



(10) 授权公告号 CN 116100196 B

(45) 授权公告日 2023.08.18

(21) 申请号 202310367464.5

(22) 申请日 2023.04.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116100196 A

(43) 申请公布日 2023.05.12

(73) 专利权人 西安热工研究院有限公司
地址 710000 陕西省西安市碑林区兴庆路
136号

专利权人 华能国际电力股份有限公司德州
电厂
华能海南发电股份有限公司东方
电厂
内蒙古蒙电华能热电股份有限公
司乌海发电厂

(72) 发明人 刘福广 刘国刚 米紫昊 常哲
张兰庆 李杰 伊晓鲁 王垚
张华东 刘增瑞 杨新宇 黄修喜
林崴 乔燕雄 许有海

(74) 专利代理机构 北京荟英捷创知识产权代理
事务所(普通合伙) 11726
专利代理师 李也庚

(51) Int.Cl.
B23K 35/32 (2006.01)
B23K 35/40 (2006.01)

(56) 对比文件
KR 101466559 B1, 2014.12.01
KR 19980079202 A, 1998.11.25
US 3764303 A, 1973.10.09
CN 102275049 A, 2011.12.14
CN 104289826 A, 2015.01.21
CN 106425156 A, 2017.02.22
CN 109967916 A, 2019.07.05
CN 113579564 A, 2021.11.02
CN 115890061 A, 2023.04.04
张恒;潘应君;柯德庆;洪波;陆旭锋. 热处理
对Fe-Mo-Cr-B堆焊合金组织的影响. 武汉科技大
学学报. 2016, (第03期),

审查员 汪卫婷

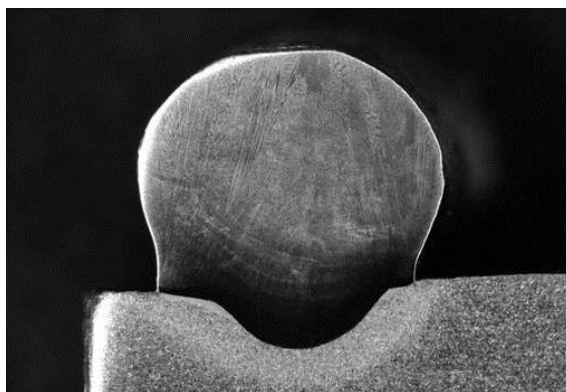
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝及其制备方法, 涉及焊接材料技术领域, 为解决受热面管磨损严重的问题而设计。Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝, 包括外皮以及填充于所述外皮中的药芯; 所述外皮为430不锈钢带, 以占所述药芯总质量的质量百分比计, 所述药芯包括Cr: 20.0%~25.0%, Mo: 35.0%~40.0%, Al: 5.0%~7.0%, C: 6%~10.0%, B: 10.0%~13.0%, Y: 4.0%~5.0%, 其余为Fe。本发明提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝通过金属元素、非金属元素及外部强制冷却等方式, 保证堆焊层中存在非晶相, 堆焊层综合性能优异。



1. 一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,其特征在于,包括外皮以及填充于所述外皮中的药芯;所述外皮为430不锈钢带,以占所述药芯总质量的质量百分比计,所述药芯包括Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe;所述Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的填充率为30%~32%;所述Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的直径为1.0mm~1.2mm;药粉的粒度为100目~200目;外皮的原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm。

2. 一种权利要求1的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

称取药粉:按以下质量百分比称取药粉,Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

烘干药粉:将药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为100~150℃,保温时间为1~4h,去除药粉中的水分;

混合药粉:将烘干后的药粉放置于混粉机中进行混合,混合时间为1h~4h;

填充药粉:去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将混合好的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

拉拔焊丝:采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm。

3. 根据权利要求2所述的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的制备方法,其特征在于,还包括焊丝包装步骤:将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及焊接材料技术领域,具体而言,涉及一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝和Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的制备方法。

背景技术

[0002] 我国煤炭资源丰富,2000年煤电在总发电量的比重占77%。燃煤锅炉产生的高温烟气中含有大量的硬质飞灰颗粒,常常使鼓励“四管”(水冷壁管,过热器管,再热器管和省煤器管)发生工位冲蚀磨损和热腐蚀,引发管子泄漏及爆管事故,停工检修或更换管材,对锅炉运行的安全性和经济性产生了很大的影响。近年来高速发展的循环流化床燃烧是一种洁净煤技术,截至2010年,我国已有2000多台循环硫化床锅炉投入运行,其受热面管的磨损是一个比较严重的问题。因此,采用先进的表面工程理论和技术,研制锅炉“四管”表面的高温抗冲蚀磨损、热腐蚀防护层,具有重要的理论意义和工程实际价值。

发明内容

[0003] 本发明的第一个目的在于提供一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,以解决现有受热面管磨损严重的技术问题。

[0004] 本发明提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,包括外皮以及填充于所述外皮中的药芯;所述外皮为430不锈钢带,以占所述药芯总质量的质量百分比计,所述药芯包括Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe。

[0005] 本发明Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝带来的有益效果是:

[0006] 本发明实施例的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝适用于电厂锅炉受热面管表面堆焊用,由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。而且,该焊丝针对电厂锅炉受热面管的服役工况,通过固溶强化和第二相强化的方式,强化熔覆层基体组织,提高耐磨性能:固溶强化通过Cr、Mo、C等元素固溶于Fe基体组织中;第二相强化通过C和Al元素的添加,原位生成的陶瓷硬质相 Cr_2C_3 和 Al_2O_3 ,实现对基体的强化。在堆焊的时候,外部强制冷却通过在管道内部通冷却水的方式,实现对熔池冷速的提高,从而促进非晶态的生成。借助稀土元素和B元素,提高熔覆过程熔池的润湿性能,净化晶界,进一步促进堆焊层的耐磨和耐蚀性能。采用上述的焊丝制备锅炉受热面管表面熔覆层,熔覆层与基体之间为冶金结合,具有寿命长、可靠性高等优点。

[0007] 优选的技术方案中,所述Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的填充率为30%~32%。

[0008] 优选的技术方案中,所述Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的直径为1.0mm~1.2mm。

[0009] 本发明的第二个目的在于提供一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的制备方法,包括如下步骤:

[0010] 称取药粉:按以下质量百分比称取药粉,Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:

5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

[0011] 烘干药粉;

[0012] 混合药粉;

[0013] 填充药粉:去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将混合好的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0014] 拉拔焊丝:采用拉拔工艺制成焊丝成品。

[0015] 采用上述方法制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。

[0016] 优选的技术方案中,所述烘干药粉步骤中,将药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为100~150℃,保温时间为1~4h,去除药粉中的水分。

[0017] 优选的技术方案中,所述混合药粉步骤中,将烘干后的药粉放置于混粉机中进行混合,混合时间为1h~4h。

[0018] 优选的技术方案中,所述拉拔焊丝中,采用拉拔模具拉拔制造所述焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm。

[0019] 优选的技术方案中,所述药粉的粒度为100目~200目。

[0020] 优选的技术方案中,所述外皮的原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm。

[0021] 优选的技术方案中,还包括焊丝包装步骤:将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或背景技术中的技术方案,下面将对实施例或背景技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0023] 图1为使用实施例二制备的焊丝在12Cr1MoV基体上进行的焊接工艺性试验的金相图。

[0024] 图2为使用实施例二制备的焊丝在12Cr1MoV基体上进行堆焊后其堆焊层的磨损表面。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 本发明实施例提供一种Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝及其制备方法,适用于电厂锅炉受热面管表面堆焊用,由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。

[0027] 第一方面,本发明实施例提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,包括外皮以及填充于

外皮中的药芯;外皮为430不锈钢带,以占药芯总质量的质量百分比计,药芯包括Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe。

[0028] 本发明Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝带来的有益效果是:

[0029] 本发明实施例的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝针对电厂锅炉受热面管的服役工况,通过固溶强化和第二相强化的方式,强化熔覆层基体组织,提高耐磨性能:固溶强化通过Cr、Mo、C等元素固溶于Fe基体组织中;第二相强化通过C和Al元素的添加,原位生成的陶瓷硬质相 Cr_2C_3 和 Al_2O_3 ,实现对基体的强化。在堆焊的时候,外部强制冷却,通过在管道内部通冷却水的方式,实现对熔池冷速的提高,从而促进非晶态的生成。借助稀土元素和B元素,提高熔覆过程熔池的润湿性能,净化晶界,进一步促进堆焊层的耐磨和耐蚀性能。采用上述的焊丝制备锅炉受热面管表面熔覆层,熔覆层与基体之间为冶金结合,具有寿命长、可靠性高等优点。

[0030] 本发明实施例的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝中,填充率为30%~32%。

[0031] 本发明实施例的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝中,直径为1.0mm~1.2mm。

[0032] 具体的,本发明实施例中的各组分的机理和含量如下:

[0033] 除铁元素外,焊丝中主要元素为Cr,来自于作为外皮的430不锈钢带和药粉的添加,Cr可以通过生成致密的 Cr_2O_3 提高熔覆层的耐高温性能;Cr也可以固溶于Fe基体中,提高基体强度。此外,Cr与C反应,可以原位生成硬质 Cr_2C_3 颗粒,弥散分布在Fe基体中,提高基体的耐磨性能。

[0034] 除铁元素外,焊丝中第二主要元素为Mo,Mo的原子半径大,其固溶于Fe基体中引起的晶格畸变效果明显,因此强化效果显著。Mo也可以形成致密的高温氧化膜,提高熔覆层的耐高温性能。Mo熔点较高,易促进非晶相的生成。

[0035] 焊丝中还包括Al元素,Al一方面可以形成致密的 Al_2O_3 ,提高熔覆层的耐高温性能,另一方面这些细小的 Al_2O_3 颗粒可以提高基体的硬度和耐磨性能。

[0036] 焊丝中添加一定量的C,本实施例的焊丝中添加的C元素含量较高,主要是借助非金属元素C的非晶形成能力,提高熔覆层中非晶态物质的含量。此外,C作为Cr可以原位反应生成硬质的 Cr_2C_3 相,提高基体的耐磨性能。

[0037] 焊丝中还添加了一定量的B,B和C一样作为非金属元素,可以促进熔覆金属中非晶态物质的含量。此外,B与Fe反应原位生成多种铁的硼化物,硬度高,弥散度高,可以显著提高基体的耐磨性能。

[0038] 焊丝中还添加了稀土元素Y:稀土元素的添加,一方面是净化晶界,提高晶界结合强度;另一方面可以细化晶粒尺寸,提高熔覆层的综合性能。

[0039] 综上,本实施例提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。

[0040] 另一方面,本实施例所提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝的制备方法,包括如下步骤:

[0041] 称取药粉:按以下质量百分比称取药粉,Cr:20.0%~25.0%,Mo:35.0%~40.0%,Al:5.0%~7.0%,C:6%~10.0%,B:10.0%~13.0%,Y:4.0%~5.0%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量

百分比之和为100%;其中,药粉的粒度范围是100目~200目;

[0042] 烘干药粉:将药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为100~150℃,保温时间为1~4h,去除药粉中的水分;

[0043] 混合药粉:将烘干后的药粉放置于混粉机中进行混合,混合时间为1h~4h;

[0044] 填充药粉:选用原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮,去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将混合好的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0045] 拉拔焊丝:采用拉拔工艺制成焊丝成品,具体地,采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm,所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm。

[0046] 采用上述方法制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝,由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。

[0047] 除上述步骤外,制造方法还可以包括焊丝包装步骤:将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0048] 本发明实施例所提供的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝及其制备方法,具有以下有益效果:

[0049] (1)本发明实施例提供的焊丝,由于焊丝中合理的元素添加,配合CMT堆焊的低热输入和外部强制冷却作用,可以实现堆焊层中非晶态的存在,从而可以保证堆焊层具有高硬、耐蚀特性。

[0050] (2)本发明实施例提供的焊丝针对电厂锅炉受热面管的服役工况,通过固溶强化和第二相强化的方式,强化熔覆层基体组织,提高耐磨性能:固溶强化通过Cr、Mo、C等元素固溶于Fe基体组织中;第二相强化通过C和Al元素的添加,原位生成的陶瓷硬质相 Cr_2C_3 和 Al_2O_3 ,实现对基体的强化。

[0051] (3)本发明实施例提供的焊丝在堆焊的时候,外部强制冷却,通过在管道内部通冷却水的方式,实现对熔池冷速的提高,从而促进非晶态的生成。

[0052] (4)本发明实施例提供的焊丝借助稀土元素和B元素,提高熔覆过程熔池的润湿性能,净化晶界,进一步促进堆焊层的耐磨和耐蚀性能。

[0053] (5)采用本发明实施例提供的焊丝制备锅炉受热面管表面熔覆层,熔覆层与基体之间为冶金结合,具有寿命长、可靠性高等优点。

[0054] 采用上述Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV基体表面进行堆焊,堆焊采用CMT电源,堆焊过程中管内通以冷却水(接近0℃),CMT堆焊电流为120~150A,堆焊层厚度为1.5~2.0mm。堆焊层的洛氏硬度处于50~53HRC,堆焊层600℃,热震试验超过150次不开裂。

[0055] 实施例一:

[0056] 步骤1:称取药粉,按质量百分比计,Cr粉20.0%,Mo粉35.0%,Al粉5.0%,C粉6%,B粉10.0%,Y粉4.0%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

[0057] 步骤2:烘干药粉,将称取的药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为100℃,保温时间为1h,去除药粉中的水分;

[0058] 步骤3:混合药粉,将烘干后的药粉放置于混粉机中进行充分的混合,混合时间为1h。

[0059] 步骤4:填充药粉,选用原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮,采用酒精去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将步骤3获得的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0060] 步骤5:拉拔焊丝,采用拉拔工艺制成焊丝成品,具体地,采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,其中第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm,所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm。

[0061] 步骤6:焊丝包装步骤,将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0062] 采用实施例一制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV表面进行堆焊,堆焊采用CMT电源,堆焊过程中管内通以冷却水(接近0℃),CMT堆焊电流为120~150A,所获得的堆焊层厚度为1.5mm。

[0063] (1)堆焊层的XRD物相检测图谱中发现“弥散峰”,表面堆焊层存在非晶相;

[0064] (2)堆焊层的洛氏硬度为50HRC;

[0065] (3)堆焊层600℃热震试验160次不开裂。

[0066] 实施例二:

[0067] 步骤1:称取药粉,按质量百分比计,Cr粉25.0%,Mo粉40.0%,Al粉7.0%,C粉10%,B粉13.0%,Y粉5.0%,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

[0068] 步骤2:烘干药粉,将称取的药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为150℃,保温时间为4h,去除药粉中的水分;

[0069] 步骤3:混合药粉,将烘干后的药粉放置于混粉机中进行充分的混合,混合时间为4h。

[0070] 步骤4:填充药粉,选用原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮,采用酒精去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将步骤3获得的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0071] 步骤5:拉拔焊丝,采用拉拔工艺制成焊丝成品,具体地,采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,其中第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm,所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm;

[0072] 步骤7:焊丝包装步骤,将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0073] 采用实施例二制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV表面进行堆焊,堆焊采用CMT电源,堆焊过程中管内通以冷却水(接近0℃),CMT堆焊电流为120~150A,所获得的堆焊层厚度为2.0mm。

[0074] (1)堆焊层的XRD物相检测图谱中发现“弥散峰”,表面堆焊层存在非晶相;

[0075] (2)堆焊层的洛氏硬度为53HRC;

[0076] (3)堆焊层600℃热震试验170次不开裂。

[0077] 图1为使用实施例二制备的焊丝在12Cr1MoV基体上进行的焊接工艺性试验的金相图,从图中可以看出,堆焊焊缝成形良好。通过计算,堆焊层稀释率仅为1%,主要原因是CMT热输入低,并且有外部强制水冷的作用。

[0078] 图2为使用实施例二制备的焊丝在12Cr1MoV基体上进行堆焊后其堆焊层的磨损表

面,从图中可以看出,以黏着和磨粒磨损为主,犁沟型形貌较少,耐磨性较好。

[0079] 实施例三:

[0080] 步骤1:称取药粉,按质量百分比计,Cr粉22.0%,Mo粉37.0%,Al粉6.0%,C粉8.0%,B粉12.0%,Y粉4.5%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

[0081] 步骤2:烘干药粉,将称取的药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为120℃,保温时间为3h,去除药粉中的水分;

[0082] 步骤3:混合药粉,将烘干后的药粉放置于混粉机中进行充分的混合,混合时间为3h。

[0083] 步骤4:填充药粉,选用原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮,采用酒精去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将步骤3获得的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0084] 步骤5:拉拔焊丝,采用拉拔工艺制成焊丝成品,具体地,采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,其中第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm,所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm;

[0085] 步骤7:焊丝包装步骤,将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0086] 采用实施例三制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV表面进行堆焊,堆焊采用CMT电源,堆焊过程中管内通以冷却水(接近0℃),CMT堆焊电流为120~150A,所获得的堆焊层厚度为1.7mm。

[0087] (1)堆焊层的XRD物相检测图谱中发现“弥散峰”,表面堆焊层存在非晶相;

[0088] (2)堆焊层的洛氏硬度为52HRC;

[0089] (3)堆焊层600℃热震试验155次不开裂。

[0090] 实施例四:

[0091] 步骤1:称取药粉,按质量百分比计,Cr粉23.0%,Mo粉36.0%,Al粉5.5%,C粉8.0%,B粉11.0%,Y粉4.2%,其余为Fe粉,以上所有组分的质量百分比之和为100%;

[0092] 步骤2:烘干药粉,将称取的药粉置于真空加热炉内加热,加热温度为125℃,保温时间为3.5h,去除药粉中的水分;

[0093] 步骤3:混合药粉,将烘干后的药粉放置于混粉机中进行充分的混合,混合时间为3.8h。

[0094] 步骤4:填充药粉,选用原材料尺寸为厚度为0.4mm,宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮,采用酒精去除外皮表面的油脂,并将外皮弯曲为U形,将步骤3获得的药粉填充进外皮,并将外皮合口;

[0095] 步骤5:拉拔焊丝,采用拉拔工艺制成焊丝成品,具体地,采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品,采用多道次拉拔的工艺,其中第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm,所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm;

[0096] 步骤7:焊丝包装步骤,将焊丝成品缠绕于焊丝盘,并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0097] 采用实施例四制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV表面进行堆焊,堆焊采用CMT电源,堆焊过程中管内通以冷却水(接近0℃),CMT堆焊电流为120~150A,所获得的堆

焊层厚度为1.6mm。

[0098] (1)堆焊层的XRD物相检测图谱中发现“弥散峰”，表面堆焊层存在非晶相；

[0099] (2)堆焊层的洛氏硬度为51HRC；

[0100] (3)堆焊层600℃热震试验165次不开裂。

[0101] 实施例五：

[0102] 步骤1：称取药粉，按质量百分比计，Cr粉24.0%，Mo粉39.0%，Al粉6.2%，C粉9.0%，B粉12.5%，Y粉4.9%，其余为Fe粉，以上所有组分的质量百分比之和为100%；

[0103] 步骤2：烘干药粉，将称取的药粉置于真空加热炉内加热，加热温度为110℃，保温时间为1.4h，去除药粉中的水分；

[0104] 步骤3：混合药粉，将烘干后的药粉放置于混粉机中进行充分的混合，混合时间为1.4h。

[0105] 步骤4：填充药粉，选用原材料尺寸为厚度为0.4mm，宽度为7mm的430不锈钢带作为外皮，采用酒精去除外皮表面的油脂，并将外皮弯曲为U形，将步骤3获得的药粉填充进外皮，并将外皮合口；

[0106] 步骤5：拉拔焊丝，采用拉拔工艺制成焊丝成品，具体地，采用拉拔模具拉拔制造焊丝成品，采用多道次拉拔的工艺，其中第一道次的拉拔模具孔径为2.6mm，所制成的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝直径为1.0mm~1.2mm；

[0107] 步骤7：焊丝包装步骤，将焊丝成品缠绕于焊丝盘，并密封在药芯焊丝真空包装袋内。

[0108] 采用实施例五制备的Fe-Cr-Mo基非晶涂层焊丝在12Cr1MoV表面进行堆焊，堆焊采用CMT电源，堆焊过程中管内通以冷却水（接近0℃），CMT堆焊电流为120~150A，所获得的堆焊层厚度为2.0mm。

[0109] (1)堆焊层的XRD物相检测图谱中发现“弥散峰”，表面堆焊层存在非晶相；

[0110] (2)堆焊层的洛氏硬度为53HRC；

[0111] (3)堆焊层600℃热震试验170次不开裂。

[0112] 虽然本发明披露如上，但本发明并非限于此。任何本领域技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，均可作各种更动与修改，因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

[0113] 最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0114] 上述实施例中，诸如“上”、“下”等方位的描述，均基于附图所示。

[0115] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。

[0116] 因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

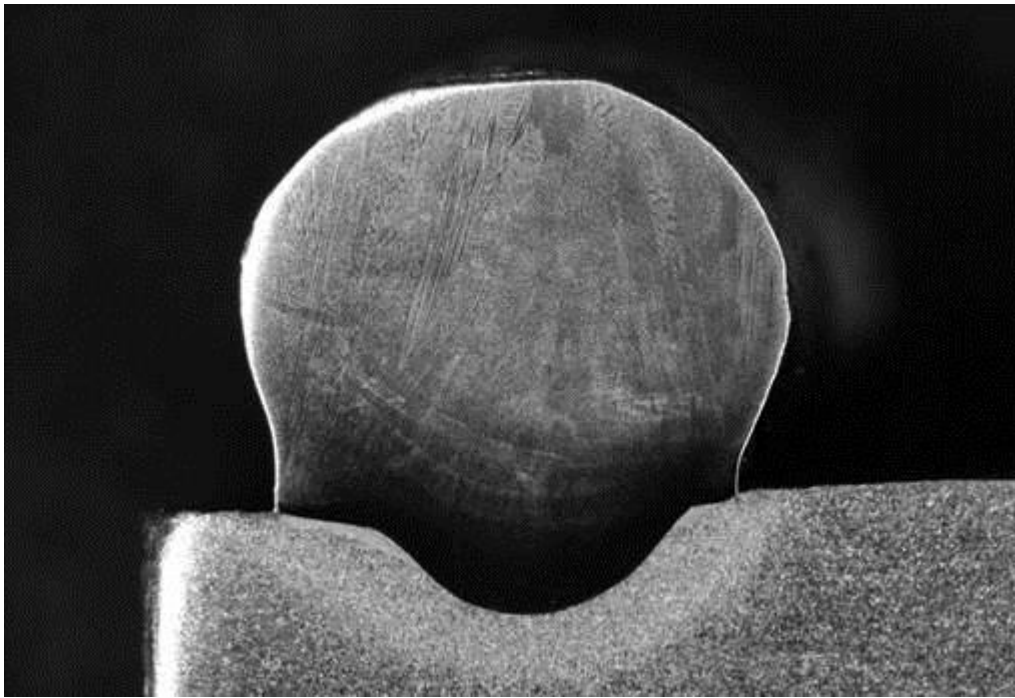


图1

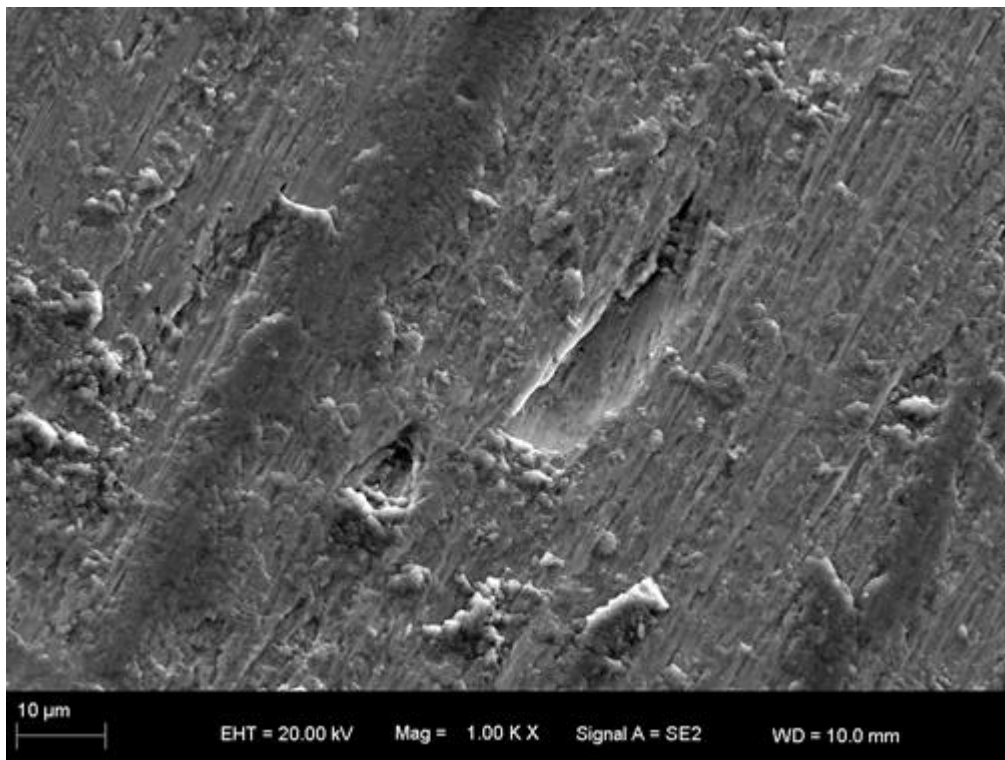


图2