



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110091028 A

(43)申请公布日 2019.08.06

(21)申请号 201910509567.4

B23K 35/40(2006.01)

(22)申请日 2019.06.13

(71)申请人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 薛海涛 栾晓平 郭卫兵 陈翠欣  
李永艳

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51)Int.Cl.

B23K 9/04(2006.01)

B23K 9/173(2006.01)

B23K 35/30(2006.01)

B23K 35/38(2006.01)

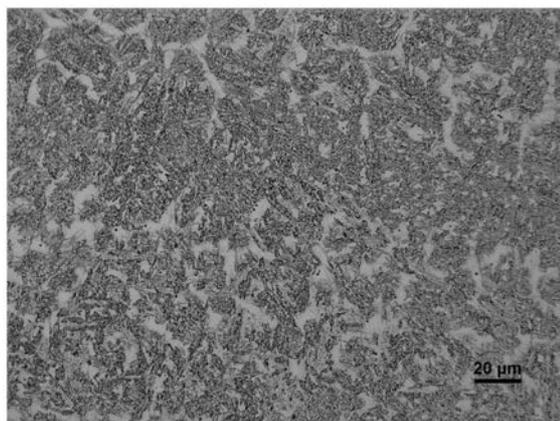
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料

(57)摘要

本发明为种熔化极活性气体保护堆焊合金材料,该合金材料的组成元素质量百分比包括:C:0.27~0.32Wt%,Mn:1.60~1.70Wt%,Cr:1.80~1.90Wt%,Mo:0.95~1.07Wt%,W:0.95~1.05Wt%,V:0.15~0.20Wt%,Si:0.20~0.25Wt%,余量为铁。所述的堆焊合金材料的原料的组成包括中碳锰铁、中碳铬铁、硅铁、钼铁、钒铁、钨铁、还原铁粉;所述的合金材料的原料混合后装入H08管丝包皮钢带内,焊丝的填充率为17-20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5-1.6;然后进行熔化极活性气体保护焊。本发明降低了碳的含量,在焊接时既能提高材料的焊接性,也能获得低碳马氏体和大量弥散分布的MC型碳化物,得到综合性能优良的硬面层。



1. 一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料,其特征为该合金材料的组成元素质量百分比包括:C:0.27~0.32Wt%,Mn:1.60~1.70Wt%,Cr:1.80~1.90Wt%,Mo:0.95~1.07Wt%,W:0.95~1.05Wt%,V:0.15~0.20Wt%,Si:0.20~0.25Wt%,余量为铁。

2. 如权利要求1所述的熔化极活性气体保护堆焊合金材料,其特征为所述的堆焊合金材料的原料的组成包括中碳锰铁、中碳铬铁、硅铁、钼铁、钒铁、钨铁、还原铁粉;其组分的质量为:中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁粉=2.030~2.191:2.638~2.811:0.242~0.266:1.545~1.757:0.296~0.402:2.300~2.612:95.796~99.316;原料的粒径范围为200~350目。

3. 如权利要求2所述的熔化极活性气体保护堆焊合金材料,其特征为所述的原料组成中,中碳锰铁的含锰量为77.6~78.8Wt%;中碳铬铁的含铬量为67.6~68.5Wt%;硅铁的含硅量为75.1~76.3Wt%;钼铁的含钼量为60.9~61.5Wt%;钒铁的含钒量为49.8~50.6Wt%;钨铁的含钨量为40.2~41.3Wt%;还原铁粉的含铁量95~98Wt%。

4. 如权利要求1所述的熔化极活性气体保护堆焊合金材料的焊接方法,其特征为包括以下步骤:

将所述的合金材料的原料混合后装入H08管丝包皮钢带内,焊丝的填充率为17~20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5~1.6;然后进行熔化极活性气体保护焊;

所述的保护焊的焊接电流180~190A,焊接速度30~40mm/min,焊接电压23~24V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量4~5L/min。

5. 一种药芯焊丝,其特征为该焊丝由上述的合金材料的原料均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为17~20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5~1.6。

## 一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料。使用该堆焊合金材料进行焊接时,形成的硬质面具有高硬度、高耐磨性以及耐高温性,该堆焊合金材料可用于工件表面修复以及药芯焊丝的开发中。

### 背景技术

[0002] 在机械传动及能源化工领域,零部件表面发生磨损是其主要的失效形式。目前采用激光焊、二氧化碳气体保护焊等焊接方法对基体表面进行堆焊,从而赋予基体材料优异的耐热以及耐磨等性能。激光焊的设备成本昂贵,焊件位置需要非常精确,具有较高的反射率等问题。二氧化碳气体保护焊的焊接飞溅大,成型不好。采用熔化极活性气体保护焊可以有效的解决上述的问题,焊接速度快,焊接飞溅小,并且有效的降低了焊接成本。

[0003] 目前对于高硬度堆焊合金材料的研究来看,高硬度、耐磨性合金多为高铬铸铁型合金,主要元素C、Cr成分分别为:2-3.6Wt%,11-30Wt%。由于其硬面层含有大量的共晶碳化物 $M_7C_3$ 等从而能够得到很高的硬度。但其韧性较差容易产生脱落,而且其脆性很大极易产生裂纹,其硬面层的综合力学性能有待提高。

[0004] 与高铬铸铁型合金体系相比,铁基堆焊合金系种类多,价格也是相对低廉并且可以实现强度、硬度、韧性、耐磨性的良好匹配,焊接性也很好,具有优良的综合力学性能。但由于合金中Cr、C含量较高,硬度和韧性仍有待提高。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的为针对上述硬面堆焊合金材料存在的不足,提供了一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料。该堆焊合金材料中含有Cr、Mo、Mn、W等元素,C、Cr含量较低,分别为0.27~0.32Wt%和1.80~1.90Wt%,减少了一些如Ti、稀土等贵重的合金元素,使焊接使用过程中,有效的减少了粗大 $M_{23}C_6$ 的生成量,而更容易获得细小的MC型碳化物作为主要的硬质相的硬面层,MC型碳化物可以让基体和强化相之间的结合面更加纯净,也更易弥散分布,且碳化物的早期析出可以降低金属凝固后奥氏体中的C和合金元素的含量,从而促进基体在快冷条件下转变为低碳板条马氏体,在进行相应的热处理工艺,在提高硬面层硬度的前提下,保证了其良好的耐磨损性能和抗裂性能,也为工厂易损件的修复节约了很大的成本。

[0006] 本发明的技术方案为:

[0007] 一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料,该合金材料的组成元素质量百分比包括:C:0.27~0.32Wt%,Mn:1.60~1.70Wt%,Cr:1.80~1.90Wt%,Mo:0.95~1.07Wt%,W:0.95~1.05Wt%,V:0.15~0.20Wt%,Si:0.20~0.25Wt%,余量为铁。

[0008] 所述的堆焊合金材料的原料的组成包括中碳锰铁、中碳铬铁、硅铁、钼铁、钒铁、钨铁、还原铁粉;其组分按质量配比为,中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁粉=2.030~2.191:2.638~2.811:0.242~0.266:1.545~1.757:0.296~0.402:2.300~

2.612:95.796~99.316。原料的粒径范围为200~350目。

[0009] 所述的原料组成中,中碳锰铁的含锰量为77.6~78.8Wt%;中碳铬铁的含铬量为67.6~68.5Wt%;硅铁的含硅量为75.1~76.3Wt%;钼铁的含钼量为60.9~61.5Wt%;钒铁的含钒量为49.8~50.6Wt%;钨铁的含钨量为40.2~41.3Wt%;还原铁粉的含铁量95~98Wt%。

[0010] 所述的熔化极活性气体保护堆焊合金材料的焊接方法,包括以下步骤:

[0011] 将所述的合金材料的原料混合后装入H08管丝包皮钢带内,焊丝的填充率为17-20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5-1.6;然后进行熔化极活性气体保护焊;

[0012] 所述的保护焊的焊接电流180~190A,焊接速度30~40mm/min,焊接电压23~24V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量4~5L/min。

[0013] 一种药芯焊丝,该焊丝由上述的合金材料的原料均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为17-20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5-1.6。

[0014] 本发明的有益效果为

[0015] 本发明合金材料在保证硬面层强度和硬度的前提条件下,降低了含碳量,从而提高了焊接性和硬面层的抗冲击性能,同时,添加适量的合金元素,使得焊后得到的组织为低碳马氏体和大量弥散分布的MC型碳化物,从而提高硬面层的硬度、耐磨性能以及良好的冲击韧性,Mn具有良好的脱氧除硫的作用,同时与Si形成Si-Mn联合脱氧,具有显著降低堆焊合金中O含量的能力,与S结合形成MnS,防止低熔点共晶FeS的生成,可以有效减弱堆焊金属中热裂纹的形成倾向。

[0016] 简单点阵结构碳化物的显著特点是熔点高、硬度高且稳定性好。堆焊层的硬度提高了约母材的2倍,耐磨性显著提高。MC型碳化物的形态多为弥散分布的球状、团块状、短杆状,碳化物的形态没有尖角,与基体组织结合良好,对材料的强度、韧性都有利。组织为板条状马氏体加弥散分布的MC型碳化物颗粒显著的提高了基体的耐磨性能,在磨损过程中,弥散分布的MC型碳化物颗粒可作为抵抗磨损的质点,板条状马氏体基体除可抑制裂纹形成和扩展外,还可以对碳化物进行有效的支撑和保护。

[0017] 本发明合金材料中添加了Cr、Mo等元素,同时降低了碳的含量,在焊接时既能提高材料的焊接性,也能获得低碳马氏体和大量弥散分布的MC型碳化物,得到综合性能优良的硬面层。同时,该合金材料中贵重金属添加量不多,显著降低了生产制造的成本,减少了污染。

## 附图说明

[0018] 图1为使用实施例2的合金材料进行堆焊后得到的硬面层金相照片图。

[0019] 图2为使用实施例2的合金材料进行堆焊后,进行机加工之后得到的形貌图。

## 具体实施方式

[0020] 下面对本发明的较佳实施例进行详细的说明,便于相关人员分析和理解,明确本发明的保护范围并作出相对明确的界限。

[0021] 本发明一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料的组成元素质量百分比为:C:0.27~0.32Wt%,Mn:1.60~1.70Wt%,Cr:1.80~1.90Wt%,Mo:0.95~1.07Wt%,W:0.95~

1.05Wt%, V:0.15~0.20Wt%, Si:0.20~0.25Wt%, 余量为铁。上述合金材料的原料为:中碳锰铁(含锰量为77.6~78.8Wt%)、中碳铬铁(含铬量为67.6~68.5Wt%)、硅铁(含硅量为75.1~76.3Wt%)、钼铁(含钼量为60.9~61.5Wt%)、钒铁(含钒量为49.8~50.6Wt%)、钨铁(含钨量为40.2~41.3Wt%)、还原铁粉(含铁量95~98Wt%)。其组分按质量配比为中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁粉=2.030~2.191:2.638~2.811:0.242~0.266:1.545~1.757:0.296~0.402:2.300~2.612:95.796~99.316。原料的粒径范围为200~350目。

[0022] 本发明熔化极活性气体保护堆焊合金材料能够用于工件表面修复或者制备成药芯焊丝。

[0023] 一种药芯焊丝,该焊丝由上述的合金材料的原料均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为17~20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.5~1.6。

[0024] 上述焊丝的焊接方法为熔化极活性气体保护焊,焊接电流180~190A,焊接速度30~40mm/min,焊接电压23~24V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量4~5L/min。

[0025] 利用该实施例对材料为42CrMo钢的安全轴采用熔化极活性气体保护焊,主要考察堆焊层的组织、硬度以及耐磨性。

[0026] 实施例1

[0027] 按照以下质量配比准备原料:中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁粉=2.125:2.759:0.253:1.681:0.359:2.469:97.927,然后均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.6。

[0028] 焊接的母材是42CrMo钢所制成的安全轴的内齿,安全轴的直径为520mm,每条内齿的焊接长度为175mm。具体的焊接参数为:焊接电流180A,焊接速度30mm/min,焊接电压23V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量5L/min。

[0029] 经EDS能谱分析测得,堆焊合金材料的组成元素质量百分比为:C:0.30Wt%, Mn:1.67Wt%, Cr:1.88Wt%, Mo:1.03Wt%, W:1.00Wt%, V:0.18Wt%, Si:0.23Wt%, 余量为铁(及微量不可避免杂质元素)。

[0030] 实施例2

[0031] 按照以下质量配比准备原料:中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁粉=2.125:2.813:0.253:1.681:0.359:2.469:97.927,然后均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi$ 1.6。

[0032] 焊接的母材是42CrMo钢所制成的安全轴的内齿,安全轴的直径为520mm,每条内齿的焊接长度为175mm。具体的焊接参数为:焊接电流180A,焊接速度30mm/min,焊接电压23V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量5L/min。

[0033] 经EDS能谱分析测得,堆焊合金材料的组成元素质量百分比为:C:0.32Wt%, Mn:1.67Wt%, Cr:1.90Wt%, Mo:1.03Wt%, W:1.00Wt%, V:0.18Wt%, Si:0.23Wt%, 余量为铁。

[0034] 焊后得到的组织为低碳马氏体和大量弥散分布的MC型碳化物,从而提高硬面层的硬度、耐磨性能以及良好的冲击韧性。焊后所得到的焊缝形貌也很好,不存在气孔夹杂等缺陷。

[0035] 实施例3

[0036] 按照以下质量配比准备原料:中碳锰铁:中碳铬铁:硅铁:钼铁:钒铁:钨铁:还原铁

粉=2.125:2.788:0.253:1.681:0.359:2.469:97.927,然后均匀混合后装入H08管丝包皮钢带上而制成,焊丝的填充率为20%,药芯焊丝的直径为 $\Phi 1.6$ 。

[0037] 焊接的母材是42CrMo钢所制成的安全轴的内齿,安全轴的直径为520mm,每条内齿的焊接长度为175mm。具体的焊接参数为:焊接电流180A,焊接速度30mm/min,焊接电压23V,混合气体为80%的Ar和20%的CO<sub>2</sub>,气体流量5L/min。

[0038] 经EDS能谱分析测得,堆焊合金材料的组成元素质量百分比为:C:0.30Wt%,Mn:1.67Wt%,Cr:1.90Wt%,Mo:1.03Wt%,W:1.00Wt%,V:0.18Wt%,Si:0.23Wt%,余量为。

[0039] 表一熔化极活性气体保护焊工艺参数

[0040]

参数	数值
焊接电流 I/A	180
焊接电压 U/V	23
焊接速度 V/mm·min <sup>-1</sup>	30
混合气体流量 Q/L·min <sup>-1</sup>	5

[0041] 用电火花线切割机切取尺寸为20mm×10mm×10mm的试样。分别观察各实施例堆焊得到的堆焊层金相组织,所获得的硬面层进行硬度测量以及耐磨性试验,表二是硬面层的硬度测量数据,表三为耐磨性实验数据。用MM-2000型磨损试验机进行磨损试验,HR-150型洛氏硬度计进行硬度试验。

[0042] 表二

[0043]

实施例	1	2	3
洛氏硬度 HRC	47.3	50.4	48.1

[0044] 表三

[0045]

实施例	1	2	3
耐磨系数 $\epsilon$ %	66.75	70.99	69.14

[0046] 从表二获得实验数据可以看出,使用本发明合金材料进行堆焊,得到的硬面层硬度达到了47.2~50.4HRC,添加适量的合金元素,然后进行相应的调制处理工艺,使得硬度显著的提高。

[0047] 碳化物的形态主要是均匀弥散分布于基体上的细小颗粒状碳化物,碳化物起耐磨质点的作用,强韧性良好的板条马氏体基体对分布在其上的面的碳化物起到了良好的支撑和保护作用,因此耐磨性较好。

[0048] 本发明熔化极活性气体保护堆焊合金材料,保证了硬面层的硬度和耐磨性,有效的增加了工件的使用寿命,节约了金属资源,符合国家节约能源的理念。

[0049] 本发明Cr含量设计为1.80~1.90Wt%。Cr的碳化物主要存在形式为M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>型,这种类

型的碳化物易沿晶界呈网状分布,它的存在导致堆焊组织的耐磨性和抗裂性都会变差。本发明的合金材料中铬的含量仅为1.80~1.90Wt%,较低含量的铬可以提高钢的淬透性的同时也可以提高硬面层的强度、硬度以及耐磨性。

[0050] 本发明C含量设计为0.27~0.32Wt%。更低的碳含量不但可以提高焊丝焊接性,同时,还可以与V等强碳化物形成元素发生反应,生成MC型碳化物,通过细化晶粒和改变碳化物的形态来提高硬面层的强度和韧性。

[0051] 本发明Mn含量为1.60~1.70Wt%。Mn是奥氏体形成元素,可以降低Ms点,提高淬透性,Mn具有良好的脱氧除硫的作用。

[0052] 本发明Mo含量为0.95~1.07Wt%。Mo是中强碳化物形成元素,通过固溶于基体产生固溶强化,提高淬透性,细化晶粒。当Mo $\geq$ 3%时,二次硬化峰值过高,将会对塑韧性、韧性产生不利的影响。

[0053] 本发明W含量为0.95~1.05Wt%。W的作用与Mo相似,适当的添加元素W,堆焊合金的冲击韧性也会相应的提高。

[0054] 本发明V含量为0.15~0.20Wt%。V是强碳化物形成元素,V是引起二次硬化的元素,在堆焊合金中,主要形成的碳化物为VC,少量V的存在不仅对细化组织有利,还可以提高堆焊合金的强韧性。

[0055] 本发明Si含量为0.20~0.25Wt%。加入少量的Si,可以降低马氏体转变的起始温度Ms点,增加熔敷层中残余奥氏体的含量,同时,提高残余奥氏体的稳定性。

[0056] 本发明所述的是一种熔化极活性气体保护堆焊合金材料,通过加入Cr、Mo、V等合金元素,提高铁基合金的硬度以及耐磨能力,提升了稳定性,节约了资源。

[0057] 以上是本发明的具体实施例。但是本发明的保护范围不局限于此,任何熟悉本领域的相关技术人员在本发明所揭露的技术范围内,不经创造性想到的变化或替换,都应该涵盖在本发明的保护范围内,因此,本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

[0058] 本发明未尽事宜为公知技术。

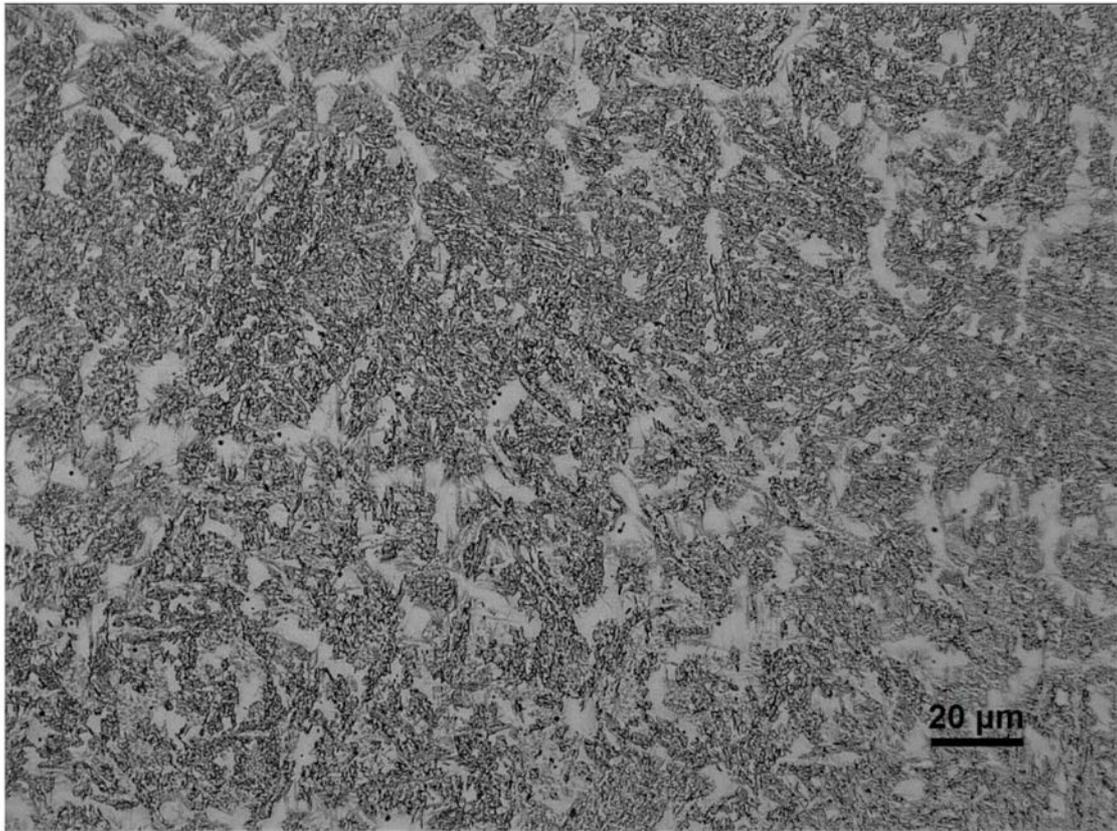


图1



图2