



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114645205 A

(43) 申请公布日 2022.06.21

(21) 申请号 202210275289.2

B22F 3/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.21

B22F 3/10 (2006.01)

(71) 申请人 安徽工业大学

地址 243002 安徽省马鞍山市湖东路59号

(72) 发明人 万勇 温永红 张雪鉴 汤传圣

高山 马冬 凌霄 胡宇恒

(74) 专利代理机构 安徽知问律师事务所 34134

专利代理师 于婉萍

(51) Int. Cl.

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

B22F 9/08 (2006.01)

B22F 1/065 (2022.01)

B22F 1/10 (2022.01)

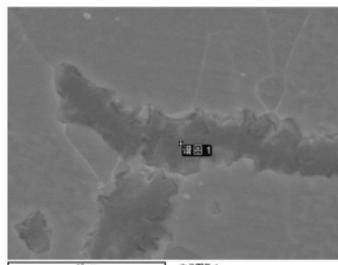
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料及其制备方法,属于锁具技术领域。本发明的用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料,其化学成分按质量百分比计为:Fe95.5~97.2wt%,C1.5~2.0wt%,Si0.05~0.3wt%,Al 1.2~2.0wt%,其余为不可避免的微量杂质;其制备过程为:预合金Fe-Si-Al粉末材料制备、原料混合、生坯压制成型和高温烧结。本发明的石墨基粉末冶金材料既可满足锁具的清洁、可连续工业化生产需求,又能满足锁具的连续化钻孔和切削加工要求,因此可用于生产挂锁或葫芦锁等锁具材料。



1. 一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料,其特征在于,其化学成分按质量百分比计为:Fe95.5~97.2wt%,C1.5~2.0wt%,Si0.05~0.3wt%,Al 1.2~2.0wt%,其余为不可避免的微量杂质。

2. 一种如权利要求1所述的用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、预合金Fe-Si-Al粉末材料的制备:以铁块、硅粒和铝粒为原料,采用粉末冶金方法制备得到预合金Fe-Si-Al粉末材料;

步骤二、将预合金Fe-Si-Al粉和石墨粉进行混合;

步骤三、将Fe-Si-Al粉和石墨粉混合料压制成生坯;

步骤四、将生坯进行高温烧结成熟坯,即得用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料。

3. 根据权利要求2所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于:步骤二中预合金Fe-Si-Al粉末的尺寸为250~300目,石墨粉的尺寸为500~600目。

4. 根据权利要求3所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于,步骤一中预合金Fe-Si-Al粉末材料的具体制备工艺为:将铁块、硅粒和铝粒混合料置于感应炉内加热至1550-1600℃后注入高压雾化塔中,再采用高压氩气将金属液滴雾化、冷凝形成球体,即得到预合金Fe-Si-Al粉末材料。

5. 根据权利要求2-4中任一项所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于:步骤二中预合金Fe-Si-Al粉和石墨粉在混料机内以25-35r/min的转数混合25-35min,然后加入0.8-1.2wt%的粘结剂溶液进行粘结,粘结8-15min后干燥,接着加入0.2-0.5wt%润滑剂并进行二次混料,二次混料以25-35r/min的转数混合40-50min。

6. 根据权利要求5所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于:所述粘结剂溶液中粘结剂(水、甘油、聚甘油脂肪酸酯)与丙酮的比例为1:(8-10)。

7. 根据权利要求2-4中任一项所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于:步骤三中压制压力为700~800MPa,压制温度为150~180℃,压制时间为2~2.5min。

8. 根据权利要求2-4中任一项所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于,步骤四中生坯烧结的具体过程为:首先一次加热至730~780℃并保温20min,然后二次加热至1050~1100℃并保温10min,接着一次降温至680~710℃并保温1h~1.5h,随后断电随炉冷却至室温。

9. 根据权利要求8所述的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,其特征在于:一次加热的升温速率为50℃/min,二次加热的升温速率为10~20℃/min,一次降温的降温速率为50℃/min。

一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于锁具技术领域,更具体地说,涉及一种粉末冶金制备易钻孔石墨基锁体材料的方法。

背景技术

[0002] 挂锁是锁具世界中最古老、最庞大的家族,其它锁具都是从挂锁这门类中繁衍、派生而来的。浙江浦江县是目前我国挂锁、葫芦锁生产和销售的最大集散地,其每年生产出的挂锁、葫芦锁超过30万吨。锁体按材质主要分为不锈钢锁、铜锁、铁锁和锌合金锁,其中铁质锁体因价格低、钻孔加工性能好,使用最为普遍,因此产量也最大。

[0003] 目前,市面上铁质锁体的材质以HT200灰口铸铁为主,其主要原因是灰口铸铁中存在的大量具有润滑和应力集中源作用的石墨粒子可以保证其材质具有良好的钻孔加工性能,同时钻孔过程形成的粉状屑可快速导出钻孔过程钻头头部积聚的热量,提高钻头寿命。灰口铸铁虽然钻孔加工性能优良,但塑性、韧性较低,难以进行锻造和轧制加工,因此主要采用冲天炉熔炼+模铸成型工艺进行生产,该工艺不但消耗大量的电力,而且对环境污染较大。

[0004] 公布号为CN101899555A、CN101906597A、CN106947907A、CN107904377A的申请案通过优化合金元素成分和轧制、热处理工艺可以获得较高比例的石墨粒子,成功制备出了切削性能和冷、热成型性能优良的石墨易切削钢,但其所得钢的硬度较高且钢中易切削相石墨粒子数量较少、尺寸较小,在进行高速钻孔时仍具有抗力大、排屑慢、钻头升温快等缺陷,因此无法满足挂锁或葫芦锁的连续化钻孔加工要求。

[0005] 本申请的发明人先前研究得到一种用于钻孔制锁的高碳高铝钢(具体见申请号为2021108002950的专利),该高碳高铝钢的化学成分按质量百分比计为:C:1%~1.5%,Si:0.3%~0.6%,Mn:0.2%~0.6%,P:0.01%~0.04%,S:0.02%~0.04%,Bi:0.03%~0.06%,Al:1.5%~2.5%,N:0.003%~0.006%,Ti:0~0.03%,其余为Fe和不可避免的杂质,且控制组分中的Si+Al \geq 2.4%。其制备过程为:按照设定的化学成分冶炼铸成铸锭,铸锭高温均质化处理后锻造成钢坯,钢坯通过热轧、保温、淬火、回火和抛丸处理,获得硬度低、均匀分布大量1~10 μ m石墨粒子的铁素体组织。该申请案中高碳高铝钢的制备方法符合铸、轧一体化工艺条件,可实现连续化大规模生产,其产品的钻孔性能能够满足连续化钻孔加工要求,从而可替代现有HT200灰口铸铁锁体材料,但该产品只能满足低转数(\leq 2500r/min)下的连续化钻孔要求,在高速钻孔时仍易造成钻头折断。

发明内容

[0006] 1.要解决的问题

[0007] 本发明的目的在于克服现有挂锁或葫芦锁用锁具材料在钻孔加工过程中的压抵抗力较大或断屑能力较差,从而直接恶化钻头寿命和钻孔效率,进而导致加工成本急剧增加的不足,提供了一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料及其制备方法。本发明的石墨

基粉末冶金材料既可满足锁具的清洁、可连续工业化生产需求,又能满足锁具的连续化钻孔和切削加工要求,因此可用于生产挂锁或葫芦锁等锁具材料。

[0008] 2.技术方案

[0009] 为了解决上述问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0010] 本发明的一种用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料,其化学成分按质量百分比计为:Fe95.5~97.2wt%,C1.5~2.0wt%,Si0.05~0.3wt%,Al 1.2~2.0wt%,其余为不可避免的微量杂质。

[0011] 本发明中主要元素的作用机理:

[0012] C是锁具材料中石墨的形成元素,其主要作用是以石墨形式存在于基体中,提高基体的钻孔加工性能。当基体中石墨含量较低时,在高温烧结过程石墨可能以碳原子形式固溶于奥氏体中并在随后冷却过程中以渗碳体形式析出,不仅起不到润滑和应力集中源的作用,还会导致基体硬度增加和钻孔抗力增大。当基体中石墨含量过高时,会导致基体脆性增大,钻孔过程容易开裂。因此需合理控制基体中的石墨含量及其尺寸。

[0013] Si是非碳化物形成元素,能抑制高温烧结过程中铁素体向奥氏体转变,缩小奥氏体相区,从而降低高温烧结过程石墨的固容量,但Si含量较高会导致基体硬度增大,不利于钻孔加工。因此须严格控制基体中的Si含量。

[0014] Al也是非碳化物形成元素,其在高温烧结过程的作用和Si元素相似,但Al含量过高会造成钻屑粘附性强,导热性差,从而影响钻头寿命。因此也须严格控制基体中的Al含量。

[0015] 综上,本发明通过对石墨基锁具材料的元素组成和配比进行优化设计,因此可以采用粉末冶金方式来生产锁具材料,避免碳含量过高脆性较大,产生裂纹,同时还能够有效抑制后续高温烧结相变过程中细颗粒石墨粉向基体中固溶,因而保证基体中的石墨含量,有利于提高石墨基锁具材料钻孔过程的排屑、断屑能力和钻头寿命。本发明的石墨基粉末冶金材料不仅局限于用来制作锁体,同时也可以用来制作锁芯等其他锁具零件。

[0016] 本发明的用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料的制备方法,包括以下步骤:

[0017] 步骤一、预合金Fe-Si-Al粉末材料的制备:以铁块、硅粒和铝粒为原料,采用粉末冶金方法制备得到预合金Fe-Si-Al粉末材料;

[0018] 步骤二、将预合金Fe-Si-Al粉和石墨粉进行混合;

[0019] 步骤三、将Fe-Si-Al粉和石墨粉混合料压制生坯;

[0020] 步骤四、将生坯进行高温烧结成熟坯,即得用于钻孔制锁的石墨基粉末冶金材料。

[0021] 本发明采用粉末冶金方式来生产石墨基锁具材料,并对锁具材料的组成和配比进行优化,同时先生产得到预合金Fe-Si-Al粉末材料,然后将其与石墨粉进行二次混合后再进行压制和烧结处理,尤其是控制预合金Fe-Si-Al粉末材料与石墨粉的粒度,从而可以进一步防止高温烧结相变过程细颗粒石墨粉向Fe-Si-Al基体中固溶,最大程度地保留基体中的石墨含量。具体的,本发明步骤二中预合金Fe-Si-Al粉末的尺寸为250~300目,石墨粉的尺寸为500~600目。

[0022] 更进一步的,步骤一中预合金Fe-Si-Al粉末材料的具体制备工艺为:将铁块、硅粒和铝粒混合料置于感应炉内加热至1550-1600℃后注入高压雾化塔中,再采用高压氩气将金属液滴雾化、冷凝形成球体,即得到预合金Fe-Si-Al粉末材料。

[0023] 更进一步的,步骤二中预合金Fe-Si-Al粉和石墨粉在混料机内以25-35r/min的转数混合25-35min,然后加入0.8-1.2wt%的粘结剂(可以采用30wt%乙烯-70wt%丙烯共聚物)溶液进行粘结,粘结8-15min后干燥,接着加入0.2-0.5wt%润滑剂(可以采用聚酰胺蜡)并进行二次混料,二次混料以25-35r/min的转数混合40-50min。

[0024] 更进一步的,所述粘结剂溶液中粘结剂与丙酮的比例为1:(8-10)。

[0025] 更进一步的,步骤三中压制压力为700~800MPa,压制温度为150~180℃,压制时间为2~2.5min。

[0026] 更进一步的,步骤四中将压制成型的生坯送至烧结炉内进行烧结,烧结气氛为氢气或分解氨,生坯烧结的具体过程为:首先以50℃/min的升温速率加热至730~780℃并保温20min,接着以10~20℃/min的升温速率继续加热至1050~1100℃并保温10min,再以50℃/min的降温速率降至680~710℃并保温1h~3h,随后断电随炉冷却至室温。

[0027] 本发明进一步通过对石墨基粉末冶金材料的制备工艺参数进行优化控制,尤其是控制压坯压力和烧结控温工艺,从而一方面有利于进一步保证基体中的石墨含量,保证钻孔加工性能,另一方面还有利于提高石墨基锁具材料的致密度,保证石墨基锁具材料具有较好的内部质量,防止钻孔过程开裂。

[0028] 此外,本发明控制烧结降温过程在680~710℃保温1h~1.5h,该保温条件既可促进高温下固溶于基体中的C原子再以石墨粒子形式析出,又能促进细小球状石墨粒子聚集长大成长条状,进一步提高其钻孔过程的排屑、断屑能力和钻头寿命,同时能保证该产品较高的生产效率。

附图说明

[0029] 图1为本发明实施例1的短塔形碎屑形貌;

[0030] 图2为对比例1的波浪形长屑形貌;

[0031] 图3为本发明实施例1中石墨粒子的扫描电镜形貌;

[0032] 图4为图3中石墨粒子的能谱分析结果;

[0033] 图5为对比例1中渗碳体的扫描电镜形貌;

[0034] 图6为图5中渗碳体的能谱分析结果;

[0035] 图7为实施例1采用表2中方案6下的晶界孔洞缺陷形貌;

[0036] 图8为实施例1采用表3中方案2下石墨粒子的金相显微镜形貌。

具体实施方式

[0037] 下面结合具体实施例对本发明进一步进行描述。

[0038] 实施例1

[0039] 本实施例的一种粉末冶金制备易钻孔石墨基锁具材料的方法,按以下步骤进行:将959kg铁块、3kg硅粒、18kg铝粒在中频感应炉内加热熔化至1550℃后注入高压雾化塔(雾化氩气压力、喷嘴直径分别为1.5MPa、1.5mm)中,雾化、冷凝成预合金Fe-Si-Al粉末材料,再用筛网过筛得到250~300目的Fe-Si-Al烧结原料;将98份250~300目的Fe-Si-Al烧结原料和2份500~600目的石墨粉在混料机内以30r/min的转数混合30min,然后加入0.8份粘结剂溶液(粘结剂与丙酮的比例为1:10)进行粘结,粘结10min后干燥,接着加入0.2份润滑剂并

进行二次混料,二次混料以30r/min的转数混合45min(份数为质量百分比);接着将混合好的粉料在挂锁压模中压制生坯,压制压力、温度和时间分别选择700MPa、180℃和2min;最后将生坯放入气氛为分解氨的烧结炉内进行烧结,其烧结温控参数设定为:首先以50℃/min升温至780℃并保温20min,接着以10℃/min继续升温至1100℃并保温10min,再以50℃/min降至710℃并保温1h,随后断电随炉冷却至室温。

[0040] 实施例2

[0041] 本实施例的一种粉末冶金制备易钻孔石墨基锁具材料的方法,按以下步骤进行:将965kg铁块、2kg硅粒、15kg铝粒在中频感应炉内加热熔化至1580℃后注入高压雾化塔(雾化氩气压力、喷嘴直径分别为1.5MPa、1.5mm)中,雾化、冷凝成预合金Fe-Si-Al粉末材料,再用筛网过筛得到250~300目的Fe-Si-Al烧结原料;将98.2份250~300目的Fe-Si-Al烧结原料和1.8份500~600目的石墨粉在混料机内以25r/min的转数混合25min,然后加入1.2份粘结剂溶液(粘结剂与丙酮的比例为1:9)进行粘结,粘结8min后干燥,接着加入0.5份润滑剂并进行二次混料,二次混料以25r/min的转数混合40min(份数为质量百分比);接着将混合好的粉料在挂锁压模中压制生坯,压制压力、温度和时间分别选择750MPa、168℃和2.2min;最后将生坯放入气氛为分解氨的烧结炉内进行烧结,其烧结温控参数设定为:首先以50℃/min升温至750℃并保温20min,接着以10℃/min继续升温至1080℃并保温10min,再以50℃/min降至710℃并保温1h,随后断电随炉冷却至室温。

[0042] 实施例3

[0043] 本实施例的一种粉末冶金制备易钻孔石墨基锁具材料的方法,按以下步骤进行:将971kg铁块、1kg硅粒、13kg铝粒在中频感应炉内加热熔化至1600℃后注入高压雾化塔(雾化氩气压力、喷嘴直径分别为1.5MPa、1.5mm)中,雾化、冷凝成预合金Fe-Si-Al粉末材料,再用筛网过筛得到250~300目的Fe-Si-Al烧结原料;将98.5份250~300目的Fe-Si-Al烧结原料和1.5份500~600目的石墨粉在混料机内以35r/min的转数混合35min,然后加入1.0份粘结剂溶液(粘结剂与丙酮的比例为1:8)进行粘结,粘结15min后干燥,接着加入0.3份润滑剂并进行二次混料,二次混料以35r/min的转数混合50min(份数为质量百分比);接着将混合好的粉料在挂锁压模中压制生坯,压制压力、温度和时间分别选择800MPa、150℃和2.5min;最后将生坯放入气氛为分解氨的烧结炉内进行烧结,其烧结温控参数设定为:首先以50℃/min升温至730℃并保温20min,接着以10℃/min继续升温至1050℃并保温10min,再以50℃/min降至710℃并保温1h,随后断电随炉冷却至室温。

[0044] 对比例1

[0045] 本对比例的锁具材料的制备方法,按以下步骤进行:将959kg铁粉、3kg硅粉和18kg铝粉(均为250~300目)在混料机内以30r/min的转数混合60min;将98份250~300目的Fe-Si-Al混合料和2份500~600目的石墨粉在混料机内以30r/min的转数混合30min,然后加入0.8份粘结剂溶液(粘结剂与丙酮的比例为1:10)进行粘结,粘结10min后干燥,接着加入0.2份润滑剂并进行二次混料,二次混料以30r/min的转数混合45min(份数为质量百分比);接着将混合好的粉料在挂锁压模中压制生坯,压制压力、温度和时间分别选择700MPa、180℃和2min;最后将生坯放入气氛为分解氨的烧结炉内进行烧结,其烧结温控参数设定为:首先以50℃/min升温至780℃并保温20min,接着以10℃/min继续升温至1100℃并保温10min,再以50℃/min降至710℃并保温1h,随后断电随炉冷却至室温。

[0046] 采用锁体专用钻床对实施例和对比例烧结熟坯进行连续化自动钻孔(钻头直径为5mm,转数为5000r/min)实验,通过致密度(实测密度(阿基米得法测定)与理论密度之比)、石墨粒子密度、钻屑大小和钻头头部温度评价熟坯的钻孔加工性能,采用莱卡金相显微镜和Adobe Photoshop软件观察、统计钢中石墨粒子的数量,采用红外热像仪测量钻头单次钻孔结束后的头部最高温度。具体检测结果如下表所示。

[0047] 表1本发明实施例1-3和对比例1所得锁具材料的致密度和钻孔加工性能

试样	致密度/%	石墨粒子密度/(个/mm ²)	钻屑形状	钻头头部温度/°C
实施例1	99.3	25700	塔形状碎屑	246
实施例2	99.1	35500	塔形状碎屑	272
实施例3	99.1	29300	塔形状碎屑	298
对比例1	99.2	17300	波浪形长屑	349

[0049] 通过上表可以看出,实施例1~3的石墨基锁具材料的致密度大于99%,其钢中石墨粒子密度达到25700~35500个/mm²,其钻屑形状为短塔形碎屑(见图1),钻孔过程钻头温度降到246~298°C,能够满足连续化钻孔加工生产要求;而对比例1的石墨基锁体材料的石墨粒子密度只有17300个/mm²,其钻屑形状为波浪形长屑(见图2),部分钻屑因温度太高而变色,其钻孔过程钻头温度为349°C,在进行连续化钻孔加工生产时会造成钻头磨损严重。从图3和图4可以看出,实施例1中部分粒状石墨聚合长大成尺寸大于5μm的长条状石墨,从图5和图6可以看出,对比例1中存在较多碳与铁结合形成的渗碳体,尺寸在0~2μm之间。

[0050] 更进一步的,在3组实施例选取实施例1和实施例2开展生坯烧结不同第二次升温速率下的致密度优化实验,以此获得烧结升温工艺与石墨基锁具材料致密度的定量关系(见表2),提高产品的内部质量。图7为表2中实施例1采用方案6下的金相组织形貌,可以看出,实施例1烧结过程第二次升温速率采用40°C/min时,其熟坯内部存在晶界孔洞缺陷,致密性较差。

[0051] 表2生坯烧结不同第二次升温速率下实施例1、实施例2的致密度

方案	生坯烧结第二次升温速率/(°C/min)	致密度/%	
		实施例 1	实施例 2
1	2	99.2	99.1
2	5	99.3	99.2
[0052] 3	15	99.2	99.1
4	20	99.2	99.2
5	30	98.8	98.6
6	40	98.4	98.3
7	50	97.9	97.6

[0053] 由表2和图5可知,实施例1和实施例2获得较高产品致密度和生产效率的烧结过程第二次升温速率控制在10°C~20°C/min为宜。

[0054] 更进一步的,在3组实施例选取实施例1和实施例2开展生坯烧结降温过程保温温度和保温时间的优化实验,以此获得烧结降温工艺与石墨基锁体材料石墨粒子密度、钻屑形状与钻头头部温度的定量关系,进一步提高材质的钻孔加工性能。表3为烧结降温过程

不同保温温度+保温时间下实施例1和实施例2的钻孔加工性能,具体如下:

[0055] 表3烧结降温过程不同保温温度+保温时间下实施例1和实施例2的钻孔加工性能

[0056]

方案	降温工艺		实施例 1			实施例 2		
	保温温度/℃	保温时间/h	石墨粒子密度/(个/mm ²)	钻屑形状	钻头头部温度/℃	石墨粒子密度/(个/mm ²)	钻屑形状	钻头头部温度/℃
1	710	0.25	31500	塔形状碎屑	303	27700	塔形状碎屑	326
2	710	0.50	35300	塔形状碎屑	291	30700	塔形状碎屑	317
3	710	0.75	32600	塔形状碎屑	277	32500	塔形状碎屑	295
4	710	1.5	25500	塔形状碎屑	242	35700	塔形状碎屑	268
5	710	2	25400	塔形状碎屑	245	35500	塔形状碎屑	265
6	710	3	25200	塔形状碎屑	244	35300	塔形状碎屑	264
7	710	5	25300	塔形状碎屑	242	35200	塔形状碎屑	266
8	710	7	25400	塔形状碎屑	245	35400	塔形状碎屑	263
9	710	9	25200	塔形状碎屑	244	35200	塔形状碎屑	266
10	710	11	25300	塔形状碎屑	244	35400	塔形状碎屑	265
11	710	13	25300	塔形状碎屑	242	35300	塔形状碎屑	269
12	680	1	26400	塔形状碎屑	244	35300	塔形状碎屑	267
13	680	1.5	25400	塔形状碎屑	248	35100	塔形状碎屑	268
14	650	1	31500	塔形状碎屑	265	31300	塔形状碎屑	288
15	650	1.5	30800	塔形状碎屑	274	32600	塔形状碎屑	283
16	730	1	26300	塔形状碎屑	280	23200	塔形状碎屑	298
17	730	1.5	24500	塔形状碎屑	285	21700	塔形状碎屑	307
18	750	1	22500	塔形状碎屑	298	19500	塔形状碎屑	321
19	750	1.5	20700	塔形状碎屑	292	18400	塔形状碎屑	325

[0057] 由表3可知,实施例1获得最优钻孔加工性能和生产效率的保温温度为680℃~710℃,保温时间为1h~1.5h,对应的产品石墨粒子密度为25400~26400个/mm²,钻屑形貌为塔形状碎屑,钻孔过程钻头温度为242~248℃。实施例2获得最优钻孔加工性能和生产效率的保温温度为680℃~710℃,保温时间为1h~1.5h,对应的产品石墨粒子密度为35100~35700个/mm²,钻屑形貌为塔形状碎屑,钻孔过程钻头温度为267~272℃。图8为实施例1在710℃保温0.5h后的金相组织,可以看出在较短的保温时间下其钢中石墨粒子主要以球状形式存在,石墨粒子还未发生明显聚合长大。

[0058] 综上所述,本发明的石墨基锁具材料通过原料组成、原料配比以及烧结工艺的共同配合、相互协同,既保证了基体本身的高致密度需求,又最大程度提高了基体中石墨粒子密度和生产效率,并促进细小球状石墨粒子向长条状转变,实现了其钻孔过程排屑、断屑能力和钻头寿命的快速提升。本发明的石墨基锁体材料完全能够满足连续化高速钻孔加工要求,可替代现有挂锁或葫芦锁锁体材料。



图1



图2

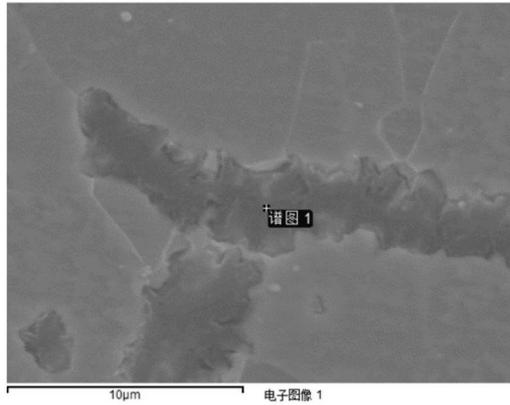


图3

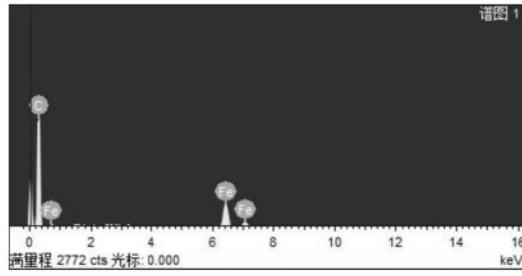


图4

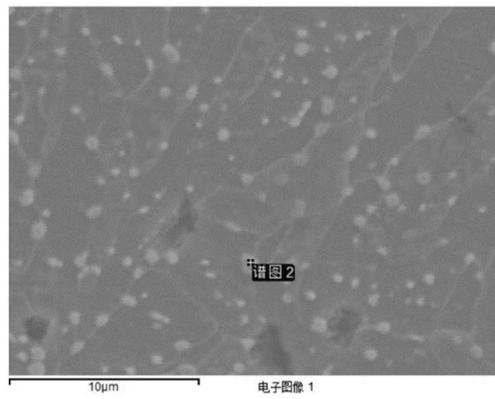


图5

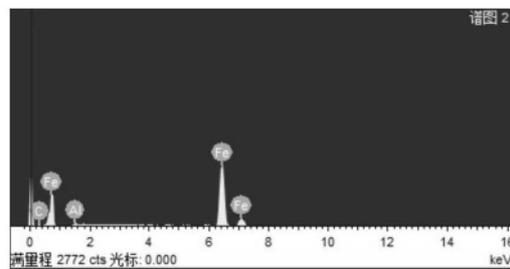


图6

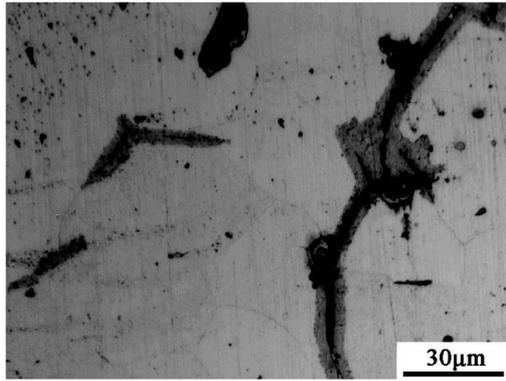


图7

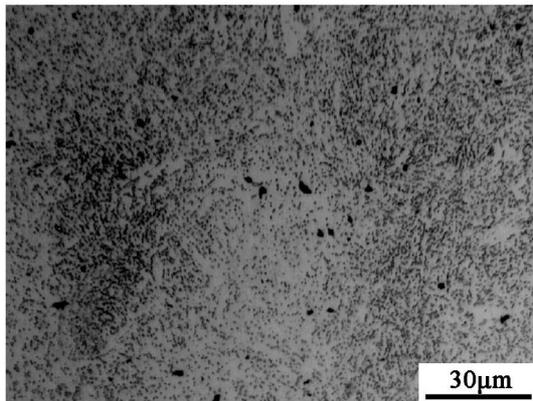


图8