



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111074138 A

(43)申请公布日 2020.04.28

(21)申请号 201911414387.4 *G22C 38/44*(2006.01)
(22)申请日 2019.12.31 *G22C 38/50*(2006.01)
(71)申请人 江苏新华合金有限公司 *G22C 38/58*(2006.01)
地址 225722 江苏省泰州市兴化市张郭镇 *C21D 1/00*(2006.01)
罗么西村 *C21D 6/00*(2006.01)
C21D 9/52(2006.01)
(72)发明人 陈杰 华大凤 王树平 邵兴明 *B23K 35/30*(2006.01)
刘威 华鹏 安海峰 *B23K 35/40*(2006.01)
(74)专利代理机构 南京科知维创知识产权代理
有限责任公司 32270
代理人 陈丹
(51)Int.Cl.
G22C 33/04(2006.01)
G22C 38/02(2006.01)
G22C 38/04(2006.01)
G22C 38/42(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种3944焊带及其生产工艺

(57)摘要

本发明提供一种3944焊带及其生产工艺,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为: C为 $\leq 0.08\%$, Si为 $0.55\sim 1.00\%$, Mn为 $1.2\sim 2.0\%$, P为 $\leq 0.024\%$, S为 $\leq 0.016\%$, N为 $\leq 0.05\%$, Ti为 $\leq 0.2\%$, Cr为 $23.5\sim 26.0\%$, Cu $\leq 0.23\%$, Ni为 $12.3\sim 14\%$, Mo为 $\leq 0.23\%$, 余量为铁。本发明通过对合金成分、制造工艺进行优化,使得焊带具有优良力学性能和耐蚀性能。

1. 一种3944焊带,其特征在於,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 $\leq 0.08\%$,Si为 $0.55\sim 1.00\%$,Mn为 $1.2\sim 2.0\%$,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 $\leq 0.05\%$,Ti为 $\leq 0.2\%$,Cr为 $23.5\sim 26.0\%$,Cu $\leq 0.23\%$,Ni为 $12.3\sim 14\%$,Mo为 $\leq 0.23\%$,余量为铁。

2. 如权利要求1所述的3944焊带,其特征在於,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 $\leq 0.04\sim 0.06\%$,Si为 $0.55\sim 0.75\%$,Mn为 $1.5\sim 1.8\%$,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 0.02% ,Ti为 0.1% ,Cr为 $23.5\sim 23.8\%$,Cu为 0.1% ,Ni为 $13.0\sim 13.2\%$,余量为铁。

3. 如权利要求2所述的3944焊带,其特征在於,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 0.05% ,Si为 $0.55\sim 0.75\%$,Mn为 1.65% ,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 0.02% ,Ti为 0.08% ,Cr为 23.6% ,Cu为 0.1% ,Ni为 13.1% ,余量为铁。

4. 一种制备如权利要求1-3中任意一项所述的3944焊带的生产工艺,其特征在於,该焊带的生产工艺包括以下步骤:

(1) 备料:按设计成分配料,所有材料、浇注用耐材、脱氧剂严格烘烤,确保无油无杂质,表面抛光或磨光;

(2) 感应炉冶炼:配入全新料生产,稀土加入量 0.1% ,B-Fe加入量 0.1% ;用Si-Ca 脱氧造渣,用Al终脱氧,浇注150Kg扁钢锭;

(3) 修磨:经过热修磨锻造为规定尺寸的钢锭,且钢锭表面无折迭、飞边缺陷,钢锭表面打磨光亮,无可见缺陷;

对钢锭进行热轧形成热轧带 $3.5\sim 215\text{mm}$,并对热轧带进行卷曲形成卷带,热轧加热温度 $1150\sim 1200^\circ\text{C}$;

(5) 热处理:固溶热处理温度为 $1050\sim 1100^\circ\text{C}$,出炉水冷或空冷;

(6) 冷轧:量好厚度,按如下道次进行精轧, $3.5\text{mm}\rightarrow 1.6\text{mm}\rightarrow 0.7\text{mm}$,然后将经冷轧后的成品带材分剪成成品;

(7) 检验:包括其尺寸、探伤、化学分析、表面质量、标识、包装。

5. 如权利要求4所述的3944焊带的生产工艺,其特征在於,该步骤(2)中,该钢锭浇注时进行补缩,且冒口部位於热轧前切除。

6. 如权利要求4所述的3944焊带的生产工艺,其特征在於,该钢锭规格为150Kg。

一种3944焊带及其生产工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及焊接材料技术领域,尤其涉及一种3944焊带及其生产工艺。

背景技术

[0002] 伴随着石化行业以及核电技术的迅速发展,对一些大型设备的压力容器用材料要求越来越高,这往往需要大面积堆焊不锈钢内衬,以实现抗腐蚀、耐高温等的质量要求。但是对于大面积堆焊而言,手动电弧焊和丝级堆焊效率低,堆焊层与基层母材结合处、堆焊层金属内部极易产生焊焊接缺陷,从而影响压力容器的寿命。

[0003] 但是一般镍基合金很难满足使用条件,其主要难点是镍基合金对热裂纹的敏感性较高,对高温失塑性裂纹、结晶裂纹、应力腐蚀裂纹等微小裂纹难以控制。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为了解决现有技术中存在的缺点,而提供一种3944焊带及其生产工艺,通过对合金成分、制造工艺进行优化,使得焊带具有优良力学性能和耐蚀性能。例如良好的室温韧性、优异的耐点腐蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀以及焊接前后耐晶间腐蚀的性能,并从而可实现稳定的焊接,获得综合性能优良的焊层。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种3944焊带,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 $\leq 0.08\%$,Si为 $0.55\sim 1.00\%$,Mn为 $1.2\sim 2.0\%$,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 $\leq 0.05\%$,Ti为 $\leq 0.2\%$,Cr为 $23.5\sim 26.0\%$,Cu $\leq 0.23\%$,Ni为 $12.3\sim 14\%$,Mo为 $\leq 0.23\%$,余量为铁。

[0006] 进一步地,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 $\leq 0.04\sim 0.06\%$,Si为 $0.55\sim 0.75\%$,Mn为 $1.5\sim 1.8\%$,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 0.02% ,Ti为 0.1% ,Cr为 $23.5\sim 23.8\%$,Cu为 0.1% ,Ni为 $13.0\sim 13.2\%$,余量为铁。

[0007] 进一步地,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为 0.05% ,Si为 $0.55\sim 0.75\%$,Mn为 1.65% ,P为 $\leq 0.024\%$,S为 $\leq 0.016\%$,N为 0.02% ,Ti为 0.08% ,Cr为 23.6% ,Cu为 0.1% ,Ni为 13.1% ,余量为铁。

[0008] 本发明还提供一种制备如上所述的3944焊带的生产工艺,该焊带的生产工艺包括以下步骤:

(1) 备料:按设计成分配料,所有材料、浇注用耐材、脱氧剂严格烘烤,确保无油无杂质,表面抛光或磨光;

(2) 感应炉冶炼:配入全新料生产,稀土加入量 0.1% ,B-Fe加入量 0.1% ;用Si-Ca 脱氧造渣,用Al终脱氧,浇注150Kg扁钢锭;

(3) 修磨:经过热修磨锻造为规定尺寸的钢锭,且钢锭表面无折迭、飞边缺陷,钢锭表面打磨光亮,无可见缺陷;

对钢锭进行热轧形成热轧带 $3.5\sim 215\text{mm}$,并对热轧带进行卷曲形成卷带,热轧加热温度 $1150\sim 1200^\circ\text{C}$;

(5) 热处理:固溶热处理温度为1050-1100℃,出炉水冷或空冷;

(6) 冷轧:量好厚度,按如下道次进行精轧,3.5mm→1.6mm→0.7 mm,然后将经冷轧后的成品带材分剪成成品;

(7) 检验:包括其尺寸、探伤、化学分析、表面质量、标识、包装。

[0009] 进一步地,该步骤(2)中,该钢锭浇注时进行补缩,且冒口部位于热轧前切除。

[0010] 进一步地,该钢锭规格为150Kg。

[0011] 与现有技术相比,本发明的焊带通过对各关键元素如Cr、Mn、Mo、C、N、Nb、Mn和Ni等含量以及各加工工艺参数合理控制,使得焊带具有优异的抗腐蚀能力,综合力学性能优良。如较低含量的C、Si、P和S,较高含量的Cr和Ni,可以使得焊带具有优异的抗腐蚀能力以及高的塑性。而且,焊带中添加了较高的Mn含量,降低了焊带的结晶裂纹敏感性。另外本发明中通过加入适量Ti,能够进一步提高焊带的耐腐蚀性能。同时加入适量N,可以保证在焊带具有优异耐腐蚀性的同时,还具有一定的韧性、加工性能。

具体实施方式

[0012] 为使对本发明的目的、构造、特征、及其功能有进一步的了解,兹配合实施例详细说明如下。

[0013] 本发明提供一种3944焊带,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为≤0.08%,Si为0.55~1.00%,Mn为1.2~2.0%,P为≤0.024%,S为≤0.016%,N为≤0.05%,Ti为≤0.2%,Cr为23.5~26.0%,Cu≤0.23%,Ni为12.3~14%,Mo为≤0.23%,余量为铁。其中,较佳地,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为≤0.04~0.06%,Si为0.55~0.75%,Mn为1.5~1.8%,P为≤0.024%,S为≤0.016%,N为0.02%,Ti为0.1%,Cr为23.5~23.8%,Cu为0.1%,Ni为13.0~13.2%,余量为铁。

[0014] 更佳地,该焊带的化学组成及各成分的重量百分比含量为:C为0.05%,Si为0.55~0.75%,Mn为1.65%,P为≤0.024%,S为≤0.016%,N为0.02%,Ti为0.08%,Cr为23.6%,Cu为0.1%,Ni为13.1%,余量为铁。

[0015] 此外,本发明提供一种3944焊带的生产工艺均,采用如下步骤:

(1) 备料:按设计成分配料,所有材料、浇注用耐材、脱氧剂严格烘烤,做好烘烤记录,确保无油无杂质,表面抛光或磨光;

(2) 感应炉冶炼:配入全新料生产,其中稀土加入量为0.1%,B-Fe加入量为0.1%;采用Si-Ca 脱氧造渣,采用Al终脱氧,浇注形成150Kg扁钢锭;钢锭浇注注意补缩,其补缩使用的冒口部位在后续热轧前应切除;

(3) 修磨:经过热修磨锻造为规定尺寸的钢锭,且钢锭表面无折迭、飞边缺陷,钢锭表面打磨光亮,无可见缺陷;

(4) 热轧:对钢锭进行热轧形成热轧带3.5*215mm,并对热轧带进行卷曲形成卷带,热轧加热温度1150~1200℃;

(5) 热处理:固溶热处理温度为1050-1100℃,出炉水冷或空冷;

(6) 冷轧:量好厚度,按如下道次进行精轧,3.5mm→1.6mm→0.7 mm,然后将经冷轧后的成品带材分剪成成品;亦即采用多道次轧制,每次轧制后,厚度分别为1.6 mm、0.7 mm;

(7) 检验:包括其尺寸、探伤、化学分析、表面质量、标识、包装。

[0016] 焊带中主要元素的作用如下：

(1)C:固溶强化元素,可以提高奥氏体不锈钢焊缝强度。但是随着含量增加,焊缝金属中开始析出碳化物,降低焊缝的抗腐蚀能力。因此C的含量应为 $\leq 0.04\%$ 。

[0017] (2)Si:在焊缝的表面形成氧化膜,提高焊缝在高温时的抗氧化性,同时还是良好的脱氧剂,并可以增加熔渣和熔化金属的流动性。但是在凝固时会发生偏析而形成低熔点共晶组分,特别是和Ni组合后,为此控制焊带Si为 $0.25\sim 0.45\%$ 。

[0018] (3)Mn:为有益的合金元素,由于Mn可以增加固液相的界面能,减小晶界液膜的形成,降低结晶过程热裂纹的敏感性,从而减轻S、P杂质元素的有害影响。Mn的加入还可以影响基本的固溶度,夹杂物的形成、数量、低熔点相的液化温度等。

[0019] (4)P,S:P,S等有害元素能增加堆焊金属热裂纹的敏感性,同时又会引起晶界的脆化,增加DDC敏感性。

[0020] (5)N: N元素的存在也可以强化不锈钢,同时可以大幅度提高不锈钢的耐点蚀能力,但 N 元素的存在同样恶化不锈钢的室温韧性,因此 N 元素的含量应得到合理的控制。

[0021] (6)Ti:脱氧元素,Ti 元素与 C、N 元素的化学亲和力比 Cr 元素更强,因此在高温条件下可以大量地与 C、N 元素反应生成稳定的化合物,从而防止了 Cr 元素由于 Cr (C,N) 的生成而导致的局部含量降低以及耐蚀性能的下降。但过量 Ti 元素的加入会导致铁素体不锈钢表面质量的恶化,因此Ti 元素应当在满足性能要求的前提下以适当比例加入。

[0022] (7)Cr影响荷性应力腐蚀的关键因素,不锈钢中 Cr 元素含量的增加可以显著提高材料的各种耐蚀性能,包括点蚀性能、缝隙腐蚀性能、应力腐蚀性能以及晶间腐蚀性能等。但过量 Cr 元素的加入会导致原材料成本的提高,对于不锈钢的生产过程也会带来很大的困难, Cr 元素的过量会导致大量的金属间化合物析出物在不同的温度范围产生,严重恶化铁素体不锈钢的室温力学性能和耐蚀性能,因此 Cr 元素含量必须控制在合理的范围。

[0023] (8)Cu:铜是提高耐腐蚀性能的重要元素,Cu 和 Cr 匹配的合金设计,能够形成一个缓冲表面保护层,显著降低氢的渗透率,从而提高金属的抗酸性腐蚀能力。Cu是扩大奥氏体相区的元素,同时与碳不形成碳化物,Cu的固溶强化作用与Ni相似,可以代替一部分Ni,同时Cu可以显著提高钢的屈强比,Cu的沉淀强化和析出强化作用能够显著提高钢的屈服强度。

[0024] (9)Ni:Ni与其他元素形成奥氏体晶格,高温不发生相变,在高温下稳定性好。Ni为奥氏体化元素,可以提供良好的综合性能,稳定性好,高温下可以与Cr形成固溶体,具有比较高的高温强度,在常温时具有高的塑性,良好的加工工艺性能。

[0025] (10)Mo:Mo元素的耐腐蚀能力是 Cr 元素的三倍, Mo 元素的存在极大地提高铁素体不锈钢的各种耐蚀性能。但是由于Mo 元素的价格昂贵,在铁素体不锈钢中 Mo 元素的大量加入会极大的提高原材料的成本,因此 Mo 元素的含量必须得到严格控制。

[0026] 以下结合具体实施例对本发明进行进一步的说明。

[0027] 下表1为本发明的三个实施例3944焊带的具体元素组成及各成分的重量百分比含量。

[0028] 表1本发明的三个实施例3944焊带的具体元素组成及各成分的重量百分比含量

单位:重量百分比(%)

实 施 例	C	Si	Mn	P	S	N	Ti	Cr	Ni	Mo	Cu
1	0.04	0.55	1.8	0.024	0.016	0.05	0.2	23.5	12.3	0.23	0.23
2	0.06	0.75	1.5	0.01	0.01	0.02	0.1	26.0	14	0	0.1
3	0.05	0.6	1.65	0.015	0.008	0.02	0.08	23.6	13.1	0	0.05

备注:其余为Fe及不可避免杂质,表1中未列出。

[0029] 其中,本发明的上述各实施例的3944焊带的生产工艺均采用如下步骤:

(1) 备料:按设计成分配料,所有材料、浇注用耐材、脱氧剂严格烘烤,做好烘烤记录,确保无油无杂质,表面抛光或磨光;

(2) 感应炉冶炼:配入全新料生产,其中稀土加入量为0.1%,B-Fe加入量为0.1%;采用Si-Ca 脱氧造渣,采用Al终脱氧,浇注形成150Kg扁钢锭;钢锭浇注注意补缩,其补缩使用的冒口部位在后续热轧前应切除;

(3) 修磨:经过热修磨锻造为规定尺寸的钢锭,且钢锭表面无折迭、飞边缺陷,钢锭表面打磨光亮,无可见缺陷;

(4) 热轧:对钢锭进行热轧形成热轧带3.5*215mm,并对热轧带进行卷曲形成卷带,热轧加热温度1150~1200℃;

(5) 热处理:固溶热处理温度为1050-1100℃,出炉水冷或空冷;

(6) 冷轧:量好厚度,按如下道次进行精轧,3.5mm→1.6mm→0.7 mm,然后将经冷轧后的成品带材分剪成成品;亦即采用多道次轧制,每次轧制后,厚度分别为1.6 mm、0.7 mm;

(7) 检验:包括其尺寸、探伤、化学分析、表面质量、标识、包装,成品3425LC焊带尺寸为0.7 mm×35mm。

[0030] 其中,上述不同实施例的焊带均表现为:表面光滑,无瓢曲、起鳞、气泡、气孔、划伤、裂纹、夹杂等有害缺陷。

[0031] 此外,利用电渣工艺在40mm厚的钢上进行焊接。焊接电流为1000-1050A,磁控电流2.5A,焊接电压26V,焊接速度180mm/min。并对不同实施例形成的堆焊层的力学性能进行检测,其中,检测结果显示堆焊层的抗拉强度均可满足大于560MPa,屈服强度大于330 MPa,且断面收缩率大于50%。

[0032] 综上所述,本发明的焊带通过对各关键元素如Cr、Mn、Mo、C、N、Nb、Mn和Ni等含量以及各加工工艺参数合理控制,使得焊带具有优异的抗腐蚀能力,综合力学性能优良。如较低含量的C、Si、P和S,较高含量的Cr和Ni,可以使得焊带具有优异的抗腐蚀能力以及高的塑性。而且,焊带中添加了较高的Mn含量,降低了焊带的结晶裂纹敏感性。另外本发明中通过加入适量Mo和Ti,能够进一步提高焊带的耐腐蚀性能。同时加入适量N,可以保证在焊带具有优异耐腐蚀性的同时,还具有一定的韧性、加工性能。

[0033] 本发明已由上述相关实施例加以描述,然而上述实施例仅为实施本发明的范例。必需指出的是,已揭露的实施例并未限制本发明的范围。相反地,在不脱离本发明的精神和

范围内所作的更动与润饰,均属本发明的专利保护范围。