(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108436206 A
(43)申请公布日 2018.08.24

(21)申请号 201810553458.8

(22)申请日 2018.06.01

(71)申请人 西北工业大学
地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 刘杰 张云鹏 庞鹏

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心 61204
代理人 陈星

(51)Int.Cl.
B23H 5/04(2006.01)
B23H 5/10(2006.01)

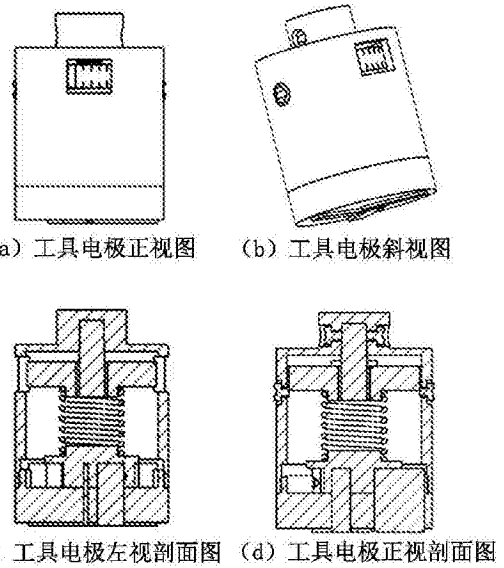
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种自适应、调节式组合工具电极装置

(57)摘要

本发明提出了一种自适应、调节式组合工具电极装置，主要配合高体积分数SiCp/Al复合材料的超声振动磨削放电加工，包括螺纹杆紧固螺钉1，电极基架2，刻度盘紧固螺钉3，螺纹杆4，螺纹套5，刻度盘6，弹簧7，金刚石安装座8，金刚石紧固螺钉9，金刚石磨条10和紫铜加工块11。利用弹簧结构，通过机床主轴自适应进给进行微调实现自适应，利用刻度盘旋转转化直线运动的原理，进行弹簧预压缩量定量调节，弹簧自适应调节与弹簧预压缩量定量调节配合共同实现该复合材料中两种组成相蚀除速度的协调。本发明具有自适应协调加工速度，加工效率高，寿命长、可更换、维护成本低的优势。



(a) 工具电极正视图 (b) 工具电极斜视图

(c) 工具电极左视剖面图 (d) 工具电极正视剖面图

CN 108436206 A

1.一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：

包括电极基架，螺纹杆，螺纹套，刻度盘，弹簧，金刚石安装座，金刚石磨条和紫铜加工块；

所述电极基架为一端封闭的中空圆柱体结构，封闭端端面外侧中心位置设置有圆柱形凸起，用于与机床的连接，其周面设置有螺纹孔；所述电极基架封闭端内端面中心位置设置有与所述螺纹杆间隙配合的盲孔，螺纹杆紧固螺钉穿过所述圆柱形凸起周面设置的螺纹孔，用于紧固所述螺纹杆；所述螺纹套与螺纹杆同轴安装形成螺旋副，所述螺纹套与所述刻度盘同轴固定安装；所述刻度盘下端面中心位置设置有凸台，用于与所述弹簧一端配合，约束弹簧的径向位移；所述电极基架周面设置有螺纹孔，用于刻度盘紧固螺钉穿过并紧固所述刻度盘；所述电极基架开口端设置有内螺纹；

所述金刚石安装座同轴安装于所述电极基架内，一端中心位置设置有凸台，用于与弹簧另一端配合，约束弹簧的径向位移；所述金刚石安装座另一端面设置有凹槽，用于所述金刚石磨条的固定；所述紫铜加工块为一端开口的中空圆柱体结构，其开口端设置有外螺纹与所述电极基架内螺纹配合安装；其封闭端用于约束所述金刚石安装座的轴向运动，并设有与所述金刚石磨条间隙配合的通孔，所述金刚石磨条从所述紫铜加工块通孔穿过，在加工初始时露出尺寸为0.01-0.1mm；

所述电极基架圆周面上设置有通孔，用于观察与调节所述刻度盘。

2.根据权利要求1所述一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：所述金刚石安装座设置有三个间隔120度均匀分布的金刚石柱形槽，金刚石紧固螺钉安装于所述金刚石柱形槽侧壁的螺纹孔，用于紧固三个所述金刚石磨条。

3.根据权利要求1所述一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：所述刻度盘外圆周均匀分布有50小格，每旋转一小格代表轴向运动0.5mm/50＝0.01mm，即弹簧预压缩量的精度可以达到0.01mm。

4.根据权利要求1所述一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：所述螺纹杆螺距选用0.5mm，即所述螺纹套每旋转一周的直线位移为0.5mm。

5.根据权利要求1所述一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：所述螺纹杆长度为22mm，与所述螺纹套配合的螺纹长度为15mm。

6.根据权利要求1所述一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：所述电极基架外圆周面上设置有通孔为弧形窗口。

一种自适应、调节式组合工具电极装置

技术领域

[0001] 本发明属于加工装置、机械领域，具体涉及一种自适应、调节式组合工具电极装置。

背景技术

[0002] 工程应用中，SiCp/Al复合材料具有低膨胀系数、高比刚度、低密度和高耐磨性等优良性能，在一定程度上开始取代铝合金和钛合金材料，应用于航空、电子和汽车等行业。但是，随着复合材料中的低导电性、高硬度SiC增强相(硬度仅次于金刚石)增多，以往低体积分数SiCp/Al的加工方法已不再适用于高体积分数SiCp/Al。针对该高体积分数SiCp/Al，最新提出了超声振动磨削放电的加工方法，为此配合加工方法设计出一套组合工具电极装置是非常必要的。

[0003] 复合加工中常见的组合工具电极，主要由紫铜/石墨与磨块固定连接组成，通过放电作用实现对工件材料的蚀除，同时利用机械磨削作用蚀除材料中的硬质相，以实现材料整体的加工。

[0004] 参照图1。文献“机械磨削辅助电火花加工关键技术研究[D].代建东.南京航空航天大学,2015.”公开了一种机械磨削辅助电火花加工的组合工具电极。所用工具电极是由磨棒与铜电极相间排布于法兰盘上，电极与工件之间进行脉冲放电，产生的放电凹坑与翻边凸起由磨棒进行去除。

[0005] 该类组合工具电极常与改装的普通电火花成型机床配用，一定程度上也可加工SiCp/Al复合材料。其利用放电与磨削作用加工材料，避免了单一电火花加工效率低下的不足。

[0006] 然而，随着低导电性的SiC增强相体积分数增多，对放电“屏蔽”作用增强。在高体积分数SiCp/Al复合材料的电火花磨削加工中，普通的紫铜/石墨与磨条固定连接式组合工具电极加工效率降低，很难满足需求。加工中，使用该固定连接式组合电极，也存在新的问题：

[0007] (1)固定连接式组合电极对相体的蚀除速度不匹配，加工效率较低

[0008] 高体积分数SiCp/Al复合材料表面形貌较为复杂，两种组成相分别由不同的作用蚀除。然而，两种作用的蚀除速度并不协调，紫铜/石墨与磨块固定连接式工具电极在加工中往往出现一种相蚀除较慢，限制整体蚀除速度，从而造成加工时间浪费、加工效率较低。

[0009] (2)固定连接式组合电极利用率低下，维护成本高

[0010] 紫铜/石墨与磨块固定连接式组合电极虽然具有可更换的特点，但是加工中紫铜/石墨与磨块的磨损量不同。批量化生产的紫铜/石墨、磨块等加工块的尺寸是固定的，加工中往往由于某类加工块的严重磨损，导致该类加工块都需更换，甚至需要更换整个电极，致使加工块的利用率不高，后续电极维护价格昂贵。

发明内容

[0011] 现有技术中SiCp/Al复合材料加工过程中电火花作用蚀除复合材料的基体铝，由于放电极间间隙的增大和导电性差的硬质相SiC的存在，致使放电减弱。

[0012] 目前超声振动磨削放电加工机床通常是由电火花加床添加超声换能器改装而成，机床主轴的进给只能通过识别放电信号强弱来判断是否进行。高体积分数SiCp/Al复合材料超声振动磨削放电加工中，一般放电加工的蚀除效率较快，工件表面会露出SiC颗粒。随着加工的进行，机床识别到的电信号超出正常范围，从而命令主轴进给，此时金刚石磨条会撞击到工件表面，该撞击作用对于工件表面质量和金刚石磨条的寿命都危害极大。

[0013] 为解决现有技术存在的问题，本发明提出一种自适应、调节式组合工具电极装置，在工具电极中设计与金刚石磨条相连的弹簧机构，通过弹簧机构的减震功能有效缓解撞击作用对于工件表面质量和金刚石磨条的影响，实现SiCp/Al复合材料的磨削和放电两种主要作用的自适应匹配；而且可调节式、可更换式的结构可实现加工块的高效利用。该装置工艺简单，操作方便，具有低成本、高效便捷等优点，易于大规模工业化应用。

[0014] 本发明结构的主要原理是：通过机床主轴和金刚石-弹簧-紫铜机构的结合，在机床主轴进给时，使金刚石受压，同时实现弹簧压缩；由于基体铝的放电蚀除作用越弱，则主轴的进给量越大，使得弹簧压缩量也越大，根据虎克定律：

[0015] $F=kx$

[0016] 弹簧对金刚石磨条的作用力越大，则金刚石对硬质相SiC的蚀除速度越快，同时金刚石受压后，极间间隙变小可促进放电作用，提高整体的加工效率。

[0017] 基于上述原理，本发明的技术方案是：一种自适应、调节式组合工具电极装置，其特征在于：

[0018] 包括电极基架，螺纹杆，螺纹套，刻度盘，弹簧，金刚石安装座，金刚石磨条和紫铜加工块；

[0019] 所述电极基架为一端封闭的中空圆柱体结构，封闭端端面外侧中心位置设置有圆柱形凸起，用于与机床的连接，其周面设置有螺纹孔；所述电极基架封闭端内端面中心位置设置有与所述螺纹杆间隙配合的盲孔，螺纹杆紧固螺钉穿过所述圆柱形凸起周面设置的螺纹孔，用于紧固所述螺纹杆；所述螺纹套与螺纹杆同轴安装形成螺旋副，所述螺纹套与所述刻度盘同轴固定安装；所述刻度盘下端面中心位置设置有凸台，用于与所述弹簧一端配合，约束弹簧的径向位移；所述电极基架周面设置有螺纹孔，用于刻度盘紧固螺钉穿过并紧固所述刻度盘；所述电极基架开口端设置有内螺纹；

[0020] 所述金刚石安装座同轴安装于所述电极基架内，一端中心位置设置有凸台，用于与弹簧另一端配合，约束弹簧的径向位移；所述金刚石安装座另一端面设置有凹槽，用于所述金刚石磨条的固定；所述紫铜加工块为一端开口的中空圆柱体结构，其开口端设置有外螺纹与所述电极基架内螺纹配合安装；其封闭端用于约束所述金刚石安装座的轴向运动，并设有与所述金刚石磨条间隙配合的通孔，所述金刚石磨条从所述紫铜加工块通孔穿过，在加工初始时露出尺寸为0.01-0.1mm；

[0021] 所述电极基架圆周面上设置有通孔，用于观察与调节所述刻度盘。

[0022] 本发明的进一步技术方案是：所述金刚石安装座设置有三个间隔120度均匀分布的金刚石柱形槽，金刚石紧固螺钉安装于所述金刚石柱形槽侧壁的螺纹孔，用于紧固三个所述金刚石磨条。

[0023] 本发明的进一步技术方案是：所述刻度盘外圆周均匀分布有50小格，每旋转一小格代表轴向运动0.5mm/50＝0.01mm，即弹簧预压缩量的精度可以达到0.01mm。

[0024] 本发明的进一步技术方案是：所述螺纹杆螺距选用0.5mm，即所述螺纹套每旋转一周的直线位移为0.5mm。

[0025] 本发明的进一步技术方案是：所述螺纹杆长度为22mm，与所述螺纹套配合的螺纹长度为15mm。

[0026] 本发明的进一步技术方案是：所述电极基架外圆周面上设置有通孔为弧形窗口。

[0027] 有益效果

[0028] 本发明中金刚石主要负责高体积分数SiCp/Al复合材料中硬质相碳化硅的蚀除，与放电蚀除作用同步进行，相互促进以实现复合材料的整体蚀除。在金刚石受加工过程中工件的反作用挤压时，弹簧收缩，可实现金刚石与紫铜的相对轴向运动。硬质相SiC蚀除速度较慢，导致对放电的“屏蔽”作用加强，降低了基体铝的蚀除速度，此时机床主轴根据电信号判断进给，弹簧压缩量变大，金刚石的蚀除力也变大，能加快硬质相的蚀除，同时弹簧的收缩使得紫铜与工件的间隙缩短，也促进了放电作用的持续进行。

[0029] 针对高体积分数SiCp/Al复合材料的超声振动磨削放电加工，该自适应、调节式组合工具电极装置的主要优势如下：

[0030] (1)弹簧自适应协调加工速度，加工效率高

[0031] 电极利用自适应弹簧预压缩量调节与主轴自适应进给微调相结合，从结构上解决了放电作用和磨削作用加工速度不协调的技术问题，提高了超声振动磨削放电复合加工的生产效率。

[0032] 自适应弹簧预压缩量调节：

[0033] 本发明的调节单元，利用旋转转化为直线运动的原理。加工前，结合刻度盘调整弹簧的预压缩量，控制金刚石受到的预压缩弹力；加工过程中，主轴压缩金刚石相对紫铜加工块底端面凸出长度至放电间隙范围内。可针对不同高体积分数SiCp/Al材料的加工，弹簧预先压缩量调节精度可达0.01mm，简单快捷。

[0034] 主轴自适应进给微调：

[0035] 本发明充分利用机床依据放电信号判断主轴进给的特性，在基体铝蚀除较快、硬质相“屏蔽”放电等因素造成的放电减弱状态下，主轴进给、弹簧压缩、极间间隙减小、放电作用增强，同时磨削蚀除力增大、硬质相蚀除加快的原理，根据速度协调的需要，进行进给，协调两种作用的整体蚀除速度。

[0036] (2)组合式结构电极寿命长、可更换、维护成本低

[0037] 本发明采用组合式可拆卸结构，装置主要通过螺纹连接或螺钉夹紧结构紧固，具有拆卸、更换方便的特点。当某类电极加工块磨损较为严重，可用调节装置通过刻度盘调节弹簧的预压缩量，补偿因电极磨损造成的；若无法再通过旋转调整补偿时，拆卸并更换对应的加工块便可，无需更换整个加工单元，工具电极装置零件利用率高、寿命长、维护成本低。

附图说明

[0038] 图1是常见固定连接式组合工具电极。

[0039] 图2是本发明自适应、调节式组合工具电极结构示意图。

[0040] 图3是本发明自适应、调节式组合工具电极结构爆炸图。

[0041] 图4是本发明自适应、调节式组合工具电极调节单元截面图。

[0042] 图5是本发明自适应、调节式组合工具电极伸缩单元结构示意图。

[0043] 图6是本发明的金刚石安装座结构示意图。

[0044] 图7是本发明自适应、调节式组合工具电极加工单元结构示意图。

[0045] 图8是本发明测力电极测量稳定加工阶段工件所受力示意图。

[0046] 附图标记说明:1.螺纹杆紧固螺钉,2.电极基架,3.刻度盘紧固螺钉,4.螺纹杆,5.螺纹套,6.刻度盘,7.弹簧,8.金刚石安装座,9.金刚石紧固螺钉,10.金刚石磨条,11.紫铜加工块,12.测力辅助管,13.机床本体,14.超声波发生器,15.旋转电极控制电源,16.超声振动头,17.变幅杆,18.测力电极,19.高体分SiCp/Al材料,20.测力仪和,21.电火花加工电源控制柜。

具体实施方式

[0047] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0048] 参照图2-3,本发明一种自适应、调节式组合工具电极装置包括螺纹杆紧固螺钉1,电极基架2,刻度盘紧固螺钉3,螺纹杆4,螺纹套5,刻度盘6,弹簧7,金刚石安装座8,金刚石紧固螺钉9,金刚石磨条10和紫铜加工块11。

[0049] 电极基架2为一端封闭的中空圆柱体结构,通过封闭端端面外侧中心位置设置的圆柱形凸起与电火花机床的专用弹簧夹头连接、安装到电火花机床主轴上。电极基架2封闭端内端面中心位置设置有深度为7mm、可与螺纹杆4间隙配合的盲孔,与螺纹杆4间隙配合;螺纹杆紧固螺钉1穿过所述圆柱形凸起周面上设置的螺纹孔,用于紧固螺纹杆4;螺纹套5与螺纹杆4同轴安装形成螺旋副,螺纹杆4螺距选用0.5mm,即螺纹套5每旋转一周的直线位移为0.5mm;螺纹套5与刻度盘6同轴固定安装,刻度盘6下端面中心位置设置有凸台,用于弹簧7一端的安装,约束弹簧7的径向位移;

[0050] 电极基架2外圆周面上设置有通孔为弧形窗口,用于刻度盘6的观察与调节;电极基架2周面设置的螺纹孔,用于刻度盘紧固螺钉3穿过并紧固刻度盘6;电极基架2开口端设置有内螺纹;

[0051] 金刚石安装座8同轴安装于电极基架2内,一端中心位置设置有凸台,用于弹簧7另一端的安装,约束弹簧7的径向位移;金刚石安装座8另一端面设置有三个间隔120度均匀分布的金刚石柱形槽,金刚石紧固螺钉9安装于所述金刚石柱形槽侧壁的螺纹孔,用于紧固三个金刚石磨条10;紫铜加工块11为一端开口的中空圆柱体结构,其开口端设置有外螺纹与电极基架2内螺纹配合安装,其封闭端用于约束金刚石安装座8的轴向运动,并设有三个与金刚石磨条10间隙配合的通孔,三个金刚石磨条10从紫铜加工块11的三个通孔穿过,在加工初始时金刚石磨条从紫铜加工块通孔中的露出尺寸为0.01-0.1mm;

[0052] 如图4所示,刻度盘6为环状凸台结构,内部与螺纹套5过盈配合,其凸台具有调节、约束弹簧的功能。凸台顶住压缩弹簧并约束弹簧的径向位移。刻度盘6上外圆周均匀分布有50小格,每旋转一小格代表轴向运动0.5mm/50=0.01mm,即弹簧预压缩量的精度可以达到0.01mm;

[0053] 操作者通过电极基架2的弧形窗口定量旋转刻度盘6，实现在螺纹杆4上将旋转运动转换为直线运动，从而压缩弹簧7，施加弹簧预先压缩力。调节完成后，用刻度盘紧固螺钉3通过电极基架2侧面螺纹孔紧固刻度盘6。

[0054] 如图5、图6和图7所示，金刚石安装座8具有约束弹簧7和安装金刚石磨条10的作用。金刚石安装座8上端凸台顶住弹簧7，与刻度盘6的凸台共同约束弹簧的径向位移，金刚石安装座8下端具有三个间隔120度均匀分布的金刚石柱形槽，槽侧壁有螺纹孔，可配合金刚石紧固螺钉9紧固金刚石磨条10；

[0055] 紫铜加工块11主要负责放电蚀除高体积分数SiCp/Al复合材料的基体铝，同时也与电极基架2共同组成整个工具电极的外壳。紫铜加工块11底部的有3个间隔120度均匀分布的长方形通孔，可供金刚石磨条10穿过并保持间隙配合，可实现加工过程中金刚石磨条10与紫铜加工块11的轴向相对位移。紫铜加工块11环形壁上外螺纹与电极基架2底部环形壁的内螺纹连接、固定，共同组成工具电极的外壳；

[0056] 加工过程中金刚石磨条10凸出紫铜加工块11的长度要求在放电间隙0.01-0.1mm范围内(否则放电无法进行)，因此，机床主轴根据电信号进行自适应调节的范围只有0.01-0.1mm。在此，设计中加工初始时刻设定金刚石磨条10凸出紫铜加工块11端面的长度为0.1mm，通过调节刻度盘6调节弹簧7压缩量的方法，控制弹簧7的预压力，弹簧7的预压缩量精度要求较高，需要精密的机构才能实现该长度的位移。如图5所示，结合千分尺的测微螺杆，利用丝杠传动能将旋转变直线的原理，不仅精度高，而且稳定性好，设定50格分度的刻度盘能实现0.01mm的精度。

[0057] 电极基架2内侧装有螺纹杆4，为方便零件的加工，通过螺纹杆紧固螺钉1将螺纹杆4固定在电极基架2内侧的盲孔内，限制其自由度。如图4所示，刻度盘6通过螺纹套5安装在螺纹杆4上，但在加工中处于高频的超声振动与弹簧7挤压状态。为避免刻度盘6发生转动及螺纹损坏，在刻度盘6调节弹簧7完成后，采用刻度盘紧固螺钉3限制刻度盘6的自由度。

[0058] 如图2所示，工具电极装置主要分为加工单元、自适应伸缩单元、调节单元以及紧固单元，调整部分占用空间较小，加工中主要通过紫铜加工块11和金刚石磨条10实现，装置整体不应做的太大。千分尺中的测杆长度约90mm，实际含螺纹的长度为45mm，装置中实际所需螺纹的长度约为15mm，因此，取包含非螺纹段在内的螺纹杆长度约为22mm。

[0059] 一、电极装置使用方法：

[0060] 步骤1：准备加工设备

[0061] 高体分SiCp/Al复合材料的超声振动磨削放电加工过程中，电火花机床预先改装，主轴安装超声振动发生器，设定超声振动的振幅A，频率f，功率P，输入数控代码。

[0062] 步骤2：调节并安装电极

[0063] 自适应弹簧预压缩量调节

[0064] 组装测力电极，如图8所示，通过试验得出预压缩力F，计算出弹簧7预压缩量Δx。其中预压缩力F和预压缩量Δx的确定，详细见确定弹簧预压缩力和预压缩量的方法。

[0065] 将测力电极改装成自适应、调节式组合工具电极，如图2所示。

[0066] 结合本刻度盘每旋转一小格轴向运动0.01mm的特性，旋转刻度盘Δx/0.01小格使弹簧的压缩长度为Δx。

[0067] 将自适应、调节式组合工具电极通过弹簧夹头安装到机床主轴上。

[0068] 步骤3:加工高体分SiCp/Al材料

[0069] (1)主轴自适应进给微调

[0070] 在放电蚀除基体铝较快,碳化硅“屏蔽”放电致使电信号超出放电范围的状态下,主轴进给以维持正常放电作用。此时极间间隙变小,维持正常放电,同时弹簧受压缩使金刚石磨削力变大,促进硬质相碳化硅的蚀除,自适应协调放电与磨削的加工速度,解决单一放电或机械磨削加工高体积分数SiCp/Al材料效率低下的问题。

[0071] (2)自适应弹簧预压缩量补偿

[0072] 经过长时间加工,紫铜加工块11磨损更为严重,金刚石磨条10凸出紫铜加工块11端面的自由距离相对初始加工时刻增大Δh。在弹簧预压缩力不变的条件下,加工过程中磨削作用增强,当超过一定限度后,材料中基体铝主要由磨削蚀除,该质软金属容易造成金刚石堵塞,导致磨削速度下降加工,从而影响整体加工速度。因此,需补偿因紫铜磨损导致的磨削力较大变化,通过调节弹簧7的预压缩量,实现补偿,详细见自适应弹簧预压缩量补偿。

[0073] (3)电极零件更换

[0074] 若金刚石磨条10磨损非常严重,已无法通过自适应弹簧预压缩量进行补偿,此时需更换新的紫铜加工块11,详细拆卸、更换方法见装置零件更换方法。

[0075] 补偿或更换完成后继续加工。

[0076] 步骤4:加工结束

[0077] 停止机床加工、清除切屑、擦拭机床。

[0078] 二、确定弹簧预压缩力和预压缩量的方法:

[0079] 步骤1:组装测试电极

[0080] 如图8(a)所示,用测力辅助管替换弹簧7安装在弹簧7的位置,通过金刚石安装座8和刻度盘6的凸台约束测力辅助管的径向位移,所述测力辅助管为管状零件,直径、长度和弹簧自由状态相同,用于确定弹簧的预压缩力,以计算弹簧预压缩量;

[0081] 安装后组成图8(b)中的测力电极,将金刚石磨条10端面凸出紫铜加工块11端面长度h为0.01<h<0.1mm。

[0082] 该测力电极为测量稳定加工阶段金刚石磨条10对工件的压力,含测力辅助管12,不含弹簧7,金刚石磨条10无法收缩;正式加工中使用的自适应、调节式组合工具电极装置,含弹簧7,不含测力辅助管12,可进行弹簧预压缩量调节和自适应伸缩。

[0083] 步骤2:测量稳定加工阶段工件所受力

[0084] 将测力电极安装到机床主轴上,并将工件装夹在测力仪上,如图8(c)所示。

[0085] 随着超声振动磨削放电加工的进行,测力仪显示的力逐渐增大,然后示数在范围[a,b]内波动,之后示数一直增大、甚至超过测力仪量程。

[0086] 其中,测力仪示数在范围[a,b]内波动后一直增大,可认为是稳定加工阶段中金刚石磨条10对工件的压力处于[a,b]范围中,之后由于放电较快,需要主轴进给,但测力电极中无法伸缩的金刚石阻碍主轴进给,因此机床只能一直保持进给的趋势,导致测力仪示数一直增大。

[0087] 步骤3:组装自适应、调节式组合工具电极

[0088] 拆出测力电极中的测力辅助管12,安装上弹簧7并通过金刚石安装座8和刻度盘6约束,组成自适应、调节式组合工具电极,将金刚石磨条10端面凸出紫铜加工块11端面长度

h为0.01＜h＜0.1mm。

[0089] 步骤4:调节弹簧预压缩量

[0090] 将测力仪示数波动范围[a,b]中最大的力b作为弹簧的预压缩力F,结合虎克定律:

[0091] $\Delta x=F/k$

[0092] $k=Gd/8c^3n$

[0093] 式中,Δx-弹簧7预压缩量,F—弹簧7预压缩力,k-弹簧7弹性系数,c-弹簧7旋绕比,n-弹簧7有效圈数,F-弹簧7预压缩力,G-弹簧7剪切模量,d-弹簧丝直径。

[0094] 根据弹簧材料参数,可得出弹簧的预压缩量Δx。

[0095] 三、自适应弹簧预压缩量补偿方法:

[0096] 本发明,提出了一种利用超声振动磨削放电加工电极装置自适应弹簧预压缩量补偿方法。该方法具有如下优势:

[0097] 1.调节精度高,可实现0.01mm的长度调节;

[0098] 2.调整时间短,松开刻度盘紧固螺钉,调节刻度盘即可;

[0099] 3.电极寿命长,可通过预压缩量补偿,反复使用。

[0100] 该方法具体操作步骤如下:

[0101] 步骤1:试验准备

[0102] 检查机床环境,保证无安全隐患;安装超声振动磨削放电加工电极装置至机床主轴;开启机床,加工高体积分数SiCp/Al复合材料至电极出现较大磨损,取下工具电极;

[0103] 步骤2:紫铜磨损长度测量

[0104] 测量磨损后金刚石磨条10相对紫铜加工块11端面的凸出长度h_1,可得到紫铜的磨损长度为$\Delta h=h_1-h$。

[0105] 步骤3:电极磨损调整

[0106] 松开刻度盘紧固螺钉3,旋转刻度盘6,反向旋转N＝Δh/0.01小格,即松开弹簧Δh,夹紧刻度盘紧固螺钉3。

[0107] 四、电极零件更换方法:(以紫铜加工块为例)

[0108] 本发明,还提出了一种利用超声整的磨削放电加工电极装置实现零件可更换式的方法,该方法具有如下优势:

[0109] 1.更换方便,松开紧固螺钉即可替换相应零件;

[0110] 2.结构简单,被更换件易加工;

[0111] 3.成本低,电极装置各零件材料较为常见,且工艺简单。

[0112] 该方法具体操作步骤如下:

[0113] 步骤1:损耗观测与评判

[0114] 停止高体积分数SiCp/Al复合材料的加工,取下电极装置;电极的损耗主要出现在紫铜加工块11,金刚石磨条10几乎不磨损,零件更换主要针对紫铜加工块;粗略观测紫铜加工块11表面的磨损,紫铜电极边缘的尖角变圆角的情况以及表面凹坑情况,判断是否更换紫铜加工块11。

[0115] 步骤2:电极拆卸

[0116] 旋转紫铜加工块11,使其与电极基架2分离,并使金刚石磨条10从紫铜加工块11的通孔中抽出。

[0117] 步骤3:零件安装及预压缩量调节

[0118] 将新的紫铜加工块11套入金刚石磨条10,同时将紫铜加工块10上端与电极基架2下端进行螺纹连接。

[0119] 松开刻度盘紧固螺钉3,旋转刻度盘6,使弹簧压缩量为预先设定的Δx,拧紧刻度盘紧固螺钉3。

[0120] 步骤4:电极检查

[0121] 感测并试触金刚石磨条10,检测其能否自由的移动,同时检测电极其他零件是否存在松动现象。

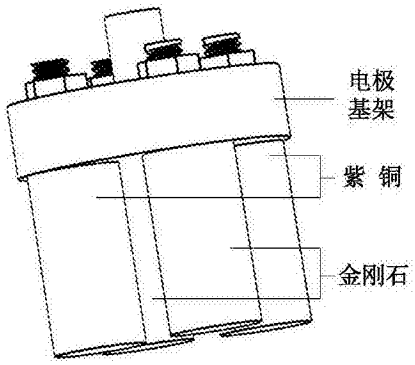
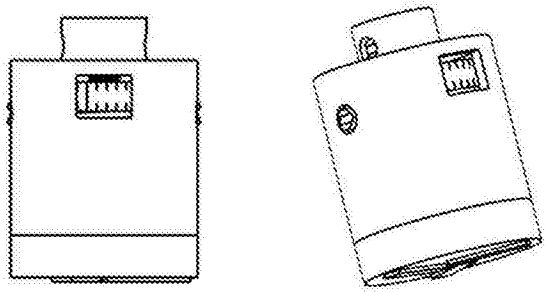
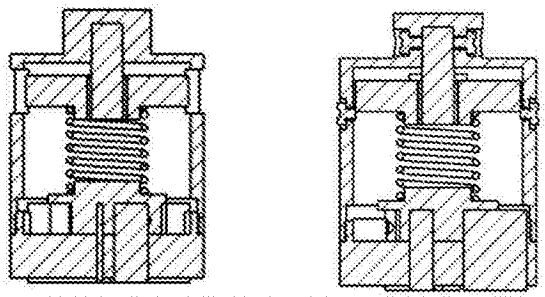


图1



（a）工具电极正视图 （b）工具电极斜视图



（c）工具电极左视剖面图 （d）工具电极正视剖面图

图2

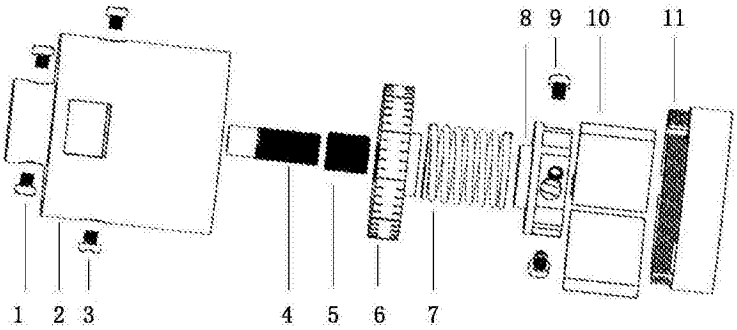


图3

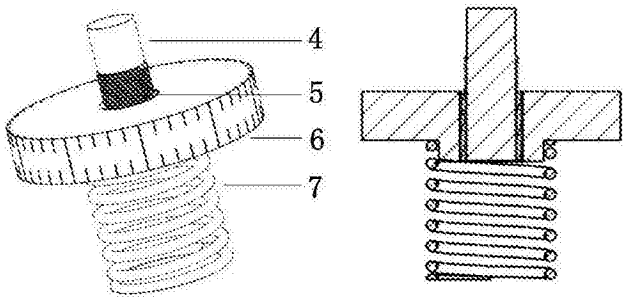


图4

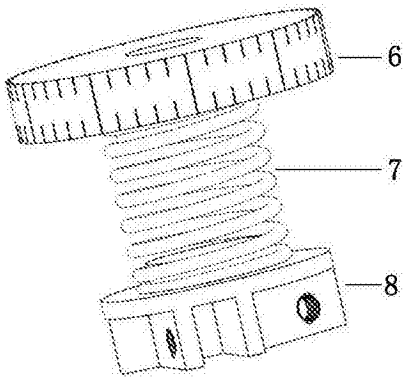


图5

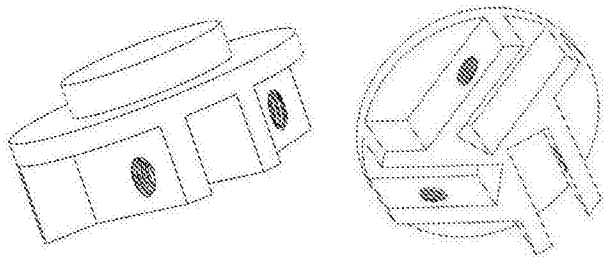


图6

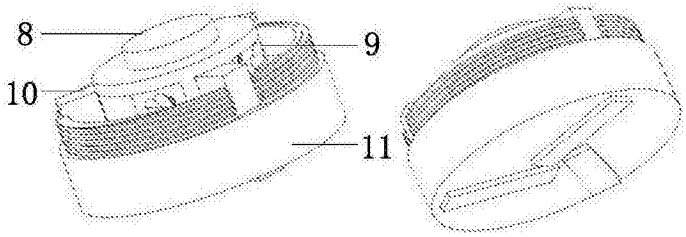
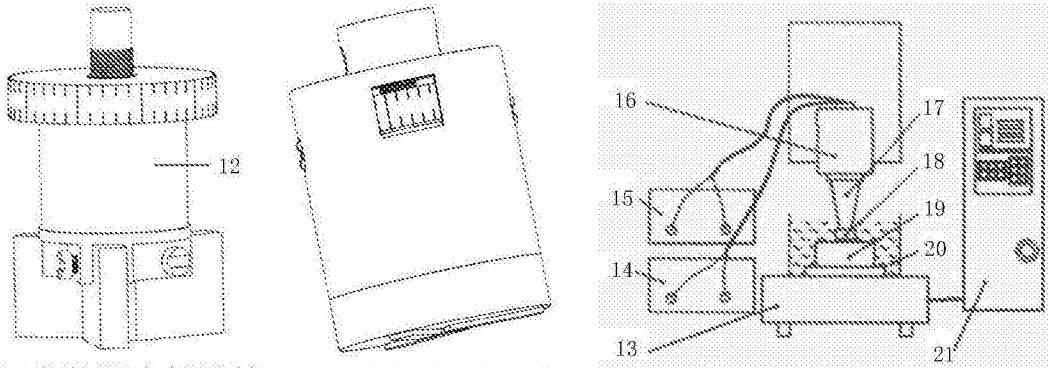


图7



（a）安装测力辅助管 (b)组装测力电极 (c)测量稳定加工阶段工件受力

图8