



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114277302 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 05

(21) 申请号 202110521244.4
(22) 申请日 2021.05.13
(71) 申请人 中国科学院金属研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区文化路
72号
(72) 发明人 高明 梁田 张龙 郝宪朝
马颖澈 刘奎
(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 于晓波
(51) Int. Cl.
C22C 33/04 (2006.01)
C21C 7/06 (2006.01)
C22C 38/58 (2006.01)
C22C 38/50 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,属于真空熔炼领域。本发明冶炼方法为真空感应+真空自耗重熔双联工艺。真空感应冶炼通过选用低硫原材料的办法控制A类硫化物夹杂;限制脱氧剂中Al的含量以避免B类氧化铝夹杂;真空感应熔炼采用1500℃-1550℃区间进行精炼碳脱氧,氧含量控制目标小于0.0020%,以利于减少氧化物夹杂含量;真空感应控制合金成分中N、Ti含量至成分要求的最低限度;真空自耗采用熔滴控制方式,促进氮化物夹杂良好的去除。本工艺可使真空感应+真空自耗的含钛控氮奥氏体不锈钢A、B、C、D类夹杂物粗/细系接近0级,TiN类≤1.5级,获得高质量纯净化的合金。

1. 一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:该方法是在使用真空感应炉和真空自耗进行熔炼含钛控氮奥氏体不锈钢的过程中实现非金属夹杂物的控制,具体包括如下步骤:

(1) 原料选择:根据含钛控氮奥氏体不锈钢化学成分准备原材料,通过选用低S原材料使原材料S含量 $<0.0015\text{wt.}\%$,实现控制A类硫化物夹杂;

(2) 真空感应熔炼:熔合金原料,然后升温至 $1500-1550^{\circ}\text{C}$ 进行精炼,精炼时间 $0.5-1\text{h}$,通过精炼以实现碳脱氧,使氧含量控制目标小于 $0.0020\text{wt.}\%$,从而减少氧化物夹杂含量;

(3) 真空自耗熔炼:采用熔滴控制方式,促进氮化物夹杂良好的去除。

2. 根据权利要求1所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:按重量百分比计,所述含钛控氮奥氏体不锈钢的化学成分为:

C: $0.03-0.10\%$;Cr: $14.50-18.00\%$;Ni: $14.50-18.00\%$;Si: $0.30-1.00\%$;Mn: $<2.00\%$;Mo: $1.00-2.00\%$;Ti: $0.30-0.80\%$;N: $<0.02\%$;S: $<0.005\%$;O: $<0.005\%$;P: $<0.015\%$;Co: $<0.03\%$;Cu: $<0.05\%$;Ca: $<0.01\%$;B: $<0.005\%$;Fe余量。

3. 根据权利要求1所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:步骤(1)原料选择时,控制原料中N、Ti含量,使N、Ti含量略大于化学成分范围中的下限,以降低氮化物夹杂形成量。

4. 根据权利要求3所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:控制原材料中N含量为 $0.004-0.006\text{wt.}\%$,Ti含量为 $0.35-0.40\text{wt.}\%$ 。

5. 根据权利要求1所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:步骤(2)中,在精炼后期加入Si-Ca脱氧剂,所述Si-Ca脱氧剂的加入量占原材料总重量的 $0.02-0.04\text{wt.}\%$ 。

6. 根据权利要求5所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:所述Si-Ca脱氧剂中不含Al元素,或者所述Si-Ca脱氧剂中Al元素含量小于 $0.05\text{wt.}\%$ 。

7. 根据权利要求1所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:步骤(3)中,真空自耗采用熔滴控制方式,通过熔炼过程稳定程度的控制实现熔炼过程中夹杂物良好的去除。

8. 根据权利要求1所述的含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,其特征在于:该控制方法使含钛控氮奥氏体不锈钢中A、B、C和D类夹杂物粗/细系接近0级,TiN类 ≤ 1.5 级,获得高质量纯净化的合金。

一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及真空熔炼技术领域,具体涉及一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法。

背景技术

[0002] 含钛控氮奥氏体不锈钢具有较高的的高温力学性能(400-700℃)、良好的耐腐蚀性能、优异的焊接性能等综合优点,尤其是具有丰富的应用数据和较为成熟的应用经验,在核电、火电、航空、航天等关键部件上得到了广泛的应用。然而,含钛控氮奥氏体不锈钢中的夹杂物却是制约其服役性能的短板。这主要是因为非金属夹杂物破坏了该合金基体的连续性,降低合金的力学性能、疲劳性能和耐腐蚀性能,使钢的品质变坏。

[0003] 含钛控氮奥氏体不锈钢中的夹杂物主要是硫化物、氧化物和氮化物夹杂。氧化物夹杂主要在脱氧过程中由于添加Al、Si、Ca等而形成,而且O元素可促进凝固偏析,降低材料塑性,恶化疲劳与抗腐蚀等性能,故在熔炼中应极力脱除从而避免氧化物夹杂的产生。氮化物夹杂主要是在Ti、Nb等稳定化元素合金化时,不可避免的与钢液中的N元素形成氮化物夹杂,尤其是形成团簇状氮化物夹杂,严重破坏材料的高温持久性能、疲劳性能。然而,N含量对合金性能影响机制较为复杂,N对合金的力学性能和耐腐蚀性能具有一定的有益作用,并不能一味的降低N含量。因此,在N含量控制上需平衡力学性能、耐腐蚀性能与形成氮化物夹杂之间的关系。因此,寻求一种去除S、O元素、控制N元素合金化过程,从而控制硫化物、氧化物、氮化物夹杂的真空熔炼方法对制备优质、纯净的高性能含钛控氮奥氏体不锈钢至关重要。

发明内容

[0004] 针对现有制备工程化含钛控氮奥氏体不锈钢中硫化物、氧化物、氮化物夹杂超标、且难于控制的问题,本发明的目的是提供一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0006] 一种含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,该方法是在使用真空感应炉和真空自耗进行熔炼含钛控氮奥氏体不锈钢的过程中实现非金属夹杂物的控制,具体包括如下步骤:

[0007] (1) 原料选择:根据含钛控氮奥氏体不锈钢化学成分准备原材料,通过选用低S原材料使原材料S含量 $<0.0015\text{wt.}\%$,实现控制A类硫化物夹杂;

[0008] (2) 真空感应熔炼:熔合金原料,然后升温至1500-1550℃进行精炼,精炼时间0.5-1h,通过精炼以实现碳脱氧,使氧含量控制目标小于 $0.0020\text{wt.}\%$,从而减少氧化物夹杂含量;

[0009] (3) 真空自耗熔炼:采用熔滴控制方式,促进氮化物夹杂良好的去除。

[0010] 所述含钛控氮奥氏体不锈钢按重量百分比计的化学成分为:

[0011] C:0.03-0.10%;Cr:14.50-18.00%;Ni:14.50-18.00%;Si:0.30-1.00%;Mn<2.00%;Mo:1.00-2.00%;Ti:0.30-0.80%;N<0.02%;S<0.005%;O<0.005%;P<0.015%;Co<0.03%;Cu<0.05%;Ca<0.01%;B<0.005%;Fe余量。

[0012] 步骤(1)原料选择时,控制原料中N、Ti含量,使N、Ti含量略大于化学成分范围中的下限,以降低氮化物夹杂形成量;具体为控制原材料中N含量为0.004-0.006wt.%,Ti含量为0.35-0.40wt.%。

[0013] 步骤(2)中,在精炼后期加入Si-Ca脱氧剂,所述Si-Ca脱氧剂的加入量占原材料总重量的0.02-0.04wt.%.所述Si-Ca脱氧剂中不含Al元素,或者所述Si-Ca脱氧剂中Al元素含量小于原材料总重量的0.05wt.%。

[0014] 步骤(3)中,真空自耗采用熔滴控制方式,通过熔炼过程稳定程度的控制实现熔炼过程中夹杂物良好的去除。

[0015] 采用本发明控制方法可使含钛控氮奥氏体不锈钢中A、B、C和D类夹杂物粗/细系接近0级,TiN类 $\leq$ 1.5级,获得高质量纯净化的合金。

[0016] 本发明设计机理如下:

[0017] 真空感应冶炼基本不具备脱硫能力,为了控制硫化物含量只能采取限制原材料硫总带入量的办法进行解决。对减少氧化物夹杂而言,首先要减少总氧含量,其次是改善氧化物形态。采用碳脱氧是减少氧化物最好的办法,脱氧产物不会残留在钢中。在碳脱氧期间需要避免氧化物坍塌剧烈分解导致的钢液增氧问题,故需采用较低的反应温度。限制含铝脱氧剂的使用量也可以避免大块氧化铝生成。减少氮和钛的含量可以避免大量氮化物生成,在满足合金成分的基础上控制N、Ti含量,达到降低氮化物夹杂形成。真空自耗过程中合适控制方式的选择可以使熔炼过程稳定并有利于结晶时夹杂物的良好排除,针对该合金特点采用熔滴控制方式达到排除目的。

[0018] 通过对熔炼工艺参数的改进,最终熔炼的工程化大规格含钛控氮奥氏体不锈钢硫化物、氧化物、氮化物夹杂物等级较低,且在满足N、Ti元素添加的基础上,消除了团簇状分布的氮化物夹杂,有效改善了后续变形产品组织和性能。

[0019] 本发明的优点和有益效果如下:

[0020] (1)本发明控制方法能够提高合金材料的纯净度,可以明显控制夹杂物水平,可达到A、B、C、D类夹杂物为零级。

[0021] (2)本发明通用通过合理控制N、Ti元素,结合工艺选择,可控制TiN夹杂 $\leq$ 1.5级,从而提高材料的高温持久力学性能、抗腐蚀性能。

[0022] (3)本发明限定所用Si-Ca脱氧剂中的Al含量,使Al含量小于原材料总量的0.05wt.%,以避免B类氧化铝夹杂的生成。

附图说明

[0023] 图1为实施例1奥氏体不锈钢钢锭不同位置夹杂物形貌。

具体实施方式

[0024] 下面将结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。应理解,这些小实施案例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内

容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0025] 实施例1:

[0026] 本实施例为含钛控氮奥氏体不锈钢非金属夹杂物的控制方法,使用设备及参数:真空感应熔炼炉+3T真空自耗炉。

[0027] (1) 原材料:

[0028] 按以下元素比例配置原材料:

[0029] C:0.03-0.10%;Cr:14.50-18.00%;Ni:14.50-18.00%;Si:0.30-1.00%;Mn<2.00%;Mo:1.00-2.00%;Ti:0.35-0.40%;N:0.004-0.006%;S<0.005%;O<0.005%;P<0.015%;Co<0.03%;Cu<0.05%;Ca<0.01%;B<0.005%;Fe余量。

[0030] 选用低S纯铁及其他低硫原材料,以保证原材料S含量<0.0015wt.%,控制N:0.004-0.006wt.%,Ti:0.35-0.40wt.%;

[0031] (2) 真空感应熔炼时精炼温度选择1520℃,精炼时间0.8小时;

[0032] (3) 精炼后期加入不含Al的Si-Ca脱氧剂,脱氧剂加入量为原材料总重量的0.035%。

[0033] (4) 自耗时采用熔滴控制。

[0034] 对制备出的自耗锭经热变形后头尾取样进行化学分析(表1)和组织观察(表2),可以看到O、S含量小于0.0015%,N、Ti含量实现控制,A、B、C、D类夹杂物粗/细系接近0级,TiN类≤1.5级,获得高质量纯净化的合金。

[0035] 表1实施例合金关键控制成分(wt.%)

成分	真空感应	真空自耗	
		头	尾
S	0.0010%	0.0010%	0.0010%
Ti	0.36%	0.36%	0.36%
Al	0.03%	0.03%	0.03%
O	0.0014%	0.0007%	0.0007%
N	0.0033%	0.0032%	0.0036%

[0037] 表2实施例奥氏体不锈钢钢锭夹杂物评级结果

钢锭	钢锭					
样品编号	A 硫化物 类	B 氧化物类	C 硅酸盐 类	D 球状氧化 物	B类 TiN	D类 TiN
头部中心	-	-	-	-	1	1
尾部中心	-	-	-	-	1	1.5
头部 1/2 半径	-	-	-	-	1	1.5

[0039]

尾部 1/2 半 径	-	-	-	-	1	1.5
头部边缘	-	-	-	-	1	1
尾部边缘	-	-	-	-	1	1

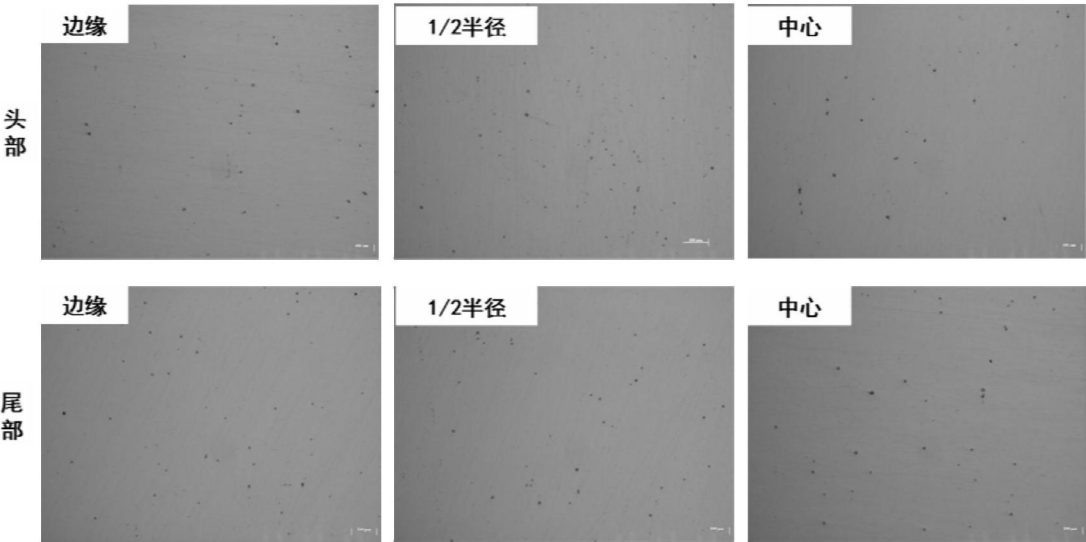


图1