泡白渣, 白渣精炼时间 19 分钟；精炼出站温度控制为 1614℃；LF 精炼处理时间 34 分钟。

[0062] (4)VD 精炼工序

[0063] 钢水真空处理真空度 60Pa,保持时间 15 分钟,同时 0.20MPa 压力吹氩搅拌;出站氢含量为 1.8ppm;喂 CaSi 丝 100m,改善钢水流动性及夹杂物变性处理;喂丝结束后,进行压力为 0.18MPa 的软吹操作 9 分钟;调整连铸到站温度 1568℃。

[0064] (5) 连铸工序:铸坯断面 Φ 180mm

[0065] a. 连铸大包到中间包、中间包到结晶器采取全程加保护套管保护浇注;

[0066] b. 铸机二冷水分布及二冷水比水量,一段占 33%,二段占 48%,三段占 19%,比水量 0.95L/Kg;

[0067] c. 钢水的过热度 25℃,拉速 2.2m/min;

[0068] d. 中间包设置挡墙;

[0069] e. 使用结晶器电磁搅拌;

[0070] 实施例 4

[0071] 生产工艺流程:高炉→顶底复吹转炉→LF 精炼炉→VD 真空炉→圆坯连铸机→翻转冷床→检验→入库。

[0072] (1) 入炉铁水:[Si]:0.70%、[P]:0.065%、[S]:0.021%。

[0073] (2) 转炉冶炼

[0074] 冶炼钢种 37Mn2V,顶底复吹转炉供氧制度氧压为 0.85MPa、流量为 23200m³/h,底吹氩气或氮气搅拌;前、中期造渣脱 P,中、后期造渣脱 S,然后采取高拉碳操作,出钢时 [C]:0.18%、[P]:0.006%;转炉出钢采用挡渣出钢,严格控制下渣,下渣厚度 35mm。出钢过程中向钢包内加入专用合成渣料进行渣洗。

[0075] (3)LF 精炼

[0076] 成分控制:[C]:0.37%、[Si]:0.25%、[Mn]:1.47%、[V]:0.11%、[S]:0.004%;精炼使用专用精炼渣,造发泡白渣,白渣精炼时间 16 分钟;精炼出站温度控制为 1613℃;LF 精炼处理时间 33 分钟。

[0077] (4)VD 精炼工序

[0078] 钢水真空处理真空度 65Pa,保持时间 12 分钟,同时 0.24MPa 吹氩搅拌;出站氢含量为 1.5ppm;喂 CaSi 丝 120m,改善钢水流动性及夹杂物变性处理;喂丝结束后,进行压力为 0.19MPa 的软吹操作 7 分钟;调整连铸到站温度 1566℃。

[0079] (5) 连铸工序:铸坯断面 Φ 200mm

[0080] a. 铸机二冷水分布及二冷水比水量,一段占 33%,二段占 48%,三段占 19%,比水量 0.92L/Kg;

[0081] b. 连铸大包到中间包、中间包到结晶器采取加保护套管保护浇注;

[0082] c. 钢水的过热度 28℃,拉速 1.8m/min;

[0083] d. 中间包设置挡墙;

[0084] e. 使用结晶器电磁搅拌。