



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106563888 A

(43) 申请公布日 2017.04.19

(21) 申请号 201510652456.0

(22) 申请日 2015.10.10

(71) 申请人 丹阳市华龙特钢有限公司

地址 213000 江苏省镇江市丹阳市吕城镇运河

(72) 发明人 蒋红军

(51) Int. Cl.

B23K 35/30(2006.01)

B23K 35/40(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种高性价比埋弧焊焊丝及其生产方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高性价比埋弧焊焊丝及其生产方法,该高性价比埋弧焊焊丝化学成分及其质量百分比为:C 0.015%~0.025%;Si \leq 1.00%; Mn \leq 2.50%;P \leq 0.020%;S \leq 0.010%;Ni 9.00~12.00%;Cr 18.00~20.00%;Mo \leq 0.50%; N 0.05~0.10%;Ti 0.05~0.30%;Co \leq 0.018%;稀土元素 Ce、Dy、Y、Nd 中的一种或一种以上,小于 0.30%,余量为铁;且铸态奥氏体不锈钢中的高温铁素体 δ 含量为 \leq 5%。其生产方法包括如下步骤:配料→抽真空→充氩气→通电→全熔→降温→加硅铁→加碳→加稀土→加钛→停电→浇注,冷却后得到钢锭;然后进行锻钢、轧钢、焊丝精拔、成品热处理,本发明的高性价比埋弧焊焊丝可以有效提高焊丝熔敷金属的强度,且钛的价格便宜,可以降低生产成本。

1. 一种高性价比埋弧焊焊丝,其特征在于,化学成分及其质量百分比为:

C 0.015%~0.025% ;

Si \leq 1.00% ;

Mn \leq 2.50% ;

P \leq 0.020% ;

S \leq 0.010% ;

Ni 9.00~12.00% ;

Cr 18.00~20.00% ;

Mo \leq 0.50% ;

N 0.05~0.10% ;

Ti 0.05~0.30% ;

Co \leq 0.018% ;

稀土元素 Ce、Dy、Y、Nd 中的一种或一种以上,小于 0.30%,余量为铁 ;且铸态奥氏体不锈钢中的高温铁素体 δ 含量为 \leq 5%。

2. 根据权利要求 1 所述的高性价比埋弧焊焊丝的生产方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 配料→抽真空→充氩气→通电→全熔→降温→加硅铁→加碳→加稀土→加钛→停电→浇注,冷却后得到钢锭 ;

(2) 锻钢、轧钢、焊丝精拔、成品热处理。

3. 根据权利要求 2 所述的生产方法,其特征在于,所述锻钢包括:始锻温度 1230℃,终锻温度 950℃ 。

4. 根据权利要求 2 所述的生产方法,其特征在于,所述轧钢包括:多道次轧制,中间退火温度为 1100 ~ 1200℃ 。

5. 根据权利要求 2 所述的生产方法,其特征在于,所述成品热处理包括精拔得到的焊丝在 1100~1180℃ 范围内进行固溶热处理。

一种高性价比埋弧焊焊丝及其生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及焊丝技术领域,具体的是一种高性价比埋弧焊焊丝及其生产方法。

背景技术

[0002] 奥氏体不锈钢由于在高温和极低温度下都具有良好的塑韧性、冷热加工性能和耐局部腐蚀性能而被广泛用于石油、化工、宇航和能源等领域。如核电站的建设就需要采用大量的奥氏体不锈钢(304N、316N等)。目前国内在建的核电站大部分为压水堆核电站,其堆内温度高达350℃,这就对材料的耐高温强度提出了越来越高的要求。目前采用的材料主要为控氮型奥氏体不锈钢,该类钢具有强度高的特点。在拼焊该类钢种时若采用常规的ER308L不锈钢焊丝时就会焊接接头存在抗拉强度不足问题。

[0003] 中国专利申请CN201310531804.X公布了一种高强度奥氏体不锈钢埋弧焊焊丝,可以用于压水堆核岛内关键部件的焊接,能够解决材料压水堆环境下长期运行焊缝力学性能不足问题,但是在制造过程中为提高其耐晶间腐蚀的能力,需要加入贵金属元素Nb,造成成本偏高。

[0004] 提供一种成本低、抗拉强度高、工艺性优异的适用于在腐蚀介质中工作的高性价比奥氏体不锈钢用焊丝是本领域技术人员需要解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高性价比埋弧焊焊丝及其生产方法,该不锈钢埋弧焊焊丝制造成本低、抗拉强度高且工艺性能优异。

[0006] 本发明的技术方案是,一种高强度奥氏体不锈钢埋弧焊焊丝,其成分重量百分比为:

[0007] C 0.015%~0.025% ;

[0008] Si \leq 1.00% ;

[0009] Mn \leq 2.50% ;

[0010] P \leq 0.020% ;

[0011] S \leq 0.010% ;

[0012] Ni 9.00 ~ 12.00% ;

[0013] Cr 18.00 ~ 20.00% ;

[0014] Mo \leq 0.50% ;

[0015] N 0.05 ~ 0.10% ;

[0016] Ti 0.05 ~ 0.30% ;

[0017] Co \leq 0.018% ;

[0018] 稀土元素Ce、Dy、Y、Nd中的一种或一种以上,小于0.30%,余量为铁;且铸态奥氏体不锈钢中的高温铁素体 δ 含量为 \leq 5%。

[0019] 确定上述化学成分的理由如下:

[0020] 碳：碳元素通过固溶强化可以增加合金的低温强度，起强化作用；碳含量的控制范围，处于碳在铁素体中的溶解度以下或接近于铁素体中碳的溶解度，因此将碳含量的优选为 0.015%~0.025%。

[0021] 镍：镍为强的奥氏体形成元素，增加镍含量有助于提高奥氏体组织的稳定性，能提高钢的强度，而又保持良好的塑性和韧性；镍对酸碱有较高的耐腐蚀能力，但镍为贵重金属原料，含量过高会导致材料价格高，此外高的镍含量不利于材料低温强度的提高，因此优选为 9.00%~12.0%。

[0022] 铬：铬为铁素体形成元素，能显著提高强度、耐腐蚀性，但同时降低塑性和韧性；但铬含量过高，会导致奥氏体中铁素体含量增加，因此优选为 18.00~20.00%。

[0023] 钼：钼为铁素体形成元素，奥氏体不锈钢中添加钼可以提高奥氏体不锈钢的耐点蚀性能，通过固溶强化可以提高其强度，在焊接不含钼的钢种中不宜添加过多，在本专利中，将钼含量控制为小于 0.50%。

[0024] 氮：氮作为强奥氏体形成元素，一方面通过固溶强化可以明显提高奥氏体不锈钢的高温强度，另一方面氮与钛相互作用，可以更明显的改善材料高温强度；但氮含量过高，会导致大量的氮化物析出，又会降低材料的室温韧性和耐腐蚀性能，因此优选为 0.05~0.10%。

[0025] 锰：增加锰含量可以提高钢的强度，增加奥氏体不锈钢中氮元素的固溶度，但锰含量过高，会导致奥氏体不锈钢中产生马氏体，因此将锰含量优选为小于 2.50%。锰量增高，减弱钢的抗腐蚀能力，降低焊接性能。

[0026] 钛：在钢轧制的升温过程中，钛与氮、碳的结合形成弥散的小颗粒，对奥氏体晶界起固定作用，阻碍奥氏体晶界的迁移，有效阻止奥氏体晶粒粗化，而在降温过程中钛与氮、碳的化合物在奥氏体向铁素体转变之前析出，成为铁素体的形核质点，使铁素体的晶粒细化，还可以避免晶间腐蚀，提高钢的耐腐蚀性；且钛元素的含量在 0.05%~0.10%之间时，对 γ 晶粒尺寸的影响最为显著，因此将钛含量优选为 0.05%~0.30%。

[0027] 硅：硅可以显著提高钢的弹性极限，屈服点和抗拉强度，作为铬当量的形成元素，和钼、铬等结合，可以提高钢的抗腐蚀性和抗氧化性。

[0028] 稀土元素：稀土元素具有细化奥氏体不锈钢的作用，添加到钢液中，可以增加钢液凝固过程中的形核质点，从而达到细化连铸坯原始铸态组织的目的，原始铸态组织晶粒的细化有利于最终产品晶粒的细化。此外稀土元素在凝固过程中形成的微小质点还可降低奥氏体不锈钢在加热过程中的长大倾向。

[0029] 硫、磷：合金冶炼过程中的杂质元素。

[0030] 根据上述理由提出了本发明的奥氏体不锈钢埋弧焊焊丝成分，本发明的焊丝经使用后焊接接头具有优异的高温强度，还具有良好的抗中子辐照性能，可用于压水堆堆内构件焊接。

[0031] 本发明的高性价比埋弧焊焊丝使用 Ti 元素替代 Nb 元素，通过 Ti 与 N、C 元素的相互作用，在焊丝的冶炼过程中形成 TiN、TiC，可以有效阻止奥氏体晶粒粗化，细化铁素体晶粒，避免晶间腐蚀，提高焊丝熔敷金属的耐腐蚀性；同时由于 Ni、Mn、C、N 等利于奥氏体不锈钢形成的镍当量元素的作用，可以有效提高焊丝熔敷金属的强度，且钛的价格便宜，可以降低生产成本。

[0032] 一种上述高性价比埋弧焊焊丝的生产方法,包括:

[0033] 配料→抽真空→充氩气→通电→全熔→降温→加硅铁→加碳→加稀土→加钛→停电→浇注,冷却后得到钢锭。

[0034] 然后进行锻钢、轧钢、焊丝精拔、成品热处理:

[0035] a. 锻钢:始锻温度 1230℃、终锻温度 950℃,然后空冷。

[0036] b. 轧钢:多道次轧制,中间退火温度 1100 ~ 1200℃。

[0037] C. 精拔成直径符合要求的焊丝。

[0038] D. 在 1100 ~ 1180℃范围内进行固溶热处理。

[0039] 进一步,在精拔成型前对表面进行修磨处理,去除表面裂纹。

[0040] 本发明的高性价比埋弧焊焊丝生产方法工序简单,易于控制。本发明是根据钛和氮复合强化来提高奥氏体不锈钢埋弧焊丝的高温强度,在提高强度的同时,兼顾了熔敷金属的室温性能,同时通过控制 S、P 和 Co 含量来保证其良好的抗中子辐照性能,通过合理确定镍当量形成元素 Ni、Mn、N、C 和铬当量形成元素 Cr、Si、Mo 的含量,控制奥氏体不锈钢中的高温铁素体含量来保证焊接接头的抗拉强度、晶间腐蚀和接头质量。

具体实施方式

[0041] 实施例

[0042] 本实施例试制了 3 批焊丝,并经相同的生产工艺制备了对比例的焊丝,均经过配料→抽真空→充氩气→通电→全熔→降温→加硅铁→加碳→加稀土→加钛→停电→浇注,冷却后得到钢锭的炼钢过程,然后进行锻制,始锻温度 1230℃、终锻温度 950℃,空冷后进行轧制,多道次轧制后得到直径为 5.5mm 的半成品,中间退火温度 1150℃;退火完成后进行表面修磨处理,处理表面裂纹;将直径 5.5mm 的半成品拉拔至 2.5mm,进行固溶热处理,温度 1150℃,得到成品焊丝。其化学成分参见表 1,焊丝直径为 2.5mm,配套焊接为 SJ601H,焊接母材为 Z2CN19-10(N),焊接工艺参数为:电弧电压 25V,焊接电流为 450A,焊接速度为 500mm/min,焊后测量了熔敷金属的力学性能和耐腐蚀性能。其中耐腐蚀性能按照 GB4334-2000 中硫酸-硫酸铜标准,三种焊丝均无晶间腐蚀倾向,见表 2。

[0043] 表 1 实施例及对比例标准成分

[0044]

元素	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Cr	N	Ti	稀土	Nb
实施例 1	0.020	0.55	1.9	0.01	0.006	9.55	0.4	19.2	0.07	0.15	0.12Ce	
实施例 2	0.015	0.73	2.3	0.01	0.005	9.8	0.35	18.9	0.09	0.25	0.16Dy	
实施例 3	0.017	0.89	2.15	0.01	0.006	11.2	0.45	19.7	0.07	0.18	0.07Y+ 0.07Nd	

[0045]

对比 例	0.023	0.60	1.75	0.015	0.001	10.7	0.3	18.5	0.07			0.20
---------	-------	------	------	-------	-------	------	-----	------	------	--	--	------

[0046] 表 2 实施例及对比例力学性能和耐腐蚀性能

[0047]

项目	测试温度/°C	Rm (MPa)	晶间腐蚀
实施例 1	25	625	合格
	350	390	合格
实施例 2	25	640	合格
	350	430	合格
实施例 3	25	630	合格
	350	410	合格
对比例	25	580	合格
	350	290	合格

[0048] 从实施例的实验结果可知,使用 Ti 元素同样可以满足 304L 钢的焊接性能要求,用于替代 ER308L,抗拉强度和晶间腐蚀的效果与使用 Nb 元素效果相当,但是 Ti 的价格仅为 Nb 的十分之一甚至更少,因此可以节约成本。

[0049] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而这些属于本发明的精神所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围内。