



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101402161 B

(45) 授权公告日 2010.10.13

(21) 申请号 200810158649.0

(22) 申请日 2008.11.07

(73) 专利权人 山东大学

地址 250062 山东省济南市历下区山大南路
27号

(72) 发明人 孙俊生 支开印 王永 范存超

(74) 专利代理机构 济南圣达专利商标事务所有
限公司 37221

代理人 李健康

(51) Int. Cl.

B23K 35/22 (2006.01)

B22F 9/08 (2006.01)

审查员 张永锋

权利要求书 2 页 说明书 8 页

(54) 发明名称

一种抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝

(57) 摘要

本发明公开了一种抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,由钢带包裹合金粉通过拉丝模,逐道拉拔、减径制成,其中:所述堆焊药芯焊丝直径为 2.4mm ~ 3.2mm,长度任意设定;所述钢带是宽度为 18 ~ 22mm、厚度为 0.45 ~ 0.6mm 的 SPCC、08A、08A1 钢带之一;所述合金粉由废钢和合金剂制得。本发明根据堆焊金属的成分要求设计,制粉的熔炼过程使其成分完全均匀,克服了目前药芯焊丝生产用药粉采用机械混合工艺容易造成成分不均匀的弊端。本发明以废钢作为抗磨料磨损堆焊药芯焊丝的原材料之一,充分利用了所含的合金元素,提高了合金元素的利用率,降低了药芯焊丝的成本,达到了节能、减排的目的。

1. 一种抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,由钢带包裹合金粉通过拉丝模,逐道拉拔、减径制成,其中:所述堆焊药芯焊丝直径为 2.4mm ~ 3.2mm,长度任意设定;所述钢带是宽度为 18 ~ 22mm、厚度为 0.45 ~ 0.6mm 的 SPCC、08A、08A1 钢带之一;所述合金粉的粒度为 -80 目 ~ +300 目,其化学成分以质量百分比计,C 为 2.0% ~ 5.2%、Cr 为 12.0% ~ 34.0%、Mn 为 0.3% ~ 2.0%、Si 为 0.4% ~ 2.5%、Ni 不超过 6.0%、Mo 不超过 5.5%、W 不超过 18.0%、B 不超过 3.8%,V 不超过 12.0%,N 不超过 0.5%,S 小于 0.04%、P 小于 0.04%;其特征是:所述合金粉由废钢和合金剂制得,其制备方法是:

(1) 废钢的选择:废钢化学成分以质量百分比计,S 小于 0.035%、P 小于 0.035%,其他化学成分应满足 C 为 0.05% ~ 2.0%、Mn 为 0.2% ~ 2.0%、Si 为 0.05% ~ 2.5%、Cr 不超过 20%、Ni 不超过 6.0%、Mo 不超过 3.5%、W 不超过 15.0%、B 不超过 1.8%,V 不超过 2.2%,N 不超过 0.5%;

(2) 根据欲制合金粉的化学成分指标,依据步骤 (1) 所选废钢的化学成分确定添加合金剂的种类及数量;

(3) 将步骤 (1) 选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短时间将其熔化,熔化后精炼 5 ~ 8 分钟,然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后,根据步骤 (2) 确定的所添加合金剂的种类及数量依次加入合金剂,待其完全熔化后再精炼 5 ~ 12 分钟;

(4) 将步骤 (3) 熔炼好的钢水倒入其正下方的漏包中,所述漏包由耐火材料制造,在倒入钢水前先烘烤到 580 ~ 620°C,漏包安装在直径为 1.5 ~ 3.0m 的雾化桶的顶部,雾化桶的高度为 3 ~ 6m,雾化桶上设有与大气相通的排气孔,雾化桶的底部以圆锥收孔,圆锥的高度为 0.5 ~ 1.0m,圆锥的顶部、即雾化桶的最底部设有直径为 20 ~ 50mm 的可关闭和开启的孔;在雾化桶内的上部安装有环形喷嘴,环形喷嘴由 12 ~ 24 个等距的小圆孔组成,小圆孔的直径为 0.5 ~ 3.0mm,以供水流或气流喷出;漏包底部设有直径为 6 ~ 12mm 的漏孔,钢水从漏孔沿着环形喷嘴中心轴线自由落下,由小圆孔喷出的水流或者气流形成一个顶角为 40 ~ 60° 的水锥或气锥聚焦于自由落下的钢水流上,使钢水雾化,雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中凝固成粉末,雾化结束后,开启雾化桶底部的孔,收集水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分,选取 -80 目 ~ +300 目的粉末得合金粉。

2. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述废钢选择钢铁企业或钢材用户生产过程中废弃的 DB590 钢、X70 钢、Q345 钢或 10CrMo910 钢。

3. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述合金剂是石墨、铬铁、金属铬、锰铁、硅铁、金属镍、钼铁、钨铁、硼铁、钒铁、氮化铬、钒氮合金部分或全部。

4. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述漏包倒入钢水前的烘烤温度选 590 ~ 610°C。

5. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述雾化桶的直径选 1.8 ~ 2.2m,雾化桶的高度选 4 ~ 5m,雾化桶底部收孔圆锥的高度为 0.6 ~ 0.8m,雾化桶底部开孔的直径选 30 ~ 40mm。

6. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述水流的水压为 4 ~ 12MPa,所述气流的气压为 0.3 ~ 0.8MPa。

7. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述水锥或气锥聚焦

点到冷却水面的距离为 0.8 ~ 1.5m。

8. 如权利要求 1 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述干燥后的合金粉还原处理在露点为 -40°C 的氢气中进行,还原温度为 $950 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 。

9. 如权利要求 8 所述的抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,其特征是:所述还原温度为 $980 \sim 1050^{\circ}\text{C}$ 。

一种抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焊接材料,尤其涉及一种抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝及其制备方法。

背景技术

[0002] 目前,提高部件耐磨性、延长使用寿命的最佳解决方案是在便宜且韧塑性好的芯部零件表面制备上耐磨层。堆焊、热喷涂、气相沉积、电镀等技术是制备耐磨层的常用方法。堆焊因工艺简单、设备投资少、操作灵活、适应面广而被广泛应用。由于药芯焊丝成分调整相当方便,从而使采用药芯焊丝堆焊成为最通用的工艺。

[0003] 药芯焊丝由薄壁钢管和其内部填充的混合粉末构成。药芯焊丝的制造工艺涉及各种粉末的混合,以及随后将混合粉末添加到具有一定形状的金属外皮中,随后拉拔到最终尺寸及卷绕。

[0004] 药芯中合金或金属粉末的组成、配比、均匀性以及填充率对药芯焊丝的工艺性能、使用性能等有重要影响。药芯焊丝,特别是金属粉芯焊丝所用药粉均采用混合均匀的合金或金属粉末作为药粉。如公开号 CN1775454A 的专利“高抗裂耐磨高铬铸铁型堆焊药芯焊丝”,其药粉为碳化铬、钒铁、硅铁、金属锰、硼铁、钛铁、铌铁、钼铁、铝镁合金等粉末混合制成。公开号 CN1562552A“一种氮合金化的硬面合金药芯焊丝材料”,其药芯粉由合金粉与矿物粉混合而成,合金粉包括高碳铬铁、低碳铬铁、稀土硅、铝镁合金、金属锰、钼铁、钒铁、钛铁、金属镍、氮化铬等,需要反复搅拌以保证混合好的药粉均匀。由于药粉所采用的粉末比重不同,混合时比重大的容易沉积到下面,从而影响到药粉的均匀性,最终将影响药芯焊丝的质量和稳定性。

[0005] 钢铁企业在生产板材过程中,由于定尺的需要大约产生钢产量 5% 左右的板头和板边,钢材用户也会产生一定量的边角料。这些板头、板边目前多作为废钢处理了,有的回炉、有的用于小部件制造,回炉造成合金元素的大量烧损,没有充分发挥其成分、性能稳定,杂质含量少的优越性。

[0006] 随着钢铁冶金企业装备水平和冶炼技术的提高,高品质板材的产量日益增加,这类板材生产过程中产生的板头、板边杂质(S、P、N、O 等)含量较低,有益的合金元素含量较多且稳定,符合焊接材料用钢的要求。如 DB590 钢的化学成分(质量百分比)为:C 0.067%、Si 0.305%、Mn 1.439%、P 0.019%、S 0.008%、Nb 0.041%、Cu 0.108%、Ti 0.021%、B 0.0010%;X70 钢的化学成分(质量百分比)为:C 0.06%、Si 0.25%、Mn 1.46%、P 0.012%、S 0.003%、Mo 0.22%、Ni 0.20%、Cu 0.22% (DB590 钢和 X70 钢内容详见专利 CN1152767C)。

[0007] 发明专利 CN1947924A “一种利用钢板边角料生产焊接材料的方法”,公开了利用钢板边角料生产实芯焊丝的技术。发明专利 CN101015887A “堆焊用填充金属颗粒及其制备方法”,公开了利用板头、板边、边角料生产堆焊用合金颗粒的技术。发明专利 CN101011783A “焊接用填充金属颗粒及其制备方法”,公开了利用板头、板边、边角料生产焊

接用填充金属颗粒的技术。上述专利为本申请者提出的利用钢铁企业的板头、板边等自产废钢生产焊接材料的相关技术,但所述焊接材料没有涉及药芯焊丝,以上专利制备的合金颗粒的粒径为 0.1 ~ 5.0mm,无法用于生产直径 3.2mm 以下的药芯焊丝。随着机械零部件使用工况的日益苛刻,磨料磨损的工况更加复杂,如常温、高温、腐蚀环境等,对低成本、使用方便、生产效率高、性能优异、质量稳定可靠的抗磨料磨损堆焊用药芯焊丝的需求也日益增加。

发明内容

[0008] 针对现有堆焊药芯焊丝所用药粉采用机械混合工艺,容易造成成分不均匀,难以保证药芯焊丝质量的缺点和不足,以及钢铁企业优质自产废钢(杂质含量少、含有有益合金元素)的开发利用问题,本发明提出了一种抗磨料磨损堆焊药芯焊丝及其生产方法。

[0009] 本发明的技术构思是:选择杂质(S、P、O等)含量较低的废钢,依据所选废钢的化学成分并根据欲制合金粉的化学成分指标,确定添加合金剂的种类及数量,然后采用中频感应熔炼炉将其熔化成钢水,并将上述钢水制成能满足堆焊金属成分要求的合金粉。用现有的药芯焊丝生产设备,将钢带轧制成U形,再向U形槽中加入合金粉,将U形槽合口,使合金粉包裹其中,得到药芯焊丝坯料,通过拉丝模,将坯料逐道拉拔、减径,最后使其直径达到 2.4mm ~ 3.2mm,得到最终产品。

[0010] 制粉的熔化过程使其成分能够完全均匀化,并且已熔炼成合金的粉末,其熔点比粉料的机械混合物低,熔化由上述合金粉制成的药芯焊丝所需的热量降低,从而提高了药芯焊丝的熔敷速度,减小了母材的稀释率。

[0011] 本发明所述抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝,由钢带包裹合金粉通过拉丝模,逐道拉拔、减径制成,其特征是:所述堆焊药芯焊丝直径为 2.4mm ~ 3.2mm,长度任意设定;所述钢带是宽度为 18mm ~ 22mm、厚度为 0.45mm ~ 0.6mm 的 SPCC、08A、08A1 钢带之一;所述合金粉的粒度为 -80 目 ~ +300 目,其化学成分以质量百分比计,C 为 2.0% ~ 5.2%、Cr 为 12.0% ~ 34.0%、Mn 为 0.3% ~ 2.0%、Si 为 0.4% ~ 2.5%、Ni 不超过 6.0%、Mo 不超过 5.5%、W 不超过 18.0%、B 不超过 3.8%、V 不超过 12.0%、N 不超过 0.5%、S 小于 0.04%、P 小于 0.04%。

[0012] 合金粉中合金元素的作用如下:

[0013] C 对基体组织、碳化物的数量、分布和性能有决定性的影响,可以显著改变堆焊金属的硬度、强度和耐磨性;

[0014] Cr 主要固溶于奥氏体和富集在铬的碳化物中,少量分布在其它类型的碳化物中;

[0015] V 部分固溶于奥氏体,部分形成碳化物并富集在铬的碳化物中,具有细化晶粒的作用;

[0016] B 是强硼化物形成元素,微量的 B 可显著提高钢的淬透性,使金属材料的耐磨性得到很大的提高;

[0017] Mo 部分固溶于基体中,是提高淬透性的有效元素;

[0018] W 和 Mo 具有相似的特性,一部分固溶于基体,提高淬透性,细化奥氏体树枝状晶;

[0019] Ni 无限固溶于奥氏体,是稳定奥氏体的主要合金元素,不形成任何形式的碳化物;

[0020] Mn 具有扩大奥氏体相区的作用,在合金粉中主要起脱氧作用,提高其他合金元素的过渡系数;

[0021] Si 主要固溶于基体,促使形成硬而脆的马氏体和微观裂纹,在合金粉中主要起脱氧作用,提高其他合金元素的过渡系数;

[0022] N 与 C 一样均为间隙溶质原子,并都能与 V、Cr、Ti 等合金元素形成第二相质点。用 N 代替部分 C 进行合金化,形成含有碳化物、氮化物、碳氮化物复合硬质相堆焊金属,克服仅含碳化物硬质相的堆焊合金在较高温度服役时,碳化物质点发生碳扩散,造成碳化物分解或类型转变,缩短使用寿命的弊端。

[0023] 上述合金粉除了以上要求的合金元素之外,允许含有一定量的作为杂质存在的其他元素,其含量以不影响堆焊金属的性能为原则。

[0024] 其中:所述合金粉由废钢和合金剂制得,其制备方法是:

[0025] (1) 废钢的选择:废钢化学成分以质量百分比计,S 小于 0.035%、P 小于 0.035%,其他化学成分应满足 C 为 0.05%~2.0%、Mn 为 0.2%~2.0%、Si 为 0.05%~2.5%、Cr 不超过 20%、Ni 不超过 6.0%、Mo 不超过 3.5%、W 不超过 15.0%、B 不超过 1.8%、V 不超过 2.2%、N 不超过 0.5%;

[0026] (2) 根据欲制合金粉的化学成分指标,依据步骤(1)所选废钢的化学成分确定添加合金剂的种类及数量;

[0027] (3) 将步骤(1)选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短时间将其熔化,熔化后精炼 5~8 分钟,然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后,根据步骤(2)确定的所添加合金剂的种类及数量依次加入合金剂,待其完全熔化后再精炼 5~12 分钟;

[0028] (4) 将步骤(3)熔炼好的钢水(过热 150~250℃)倒入其正下方的漏包中,所述漏包由耐火材料制造,在倒入钢水前先烘烤到 580~620℃,漏包安装在直径为 1.5~3.0m 的雾化桶的顶部,雾化桶的高度为 3~6m,雾化桶上设有与大气相通的排气孔,雾化桶的底部以圆锥收孔,圆锥的高度为 0.5~1.0m,圆锥的顶部、即雾化桶的最底部设有直径为 20~50mm 的可关闭和开启的孔;在雾化桶内的上部安装有环形喷嘴,环形喷嘴由 12~24 个等距的小圆孔组成,小圆孔的直径为 0.5~3.0mm,以供水流或气流喷出;漏包底部设有直径为 6~12mm 的漏孔,钢水从漏孔沿着环形喷嘴中心轴线自由落下,由小圆孔喷出的水流或者气流形成一个顶角为 40~60° 的水锥或气锥聚焦于自由落下的钢水流上,使钢水雾化,雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中凝固成粉末,雾化结束后,开启雾化桶底部的孔,收集水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分,选取 -80 目~+300 目的粉末得合金粉。

[0029] 其中:所述废钢优选钢铁企业或钢材用户生产过程中废弃的 DB590 钢、X70 钢、Q345 钢或 10CrMo910 钢。所述合金剂是石墨、铬铁、金属铬、锰铁、硅铁、金属镍、钼铁、钨铁、硼铁、钒铁、氮化铬、钒氮合金之一或部分或全部。

[0030] 上述漏包倒入钢水前的烘烤温度优选 590~610℃。

[0031] 上述雾化桶的直径优选 1.8~2.2m,雾化桶的高度优选 4~5m,雾化桶底部收孔圆锥的高度优选 0.6~0.8m,雾化桶底部开孔的直径优选 30~40mm。

[0032] 上述水流的水压优选 4~12MPa,气流优选氮气流,气流的气压优选 0.3~

0.8MPa。

[0033] 上述水锥或气锥聚焦点到冷却水面的距离优选 0.8 ~ 1.5m。

[0034] 上述干燥后的合金粉根据需要可以进行还原处理,还原在露点为 -40℃ 的氢气中进行,还原温度为 950 ~ 1100℃,优选 980 ~ 1050℃。

[0035] 本发明所述抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝的制备方法,包括制取合金粉、制造药芯焊丝两个环节,步骤如下:

[0036] (1) 废钢的选择:废钢化学成分以质量百分比计,S 小于 0.035%、P 小于 0.035%,其他化学成分应满足 C 为 0.05% ~ 2.0%、Mn 为 0.2% ~ 2.0%、Si 为 0.05% ~ 2.5%、Cr 不超过 20%、Ni 不超过 6.0%、Mo 不超过 3.5%、W 不超过 15.0%、B 不超过 1.8%,V 不超过 2.2%,N 不超过 0.5%;

[0037] (2) 根据欲制合金粉的化学成分指标,依据步骤 (1) 所选废钢的化学成分确定添加合金剂的种类及数量;

[0038] (3) 将步骤 (1) 选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短时间将其熔化,熔化后精炼 5 ~ 8 分钟,然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后,根据步骤 (2) 确定的所添加合金剂的种类及数量依次加入合金剂,待其完全熔化后再精炼 5 ~ 12 分钟;

[0039] (4) 将步骤 (3) 熔炼好的钢水(过热 150 ~ 250℃) 倒入其正下方的漏包中,所述漏包由耐火材料制造,在倒入钢水前先烘烤到 580 ~ 620℃,漏包安装在直径为 1.5 ~ 3.0m 的雾化桶的顶部,雾化桶的高度为 3 ~ 6m,雾化桶上设有与大气相通的排气孔,雾化桶的底部以圆锥收孔,圆锥的高度为 0.5 ~ 1.0m,圆锥的顶部、即雾化桶的最底部设有直径为 20 ~ 50mm 的可关闭和开启的孔;在雾化桶内的上部安装有环形喷嘴,环形喷嘴由 12 ~ 24 个等距的小圆孔组成,小圆孔的直径为 0.5 ~ 3.0mm,以供水流或气流喷出;漏包底部设有直径为 6 ~ 12mm 的漏孔,钢水从漏孔沿着环形喷嘴中心轴线自由落下,由小圆孔喷出的水压为 4MPa ~ 12MPa 的水流或气压为 0.3MPa ~ 0.8MPa 的气流形成一个顶角为 40 ~ 60° 的水锥或气锥聚焦于自由落下的钢水流上,使钢水雾化,雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中凝固成粉末,雾化结束后,开启雾化桶底部的孔,收集水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分,选取 -80 目 ~ +300 目的粉末得到合金粉;

[0040] (5) 用现有的药芯焊丝生产设备,将 16 ~ 25mm 宽、0.4 ~ 0.9mm 厚的钢带轧制成 U 形,再向 U 形槽中加入步骤 (4) 制成的合金粉,填充率(药粉质量与药芯焊丝质量的比值)为 30 ~ 50%;

[0041] (6) 将 U 形槽合口,使合金粉包裹其中,合口部位采用搭接连接方式,搭接部分的宽度为 0.3mm ~ 1.5mm;通过拉丝模,逐道拉拔、减径,最后使其直径达到 2.4mm ~ 3.2mm,得到最终产品。

[0042] 上述药芯焊丝制备方法中,步骤 (6) 合口部位搭接部分的宽度优选 0.4mm ~ 1.0mm。

[0043] 上述纯金属和铁合金的质量以如下国家和行业标准执行:

[0044] 锰铁 GB/T3795-2006,硅铁 GB2272-1987,铬铁 GB5683-1987,金属铬 GB3211-87,钒铁 GB4139-2004,钼铁 GB3649-1987,钨铁 GB/T3648-1996,硼铁 GB/T5682-1995,镍及镍合金板 GB/T2054-2005,没有国家和行业标准的执行生产企业标准。

[0045] 本发明所述抗磨料磨损的堆焊药芯焊丝及制备具有如下明显效果：

[0046] (1) 生产抗磨料磨损堆焊药芯焊丝的合金粉根据堆焊金属的成分要求设计，制粉的熔炼过程使其成分完全均匀，克服了目前药芯焊丝生产用药粉采用机械混合工艺，容易造成成分不均匀的弊端。

[0047] (2) 只采用本发明的一种药粉便可以生产药芯焊丝，省去了目前所采用的机械混粉工艺，对药芯焊丝生产线加粉机构的技术要求降低，便于药芯焊丝的生产操作。

[0048] (3) 本发明的药粉是满足堆焊金属成分要求的合金粉，其熔点比粉料的机械混合物低，熔化由本发明药粉制成的药芯焊丝所需的热量降低，从而可以提高药芯焊丝的熔敷速度，减小母材的稀释率。

[0049] (4) 本专利抗磨料磨损堆焊药芯焊丝所用原材料来源广，使废钢资源得到了更加充分合理的利用，所用合金剂为块状，成本远远低于相应的粉末。

[0050] (5) 本发明以废钢作为抗磨料磨损堆焊药芯焊丝的原材料之一，充分利用了所含的合金元素，提高了合金元素的利用率，降低了药芯焊丝的成本，达到了节能、减排的目的。

具体实施方式

[0051] 实施例 1：利用废钢和铁合金生产合金粉，用该合金粉制造直径为 2.4mm 的抗磨料磨损堆焊药芯焊丝，单层堆焊金属的硬度要求 HRC50 以上。

[0052] 堆焊金属采用 Fe-Cr-C-B-V 合金系，药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量（质量%）为 2.0 ~ 2.5% C、12 ~ 18% Cr、1.0 ~ 1.3% V、0.6 ~ 0.8% B。

[0053] 抗磨料磨损堆焊药芯焊丝的制备方法，包括制取合金粉、制造药芯焊丝两个环节，步骤如下：

[0054] (1) 废钢的选择：根据耐磨合金成分的设计要求选用 Q345 废钢，其主要化学成分（质量%）为：0.18% C、1.42% Mn、0.36% Si、0.017% S、0.015% P。

[0055] (2) 根据药芯焊丝熔敷金属主要合金元素含量的设计指标，依据步骤 (1) 所选 Q345 废钢的化学成分，确定添加合金的种类和数量如下：

[0056] 炉料总质量 60% 的高碳铬铁（含 60% Cr、6% C、2.5% Si）、8% 的金属铬（含 98% Cr）、3% 的石墨、10% 的硼铁（含 20% B、0.5% C、4% Si）。

[0057] (3) 将步骤 (1) 选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短的时间将其熔化，熔化后精炼 6 分钟，然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后，将步骤 (2) 选定的高碳铬铁、金属铬、石墨依次加入中频感应熔炼炉中，待其完全熔化后再精炼 8 分钟。硼铁放入钢包，采用钢水冲包方法加入。

[0058] (4) 将步骤 (3) 熔炼好的钢水（过热 200℃）倒入其正下方的漏包中，所述漏包由耐火材料制造，在倒入钢水前先烘烤到 600℃，漏包安装在直径为 1.8m 的雾化桶的顶部，雾化桶的高度为 4.5m，雾化桶上设有与大气相通的排气孔，雾化桶的底部以圆锥收孔，圆锥的高度为 0.6m，圆锥的顶部、即雾化桶的最底部设有直径为 35mm 的可关闭和开启的孔；在雾化桶内的上部安装有环形喷嘴，环形喷嘴由 16 个等距的小圆孔组成，小圆孔的直径为 1.2mm，以供水流喷出；漏包底部设有直径为 9mm 的漏孔，钢水从漏孔沿着环形喷嘴中心轴线自由落下，由小圆孔喷出的水压为 7MPa 的水流形成一个顶角为 46° 的水锥聚焦于自由落下的钢水流上，使钢水雾化，雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中凝固成粉末，所述聚

焦点到冷却水面的距离为 1.0m,雾化结束后,开启雾化桶底部的孔,收集水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分,选取 -80 目~ +300 目的粉末得合金粉。

[0059] (5) 选用 0.5mm 厚,18mm 宽的 SPCC 钢带,用现有的药芯焊丝生产设备将上述钢带轧制成 U 形,再向 U 形槽中加入步骤 (4) 制成的合金粉,填充率(药粉质量与药芯焊丝质量的比值)为 40% ;

[0060] (6) 将 U 形槽合口,使合金粉包裹其中,合口部位采用搭接连接方式,搭接部分的宽度为 0.4mm,得到直径为 5.3mm 的坯料。通过拉丝摸,经过 4.7mm、4.1mm、3.6mm、3.1mm、2.7mm、2.4mm 道次的拉拔、减径,使其直径达到 2.4mm,得到最终产品。

[0061] 经化学成分分析药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量(质量%)为,2.4% C、16.5% Cr、1.2% V、0.7% B。在 Q345 钢板上堆焊,工艺为埋弧焊、焊剂为 260,单层堆焊,耐磨层厚度为 4mm,硬度达到 HRC53,成型良好。

[0062] 实施例 2 :熔敷金属含有复合硬质相的抗磨料磨损堆焊药芯焊丝。

[0063] 堆焊金属采用 Fe-Cr-C 为基的合金系,加入多种合金元素,以使堆焊金属中形成碳化物复合硬质相。药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量(质量%)为 3.2~3.8% C、1.4~1.8% Mn、1.6~2.1% Si、8.5~10.0% Cr、1.4~1.8% V、0.5~0.7% B、2.0~2.4% W、1.0~1.2% Mo。其中的 Si、Mn 在 CO₂ 气体保护焊时主要起脱氧作用。

[0064] 堆焊药芯焊丝的制备方法,包括制取合金粉、制造药芯焊丝两个环节,步骤如下 :

[0065] (1) 废钢的选择 :选用抗拉强度 610MPa 级低碳微合金钢的板边,其化学成分为(质量%) :0.09% C、1.47% Mn、0.22% Si、0.26% Ni、0.18% Mo、0.042% V、0.016% Ti、0.002% S、0.007% P。

[0066] (2) 根据药芯焊丝熔敷金属主要合金元素含量的设计指标,依据步骤 (1) 所选废钢的化学成分,确定添加合金的种类和数量如下 :

[0067] 炉料总质量 8% 的高碳铬铁(含 60% Cr、6% C、2.5% Si)、20% 的金属铬(含 98% Cr)、10% 的石墨、7% 的硼铁(含 20% B、0.5% C、4% Si)、8% 的钒铁(含 50% V、1.23% Si)、5% 的钼铁(含 57% Mo)、8% 的钨铁(含 70% W、1% Si、0.4% C、0.4% Mn)、6% 的 75# 硅铁(含 75% Si、0.7% Mn)、5% 的中碳锰铁(含 78% Mn、1% C、2% Si)。

[0068] (3) 将步骤 (1) 选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短的时间将其熔化,废钢熔毕,加入步骤 (2) 选定的钼铁、钨铁,熔化后精炼 6 分钟,然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后转入步骤 (4) ;

[0069] (4) 将步骤 (2) 选定的高碳铬铁、金属铬、石墨、钒铁、中碳锰铁、75# 硅铁在出钢前 8 分钟加入中频感应熔炼炉中,待其完全熔化后再精炼 8 分钟。硼铁放入钢包,采用钢水冲包方法加入。

[0070] (5) 将步骤 (4) 熔炼好的钢水(过热 200℃)倒入其正下方的漏包中,所述漏包由耐火材料制造,在倒入钢水前先烘烤到 610℃,漏包安装在直径为 2.0m 的雾化桶的顶部,雾化桶的高度为 5.0m,雾化桶上设有与大气相通的排气孔,雾化桶的底部以圆锥收孔,圆锥的高度为 0.8m,圆锥的顶部、即雾化桶的最底部设有直径为 40mm 的可关闭和开启的孔 ;在雾化桶内的上部安装有环形喷嘴,环形喷嘴由 20 个等距的小圆孔组成,小圆孔的直径为 1.2mm,以供水流喷出 ;漏包底部设有直径为 10mm 的漏孔,钢水从漏孔沿着环形喷嘴中心轴线自由落下,由小圆孔喷出的水压为 10MPa 的水流形成一个顶角为 50° 的水锥聚焦于自由

落下的钢水流上,使钢水雾化,雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中凝固成粉末,所述聚焦点到冷却水面的距离为 1.2m,雾化结束后,开启雾化桶底部的孔,收集水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分,选取 -80 目~ +300 目的粉末得合金粉。

[0071] (6) 选用 0.45mm 厚,18mm 宽的 SPCC 钢带,用现有的药芯焊丝生产设备将上述钢带轧制成 U 形,再向 U 形槽中加入步骤 (5) 制成的合金粉,填充率(药粉质量与药芯焊丝质量的比值)为 45%;

[0072] (7) 将 U 形槽合口,使合金粉包裹其中,合口部位采用搭接连接方式,搭接部分的宽度为 0.5mm,得到直径为 5.3mm 的坯料。通过拉丝摸,经过 4.7mm、4.1mm、3.6mm、3.2mm 道次的拉拔、减径,最后使其直径达到 3.2mm,得到最终产品。

[0073] 经化学成分分析药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量(质量%)为,3.6% C、1.6% Mn、1.96% Si、9.2% Cr、1.6% V、0.55% B、2.2% W、1.1% Mo。采用 CO₂ 气体保护堆焊,基板为 Q345,焊接电流为 320~380A、电压为 26~30V、堆焊速度为 25cm/min,堆焊 3 层,层间温度控制在 100~180℃。堆焊金属的硬度达到 HRC62,成型良好。

[0074] 实施例 3:熔敷金属含有复合硬质相的抗磨料磨损堆焊药芯焊丝。

[0075] 堆焊金属采用 Fe-Cr-C 为基的合金系,加入多种合金元素,以使堆焊金属中形成多种碳化物、氮化物、碳氮化物复合硬质相。药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量(质量%)为 2.2~2.7% C、1.2~1.4% Mn、1.0~1.2% Si、9.5~11.5% Cr、1.5~1.8% V、2.1~2.5% W、0.9~1.2% Mo、0.07~0.12% N。其中的 Si、Mn 在 CO₂ 气体保护焊时主要起脱氧作用。

[0076] 抗磨料磨损堆焊药芯焊丝的制备方法,包括制取合金粉、制造药芯焊丝两个环节,步骤如下:

[0077] (1) 废钢的选择:选用 10CrMo910 废钢(即 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$),其主要化学成分(质量%)为:0.12% C、0.52% Mn、0.40% Si、2.2% Cr、1.0% Mo、0.022% S、0.030% P。

[0078] (2) 根据药芯焊丝熔敷金属主要合金元素含量的设计指标,依据步骤 (1) 所选废钢的化学成分,确定添加合金的种类和数量如下:

[0079] 炉料总质量 8% 的高碳铬铁(含 60% Cr、6% C、2.5% Si)、20% 的金属铬(含 98% Cr)、6% 的石墨、5% 的钒铁(含 50% V、1.23% Si)、4% 的钼铁(含 57% Mo)、8% 的钨铁(含 70% W、1% Si、0.4% C、0.4% Mn)、3% 的 75# 硅铁(含 75% Si、0.7% Mn)、4% 的中碳锰铁(含 78% Mn、1% C、2% Si)、2% 的氮化铬(含 12% N、80% Cr)。

[0080] (3) 将步骤 (1) 选定的废钢放入中频感应熔炼炉用感应炉最大的功率以最短的时间将其熔化,废钢熔毕,加入步骤 (2) 选定的钼铁、钨铁,熔化后熔炼 7 分钟,然后按每吨钢水 0.5 千克铝的比例加入铝脱氧后转入步骤 (4);

[0081] (4) 将步骤 (2) 选定的高碳铬铁、金属铬、石墨、钒铁、中碳锰铁、75# 硅铁、氮化铬在出钢前 8 分钟加入中频感应熔炼炉中,待其完全熔化后再精炼 6 分钟。

[0082] (5) 将熔炼好的钢水(过热 200℃)倒入其正下方的漏包中,所述漏包在倒入钢水前烘烤到 600℃,漏包由耐火材料制造,漏包安装在直径为 1.8m 的雾化桶的顶部,雾化桶的高度为 4.5m,雾化桶的底部以圆锥收孔,圆锥的高度为 0.6m,圆锥的顶部、即雾化桶的底部开有 35mm 的可关闭和开启的孔。环形喷嘴安装在雾化桶内的上部,雾化桶上开有与大气相

通的排气孔。

[0083] 漏包底部有直径为 9mm 的漏孔,钢水从漏孔顺着环形喷嘴中心轴线自由落下。环形喷嘴由 16 个等距的小圆孔组成,小圆孔的直径为 1.2mm,由小圆孔喷出的气压为 0.6MPa 的氮气流形成一个顶角为 52° 的气锥。

[0084] 由环形喷嘴喷出的氮气流聚焦于由漏孔自由落下的钢水流,而使钢水雾化,雾化的钢水落入雾化桶底部的冷却水中,聚焦点到冷却水面的距离为 1.0m。雾化结束后,打开雾化桶底部的孔,取出水和粉末的混合物,通过离心脱水、压滤脱水、干燥、筛分后选取 -80 目 ~ +300 目的合金粉制造药芯焊丝。

[0085] (6) 选用 0.45mm 厚,18mm 宽的 08A 钢带,用现有的药芯焊丝生产设备将上述钢带轧制成 U 形,再向 U 形槽中加入步骤 (5) 制成的合金粉,填充率(药粉质量与药芯焊丝质量的比值)为 47%。

[0086] (7) 将 U 形槽合口,使合金粉包裹其中,合口部位采用搭接连接方式,搭接部分的宽度为 0.5mm,得到直径为 5.3mm 的坯料。通过拉丝模,经过 4.7mm、4.1mm、3.6mm、3.2mm 道次的拉拔、减径,最后使其直径达到 3.2mm,得到最终产品。

[0087] 经化学成分分析药芯焊丝熔敷金属主要合金元素的含量(质量%)为,2.54% C、1.32% Mn、1.16% Si、10.8% Cr、1.62% V、2.4% W、1.08% Mo、0.097% N。采用 CO_2 气体保护堆焊,基板为 Q345,焊接电流为 320 ~ 380A、电压为 26 ~ 30V、堆焊速度为 26cm/min,堆焊 3 层,层间温度控制在 100 ~ 180 $^\circ\text{C}$ 。堆焊金属的硬度达到 HRC64,成型良好。