



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110303117 A

(43)申请公布日 2019.10.08

(21)申请号 201910692465.0

(22)申请日 2019.07.30

(71)申请人 天津致勤新型材料有限公司

地址 300301 天津市滨海新区自贸试验区
(空港经济区)西二道82号丽港大厦2-
716

(72)发明人 王荣亮 郑恒生

(51)Int.Cl.

B22C 5/00(2006.01)

B22C 5/06(2006.01)

B22C 1/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

3D打印用硅砂的预处理工艺、获得的硅砂及
硅砂的应用

(57)摘要

本发明公开了3D打印用硅砂的预处理工艺、获得的硅砂及硅砂的应用。预处理工艺包括：研磨、磁选烘干、焙烧；其中，焙烧时将原料硅砂在900-950℃下焙烧2-3h，然后冷却。焙烧能够去除硅砂表面杂质，采用该种硅砂与粘接剂、固化剂混合后经3D打印获得砂型模，砂型模中的粘接剂和硅砂之间的粘结度更高，砂型模的强度更高；在获得等强度砂型模时，能够减少粘接剂加入量，从而降低砂型模铸造时的发气量；焙烧后的硅砂的晶相转变为 α 磷石英，减小了硅砂在高温下的膨胀现象，由此降低了砂型模在铸造高温下出现脉纹、气孔的概率。将硅砂与固化剂混合，再继续与粘接剂混合后，经3D打印制得砂型模，其中，粘接剂占硅砂的3-5%，固化剂占硅砂的0.3-0.5%。

1. 3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于,包括有以下制备步骤:
焙烧:将原料硅砂在900-950℃下焙烧2-3h,然后冷却,获得硅砂。
2. 根据权利要求1所述的3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于,在焙烧之前,还包括有以下制备步骤:
磁选:对原料硅砂进行磁选。
3. 根据权利要求2所述的3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于,磁选的同时于进行烘干处理。
4. 根据权利要求3所述的3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于,所述烘干温度为150-180℃。
5. 根据权利要求2所述的3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于,在磁选之前,还包括有以下制备步骤:
研磨:将原料硅砂研磨至角形系数 ≤ 1.2 。
6. 根据权利要求1所述的3D打印用硅砂的预处理工艺,其特征在于:所述原料硅砂的硅含量为 $\geq 99\%$ 。
7. 一种权利要求1-6任一所述的预处理工艺处理获得的3D打印用硅砂。
8. 一种权利要求7所述的3D打印用硅砂的应用,其特征在于,用于制作3D打印砂型模:将所述硅砂与固化剂混合后,再继续与粘接剂混合,获得3D打印材料,将3D打印材料经3D打印制得砂型模,其中,粘接剂占硅砂的3%左右,固化剂占硅砂的0.3-0.5%。
9. 根据权利要求8所述的3D打印用硅砂的应用,其特征在于:所述粘接剂选用呋喃树脂。
10. 根据权利要求8所述的3D打印用硅砂的应用,其特征在于:所述固化剂选用磺酸固化剂。

3D打印用硅砂的预处理工艺、获得的硅砂及硅砂的应用

技术领域

[0001] 本发明涉及3D打印材料的技术领域,特别涉及3D打印用硅砂的预处理工艺、获得的硅砂及硅砂的应用。

背景技术

[0002] 天然硅砂中二氧化硅含量高,具有耐热性好、粒型规整等特点,是铸造砂型模的重要材料。目前,铸造工业上采用冷芯盒法,将树脂作为粘接剂与天然硅砂混合,在固化剂作用下使铸造混合料硬化得到固态铸造用砂型模。固化后的砂型模需要有一定的力学强度,以保证搬运或浇铸过程中型模不被损坏。

[0003] 目前砂型模提高强度的方法主要为增加树脂的用量,然而,增加树脂用量会使型模的发气量增加,影响铸件表面质量且增加生产成本。

发明内容

[0004] 针对现有技术不足,本发明的目的之一在于:提供一种型砂的预处理工艺,采用该种预处理工艺制得的硅砂制作砂型模,能够减少粘接剂的加入量,从而减小发气量,而且能够有效减轻砂型模在铸造过程中出现脉纹、气孔等缺陷的现象。

[0005] 本发明的第一个目的是通过以下技术方案得以实现的:

3D打印用硅砂的预处理工艺,包括有以下制备步骤:

焙烧:将原料硅砂在900-950℃下焙烧2-3h,然后冷却,获得硅砂。

[0006] 通过采用上述方案,本发明将原料硅砂进行焙烧处理,焙烧后能够有效去除的硅砂表面杂质。采用该种硅砂与粘接剂、固化剂按一定比例混合后经3D打印获得砂型模,砂型模中的粘接剂和硅砂之间的粘结度更高,从而能够有效提高砂型模的强度。由于砂型模的强度随粘接剂的加入量的增加而提高,故采用本发明的硅砂,在获得等强度的砂型模的前提下,能够减少粘接剂的加入量,从而降低砂型模用于铸造时的发气量,提高零件表面质量。

[0007] 而且,发明人研究发现,原料硅砂在上述焙烧条件下,其晶相会发生转变,转变为 α 磷石英,含有该种晶相的硅砂在高温下的膨胀现象大大降低,由此大大降低了砂型模在铸造高温下出现脉纹、气孔的概率,不仅能够提高零件的表面质量,而且,使得砂型模的损坏率低,使用寿命延长。

[0008] 本发明进一步设置为:在焙烧之前,还包括有以下制备步骤:

磁选:对原料硅砂进行磁选。

[0009] 通过采用上述方案,磁选是对原料硅砂进行磁铁筛选,能够去除原料硅砂中的氧化铁,从而提高硅砂的耐火度和烧结点,从而能够提高硅砂的焙烧温度,进一步提高硅砂表面杂质的去除率,而且能够提高 α 磷石英晶相的转化率,从而进一步减小硅砂在铸造高温下的膨胀现象。

[0010] 本发明进一步设置为:磁选的同时进行烘干处理。

[0011] 通过采用上述方案,能够预先去除原料硅砂中的水分,减少焙烧过程中水分的散发量,从而减小焙烧时水分散发对硅砂颗粒的不良影响。

[0012] 本发明进一步设置为:所述烘干温度为150-180℃。

[0013] 本发明进一步设置为:在磁选之前,还包括有以下制备步骤:

研磨:将原料硅砂研磨至角形系数 ≤ 1.2 。

[0014] 通过采用上述方案,角形系数是用于评判颗粒圆整度的指标,角形系数越低,圆整度越高。研磨过程中,原料硅砂中带有尖角的颗粒能够由锐角变成钝角,使得原料硅砂的角形系数降低,圆整度提高,处理完成后的硅砂的角形系数低。由该种硅砂打印制作的砂型模,在后期用于制作砂型模时,在同等树脂加入量下,强度更高,即获得相同强度的砂型模时,树脂加入量降低,不仅能够降低成本,还能减少铸造时的发气量。

[0015] 本发明进一步设置为:所述原料硅砂的硅含量为 $\geq 99\%$ 。

[0016] 通过采用上述方案,限定原料硅砂的硅含量,能够限制原料硅砂中其他低熔点物的含量,杂质低,有利于提高焙烧温度,使得 α 磷石英的转化率更高,进一步减轻硅砂在后期铸造高温下的膨胀现象。

[0017] 本发明的目的二:提供一种上述预处理工艺处理获得的硅砂。

[0018] 本发明的目的三:提供一种上述的硅砂的应用,用于制作3D打印砂型模:将所述硅砂与固化剂混合后,再继续与粘接剂混合,获得3D打印材料,将3D打印材料经3D打印制得砂型模,其中,粘接剂占硅砂的3%左右,固化剂占硅砂的0.3-0.5%。

[0019] 本发明进一步设置为:所述粘接剂选用树脂。

[0020] 本发明进一步设置为:所述固化剂选用磺酸固化剂。

[0021] 综上所述,本发明具有以下有益效果:

1、本发明将原料硅砂进行焙烧处理,能够有效去除焙烧后的硅砂表面杂质。采用该种硅砂制作砂型模,砂型模中的粘接剂和硅砂之间的粘结度更高,从而提高砂型模的强度。由于砂型模的强度随粘接剂的加入量的增加而提高,故采用本发明的硅砂,在获得等强度的砂型模的前提下,能够减少粘接剂的加入量,从而降低砂型模用于铸造时的发气量,提高零件表面质量;

2、本发明将原料硅砂进行焙烧处理,原料硅砂的晶相会发生转变,转变为 α 磷石英,含有该种晶相的硅砂在高温下的膨胀现象大大降低,由此大大降低了砂型模在铸造高温下出现脉纹、气孔的概率,不仅能够提高零件的表面质量,而且,使得砂型模的损坏率低,使用寿命延长。

具体实施方式

[0022] 以下对本发明作进一步详细说明。

[0023] 实施例1

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为150℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在900℃下焙烧3h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0024] 实施例2

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99.2%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为160℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在910℃下焙烧2.5h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0025] 实施例3

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99.5%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为170℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在920℃下焙烧2.5h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0026] 实施例4

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99.5%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为180℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在930℃下焙烧2.5h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0027] 实施例5

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99.5%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为160℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在940℃下焙烧2h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0028] 实施例6

一种3D打印用硅砂,预处理工艺包括有以下步骤:

S1,研磨:将原料硅砂研磨至角形系数为1.2,其中,原料硅砂的硅含量为99.5%;

S2,磁选及烘干:对原料硅砂进行磁选,同时进行烘干处理,烘干温度为160℃;

S3,焙烧:将原料硅砂在950℃下焙烧2h,然后随炉冷却,获得硅砂。

[0029] 实施例7

一种3D打印用硅砂,与实施例6的区别在于,步骤S1中,将原料硅砂研磨至角形系数为1.1。

[0030] 对比例1

一种3D打印用硅砂,与实施例5的区别在于,步骤S1中,将原料硅砂研磨至角形系数为1.3。

[0031] 对比例2

一种3D打印用硅砂,与实施例5的区别在于,步骤S2中,不进行磁选。

[0032] 对比例3

一种3D打印用硅砂,与实施例5的区别在于,不进行步骤S3中的焙烧处理。

[0033] 砂型模强度性能测试

分别采用实施例1-6和对比例1-4制得的10种硅砂样品,将每一种硅砂样品与固化剂混合后,再继续与粘接剂混合,获得3D打印材料,将3D打印材料经3D打印制得砂型模,共计获得10份砂型模样品,测试10份砂型模样品的强度,每份样品的强度测6次,取平均值,结果如表1所示。其中,本次测试中,粘接剂和固化剂分别选用呋喃树脂和磺酸固化剂,且加入量的

选择如下:呋喃树脂占硅砂的3%,磺酸固化剂占硅砂的0.3%。

[0034] 表1砂型模样品的强度测试结果

样品	打印后于常温静置1h		打印后于常温静置24h		打印后于50℃下静置24h	
	抗拉强度	抗弯强度	抗拉强度	抗弯强度	抗拉强度	抗弯强度
	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
实施例1	0.844	2.238	1.006	2.951	1.234	3.752
实施例2	0.863	2.265	1.033	2.975	1.287	4.230
实施例3	0.896	2.314	1.064	2.994	1.407	4.32
实施例4	0.91	2.410	1.218	3.01	1.521	4.388
实施例5	1.014	2.48	1.244	3.025	1.549	4.43
实施例6	1.033	2.65	1.305	3.042	1.62	4.552
实施例7	1.097	2.91	1.364	3.066	1.722	4.577
对比例1	0.636	2.035	0.902	2.852	1.112	3.321
对比例2	0.65	2.044	0.915	2.86	1.135	3.35
对比例3	0.525	1.95	0.856	2.802	1.085	3.124

由表1中的实施例5和对比例3可以看出,对硅砂进行焙烧处理能够有效提高后续砂型模的强度,这是因为,焙烧处理能够有效去除焙烧后的硅砂表面杂质,采用该种硅砂与粘接剂、固化剂按一定比例混合后经3D打印获得砂型模,砂型模中的粘接剂和硅砂之间的粘结度更高,从而能够有效提高砂型模的强度。由于砂型模的强度随粘接剂的加入量的增加而提高,故采用本发明的硅砂,在获得等强度的砂型模的前提下,能够减少粘接剂的加入量,从而降低砂型模用于铸造时的发气量,提高零件表面质量。

[0035] 由表1中的实施例5和对比例2可以看出,在对原料硅砂进行焙烧处理之前进行磁选,能够有效提高后续砂型模的强度。这可能是因为,若不进行磁选,同时又不降低焙烧温度,则原料硅砂中的氧化铁在焙烧高温下出现熔融,影响硅砂颗粒的表面形态,降低了硅砂颗粒表面与粘接剂之间的粘结力,从而降低砂型模的强度。

[0036] 由表1中的实施例5和对比例1可以看出,原料硅砂的角形系数同样对砂型模的强度具有一定的影响,角形系数越低,对应的砂型模的强度越高。这可能是因为,原料硅砂的角形系数越低,颗粒圆整度越高,能够提高颗粒间排布的紧实度,由此提高砂型模的强度。

[0037] 由表1中的实施例1-6整体可以看出,实施例1-6获得的硅砂制作的砂型模的强度整体较高,说明本发明的预处理工艺的设计科学合理,能够有效改善硅砂,提高由其制作的砂型模的强度。而且,随着焙烧温度的升高,砂型模的强度也表现出了增高的趋势,提示在本发明的合理的焙烧温度范围内,焙烧温度越高,硅砂的预处理效果越显著。

[0038] 砂型模铸造测试

分别采用上述砂型模强度性能测试中的10份砂型模样品进行同批次铸造实验,记录砂型模在铸造高温下出现脉纹、气孔的情况,结果如表2所示。

[0039] 表2砂型模铸造测试结果

样品	铸造后砂型模内壁表面脉纹情况	铸造后砂型模内壁表面气孔情况
实施例1	无	无
实施例2	无	无
实施例3	无	无
实施例4	无	无
实施例5	无	无
实施例6	无	无
实施例7	无	无
对比例1	可见2条脉纹，长度为3-5cm。	无
对比例2	可见2条脉纹，长度为2-4cm。	气孔数量为1个/平方分米
对比例3	可见6条脉纹，长度为3-6cm。	气孔数量为4个/平方分米

由表2中的实施例1-6整体可以看出，实施例1-6获得的硅砂制作的砂型模，经过铸造后，内壁表面均未出现脉纹、气孔，相比之下，对比例1-3对应的砂型模经铸造后出现了不同程度的脉纹或气孔。这是因为，本发明的预处理工艺中，原料硅砂在焙烧条件下的晶相会发生转变，转变为 α 磷石英，含有该种晶相的硅砂在高温下的膨胀现象大大降低，由此大大降低了砂型模在铸造高温下出现脉纹、气孔的概率。砂型模的表面质量高，能够提高零件的表面质量，而且，砂型模的损坏率低，使用寿命长。

[0040] 表2中的对比例2对应的砂型模出现脉纹和气孔，可能是因为，不进行磁选，同时又不降低焙烧温度，则原料硅砂中的氧化铁在焙烧高温下出现熔融，影响硅砂颗粒的表面形态，降低了硅砂颗粒表面与粘接剂之间的粘结力，从而降低砂型模的表面质量。

[0041] 表2中的对比例1对应的砂型模出现脉纹，可能是因为，原料硅砂的角形系数越高，颗粒圆整度越低，颗粒间排布的紧实度低，从而降低砂型模的表面质量。

[0042] 上述具体实施例仅仅是对本发明的解释，其并不是对本发明的限制，本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改，但只要在本发明的权利要求范围内都受到专利法的保护。