



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410023547.X

[43] 公开日 2004 年 12 月 29 日

[11] 公开号 CN 1557606A

[22] 申请日 2004.1.16

[21] 申请号 200410023547.X

[71] 申请人 石油大学(华东)

地址 257061 山东省东营市北二路 271 号

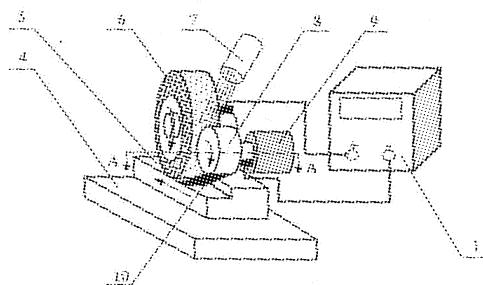
[72] 发明人 刘永红

权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图 2 页

[54] 发明名称 非导电超硬材料电火花机械复合磨削方法及机床

## [57] 摘要

本发明涉及一种非导电超硬材料电火花机械复合磨削方法和相应的机床设备。该方法是在加工过程中，用旋转导电磨轮作为电火花磨削加工的一极，沿工件表面向导电磨轮作放电伺服进给运动的薄片电极作为另一极。火花放电产生于导电磨轮和片电极间隙区的工件表面上，其在蚀除加工的同时使非导电超硬材料工件表面产生碳化和变质层，机械磨削作用去除碳化和变质层。该机床包括加工主机、脉冲电源、控制系统和供液系统，加工中所用的薄片电极缠绕在贮片筒上，该贮片筒在直流伺服电动机的带动下作伺服旋转送片运动。本发明可大大提高非导电超硬材料的加工效率和加工表面质量、降低加工成本。



1. 一种非导电超硬材料电火花机械复合磨削加工方法，在加工过程中，薄片电极沿非导电超硬材料工件表面向旋转导电磨轮电极送进，火花放电作用和机械磨削作用持续进行。
2. 如权利要求1所述的电火花磨削方法，其特征在于：导电磨轮为导电砂轮或其它导电轮，是电火花磨削加工的一个电极，并作旋转运动。
3. 如权利要求1所述的电火花磨削方法，其特征在于：所述的片电极为电火花磨削加工的另一个电极，并沿工件表面作放电伺服进给运动。
4. 一种电火花机械复合磨削机床，包括加工主机、脉冲电源、伺服控制系统和工作液供给系统。其中加工主机包括可受控于控制信号进行二维运动的工作台、受控于控制信号可沿立柱作上下移运动的导电砂轮或磨轮旋转头、床身、在直流伺服电动机控制作用下的自动送片机构。
5. 如权利要求4所述的自动送片机构，其特征在于：薄片电极缠绕在贮片筒上，该贮片筒在直流伺服电动机的带动下向导电磨轮作放电伺服进给运动。

## 非导电超硬材料电火花机械复合磨削方法及机床

### 技术领域

本发明属于机械加工领域，涉及一种非导电超硬材料电火花机械复合磨削方法及相应的机床设备。

### 背景技术

非导电的金刚石、立方氮化硼及工程陶瓷等超硬材料以其优良的力、热、化学、声、光、电等性能，在现代工业、国防和高新技术等领域中得到日益广泛的应用，并带来了巨大的社会和经济效益，由于超硬材料具有极高的硬度和较大的脆性，其成型加工十分困难。对于导电的超硬材料，因其可直接采用电火花成型、线切割及磨削等电加工工艺，已取得较大的研究进展，而对于非导电超硬材料，目前人们尚未开发出一种较为完善的加工技术，其加工技术的开发与应用已成为工业界的迫切要求，并已受到世界许多国家的高度重视。

目前，常用的非导电超硬材料加工方法是金刚石砂轮磨削加工，但其加工成本高、砂轮损耗大、效率低，且磨削时砂轮和工件间存在很大的机械去除作用力，易使工件表面产生微裂纹、降低零件的使用寿命，此外超硬材料磨削机床的价格高，如日本 Osaka 金刚石工业公司研制的 CPG 系列专用磨床和 CP 系列砂轮等。为改善这一状况，国内外学者探讨了把电火花加工技术引入非导电超硬材料磨削加工中的可能性，如日本学者久保田护、土屋八郎、黑松彰雄等开发出了机械电解电火花复合磨削(MEEC)方法，我国学者张崇高、刘永红等开发出了机械电脉冲电解电火花复合磨削加工技术，这些复合磨削方法磨削非导电超硬材料的生产率较单纯的机械磨削方法高，但由于加工时使用电解液，易锈蚀机床，同时加工过程中还排出一些有害的电解气体，加工环境差，因此未能在实际生产中得到推广应用。目前，国内外尚未开发出可用于实际生产的非导电超硬材料电火花磨削技术和设备。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种非导电超硬材料电火花机械复合磨削加工方法和机床设备，综合电火花加工和机械磨削加工的优点，不但提高非导电超硬材料的磨削加工效率、加工精度和表面质量，而且降低砂轮的损耗和加工成本，也可加工其它非导电难加工材料，如高强度复合材料、大理石和玻璃等。

本发明的原理：利用沿非导电超硬材料工件表面自动伺服送进的薄片电极与旋转导电磨轮间的火花放电作用达到蚀除加工的目的，放电作用在去除非导电超硬材料的同时，还在工件上形成一层碳化及变质层；砂轮的机械磨削作用主要去除碳化及变质层；非导电的乳化液冲注于放电间隙间，用于压缩放电通道、排除电蚀产物、冷却放电电极和砂轮。

非导电超硬材料电火花机械复合磨削加工机床主要由加工主机、脉冲电源、伺服控制系统和工作液供给系统等组成。加工主机包括可受控于控制信号进行二维运动的工作台、受控于控制信号可沿立柱作上下移运动的导电砂轮或磨轮旋转头、床身、在直流伺服电机控制作用下的自动送片机构，使电火花放电磨削加工过程稳定持续地进行。脉冲电源提供

电火花磨削加工时所需要的能量；控制系统的作用是控制工作台、磨轮、片电极按预定的轨迹和速度运动，使电火花磨削加工过程稳定持续地进行下去，以获得所需要的加工精度和表面质量；工作液供给系统向放电加工间隙提供非导电的乳化液，并进行过滤循环。

本发明与现有技术相比具有如下优点：

1. 综合了电火花加工与机械磨削加工的优点，加工非导电超硬材料比单纯机械磨削加工效率提高2~4倍，降低成本3~5倍。

2. 0.08~0.15mm厚的片电极紧贴非导电超硬材料的表面向导电磨轮送进，因此片电极与导电磨轮间的火花放电能量可认为是直接作用在非导电工件表面上的，其放电过程不受被加工材料性质的影响，放电过程可以在加工区域内均匀稳定地进行，机械磨削加工主要用于去除放电加工后的碳化和变质层，去除力比单纯的机械磨削降低2~4倍，加工表面质量提高2~4倍。

3. 通过调整火花放电和机械磨削参数可在同一台机床上实现对非导电超硬材料的粗、中、精加工，如粗加工时选用较大的峰值电流和脉冲宽度，以及较大的磨削力，此时，以电火花蚀除作用为主；精加工选择用较小的峰值电流和脉冲宽度，以及较小的磨削力，此时，以机械磨削作用为主。

4. 用非导电的乳化液作电火花磨削工作液，加工过程无电解作用存在，避免了电解电火花机械复合磨削等加工方法存在的加工环境差、易锈蚀机床的问题。

5. 可在线修整砂轮或导电磨轮。

### 附图说明

图1是本发明非导电超硬材料电火花机械复合磨削机床的总体结构示意图。

图2是本发明非导电超硬材料电火花机械复合磨削机床加工机构的结构示意图。

图3是图2中自动送片机构的A-A向视图。

### 具体实施方式

参见图1。本发明的非导电超硬材料电火花机械复合磨削机床主要由三部分组成。1是控制电柜，其中包括计算机、控制电路、脉冲电源、操作面板等，计算机通过控制电路实现对机床的控制和管理；2是加工主机；3是工作液箱，为电火花机械复合磨削加工过程提供循环工作液。

参见图2。本发明机床的加工机构包括工作台4，带动工件作进给加工运动；被加工工件5；导电磨轮6，可为导电砂轮或其它导电轮；喷嘴7，向加工区域喷注工作液；送片机构8；直流伺服电动机9控制片电极的送进，以维持电火花放电磨削过程持续进行；片电极10，为0.08~0.15mm厚的铜片。

参见图3。本发明机床的自动送片机构包括直流伺服电动机9、片电极10、盖板11、锁紧螺母12、盖板压紧螺钉13、贮片筒14、贮片筒及电机支撑体15、电动机压紧螺钉16。

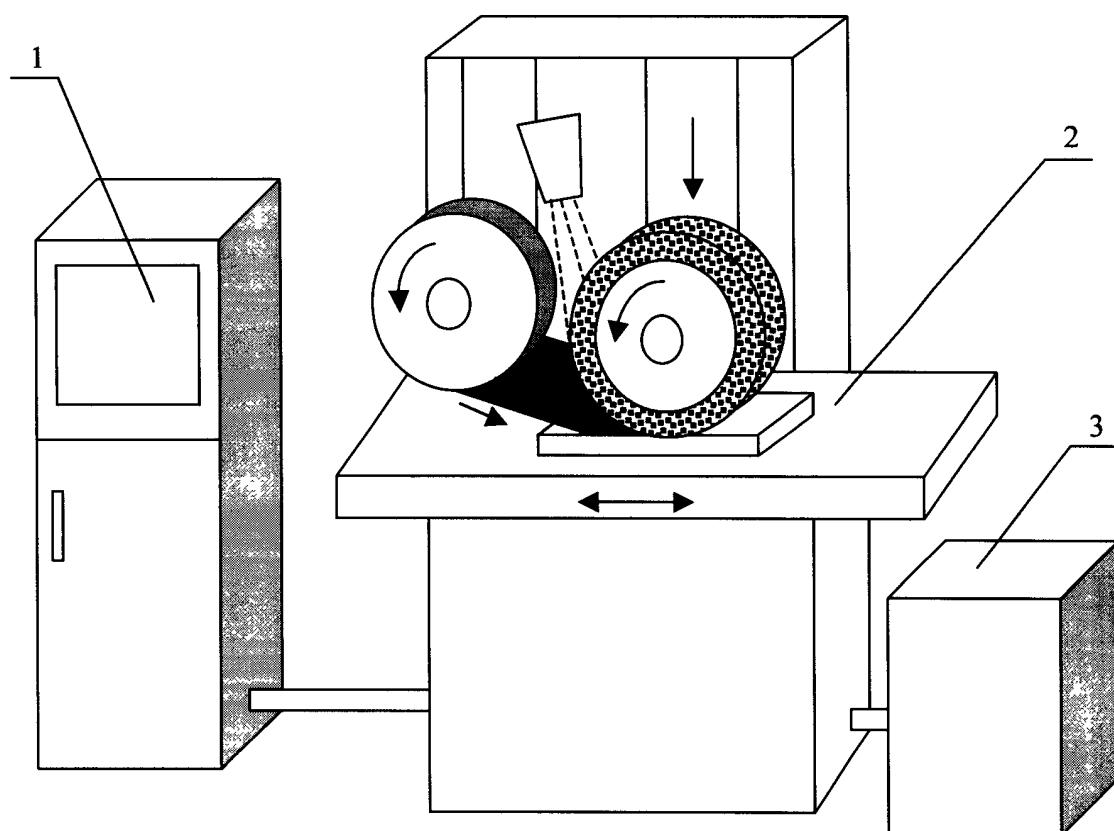


图 1

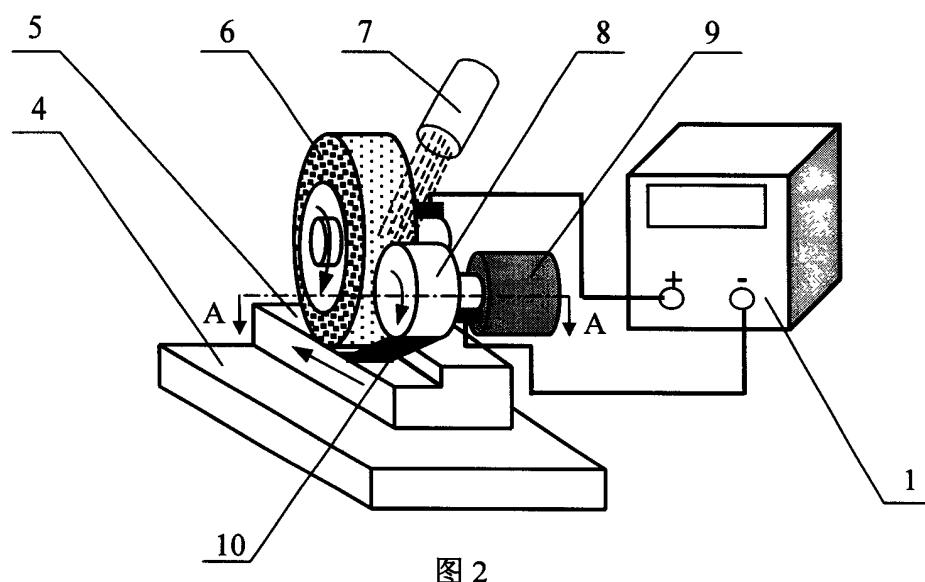


图 2

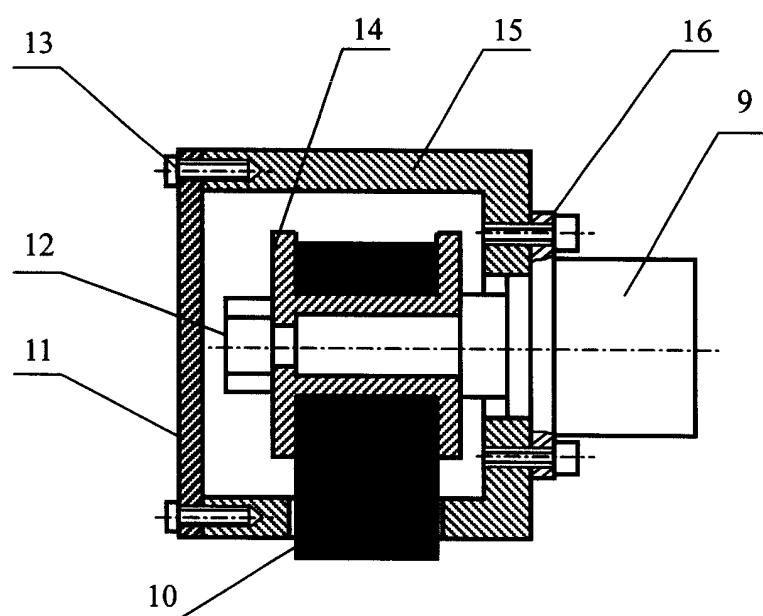


图 3