



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112813345 A

(43) 申请公布日 2021.05.18

(21) 申请号 202011585062.5 *G22C 38/06* (2006.01)
(22) 申请日 2020.12.28 *G22C 38/24* (2006.01)
(71) 申请人 青海西钢特殊钢科技开发有限公司 *G22C 38/28* (2006.01)
地址 810005 青海省西宁市柴达木西路52号 *B22D 11/16* (2006.01)
号 *C21D 8/00* (2006.01)
申请人 西宁特殊钢股份有限公司 *C21D 11/00* (2006.01)
G22C 33/04 (2006.01)
(72) 发明人 张振民 李硕 马恒春 杨国
冶廷全 苗红生 方光锦 尚大军
王海龙 赵海东
(74) 专利代理机构 西安中科汇知识产权代理有
限公司 61254
代理人 王培境
(51) Int.Cl.
G22C 38/02 (2006.01)
G22C 38/04 (2006.01)

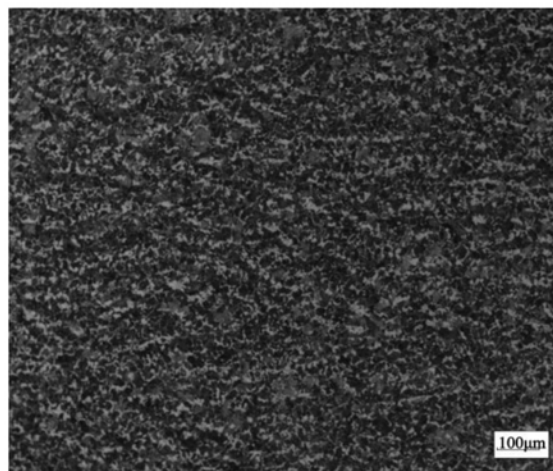
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢及制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢及制备方法;由以下重量百分比的各成分组成:C 0.43~0.45%,Si 0.20~0.30%,Mn 1.10~1.16%,S 0.010~0.030%,V 0.12~0.14%,Ti 0.010~0.020%,Cr 0.16~0.18%,Al 0.010~0.050%,N 110~130ppm,Fe 余量。本发明还涉及前述非调质钢的制备方法。本发明方法制得的液压活塞杆用高强高韧非调质钢,在热轧状态下力学性能达到了液压活塞杆的使用要求,且钢材整体偏析度较好,利于用户摩擦焊接,钢材直接车削后加工为液压活塞杆,无需按照以往对钢材进行调质矫直处理才能加工,可节约生产成本28%-35%。



1. 一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢,其特征在于,该非调质钢由以下重量百分比的各成分组成:

C	0.43~0.45%,
Si	0.20~0.30%,
Mn	1.10~1.16%,
S	0.010~0.030%
V	0.12~0.14%,
Ti	0.010~0.020%,
Cr	0.16~0.18%,
Al	0.010~0.050%,
N	0.0110~0.0130%,
Fe	余量。

2. 如权利要求1所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢,其特征在于,所述非调质钢的直径为 $\phi 90\text{mm}-\phi 140\text{mm}$ 。

3. 如权利要求1所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢,其特征在于,所述非调质钢的铁素体网状晶粒度 ≥ 5 级。

4. 如权利要求1所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢,其特征在于,所述非调质钢在热轧状态下力学性能抗拉强度 $\geq 820\text{MPa}$;屈服强度 $\geq 545\text{MPa}$,延伸率 $\geq 15\%$;断面收缩率 $\geq 30\%$ 。

5. 如权利要求1所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢,其特征在于,所述非调质钢的冷蚀中

$$\text{黑心直径} \leq 0.03 \times \sqrt{\frac{1}{4} \pi D^2}, \text{ 其中 } D \text{ 为轧材直径。}$$

6. 一种如权利要求1所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

具体指1106钢的制备方法,包括:成分设计-Consteel电炉初炼-LF精炼-VD真空脱气-LF精炼-连续浇注-铸坯保温-轧制过程坯-连轧-控制冷却-入坑保温-探伤-检验包装。

7. 如权利要求6所述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢的制备方法,其特征在于,所述步骤具体为:

(1) 成分设计

精准控N,提升微合金V、Ti、Al的作用;

(2) Consteel电炉初炼

熔炼期,采用无电吹氧冶炼,分批次加入CaO与白云石进行造渣;

出钢期,电炉出钢温度 $\geq 1620^\circ\text{C}$,出钢时间 $\leq 120\text{S}$,电炉出钢时大包脱氧剂及合金加入顺序为:铝锭或钢芯铝 \rightarrow 复合脱氧剂、预熔渣粉 \rightarrow 合金 \rightarrow 渣料;合金类别为金属锰、高碳铬铁、镍板、钢芯铝,且获得的粗炼钢水中合金含量要达到以下标准:C 0.10~0.30%,Si

0.10~0.20%, Mn 0.70~0.80%, $S \leq 0.020\%$, $V \leq 0.20\%$, $Cr \leq 0.20\%$, $Ni \leq 0.20\%$, Al 0.030-0.050%, $Mo \leq 0.10\%$, $N \leq 0.015\%$, Fe余量;

(3) LF精炼

进入LF精炼工位钢液温度 $\geq 1520^{\circ}\text{C}$, 出钢结束至入精炼工位时间控制在15分钟以内; 给电前氩气流量200-400NL/min, 搅拌2-3min; LF精炼过程中控制氩气流量为100-400NL/min; 入罐后补加石灰200-400Kg, 硅铝钙粉 $100 \pm 10\text{Kg}$, 总渣量按1000-1100Kg控制;

LF精炼过程中铝控制: 入LF精炼工位时Al含量为0.030-0.040%; 当Al含量不在0.030-0.040%之间时, 则在LF精炼前期按0.040%目标一次喂Al; 真空后钢中Al含量采用喂线方式将Al调整到0.025%-0.035%;

LF精炼过程调渣: 根据钢中硫含量、渣况加CaO和萤石调渣, 精炼炉扩散脱氧加入SiC粉或Al粉; 渣变白后, 少量多批次加入SiC粉、C粉, 且加入总量应控制在1.0-2.0kg/t, 白渣精炼时间 ≥ 45 分钟; LF精炼后取样分析化学成分, 合金化学成分达到控制目标要求, 温度 $1620-1640^{\circ}\text{C}$ 时进入VD真空脱气工位;

该工位的合金化学成分控制目标要求为C 0.43~0.45%, Si 0.20~0.30%, Mn 1.10~1.16%, Cr 0.16~0.18%, $Ni \leq 0.08\%$, Al 0.025~0.035%, $Mo \leq 0.05$, Ti 0.010~0.015%;

(4) VD真空脱气:

真空脱气: 真空度 ≤ 0.5 千下保持时间 ≥ 18 分钟; 脱气操作时的真空氩气流量50-100NL/min, 极真空时氩气流量100-200NL/min; 蒸汽压力 $\geq 0.90\text{Mpa}$, 蒸汽温度 $\geq 175^{\circ}\text{C}$, 水温 $\leq 30^{\circ}\text{C}$;

破真空后, 在LF工位加热钢液温度至 $1570-1580^{\circ}\text{C}$ 进行吹N, N含量控制在0.011%~0.013%;

根据钢液温度进行渣面波动50~100mm的弱氩搅拌, 时间大于20分钟, 最终钢液的成分如下: C 0.43~0.45%, Si 0.20~0.30%, Mn 1.10~1.16%, S 0.010-0.030%, Cr 0.16~0.18%, $Ni \leq 0.08\%$, Al 0.025~0.035%, $Mo \leq 0.05$, Ti 0.010~0.015%, N 0.010~0.013%, Fe余量;

(5) 连续浇注:

钢液温度 $1540-1560^{\circ}\text{C}$, 钢包吊入连铸平台进行浇注, 连铸过程长水口、浸入式水口进行密封防止钢液二次氧化, 连铸坯二冷采用弱冷, 采用M-EMS/F-EMS电磁搅拌, 钢液过热度 $15-25^{\circ}\text{C}$, 铸坯拉速 0.38m/min ;

(6) 铸坯保温:

连铸浇注完毕后, 铸坯进行保温, 保温时间 $\geq 48\text{h}$, 得到O、N含量及内生夹杂物达到高品质钢标准要求的半成品铸坯;

(7) 轧制过程坯: 主要包括: $410 \times 530\text{mm}$ 坯加热 \rightarrow 除磷 $\rightarrow 1250$ 轧机轧 $210 \times 210\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 坯;

$410 \times 530\text{mm}$ 坯加热的过程控制参数为: 预热段温度 $\leq 850^{\circ}\text{C}$, 加热一段温度 $1000-1150^{\circ}\text{C}$, 加热二段温度 $1180-1200^{\circ}\text{C}$, 均热一段温度 $1160-1200^{\circ}\text{C}$, 均热二段温度 $1150-1200^{\circ}\text{C}$; 连铸坯总加热时间 $8-13\text{h}$, 高温扩散时间 $\geq 4\text{h}$;

除鳞的控制参数为: 采用水除鳞, 水压要求 $\geq 23\text{MPa}$;

1250轧机轧 $210 \times 210\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 坯的过程:粗轧开轧温度 $\geq 1050^\circ\text{C}$,终轧温度 $\geq 990^\circ\text{C}$;

(8) 连轧

连轧的过程为: $210 \times 210\text{mm}$ 方坯 \rightarrow 晾钢控温 \rightarrow 8架平立轧机轧制 \rightarrow 穿水 \rightarrow 冷床吹风冷却 \rightarrow 入坑保温;

其中,晾钢控温:过程坯轧制结束后在辊道上停留使得钢坯温度降 870°C - 890°C ;

8架平立轧机轧制的参数为:开轧温度 870°C - 890°C ;

穿水具体为:钢材轧后进入水箱,水箱向钢材均匀喷水,要求钢材温度温降为 80 - 100°C ;

(9) 控制冷却:

冷床吹风冷却具体为:钢材上冷床温度要求 $\geq 650^\circ\text{C}$,风机吹风冷却,待钢材温度降至 550°C ,自然冷却;

(10) 入坑保温:参数为:钢材入坑温度 $\geq 300^\circ\text{C}$,保温 48h ;

(11) 探伤:表面缺陷 $\leq 0.2\text{mm}$,内部探伤单个缺陷当量 $\leq \phi 2.8\text{mm}$;

(12) 检验包装。

一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料冶炼领域；尤其涉及一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢及制备方法。

背景技术

[0002] 非调质钢是在中碳锰钢的基础上加入钒、钛、铌微合金化元素，使其在加热过程中溶于奥氏体中，因奥氏体中的钒、钛、铌的固溶度随着冷却而减小。微合金元素钒、钛、铌将以细小的碳化物、氮化物形式在先析出的铁素体和珠光体中析出。这些析出物与母相保持共格关系，使钢强化。这类钢在热轧状态、锻造状态或正火状态的力学性能达到或超过调质钢水平。这样既减少了热处理工序和热处理设备，避免了在热处理过程中产生变形或淬火裂纹所造成的废品，又改善了劳动条件，减少了热处理造成的污染，比调质钢节约成本30%，缩短了生产周期，节省了能源。被称作“绿色钢材”。

[0003] 非调质钢最早于1972年由德国蒂森特钢公司开发成功，代表钢种有49MnVS3，由于其具有节能、节材和降低成本的优点，得到了迅速的发展及推广，尤其在汽车工业得到了广泛应用。近几年经过对日本丰田、住友、奥村锻材等公司的了解考察，结果表明：目前日本有90%以上的曲轴、连杆均采用非调质钢锻造，如住友金属的S43CV、S45CV、S50CV用于汽车连杆锻造；另据资料介绍德国大众汽车厂，采用非调质钢27MnSiVS6制造汽车连杆，年产250万件；瑞典Volvo公司年耗25000吨非调质钢用于制造汽车零件。据统计目前除少数高性能赛车外，几乎80%以上的汽车曲轴锻件均采用非调质钢制造。

[0004] 我国在非调质钢的研制和应用方面也取得了一系列成果，近年来上海有关锻造厂与钢铁研究总院合作，规模化、批量化的将非调质钢及其控锻-控冷技术应用到实际生产，已建立相应的控制冷却生产线分别用以生产轿车曲轴、连杆。但工程机械用冷加工非调质钢生产目前国内处于起步阶段。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供了一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢及制备方法。本发明成功开发出直径 $\Phi 90 \sim \Phi 140\text{mm}$ 大规格冷加工工程机械液压活塞杆用非调质钢，该非调质钢在热轧状态下抗拉强度达到820MPa以上，面缩率 $\geq 30\%$ ，钢材冷蚀

“黑心”直径 $\leq 0.03 \times \sqrt{\frac{1}{4} \pi D^2}$ (D为轧材直径)。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0007] 第一方面，本发明涉及一种冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢，该非调质钢由以下重量百分比的各成分组成：

	C	0.43~0.45%,
	Si	0.20~0.30%,
	Mn	1.10~1.16%,
	S	0.010~0.030%
[0008]	V	0.12~0.14%,
	Ti	0.010~0.020%,
	Cr	0.16~0.18%,
	Al	0.010~0.050%,
	N	0.011~0.013%,
	Fe	余量。

[0009] 优选地,所述非调质钢的直径为 $\phi 90\text{mm}-\phi 140\text{mm}$ 。

[0010] 优选地,所述非调质钢的铁素体网状晶粒度 ≥ 5 级。

[0011] 优选地,所述非调质钢在热轧状态下力学性能抗拉强度 $\geq 820\text{MPa}$;屈服强度 $\geq 545\text{MPa}$,延伸率 $\geq 15\%$;断面收缩率 $\geq 30\%$ 。

[0012] 优选地,所述非调质钢的冷蚀中
黑心直径 $\leq 0.03 \times \sqrt{\frac{1}{4} \pi D^2}$, 其中D为轧材直径。

[0013] 第二方面,本发明还涉及前述的冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢的制备方法,包括以下步骤:

[0014] 具体指1106钢的制备方法,包括:成分设计-Consteel电炉初炼-LF精炼-VD真空脱气-LF精炼-连续浇注-铸坯保温-轧制过程坯-连轧-控制冷却-入坑保温-探伤-检验包装。

[0015] 优选地,所述冷加工工程机械液压活塞杆用的非调质钢的制备方法,具体步骤为:

[0016] (1) 成分设计

[0017] 为了提升微合金V、Ti、Al的作用,精准控N,一方面加强析出强化,一方面达到细晶强化作用,达到钢材高强高韧的要求;运用控S技术提高冷加工性能。

[0018] (2) Consteel电炉初炼

[0019] 熔炼期,采用无电吹氧冶炼,分批次加入CaO与白云石进行造渣,一方面控制钢液较低温度下有利于向正反应方向进行的有效时机进行有效脱P,另一方面确保钢液的脱碳量。

[0020] 出钢期,为保证钢包到LF工位温度,要求电炉出钢温度 $\geq 1620^\circ\text{C}$,为防止钢液出钢速度过快造成的下渣,出钢时间 $\leq 120\text{S}$,出钢后做好炉后脱氧工作及大包合金化工作。且电炉出钢时大包脱氧剂及合金加入顺序为:铝锭或钢芯铝 \rightarrow 复合脱氧剂、预熔渣粉 \rightarrow 合金 \rightarrow 渣料;所述合金类别为金属锰、高碳铬铁、镍板、钢芯铝,且获得的粗炼钢水中合金含量要达到:C 0.10~0.30%,Si 0.10~0.20%,Mn 0.70~0.80%, $S \leq 0.020\%$, $V \leq 0.20\%$, $Cr \leq 0.20\%$, $Ni \leq 0.20\%$,Al 0.030-0.050%, $Mo \leq 0.10\%$, $N \leq 0.015\%$,Fe余量。

[0021] (3) LF精炼

[0022] 入LF精炼工位钢液温度 $\geq 1520^\circ\text{C}$,出钢结束至入精炼工位时间控制在15分钟以

内;给电前氩气流量200-400NL/min,搅拌2-3min,所述LF精炼过程控制氩气流量为100-400NL/min;入罐后视渣况补加石灰200-400Kg,硅铝钙粉 100 ± 10 Kg,总渣量按1000~1100Kg控制。

[0023] LF精炼过程铝控制:入LF精炼工位时要求Al含量为0.030-0.040%;如Al含量不在0.030-0.040%之间,则在LF精炼前期按0.040%目标一次喂Al;真空后钢中Al含量采用喂线方式将Al调整到0.025%-0.035%;

[0024] LF精炼过程调渣:可根据钢中硫含量、渣况适当加CaO和萤石调渣,精炼炉扩散脱氧加入SiC粉或Al粉;渣变白后,少量、多批次加入SiC粉、C粉,且加入总量应控制在1.0-2.0kg/t,白渣精炼时间 ≥ 45 分钟。LF精炼后取样分析化学成分,合金化学成分达到控制目标要求、温度1620-1640℃时进入VD真空脱气工位;

[0025] 所述合金化学成分控制目标要求为C 0.43~0.45%,Si 0.20~0.30%,Mn 1.10~1.16%,Cr 0.16~0.18%,Ni $\leq 0.08\%$,Al 0.025~0.035%,Mo ≤ 0.05 ,Ti 0.010~0.015%。

[0026] (4) VD真空脱气:

[0027] 真空脱气:真空度 ≤ 0.5 毛下保持时间 ≥ 18 分钟;脱气操作时的氩气控制:真空时氩气流量50-100NL/min,极真空时氩气流量100-200NL/min;蒸汽压力 ≥ 0.90 Mpa,蒸汽温度 ≥ 175 ℃,水温 ≤ 30 ℃。

[0028] 破真空后,在LF工位加热钢液温度至1570-1580℃进行吹N,N含量控制在0.011~0.013%。

[0029] 根据钢液温度情况进行渣面波动50~100mm的弱氩搅拌,时间大于20分钟,最终钢液的成分:C 0.43~0.45%,Si 0.20~0.30%,Mn 1.10~1.16%,S 0.010-0.030%,Cr 0.16~0.18%,Ni $\leq 0.08\%$,Al 0.025~0.035%,Mo ≤ 0.05 ,Ti 0.010~0.015%,N 0.010~0.013%,Fe余量。

[0030] (5) 连续浇注

[0031] 钢液温度1540~1560℃,钢包吊入连铸平台进行浇注,要求连铸过程长水口、浸入式水口进行密封防止钢液二次氧化,连铸坯二冷采用弱冷,采用M-EMS/F-EMS电磁搅拌,钢液过热度15-25℃,铸坯拉速0.38m/min。

[0032] (6) 铸坯保温

[0033] 连铸浇注完毕后铸坯进行保温,保温时间 ≥ 48 h,得到O、N含量及内生夹杂物达到高品质钢标准要求的半成品铸坯。

[0034] (7) 轧制过程坯

[0035] 轧制过程坯:410×530mm坯加热→除磷→1250轧机轧210×210mm ± 5 mm坯。

[0036] 加热过程控制:预热段温度 ≤ 850 ℃,加热一段温度1000-1150℃,加热二段温度1180-1200℃,均热一段温度1160-1200℃,均热二段温度1150-1200℃;连铸坯总加热时间8~13h,高温扩散时间 ≥ 4 h;

[0037] 除磷控制:采用水除磷,水压要求 ≥ 23 MPa。

[0038] 轧制过程:粗轧开轧温度 ≥ 1050 ℃,终轧温度 ≥ 990 ℃

[0039] (8) 连轧

[0040] 连轧过程:210×210mm方坯→晾钢控温→8架平立轧机轧制→穿水→冷床吹风冷

却→入坑保温。

[0041] 晾钢控温:过程坯轧制结束后在辊道上停留使得钢坯温度降870℃-890℃。

[0042] 8架平立轧机轧制:开轧温度870℃-890℃。

[0043] 穿水:钢材轧后进入水箱,水箱向钢材均匀喷水,要求钢材温度温降为80-100℃。

[0044] (9) 控制冷却

[0045] 冷床吹风:钢材上冷床温度要求 $\geq 650^{\circ}\text{C}$,风机吹风冷却,待钢材温度降至550℃,自然冷却。

[0046] (10) 入坑保温:钢材入坑温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$,保温48h

[0047] (11) 探伤:表面缺陷 $\leq 0.2\text{mm}$,内部探伤单个缺陷当量 $\leq \phi 2.8\text{mm}$ 。

[0048] (12) 检验包装。

[0049] 本发明方法的制备原理是:

[0050] 第一、精准控N及微合金化(V、Ti、Al)技术的运用。用气态N代替合金Si-N线进行控N,减低加N成本,N含量精准控制在 $\pm 30\text{ppm}$ 之内;通过对钒、钛、铝、氮元素加入量的合理化含量配比控制,使钒、钛元素的碳、氮化物充分析出,用析出强化来确保钢材强韧性的最佳配合。

[0051] 第二、C、Mn优化技术运用,根据钢材性能的要求,对C、Mn加入量进行精细化控制,在保证钢材正常使用性能的情况下,不出现应强度偏高给用户下料矫直带来困难的情况。

[0052] 第三、连铸浇注过程控制技术运用,浇注过程过热度控制在15~25℃,合理的拉速与末端电磁搅拌的最佳配合,减轻连铸坯芯部偏析程度。

[0053] 第四、采用新一代控轧控冷技术——冷却路径控制技术,通过精轧前的控温操作,轧后的控冷操作,使钢材晶粒度细小、组织均匀、强度高、韧性好。

[0054] 本发明具有以下优点:

[0055] 1、本发明在中碳碳素结构钢中加入的V、Ti、Al合金,加入的合金是我国资源丰富,且添加量少,大大降低了成本,控N冶炼技术目前成熟经验丰富。

[0056] 2、本发明利用连铸过程低过热度浇注及恒拉速控制,最终解决连铸坯心部偏析问题;

[0057] 3、本发明采用在线控轧控冷技术的运用,钢材力学热轧态性能指标达到调质钢材性能水平;

[0058] 4、本发明采用的大连铸坯(端面410mm×530mm)大压缩比(压缩比 ≥ 14)产材,保证钢材的均质化及性能稳定。

[0059] 5、本发明方法制备得到的钢材,直接进行冷加工生产液压活塞杆即可;与传统方法工艺相比,无需淬火、高温回火工序,从而不仅节省了工艺步骤;而且也省去了热处理设备,简化了生产工艺,降低了能耗,提高了材料的利用率,改善零部件质量,降低了制造成本25%~38%,具有良好的经济效益和社会效益。

附图说明

[0060] 图1为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的边缘显微组织结构图;

[0061] 图2为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的1/

2R显微组织结构图；

[0062] 图3为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的中心显微组织结构图；

[0063] 图4为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的低倍“黑心”照片。

具体实施方式

[0064] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。应当指出的是，以下的实施实例只是对本发明的进一步说明，但本发明的保护范围并不限于以下实施例。

[0065] 实施例1

[0066] 本实施例涉及一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的生产方法，具体包括如下步骤：

[0067] (1) 成分设计

[0068] 为了提升微合金V、Ti、Al的作用，精准控N，一方面加强析出强化，一方面达到细晶强化作用，达到钢材高强高韧的要求；运用控S技术提高冷加工性能。

[0069] (2) Consteel电炉初炼

[0070] 熔炼期，采用无电吹氧冶炼，分批次加入CaO与白云石进行造渣，一方面控制钢液较低温度下有利于向正反应方向进行的有利时机进行有效脱P，另一方面确保钢液的脱碳量。

[0071] 出钢期，为保证钢包到LF工位温度，要求电炉出钢温度 $\geq 1620^{\circ}\text{C}$ ，为防止钢液出钢速度过快造成的下渣，出钢时间 $\leq 120\text{S}$ ，出钢后做好炉后脱氧工作及大包合金化工作。且电炉出钢时大包脱氧剂及合金加入顺序为：铝锭或钢芯铝 \rightarrow 复合脱氧剂、预熔渣粉 \rightarrow 合金 \rightarrow 渣料；所述合金类别为金属锰、高碳铬铁、镍板、钢芯铝，且获得的粗炼钢水中合金含量要达到：C 0.10~0.30%，Si 0.10~0.20%，Mn 0.70~0.80%，S $\leq 0.020\%$ ，V $\leq 0.20\%$ ，Cr $\leq 0.20\%$ ，Ni $\leq 0.20\%$ ，Al 0.030-0.050%，Mo $\leq 0.10\%$ ，N $\leq 0.015\%$ ，Fe余量。

[0072] (3) LF精炼

[0073] 入LF精炼工位钢液温度 $\geq 1520^{\circ}\text{C}$ ，出钢结束至入精炼工位时间控制在15分钟以内；给电前氩气流量200-400NL/min，搅拌2-3min，所述LF精炼过程控制氩气流量为100-400NL/min；入罐后视渣况补加石灰200-400Kg，硅铝钙粉 $100 \pm 10\text{Kg}$ ，总渣量按1000~1100Kg控制。

[0074] LF精炼过程铝控制：入LF精炼工位时要求Al含量为0.030-0.040%；如Al含量不在0.030-0.040%之间，则在LF精炼前期按0.040%目标一次喂Al；真空后钢中Al含量采用喂线方式将Al调整到0.025%-0.035%；

[0075] LF精炼过程调渣：可根据钢中硫含量、渣况适当加CaO和萤石调渣，精炼炉扩散脱氧加入SiC粉或Al粉；渣变白后，少量、多批次加入SiC粉、C粉，且加入总量应控制在1.0-2.0kg/t，白渣精炼时间 ≥ 45 分钟。LF精炼后取样分析化学成分，合金化学成分达到控制目标要求、温度1620-1640 $^{\circ}\text{C}$ 时进入VD真空脱气工位；

[0076] 所述合金化学成分控制目标要求为C 0.43~0.45%，Si 0.20~0.30%，Mn 1.10~1.16%，Cr 0.16~0.18%，Ni $\leq 0.08\%$ ，Al 0.025~0.035%，Mo ≤ 0.05 ，Ti 0.010~

0.015%。

[0077] (4) VD真空脱气:

[0078] 真空脱气:真空度 ≤ 0.5 托下保持时间 ≥ 18 分钟;脱气操作时的氩气控制:真空时氩气流量50-100NL/min,极真空时氩气流量100-200NL/min;蒸汽压力 ≥ 0.90 Mpa,蒸汽温度 $\geq 175^{\circ}\text{C}$,水温 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 。

[0079] 破真空后,在LF工位加热钢液温度至1570-1580 $^{\circ}\text{C}$ 进行吹N,N含量控制在110~150ppm。

[0080] 根据钢液温度情况进行渣面波动50~100mm的弱氩搅拌,时间大于20分钟,最终钢液的成分:C 0.43~0.45%,Si 0.20~0.30%,Mn 1.10~1.16%,S 0.010-0.030%,Cr 0.16~0.18%,Ni $\leq 0.08\%$,Al 0.025~0.035%,Mo ≤ 0.05 ,Ti 0.010~0.015%,N 0.010~0.013%,Fe余量。

[0081] (5) 连续浇注

[0082] 钢液温度1540~1560 $^{\circ}\text{C}$,钢包吊入连铸平台进行浇注,要求连铸过程长水口、浸入式水口进行密封防止钢液二次氧化,连铸坯二冷采用弱冷,采用M-EMS/F-EMS电磁搅拌,钢液过热度15-25 $^{\circ}\text{C}$,铸坯拉速0.38m/min。

[0083] (6) 铸坯保温

[0084] 连铸浇注完毕后铸坯进行保温,保温时间 ≥ 48 h,得到O、N含量及内生夹杂物达到高品质钢标准要求的半成品铸坯。

[0085] (7) 轧制过程坯

[0086] 轧制过程坯:410 \times 530mm坯加热 \rightarrow 除磷 \rightarrow 1250轧机轧210 \times 210mm ± 5 mm坯。

[0087] 加热过程控制:预热段温度 $\leq 850^{\circ}\text{C}$,加热一段温度1000-1150 $^{\circ}\text{C}$,加热二段温度1180-1200 $^{\circ}\text{C}$,均热一段温度1160-1200 $^{\circ}\text{C}$,均热二段温度1150-1200 $^{\circ}\text{C}$;连铸坯总加热时间8~13h,高温扩散时间 ≥ 4 h;

[0088] 除磷控制:采用水除磷,水压要求 ≥ 23 MPa。

[0089] 轧制过程:粗轧开轧温度 $\geq 1050^{\circ}\text{C}$,终轧温度 $\geq 990^{\circ}\text{C}$

[0090] (8) 连轧

[0091] 连轧过程:210 \times 210mm方坯 \rightarrow 晾钢控温 \rightarrow 8架平立轧机轧制 \rightarrow 穿水 \rightarrow 冷床吹风冷却 \rightarrow 入坑保温。

[0092] 晾钢控温:过程坯轧制结束后在辊道上停留使得钢坯温度降870 $^{\circ}\text{C}$ -890 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0093] 8架平立轧机轧制:开轧温度870 $^{\circ}\text{C}$ -890 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0094] 穿水:钢材轧后进入水箱,水箱向钢材均匀喷水,要求钢材温度温降为80-100 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0095] (9) 控制冷却

[0096] 冷床吹风:钢材上冷床温度要求 $\geq 650^{\circ}\text{C}$,风机吹风冷却,待钢材温度降至550 $^{\circ}\text{C}$,自然冷却。

[0097] (10) 入坑保温:钢材入坑温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$,保温48h

[0098] (11) 探伤:表面缺陷 ≤ 0.2 mm,内部探伤单个缺陷当量 $\leq \phi 2.8$ mm。

[0099] (12) 检验包装。

[0100] 按着实施例1上述步骤制备得到的大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的化学成分:C 0.43~0.45%,Si 0.20~0.30%,Mn 1.10~1.16%,S 0.010-

0.030%,Cr 0.16~0.18%,Ni \leq 0.08%,Al 0.025~0.035%,Mo \leq 0.05,Ti 0.010~0.015%,N 0.010~0.013%,Fe余量。

[0101] 本实施例制备得到大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢,相关附图见:图1为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的边缘显微组织结构图;图2为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的1/2R显微组织结构图;图3为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的中心显微组织结构图;图4为为本发明的一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的低倍“黑心”照片。

[0102] 对比例1

[0103] 本对比例1涉及一种大规格冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢的生产流程,具体包括:110吨Consteel冶炼+70吨LF精炼+VD脱气→连铸机连铸410mm \times 530mm坯→缓冷→检查、修磨→轧钢事业部大棒作业区1250轧机开坯→8架连轧产材→控冷(穿水)→冷床冷却→入坑缓冷→矫直→表面清理→探伤→检验、检查→包装、上交。

[0104] 对上述实施例1制得 ϕ 90- ϕ 140mm冷加工工程机械液压活塞杆用高强高韧非调质钢4炉抽样检测其力学性能,不同规格钢材力学性能均满足力学性能,具体检测数据如表1(活塞杆用高强高韧非调质钢力学性能)所示。

[0105] 表1

炉号	钢种	规格	力学性能			
			Rm MPa	Rel MPa	A %	Z %
L19X33379	1106	Φ 140mm	854	560	20	35
L19X33379	1106	Φ 140mm	869	568	19.5	35
[0106] 20EB07517	1106	ϕ 120mm	865	578	19.0	38
20EB07517	1106	ϕ 120mm	853	564	19.0	36
20EA02024	1106	ϕ 100mm	860	586	20	36
20EA02024	1106	ϕ 100mm	858	582	21.0	41
20EB07517	1106	ϕ 90mm	855	566	18.5	41
20EB07517	1106	ϕ 90mm	868	585	19.0	38

[0107] 由表1数据显示:经抽样检测可知:液压活塞杆用高强高韧非调质钢材中非金属夹杂物A、B、C、D类和DS均 \leq 2.0级,具体如表2(液压活塞杆用高强高韧非调质钢非金属夹杂物的检测数据)所示。

[0108] 表2

炉号	钢种	规格	非金属夹杂物									
			A粗	A细	B粗	B细	C粗	C细	D粗	D细	DS	
L19X33379	1106	Φ 140mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0.5	0
L19X33379	1106	Φ 140mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0	0
20EB07517	1106	Φ 120mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0.5	0
20EB07517	1106	Φ 120mm	0	2.0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
20EA02024	1106	Φ 100mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0.5	0
20EA02024	1106	Φ 100mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0	0.5
20EB07517	1106	Φ 90mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0.5	0
20EB07517	1106	Φ 90mm	0	2.0	0	1.0	0	0	0	0	0	0

[0110] 对非调质钢,进行测试低倍“黑心”,其检测结果表3(液压活塞杆用高强高韧非调质钢材低倍“黑心”检测数据)所示。

[0111] 表3

炉号	钢种	规格	黑心直径
L19X33379	1106	Φ 140mm	2.0
L19X33379	1106	Φ 140mm	2.0
20EB07517	1106	Φ 120mm	1.5
20EB07517	1106	Φ 120mm	1.0
20EA02024	1106	Φ 100mm	1.5
20EA02024	1106	Φ 100mm	1.5
20EB07517	1106	Φ 90mm	1.0
20EB07517	1106	Φ 90mm	1.0

[0113] 液压活塞杆用高强高韧非调质钢材铁素体网状晶粒等级,经过抽样检测得知,本发明得到的液压活塞杆用高强高韧非调质钢材的铁素体网状组织精细化、均匀化:轧材铁素体网状晶粒 ≥ 6 级,横截面铁素体网状晶粒极差 ≤ 1.5 级,具体检测数据如表4(液压活塞杆用高强高韧非调质钢材铁素体网状晶粒等级的检测数据)所示。

[0114] 表4

炉号	钢种	规格	铁素体网状晶粒度
L19X33379	1106	Φ 140mm	6级
L19X33379	1106	Φ 140mm	6级

[0116]	20EB07517	1106	Φ 120mm	6 级
	20EB07517	1106	Φ 120mm	6 级
	20EA02024	1106	Φ 100mm	7 级
	20EA02024	1106	Φ 100mm	7 级
	20EB07517	1106	Φ 90mm	7 级
	20EB07517	1106	Φ 90mm	7 级

[0117] 因此,将本发明方法制得的液压活塞杆用高强高韧非调质钢,其在热轧状态下力学性能达到了液压活塞杆的使用要求,且钢材整体偏析度较好,利于用户摩擦焊接,钢材直接车削后加工为液压活塞杆,无需按照以往对钢材进行调质矫直处理才能加工,可节约生产成本28%-35%。

[0118] 本发明制得的高强高韧非调质钢加工为活塞杆装机使用后其各项性能均达到了调质钢的水平。

[0119] 为保证产品焊接性能加快我国在工程机械领域冷加工用非调质钢的使用和推广力度,做节约能源、减低成本的前行者。形成非调钢成套生产技术,形成自主知识产权的核心技术,实物质量达到国内、外同类产品水平,使产品质量稳定,具有批量生产的能力。

[0120] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质。

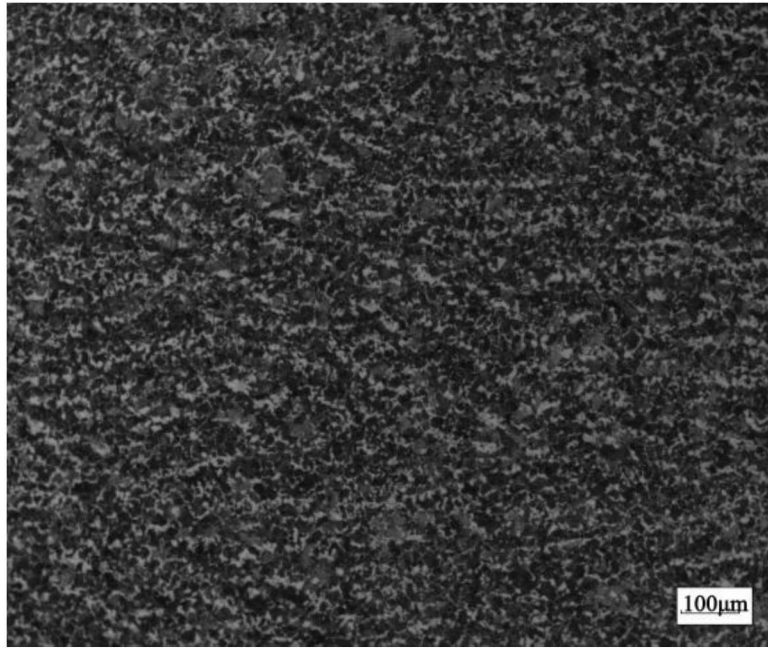


图1

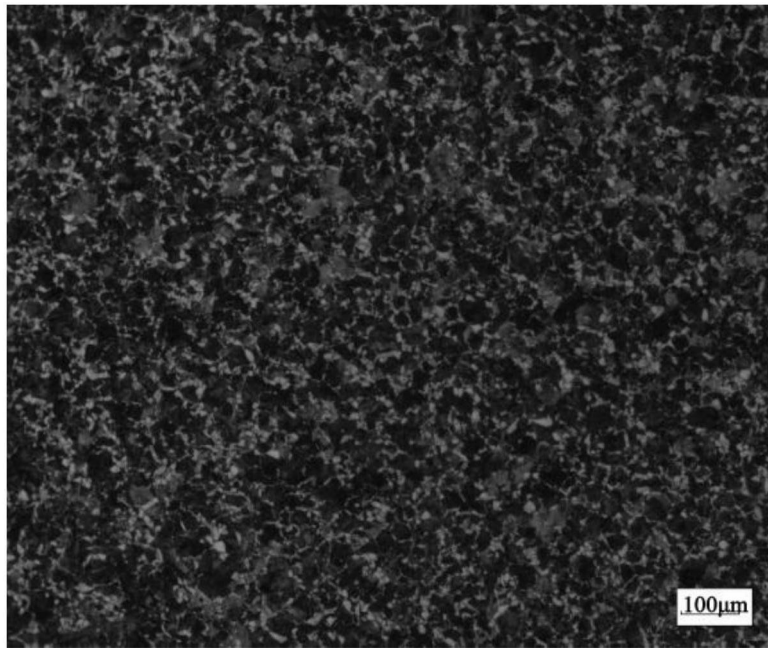


图2

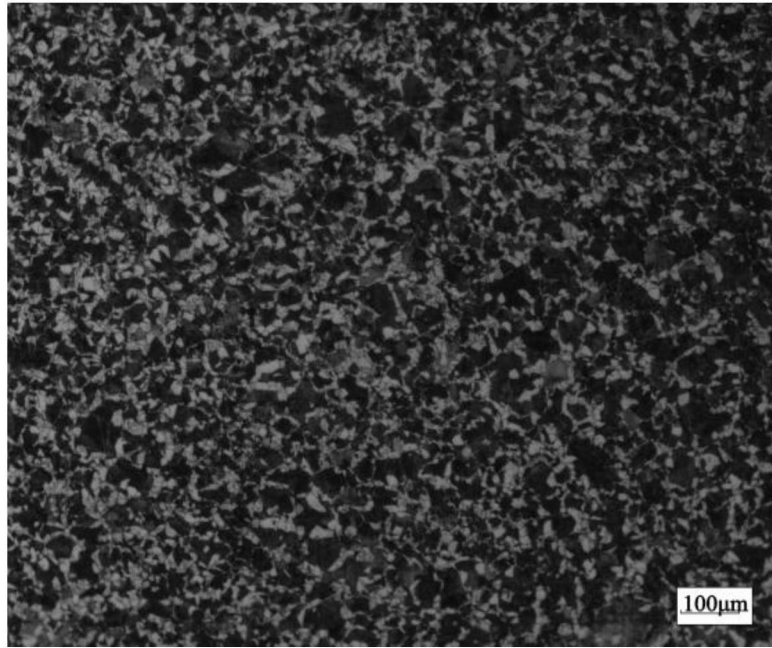


图3

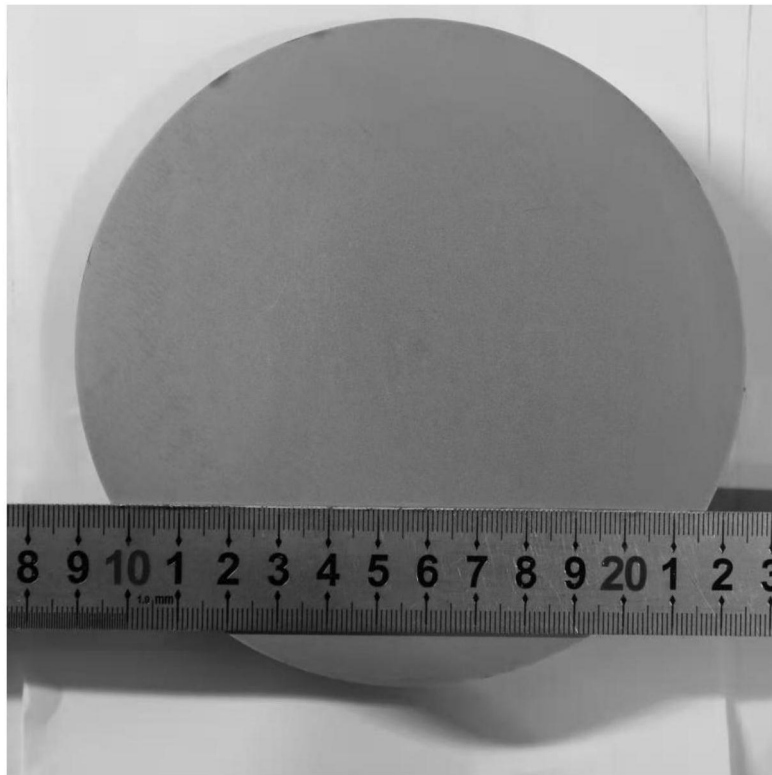


图4