



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108642375 B

(45) 授权公告日 2020.09.29

(21) 申请号 201810366556.0 *C22C 38/38* (2006.01)

(22) 申请日 2018.04.23 *C22C 38/58* (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号 *C22C 38/46* (2006.01)
 申请公布号 CN 108642375 A *C22C 38/24* (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.10.12 *C22C 38/20* (2006.01)

(73) 专利权人 包头钢铁(集团)有限责任公司 *C22C 33/06* (2006.01)
 地址 014010 内蒙古自治区包头市昆区河
 西工业区 *B21C 37/06* (2006.01)

(72) 发明人 张学颖 董珍 姚晓乐 米永峰
 郭志文

(74) 专利代理机构 北京律远专利代理事务所
 (普通合伙) 11574
 代理人 全成哲

(51) Int. Cl.
C22C 38/02 (2006.01)

审查员 胡彬彬

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

非调质微合金钢管和非调质微合金钢管的
 制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种非调质微合金钢管和非调质微合金钢管的制造方法,其中,非调质微合金钢管,以质量百分比计,其化学成分包括: $C \leq 0.40$; $Si \ 0.20 \sim 0.40$; $Mn \ 1.50 \sim 1.65$; $P \leq 0.020$; $S \leq 0.010$; $V: 0.10 \sim 0.12$; $Cr \ 0.20 \sim 0.35$; $Ni \leq 0.20$; $Cu \leq 0.20$; $N \leq 150ppm$; $H \leq 25ppm$; $O \leq 30ppm$; $As+Sn+Pb+Sb+Bi \leq 0.04\%$; 其余为Fe和不可避免的杂质。通过本发明的技术方案,微合金元素的合理选择,恰当的元素含量配比,非调质生产工艺使钢种具有节约能源、成材率高、成品性能优良、生产周期短、成本低、减少环境污染等众多优点。

1. 一种非调质微合金钢管,其特征在于,以质量百分比计,其化学成分包括: $C \leq 0.40$; $Si \ 0.20 \sim 0.40$; $Mn \ 1.50 \sim 1.65$; $P \leq 0.020$; $S \leq 0.010$; $V: 0.10 \sim 0.12$; $Cr \ 0.20 \sim 0.35$; $Ni \leq 0.20$; $Cu \leq 0.20$; $N \leq 150ppm$; $H \leq 25ppm$; $O \leq 30ppm$; $As+Sn+Pb+Sb+Bi \leq 0.04\%$;其余为Fe和不可避免的杂质;

所述非调质微合金钢管的制造方法,包括如下步骤:

铁水预处理:来料铁水的成分包括: $S \leq 0.050$, $P \leq 0.120\%$,预处理后的铁水包括: $S \leq 0.010\%$;

转炉冶炼:转炉终点的钢的成分包括: $C \geq 0.06\%$, $P \leq 0.015\%$;采用单渣工艺冶炼,终渣碱度 ≥ 3.0 ;

LF精炼:加入60Kg钒氮合金,钒氮合金为VN16合金,在精炼中后期补加钒铁,并且造渣脱硫;

VD脱气:VD深真空度 $\leq 0.06Kpa$,深真空时间 ≥ 15 分钟,VD结束后,喂入适量硅钙线,喂丝后软吹Ar不小于15分钟;

圆坯连铸:采用电磁搅拌工艺,钢水过热度 $\Delta T \leq 30^\circ C$,根据不同圆坯断面确定确定拉速并恒拉速生产,圆坯入缓冷坑进行缓冷,入坑温度大于 $600^\circ C$,缓冷时间不小于48小时,得到圆坯;

轧管:依次包括:圆坯、锯切、环形炉加热、穿孔、PQF连轧、张力减径和冷却,其中,环形炉保温段温度为 $1250^\circ C$ 左右,圆坯穿孔后温度为 $1210^\circ C$ 左右;连轧入口温度为 $1100^\circ C$ 左右;出张力减径机温度为 $900^\circ C$ 左右,钢管出张力减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,得到管体。

2. 一种非调质微合金钢管的制造方法,用于制造权利要求1中所述的非调质微合金钢管,其特征在于,包括:

铁水预处理:来料铁水的成分包括: $S \leq 0.050$, $P \leq 0.120\%$,预处理后的铁水包括: $S \leq 0.010\%$;

转炉冶炼:转炉终点的钢的成分包括: $C \geq 0.06\%$, $P \leq 0.015\%$;采用单渣工艺冶炼,终渣碱度 ≥ 3.0 ;

LF精炼:加入60Kg钒氮合金,钒氮合金为VN16合金,在精炼中后期补加钒铁,并且造渣脱硫;

VD脱气:VD深真空度 $\leq 0.06Kpa$,深真空时间 ≥ 15 分钟,VD结束后,喂入适量硅钙线,喂丝后软吹Ar不小于15分钟;

圆坯连铸:采用电磁搅拌工艺,钢水过热度 $\Delta T \leq 30^\circ C$,根据不同圆坯断面确定确定拉速并恒拉速生产,圆坯入缓冷坑进行缓冷,入坑温度大于 $600^\circ C$,缓冷时间不小于48小时,得到圆坯;

轧管:依次包括:圆坯、锯切、环形炉加热、穿孔、PQF连轧、张力减径和冷却,其中,环形炉保温段温度为 $1250^\circ C$ 左右,圆坯穿孔后温度为 $1210^\circ C$ 左右;连轧入口温度为 $1100^\circ C$ 左右;出张力减径机温度为 $900^\circ C$ 左右,钢管出张力减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,得到管体。

3. 根据权利要求2所述的非调质微合金钢管的制造方法,其特征在于:所述转炉冶炼中,出钢时挡渣,若挡渣失败则扒渣。

4. 根据权利要求2所述的非调质微合金钢管的制造方法,其特征在于,在所述VD脱气步骤中,硅钙线长度根据钢中硫含量确定, $S \leq 0.010\%$ 时加入硅钙线240m, $S > 0.010\%$ 时加入硅钙线300m。

5. 根据权利要求2所述的非调质微合金钢管的制造方法,其特征在于,所述轧管步骤中,所述PQF连轧采用三辊限动芯棒连轧机组。

非调质微合金钢管和非调质微合金钢管的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,具体而言,涉及一种非调质微合金钢管和非调质微合金钢管的制造方法。

背景技术

[0002] 随着经济的快速发展,能源需求量的日益增多与能源危机并存。因此,在我国大力开发低成本高性能的钢管势在必行。在国民经济中,资源和能源占有相当重要的战略地位。我国经济逐渐由粗放型模式向着精密加工、深加工等高品质、高附加值的方向发展。钢铁材料仍是目前量大面广的关键材料,特别是具有组织可调控的特点,需要进行十分耗时、耗能又污染环境的调质处理。因此,采用无需调质处理的微合金非调质钢是伴随着国际能源紧缺且环境污染越来越严重而发展起来的一种高效节能钢,用来代替调质钢,是目前国际上一个重要的发展趋势。非调质钢是在省去调质处理,将控温轧制(或锻造)、控温冷却与热处理相结合的新型节能的结构材料。与传统的调质钢相比,非调质钢具有节约能源、成材率高、成品性能优良、生产周期短、成本低、减少环境污染等众多优点,可取代相当数量的调质钢,是一种科技含量高、带动力强、影响面大的高技术绿色钢种。

[0003] 我国目前能源供需矛盾尖锐,在传统的非调质钢基础上,有必要进行钢材成分的优化设计及控轧控冷工艺在进一步探索。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

[0005] 为此,本发明的一个方面在于,提供了一种非调质微合金钢管。

[0006] 本发明的另一个方面在于,提供了一种非调质微合金钢管的制造方法。

[0007] 有鉴于此,本发明第一方面的技术方案提供了一种非调质微合金钢管,以质量百分比计,其化学成分包括: $C \leq 0.40$; $Si \ 0.20 \sim 0.40$; $Mn \ 1.50 \sim 1.65$; $P \leq 0.020$; $S \leq 0.010$; $V: 0.10 \sim 0.12$; $Cr \ 0.20 \sim 0.35$; $Ni \leq 0.20$; $Cu \leq 0.20$; $N \leq 150ppm$; $H \leq 25ppm$; $O \leq 30ppm$; $As+Sn+Pb+Sb+Bi \leq 0.04\%$;其余为Fe和不可避免的杂质。

[0008] 本发明第二方面的技术方案提出了一种非调质微合金钢管的制造方法,用于制造第一方面的技术方案的非调质微合金钢管,包括:铁水预处理:来料铁水的成分包括: $S \leq 0.050$, $P \leq 0.120\%$,预处理后的铁水包括: $S \leq 0.010\%$;转炉冶炼:转炉终点的钢的成分包括: $C \geq 0.06\%$, $P \leq 0.015\%$;采用单渣工艺冶炼,终渣碱度 ≥ 3.0 ;LF精炼:加入60Kg钒氮合金(VN16合金),在精炼中后期补加钒铁,并且造渣脱硫;VD脱气:VD深真空度 $\leq 0.06Kpa$,深真空时间 ≥ 15 分钟,VD结束后,喂入适量硅钙线,喂丝后软吹Ar不小于15分钟;圆坯连铸:采用电磁搅拌工艺,钢水过热度 $\Delta T \leq 30^\circ C$,根据不同圆坯断面确定确定拉速并恒拉速生产,圆坯入缓冷坑进行缓冷,入坑温度大于 $600^\circ C$,缓冷时间不小于48小时,得到圆坯;轧管:依次包括:圆坯、锯切、环形炉加热、穿孔、PQF连轧、张力减径和冷却,其中,环形炉保温段温度为 $1250^\circ C$ 左右,圆坯穿孔后温度为 $1210^\circ C$ 左右;连轧入口温度为 $1100^\circ C$ 左右;出张力减径机

温度为900℃左右,钢管出张力减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,得到管体。

[0009] 优选地,所述转炉冶炼中,出钢时挡渣,若挡渣失败则扒渣。

[0010] 优选地,在所述VD脱气步骤中,硅钙线长度根据钢中硫含量确定, $S \leq 0.010\%$ 时加入硅钙线240m, $S > 0.010\%$ 时加入硅钙线300m。

[0011] 优选地,所述轧管步骤中,所述PQF连轧采用三辊限动芯棒连轧机组。

[0012] 本发明的有益效果如下:

[0013] 采用连铸圆管坯、热轧无缝管及无热处理工艺交货的工艺,降低了无缝管产品生产成本,对环境污染小,安全性好,优化了产品结构,为企业带来较大的经济效益与社会效益。

[0014] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

具体实施方式

[0015] 为了能够更清楚地理解本发明的上述方面、特征和优点,下面结合具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0016] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0017] 实施例1:

[0018] 根据本发明的实施例的非调质微合金钢管,以质量百分比计,其化学成分包括: $C \leq 0.40$; $Si \ 0.20 \sim 0.40$; $Mn \ 1.50 \sim 1.65$; $P \leq 0.020$; $S \leq 0.010$; $V: 0.10 \sim 0.12$; $Cr \ 0.20 \sim 0.35$; $Ni \leq 0.20$; $Cu \leq 0.20$; $N \leq 150ppm$; $H \leq 25ppm$; $O \leq 30ppm$; $As+Sn+Pb+Sb+Bi \leq 0.04\%$; 其余为Fe和不可避免的杂质。

[0019] 碳(C):碳元素是钢中最有效的强化元素,适当的增加钢中碳含量有利于提高材料的强度,同时韧性将会下降。碳在合金钢中可强化固溶体,更主要的是能与多种合金元素生成不同类型的碳化物,提高钢的热稳定性和耐磨性。当含碳量偏高时,碳化物数量增加,加热时奥氏体中的碳和合金元素的浓度增高,使强度和硬性有所提高,但同时碳化物的偏析程度也增加,使钢的塑性降低,工艺性能变坏。本发明对碳含量进行适当的控制,在保障强度的同时,提高了钢的韧性,对本发明来说, C 含量 $\leq 0.40\%$ 。

[0020] 锰(Mn):Mn改善非调质钢的强韧性的重要合金元素,其通过多种途径影响非调质钢的组织 and 性能。Mn是弱碳化物形成元素,在室温下主要以固溶的形式存在于铁素体中,取代一部分Fe原子进入渗碳体中形成合金渗碳体。Mn是扩大奥氏体区的合金元素,增加Mn含量,将降低钢的共析成分碳的含量,导致珠光体的量增多,且细化珠光体团及珠光体的片层间距,同时能细化铁素体晶粒,从而提高钢的强韧性,但是Mn含量的增加,提高了珠光体的体积分数,使韧性降低,强韧性处于矛盾的状态。因此,对本发明来说,Mn含量范围为 $1.50 \sim 1.65\%$ 。

[0021] 钒(V):在微合金非调质钢中,V为最主要的微合金化元素,这是由于与Nb、Ti等其它的微合金化元素相比,钢中V的碳氮化物在 $1100^\circ C$ 以上温度锻造加热时,几乎全部固溶于

奥氏体,因而在形变后的冷却过程中,V的碳氮化物的析出强化效果最好,其力学性能对锻造的加热温度的依赖性较小,因而在中碳非调质钢中多采用单独加V或是以添加V为主,V元素对非调质钢的强度和韧性及疲劳性能均有显著的影响。对本发明来说,V含量范围为0.10~0.12%。

[0022] 铬(Cr):铬在钢中主要起到固溶强化的作用,同时扩大奥氏体区,有利于形成珠光体并增加钢中珠光体的百分数,同时还会使珠光体片层间距减小,使珠光体中的渗碳体变薄。从而提高非调质钢的强度。因此,Cr含量0.20~0.35%。

[0023] 钢种包括上述范围的微合金元素,具有节约能源、成材率高、成品性能优良、生产周期短、成本低、减少环境污染的优点。

[0024] 按本发明得到的钢管管材,以生产规格 $\Phi 89 \times 9.5\text{mm}$ 为例,其化学成分如表1:

[0025] 表1本发明钢管化学成分统计结果 wt.%

[0026]

实例	C	Si	Mn	P	S	V	Cr	Cu	Ni
1	0.374	0.307	1.51	0.0123	0.007	0.116	0.312	0.009	0.007
2	0.369	0.319	1.57	0.0136	0.006	0.117	0.288	0.007	0.008
3	0.382	0.302	1.61	0.0123	0.007	0.120	0.304	0.009	0.009
4	0.383	0.321	1.59	0.0136	0.006	0.116	0.297	0.006	0.007
5	0.374	0.309	1.63	0.0136	0.006	0.113	0.318	0.008	0.007

[0027] 钢管化学成分完全满足本发明对钢种的要求,P和S含量较低,满足成分设计要求,而且从表1可以看出各炉成分含量偏差很小,稳定的成分为管材具有良好的组织和性能提供了前提条件。

[0028] 实施例2:

[0029] 根据本发明的实施例的非调质微合金钢管的制造方法,用于制造实施例1的调质微合金钢管,包括:铁水预处理:来料铁水的成分包括: $S \leq 0.050$, $P \leq 0.120\%$,预处理后的铁水包括: $S \leq 0.010\%$;转炉冶炼:转炉终点的钢的成分包括: $C \geq 0.06\%$, $P \leq 0.015\%$;采用单渣工艺冶炼,终渣碱度 ≥ 3.0 ;LF精炼:加入60Kg钒氮合金(VN16合金),在精炼中后期补加钒铁,并且造渣脱硫;VD脱气:VD深真空度 $\leq 0.06\text{Kpa}$,深真空时间 ≥ 15 分钟,VD结束后,喂入适量硅钙线,喂丝后软吹Ar不小于15分钟;圆坯连铸:采用电磁搅拌工艺,钢水过热度 $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$,根据不同圆坯断面确定确定拉速并恒拉速生产,圆坯入缓冷坑进行缓冷,入坑温度大于 600°C ,缓冷时间不小于48小时,得到圆坯;轧管:依次包括:圆坯、锯切、环形炉加热、穿孔、PQF连轧、张力减径和冷却,其中,环形炉保温段温度为 1250°C 左右,圆坯穿孔后温度为 1210°C 左右;连轧入口温度为 1100°C 左右;出张力减径机温度为 900°C 左右,钢管出张力减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,得到管体。

[0030] 所述转炉冶炼中,出钢时挡渣,若挡渣失败则扒渣。

[0031] 优选地,在所述VD脱气步骤中,硅钙线长度根据钢中硫含量确定, $S \leq 0.010\%$ 时加入硅钙线240m, $S > 0.010\%$ 时加入硅钙线300m。

[0032] 优选地,轧管步骤中,所述PQF连轧采用三辊限动芯棒连轧机组。

[0033] 炼钢生产工艺为:铁水预处理 \rightarrow 转炉冶炼 \rightarrow LF精炼 \rightarrow VD脱气 \rightarrow 圆坯连铸。来料铁水必须进行铁水预处理,来料铁水要求 $S \leq 0.050$, $P \leq 0.120\%$,铁水预处理目标[S]终点 $S \leq 0.010\%$,从而保证供给转炉的铁水质量。为抑制材料中气体含量,硅锰、锰铁、铬铁在加入

之前必须脱氧合金化;转炉终点控制目标: $C \geq 0.06\%$, $P \leq 0.015\%$;采用单渣工艺冶炼,终渣碱度 ≥ 3.0 ;出钢时必须挡渣,挡渣失败必须扒渣;精炼要造好白渣,加入60Kg钒氮合金(VN16合金),其余补加钒铁,钒铁在精炼中后期加入,根据转炉钢水成分及温度进行造渣脱硫、成分调整及升温操作,VD深真空度目标值 $\leq 0.06\text{Kpa}$,深真空时间 ≥ 15 分钟,VD结束后,喂入适量硅钙线,硅钙线长度根据钢中硫含量确定, $S \leq 0.010\%$ 时加入硅钙线240m, $S > 0.010\%$ 时加入硅钙线300m,以达到纯洁钢液、改变夹杂物性质及形态的作用;喂丝后软吹Ar不小于15分钟,以保证材料中较低的气体含量;连铸过程采用电磁搅拌工艺,钢水过热度 $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$,根据不同圆坯断面选择合适的拉速恒拉速生产,圆坯应入缓冷坑进行缓冷,入坑温度大于 600°C ,缓冷时间不小于48小时。通过本方法得到低P、低S、成分均匀的高质量圆坯。

[0034] 轧管工艺为:圆坯→锯切→环形炉加热→穿孔→PQF连轧→张力减径→冷却。环形炉保温段温度为 1250°C 左右,圆坯穿孔后温度为 1210°C 左右;连轧入口温度为 1100°C 左右;出张力减径机温度为 900°C 左右,钢管出张力减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,以加快钢管的冷却速度。通过三辊限动芯棒连轧机组PQF结合高端热轧控制技术得到不同尺寸的高精度的优质管体。

[0035] 本实施例中,炼钢工艺:生产规格 $\Phi 89 \times 9.5\text{mm}$ 的钢管,采用连铸圆坯断面为 $\Phi 210\text{mm}$,包钢钢管公司炼钢连铸机扇形段弧半径为12m。采用单渣工艺冶炼,采用有铝铁脱氧,全过程进行正常吹氩;根据转炉钢水成分及温度变化进行造渣脱硫、成分调整及升温操作,同时造好白渣,连铸过程中采用全程保护浇铸、选择合适的保护渣、电磁搅拌工艺、严格控制拉速,保证恒拉速浇铸,铸坯下线后,圆坯进入缓冷坑缓冷,缓冷时间大于48小时。

[0036] 轧管工艺为:圆坯→锯切→环形炉加热→穿孔→PQF连轧→张力减径(定径)→冷却。圆坯在环形炉内加热,炉温为 1280°C ,管坯加热温度偏差 $\pm 10^\circ\text{C}$,保证加热透彻均匀而不过烧,在炉时间不宜过长,穿孔采用低速咬入,严格控制轧制节奏,保证各工序轧制温度,穿后温度为 1220°C ,入连轧机温度为 1100°C ,定径后温度 $890^\circ\text{C} \sim 910^\circ\text{C}$,钢管出张减径机后应快速冷却,冷床采用隔排布料,以加快钢管的冷却速度,锯切。

[0037] 本发明的钢管力学性能如表2所示。

[0038] 表2本发明钢管力学性能

[0039]

实例	Rp0.5 (MPa)	Rm (MPa)	延伸率 (%)
1	707	972	17.5
2	687	939	18
3	678	943	16.5
4	672	925	17.5
5	698	948	17

[0040] 从表2看出,本发明的方法能很好的满足高强度钻探钢管的要求,ZT520的标准要求规定非比例延伸强度不小于 520MPa ,抗拉强度不小于 770MPa ,断后伸长率不小于 15% ,本发明中实例1—5比较标准要求ZT520的性能,具有较高的屈服强度和抗拉强度,且延伸率也较高,说明规格 $\Phi 89 \times 9.5\text{mm}$ 的钢管具有良好的综合力学性能。

[0041] 本发明的钢管的夹杂物及组织晶粒度如表3所示。

[0042] 表3本发明钢管的夹杂物及组织晶粒度

实例	夹杂物 (级)								组织	晶粒 度 (级)
	A		B		C		D			
	粗	细	粗	细	粗	细	粗	细		
[0043] 1	0	1	0	0.5	0	0	0	0.5	F+P	9.5
2	0	1	0	0.5	0	0	0	0.5	F+P	9.5
3	0	1	0	0.5	0	0	0	0.5	F+P	9.5
4	0	1	0	0.5	0	0	0	0.5	F+P	9.5
5	0	1	0	0.5	0	0	0	0.5	F+P	9.5

[0044] 注:F表示铁素体,P表示珠光体。

[0045] 以上结合实施例说明了本发明的技术方案,通过本发明的技术方案,微合金元素的合理选择,恰当的元素含量配比,非调质生产工艺使钢种具有节约能源、成材率高、成品性能优良、生产周期短、成本低、减少环境污染等众多优点,合理的冶炼连铸工艺、控温轧制、控温冷却使钢管具有较高的强度、优异的力学性能。

[0046] 在本说明书的描述中,术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0047] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。