



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110527909 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910858103.4	<i>G22C 38/44</i> (2006.01)
(22)申请日 2019.09.11	<i>G22C 38/50</i> (2006.01)
(71)申请人 本钢板材股份有限公司	<i>G22C 38/60</i> (2006.01)
地址 117000 辽宁省本溪市平山区人民路 16号	<i>G22C 33/06</i> (2006.01)
(72)发明人 王德勇 齐锐 张群 卢秉军	<i>G21C 7/10</i> (2006.01)
齐峰 阚开 赵千水 张涛 李涛	<i>G21C 7/06</i> (2006.01)
(74)专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事 务所(特殊普通合伙) 21234	<i>G21C 7/068</i> (2006.01)
代理人 任凯	<i>G21D 8/06</i> (2006.01)
(51)Int.Cl.	
<i>G22C 38/02</i> (2006.01)	
<i>G22C 38/04</i> (2006.01)	
<i>G22C 38/06</i> (2006.01)	
<i>G22C 38/42</i> (2006.01)	

权利要求书2页 说明书4页

(54)发明名称

一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法

(57)摘要

本发明属于冶金领域,具体涉及一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法。本发明的技术方案如下:包括如下步骤:1)EBT电炉冶炼:采用废钢加铁水作为炉料,废钢采用的是不含杂质元素的优质废钢,配比为15~35%;铁水采用低磷、低硫铁水,配比65~85%;2)LF精炼:进行通电化渣10min,渣化好后进行捞渣作业;然后喂入Al线;加入扩散脱氧剂;脱氧良好后将成分调整到目标;3)VD真空脱气:将Al调整到0.025~0.035%;入VD温度1570~1610℃,真空度达到100Pa以下,保持时间≥20min;4)连铸:连铸机制中方坯;5)加热轧制:将铸坯轧制为棒材。本发明既保证了轴承钢的低氧、低钙、低夹杂物含量等指标,又保证了轴承钢的钛含量达到了特级优质轴承钢质量水平。

1. 一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) EBT电炉冶炼:采用废钢加铁水作为炉料,废钢采用的是不含杂质元素的优质废钢,配比为15~35%;铁水采用低磷、低硫铁水,配比65~85%;氧化温度1555~1585℃,出钢温度1635~1650℃;钢水成分按质量百分比控制为:C:0.96~1.04%、Si:0.18~0.30%、Mn:0.30~0.42%、P:≤0.020%、S:≤0.012%、Cr:1.42~1.56%、Mo:≤0.08%、Al:≤0.05%、Cu:0.05~0.10%、Ni:≤0.20%、O:≤0.0006%、Ti:≤0.0015%、Ca:≤0.0010%、Pb:≤0.002%、Sb:≤0.005%、Sn:≤0.03%、As:≤0.04%,余量为铁和不可避免的杂质;

2) LF精炼:进行通电化渣10min,渣化好后进行捞渣作业;然后喂入Al线;加入扩散脱氧剂;脱氧良好后将成分调整到目标;

3) VD真空脱气:将Al调整到0.025~0.035%;入VD温度1570~1610℃,真空度达到100Pa以下,保持时间≥20min;

4) 连铸:连铸机制中方坯;

5) 加热轧制:将铸坯轧制为棒材。

2. 根据权利要求1所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述步骤1)中,冶炼全过程不允许使用钙或钙合金作脱氧剂,冶炼全过程应防止钛污染,不允许直接在含钛钢种后生产,需在Ti≤50ppm轴承钢浇次生产后排产,钢包使用上浇次轴承钢钢包;配C量≥1.10%,氧气氧化,激烈沸腾、自动流渣,脱碳重量≥0.30%;出钢要求:C为≤0.010%,P≤0.010%,其它残余元素合格,出钢1/4~1/3时加入预脱氧剂、增碳剂、铁合金及渣料。

3. 根据权利要求2所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述预脱氧剂为低碳硅铁;所述铁合金包括低钛高铬、中锰、废铜;所述渣料包括活性石灰、氧化铝粉。

4. 根据权利要求1所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述步骤2)中,采用渣盘捞渣将电炉出钢过程中的氧化渣捞除,减少渣中二氧化钛含量,减少钛的还原,然后喂入Al线100~120米,将钢中Al调整到0.02%~0.04%,LF全过程控制Al≤0.050%,第一批加入扩散脱氧剂1~3kg/t进行扩散脱氧,闭炉门10min,加入第二批扩散脱氧剂,扩散脱氧剂总加入量2~4kg/t,渣白后温度符合要求取一次样;精炼全过程不允许使用含Ca脱氧剂;全分析后继续扩散脱氧,保持还原气氛至吊包,白渣保持时间不少于25min;脱氧良好后按控制成分目标加入烘烤的低钛高铬、中锰、低碳硅铁,将成分调整到目标;全程控制氩气压力0.2~0.3MPa,以渣面波动,钢水不裸露为准,防止钢水裸露造成二次氧化。

5. 根据权利要求1所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述步骤3)中,喂线后静吹氩时间≥25min,氩气压力0.1~0.3MPa,以渣面微动,钢水不裸露为准,防止二次氧化;吊包温度控制在1525~1545℃。

6. 根据权利要求1所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述步骤4)中,连铸时,大包第一炉温度1525~1535℃、连浇1505~1515℃,中间包温度1570~1575℃,拉速0.75m/min,二冷水比水量0.25L/kg,结晶器电磁搅拌电流450A,末端电磁搅拌电流330A,频率8Hz;严格执行全过程保护浇铸,结晶器保护渣使用专用高碳钢保护渣;铸坯保温时间≥30h。

7. 根据权利要求1所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其特征在于,所述步

骤5)中,加热采用蓄热式步进梁加热炉加热,加热温度1235℃,均热时间98min,总加热时间380~448分钟;出炉温度1180~1200℃;轧制采用的是800初轧机,650精轧机;其中开轧温度1100~1200℃,终轧温度850~1000℃,轧后钢材应及时进行缓冷;钢材入坑温度 ≥ 550 ℃,出坑温度 ≤ 200 ℃,保温时间 ≥ 48 h;终轧温度目标控制在750~850℃。

一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金领域,具体涉及一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法。

背景技术

[0002] 轴承钢是一种重要的钢铁材料,轴承钢中的氮化物主要以TiN或TiCN存在,氮化钛是一种硬而脆的夹杂物,它对钢的疲劳寿命十分有害,现在下游用户对冶金企业生产的轴承钢内部冶金质量要求越来越严(如夹杂物、碳化物等),特别是对钢中大颗粒夹杂物TiN的尺寸、数量及分布要求苛刻,这是因为①氮化钛(TiN)夹杂物破坏了钢基体的连续性,在外加变形力情况下易产生应力集中;②钢在变形或热处理时,由于金属基体与TiN夹杂物的热膨胀系数不同,在金属与TiN夹杂物界面形成初始裂纹,是金属进一步疲劳破坏的疲劳源;③TiN夹杂物坚硬、呈棱角状,易导致轴承滚动时掉块,影响疲劳寿命。将钢中的钛含量尽量降低,减小其形成氮化钛夹杂物的可能性,轴承钢对于钛的要求是越低越好。GB/T18254-2016将轴承钢分为三个等级,分别为优质、高级优质、特级优质,而特级优质轴承钢要求钢中Ti含量 $\leq 15\text{ppm}$ 。

[0003] 冶炼超低钛轴承钢的最大的技术难点在于钛含量的控制,钢中的钛大部分来自于铁合金,生产轴承钢使用的合金包括铬铁、锰铁、硅铁等,因此为了降低钛含量,目前采用的冶炼方法首选是使用含钛较低的合金。

[0004] 现在普遍采用使用低钛铬铁生产低钛轴承钢的冶炼方法钢较为容易实现,但要实现超低钛轴承钢($\text{Ti} \leq 15\text{ppm}$)的生产,仅仅使用低钛合金是满足不了钛含量控制要求的。

发明内容

[0005] 本发明提供一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,既保证了轴承钢的低氧、低钙、低夹杂物含量等指标,又保证了轴承钢的钛含量达到了特级优质轴承钢质量水平。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,包括如下步骤:

[0008] 1) EBT电炉冶炼:采用废钢加铁水作为炉料,废钢采用的是不含杂质元素的优质废钢,配比为15~35%;铁水采用低磷、低硫铁水,配比65~85%;氧化温度1555~1585 $^{\circ}\text{C}$,出钢温度1635~1650 $^{\circ}\text{C}$;钢水成分按质量百分比控制为:C:0.96~1.04%、Si:0.18~0.30%、Mn:0.30~0.42%、P: $\leq 0.020\%$ 、S: $\leq 0.012\%$ 、Cr:1.42~1.56%、Mo: $\leq 0.08\%$ 、Al: $\leq 0.05\%$ 、Cu:0.05~0.10%、Ni: $\leq 0.20\%$ 、O: $\leq 0.0006\%$ 、Ti: $\leq 0.0015\%$ 、Ca: $\leq 0.0010\%$ 、Pb: $\leq 0.002\%$ 、Sb: $\leq 0.005\%$ 、Sn: $\leq 0.03\%$ 、As: $\leq 0.04\%$,余量为铁和不可避免的杂质;

[0009] 2) LF精炼:进行通电化渣10min,渣化好后进行捞渣作业;然后喂入Al线;加入扩散脱氧剂;脱氧良好后将成分调整到目标;

[0010] 3) VD真空脱气:将Al调整到0.025~0.035%;入VD温度1570~1610 $^{\circ}\text{C}$,真空度达到100Pa以下,保持时间 $\geq 20\text{min}$;

[0011] 4) 连铸:连铸机制中方坯;

[0012] 5) 加热轧制:将铸坯轧制为棒材。

[0013] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述步骤1)中,冶炼全过程不允许使用钙或钙合金作脱氧剂,冶炼全过程应防止钛污染,不允许直接在含钛钢种后生产,需在 $Ti \leq 50\text{ppm}$ 轴承钢浇次生产后排产,钢包使用上浇次轴承钢钢包;配C量 $\geq 1.10\%$,氧气氧化,激烈沸腾、自动流渣,脱碳重量 $\geq 0.30\%$;出钢要求:C为 $\leq 0.010\%$,以保证钢中含有一定量的氧,在合金化时能够将合金中的钛氧化去除; $P \leq 0.010\%$,其它残余元素合格,出钢 $1/4 \sim 1/3$ 时加入预脱氧剂、增碳剂、铁合金及渣料。

[0014] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述预脱氧剂为低碳硅铁;所述铁合金包括低钛高铬、中锰、废铜;所述渣料包括活性石灰、氧化铝粉。

[0015] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述步骤2)中,采用渣盘捞渣将电炉出钢过程中的氧化渣捞除,减少渣中二氧化钛含量,减少钛的还原,然后喂入A1线 $100 \sim 120$ 米,将钢中A1调整到 $0.02\% \sim 0.04\%$,LF全过程控制A1 $\leq 0.050\%$,第一批加入扩散脱氧剂 $1 \sim 3\text{kg/t}$ 进行扩散脱氧,闭炉门 10min ,加入第二批扩散脱氧剂,扩散脱氧剂总加入量 $2 \sim 4\text{kg/t}$,渣白后温度符合要求取一次样;精炼全过程不允许使用含Ca脱氧剂;全分析后继续扩散脱氧,保持还原气氛至吊包,白渣保持时间不少于 25min ;脱氧良好后按控制成分目标加入烘烤的低钛高铬、中锰、低碳硅铁,将成分调整到目标;全程控制氩气压力 $0.2 \sim 0.3\text{MPa}$,以渣面波动,钢水不裸露为准,防止钢水裸露造成二次氧化。

[0016] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述步骤3)中,喂线后静吹氩时间 $\geq 25\text{min}$,氩气压力 $0.1 \sim 0.3\text{MPa}$,以渣面微动,钢水不裸露为准,防止二次氧化;吊包温度控制在 $1525 \sim 1545^\circ\text{C}$ 。

[0017] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述步骤4)中,连铸时,大包第一炉温度 $1525 \sim 1535^\circ\text{C}$ 、连浇 $1505 \sim 1515^\circ\text{C}$,中间包温度 $1570 \sim 1575^\circ\text{C}$,拉速 0.75m/min ,二冷水比水量 0.25L/kg ,结晶器电磁搅拌电流 450A ,末端电磁搅拌电流 330A ,频率 8Hz ;严格执行全过程保护浇铸,结晶器保护渣使用专用高碳钢保护渣;铸坯保温时间 $\geq 30\text{h}$ 。

[0018] 所述的含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,其优选方案为,所述步骤5)中,加热采用蓄热式步进梁加热炉加热,加热温度 1235°C ,均热时间 98min ,总加热时间 $380 \sim 448$ 分钟;出炉温度 $1180 \sim 1200^\circ\text{C}$;轧制采用的是 800 初轧机, 650 精轧机;其中开轧温度 $1100 \sim 1200^\circ\text{C}$,终轧温度 $850 \sim 1000^\circ\text{C}$,轧后钢材应及时进行缓冷;钢材入坑温度 $\geq 550^\circ\text{C}$,出坑温度 $\leq 200^\circ\text{C}$,保温时间 $\geq 48\text{h}$;终轧温度目标控制在 $750 \sim 850^\circ\text{C}$ 。

[0019] 本发明的有益效果为:本发明通过合理选择工艺路线、合理设计工艺参数,使得钢的纯净度高、夹杂物级别低;钛含量可控制到 15ppm 以内、氧含量可控制到 6ppm 以内,圆钢的表面质量良好,且质量稳定,完全满足国内外超低钛轴承钢客户的需求。通过采用优质废钢和铁水为原料,保证了精炼前钢水的纯净度;通过控制EBT终点碳含量,降低终渣氧含量及采用捞渣工艺排除氧化渣,降低精炼前渣中的氧化性;通过LF白渣精炼及微正压操作,最大限度的去除钢中夹杂物;通过VD循环及VD后软吹操作进一步净化钢液;通过连铸全过程保护浇铸及结晶器电磁搅拌技术应用防止钢液二次氧化及促使夹杂物上浮排除。以上这些措施保证了钢水具有较低的氧含量和夹杂物含量。通过采用在出钢过程中脱氧前添加低钛合

金,利用钢液中的氧将合金中的钛氧化去除,并利用捞渣工艺将含钛钢渣去除,可以防止精炼过程中二氧化钛的还原,精炼造渣过程采用弱脱氧剂防止二氧化钛的还原,连铸过程使用低钛保护渣,最终实现钢水具有较低的钛含量。精炼过程严禁使用含钙合金及脱氧剂,从而保证钢中较低的钙含量。

具体实施方式

[0020] 一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-J的制备方法,包括如下步骤:

[0021] 1) EBT电炉冶炼

[0022] 配料为38t铁水配15t废钢;通过超音速氧枪向钢水中吹入氧气脱C,激烈沸腾、自动流渣,氧化温度1580℃,出钢时C为0.05%,P为0.006%,其它残余元素合格,温度1645℃,出钢1/4时加入预脱氧剂低碳硅铁50kg、增碳剂300kg、铁合金(低钛高铬900kg、中锰120kg、废铜40kg)、渣料(活性石灰300kg、氧化铝粉50kg)。

[0023] 2) LF精炼

[0024] 进站后进行通电化渣10min,渣化好后进行捞渣作业,采用渣盘捞渣将电炉出钢过程中的氧化渣捞除,共捞3盘渣。然后喂入Al线100米,将钢中Al调整到0.035%,LF全过程控制Al≤0.050%,第一批加入扩散脱氧剂105kg/t进行扩散脱氧,闭炉门10min,加入第二批,总加入量120kg/t,渣白后温度符合要求取一次样;全分析后继续扩散脱氧,保持还原气氛至吊包,白渣保持时间28min。脱氧良好后按控制成分目标加入烘烤的低钛高铬、中锰、低碳硅铁等合金,将成分调整到目标。全程控制氩气压力0.2~0.3MPa,以渣面波动,钢水不裸露为准,防止钢水裸露造成二次氧化。吊包温度1590℃。

[0025] 3) VD脱气处理

[0026] 入VD温度1585℃,Al含量0.035%。真空度达到100Pa以下,保持时间25min。喂线后静吹氩时间28min,氩气压力0.25MPa,以渣面微动,钢水不裸露为准,防止二次氧化。吊包温度在1520℃。

[0027] 4) 连铸

[0028] 大包平台温度1515℃,中间包温度1574℃、1572℃、1573℃,拉速0.75m/min,二冷水比水量0.25L/kg,结晶器电磁搅拌电流450A,末端电磁搅拌电流330A,频率8Hz。严格执行全过程保护浇铸,结晶器保护渣使用专用高碳钢保护渣。铸坯保温时间35h。

[0029] 5) 加热轧制

[0030] 加热采用蓄热式步进梁加热炉加热,加热温度1235℃,均热时间98min,总加热时间420分钟。出炉温度1190℃。轧制采用的是800初轧机,650精轧机组。其中开轧温度1120℃,终轧温度950℃,轧后钢材应及时进行缓冷。钢材入坑温度≥550℃,出坑温度≤200℃,保温时间≥48h。

[0031] 产品化学成分如表一所示。

[0032] 表一化学成分(质量百分数)/%

[0033]

C	Si	Mn	P	S	Cu	Alt	Cr	Ni
0.97	0.22	0.31	0.017	0.002	0.07	0.018	1.46	0.02
Mo	Sb	Sn	As	Pb	Bi	0	Ti	Ca
0.01	0.0001	0.0014	0.0010	0.0014	0.0001	0.0005	0.0012	0.0005

[0034] 产品夹杂物A、B类均为0.5级，C、D、Ds类均为0级；其中Ti元素含量控制在0.0012%、氧含量控制在0.0005%，同时具有较高的纯净度。