



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110885915 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201811052213.3

(22)申请日 2018.09.10

(71)申请人 哈尔滨科德威冶金股份有限公司  
地址 150070 黑龙江省哈尔滨市高新技术  
产业开发区迎宾路集中区滇池路17号

(72)发明人 吴玉彬 吴强 吴纪增

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权  
代理有限公司 23211

代理人 邓宇

(51) Int. Cl.

*G21C 7/00*(2006.01)

*G21C 1/10*(2006.01)

权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种多芯粉层叠复合包芯线

(57)摘要

本发明公开了一种多芯粉层叠复合包芯线,属于冶金铸造技术领域。该复合球化包芯线的内芯由两种或者两种以上的粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成。本发明还公开了该多芯粉层叠复合包芯线的加工方法。本发明多芯粉层叠复合包芯线绿色节能,减少了熔炼、人工、环境污染等问题,提高了生产和使用企业的效益,是未来包芯线的一种发展趋势。

1. 一种多芯粉层叠复合包芯线,其特征在于,所述多芯粉层叠复合包芯线的芯粉由两种或者两种以上的粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成。

2. 根据权利要求1所述的多芯粉层叠复合包芯线,其特征在于,所述多芯粉层叠复合包芯线的芯粉由两至六种粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成。

3. 一种多芯粉层叠复合球化包芯线,其特征在于,所述多芯粉层叠复合球化包芯线的芯粉由四种粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成,其中:四种粉料层分别为硅铁层、纯镁粒层、硅钙层和稀土硅层;硅铁层位于镁粒层的一侧,硅钙层和稀土硅层位于镁粒层的另一侧。

4. 根据权利要求3所述的多芯粉层叠复合球化包芯线,其特征在于,以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒28%~32%;硅铁50%~55%;硅钙7%~10%;稀土硅7%~10%。

5. 根据权利要求3所述的多芯粉层叠复合球化包芯线,其特征在于,以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒30%,硅铁53%,硅钙8%,稀土硅9%。

6. 根据权利要求3所述的多芯粉层叠复合包芯线,其特征在于,所述镁粒层中纯镁粒的粒径为0.1mm-3mm;所述硅铁层中硅铁的粒径为0.1mm-3mm;所述硅钙层中硅钙的粒径为0.1mm-3mm;所述稀土硅层中稀土硅的粒径为0.1mm-3mm。

7. 根据权利要求3所述的多芯粉层叠复合包芯线,其特征在于,所述纯镁粒层中纯镁粒的粒径为2mm;所述硅铁层中硅铁的粒径为1.5mm;所述硅钙层中硅钙的粒径为1.5mm;所述稀土硅层中稀土硅的粒径为1.5mm。

8. 一种权利要求1所述多芯粉层叠复合包芯线的加工方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 通过包芯机将带钢预先压制成圆弧槽形,得预成型钢带;

2) 将各种粉料按照既定顺序依次精确给料,并将每种粉料沿包芯线的轴向方向铺设至步骤1)所得预成型钢带的内部,同时将四种粉料沿包芯线的径向方向按照既定顺序依次层叠铺设;

3) 然后通过包芯机将步骤1)获得的预成型钢带卷制成包芯线,经收排线机收卷制得多层芯粉层叠复合包芯线。

9. 根据权利要求8所述的加工方法,其特征在于,所述精确给料是将各种粉料分别通过高精度给料系统称量并输送至预成型带钢的内部。

10. 根据权利要求9所述的加工方法,其特征在于,所述高精度给料系统为高精度皮带秤在线混料系统;所述高精度皮带秤在线混料系统包含主皮带秤、分皮带秤、单点式称重传感器、传感器调整支架、专用料仓、出料口、挡料板、伺服电机、伺服减速器、皮带秤支撑架;所述主皮带秤的两上侧均设置有分皮带秤,所述两个分皮带秤的中心位置设置有单点式称重传感器,所述单点式称重传感器安装在传感器调整支架上,所述传感器调整支架安装在皮带秤支撑架上,所述伺服电机安装在伺服减速器上,所述伺服减速器的输出轴与主皮带秤连接,所述两个分皮带秤的上侧设置有专用料仓,所述专用料仓的下侧设置有出料口,所述出料口的下侧设置有挡料板。

## 一种多芯粉层叠复合包芯线

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多芯粉层叠复合包芯线,属于冶金铸造技术领域。

### 背景技术

[0002] 包芯线技术广泛用于冶金铸造领域,现阶段绝大多数包芯线都是将各种芯粉经过熔炼、粉碎、分筛后做成的包芯线,而冶炼粉料做成的包芯线成本很高,并且经过冶炼含有活泼金属元素的合金冶炼工艺复杂、过程危险、耗能高且污染环境,而且冶炼会造成部分材料氧化,使得粉料熔炼后使氧化镁等有害元素增加。还有一部分是混合包芯线,现有的混合包芯线都是靠人工或者机械提前混合好的合金粉料,由于多种不同密度不同颗粒的粉料混合在一起,这种混合粉料在使用中会产生偏析,由此会导致粉料混合不均匀,单位长度以内的包芯线粉料配比相差较大直接影响到使用的稳定性;另外在制作包芯线的过程中每米粉料的重量也不均匀时高时低对后续的使用都有不稳定的因素,达不到理想的使用效果。

### 发明内容

[0003] 为解决现有包芯线制造高成本、高污染、以及混合粉料包芯线混合不均匀偏析严重的问题,本发明提供了一种多芯粉层叠复合包芯线,采用的技术方案如下:

[0004] 本发明的目的在于提供一种多芯粉层叠复合包芯线,该复合包芯线由线皮包裹芯粉制作而成,该多芯粉层叠复合包芯线的芯粉由两种或者两种以上的粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成。

[0005] 优选地,所述多芯粉层叠复合包芯线的芯粉由两至六种粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成。

[0006] 本发明所述的多芯粉层叠复合包芯线可以是多芯粉层叠复合球化包芯线,还可以是钙铁线、钛铁包芯线、硫磺包芯线、混合稀土金属包芯线等。

[0007] 本发明还提供了一种多芯粉层叠复合球化包芯线,该多芯粉层叠复合球化包芯线是上述多芯粉层叠复合包芯线中的其中一种,该多芯粉层叠复合球化包芯线的芯粉由四种粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成,其中:四种粉料层分别为硅铁层、纯镁粒层、硅钙层和稀土硅层;硅铁层位于镁粒层的一侧,硅钙层和稀土硅层位于镁粒层的另一侧。将镁粒设在中间层可以获得减少镁粒氧化以及包芯线内芯料最大的充填量(镁粒颗粒和上下粉料之间不同大小颗粒的结合可以增加芯料填充体积)的效果。

[0008] 优选地,以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒28%~32%;硅铁50%~55%;硅钙7%~10%;稀土硅7%~10%。

[0009] 优选地,以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒30%,硅铁53%,硅钙8%,稀土硅9%。

[0010] 优选地,所述镁粒层中纯镁粒的粒径为0.1mm-3mm;所述硅铁层中硅铁的粒径为

[0011] 0.1mm-3mm;所述硅钙层中硅钙的粒径为0.1mm-3mm;所述稀土硅层中稀土硅的粒

径为 0.1mm-3mm。

[0012] 优选地,所述纯镁粒层中纯镁粒的粒径为2mm;所述硅铁层中硅铁的粒径为1.5mm;所述硅钙层中硅钙的粒径为1.5mm;所述稀土硅层中稀土硅的粒径为1.5mm。

[0013] 本发明还提供了一种多芯粉层叠复合全球化包芯线的加工方法,包括如下步骤:

[0014] 1) 通过包芯机将带钢预先压制成型成圆弧槽形,得预成型钢带;

[0015] 2) 将纯镁粒、硅铁、硅钙和稀土硅按照既定顺序依次精确给料,并将每种粉料沿包芯线的轴向方向铺设至步骤1)所得预成型钢带的内部,同时将四种粉料沿包芯线的径向方向按照既定顺序依次层叠铺设;

[0016] 3) 然后通过包芯机将步骤1)获得的预成型钢带卷制成包芯线,经收排线机收卷制得多层芯粉层叠复合全球化包芯线。

[0017] 本发明还提供了一种多芯粉层叠复合包芯线的加工方法,包括如下步骤:

[0018] 1) 通过包芯机将带钢预先压制成型成圆弧槽形,得预成型钢带;

[0019] 2) 将各种粉料按照既定顺序依次精确给料,并将每种粉料沿包芯线的轴向方向铺设至步骤1)所得预成型钢带的内部,同时将四种粉料沿包芯线的径向方向按照既定顺序依次层叠铺设;

[0020] 3) 然后通过包芯机将步骤1)获得的预成型钢带卷制成包芯线,经收排线机收卷制得多层芯粉层叠复合包芯线。

[0021] 优选地,所述精确给料是将各种粉料分别通过高精度给料系统称量并输送至预成型带钢的内部。

[0022] 更优选地,本发明高精度给料系统可以采用ZL 201720791986.8公布的一种高精度皮带秤在线混料系统;该高精度皮带秤在线混料系统包含主皮带秤、分皮带秤、单点式称重传感器、传感器调整支架、专用料仓、出料口、挡料板、伺服电机、伺服减速器、皮带秤支撑架;所述主皮带秤的两上侧均设置有分皮带秤,所述两个分皮带秤的中心位置设置有单点式称重传感器,所述单点式称重传感器安装在传感器调整支架上,所述传感器调整支架安装在皮带秤支撑架上,所述伺服电机安装在伺服减速器上,所述伺服减速器的输出轴与主皮带秤连接,所述两个分皮带秤的上侧设置有专用料仓,所述专用料仓的下侧设置有出料口,所述出料口的下侧设置有挡料板。

[0023] 该高精度皮带秤在线混料系统的工作原理为:能以一台皮带秤实时精准供料或者多台皮带秤组合实时精准供料到主皮带机或者容器内达到同步均匀混料目的。皮带秤可以根据触摸屏所设定不同给料重量比例实时精确供料,同时可以通过编码器采集的包芯线速度,根据速度快慢不同自动调整供料速度达到同步实时精确供料需求。本发明的高精度皮带秤在线混料单元和称重组合系统可以完全消除自身结构以及皮带张力导致的称重误差,从而具有理想的计量精度,并且稳定性好,可以长期保持计量精度,加之机构简单、成本经济,安装调试简单易用,维护工作量少,使用寿命长,极大的减轻了工人的劳动强度具有广泛的实用性。

[0024] 本发明中采用高精度皮带秤在线混料系统加工包芯线的工艺流程为:

[0025] 将带钢装在放带架上,通过包芯机主机把带钢预先压制成型得预成型钢带,然后将预成型钢带移动至给包芯机料部位,由精确给料系统供料,其中给料部分包括把提前分筛好的粉料分别装入四个大料仓,通过大料仓进入到中料仓,中料仓的粉料进入到称量给

料皮带秤,由高精度给料皮带秤输送到主皮带秤,由主皮带秤直接输送到主机给料部位,经过主机的卷制逐步成型,最后经过收排线机的缠绕,制作成多芯粉层叠复合包芯线。

[0026] 本发明所述的纯镁粒是指镁含量为100%的镁粒,该纯镁粒不经过冶炼、不含氧化镁。

[0027] 本发明多芯粉层叠复合包芯线包括球化包芯线但不仅限于球化包芯线。

[0028] 本发明多芯粉层叠复合包芯线属于包芯线制造以及类似粉料在线组合不偏析领域、广泛用于冶金铸造等领域。

[0029] 本发明有益效果:

[0030] 1、传统方式制备的包芯线多是将各种芯粉经过熔炼、粉碎、分筛后做成的包芯线,而熔炼过程成本较高且污染严重,因此逐渐采用将多种合金粉料混合获得的混合料作为芯粉制备混合料包芯线来代替传统的通过合金粉料做成的包芯线,该混合料包芯线成本低且无污染,是包芯线的发展趋势。但是现有混合料包芯线都是靠人工或者机械提前将合金粉料混合好,由于多种不同密度不同颗粒的粉料混合在一起,混合的粉料由于存在密度不同的颗粒很难达到理想的均匀比例,由此会导致粉料混合不均匀,这种混合粉料在使用中还会产生偏析,并且该方式制备的包芯线由于存在单位长度包芯线的粉料配比与工艺预定的配比相差较大的问题,因此会直接影响到包芯线使用的稳定性,此外包芯线每米粉料的重量不均匀、时高时低也会使后续包芯线的使用存在诸多不稳定因素。而本发明提供了一种新的技术构思,研发了一种与现有混合料包芯线结构不同的包芯线,该包芯线是直接将两种或者两种以上粉料层叠的铺在一起(每种粉料单独存在于一层),包裹在包芯线的内部,即每种粉料分层设置、不互相混合,这样能够保证每段包芯线的横截面粉料比例相对均匀,保持单位长度包芯线每种粉料质量稳定,进而使得包芯线质量稳定、且具有较好的使用稳定性,同时通过分层设置保证每层之间的粉料不混料以解决包芯线的偏析问题。

[0031] 2、本发明通过采用高精度给料系统自动化在线配料,可以提高包芯线配比的精度和每米包芯线的制作精度,同时也能够进一步保证粉料不偏析,进而解决了现有包芯线存在的粉料分布不均、粉料填充精度不准确、稳定性差以及避免混合粉料偏析的难题。

[0032] 3、以现有的球化包芯线为例,其加工过程需要进行熔炼,并且经过熔炼的球化剂内氧化镁较多,而本发明多芯粉层叠复合球化包芯线直接以不经过冶炼的不含氧化镁的纯镁粒为原料,将纯镁粒直接包裹在包芯线内部,使得加工过程无需熔炼环节,进而解决了粉料熔炼后氧化镁等有害元素的增加导致冶炼合金中氧化镁的含量过多、环境污染大、冶炼成本高的问题,使得本发明包芯线节省了合金冶炼成本、节约了能耗、不存在熔炼造成的环境污染和人工成本,给企业带来了较高的经济效益,并且还能提高产品合格率。本发明多芯粉层叠复合包芯线绿色节能,减少了熔炼、人工、环境污染等问题,提高了生产和使用企业的效益,是未来包芯线的一种发展趋势。

[0033] 4、本发明包芯线产品质量稳定,利用物理混合方式生产包芯线,为包芯线生产提供了短流程生产工艺,为生产企业节约了设备投入和生产成本,使得产品更具有市场竞争力。

[0034] 5、铸铁在石墨化的过程中各种合金元素的添加量过多或者过少都会影响球墨的圆整度,影响球化,起不良作用,本发明发现多芯粉层叠复合球化包芯线按照“以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒28%~32%;硅铁50%~55%;硅

钙7%~10%;稀土硅28%~32%”的质量百分比配比时球化效果最好,其中当纯镁粒30%,硅铁53%,硅钙8%,稀土硅9%时,上述效果最好。

[0035] 6、本发明的球化包芯线的镁粒层中纯镁粒的粒径为0.1mm-3mm;硅铁层中硅铁的粒径为0.1mm-3mm;硅钙层中硅钙的粒径为0.1mm-3mm;稀土硅层中稀土硅的粒径为0.1mm-3mm,采用上述粒径的原料制备本发明球化包芯线,可以获得较佳的粉料流动效果以及包芯线内芯粉较佳的填充重量效果,其中纯镁粒层中纯镁粒的粒径为2mm;所述硅铁层中硅铁的粒径为1.5mm;所述硅钙层中硅钙的粒径为1.5mm;所述稀土硅层中稀土硅的粒径为1.5mm时可以获得最佳的粉料流动效果以及包芯线内芯粉最大的填充重量效果。

### 附图说明

[0036] 图1为本发明多芯粉层叠复合球化包芯线的横截面图片。

[0037] 图2为本发明多芯粉层叠复合球化包芯线和常规球化包芯线的金相照片;其中:A1、A2和A3是用多芯粉层叠包芯线生产出来的球墨铸铁的三个不同部位在100倍放大条件下的金相照片;B1、B2和B3是用常规包芯线生产出来的球墨铸铁的三个不同部位在100倍放大条件下的照片金相照片。

### 具体实施方式

[0038] 下面结合具体实施例对本发明做进一步说明,但本发明不受实施例的限制。

[0039] 实施例1:

[0040] 本实施例提供了一种多芯粉层叠复合包芯线(如图1所示),以球化包芯线为例进行说明,本实施例的多芯粉层叠复合球化包芯线由线皮包裹芯粉制作而成,该多芯粉层叠复合球化包芯线的芯粉由四种粉料层沿包芯线的径向方向层叠铺设而成,每种粉料层通过相应粉料沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成;所述四种粉料层分别为硅铁层、纯纯镁粒层、硅钙层和稀土硅层;其中:硅铁层位于纯镁粒层的一侧,硅钙层和稀土硅层位于纯镁粒层的另一侧。

[0041] 本实施例中硅铁层通过硅铁沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成;纯镁粒层通过纯镁粒沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成;硅钙层通过硅钙沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成;稀土硅层通过稀土硅沿包芯线的轴向方向均匀铺设而成。

[0042] 本实施例中多芯粉层叠复合球化包芯线的各粉料配比:以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒30%;硅铁53%;硅钙8%;稀土硅9%。

[0043] 本实施例中纯镁粒层中纯镁粒的粒径为2mm;硅铁层中硅铁的粒径为1.5mm;硅钙层中硅钙的粒径为1.5mm;稀土硅层中稀土硅的粒径为1.5mm。

[0044] 本实施例中四种粉料层由上至下的排布顺序为:硅铁层,纯镁粒层,硅钙层,稀土硅层。

[0045] 本实施例还提供了一种上述多芯粉层叠复合球化包芯线的加工方法,包括如下步骤:

[0046] (1) 通过包芯机将带钢预先压制成圆弧槽形,得预成型钢带;

[0047] (2) 将各粉料(纯镁粒、硅铁、硅钙和稀土硅)按照既定顺序依次精确给料,并将每种粉料沿包芯线的轴向方向铺设至步骤1)获得的预成型钢带的内部,同时将四种粉料沿包

芯线的径向方向按照既定顺序依次层叠铺设；

[0048] (3) 然后通过包芯机将步骤1) 获得的预成型钢带卷制成包芯线, 经收排线机收卷制得多层芯粉层叠复合球化包芯线。

[0049] 实施例2

[0050] 本实施例与实施例1的区别在于: 纯镁粒层中纯镁粒的粒径为0.1mm; 硅铁层中硅铁的粒径为0.1mm; 硅钙层中硅钙的粒径为0.1mm; 稀土硅层中稀土硅的粒径为0.1mm。

[0051] 实施例3

[0052] 本实施例与实施例1的区别在于: 纯镁粒层中纯镁粒的粒径为3mm; 硅铁层中硅铁的粒径为3mm; 硅钙层中硅钙的粒径为3mm; 稀土硅层中稀土硅的粒径为3mm。

[0053] 实施例4

[0054] 本实施例与实施例1的区别在于: 四种粉料层由上至下的排布顺序为: 硅铁层, 纯镁粒层, 稀土硅层, 硅钙层。

[0055] 实施例5

[0056] 本实施例与实施例1的区别在于: 四种粉料层由上至下的排布顺序为: 硅钙层, 稀土硅层, 纯镁粒层, 硅铁层。

[0057] 实施例6

[0058] 本实施例与实施例1的区别在于: 四种粉料层由上至下的排布顺序为: 稀土硅层, 硅钙层, 纯镁粒层, 硅铁层。

[0059] 实施例7

[0060] 本实施例与实施例1的区别在于: 多芯粉层叠复合球化包芯线的各粉料配比不同, 具体是: 以四种粉料的总质量为100%计, 各粉料所占的质量百分比为: 纯镁粒28%; 硅铁50%; 硅钙7%; 稀土硅10%。

[0061] 实施例8

[0062] 本实施例与实施例1的区别在于: 多芯粉层叠复合球化包芯线的各粉料配比不同, 具体是: 以四种粉料的总质量为100%计, 各粉料所占的质量百分比为: 纯镁粒32%; 硅铁55%; 硅钙7.5%; 稀土硅7.5%。

[0063] 实施例9

[0064] 本实施例是在实施例1的基础上进一步限定精确给料的实现方式, 本实施例中精确给料是将四种粉料分别通过高精度给料系统称量并输送至包芯机的给料部。其中: 高精度给料系统可以采用如下结构的高精度皮带秤在线混料系统实现精确给料; 该高精度皮带秤在线混料系统包含主皮带秤、分皮带秤、单点式称重传感器、传感器调整支架、专用料仓、出料口、挡料板、伺服电机、伺服减速器、皮带秤支撑架; 所述主皮带秤的两上侧均设置有分皮带秤, 所述两个分皮带秤的中心位置设置有单点式称重传感器, 所述单点式称重传感器安装在传感器调整支架上, 所述传感器调整支架安装在皮带秤支撑架上, 所述伺服电机安装在伺服减速器上, 所述伺服减速器的输出轴与主皮带秤连接, 所述两个分皮带秤的上侧设置有专用料仓, 所述专用料仓的下侧设置有出料口, 所述出料口的下侧设置有挡料板。

[0065] 该为高精度皮带秤在线混料系统的工作原理为: 能以一台皮带秤实时精准供料或者多台皮带秤组合实时精准供料到主皮带机或者容器内达到同步均匀混料目的。皮带秤可以根据触摸屏所设定不同给料重量比例实时精确供料, 同时可以通过编码器采集的流水线

速度根据速度快慢不同自动调整供料速度达到同步实时精确供料需求。本发明的高精度皮带秤在线混料单元和称重组合系统可以完全消除自身结构以及皮带张力导致的称重误差，从而具有理想的计量精度，并且稳定性好，可以长期保持计量精度，加之机构简单、成本经济，安装调试简单易用，维护工作量少，使用寿命长，极大的减轻了工人的劳动强度具有广泛的实用性。

[0066] 本实施例中采用高精度皮带秤在线混料系统加工包芯线的工艺流程为：

[0067] 将带钢装在放带架上，通过包芯机主机把带钢预先压制成型得预成型钢带，然后将预成型钢带移动至给包芯机料部位，由精确给料系统供料，其中给料部分包括把提前分筛好的粉料分别装入四个大料仓，通过大料仓进入到中料仓，中料仓的粉料进入到称量给料皮带秤，由高精度给料皮带秤输送到主皮带秤，由主皮带秤直接输送到主机给料部位，经过主机的卷制逐步成型，最后经过收排线机的缠绕，制作成多芯粉层叠复合球化包芯线。

[0068] 为说明本发明多芯粉层叠复合包芯线所能够获得的效果，进行了如下实验：

[0069] 1、本实验按照实施例1的配方制备了一种混合料包芯线作为对照例，该混合料包芯线的制备方法是将各粉料预先混合好，然后用包芯机包裹芯粉，制备成混合料包芯线，然后将制备好的混合料包芯线与实施例1的多芯粉层叠复合包芯线分别进行比较。填充精度如表1所示。

[0070] 表1实施例1多芯粉层叠复合包芯线和混合料包芯线(对照例)的比较结果

[0071]

每米粉重标准含量/克	镁粒/60 克	硅铁/106 克	硅钙/16 克	稀土硅/18 克	总重/200 克
对照例：混合料包芯线	56 克	103 克	14 克	17 克	190 克
实施例 1 多芯粉层叠复合包芯线	60 克	106 克	16 克	18 克	200 克

[0072] 通过表1可知：实施例1多芯粉层叠复合包芯线每米粉重完全符合预定的每米粉重标准含量，通过表1对照例和实施例相比较多芯粉层叠复合包芯线粉料填充更加精准稳定，进而可以真正解决多芯粉包芯线单位长度内粉料比例均匀稳定，进而极大的提高了包芯线的产品质量、降低了劳动强度。

[0073] 此外混合料包芯线(对照例)在将各种不同密度不同颗粒的粉料混合在一起的过程中各粉料由于密度不同且颗粒大小不同，很难达到理想的均匀状态，导致各粉料混合不均匀，由此使得混合料包芯线产生了偏析的问题，同时混料不均匀还导致了单位长度混合料包芯线的粉料配比与预定的配比相差较大，由此使得混合料包芯线在使用过程中存在稳定性差的问题；而实施例1的多芯粉层叠复合包芯线通过分层设置粉料，可以使得包芯线的横截面粉料比例相对均匀，因此解决了包芯线的偏析问题，获得了不偏析的技术效果，同时单位长度包芯线的质量稳定，具有较好的使用稳定性。综上可知：本发明通过分层设置可以解决“由于粉料密度不同、颗粒大小不同导致的粉料混合不均匀进而出现的偏析，以及单位长度包芯线的粉料配比与工艺预定的配比相差较大直接影响包芯线使用的稳定性，以及包芯线每米粉料的重量不均匀、时高时低也会使后续包芯线的使用存在诸多不稳定因素”等问题，进而使得包芯线获得“每个包芯线的横截面粉料比例相对均匀，不偏析，保证单位长度包芯线每种粉料质量稳定，使得包芯线质量稳定且具有较好的使用稳定性”的效果。

[0074] 2、本实验将实施例1-9制备的包芯线的效果进行比较分析,具体如下:

[0075] (1) 实施例1-3采用了不同粒径的四种粉料,粒径的大小对于包芯线生产过程中粉料流动的效果以及包芯线内芯粉最大的填充重量效果有关,如果粉料粒径过大,粒径之间的间隙过大、单位长度内的包芯线内芯粉重量会比较轻,如果粉料粒径过小粉料流动性较差、粒径致密度小、单位长度内包芯线内芯粉重量较轻。通过实验发现:球化包芯线的镁粒层中纯镁粒的粒径为0.1mm-3mm;硅铁层中硅铁的粒径为0.1mm-3mm;硅钙层中硅钙的粒径为0.1mm-3mm;稀土硅层中稀土硅的粒径为0.1mm-3mm,采用上述粒径的原料制备本发明球化包芯线,可以获得较佳的粉料流动效果以及包芯线内芯粉较佳的填充重量效果,其中纯镁粒层中纯镁粒的粒径为2mm;硅铁层中硅铁的粒径为1.5mm;硅钙层中硅钙的粒径为1.5mm;稀土硅层中稀土硅的粒径为1.5mm时可以获得最佳的粉料流动效果以及包芯线内芯粉最大的填充重量效果。

[0076] (2) 实施例1、4-6的多芯粉层叠复合球化包芯线内部四层粉料层采用了不同的排布方式,通过比较四种排布方式的多芯粉层叠复合球化包芯线发现效果大体相同。

[0077] (3) 实施例1、7和8的多芯粉层叠复合球化包芯线的四种粉料配比不同,通过实验发现,铸铁在石墨化的过程中添加的各种合金元素过多或者过少会影响球墨的圆整度,影响球化,起不良作用,而按照“以四种粉料的总质量为100%计,各粉料所占的质量百分比为:纯镁粒28%~32%;硅铁50%~55%;硅钙7%~10%;稀土硅28%~32%”的质量百分比配比会获得较好的球化效果,其中当纯镁粒30%,硅铁53%,硅钙8%,稀土硅9%时,上述效果最好。

[0078] (4) 分别截取一米实施例2-8制备的多芯粉层叠复合球化包芯线,进行粉料重量比较,进而分析填充的精度,结果如表2-4所示。

[0079] 表2实施例2-6的粉料重量

[0080]

每米粉重标准含量/克	镁粒/60克	硅铁/106克	硅钙/16克	稀土硅/18克	总重/200克
实施例2	60克	106克	15克	19克	200克
实施例3	60克	106克	15.5克	17.5克	199克
实施例4	60克	106克	15克	19克	200克
实施例5	59.5克	105克	16克	18克	198.5克
实施例6	60克	105克	16克	18克	199克

[0081] 表3实施例7的粉料重量

[0082]

每米粉重标准含量/克	镁粒/56克	硅铁/100克	硅钙/14克	稀土硅/20克	总重/200克
实施例7	56克	100克	13.5克	19.5克	199克

[0083] 表4实施例8的粉料重量

[0084]

每米粉重标准含量/克	镁粒/64克	硅铁/110克	硅钙/15克	稀土硅/15克	总重/200克
实施例8	60克	105克	15克	19克	199克

[0085] 通过表2-4可知,采用本发明“分层铺设”的方式制备包芯线均可以获得较好的填充精度效果,填充芯料稳定性更高,单位长度包芯线芯料比例更加均匀。

[0086] (4) 本实验考察了实施例9制备的多芯粉层叠复合包芯线所能够达到的填充精度

效果,经过检测使用实施例9中所采用的高精度皮带秤在线混料系统进行精确给料,可以使得多芯粉层叠复合包芯线的填充精度最高可达100%,制备好的包芯线各粉料重量完全符合生产前预定的数值,由此可见通过采用该高精度皮带秤在线混料系统可以实现精确给料,进而提高包芯线配比的精度和每米包芯线的制作精度,解决粉料填充精度不准确的问题。

[0087] 3、同一炉出两包铁水,分别使用本发明实施例1制备的多芯粉层叠复合球化包芯线和实验1中的对照例(混合包芯线,通过将粉料预先混合的方式)处理铁水,在同样加入米数的情况下产品质量进行对比,并且控制喂丝参数:1)处理温度:1483℃;2)铁水重量:1.2吨;3)包芯线加入量:23米,进行光谱分析和金相分析,光谱数据如表5所示,金相照片如图2所示。

[0088] 表5光谱数据

[0089]

	C	Si	Mn	P	S	Mg
原铁水成分	3.755	1.921	0.302	0.0104	0.0097	无
本发明多芯粉层叠复合球化包芯线终铁水成分	3.693	2.7	0.314	0.0123	0.0093	0.0387
常规混合球化	3.666	2.713	0.311	0.0114	0.0075	0.0409

[0090]

包芯线(混合料包芯线)终铁水成分						
------------------	--	--	--	--	--	--

[0091] 根据以上光谱数据,两种包芯线生产成分基本相同。根据镜像照片显示,使用多芯粉层叠复合包芯线生产出来的球型更圆,数量更多。进而可以说明本发明包芯线相比于常规包芯线的铸铁机械性能、可塑性和韧性均得到了提升。

[0092] 4、将本发明实施例1制备的多芯粉层叠复合球化包芯线与市场上常规混合球化包芯线(混合包芯线)的生产成本和产生的效益进行比对,结果如表5所示。通过表5可知,本发明多芯粉层叠复合包芯线成本更低、经济效益更好。

[0093] 表6比较结果

[0094]

	线重 (g/m)	价格 (元/T)	加入米数 (m/T)	每吨成本 (元/T)	年产铁水 量 (T)	包芯线成 本 (万元)
本发明多芯粉 层叠复合球化 包芯线	360	12000	20	87.6	10000	87.6
市场上常规混 合球化包芯线 (混合料包芯 线)	395	12000	20	94.8	10000	94.8

[0095] 虽然本发明已以较佳的实施例公开如上,但其并非用以限定本发明,任何熟悉此技术的人,在不脱离本发明的精神和范围内,都可以做各种改动和修饰,因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。



图1

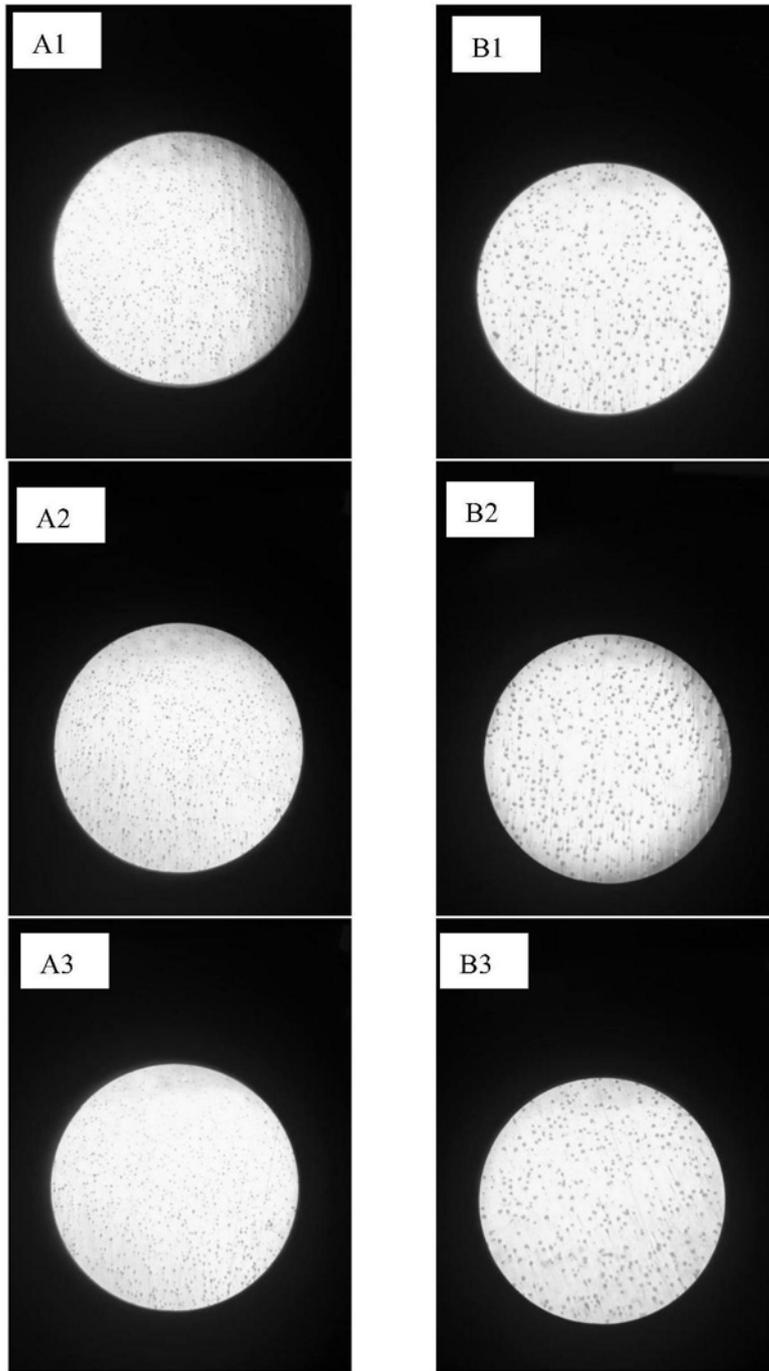


图2