



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101913122 A

(43) 申请公布日 2010.12.15

(21) 申请号 201010232435.0

(22) 申请日 2010.07.21

(71) 申请人 安泰科技股份有限公司

地址 100081 北京市海淀区学院南路 76 号

申请人 北京安泰钢研超硬材料制品有限  
责任公司

(72) 发明人 刘一波 刘伟 杨德涛 徐晓伟

叶宗春 黄盛林 赵刚 陈哲

(74) 专利代理机构 北京中安信知识产权代理事

务所 11248

代理人 张小娟

(51) Int. Cl.

B24D 18/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

一种陶瓷结合剂超硬磨具的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种陶瓷结合剂超硬磨具的制备方法,将陶瓷结合剂、超硬磨料(金刚石和立方氮化硼)、填料(刚玉和碳化硅等普通磨料)、造孔剂混合,再加入临时结合剂均匀装入成型模具中,在 60~200MPa 的压力下成型,经过干燥、焙烧、表面处理、粘接、修型整形处理、检测工序,制备出含气孔的陶瓷超硬磨具,其各组分的重量份数为:超硬磨料 40~75 份,填料 30~10 份,陶瓷结合剂 30~15 份,临时结合剂为 3~10 份,造孔剂 5~15 份,所述造孔剂为高分子树脂球颗粒(丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂或固体酚醛树脂中的一种);所述焙烧为阶梯控温烧制。本发明造孔效果好、气孔可调性好、新型环保、无毒无害、便于使用和推广。

1. 一种陶瓷结合剂超硬磨具的制备方法,将陶瓷结合剂、超硬磨料、填料、造孔剂混合在一起制成干料,再加入临时结合剂均匀地装入成型模具中,在 60 ~ 200MPa 的压力下成型,然后经过干燥、焙烧、表面处理、粘接、修型整形处理、检测工序,制备出含有气孔的陶瓷结合剂超硬磨具,其特征在于:各组分的重量份数为:超硬磨料 40 ~ 75 份,填料 30 ~ 10 份,陶瓷结合剂 30 ~ 15 份,临时结合剂为 3 ~ 10 份,所述造孔剂为高分子树脂球颗粒,加入的重量份数为:5 ~ 15 份;所述焙烧为阶梯控温烧制。

2. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述高分子树脂球颗粒为丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂或固体酚醛树脂中的一种。

3. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的陶瓷结合剂为  $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3-Li_2O$  系陶瓷结合剂中的一种,其烧制温度范围为 660 ~ 780℃。

4. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的超硬磨料为金刚石或立方氮化硼。

5. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述填料为棕刚玉、白刚玉、绿色碳化硅或黑色碳化硅中的至少一种。

6. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的高分子树脂球颗粒粒度为:150 ~ 400 目,圆度范围为 0.85 ~ 1,分解温度 300 ~ 450℃。

7. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的临时结合剂为糊精液、水玻璃或液体石蜡中的至少一种。

8. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述高分子树脂颗粒造孔主要应用于高效、高精磨削用陶瓷超硬磨具,所述超硬磨料的粒度为 200 ~ 3000 目。

9. 按照权利要求 1 所述的制备方法,其特征在于:所述的阶梯控温烧制方式为超硬磨具在空气中阶梯控温烧制,由两段升温 and 两段保温以及一段降温过程组成:升降温速率为 2 ~ 5℃ /min,第一保温阶段在造孔剂分解温度范围内设定 10 ~ 30 分钟的保温时间,第二保温阶段在超硬磨具最高烧制温度处保温 1 ~ 3h,然后以 5 ~ 10℃ /min 的速率降到室温。

10. 按照权利要求 9 所述的制备方法,其特征在于:所述第二保温阶段的陶瓷超硬磨具烧成温度为 660 ~ 780℃。

11. 按照权利要求 9 所述的制备方法,其特征在于:所述的陶瓷超硬磨具内孔为圆孔,孔径为 5 ~ 100  $\mu m$ 。

12. 按照权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于:所述丙烯酸树脂为醇溶性固体丙烯酸树脂。

## 一种陶瓷结合剂超硬磨具的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种磨具的制备方法,属于多孔磨削、抛光工具制备领域,特别涉及一种以高分子树脂球颗粒为造孔剂的陶瓷超硬磨具制备方法。

### 背景技术

[0002] 气孔是组成陶瓷结合剂超硬磨具的三要素之一,在砂轮磨削过程中具有容屑、排屑和增强散热的作用,直接影响工件的磨削效果。

[0003] 其中气孔孔径和孔径分布是磨具气孔的重要参数。控制孔径可以改善多孔陶瓷性能,从而优化强度与气孔率,既可延长磨具使用寿命,又可提高使用效果。现以成功开发出多种制备工艺,如添加造孔剂法、发泡法、有机泡沫体浸渍工艺、溶胶凝胶工艺等。

[0004] 造孔剂法是制备磨具最常用的方法。可以根据磨削用途通过调整配方来控制气孔孔径和孔径分布。该方法通过选用造孔剂,在坯体中占据一定空间,烧结后造孔剂离开基体而成气孔,或选用在基体烧结中不能排除的造孔剂,烧成后用水、酸或碱溶液浸出造孔剂而成。

[0005] 以往为调整粗磨陶瓷结合剂超硬磨具中所形成的气孔孔径和孔径分布主要采用在砂轮中添加木粉、萘粒、核桃壳、塑料球、碳粒及碳酸盐等材料来造孔的办法;高效精密磨削用陶瓷结合剂砂轮造孔主要采用碳粉和碳酸盐。

[0006] 木粉由于弹性大,密度相对小,形状不好把握,在毛坯中添加木粉时,成型比较困难,且脱模后其尺寸变化较大,因此对产品的硬度及尺寸精度影响较大,而且不同批次的砂轮其性能一致性不易控制。

[0007] 萘粒作为粗磨用陶瓷结合剂超硬磨具造孔剂已经是一项比较成熟的技术。但萘粒有剧毒,严重威胁着工人的身体健康,国家已经明令禁止生产、销售及使用的。因此,萘粒无法应用于陶瓷结合剂超硬磨具的造孔中。

[0008] 碳粒和碳酸钙等形状稍好的材料主要用于 850℃ 以上烧制工艺的陶瓷超硬磨具中;当烧制温度低于 800℃ 时,要用低温分解的碳酸盐,但低温分解的碳酸盐基本上都溶于水,吸湿性强,粉末容易结块,不好混匀,且其形成的过程要快,不便于生产,所以不适合精密磨削用陶瓷超硬磨具造孔。

[0009] Tatsuki 等人 (Jian-Feng Yang, Guo. Jun Zhang, Nanoki Kondo Tatsuki Ohji, Acta Materialia 50, 2002, 4831-4840) 用碳粉来制备  $\text{Si}_3\text{N}_4$  多孔陶瓷磨具,在  $\text{Si}_3\text{N}_4$  表面生成 GC 纳米粉体以及  $\text{SiO}_2$ 。烧结后  $\text{Si}_3\text{N}_4$  多孔陶瓷气孔率在 50 ~ 60%,线性收缩率只有 2 ~ 3%,孔径尺寸 0.1 ~ 1  $\mu\text{m}$ ,虽然可以制备孔径尺寸范围较广的多孔磨具,但制备的多孔陶瓷尺寸是比较小的。又, Mitusui Engineering and Shipbuilding Co. Ltd (Jpn, Kokai Tokyo Koho, JP59, 156, 952) 用 60% 的  $\text{Y}_2\text{O}_3$  稳定的  $\text{ZrO}_2$  与 40% 的  $\text{Y}_2\text{O}_3$  混合,在 1150℃ 烧结后,在 30wt% 的热盐酸中浸渍 5 小时,制成了多孔的  $\text{ZrO}_2$  陶瓷,但成本太高,不适用于工业生产。CN1011155、JP2000-135683 公开了在陶瓷粘结剂磨具的气孔内,含浸由具有在常温下为液状的热固化性。例如,不饱和聚酯、乙烯基酯以及烯丙基酯中的任意一种树脂形成的

进行自由基聚合的树脂由此提高磨具强度的方法,但是使用的是液态树脂,且并没有把其作为造孔剂使用。CN1880022B 公开了一种带有气孔的陶瓷结合剂磨具的制造方法,其先将混合陶瓷结合剂材料、有机物结合剂材料、磨粒以及液体而形成流动性磨粒,并使带有气孔的由树脂形成的海绵构件含浸所述流动性磨粒,从而构成含浸海绵体,进而使构成含浸海绵体的液体蒸发,同时使所述有机物结合剂材料固化;最后烧结,从而形成带有气孔的烧结体。用到的同样是液体树脂,同时方法复杂。中国发明专利申请 200810156439.8 公开了一种“金刚石砂轮及其刀头制造方法”,其原料混合料为:把下述组分按体积百分比配成粉料,体积百分比为 20~40% 酚醛树脂、12.5~25% 金刚石、10~15%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、10~15%  $\text{CeO}_2$ 、5~10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、5~10% Cu 粉,然后在粉料中加入粉料质量 20~50% 的造孔剂,造孔剂的质量百分比组成为:65~75% 的  $\text{NaHCO}_3$ ,其余为  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。

### 发明内容

[0010] 本发明的目的在于克服上述现有技术存在的不足,提供了一种改进的陶瓷结合剂超硬磨具制备方法,即使用高分子树脂球颗粒为造孔剂。

[0011] 本发明给出的技术解决方案是:

[0012] 一种陶瓷结合剂超硬磨具的制备方法,将陶瓷结合剂、超硬磨料、填料、造孔剂混合在一起制成干料,再加入临时结合剂均匀地装入成型模具中,在 60~200MPa 的压力下成型,然后经过干燥、焙烧、表面处理、粘接、修型整形处理、检测工序,制备出含有气孔的陶瓷结合剂超硬磨具,其中:各组分的重量份数为:超硬磨料 40~75 份,填料 30~10 份,陶瓷结合剂 30~15 份,临时结合剂为 3~10 份,所述造孔剂为高分子树脂球颗粒,加入的重量份数为:5~15 份;所述焙烧为阶梯控温烧制。

[0013] 所述高分子树脂球颗粒为丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂或固体酚醛树脂中的一种。

[0014] 所述的陶瓷结合剂为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{Li}_2\text{O}$  系陶瓷结合剂中的一种,其烧制温度范围为 660~780℃。

[0015] 所述的超硬磨料为金刚石或立方氮化硼。

[0016] 所述填料为棕刚玉、白刚玉、绿色碳化硅或黑色碳化硅中的至少一种。

[0017] 所述的高分子树脂球颗粒粒度为:150~400 目,圆度范围为 0.85~1,分解温度 300~450℃。

[0018] 所述的临时结合剂为糊精液、水玻璃或液体石蜡中的至少一种。

[0019] 所述高分子树脂颗粒造孔主要应用于高效、高精密磨削用陶瓷超硬磨具,所述超硬磨料的粒度为 200~3000 目。

[0020] 所述的阶梯控温烧制方式为超硬磨具在空气中阶梯控温烧制,由两段升温和两段保温以及一段降温过程组成:升降温速率为 2~5℃/min,第一保温阶段在造孔剂分解温度范围内设定 10~30 分钟的保温时间,第二保温阶段在超硬磨具最高烧制温度处保温 1~3h,然后以 5~10℃/min 的速率降到室温。

[0021] 所述第二保温阶段的陶瓷超硬磨具烧成温度为 660~780℃。

[0022] 所述的陶瓷超硬磨具内孔为圆孔,孔径为 5~100  $\mu\text{m}$ 。

[0023] 本发明所提及的超硬磨料、陶瓷结合剂、临时结合剂都是本行业常用的原料,均可以从市场上购买到;而且高分子树脂球颗粒也不难买到。

[0024] 本发明所提及的陶瓷结合剂超硬磨具为高效、高精度磨削用陶瓷超硬磨具,这类陶瓷超硬磨具加工效率和加工精度较普通磨料有巨大的提高,用于难加工材料的半精磨、精磨和抛光加工,主要配套高端 CNC 数控机床使用,是近年来国家重点支持的国家重大专项“高效高精数控机床”的配套产品。

[0025] 所述高效高精陶瓷超硬磨具的制作方法包括以下步骤:

[0026] 1、原料准备、称料工序:

[0027] 根据用户的使用要求设计陶瓷超硬磨具的配方,分别用精密天平称取陶瓷结合剂、超硬磨料、填料和造孔剂,然后按照混料工艺将原料置于三维混料机中混合成型料,其中结合剂是根据不用使用条件设计的低温陶瓷结合剂,超硬磨料为金刚石或立方氮化硼(CBN),填料为棕刚玉(A)、白刚玉(WA)、绿色碳化硅(GC)、黑色碳化硅(C)等,造孔剂为高分子树脂球颗粒。

[0028] 2、混料工序:

[0029] 将配制好的干料(陶瓷结合剂+超硬磨料+填料+造孔剂)先初步混匀,然后加入临时结合剂进行混匀。所用的临时结合剂可以使用糊精、水玻璃、液体石蜡等原材料。

[0030] 上述各个组分的含量和作用为:

[0031] 超硬磨料 40 ~ 75 份,为金刚石或立方氮化硼,粒度为 200-3000 目,其中 200 目对应的约为  $80\ \mu\text{m}$ ,3000 目对应的约为  $5\ \mu\text{m}$ ,这段粒度范围为超硬磨具的半精磨和精磨(不包括粗磨)所用磨料的范围。这类超硬磨料耐磨性强,磨削性能好。耐热性良好,在无氧化条件下加热  $1000^\circ\text{C}$  无变化,化学性质稳定,与酸碱物质不起反应。混合干料中超硬磨料为 40 ~ 75 份,过高则使料混不开,出现结团,使加工表面出现划伤现象,同时切削效率降低;过低则出现损耗过快,无法保证磨具的寿命。

[0032] 填料 30 ~ 10 份,为棕刚玉(A)、白刚玉(WA)、绿色碳化硅(GC)、黑色碳化硅(C)等,填料硬度高,韧性较大,切削力强,但自锐性相对较低。适于磨削韧性较大的材料,粉料中的刚玉含量一般为 10 ~ 30%,过高则会降低切削能力,同时会造成划伤,过低则起不到骨架和辅助抛光的效果。

[0033] 陶瓷结合剂 30 ~ 15 份,为  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Li}_2\text{O}$  系陶瓷结合剂中的一种,是适用于超硬磨具制备的低温陶瓷结合剂,DSC 分析其烧制温度为  $660\text{-}780^\circ\text{C}$ 。

[0034] 造孔剂 5 ~ 15 份;为高分子树脂球颗粒,即丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂或固体酚醛树脂中的一种。该高分子树脂球颗粒的粒度为 150 ~ 400 目,圆度为 0.85 ~ 1,分解温度  $300\text{-}450^\circ\text{C}$ 。可采用醇溶性固体丙烯酸树脂,其有一定的强度,球形度较好便于混匀,分解温度和速度适中,分解后残余成分少,粒度可以方便用粒度筛筛分开。本发明使用的醇溶性固体丙烯酸树脂,厂家给提供的资料:外观:白色粉末,粒度: $< 80$  目。使用时,根据产品造孔的需要进行筛分的,得到不同的粒度级别的颗粒以满足生产需要。

[0035] 通过在混合干料中加入造孔剂,并通过后续的加热使得造孔剂气化,形成蜂窝状结构,使得磨具中有气孔,以提高磨具的自锐能力,并扩大磨具的容屑空间,从而提高了这类磨具的使用性能。造孔剂的加入量一般为 5 ~ 15 份,过高则会使结合剂的组织过于疏松,没有强度,使磨具的寿命降低,过低则会使结合剂组织过于密实,没有足够的孔洞,起不到提高磨具的自锐能力,并扩大磨具的容屑空间的作用。本造孔剂的分解温度  $300\text{-}450^\circ\text{C}$ ,在加温的过程中逐渐分解,到  $450^\circ\text{C}$  时挥发完,颗粒级配和加入填料相结合的造孔方式,磨

具中各种粒度的粉料中间本身存在一定的空隙,添加造孔剂又能占据一定的空隙,当造孔剂挥发的时候空隙保留下来成为磨具中的气孔。可以通过调节造孔剂的粒度和添加量来调整气孔的孔径和孔径分布,达到客户要求的磨削使用条件,实现气孔可调性。

[0036] 临时结合剂为 3 ~ 10 份,为糊精、水玻璃、液体石蜡等原材料。磨具中磨料填料和结合剂混在一块是无法成型的,也就是说常温的时候陶瓷分之间没有粘接力,通过加入临时结合剂来使磨具原料具有一定的成型性,其中糊精和石蜡最终都会烧掉,而水玻璃则同磨具中结合剂反应最终以  $-\text{[NaO]}-$ ,  $-\text{[SiO}_2\text{]}-$  的形式留在磨具中。

[0037] 3、成型工序:

[0038] 将混好的原料均匀的装入模具中,在一定的压力下成型、脱模得到陶瓷超硬磨具节块生坯。

[0039] 4、干燥工序:

[0040] 磨具生坯压制好以后,然后将生坯放空气中晾干或置于  $80^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干。

[0041] 5、烧制工序:

[0042] 采用阶梯控温烧制工艺烧制,温度控制在  $2 \sim 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升降温速率,在造孔剂分解的温度段(即  $300 \sim 450^{\circ}\text{C}$ )保温  $10 \sim 30\text{min}$ ,让造孔剂充分的分解排出,以防止节块开裂;陶瓷超硬磨具烧成温度  $660 \sim 780^{\circ}\text{C}$ (一般陶瓷磨具都能在一定的烧制范围内烧成,但是具体选哪个温度来保温使其组织形成并均匀化要根据客户的需要来定。),在烧成温度保温  $1 \sim 3\text{h}$ ,以便于磨具内部组织的形成与均匀化,然后以  $5 \sim 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的速率降到室温。升温速率太快磨具会发生大的膨胀和收缩导致表面或内部出现裂纹,而造孔剂的分解温度以每批次的出厂说明为准,磨具的烧制温度范围以实验为基础。

[0043] 因此整个阶梯控温焙烧过程由两段升温 and 两段保温以及一段降温过程组成,在造孔剂分解温度范围有一段保温,在磨具的烧制温度范围内有一段保温。

[0044] 6、粘接工序:

[0045] 将基体和陶瓷超硬磨具节块表面清洗干净,然后用高性能环氧树脂胶黏剂粘结成陶瓷超硬磨具。

[0046] 7、修整工序:

[0047] 对陶瓷超硬磨具进行适当的修形和修锐处理,达到客户的使用公差条件。

[0048] 8、检测工序:

[0049] 通过检测,将合格的磨具进行打标、包装。

[0050] 与现有技术相比,本发明具有造孔效果好、气孔可调性好、新型环保、无毒无害、便于使用及推广的特点。

## 具体实施方式

[0051] 实施例 1:

[0052] 将陶瓷结合剂(过 200 目筛)20 份,金刚石(200/230 目)60 份,绿色碳化硅(W63)10 份,高分子树脂球(150 ~ 230 目)12 份,水玻璃 5 份,用精度(0.01g)电子天平准确称料,然后在三维混料机中混匀,80MPa 压力下成型,将干燥后的磨具节块生坯在井式炉中烧制,节块的烧成温度为  $780^{\circ}\text{C}$ ,然后将节块表面处理干净,用环氧树脂胶黏剂粘结在铝基体上。经修整修锐,动平衡、离心实验,检测合格即得到陶瓷结合剂超硬磨具成品,符合客户

使用要求。其内部气孔为球形闭孔,孔径主要分布在 $60 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间,气孔率为:37.12%,产品主要用于磨削硬质合金。

[0053] 实施例 2:

[0054] 将陶瓷结合剂(过 200 目筛)25 份,金刚石(W40)55 份,绿色碳化硅(W14)17 份,高分子树脂球(230 ~ 270 目)9 份,水玻璃 5 份,用精度(0.01g)电子天平准确称料,然后在三维混料机中混匀,100MPa 压力下成型,将干燥后的磨具节块生坯在井式炉中烧制,节块的烧成温度为 $760^{\circ}\text{C}$ ,然后将节块表面处理干净,用环氧树脂胶黏剂粘结在铝基体上。经修整修锐,动平衡、离心实验,检测合格即得到陶瓷结合剂超硬磨具成品,符合客户使用要求。其内部气孔为球形闭孔,孔径主要分布在 $40 \sim 80 \mu\text{m}$ 之间,气孔率为:35.01%,产品主要用于 PCD/PCBN 刀具的半精磨加工。

[0055] 实施例 3:

[0056] 将陶瓷结合剂(过 200 目筛)28 份,CBN(W20)60 份,棕刚玉(W5)12 份,高分子树脂球(270 ~ 400 目)8 份,水玻璃 5 份,用精度(0.01g)电子天平准确称料,然后在三维混料机中混匀,120MPa 压力下成型,将干燥后的磨具节块生坯在井式炉中烧制,节块的烧成温度为 $740^{\circ}\text{C}$ ,然后将节块表面处理干净,用环氧树脂胶黏剂粘结在带螺纹的钢基体上。经修整修锐,检测合格即得到陶瓷结合剂超硬磨具成品,符合客户使用要求。其内部气孔为球形闭孔,孔径主要分布在 $30 \sim 70 \mu\text{m}$ 之间,气孔率为:34.34%,产品主要用于发动机喷油嘴内孔精密磨削加工。