



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101921962 A

(43) 申请公布日 2010.12.22

(21) 申请号 201010235924.1

B22D 11/18(2006.01)

(22) 申请日 2010.07.22

B22D 11/115(2006.01)

(71) 申请人 首钢总公司

B21B 37/74(2006.01)

地址 100041 北京市石景山区石景山路 68 号

(72) 发明人 李永东 熊化冰 安树均 周德光
易敏 张炳成 曾立 杨宏伟
李飞 李敏 王立峰 车金萍
李亚林 许东利 刘玉新 陈宏
周晓乐 刘岩 张为堂 刘晓岚

(74) 专利代理机构 首钢总公司专利中心 11117
代理人 史桂芬

(51) Int. Cl.

G22C 38/38(2006.01)

G22C 38/24(2006.01)

G21C 7/00(2006.01)

G21C 7/072(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种 D 级抽油杆钢及其生产方法

(57) 摘要

本发明提供了一种 D 级抽油杆钢及其生产方法。其钢种化学成分为(重量百分比):C:0.22-0.29%;Cr: \leq 1.03%;Mn:0.90-1.60%;Si:0.21-0.37%;V:0.04-0.12%;Al:0.015-0.050%;其余组份为 Fe 及不可避免的杂质。本发明解决了传统 D 级抽油杆钢主要选用价格昂贵的合金钢或高组份合金钢材质,产品生产及应用成本高的问题。该材质钢种通过采用转炉→连铸→连轧生产,解决了传统的电炉开坯、轧材,消耗能源高、生产工艺复杂、产品质量及加工应用工艺不稳定的问题。

1. 一种 D 级抽油杆钢,其特征在于:该钢的化学成分(重量百分比)为:C:0.22-0.29%;Cr: \leq 1.03%;Mn:0.90-1.60%;Si:0.21-0.37%;V:0.04-0.12%;Al:0.015-0.050%;其余组份为 Fe 及不可避免的杂质。

2. 如权利要求 1 所述的 D 级抽油杆钢,其特征在于:SSYD-1:C:0.22-0.29%;Cr: \leq 0.30%;Mn:1.31-1.60%;Si:0.21-0.37%;V:0.06-0.12%;Al:0.015-0.050%。

3. 如权利要求 1 所述的 D 级抽油杆钢,其特征在于:SSYD-1A:C:0.22-0.27%;Cr:0.81-1.03%;Mn:0.90-1.00%;Si:0.21-0.35%;V:0.04-0.08%;Al:0.015-0.050%。

4. 生产如权利要求 1 所述的 D 级抽油杆钢的方法,其特征在于:高炉铁水 \rightarrow 转炉冶炼 \rightarrow 炉外精炼 \rightarrow 全保护连铸 \rightarrow 步进式加热 \rightarrow 无扭连轧 \rightarrow 控轧控冷 \rightarrow 定尺剪切 \rightarrow 分切精整。

5. 如权利要求 4 中所述的 D 级抽油杆钢的生产方法,其特征在于:

①炼钢控制:当铁水 S $>$ 0.050%,进行铁水脱硫,目标 S 按 \leq 0.020%控制;终点碳控制目标:0.04-0.12%;挡渣出钢;

②脱氧造渣:首先用钢芯铝脱氧 0.4-0.6kg/t,然后渣面加铝粒 30-50kg 斤;精炼喂 Al 线 2.5-3.0m/t;造渣使用合成渣,15min 内造渣结束,TFE $<$ 1.0%;

③微合金化:加钒铁进行微合金化,按成分要求定量加入,钒吸收率为 90%;

④精炼控制:夹杂物变性处理,喂 Ca-Si 线 0.8-1.0m/t;精炼弱吹氩时间 10-20min,流量 30-50L/min;

⑤连铸控制:钢包转台底吹氩,压力 0.2-0.4MPa,流量 30-50L/min,时间 8-10min。采用全保护浇铸,结晶器电磁搅拌,铸坯拉速:180mm 方坯 1.3-1.6m/min,160mm 方坯 1.6-1.9m/min,中包钢水过热度 15-30 $^{\circ}$ C 的范围;

⑥钢坯冷却控制:铸坯避风堆冷 \geq 8 小时;

⑦轧制控制:开轧温度:980 $^{\circ}$ C \sim 1020 $^{\circ}$ C;高压水除磷,除磷压力大于 18MPa;终轧温度: ϕ 14 \sim 33mm 850 \sim 900 $^{\circ}$ C。

一种 D 级抽油杆钢及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种抽油杆用合金结构钢及其生产方法,特别适用于生产 D 级抽油杆用钢。

背景技术

[0002] D 级抽油杆钢是目前国内外石油行业机械提升开采作业中,使用比例最大的消耗类钢材。材料主要选用价格相对昂贵的合金元素或高组份合金进行生产制造,产品生产和应用成本高。此系列钢种原主要通过电炉+铸锭+开坯+二火轧制工艺进行生产,消耗能源高、生产工艺复杂、产品质量控制不稳定。其中:调质类型的 CrMo 系钢种含有必须的价格昂贵的 Mo 元素生产成本较高;非调质类型钢主要为贝氏体钢,为获得空冷贝氏体组织,需加入较高含量的合金元素,总量通常在 3.0%以上,并且为使抽油杆组织均匀,都需在锻制端头特殊形状后进行常化正火处理,材料的总体生产成本也比较高,并且在使用过程中产品性能方面的工艺控制难度较大,使用效果欠佳,目前还未出现能大面积推广使用的此类产品。

发明内容

[0003] 为有效解决以上两类问题,分析了石油行业的 D 级抽油杆技术要求,并对照目前行业发展工艺装备特点,提出了一种低成本高性能的 D 级抽油杆钢及其生产制造方法。产品牌号:SSYD-1、SSYD-1A。该产品摒弃了价格昂贵的合金元素,采用低成本合金元素 Mn、Cr,并采用微合金化工艺进行生产,有效降低了生产及应用成本。

[0004] 为实现发明目的本发明提供一种 D 级抽油杆钢及其生产方法,该钢种的化学成分为(重量百分比):

[0005] C:0.22-0.29%;Cr:≤1.03%;Mn:0.90-1.60%;Si:0.21-0.37%;V:0.04-0.12%;Al:0.015-0.050%;其余组份为 Fe 及不可避免的杂质。

[0006] SSYD-1:C:0.22-0.29%;Cr:≤0.30%;Mn:1.31-1.60%;Si:0.21-0.37%;V:0.06-0.12%;Al:0.015-0.050%。

[0007] SSYD-1A:C:0.22-0.27%;Cr:0.81-1.03%;Mn:0.90-1.00%;Si:0.21-0.35%;V:0.04-0.08%;Al:0.015-0.050%。

[0008] 生产 D 级抽油杆钢的方法,采用高炉铁水→转炉冶炼→炉外精炼→全保护连铸→步进式加热→无扭连轧→控轧控冷→定尺剪切→分切精整。

[0009] ①炼钢控制:当铁水 S>0.050%,进行铁水脱硫,目标 S 按≤0.020%控制;终点碳控制目标:0.04-0.12%;挡渣出钢;

[0010] ②脱氧造渣:首先用钢芯铝脱氧 0.4-0.6kg/t,然后渣面加铝粒 30-50kg 斤;精炼喂 Al 线 2.5-3.0m/t;造渣使用合成渣,15min 内造渣结束,TFE<1.0%。

[0011] ③微合金化:加钒铁进行微合金化,按成分要求定量加入,钒吸收率为 90%。

[0012] ④精炼控制:夹杂物变性处理,喂 Ca-Si 线(线径 Φ13mm)0.8-1.0m/t;精炼弱吹

氩时间 10-20min, 流量 30-50L/min;

[0013] ⑤连铸控制:钢包转台底吹氩, 压力 0.2-0.4MPa, 流量 30-50L/min, 时间 8-10min。采用全保护浇铸, 结晶器电磁搅拌, 铸坯拉速:180mm 方坯 1.3-1.6m/min, 160mm 方坯 1.6-1.9m/min, 中包钢水过热度 15-30℃的范围;

[0014] ⑥钢坯冷却控制:铸坯避风堆冷 \geq 8 小时;

[0015] ⑦轧制控制:开轧温度:980℃~1020℃;高压水除磷, 除磷压力大于 18MPa;终轧温度: ϕ 14~33mm 850~900℃。

[0016] 本发明的有益效果是,

[0017] 1、产品成分摒弃了价格昂贵的 Mo 元素和高组份合金, 选用相对廉价的少量 Mn、Cr 及微合金化元素 V, 降低了生产及应用成本;

[0018] 2、采用转炉冶炼、炉外精炼、Al 脱氧、微合金化、大方坯全保护浇注、控轧控冷方式、碳化钨辊环、分切精整等工艺技术进行生产。解决了采用电炉工艺开坯、轧材, 生产成本低, 钢厂和用户效益差、产品质量及加工应用工艺不稳定的问题。

具体实施方式:

[0019] 1、产品成份范围:

[0020] SSYD-1 :C :0.22-0.29% ;Cr : \leq 0.30% ;Mn :1.31-1.60% ;Si :0.21-0.37% ;V :0.06-0.12% ;Al_T :0.015-0.050%。其余为 Fe 及不可避免的残余元素。

[0021] SSYD-1A :C :0.22-0.29% ;Cr : \leq 0.30% ;Mn :1.31-1.60% ;Si :0.21-0.37% ;V :0.06-0.12% ;Al_T :0.015-0.050%。其余为 Fe 及不可避免的残余元素。

[0022] 2、生产工艺

[0023] 该钢种生产工艺流程为:高炉铁水脱硫→转炉冶炼→挡渣出钢→炉外精炼:包括 LF 炉、Al 脱氧、微合金强化、夹杂物处理→全保护浇注, 包括:180mm 方连铸坯、电磁搅拌、低过热度、自动配水、高液面浇注→避风堆冷→步进式加热炉→高压水除鳞→高刚度无扭连轧, 包括:脱头轧制、控制轧制、碳化钨辊环、大辊缝调整、激光测径→轧后弱穿水→定尺剪切→表面检查→端头分切→矫直探伤→包装入库。

[0024] 炼钢工艺特点:当铁水 S > 0.050%, 进行铁水脱硫, 目标 S 按 \leq 0.020%控制;终点碳按 0.06-0.12%控制, 挡渣出钢;加钢芯铝脱氧 0.4-0.6kg/t, 渣面加铝粒 30-50kg;采用硅锰合金配 Si, 目标 0.25%, 不足 Mn 采用高碳锰铁配加, 目标 Mn :1.25%;加钒铁进行微合金化, 按成分要求定量加入, 钒吸收率为 90%;LF 炉精炼钢水喂 Al 线 2.5-3.0m/t;根据过程样, 使用钢芯铝调整铝含量, 保结束铝含量达到 0.028-0.040%;夹杂物变性处理, 喂 Ca-Si 线, 线径 ϕ 13mm, 0.8-1.0m/t;精炼弱吹氩时间 \geq 10 分钟, 弱吹氩流量 30-50L/min, 以渣面微动, 不见钢水为宜;钢包转台底吹氩, 压力 0.2-0.4MPa, 流量 30-50L/min, 时间 8-10min;采用全保护浇铸, 结晶器电磁搅拌, 铸坯拉速:180mm 方坯 1.3-1.6m/min, 160mm 方坯 1.6-1.9m/min, 中包钢水过热度 15-30℃的范围;正常浇注, 保持高液面浇注, 过程液面 \geq 650mm。铸坯避风堆冷, \geq 8 小时发坯。

[0025] 轧钢工艺特点:步进式加热炉加热, 高压水除磷, 除磷压力大于 18MPa, 开轧温度:980℃~1020℃;同根钢坯温差按 \geq 20℃;碳化钨辊环轧制。终轧温度: ϕ 14~33mm 850~900℃。轧后进行弱穿水, 降低轧材表面温度, 降低划伤深度, 同时减少二次氧化铁皮的生

成。产品分段剪切后,分切精整后入库待发。

[0026] 3、产品质量水平及开发实例

[0027] 本发明 D 级抽油杆钢及通过该发明技术工艺生产的产品各项指标均全面满足 YB/T054-1994 标准和国内外客户的技术要求。产品实物质量达到国际先进水平。

[0028] 材料力学性能检验(标准试样)相应的调质处理工艺制度如下:1、淬火温度 $880^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$,保温 1 小时后,进行(油或水)淬火;2、回火温度 $500^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$,保温 1 小时后,进行水冷至室温。

[0029] 产品试制推广应用期间,分别于 2005 年 10 月、2007 年 11 月分阶段进行并通过了行业疲劳寿命测试。采用此工艺生产的产品截止本稿拟稿时已进行了超过 782 炉钢的生产,产品生产总产量已达 12 万吨以上,产品应用遍布国内外各大油田,发挥着巨大的社会效益和经济效益。

[0030] 产品实物质量状况,具体实例如下:

[0031] 表 1:材料化学成分实例(SSYD-1)

单位: %

[0032]

序号	炉号	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	V
1	5E11033	0.22	0.22	1.42	0.010	0.010	0.030	0.010	0.01	0.01	0.090
2	6D06367	0.29	0.26	1.43	0.020	0.010	0.030	0.010	0.01	0.01	0.100
3	6E01613	0.23	0.21	1.44	0.020	0.010	0.020	0.010	0.01	0.01	0.100
4	5C04843	0.27	0.37	1.38	0.020	0.000	0.020	0.030	0.01	0.01	0.100
5	9C05710	0.23	0.30	1.31	0.016	0.008	0.028	0.023	0.01	0.01	0.074
6	5F10219	0.25	0.23	1.60	0.010	0.010	0.030	0.010	0.01	0.01	0.080
7	7E04642	0.24	0.27	1.43	0.007	0.006	0.036	0.010	0.01	0.01	0.080
8	6D04310	0.24	0.27	1.42	0.030	0.010	0.030	0.010	0.01	0.01	0.090
9	8B06265	0.26	0.30	1.35	0.011	0.003	0.037	0.025	0.01	0.01	0.064
10	6F08352	0.24	0.28	1.47	0.010	0.020	0.030	0.010	0.01	0.01	0.100
11	8B00338	0.26	0.31	1.36	0.016	0.005	0.015	0.050	0.01	0.01	0.092
12	7A07469	0.28	0.33	1.39	0.015	0.009	0.050	0.025	0.01	0.01	0.083
13	7F04929	0.25	0.27	1.42	0.015	0.005	0.035	0.010	0.01	0.01	0.080
14	8B00338	0.26	0.31	1.36	0.016	0.005	0.015	0.050	0.01	0.01	0.092
15	7B03983	0.26	0.30	1.33	0.010	0.000	0.030	0.030	0.01	0.01	0.060
16	7A03854	0.25	0.30	1.39	0.010	0.010	0.040	0.020	0.01	0.01	0.120

[0033] 表 2:材料化学成分实例(SSYD-1A)

单位: %

[0034]

序号	炉号	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	Cu	V
1	6E11217	0.22	0.25	0.95	0.013	0.005	0.025	0.920	0.01	0.01	0.060
2	9A06971	0.27	0.26	0.94	0.010	0.006	0.035	0.940	0.01	0.01	0.059
3	7B06961	0.23	0.21	0.93	0.010	0.008	0.029	0.870	0.01	0.01	0.054
4	6E10353	0.26	0.35	0.95	0.014	0.008	0.028	0.830	0.01	0.01	0.040
5	8C04221	0.23	0.26	0.90	0.012	0.007	0.028	1.000	0.01	0.01	0.065
6	6D11085	0.25	0.26	1.00	0.012	0.005	0.035	0.960	0.01	0.008	0.050
7	7A08333	0.24	0.25	0.95	0.007	0.004	0.034	0.930	0.01	0.01	0.062
8	8C03973	0.23	0.24	0.95	0.021	0.006	0.039	0.950	0.01	0.01	0.061
9	7A03064	0.26	0.25	0.91	0.017	0.002	0.019	0.920	0.01	0.01	0.055
10	6F08193	0.24	0.29	0.95	0.010	0.020	0.030	0.860	0.01	0.01	0.060
11	8C03976	0.25	0.25	0.95	0.014	0.007	0.015	0.920	0.01	0.01	0.060
12	6D06451	0.25	0.30	0.93	0.020	0.010	0.050	0.840	0.01	0.01	0.060
13	6E11225	0.24	0.26	0.94	0.010	0.015	0.039	0.810	0.01	0.01	0.050
14	8A01816	0.23	0.25	0.95	0.009	0.012	0.041	1.030	0.01	0.01	0.067
15	6E10355	0.25	0.26	0.92	0.009	0.007	0.020	0.850	0.01	0.001	0.040
16	6C06569	0.25	0.26	0.94	0.010	0.010	0.020	0.930	0.01	0.01	0.080

[0035]

[0036] 表 3 :SSYD-1、SSYD-1A 抽油杆钢材料疲劳检测报告 单位 : %

[0037]

牌号	规格	等级	试件编号	加载应力, Mpa	应力比 R	循环次数	备注	检测日期
SSYD-1	22	D	1/2/3/4/5#	406	0.1	>1*10 ⁶	未断	2005 年 10 月
	25	D	1/2/3/4/5#	406	0.1	>1*10 ⁶	未断	2005 年 10 月
SSYD-1A	19	D	1/2/3/4/5#	406	0.1	>1*10 ⁶	未断	2007 年 11 月
	22	D	1/2/3/4/5#	406	0.1	>1*10 ⁶	未断	2007 年 11 月
	25	D	1/2/3/4/5#	406	0.1	>1*10 ⁶	未断	2007 年 11 月

[0038] 采用本专利的技术效果 :

[0039] 1、该 D 级抽油杆钢, 不含贵重元素, 生产成本低, 产品性能比高, 得到了油田用户的普遍认可。

[0040] 2、采用该生产工艺生产的 D 级抽油杆钢, 通过采用 Al 脱氧、V 微合金化、全保护浇铸、铸坯高压水除磷、180/160mm 方坯无扭控轧控冷、专用碳化钨辊环、轧后弱穿水、分切精整等工艺控制方法, 能够稳定生产出满足行业标准要求的 D 级抽油杆钢。

[0041] 3、牌号为 :SSYD-1、SSYD-1A, 产品规格为 $\phi 14 \sim \phi 35\text{mm}$ 。通过该生产工艺生产的材料材质优良、尺寸精度高、表面质量好。各项指标均满足 YB/T054-1994 及国内外客户对材料的验收标准要求。产品热处理力学性能指标统计范围 :SSYD-1 屈服强度为 780 ~ 1260Mpa ;抗拉强度为 885 ~ 1290Mpa ;延伸率为 12.5-20.0% ;面缩率为 55.0 ~ 69.0% ;冲击功为 81 ~ 195J。SSYD-1A 屈服强度为 845 ~ 1260Mpa ;抗拉强度为 895 ~ 1310Mpa ;延伸率为 12.0-19.0% ;面缩率为 53.5 ~ 85.0% ;冲击功为 81 ~ 196J。