



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108907498 A

(43)申请公布日 2018.11.30

(21)申请号 201810873279.2

(22)申请日 2018.08.02

(71)申请人 天津市永昌焊丝有限公司

地址 300300 天津市东丽区开发区六经路
一号

申请人 中铁山桥集团有限公司

(72)发明人 张健 徐向军 马强 黄锐

(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理
有限公司 12211

代理人 刘莹

(51)Int.Cl.

B23K 35/30(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝

(57)摘要

本发明提供了一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,包括外皮和药芯;所述药芯包括以下重量份的各组分:硅锰合金5~20份、金属锰10~30份、镁粉5~20份、镍粉40~60份、铬粉10~30份、钼粉1~5份、铜粉10~30份、钛铁5~20份、硼铁1~5份、稀土硅铁1~5份、铁粉850~900份。本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,熔敷金属力学性能优良。有一定的耐海洋大气腐蚀性能,用于配套耐海洋大气腐蚀钢及耐海洋大气腐蚀桥梁建设。耐海洋大气腐蚀桥梁可以免除涂装工序,具有环境优势,可以减少定期维护费用,综合成本低。

1. 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:包括外皮和药芯;所述药芯包括以下重量份的各组分:硅锰合金5~20份、金属锰10~30份、镁粉5~20份、镍粉40~60份、铬粉10~30份、钼粉1~5份、铜粉10~30份、钛铁5~20份、硼铁1~5份、稀土硅铁1~5份、铁粉850~900份。

2. 根据权利要求1所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:所述药芯包括以下重量份的各组分:硅锰合金10~15份、金属锰15~22份、镁粉10~16份、镍粉45~55份、铬粉15~25份、钼粉2~4份、铜粉15~25份、钛铁10~15份、硼铁2.5~4份、稀土硅铁2~3.5份、铁粉865~885份。

3. 根据权利要求1或2所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:所述镍粉、钼粉、铬粉、铜粉总重量份数不小于70份。

4. 根据权利要求1或2所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:镍粉与铜粉的重量份数比为2~3:1。

5. 根据权利要求1或2所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:镍粉中含有镍的质量分数为99.5%;铬粉中含有铬的质量分数为99.5%;钼粉中含有钼的质量分数为99.5%;铜粉中含有铜的质量分数为99.5%。

6. 根据权利要求1所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:粉芯焊丝的耐候性合金指数 $v \geq 1.2$;

$$V = 1 / \{ (1.0 - 0.16[C]) \times (1.05 - 0.05[Si]) \times (1.04 - 0.016[Mn]) \times (1.0 - 0.5[P]) \times (1.0 + 1.9[S]) \times (1.0 - 0.10[Cu]) \times (1.0 - 0.12[Ni]) \times (1.0 - 0.3[Mo]) \times (1.0 - 1.7[Ti]) \}$$
, 其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]。

7. 根据权利要求1所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:焊丝原料为SPCC-SD冷轧低碳钢钢带。

8. 根据权利要求1所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,其特征在于:焊丝直径为4.0mm;药芯占焊丝总重量的30%-40%。

9. 根据权利要求1至8任意一项所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝在抗拉强度500MPa级耐海洋大气腐蚀性能要求的桥梁钢焊接中的应用。

10. 根据权利要求1至8任意一项所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝在配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢焊接中的应用。

一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝

技术领域

[0001] 本发明属于药芯焊丝领域,尤其是涉及一种高韧性耐海洋大气腐蚀钢用埋弧金属粉芯焊丝。

背景技术

[0002] 免涂装耐候钢桥具有环保、维护成本低、全寿命周期长的综合优势。发达国家耐候钢桥梁发展较早,美国耐候钢桥占钢桥总数已超过50%;加拿大有约90%左右的钢桥均采用耐候钢,日本耐候钢桥的比例也达到20%左右。而我国耐候钢桥的工程实际应用刚刚起步。

[0003] 耐候钢包括耐常规大气工业环境腐蚀钢与耐海洋大气腐蚀钢。“耐腐蚀性指数”,是基于常规大气工业环境中钢板的耐腐蚀性能。我国主要经济发达城市均在沿海地区,所以近年来耐海洋大气腐蚀钢的应用逐渐增多。“耐候性合金指数”能够更好的反映出桥梁在海洋大气环境下的耐腐蚀性能。

[0004] 耐候钢桥梁用钢板的“耐腐蚀性指数”通常要求在6.0以上。

[0005] GBT 4171-2008《耐候结构钢》中,“耐腐蚀性指数” $I = 26.01(\%Cu) + 3.88(\%Ni) + 1.20(\%Cr) + 1.49(\%Si) + 17.28(\%P) - 7.29(\%Cu)(\%Ni) - 9.10(\%Ni)(\%P) - 33.39(\%Cu)(\%Cu)$ 。

[0006] JIS Z3320-2012《耐候钢气保护药芯焊丝》中,“耐候性合金指数” $V = 1 / \{ (1.0 - 0.16[C]) \times (1.05 - 0.05[Si]) \times (1.04 - 0.016[Mn]) \times (1.0 - 0.5[P]) \times (1.0 + 1.9[S]) \times (1.0 - 0.10[Cu]) \times (1.0 - 0.12[Ni]) \times (1.0 - 0.3[Mo]) \times (1.0 - 1.7[Ti]) \}$;其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]分别代表C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Mo和Ti的熔敷金属含量百分比。

[0007] 耐海洋大气腐蚀钢为了提高耐腐蚀性能,一般采用方式为提高Ni含量,从而提高整体的抗氧化、耐腐蚀性能。但Ni属于贵金属,Ni含量越高成本越高,所以对于实际应用来说,也不是Ni含量越高越好。

[0008] 一些距离海洋略远或周围大气中具有腐蚀性成分含量偏低的沿海工程,即耐海洋大气腐蚀性能要求低一些的地区,可选用耐候性合金指数稍低的钢板与焊材。既可以保证耐候工程的耐腐蚀性,又可以降低工程成本。因此,钢厂开发了1Ni耐海洋大气腐蚀钢,Ni含量降低50%以上,钢板耐候性合金指数V:1.4左右。

[0009] 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,即配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢使用,焊材Ni含量1.5%左右,耐候性合金指数V:1.2以上。1Ni埋弧金属粉芯焊丝焊缝金属实测V值在1.3左右。本发明产品焊缝金属自腐蚀电位高于1Ni耐海洋大气腐蚀钢10mV左右,在海洋大气环境下有利于减少焊缝的腐蚀倾向。

[0010] 配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢使用的焊丝,焊材Ni含量1.5%左右,耐候性合金指数V:1.2以上。1Ni埋弧金属粉芯焊丝焊缝金属实测V值在1.3左右。

[0011] 因此,研发一种可与1Ni耐海洋大气腐蚀钢焊接配套使用高韧性耐腐蚀埋弧金属

粉芯焊丝显得十分必要。

发明内容

[0012] 有鉴于此,本发明旨在提出一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,以克服现有技术的缺陷,耐候性合金指数 V 可达到1.2以上的基础上,熔敷金属抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$,延伸率 $\geq 22\%$, -40°C 冲击韧性 $\geq 80\text{J}$,熔敷金属扩散氢含量 $\leq 5\text{ml}/100\text{g}$,并且具有良好的抗裂性能,可配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢,用于海洋大气腐蚀程度较低地区使用,同时由于钢板与焊材Ni含量的降低,可大幅度降低工程成本。

[0013] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0014] 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,包括外皮和药芯;所述药芯包括以下重量份的各组分:硅锰合金5~20份、金属锰10~30份、镁粉5~20份、镍粉40~60份、铬粉10~30份、钼粉1~5份、铜粉10~30份、钛铁5~20份、硼铁1~5份、稀土硅铁1~5份、铁粉850~900份。

[0015] 优选的,所述药芯包括以下重量份的各组分:硅锰合金10~15份、金属锰15~22份、镁粉10~16份、镍粉45~55份、铬粉15~25份、钼粉2~4份、铜粉15~25份、钛铁10~15份、硼铁2.5~4份、稀土硅铁2~3.5份、铁粉865~885份。

[0016] 优选的,所述镍粉、钼粉、铬粉、铜粉总重量份数不小于70份。

[0017] 优选的,镍粉与铜粉的重量份数比为2~3:1。

[0018] 优选的,镍粉中含有镍的质量分数为99.5%;铬粉中含有铬的质量分数为99.5%;钼粉中含有钼的质量分数为99.5%;铜粉中含有铜的质量分数为99.5%。

[0019] 优选的,粉芯焊丝的耐候性合金指数 $v \geq 1.2$;

[0020] $V = 1 / \{ (1.0 - 0.16[C]) \times (1.05 - 0.05[\text{Si}]) \times (1.04 - 0.016[\text{Mn}]) \times (1.0 - 0.5[\text{P}]) \times (1.0 + 1.9[\text{S}]) \times (1.0 - 0.10[\text{Cu}]) \times (1.0 - 0.12[\text{Ni}]) \times (1.0 - 0.3[\text{Mo}]) \times (1.0 - 1.7[\text{Ti}]) \}$,其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]。

[0021] 优选的,焊丝原料为SPCC-SD冷轧低碳钢钢带。

[0022] 优选的,焊丝直径为4.0mm;药芯占焊丝总重量的30%-40%。

[0023] 本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,药芯各组分的作用原理如下:

[0024] 硼铁:硼能抑制晶界先共析铁素体的产生,细化晶粒,增加晶界面积,提高焊缝的强度及韧性。但是低温冲击性能随着硼质量分数的增大先上升后降低。加入微量的硼还可以降低冷却时相转变速率,从而显著提高钢的淬透性,硼还可以改善钢的延展性能。

[0025] 钼粉:可以细化晶粒,增加晶界面积,从而提高强度韧性,改善脱渣性,提高电弧稳定性,但是钼的含量过高会使韧性恶化。钼还可以提高熔敷金属的耐蚀性,特别是耐海洋性气候的腐蚀;还可以降低组织转变速率,提高熔敷金属淬透性;但是如果钼的含量过高,由于其淬透性显著增加,焊后出现马氏体组织,使韧性恶化,增加组织脆性。

[0026] 铬粉:铬元素能够提高钢的强度,增加奥氏体稳定性,提高淬透性。与Ni配合提高抗氧化与热强性,同时提高耐腐蚀性。过量的铬能够促进晶粒长大,导致钢的脆性增加。

[0027] 硅铁:硅是脱氧剂,可以细化熔滴,改善电弧稳定性,提高焊丝的熔化速度,提高熔敷金属的屈服点和抗拉强度。但是含量过高会导致强度过高、韧性下降。

[0028] 镍粉:镍可以降低焊缝金属的韧脆转变温度,在一定条件下,随着镍的增加,强度

有一定的提高,低温冲击韧性有明显的改善,同时镍对酸碱有较高的耐腐蚀能力,在高温下具有防锈和耐热等优势;镍含量增加对耐候性合计指数增加效果明显,可有效提高钢板耐腐蚀能力,但是镍含量过高,会增大熔敷金属的热裂纹倾向。Ni元素是一种比较稳定地合金元素,加入Ni能增加钢的自腐蚀点位,从而提高钢的稳定性。金属暴露在海洋大气环境中被腐蚀主要是由于海洋大气中的Cl⁻离子溶于金属表面形成的液膜而引起金属的腐蚀,因此在含盐粒子大气环境中要充分发挥MoO₄²⁻离子的效果,锈层必须致密,比表面积也应该更大。由于Ni主要以二价氧化物存在于尖晶石氧化物中,提高内锈层致密度,因此添加合金元素Ni能形成致密锈层从而充分发挥MoO₄²⁻离子的效果,显著提高钢在海洋大气环境中的耐大气腐蚀性能。

[0029] 铜粉:铜能提高熔敷金属的强度和韧性,特别是提高耐大气腐蚀性能。缺点是在热加工时容易产生热脆。铜也是耐候性合金指数中的主要元素,对提高钢板的耐腐蚀性能效果明显。

[0030] 钛铁:钛是强氧化剂。它能促进针状铁素体的形成,细化晶粒,增加晶界面积,提高材料的力学性能。并有良好的造渣作用。钛元素还可以形成稳定的碳化物,避免在晶界上析出富Cr的碳化物,因此加入钛元素还可防止晶间腐蚀。

[0031] 铁粉:有利于药粉均匀分布,可以提高焊接的熔敷效率和电弧稳定性。

[0032] 硅锰合金:主要是脱氧剂,可降低焊缝金属的氧含量。其加入量少于5%时,脱氧变差,冲击韧性变差;加入量超过20%,则强度过高,冲击韧性降低。

[0033] 本发明还提供了如上所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝在抗拉强度500MPa级耐海洋大气腐蚀性能要求的桥梁钢焊接中的应用。

[0034] 本发明还提供了如上所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝在配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢焊接中的应用。

[0035] 相对于现有技术,本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝具有以下优势:

[0036] 本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,熔敷金属力学性能优良,耐候性合金指数V可达到1.2以上的基础上,熔敷金属抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$,延伸率 $\geq 22\%$, -40°C 冲击韧性 $\geq 80\text{J}$,熔敷金属扩散氢含量 $\leq 5\text{ml}/100\text{g}$,并且具有良好的抗裂性能。此种焊丝可用于配套1Ni耐海洋大气腐蚀钢用于耐海洋大气腐蚀桥梁建设,用于海洋大气腐蚀程度较低地区使用,由于钢板与焊材Ni含量的降低,可大幅度降低工程成本,同时耐海洋大气腐蚀桥梁可以免除涂装工序,具有环保优势,且可以检索定期维护费用,综合成本低。

[0037] 本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,可应用于500MPa级桥梁钢焊接中。

[0038] 本发明所述的高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,焊缝金属自腐蚀电位高于1Ni耐海洋大气腐蚀钢10mV左右,在海洋大气环境下有利于减少焊缝的腐蚀倾向。

具体实施方式

[0039] 除有定义外,以下实施例中所用的技术术语具有与本发明所属领域技术人员普遍理解的相同含义。以下实施例中所用的试验试剂,如无特殊说明,均为常规生化试剂;所述实验方法,如无特殊说明,均为常规方法。

[0040] 下面结合实施例来详细说明本发明。

[0041] 实施例1

[0042] 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,包括外皮与药芯;所述药芯包括如下重量份数的组分,硅锰合金5份、金属锰30份、镁粉15份、镍粉40份、铬粉20份、钼粉2份、铜粉15份、钛铁16份、硼铁2份、稀土硅铁2份、铁粉850份。

[0043] 所述药芯占焊丝总重量的比例为38%。

[0044] 镍粉中含有镍的质量分数为99.5%;铬粉中含有铬的质量分数为99.5%;钼粉中含有钼的质量分数为99.5%;铜粉中含有铜的质量分数为99.5%。

[0045] 焊丝原料(也即外皮)为SPCC-SD冷轧低碳钢钢带,采用常规药芯过渡合金方式和通用的药粉规格及药芯焊丝生产工艺制造,焊丝直径为4.0mm。

[0046] 药芯焊丝熔敷金属性能:(配合烧结101焊剂)

[0047]

试验项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	冲击吸收功 (-40℃)(J)	扩散氢含量 (ml/100g)
实施例1	565	476	27.0	126	3.56

[0048] 耐候性合金指数V:

[0049] $V=1/\{(1.0-0.16[C]) \times (1.05-0.05[Si]) \times (1.04-0.016[Mn]) \times (1.0-0.5[P]) \times (1.0+1.9[S]) \times (1.0-0.10[Cu]) \times (1.0-0.12[Ni]) \times (1.0-0.3[Mo]) \times (1.0-1.7[Ti])\}$,其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]分别代表C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Mo和Ti的熔敷金属重量百分比。

[0050] 计算得到的耐候性合计指数V:1.28。自腐蚀电位高于1Ni耐海洋大气腐蚀钢9mV。

[0051] “耐候性合金指数”引用自标准JIS Z3320-2012《耐候性钢用气体保护和自保护金属电弧焊药芯焊丝》。该指数反映的是金属材料耐大气腐蚀性能的指标,V值越高,耐大气腐蚀性能越优异。

[0052] 实施例2

[0053] 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,包括外皮与药芯;所述药芯包括如下重量份数的组分,硅锰合金10份、金属锰20份、镁粉10份、镍粉50份、铬粉15份、钼粉3份、铜粉20份、钛铁12份、硼铁3份、稀土硅铁3份、铁粉870份。

[0054] 所述药芯占焊丝总重量的比例为35%。

[0055] 镍粉中含有镍的质量分数为99.5%;铬粉中含有铬的质量分数为99.5%;钼粉中含有钼的质量分数为99.5%;铜粉中含有铜的质量分数为99.5%。

[0056] 焊丝原料(也即外皮)为SPCC-SD冷轧低碳钢钢带,采用常规药芯过渡合金方式和通用的药粉规格及药芯焊丝生产工艺制造,焊丝直径为4.0mm。

[0057] 药芯焊丝熔敷金属性能:(配合烧结101焊剂)

[0058]

试验项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	冲击吸收功 (-40℃) (J)	扩散氢含量 (ml/100g)
实施例 2	576	478	26.0	138	3.68

[0059] 耐候性合金指数V:

[0060] $V=1/\{(1.0-0.16[C]) \times (1.05-0.05[Si]) \times (1.04-0.016[Mn]) \times (1.0-0.5[P]) \times (1.0+1.9[S]) \times (1.0-0.10[Cu]) \times (1.0-0.12[Ni]) \times (1.0-0.3[Mo]) \times (1.0-1.7[Ti])\}$, 其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]分别代表C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Mo和Ti的熔敷金属重量百分比。

[0061] 计算得到的耐候性合金指数V:1.32。自腐蚀电位高于1Ni耐海洋大气腐蚀钢10mV。

[0062] 实施例3

[0063] 一种高韧性耐腐蚀埋弧金属粉芯焊丝,包括外皮与药芯;所述药芯包括如下重量份数的组分,硅锰合金20份、金属锰10份、镁粉5份、镍粉60份、铬粉11份、钼粉4份、铜粉25份、钛铁8份、硼铁4份、稀土硅铁4份、铁粉850份。

[0064] 所述药芯占焊丝总重量的比例为32%。

[0065] 镍粉中含有镍的质量分数为99.5%;铬粉中含有铬的质量分数为99.5%;钼粉中含有钼的质量分数为99.5%;铜粉中含有铜的质量分数为99.5%。

[0066] 焊丝原料(也即外皮)为SPCC-SD冷轧低碳钢钢带,采用常规药芯过渡合金方式和通用的药粉规格及药芯焊丝生产工艺制造,焊丝直径为4.0mm。

[0067] 药芯焊丝熔敷金属性能:(配合烧结101焊剂)

[0068]

试验项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	冲击吸收功 (-40℃) (J)	扩散氢含量 (ml/100g)
实施例 3	583	476	25.5	107	3.73

[0069] 耐候性合金指数V:

[0070] $V=1/\{(1.0-0.16[C]) \times (1.05-0.05[Si]) \times (1.04-0.016[Mn]) \times (1.0-0.5[P]) \times (1.0+1.9[S]) \times (1.0-0.10[Cu]) \times (1.0-0.12[Ni]) \times (1.0-0.3[Mo]) \times (1.0-1.7[Ti])\}$, 其中[C]、[Si]、[Mn]、[P]、[S]、[Cu]、[Ni]、[Mo]和[Ti]分别代表C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Mo和Ti的熔敷金属重量百分比。

[0071] 计算得到的耐候性合金指数V:1.37。自腐蚀电位高于1Ni耐海洋大气腐蚀钢12mV。

[0072] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。