



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111151832 B

(45) 授权公告日 2021.05.11

(21) 申请号 202010043807.9

(22) 申请日 2020.01.15

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111151832 A

(43) 申请公布日 2020.05.15

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 韩福柱 张瑾

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 刘梦晴

(51) Int.Cl.

B23H 5/04 (2006.01)

B23H 5/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110576239 A, 2019.12.17

CN 107931757 A, 2018.04.20

CN 110653435 A, 2020.01.07

审查员 王赛香

权利要求书2页 说明书10页 附图4页

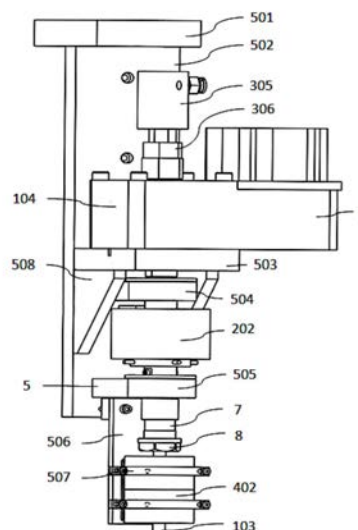
(54) 发明名称

旋转电弧铣削加工装置、铣削加工机床及其
控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种旋转电弧铣削加工装置、铣削加工机床及铣削加工机床的控制系统,其中旋转电弧铣削加工装置包括主轴旋转单元、供电单元、冲液单元和磁场单元,主轴旋转单元包括绝缘轴、导电轴、工具电极和空心轴电机;绝缘轴设有第一轴向通道、导电轴设有第二轴向通道,工具电极设有第三轴向通道,绝缘轴、导电轴以及工具电极自上向下依次同轴相连固定,空心轴电机套固在绝缘轴的外周面上;供电单元的正极与导电轴电连接,供电单元的负极与工件电连接;冲液单元与第一轴向通道的上端连通;磁场单元套设在工具电极上。本发明的旋转电弧铣削加工装置能够形成稳定的高速旋转电弧,持续蚀除材料,适用范围广,加工精度高且加工效率高。

1000



1. 一种旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,包括:

主轴旋转单元,所述主轴旋转单元包括绝缘轴、导电轴、工具电极和空心轴电机;所述绝缘轴设有第一轴向通道、所述导电轴设有第二轴向通道,所述工具电极设有第三轴向通道,所述绝缘轴、所述导电轴以及所述工具电极自上向下依次同轴相连固定,所述第一轴向通道、所述第二轴向通道以及所述第三轴向通道自上向下依次连通而形成内冲液流道,所述空心轴电机套固在所述绝缘轴的外周面上以驱动所述工具电极旋转;

供电单元,所述供电单元的正极与所述导电轴电连接,所述供电单元的负极用于与工件电连接;

冲液单元,所述冲液单元与所述第一轴向通道的上端连通,以向所述内冲液流道供入内冲液;

磁场单元,所述磁场单元套设在所述工具电极上,用于产生磁场以使所述工具电极的下端在磁场中利用旋转电弧对工件进行电弧铣削加工;

所述工具电极包括位于上段的聚磁部和位于下段的旋转电弧铣削加工部;

所述工具电极的所述聚磁部采用导磁性材料制成;所述工具电极的所述旋转电弧铣削加工部采用紫铜或石墨制成;

所述绝缘轴与所述导电轴之间采用螺纹连接;

所述导电轴与所述工具电极之间通过工具电极夹头和工具电极夹头螺母固定;

还包括支架组件,所述支架组件包括顶板、背板和电机座,所述背板位于所述顶板的下方且与所述顶板固定,所述电机座固定在所述背板的一侧面上,所述绝缘轴穿过所述电机座,所述空心轴电机支撑在所述电机座的上表面上;

所述支架组件还包括上轴承座和下轴承座,所述上轴承座和所述下轴承座上下间隔地固定在所述背板的一侧面上,所述导电轴的上端通过上轴承安装支撑在所述上轴承座上,所述导电轴的下端通过下轴承安装支撑在所述下轴承座上,所述上轴承和所述下轴承均为绝缘轴承;

所述支架组件还包括侧板和固定环,所述侧板的上端固定在所述下轴承座的下表面上,所述固定环呈水平设置,所述固定环用于固定支撑所述磁场单元。

2. 根据权利要求1所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述支架组件还包括肋板,所述肋板位于所述顶板的下方且位于所述侧板的另一侧,所述肋板分别与所述顶板的下表面以及所述侧板的另一侧面固定。

3. 根据权利要求1所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,冲液单元包括冲液压力泵、第一冲液管路、第二冲液管路和辅助冲液装置;所述冲液压力泵分别与所述第一冲液管路的一端和所述第二冲液管路的一端相连,所述第一冲液管路的另一端与所述绝缘轴的上端连通,以向所述内冲液流道供入内冲液;所述第二冲液管路的另一端与所述辅助冲液装置连通,所述辅助冲液装置用于从所述工具电极与工件之间间隙的侧面向加工铣削区喷射辅助冲液。

4. 根据权利要求3所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述冲液单元还包括高速旋转接头,所述第一冲液管路的另一端通过所述高速旋转接头与所述绝缘轴的上端连通。

5. 根据权利要求4所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述高速旋转接头通过

不锈钢接头固定在所述绝缘轴的上端。

6. 根据权利要求1所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述供电单元包括大功率直流电源和高速导电滑环,所述大功率直流电源的正极与所述高速导电滑环电连接,所述高速导电滑环套设在所述导电轴上,所述大功率直流电源的负极用于与工件连接。

7. 根据权利要求6所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述供电单元还包括加工电路保护电阻,所述加工电路保护电阻电连接在所述大功率直流电源与所述高速导电滑环之间。

8. 根据权利要求1所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述磁场单元包括磁场产生电源和励磁装置,所述磁场产生电源的两个电极分别通过导线与所述励磁装置的两个电极对应地电连接,形成电流通路。

9. 根据权利要求8所述的旋转电弧铣削加工装置,其特征在于,所述磁场单元还包括磁场产生电路保护电阻,所述磁场产生电路保护电阻电连接在所述磁场产生电源与所述励磁装置之间。

10. 一种铣削加工机床,其特征在于,包括机床主体和如权利要求1-9中任意一项所述的旋转电弧铣削加工装置,所述旋转电弧铣削加工装置固定在所述机床主体的Z轴上的连接块上。

11. 一种铣削加工机床的控制系统,其特征在于,所述铣削加工机床为如权利要求10所述的铣削加工机床;所述控制系统包括:

冲液控制模块,所述冲液控制模块与所述冲液单元建立联系;

位置反馈模块,所述位置反馈模块与所述工具电极和工件之间的加工间隙建立联系;

运动控制模块,所述运动控制模块分别与所述机床主体的Z轴电机、X轴电机和Y轴电机以及所述空心轴电机建立联系,其中所述Z轴电机驱动所述机床主体的Z轴运动,所述X轴电机驱动所述机床主体的X轴运动,所述Y轴电机驱动所述机床主体的Y轴运动;

伺服进给模块,所述伺服进给模块分别与所述机床主体的Z轴、所述机床主体的X轴和所述机床主体的Y轴建立联系;

磁场控制模块,所述磁场控制模块与磁场单元建立联系;

加工控制模块,所述加工控制模块与供电单元建立联系。

旋转电弧铣削加工装置、铣削加工机床及其控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及旋转电弧铣削加工技术领域,尤其是涉及一种旋转电弧铣削加工装置、铣削加工机床及其控制系统。

背景技术

[0002] 电火花加工是指在一定的介质中,通过工具电极和工件电极之间的脉冲放电的电蚀作用,对工件进行加工的一种特种加工技术。由于电火花加工是利用电、热能进行加工,因此不受材料强度、硬度的限制,广泛应用于各种模具、难加工材料、复杂形貌以及某些特殊零部件的加工。但目前电火花加工在应用的过程中存在加工效率低的问题,特别是最近几年高速铣削的发展,使得电火花加工效率低的问题更为突出。在传统电火花加工时,一个完整的放电周期由以下四部分组成:放电击穿延时、材料熔化及热膨胀、材料抛出和工作液消电离,其中,工作液消电离阶段非常重要,如果消电离不充分,就会导致集中放电烧伤工件表面,影响表面质量和加工稳定性,因此电火花加工过程中必须有足够的消电离时间,由于这段时间的存在,导致电火花加工不是连续进行的,从而影响材料去除率。

[0003] 为了提高电火花加工的材料去除率,国内外学者们从改变工作介质、改变工具电极形状、超声-电火花复合加工、设计新型脉冲电源等不同的角度进行了许多尝试。但是这些都是以脉冲电源为基础进行的尝试,并没有改变电火花加工过程中间歇性的材料去除方式,只能在一定程度上缓解电火花加工效率低的问题。为了解决电火花逐点加工的问题,近几年国内外学者开始研究具有更大蚀除能量和更大加工效率的电弧铣削加工,在短电弧、运动电弧等方面的研究取得了一系列成果。但是这种运动电弧的产生受到工具电极半径的限制,无法应用于半径细小的工具电极,而且只适用于圆柱形工具电极,并且运动电弧的排屑效果不好,加工件表面质量差,存在较严重的表层缺陷。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种旋转电弧铣削加工装置,能够形成稳定的高速旋转电弧,持续蚀除材料,适用范围广,加工精度高且加工效率高。

[0005] 根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置,包括:

[0006] 主轴旋转单元,所述主轴旋转单元包括绝缘轴、导电轴、工具电极和空心轴电机;所述绝缘轴设有第一轴向通道、所述导电轴设有第二轴向通道,所述工具电极设有第三轴向通道,所述绝缘轴、所述导电轴以及所述工具电极自上向下依次同轴相连固定,所述第一轴向通道、所述第二轴向通道以及所述第三轴向通道自上向下依次连通而形成内冲液流道,所述空心轴电机套固在所述绝缘轴的外周面上以驱动所述工具电极旋转;

[0007] 供电单元,所述供电单元的正极与所述导电轴电连接,所述供电单元的负极用于与工件电连接;

[0008] 冲液单元,所述冲液单元与所述第一轴向通道的上端连通,以向所述内冲液流道

供入内冲液；

[0009] 磁场单元,所述磁场单元套设在所述工具电极上,用于产生磁场以使所述工具电极的下端在磁场中利用旋转电弧对工件进行电弧铣削加工。

[0010] 根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置,工作过程为:首先,启动冲液单元,内冲液通过内冲液流道从工具电极的旋转电弧铣削加工端流出,开启空心轴电机,驱动主轴旋转单元高速旋转,然后接通磁场单元以产生磁场,再接通供电单元,通过伺服进给,使得工具电极与工件慢慢接近,当二者足够接近时,建立放电通道,带电粒子在磁场中受洛伦兹力的作用,围绕工具电极轴线做高速旋转运动,产生持续稳定的旋转电弧,该旋转电弧可以持续蚀除工件,实现电火花高效加工。

[0011] 根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置,具有如下的优点:第一、本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置作为一个独立的模块可以直接安装在任意电火花加工机床上,应用范围广,适应性强;第二、通过磁场对带电粒子的洛伦兹力作用,使得带电粒子围绕工具电极轴线高速旋转,从而实现旋转电弧的持续铣削,极大地提高电火花加工效率,并且磁场单元对加工过程中的电蚀产物能起到引导和收集的作用,促进排屑,避免电蚀产物堆积在加工区域引起的二次放电,提高了工件的表面质量;第三、空心轴电机直接驱动绝缘轴旋转,且绝缘轴、导电轴以及工具电极自上向下依次同轴相连固定,保证了绝缘轴、导电轴以及工具电极在高速旋转的过程中,不会发生晃动,避免引起误差,提高了加工精度;第四、本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置产生的旋转电弧持续稳定,不受工具电极尺寸、形状的影响,可用于复杂模具型腔或者精密零部件的加工,加工精度高,适用范围广,加工效率高。

[0012] 根据本发明第一方面的一个实施例,所述工具电极包括位于上段的聚磁部和位于下段的旋转电弧铣削加工部。

[0013] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述工具电极的所述聚磁部采用导磁性材料制成;所述工具电极的所述旋转电弧铣削加工部采用紫铜或石墨制成。

[0014] 根据本发明第一方面的一个实施例,所述绝缘轴与所述导电轴之间采用螺纹连接。

[0015] 根据本发明第一方面的一个实施例,所述导电轴与所述工具电极之间通过工具电极夹头和工具电极夹头螺母固定。

[0016] 根据本发明第一方面的一个实施例,还包括支架组件,所述支架组件包括顶板、背板和电机座,所述背板位于所述顶板的下方且与所述顶板固定,所述电机座固定在所述背板的一侧面上,所述绝缘轴穿过所述电机座,所述空心轴电机支撑在所述电机座的上表面上。

[0017] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述支架组件还包括上轴承座和下轴承座,所述上轴承座和所述下轴承座上下间隔开地固定在所述背板的一侧面上,所述导电轴的上端通过上轴承安装支撑在所述上轴承座上,所述导电轴的下端通过下轴承安装支撑在所述下轴承座上,所述上轴承和所述下轴承均为绝缘轴承。

[0018] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述支架组件还包括侧板和固定环,所述侧板的上端固定在所述下轴承座的下表面上,所述固定环呈水平设置,所述固定环用于固定支撑所述磁场单元。

[0019] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述支架组件还包括肋板,所述肋板位于

所述顶板的下方且位于所述侧板的另一侧,所述肋板分别与所述顶板的下表面以及所述侧板的另一侧面固定。

[0020] 根据本发明第一方面的一些实施例,冲液单元包括冲液压力泵、第一冲液管路、第二冲液管路和辅助冲液装置;所述冲液压力泵分别与所述第一冲液管路的一端和所述第二冲液管路的一端相连,所述第一冲液管路的另一端与所述绝缘轴的上端连通,以向所述内冲液流道供入内冲液;所述第二冲液管路的另一端与所述辅助冲液装置连通,所述辅助冲液装置用于从所述工具电极与工件之间间隙的侧面向加工铣削区喷射辅助冲液。

[0021] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述冲液单元还包括高速旋转接头,所述第一冲液管路的另一端通过所述高速旋转接头与所述绝缘轴的上端连通。

[0022] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述高速旋转接头通过不锈钢接头固定在所述绝缘轴的上端。

[0023] 根据本发明第一方面的一些实施例,所述供电单元包括大功率直流电源和高速导电滑环,所述大功率直流电源的正极与所述高速导电滑环电连接,所述高速导电滑环套设在所述导电轴上,所述大功率直流电源的负极用于与工件连接。

[0024] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述供电单元还包括加工电路保护电阻,所述加工电路保护电阻电连接在所述大功率直流电源与所述高速导电滑环之间。

[0025] 根据本发明第一方面的一些实施例,所述磁场单元包括磁场产生电源和励磁装置,所述磁场产生电源的两个电极分别通过导线与所述励磁装置的两个电极对应地电连接,形成电流通路。

[0026] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述磁场单元还包括磁场产生电路保护电阻,所述磁场产生电路保护电阻电连接在所述磁场产生电源与所述励磁装置之间。

[0027] 本发明第二方面还提出了一种铣削加工机床。

[0028] 根据本发明第二方面实施例的铣削加工机床,包括机床主体和本发明第一方面任意一项所述的旋转电弧铣削加工装置,所述旋转电弧铣削加工装置固定在所述机床主体的Z轴上的连接块上。

[0029] 本发明第三方面还提出了一种铣削加工机床的控制系统。

[0030] 根据本发明第三方面实施例的铣削加工机床的控制系统,所述铣削加工机床为本发明第二方面实施例所述的铣削加工机床;所述控制系统包括:

[0031] 冲液控制模块,所述冲液控制模块与所述冲液单元建立联系;

[0032] 位置反馈模块,所述位置反馈模块与所述工具电极和工件之间的加工间隙建立联系;

[0033] 运动控制模块,所述运动控制模块分别与所述机床主体的Z轴电机、X轴电机和Y轴电机以及所述空心轴电机建立联系,其中所述Z轴电机驱动所述机床主体的Z轴运动,所述X轴电机驱动所述机床主体的X轴运动,所述Y轴电机驱动所述机床主体的Y轴运动;

[0034] 伺服进给模块,所述伺服进给模块分别与所述机床主体的Z轴、所述机床主体的X轴和所述机床主体的Y轴建立联系;

[0035] 磁场控制模块,所述磁场控制模块与磁场单元建立联系;

[0036] 加工控制模块,所述加工控制模块与供电单元建立联系。

[0037] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变

得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0038] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0039] 图1为本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置的结构示意图。

[0040] 图2为本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置的侧面剖视图。

[0041] 图3为本发明第二方面实施例的铣削加工机床的机床主体和旋转电弧铣削加工装置的装配示意图。

[0042] 图4为本发明第三方面实施例的铣削加工机床的控制系统的结构示意图。

[0043] 附图标记:

[0044] 旋转电弧铣削加工装置1000

[0045] 主轴旋转单元1 绝缘轴101 第一轴向通道1011 导电轴102 第二轴向通道1021

[0046] 工具电极103 第三轴向通道1031 空心轴电机104

[0047] 供电单元2 大功率直流电源201 高速导电滑环202 加工电路保护电阻203

[0048] 冲液单元3 冲液压力泵301 第一冲液管路302 第二冲液管路303

[0049] 辅助冲液装置304 高速旋转接头305 不锈钢接头306

[0050] 磁场单元4 磁场产生电源401 励磁装置402 磁场产生电路保护电阻403

[0051] 支架组件5 顶板501 背板502 电机座503 上轴承座504 下轴承座505 侧板506

[0052] 固定环507 肋板508

[0053] 工件6

[0054] 工具电极夹头7

[0055] 工具电极夹头螺母8

[0056] 上轴承9

[0057] 下轴承10

[0058] 上轴承盖11

[0059] 下轴承盖12

[0060] 铣削加工机床2000

[0061] 机床主体13

[0062] 连接块14

[0063] Z轴15

[0064] Z轴电机16

[0065] X轴17

[0066] X轴电机18

[0067] Y轴19

[0068] Y轴电机20

[0069] 铣削加工机床的控制系统3000

具体实施方式

[0070] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0071] 下面结合图1至图4来描述根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000。

[0072] 如图1至图4所示,根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000,包括主轴旋转单元1、供电单元2、冲液单元3和磁场单元4,主轴旋转单元1包括绝缘轴101、导电轴102、工具电极103和空心轴电机104;绝缘轴101设有第一轴向通道1011、导电轴102设有第二轴向通道1021,工具电极103设有第三轴向通道1031,绝缘轴101、导电轴102以及工具电极103自上向下依次同轴相连固定,第一轴向通道1011、第二轴向通道1021以及第三轴向通道1031自上向下依次连通而形成内冲液流道,空心轴电机104套固在绝缘轴101的外周面上以驱动工具电极103旋转;供电单元2的正极与导电轴102电连接,供电单元2的负极用于与工件6电连接;冲液单元3与第一轴向通道1011的上端连通,以向内冲液流道供入内冲液;磁场单元4套设在工具电极103上,用于产生磁场以使工具电极103的下端在磁场中利用旋转电弧对工件6进行电弧铣削加工。需要说明的是,空心轴电机104与绝缘轴101间为键连接。

[0073] 根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000,工作过程为:首先,启动冲液单元3,内冲液通过内冲液流道从工具电极103的旋转电弧铣削加工端流出,开启空心轴电机104,驱动主轴旋转单元1高速旋转,然后接通磁场单元4以产生磁场,再接通供电单元2,通过伺服进给,使得工具电极103与工件6慢慢接近,当二者足够接近时,建立放电通道,带电粒子在磁场中受洛伦兹力的作用,围绕工具电极103轴线做高速旋转运动,产生持续稳定的旋转电弧,该旋转电弧可以持续蚀除工件6,实现电火花高效加工。

[0074] 根据本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000,具有如下的优点:第一、本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000作为一个独立的模块可以直接安装在任意电火花加工机床上,应用范围广,适应性强;第二、通过磁场对带电粒子的洛伦兹力作用,使得带电粒子围绕工具电极103轴线高速旋转,从而实现旋转电弧的持续铣削,极大地提高电火花加工效率,并且磁场单元4对加工过程中的电蚀产物能起到引导和收集的作用,促进排屑,避免电蚀产物堆积在加工区域引起的二次放电,提高了工件6的表面质量;第三、空心轴电机104直接驱动绝缘轴101旋转,且绝缘轴101、导电轴102以及工具电极103自上向下依次同轴相连固定,保证了绝缘轴101、导电轴102以及工具电极103在高速旋转的过程中,不会发生晃动,避免引起误差,提高了加工精度;第四、本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000产生的旋转电弧持续稳定,不受工具电极103尺寸、形状的影响,可用于复杂模具型腔或者精密零部件的加工,加工精度高,适用范围广,加工效率高。

[0075] 根据本发明第一方面的一个实施例,工具电极103包括位于上段的聚磁部和位于下段的旋转电弧铣削加工部。可以理解的是,工具电极103下段的旋转电弧铣削加工部用来对工件6进行加工,工具电极103上段的聚磁部用来产生沿着工具电极103轴向的磁场,通过磁场对带电粒子的洛伦兹力作用,使得带电粒子围绕工具电极103轴线高速旋转,从而实现旋转电弧的持续铣削,极大地提高电火花加工效率,且磁场对加工过程中的电蚀产物能起

到引导和收集的作用,促进排屑,避免电蚀产物堆积在加工区域引起的二次放电,提高了加工件6的表面质量。

[0076] 根据本发明第一方面进一步的实施例,工具电极103的聚磁部采用导磁性材料制成,例如铁;工具电极103的旋转电弧铣削加工部采用紫铜或石墨制成,根据不同的加工需要,工具电极103的旋转电弧铣削加工部可以选择合适的材料制成。此外,工具电极103的形状可以为圆柱状、三棱柱状或四面体状。

[0077] 根据本发明第一方面的一个实施例,绝缘轴101与导电轴102之间采用螺纹连接。可以理解的是,在绝缘轴101的下端设有内螺纹,导电轴102的上端设有外螺纹(如图2所示),绝缘轴101与导电轴102通过内螺纹与外螺纹配合固定,安装拆卸方便。由于绝缘轴101绝缘,避免了电流传递到空心轴电机104和加工机床等地方,提高了安全性。

[0078] 如图1和图2及图4所示,根据本发明第一方面的一个实施例,导电轴102与工具电极103之间通过工具电极夹头7和工具电极夹头螺母8固定。具体地,工具电极夹头7上端套固在导电轴102的下端外周面上,工具电极103穿过工具电极夹头螺母8且工具电极103的上端端部抵靠在导电轴102的下端端部,工具电极夹头螺母8旋紧在工具电极夹头7的下端部位上,结构简单且装配方便。

[0079] 如图1和图2所示,根据本发明第一方面的一个实施例,还包括支架组件5,支架组件5包括顶板501、背板502和电机座503,背板502位于顶板501的下方且与顶板501固定,电机座503固定在背板502的一侧面上,绝缘轴101穿过电机座503,空心轴电机104支撑在电机座503的上表面上。可以理解的是,顶板501水平设置,用于与机床主体13的Z轴15上的连接块14固定,使得组装好的旋转电弧铣削加工装置能够便捷快速地安装在加工机床上,固定方式可以为螺栓固定,固定简单便捷;背板502为旋转电弧铣削加工装置1000提供安装的基板,电机座503通过螺栓固定在背板502的一侧面上,背板502竖直放置,从而保证绝缘轴101、导电轴102、工具电极103在旋转电弧铣削加工时也是竖直的。

[0080] 如图2所示,根据本发明第一方面进一步的实施例,支架组件5还包括上轴承座504和下轴承座505,上轴承座504和下轴承座505上下间隔开地固定在背板502的一侧面上,导电轴102的上端通过上轴承9安装支撑在上轴承座504上,导电轴102的下端通过下轴承10安装支撑在下轴承座505上,上轴承9和下轴承10均为绝缘轴承。具体地,将上轴承9安装在导电轴102的上端,下轴承10安装在导电轴102的下端,再把上轴承9和下轴承10分别安装到上轴承座504和下轴承座505中,并分别通过上轴承盖11和下轴承盖12固定,上轴承盖11和下轴承盖12用来遮挡灰尘等物质,保证上轴承9和下轴承10能够正常工作,同时保证上轴承9和下轴承10的精确度,上轴承座504和下轴承座505分别通过螺栓上下间隔开地固定在背板502的一侧面上,由此,当空心轴电机104驱动导电轴102高速旋转时,绝缘轴101、导电轴102、工具电极103仍然能够实现稳定的旋转。

[0081] 优选的,绝缘轴承为陶瓷轴承,这样可以保证在旋转电弧铣削加工过程中,电流只经过导电轴102和工具电极103。

[0082] 如图1和图2所示,根据本发明第一方面再进一步的实施例,支架组件5还包括侧板506和固定环507,侧板506的上端固定在下轴承座505的下表面上,固定环507呈水平设置,固定环507用于固定支撑磁场单元4。可以理解的是,侧板506的上端通过螺栓固定在下轴承座505的下表面上,固定方式简单牢靠,磁场单元4包括励磁装置402,固定环507将励磁装置

402卡住并将固定环507的两端固定在侧板506上,这样励磁装置402能够通过固定环507可靠地安装在侧板506上,固定环507水平设置,方便安装励磁装置402,结构合理。

[0083] 如图1和图2所示,根据本发明第一方面进一步的实施例,支架组件5还包括肋板508,肋板508位于顶板501的下方且位于侧板506的另一侧,肋板508分别与顶板501的下表面以及侧板506的另一侧面固定。由此,可以通过肋板508增强背板502刚度,防止背板502弯曲变形。

[0084] 如图4所示,根据本发明第一方面的一些实施例,冲液单元3包括冲液压力泵301、第一冲液管路302、第二冲液管路303和辅助冲液装置304;冲液压力泵301分别与第一冲液管路302的一端和第二冲液管路303的一端相连,第一冲液管路302的另一端与绝缘轴101的上端连通,以向内冲液流道供入内冲液;第二冲液管路303的另一端与辅助冲液装置304连通,辅助冲液装置304用于从工具电极103与工件6之间间隙的侧面向加工铣削区喷射辅助冲液。可以理解的是,在旋转电弧铣削加工装置1000进行铣削加工过程中,首先启动冲液单元3,通过压力泵控制冲液的压力,内冲液依次经过第一冲液管路302和内冲液流道,从工具电极103的旋转电弧铣削加工端喷出,外冲液依次通过第二冲液管路303和辅助冲液装置304,从工具电极103与工件6之间间隙的侧面向加工铣削区喷射辅助冲液,两种冲液方式相互配合,能更快地对加工区域进行冷却,快速冲走加工时产生的电蚀产物,并且还可以对整个轴系起到冷却的作用,保证放电加工过程的持续进行。

[0085] 如图1和图2及图4所示,根据本发明第一方面进一步的实施例,冲液单元3还包括高速旋转接头305,第一冲液管路302的另一端通过高速旋转接头305与绝缘轴101的上端连通。可以理解的是,高速旋转接头305内部中空,第一冲液管路302固定在高速旋转接头305外部,内冲液依次通过第一冲液管路302、高速旋转接头305内部进入内冲液流道。高速旋转接头305内部旋转,外部固定,通过设置高速旋转接头305可以方便的将第一冲液管路302与内冲液流道连通,避免了第一冲液管路302旋转缠绕,结构简单且便于设置。

[0086] 如图1和图2及图4所示,根据本发明第一方面再进一步的实施例,高速旋转接头305通过不锈钢接头306固定在绝缘轴101的上端。可以理解的是,通过设置不锈钢接头306可以方便的将高速旋转接头305与绝缘轴101上端连接,不锈钢接头306和高速旋转接头305内部同步旋转,结构简单且便于设置。

[0087] 如图2和图4所示,根据本发明第一方面的一些实施例,供电单元2包括大功率直流电源201和高速导电滑环202,大功率直流电源201的正极与高速导电滑环202电连接,高速导电滑环202套设在导电轴102上,大功率直流电源201的负极用于与工件6连接。具体地,大功率直流电源201的正极通过导线与高速导电滑环202连接,大功率直流电源201的负极通过导线与工件6连接,形成电流回路,这样,在开启大功率直流电源201时,高速导电滑环202可以将电流传递到导电轴102上,进而传递到工具电极103,当工具电极103靠近工件6,便可建立放电通道。

[0088] 需要说明的是,高速导电滑环202由定环和动环两部分组成,定环通过螺钉固定在上轴承座504上,动环通过过盈配合套在导电轴102上,并与导电轴102同步旋转。

[0089] 如图4所示,根据本发明第一方面进一步的实施例,供电单元2还包括加工电路保护电阻203,加工电路保护电阻203电连接在大功率直流电源201与高速导电滑环202之间。具体地,加工电路保护电阻203两端分别通过导线与大功率直流电源201与高速导电滑环

202连接,以对供电单元2进行保护,避免由于电流回路内电阻过小导致大功率直流电源201被烧坏。

[0090] 如图4所示,根据本发明第一方面的一些实施例,磁场单元4包括磁场产生电源401和励磁装置402,磁场产生电源401的两个电极分别通过导线与励磁装置402的两个电极对应地电连接,形成电流通路。可以理解的是,磁场产生电源401可以为直流电源或交流电源,当磁场产生电源401是直流电源时,励磁装置402产生沿着工具电极103轴向的静止磁场,当磁场产生电源401是交流电源时,励磁装置402产生沿着工具电极103轴向的动态磁场,磁场强度由磁场产生电源401的输出电流控制,磁场的方向由磁场产生电源401的正负极控制。

[0091] 如图4所示,根据本发明第一方面进一步的实施例,磁场单元4还包括磁场产生电路保护电阻403,磁场产生电路保护电阻403电连接在磁场产生电源401与励磁装置402之间。这样,可以对磁场单元4进行保护,避免由于电流回路内电阻过小导致磁场产生电源401被烧坏。

[0092] 下面通过一个具体的例子对本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000进行描述,具体包括:

[0093] 对旋转电弧铣削加工装置1000进行装配,装配过程为:

[0094] 首先,将高速导电滑环202套设在导电轴102上,将上轴承9安装在导电轴102的上端,下轴承10安装在导电轴102的下端,再把上轴承9和下轴承10分别安装到上轴承座504和下轴承座505中,并分别通过上轴承盖11和下轴承盖12固定;将绝缘轴101下端与导电轴102上端连接,之后绝缘轴101与空心轴电机104通过键连接,然后绝缘轴101上端通过不锈钢转接头与高速旋转接头305连接。

[0095] 其次,将电机座503安装在背板502上,把空心轴电机104安装在电机座503上;将上轴承座504和下轴承座505上下间隔开地安装在背板502上,安装过程中调整高速旋转接头305、绝缘轴101、导电轴102的位置,保证三者的中轴线在同一直线上;将侧板506的上端通过螺栓固定在下轴承座505的下表面上,再把励磁装置402通过固定环507安装在侧板506上;将工具电极103穿过励磁装置402,工具电极103通过工具电极夹头7和工具电极夹头螺母8与导电轴102连接。

[0096] 然后,把背板502固定在顶板501上,把肋板508安装在背板502和顶板501上;大功率直流电源201通过导线与工件6、加工电路保护电阻203连接,高速导电滑环202通过导线与加工电路保护电阻203连接;磁场产生电源401通过导线分别与励磁装置402、磁场产生电路保护电阻403连接,磁场产生电路保护电阻403通过导线与励磁装置402连接。

[0097] 最后,将顶板501通过螺栓与加工机床Z轴15的连接块14固定连接,安装完之后,保证顶板501是水平放置的。

[0098] 旋转电弧铣削加工装置1000进行工作,工作过程为:首先,启动冲液单元3,内冲液通过内冲液流道从工具电极103的旋转电弧铣削加工端流出,开启空心轴电机104,驱动主轴旋转单元1高速旋转,然后接通磁场单元4以产生磁场,再接通供电单元2,通过伺服进给,使得工具电极103与工件6慢慢接近,当二者足够接近时,建立放电通道,带电粒子在磁场中受洛伦兹力的作用,围绕工具电极103轴线做高速旋转运动,产生持续稳定的旋转电弧,该旋转电弧可以持续蚀除工件6,实现电火花高效加工。

[0099] 本发明第二方面还提出了一种铣削加工机床2000。

[0100] 如图3所示,根据本发明第二方面实施例的铣削加工机床2000,包括机床主体13和本发明第一方面任意一项的旋转电弧铣削加工装置1000,旋转电弧铣削加工装置1000固定在机床主体13的Z轴15上的连接块14上。

[0101] 根据本发明第二方面实施例的铣削加工机床2000能够形成稳定的高速旋转电弧,并且能够对蚀除产物起到引导和收集作用,加工精度高,适用范围广,加工效率高。

[0102] 本发明第三方面还提出了一种铣削加工机床的控制系统3000。

[0103] 如图3和图4所示,根据本发明第三方面实施例的铣削加工机床的控制系统3000,铣削加工机床2000为本发明第二方面实施例的铣削加工机床2000;控制系统包括冲液控制模块、位置反馈模块、运动控制模块、伺服进给模块、磁场控制模块和加工控制模块,冲液控制模块与冲液单元3建立联系;位置反馈模块与工具电极103和工件6之间的加工间隙建立联系;运动控制模块分别与机床主体13的Z轴电机16、X轴电机18和Y轴电机20以及空心轴电机104建立联系,其中Z轴电机16驱动机床主体13的Z轴15运动,X轴电机18驱动机床主体13的X轴17运动,Y轴电机20驱动机床主体13的Y轴19运动;伺服进给模块分别与机床主体13的Z轴15、机床主体13的X轴17和机床主体13的Y轴19建立联系;磁场控制模块与磁场单元4建立联系;加工控制模块与供电单元2建立联系。

[0104] 具体而言,冲液控制模块与冲液单元3建立联系;可以理解的是,冲液单元3包括冲液压力泵301、第一冲液管路302、第二冲液管路303、辅助冲液装置304、高速旋转接头305通过不锈钢接头306,冲液控制模块主要与冲液压力泵301建立联系,以控制冲液压力泵301的启停和运行工作,同时负责调节内冲液和外冲液的输送及冲液压力。

[0105] 位置反馈模块与工具电极103和工件6之间的加工间隙建立联系;可以理解的是,在本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000工作时,位置反馈模块通过接收加工时反馈回的信号,对工具电极103和工件6之间的加工间隙进行调节。

[0106] 运动控制模块分别与机床主体13的Z轴电机16、X轴电机18和Y轴电机20以及空心轴电机104建立联系,其中Z轴电机16驱动机床主体13的Z轴15运动,X轴电机18驱动机床主体13的X轴17运动,Y轴电机20驱动机床主体13的Y轴19运动;也就是说,运动控制模块用来控制机床主体13的Z轴电机16、X轴电机18和Y轴电机20以及空心轴电机104的启停和转速。

[0107] 伺服进给模块分别与机床主体13的Z轴15、机床主体13的X轴17和机床主体13的Y轴19建立联系;也就是说,通过伺服进给模块对机床主体13的Z轴15、机床主体13的X轴17和机床主体13的Y轴19的位置和速度进行调控。

[0108] 磁场控制模块与磁场单元4建立联系;可以理解的是,磁场单元4包括磁场产生电源401、励磁装置402和磁场产生电路保护电阻403,磁场控制模块与磁场产生电源401建立联系,以控制磁场的产生、磁场的方向及大小。

[0109] 加工控制模块与供电单元2建立联系。可以理解的是,供电单元2包括大功率直流电源201、高速导电滑环202和加工电路保护电阻203,加工控制模块与大功率直流电源201建立联系,以控制大功率直流电源201的启停与大小。

[0110] 如图1和图2及图4所示,根据本发明第三方面实施例的铣削加工机床的控制系统3000,工作过程为:首先通过铣削加工机床的控制系统3000的冲液控制模块开启冲液压力泵301,让内冲液依次经过第一冲液管路302和内冲液流道,从工具电极103的旋转电弧铣削加工端喷出,外冲液依次通过第二冲液管路303和辅助冲液装置304,从工具电极103与工件

6之间间隙的侧面向加工铣削区喷射辅助冲液,通过运动控制模块开启空心轴电机104,驱动主轴旋转单元1高速旋转,然后通过磁场控制模块接通磁场产生电源401,让励磁装置402产生磁场,通过加工控制模块接通大功率直流电源201,通过伺服进给模块,使工具电极103与工件6慢慢接近,当二者足够接近时,建立放电通道,带电粒子在磁场中受洛伦兹力的作用,围绕工具电极103轴线做高速旋转运动,产生持续稳定的旋转电弧,该旋转电弧可以持续蚀除工件6,实现电火花高效加工。由此,通过本发明第三方面实施例的铣削加工机床的控制系统3000能够控制本发明第一方面实施例的旋转电弧铣削加工装置1000各组成单元的运动,并能在加工过程中接收各组成单元的反馈进而进行调节,加工效率高。

[0111] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0112] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

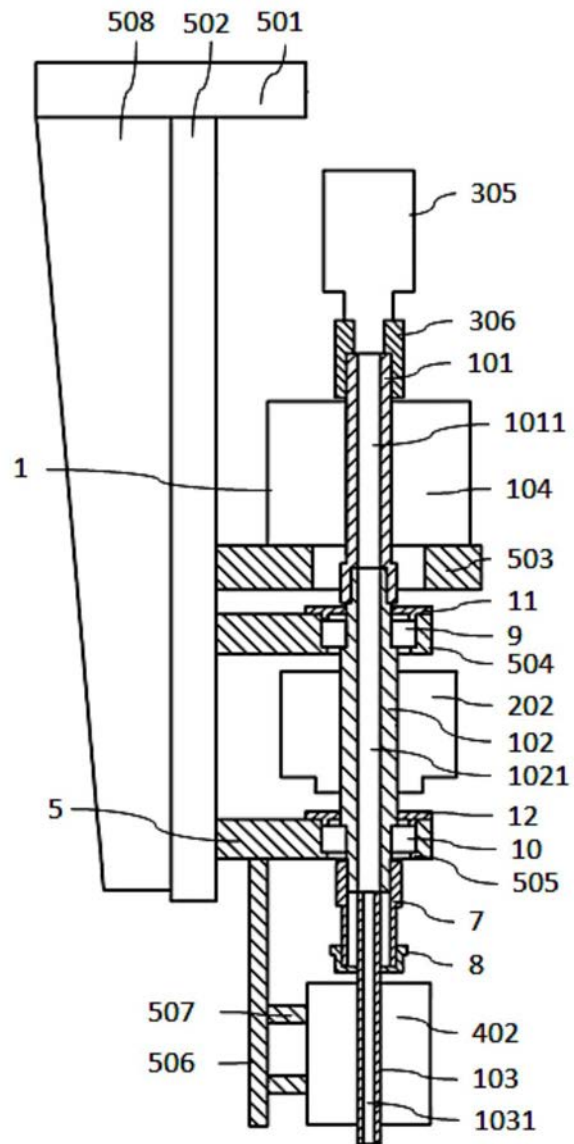
1000

图2

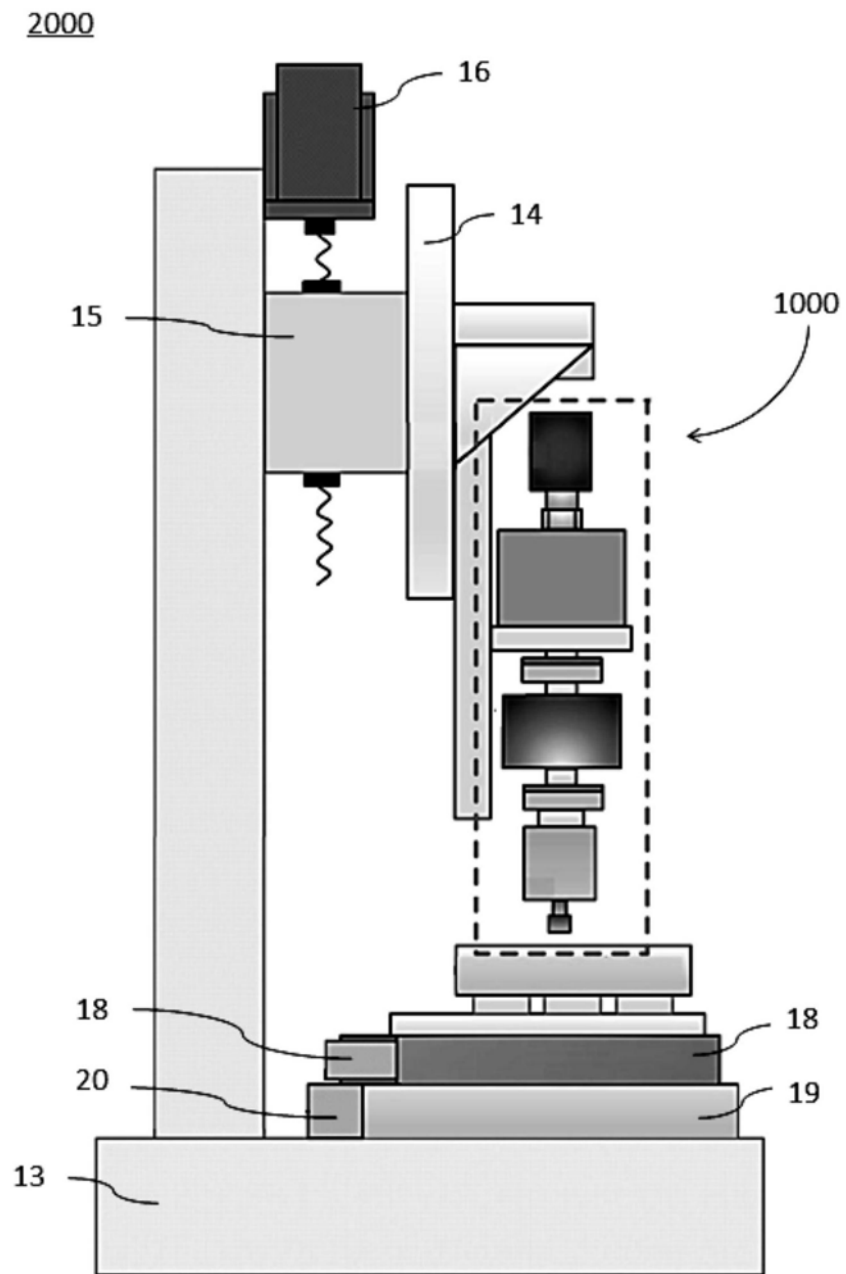


图3

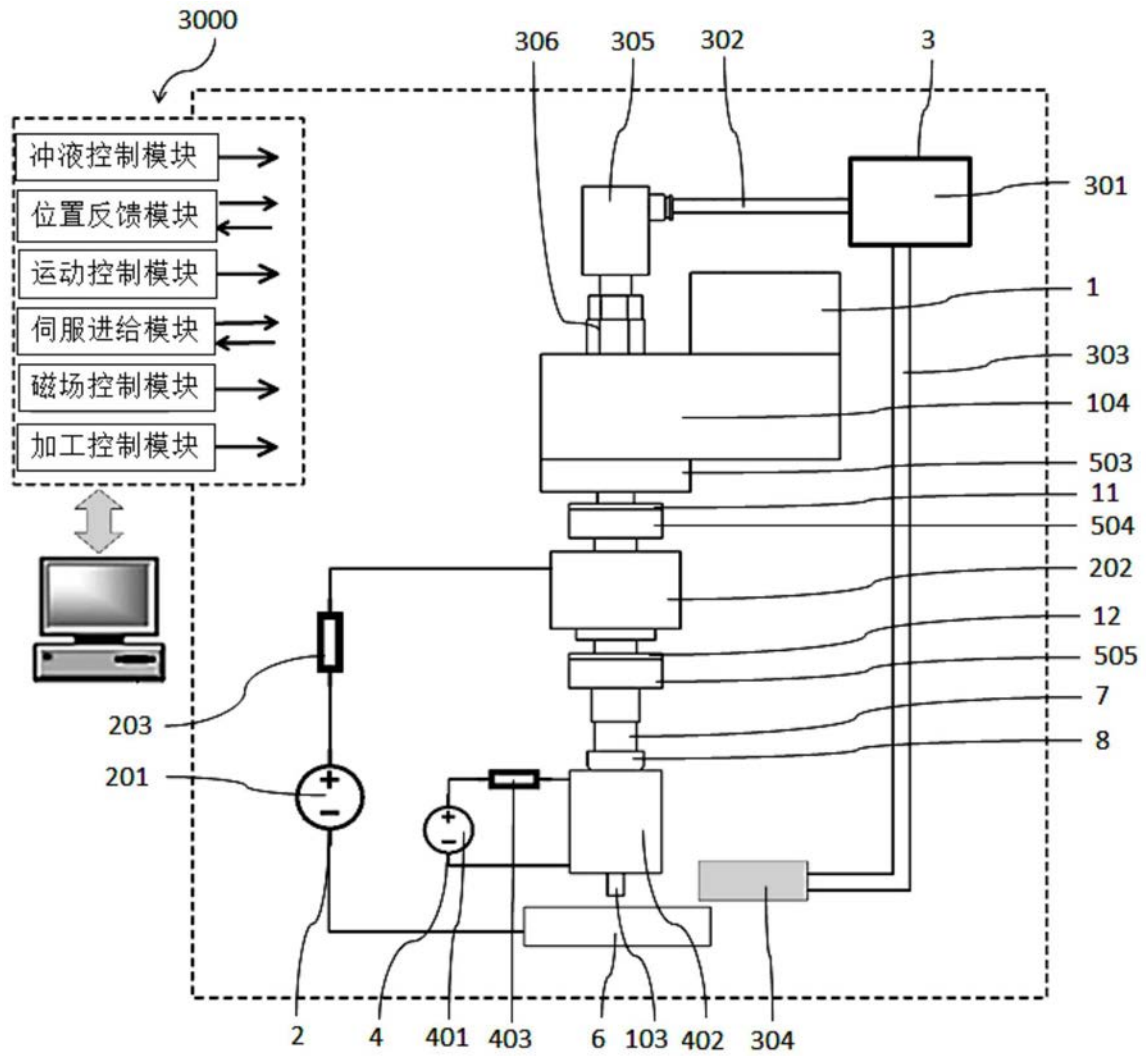


图4