



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115011871 A

(43) 申请公布日 2022.09.06

(21) 申请号 202210487708.9	<i>G22C 38/58</i> (2006.01)
(22) 申请日 2022.05.06	<i>G22C 38/22</i> (2006.01)
(71) 申请人 本钢板材股份有限公司	<i>G22C 38/44</i> (2006.01)
地址 117000 辽宁省本溪市平山区人民路 16号	<i>G22C 38/06</i> (2006.01)
	<i>G22C 38/20</i> (2006.01)
	<i>G22C 38/42</i> (2006.01)
(72) 发明人 王德勇 齐锐 卢秉军 齐峰	<i>G22C 33/06</i> (2006.01)
阚开 赵千水 张群 蒋艳菊	<i>G21D 8/06</i> (2006.01)
(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任 公司 21212	<i>G21C 7/06</i> (2006.01)
专利代理师 李娜 李馨	<i>G21C 7/10</i> (2006.01)

(51) Int. Cl.  
*G22C 38/02* (2006.01)  
*G22C 38/04* (2006.01)  
*G22C 38/34* (2006.01)  
*G22C 38/38* (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

## (54) 发明名称

一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,属于钢材生产领域。一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,所述方法中控制钢水成分,按质量百分比计为:C:0.80~1.20%、Si:0.10~2.00%、Mn:0.20~2.50%、P:≤0.020%、S:≤0.012%、Cr:1.20~2.50%、Mo:≤0.08%、Al:≤0.05%、Cu:0.25~0.50%、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。本发明包括下列步骤:EBT电炉冶炼→LF精炼→VD真空脱气→连铸中方坯→Φ800mm棒材连轧机轧制。采用本方法能够有效降低轴承钢中钛含量,使其满足特级优质轴承钢质量要求,而且夹杂物、氧含量等指标也能达到标准要求。

1. 一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,其特征在于:所述方法中控制钢水成分,按质量百分比计为:

C:0.80~1.20%、Si:0.10~2.00%、Mn:0.20~2.50%、P: $\leq$ 0.020%、S: $\leq$ 0.012%、Cr:1.20~2.50%、Mo: $\leq$ 0.08%、Al: $\leq$ 0.05%、Cu:0.25~0.50%、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。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所方法包括下述工艺步骤:EBT电弧炉冶炼钢水、LF钢包精炼炉精炼钢水、VD真空脱气炉精炼钢水、连铸方坯、加热、轧制,其中,所述EBT电弧炉冶炼钢水步骤为:采用废钢加铁水作为炉料,废钢配比为15~35%,铁水配比65~85%;配C量 $\geq$ 1.10%,氧气氧化,激烈沸腾、自动流渣,氧化温度1555~1585 $^{\circ}$ C,脱碳重量 $\geq$ 0.30%,出钢要求:C为 $\leq$ 0.10%,P $\leq$ 0.010%,其它残余元素合格,温度1635~1650 $^{\circ}$ C,出钢过程要采用氧化法进行合金脱钛处理,即利用钢中的氧将合金中的钛氧化去除,以达到超低钛含量的目的,合金按以下顺序加入,在出钢1/4~1/3时先加入低钛高铬8~15kg/t,中锰10~35kg/t,后加入低碳硅铁5~20kg/t、低钛增碳剂8~10kg/t、活性石灰4~6kg/t、氧化铝粉2~4kg/t。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述废钢采用不含杂质元素的优质废钢;所述铁水采用低磷、低硫铁水。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述LF钢包精炼炉精炼钢水步骤为:除渣,采用渣盘除渣将电炉出钢过程中产生的氧化渣捞除,以清除渣中二氧化钛,减少二氧化钛的在精炼过程中还原成钛进入到钢液中,造成钢水增钛;化渣,将钢中Al调整至0.020%~0.040%,LF全过程控制Al $\leq$ 0.050%,第一批加入扩散脱氧剂硅铁粉1~3kg/t进行扩散脱氧,闭炉门10min,加入第二批,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、废铜合金,将成分调整到目标,全程控制氩气压力0.2~0.3MPa。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述VD真空脱气炉精炼钢水的步骤为:入VD温度1570~1610 $^{\circ}$ C,入VD前将Al调整到0.025~0.035%,从而保证成品Al达到0.015~0.025%,真空度达到100Pa以下,保持时间 $\geq$ 20min;真空处理后静吹氩时间 $\geq$ 25min,氩气压力0.1~0.3MPa,包温度控制在1525~1545 $^{\circ}$ C。

6. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述连铸方坯的步骤为:大包第一炉温度1525~1535 $^{\circ}$ C、连浇1505~1515 $^{\circ}$ C,中间包温度1470~1475 $^{\circ}$ 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,结晶器保护渣使用高碳钢保护渣,铸坯保温时间 $\geq$ 30h。

7. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述加热的步骤为:加热采用蓄热式步进梁加热炉加热,加热温度1235 $^{\circ}$ C,均热时间98min,总加热时间380~448分钟,出炉温度1180~1200 $^{\circ}$ C。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于:所述加热步骤各段控制如下:预热段: $\leq$ 650 $^{\circ}$ C,53~60min;加热二段:820~940 $^{\circ}$ C,88~100min;加热一段:1180~1240 $^{\circ}$ C,142~158min;均热段:1180~1240 $^{\circ}$ C,98~130min,出炉温度1180~1200 $^{\circ}$ C。

9. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述轧制的步骤为:开轧温度1100~1200℃,终轧温度850~1000℃;轧后钢材及时进行缓冷,钢材入坑温度 $\geq 550^{\circ}\text{C}$ ,出坑温度 $\leq 200^{\circ}\text{C}$ ,保温时间 $\geq 48\text{h}$ ;小棒产材执行堆冷工艺; $\leq \Phi 60\text{mm}$ 投入穿水冷却设施,终轧温度目标控制在750~850℃。

## 一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,属于钢材生产领域。

### 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/T 18254-2016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。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。需要生产过程中配以严格的技术控制措施才能实现。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-CDT的生产方法,该方法采用EBT电炉+炉外精炼+连铸中方坯+ $\Phi 800\text{mm}$ 棒材轧机,生产制造含Cu超低钛轴承钢GCr15-CDT,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。

[0005] 一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,所述方法中控制钢水成分,按质量百分比计为:

[0006] C:0.80~1.20%、Si:0.10~2.00%、Mn:0.20~2.50%、P: $\leq 0.020\%$ 、S: $\leq 0.012\%$ 、Cr:1.20~2.50%、Mo: $\leq 0.08\%$ 、Al: $\leq 0.05\%$ 、Cu:0.25~0.50%、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。

[0007] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所方法包括下述工艺步骤:EBT电弧炉冶炼钢水、LF钢包精炼炉精炼钢水、VD真空脱气炉精炼钢水、连铸方坯、加热、轧制,其中,所述EBT电弧炉冶炼钢水步骤为:采用废钢加铁水作为炉料,废钢配比为15~35%,铁水配比65~85%;配C量 $\geq 1.10\%$ ,氧气氧化,激烈沸腾、自动流渣,氧化温度1555~1585 $^{\circ}\text{C}$ ,脱碳重量 $\geq 0.30\%$ ,出钢要求:C为 $\leq 0.10\%$ ,P $\leq 0.010\%$ ,其它残余元素合格,温度1635~1650

℃,出钢过程要采用氧化法进行合金脱钛处理,即利用钢中的氧将合金中的钛氧化去除,以达到超低钛含量的目的,合金按以下顺序加入,在出钢1/4~1/3时先加入低钛高铬8~15kg/t,中锰10~35kg/t,后加入低碳硅铁5~20kg/t、低钛增碳剂8~10kg/t、活性石灰4~6kg/t、氧化铝粉2~4kg/t。

[0008] 进一步地,所述废钢采用不含杂质元素的优质废钢;所述铁水采用低磷、低硫铁水。

[0009] 上述EBT电弧炉冶炼钢水的步骤中,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。

[0010] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所述LF钢包精炼炉精炼钢水步骤为:除渣,采用渣盘除渣将电炉出钢过程中产生的氧化渣捞除,以清除渣中二氧化钛,减少二氧化钛的在精炼过程中还原成钛进入到钢液中,造成钢水增钛;化渣,将钢中Al调整至0.020%~0.040%,LF全过程控制 $Al \leq 0.050\%$ ,第一批加入扩散脱氧剂硅铁粉1~3kg/t进行扩散脱氧,闭炉门10min,加入第二批,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、废铜合金,将成分调整到目标,全程控制氩气压力0.2~0.3MPa。

[0011] 上述步骤中,化渣,减少渣中二氧化钛含量,减少钛的还原。

[0012] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所述VD真空脱气炉精炼钢水的步骤为:入VD温度1570~1610℃,入VD前要将Al调整到0.025~0.035%,从而保证成品Al达到0.015~0.025%,真空度达到100Pa以下,保持时间 $\geq 20\text{min}$ ;真空处理后静吹氩时间 $\geq 25\text{min}$ ,氩气压力0.1~0.3MPa,包温度控制在1525~1545℃。

[0013] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所述连铸方坯的步骤为:大包第一炉温度1525~1535℃、连浇1505~1515℃,中间包温度1470~1475℃,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 $\geq 30\text{h}$ 。

[0014] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所述加热的步骤为: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℃。

[0015] 进一步地,所述加热步骤各段控制如下:预热段: $\leq 650^\circ\text{C}$ ,53~60min;加热二段:820~940℃,88~100min;加热一段:1180~1240℃,142~158min;均热段:1180~1240℃,98~130min,出炉温度1180~1200℃。

[0016] 本发明所述含Cu超低钛轴承钢的制备方法中,所述轧制的步骤为:所述轧制的步骤为:开轧温度1100~1200℃,终轧温度850~1000℃;轧后钢材及时进行缓冷,钢材入坑温度 $\geq 550^\circ\text{C}$ ,出坑温度 $\leq 200^\circ\text{C}$ ,保温时间 $\geq 48\text{h}$ ;小棒产材执行堆冷工艺; $\leq \Phi 60\text{mm}$ 投入穿水冷却设施,终轧温度目标控制在750~850℃。

[0017] 本发明的有益效果:本发明提供了一种含Cu超低钛轴承钢GCr15-CDT的生产方法,其包括下列步骤:EBT电炉冶炼→LF精炼→VD真空脱气→连铸中方坯→ $\Phi 800\text{mm}$ 棒材连轧机轧制。采用本方法能够有效降低轴承钢中钛含量,使其满足特级优质轴承钢质量要求,而且

夹杂物、氧含量等指标也能达到标准要求。本发明的优点在于针对超低钛轴承钢中钛含量技术难题,通过合理选择工艺路线、合理设计工艺参数,提供了一种超低钛轴承钢GCr15-CDT的制备方法,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。

## 附图说明

[0018] 图1为捞渣盘示意图。

## 具体实施方式

[0019] 下述非限制性实施例可以使本领域的普通技术人员更全面地理解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0020] 下述实施例中所述试验方法,如无特殊说明,均为常规方法;所述试剂和材料,如无特殊说明,均可从商业途径获得。

[0021] 为了满足特级优质轴承钢的生产需要,本发明的目的在于提供一种能够有效降低轴承钢GCr15-CDT中钛含量的方法。

[0022] 一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,所方法包括下述工艺步骤:EBT电炉冶炼→LF精炼→VD真空脱气→连铸中方坯→Φ800mm棒材连轧机轧制。

[0023] EBT电弧炉冶炼钢水、LF钢包精炼炉精炼钢水、VD真空脱气炉精炼钢水、连铸235mm×265mm中方坯、加热、轧制,所述步骤中的钢水成分按质量百分比计控制为C:0.80~1.20%、Si:0.10~2.00%、Mn:0.20~2.50%、P:≤0.020%、S:≤0.012%、Cr:1.20~2.50%、Mo:≤0.08%、Al:≤0.05%、Cu:0.25~0.50%、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。

[0024] 具体步骤如下:

[0025] 1、EBT电炉冶炼

[0026] 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。

[0027] 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%;配C量≥1.10%,氧气氧化,激烈沸腾、自动流渣,氧化温度1555~1585℃,脱碳重量≥0.30%,出钢要求,C为≤0.010%(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≤0.010%,其它残余元素合格,温度1635~1650℃,出钢1/4~1/3时加入预脱氧剂(低碳硅铁50kg)、增碳剂、铁合金(低钛高铬、中锰、废铜)、渣料(活性石灰、氧化铝粉)等。

[0028] 2、LF精炼

[0029] 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,减少渣中二氧化钛含量,减少钛的还原,然后喂入Al线0.5-1.5kg/t,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,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。

[0030] 3、VD精炼

[0031] 入VD温度1570~1610℃,入VD前要将Al调整到0.025~0.035%,从而保证成品Al达到0.015~0.025%。真空度达到100Pa以下,保持时间≥20min。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℃。

[0032] 4、连铸

[0033] 大包第一炉温度1525~1535℃、连浇1505~1515℃,中间包温度1470~1475℃,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。

[0034] 5、加热轧制

[0035] 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℃。

[0036] 具体加热工艺如下。

[0037]

	预热段	加热二段	加热一段	均热段	出炉
温度,℃	≤650	820~940	1180~1240	1180~1240	1180~1200
时间,min	53~60	88~100	142~158	98~130	

[0038] 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≥48h;小棒产材执行堆冷工艺。≤Φ60mm投入穿水冷却设施,终轧温度目标控制在750~850℃。

[0039] 实施例1

[0040] 一种含Cu超低钛轴承钢的制备方法,所方法包括下述工艺步骤:EBT电弧炉冶炼钢水、LF钢包精炼炉精炼钢水、VD真空脱气炉精炼钢水、连铸235mm×265mm中方坯、加热、轧制。

[0041] 采用本发明的技术方案制造含Cu超低钛轴承钢GCr15-CDT钢的实际生产步骤如下:

[0042] 1) EBT电炉冶炼

[0043] 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120kg)、渣料(活性石灰300kg、氧化铝粉50kg)。

[0044] 2) LF精炼

[0045] 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A1线100米,将钢中A1调整到0.035%,LF全过程控制A1 $\leq$ 0.050%,第一批加入扩散脱氧剂105kg进行扩散脱氧,闭炉门10min,加入第二批,总加入量120kg,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℃。

[0046] 3) VD脱气处理

[0047] 入VD温度1585℃,A1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℃。

[0048] 4) 连铸

[0049] 大包平台温度1515℃,中间包温度1474℃、1472℃、1473℃,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。

[0050] 5) 加热轧制

[0051] 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℃。具体工艺如下:

[0052]		预热段	加热二段	加热一段	均热段	出炉
	温度,℃	$\leq$ 650	820~940	1180~1240	1180~1240	1190
	时间,min	55	95	148	122	

[0053] 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 $\geq$ 550℃,出坑温度 $\leq$ 200℃,保温时间 $\geq$ 48h;

[0054] 6) 产品质量

[0055] 化学成分(质量百分数)/%

[0056]	C	Si	Mn	P	S	Cu	Al <sub>t</sub>	Cr	Ni
	0.97	0.22	0.31	0.017	0.002	0.30	0.018	1.46	0.02
	Mo	Sb	Sn	As	Pb	Bi	O	Ti	Ca
	0.01	0.0001	0.0014	0.0010	0.0014	0.0001	0.0005	0.0012	0.0005

[0057] 产品夹杂物A、B类均为0.5级,C、D、Ds类均为0级,纯净度较高。

[0058] 本发明提供了一种含铜超低钛轴承钢的生产方法,可将含铜轴承钢GCr15-CDT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。



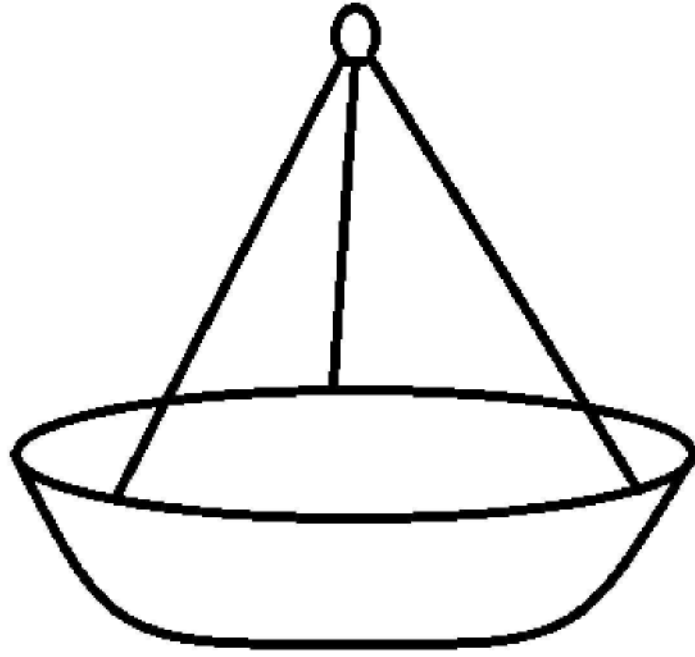


图1