(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119681618 A
(43)申请公布日 2025.03.25

(21)申请号 202411886249.7

(22)申请日 2024.12.20

(71)申请人 中核武汉核电运行技术股份有限公司
地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发区民族大道1021号

(72)发明人 丁明 王希 张斌 张高剑 包建国 程檀 张青 夏伟刚

(74)专利代理机构 核工业专利中心 11007
专利代理师 陈丽丽

(51)Int.Cl.
B23P 19/06(2006.01)

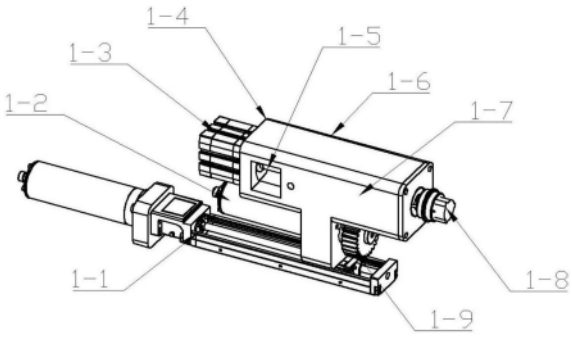
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端

(57)摘要

本发明属于反应堆围板螺栓更换领域,具体涉及一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,包括EDM加工末端和旋转作业末端,EDM加工末端用于更换EDM电极,通过EDM电极切断不同角度的螺栓锁紧销;旋转作业末端用于更换旋转作业末端工具头,通过旋转作业末端工具头更换螺栓。本发明实现了EDM加工末端电极和旋转作业末端工具头在水下的自动更换,提高更换效率。



CN 119681618 A

1.一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,包括EDM加工末端和旋转作业末端,EDM加工末端用于更换EDM电极,通过EDM电极切断不同角度的螺栓锁紧销;旋转作业末端用于更换旋转作业末端工具头,通过旋转作业末端工具头更换螺栓。

2.根据权利要求1所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述EDM加工末端包括:直线驱动模块A(1-1)、旋转驱动电机(1-2)、传动齿轮A(1-9)、EDM电极夹紧机构(1-7)、EDM电极(1-8);直线驱动模块A(1-1)与EDM电极夹紧机构(1-7)连接,用于驱动EDM电极夹紧机构(1-7)沿轴向运动;旋转驱动电机(1-2)与传动齿轮A(1-9)驱动连接,传动齿轮A(1-9)与EDM电极夹紧机构(1-7)连接,EDM电极夹紧机构(1-7)与EDM电极(1-8)可拆卸连接,旋转驱动电机(1-2)驱动传动齿轮A(1-9)从而带动EDM电极夹紧机构(1-7)旋转,使EDM加工末端在更换EDM电极(1-8)后具备不同的工作角度,可以切断不同角度的螺栓锁紧销。

3.根据权利要求2所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述直线驱动模块A(1-1)包括驱动电机和直线轨道,驱动电机与EDM电极夹紧机构(1-7)连接,为EDM电极夹紧机构(1-7)提供驱动力,直线轨道与EDM电极夹紧机构(1-7)滑动连接,使EDM电极夹紧机构(1-7)在工作过程中能够实现轴向运动。

4.根据权利要求2所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述EDM电极夹紧机构(1-7)包括:气缸A(1-3)、基座A(1-4)、塑料连接件(1-5)、压缩弹簧(1-12)、电极夹头(1-13),气缸A(1-3)设于基座A(1-4)一端,气缸A(1-3)与电极夹头(1-13)通过塑料连接件(1-5)连接,通过气缸A(1-3)拉动电极夹头(1-13)实现电极夹头(1-13)的打开状态,气缸(1-3)断气时,通过压缩弹簧(1-12)压紧电极夹头(1-13)实现电极夹头(1-13)的夹紧状态。

5.根据权利要求2所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述EDM电极(1-8)包括:锁紧销切削电极(1-8-3)、断丝中心孔加工电极(1-8-4)、螺纹孔扩大电极(1-8-2)、围板新型沉头孔加工电极(1-8-1)。

6.根据权利要求1所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述旋转作业末端包括:直线驱动模块B(2-1)、高速液压扭矩扳手(2-2)、传动齿轮B(1-9)、工具头夹紧机构(2-5)、工具头(2-6);直线驱动模块B(2-1)与工具头夹紧机构(2-5)连接,用于驱动工具头夹紧机构(2-5)沿轴向运动;高速液压扭矩扳手(2-2)与传动齿轮B(1-9)驱动连接,传动齿轮B(1-9)与工具头夹紧机构(2-5)连接,工具头夹紧机构(2-5)与工具头(2-6)可拆卸连接,高速液压扭矩扳手(2-2)驱动传动齿轮B(1-9)从而带动工具头夹紧机构(2-5)联同工具头(2-6)一起旋转。

7.根据权利要求6所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述工具头夹紧机构(2-5)包括:气缸B(2-3)、基座B(2-4),气缸B(2-3)设于基座B(2-4)一端,气缸B(2-3)与工具头夹头连接,通过气缸B(2-3)拉动工具头夹头实现工具头夹头的夹紧状态或打开状态。

8.根据权利要求6所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述工具头(2-6)包括:螺孔加工丝锥(2-6-1)、原型螺栓拆装工具头(2-6-2)、断丝取出工具头(2-6-3)、新型螺栓装拆工具头(2-6-4)、螺纹清理工具头(2-6-5)、新型螺栓胀接防松工具头(2-6-6)。

9.根据权利要求8所述的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,其特征在于,所述原型螺栓拆装工具头(2-6-2)包括:芯杆(3-1)、弹簧(3-2)、滑杆(3-3)、外套筒(3-4)、内套筒(3-5);芯杆(3-1)与外套筒(3-4)固定连接,内套筒(3-5)与芯杆(3-1)采用花键样式连接,内套筒(3-5)可以在外套筒(3-4)内滑动,滑杆(3-3)穿过外套筒(3-4)长孔与内套筒(3-5)连接限制其行程范围,芯杆(3-1)的凸起端面与滑杆(3-3)之间设有弹簧(3-2)。

一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端

技术领域

[0001] 本发明属于反应堆围板螺栓更换领域,具体涉及一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端。

背景技术

[0002] M310和CPR1000核电机组的下部堆内构件的围板螺栓会由于辐射辅助应力腐蚀开裂、预载损失、热核辐射脆化、高周疲劳/开锁/过载、挡板上的稳态压力梯度等中的一种或多种原因,至使其发生劣化。螺栓的劣化,直接影响核电机组的安全,因此需要对劣化的围板螺栓进行更换。围板和成型板上存在沉头孔和螺纹孔,围板沉头孔如图7所示,螺纹孔如图8所示,围板和成型板之间通过围板螺栓连接,围板螺栓如图9所示。螺栓拧入螺纹孔后,会在其上部凹槽中焊接上锁紧键进行防松。目前更换挡板螺栓的工艺首先是利用专用工具去除待更换螺栓的焊缝和锁紧键,后进行拆除,然后安装新的围板螺栓,最后再进行防松处理。该修复工艺存在工序复杂,涉及多种动作需求和多种工具头;水下远距离,且放射性剂量高等特性。不同的螺栓更换需要使用不同的工具头,在水下人工更换工具头会由于距离远和放射性高等因素导致难以实现。

[0003] 目前更换工具头的方式是将其运输出水面再进行更换,这种更换方式工序多、速度慢、人力成本高。当反应堆设备的螺栓故障率很高时,这种移除挡板螺栓的速率会增加大量时间成本和人力成本。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,实现了EDM加工末端电极和旋转作业末端工具头在水下的自动更换,提高更换效率。

[0005] 实现本发明目的的技术方案:

[0006] 一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,包括EDM加工末端和旋转作业末端,EDM加工末端用于更换EDM电极,通过EDM电极切断不同角度的螺栓锁紧销;旋转作业末端用于更换旋转作业末端工具头,通过旋转作业末端工具头更换螺栓。

[0007] 所述EDM加工末端包括:直线驱动模块A、旋转驱动电机、传动齿轮A、EDM电极夹紧机构、EDM电极;直线驱动模块A与EDM电极夹紧机构连接,用于驱动EDM电极夹紧机构沿轴向运动;旋转驱动电机与传动齿轮A驱动连接,传动齿轮A与EDM电极夹紧机构连接,EDM电极夹紧机构与EDM电极可拆卸连接,旋转驱动电机驱动传动齿轮A从而带动EDM电极夹紧机构旋转,使EDM加工末端在更换EDM电极后具备不同的工作角度,可以切断不同角度的螺栓锁紧销。

[0008] 所述直线驱动模块A包括驱动电机和直线轨道,驱动电机与EDM电极夹紧机构连接,为EDM电极夹紧机构提供驱动力,直线轨道与EDM电极夹紧机构滑动连接,使EDM电极夹紧机构在工作过程中能够实现轴向运动。

[0009] 所述EDM电极夹紧机构包括:气缸A、基座A、塑料连接件、压缩弹簧、电极夹头,气缸

A设于基座A一端,气缸A与电极夹头通过塑料连接件连接,通过气缸A拉动电极夹头实现电极夹头的打开状态,气缸断气时,通过压缩弹簧压紧电极夹头实现电极夹头的夹紧状态。

[0010] 所述EDM电极包括:锁紧销切削电极、断丝中心孔加工电极、螺纹孔扩大电极、围板新型沉头孔加工电极。

[0011] 所述旋转作业末端包括:直线驱动模块B、高速液压扭矩扳手、传动齿轮B、工具头夹紧机构、工具头;直线驱动模块B与工具头夹紧机构连接,用于驱动工具头夹紧机构沿轴向运动;高速液压扭矩扳手与传动齿轮B驱动连接,传动齿轮B与工具头夹紧机构连接,工具头夹紧机构与工具头可拆卸连接,高速液压扭矩扳手驱动传动齿轮B从而带动工具头夹紧机构联同工具头一起旋转。

[0012] 所述工具头夹紧机构包括:气缸B、基座B,气缸B设于基座B一端,气缸B与工具头夹头连接,通过气缸B拉动工具头夹头实现工具头夹头的夹紧状态或打开状态。

[0013] 所述工具头包括:螺孔加工丝锥、原型螺栓拆装工具头、断丝取出工具头、新型螺栓装拆工具头、螺纹清理工具头、新型螺栓胀接防松工具头。

[0014] 所述原型螺栓拆装工具头包括:芯杆、弹簧、滑杆、外套筒、内套筒;芯杆与外套筒固定连接,内套筒与芯杆采用花键样式连接,内套筒可以在外套筒内滑动,滑杆穿过外套筒长孔与内套筒连接限制其行程范围,芯杆的凸起端面与滑杆之间设有弹簧。

[0015] 本发明的有益技术效果在于:

[0016] 1、本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端包括EDM加工末端和旋转作业末端,可以更换不同的电极和工具头,来完成螺栓更换及相关修复作业中的切削、旋转和进给动作等维修工艺和应急处置中的所有动作;实现水下自动更换,自动化程度高,修复效率高。

[0017] 2、本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端通过轴向进行实现新螺栓安装后机械胀接防松,操作简单可靠。

[0018] 3、本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端中,EDM加工末端采用EDM加工,不仅加工反作用力小,对定位平台的承载能力要求低;而且加工能力强,可以灵活处置修复过程中的应急情况。

[0019] 4、本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端中,EDM加工末端具备轴向进给、旋转功能,配合编码器和0点位置开关,可控制锁紧销切削电极角度,驱动电机均采用充气式水下密封结构设计,密封性能较好,工具材质主要为铝合金、不锈钢等,满足核电厂的使用要求。

[0020] 5、本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端中,旋转作业末端通过压力控制器或液压泵站控制压力从而实现对扳手扭矩的精确控制;高性能水液压马达驱动,扳手可以无冲击连续运转,提高工作效率,而且前端没有电子元器件,具有更好的耐辐照能力;采用水液压进行扳手驱动,避免液压油污染水池水质;采用精密行星齿轮结构,体积小,重量轻。

附图说明

[0021] 图1为本发明所提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端中EDM加工末端结构示意图;

[0022] 图2为本发明所提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端中旋转作业末端结构示意图;

[0023] 图3为本发明EDM加工末端中EDM电极夹紧机构结构示意图;

[0024] 图4为本发明EDM加工末端中EDM电极结构示意图;

[0025] 图5为本发明旋转作业末端中工具头结构示意图;

[0026] 图6为本发明旋转作业末端中原型螺栓拆装工具头结构示意图;

[0027] 图7为围板沉头孔结构示意图;

[0028] 图8为成形板螺纹孔结构示意图;

[0029] 图9为围板螺栓结构示意图。

[0030] 图中:1-1、直线驱动模块A;1-2、旋转驱动电机;1-3、气缸A;1-4、基座A;1-5、塑料连接件;1-6、绝缘套;1-7、EDM电极夹紧机构;1-8、EDM电极;1-8-1、新型沉头孔加工电极;1-8-2、螺纹孔扩大电极;1-8-3、锁紧销切削电极;1-8-4、断丝中心孔加工电极;1-9、传动齿轮A;1-10、弹簧压盖;1-11、套筒;1-12、压缩弹簧;1-13、电极夹头;1-14、限位套筒;1-15、轴承;1-16、轴承端盖;2-1、直线驱动模块B;2-2、高速液压扭矩扳手;2-3、气缸B;2-4、基座B;2-5、工具头夹紧机构;2-6、工具头;2-6-1、螺孔加工丝锥;2-6-2、原型螺栓拆装工具头;2-6-3、断丝取出工具头;2-6-4、新型螺栓装拆工具头;2-6-5、螺纹清理工具头;2-6-6、新型螺栓胀接防松工具头;2-7、传动齿轮B;3-1、芯杆;3-2、弹簧;3-3、滑杆;3-4、外套筒;3-5、内套筒4-1M型孔;4-2、N型孔;4-3、L型孔;5-1、原型螺栓;5-2、新型螺栓。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0032] 本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,包括EDM加工末端和旋转作业末端,EDM加工末端用于更换EDM电极,通过EDM电极切断不同角度的螺栓锁紧销;旋转作业末端用于更换旋转作业末端工具头,通过旋转作业末端工具头更换螺栓。

[0033] 围板螺栓包括新型螺栓5-2和原型螺栓5-1,如图9所示。螺纹孔包括M型、N型和L型三种,如图8所示。不同的螺栓螺孔以及不同的损伤情况都需要不同的工具头。EDM加工末端和旋转作业末端通过末端搭载平台运送到工具头存放处,根据待更换螺栓的类别进行工具头的选择。首先换下工具头,然后运动到待安装工具头处,通过定位系统的配合,安装新的工具头,最后采用工具头进行螺栓的更换工作。实现工具头在水下工作环境的自动更换并完成螺栓更换。

[0034] 如图1所示,EDM加工末端包括:直线驱动模块A1-1、旋转驱动电机1-2、传动齿轮A1-9、EDM电极夹紧机构1-7、EDM电极1-8。

[0035] 直线驱动模块A1-1与EDM电极夹紧机构1-7连接,用于驱动EDM电极夹紧机构1-7沿轴向运动。

[0036] 旋转驱动电机1-2与传动齿轮A1-9驱动连接,传动齿轮A1-9与EDM电极夹紧机构1-7连接,EDM电极夹紧机构1-7与EDM电极1-8可拆卸连接,旋转驱动电机1-2驱动传动齿轮A1-9从而带动EDM电极夹紧机构1-7旋转,使EDM加工末端在更换EDM电极1-8后具备不同的工作角度,可以切断不同角度的螺栓锁紧销。

[0037] 直线驱动模块A1-1包括驱动电机和直线轨道,驱动电机与EDM电极夹紧机构1-7连

接,为EDM电极夹紧机构1-7提供驱动力,直线轨道与EDM电极夹紧机构1-7滑动连接,使EDM电极夹紧机构1-7在工作过程中能够实现轴向运动。

[0038] 如图3所示,EDM电极夹紧机构1-7包括:气缸A1-3、基座A1-4、塑料连接件1-5、绝缘套1-6、弹簧压盖1-10、套筒1-11、压缩弹簧1-12、电极夹头1-13、限位套筒1-14、轴承1-15、轴承端盖1-16。

[0039] 气缸A1-3设于基座A1-4一端,气缸A1-3与电极夹头1-13通过塑料连接件1-5连接;套筒1-11与轴承1-15布置在限位套筒1-14外表面,使限位套筒1-14位置固定,轴承端盖1-16和绝缘套1-6布置在轴承1-15外侧,轴承端盖1-16用于固定轴承1-15,调整轴承1-15间隙并承受轴向力,绝缘套1-6可以防止电流对轴承1-15的腐蚀,保护设备安全,压缩弹簧1-12布置在限位套筒1-14内,两端分别顶住限位套筒1-14和电极夹头1-13,弹簧压盖1-10与限位套筒1-14配合,用于承受压缩弹簧1-12的力。

[0040] EDM电极夹紧机构1-7通过伸缩胀紧结构形式夹紧EDM电极1-8,其内部有压缩弹簧1-12使电极夹头1-13处于长期夹紧状态,保证断气断电故障时EDM电极1-8不会掉落;更换EDM电极1-8时,气缸A1-3拉动EDM电极夹紧机构1-7的电极夹头1-13使其处于打开状态。

[0041] 根据EDM加工末端功能需要,EDM电极1-8主要有4种样式,如图4所示,分别为锁紧销切削电极1-8-3、断丝中心孔加工电极1-8-4、螺纹孔扩大电极1-8-2、围板新型沉头孔加工电极1-8-1。其中锁紧销切削电极1-8-3头部带有切削刃,负责完成锁紧销及焊缝切割;断丝中心孔加工电极1-8-4头部为细长的圆柱形,其长度超过加工深度,以便在加工时稳定固定,负责完成断丝中心孔加工,便于后续断丝取出;螺纹孔扩大电极1-8-2的头部为阶梯状的圆柱形,底部的直径会大于需要扩大的螺纹孔直径,以确保扩大后的孔径达到目标尺寸,负责完成围板沉头孔、光孔以及成形板光孔、底孔扩大和加长,可同步完成咬死的螺栓、断丝和缺陷螺纹的切除;围板新型沉头孔加工电极1-8-1的头部有一个特殊的沉头部分,以适应沉头孔的加工需求,负责完成围板新型沉头孔加工,便于后续胀型防松。

[0042] 如图2所示,旋转作业末端包括:直线驱动模块B2-1、高速液压扭矩扳手2-2、传动齿轮B1-9、工具头夹紧机构2-5、工具头2-6。

[0043] 直线驱动模块B2-1与工具头夹紧机构2-5连接,用于驱动工具头夹紧机构2-5沿轴向运动。

[0044] 高速液压扭矩扳手2-2与传动齿轮B1-9驱动连接,传动齿轮B1-9与工具头夹紧机构2-5连接,工具头夹紧机构2-5与工具头2-6可拆卸连接。高速液压扭矩扳手2-2驱动传动齿轮B1-9从而带动工具头夹紧机构2-5联同工具头2-6一起旋转。通过压力控制器或液压泵站控制压力从而实现对高速液压扭矩扳手2-2的扭矩的精确控制,使旋转作业末端更换工具头后具备有自动调节力矩的能力。直线驱动模块B2-1、工具头夹紧机构2-5的工作原理与EDM加工末端相同。

[0045] 工具头夹紧机构2-5包括:基座B2-4、气缸B2-3,气缸B2-3设于基座B2-4一端,气缸B2-3与工具头夹头连接,通过气缸B2-3拉动工具头夹头实现工具头夹头的夹紧状态或打开状态。

[0046] 根据旋转作业末端功能需要,旋转作业末端工具头2-6主要有6种,如图5所示,分别为原型螺栓拆装工具头2-6-2、断丝取出工具头2-6-3、螺孔加工丝锥2-6-1、螺纹清理工具头2-6-5、新型螺栓装拆工具头2-6-4、新型螺栓胀接防松工具头2-6-6。原型螺栓拆装工

具头2-6-2的头部可以与原型螺栓尺寸相配合,中部的弹簧可以实现头部的进给运动,负责抓取1枚原型螺栓,并完成装拆。原型螺栓拆装工具头2-6-2抓取螺栓时,先将内套筒对准螺栓六角头,然后通过轴向进给,将螺栓头压入外套筒前端勾爪中,在弹簧作用下螺栓头与外套筒前端勾爪压紧,防止其掉落,从而完成螺栓抓取;断丝取出工具头2-6-3的头部是由一圈圈紧密排列的螺旋状金属片组成,可以穿过断裂的螺丝或螺栓的残留部分,负责完成断丝螺栓拆卸取出;螺孔加工丝锥2-6-1的头部由一系列交替的尖锐刀齿组成,呈现出螺旋形状,能够引导切屑离开加工区域,并帮助丝锥保持稳定,螺旋体的螺纹与螺纹的标准相匹配,确保制造出的螺纹符合规格,负责完成成形板底孔扩大螺纹加工;螺纹清理工具头2-6-5的头部由一圈圈紧密排列的毛刷构成,负责完成螺纹孔清理;新型螺栓装拆工具头2-6-4的结构原理与原型螺栓拆装工具头2-6-2一致,只是尺寸有一定的变化,负责抓取1枚新型螺栓,并完成装拆;新型螺栓胀接防松工具头2-6-6的头部具有特殊的膨胀结构,在旋紧螺栓时,膨胀结构会膨胀并嵌入螺栓孔的内壁,从而增加防松效果,负责完成新型螺栓胀接,实现机械防松。

[0047] 如图6所示,原型螺栓拆装工具头2-6-2包括:芯杆3-1、弹簧3-2、滑杆3-3、外套筒3-4、内套筒3-5。芯杆3-1与外套筒3-4固定连接,内套筒3-5与芯杆3-1采用花键样式连接,内套筒3-5可以在外套筒3-4内滑动,滑杆3-3穿过外套筒3-4长孔与内套筒3-5连接限制其行程范围,芯杆3-1的凸起端面与滑杆3-3之间设有弹簧3-2。新型螺栓装拆工具头2-6-4结构原理与原型螺栓拆装工具头2-6-2一致,只内、外套筒3-4尺寸作尺寸适应调整。原型螺栓拆装工具头2-6-2抓取螺栓时,先将内套筒3-5对准螺栓六角头,然后通过轴向进给,将螺栓头压入外套筒3-4前端勾爪中,在弹簧3-2作用下螺栓头与外套筒3-4前端勾爪压紧,防止其掉落,从而完成螺栓抓取。原型螺栓拆装工具头2-6-2丢弃螺栓时,先将工具头运动至废弃临时贮存容器螺栓入口,工具头进入入口处长孔,工具头轴向收回,滑杆3-3与入口内壁接触,限制内套筒3-5运动,通过挤压将螺栓与外套筒3-4前端勾爪脱离,从而完成螺栓丢弃工作。

[0048] 采用本发明提供的一种用于反应堆围板螺栓更换的执行末端,进行EDM电极和工具头更换,具体包括以下步骤:

[0049] S1:控制末端搭载平台将EDM加工末端运动至EDM加工末端上现有EDM加工电极1-8目标存放位上方;

[0050] S2:通过视觉辅助定位系统,将EDM加工电极1-8外凸缘对齐存放位凹槽,然后末端搭载平台下降,控制EDM加工电极1-8进入存放位;

[0051] S3:EDM电极夹紧机构气缸2-3收回,夹头1-13松开,EDM加工末端直线驱动模块1-1后退,脱离EDM加工电极1-8;

[0052] S4:控制末端搭载平台将EDM加工末端运动至目标EDM加工电极位;

[0053] S5:通过视觉辅助定位系统,EDM加工末端定位销对准目标EDM加工电极定位孔,气缸A1-3保持收回状态,夹头1-13打开,然后直线驱动模块1-1进给,定位销进入定位孔,直至EDM加工电极连接头完全进入夹头1-13;

[0054] S6:气缸A1-3伸出,夹头1-13夹紧EDM加工电极1-8;

[0055] S7:控制末端搭载平台上升,然后脱离EDM加工电极存放位,完成更换;

[0056] S8:将更换完成的EDM加工电极1-8对准待更换螺栓,进行相应的加工;

[0057] S9:重复上述操作步骤,更换不同的工具头进行加工,直至完成螺栓更换;

[0058] S10:因为旋转作业末端工具头与EDM加工电极接口尺寸一致,固旋转作业末端工具头自动更换同EDM加工末端一致。

[0059] 上面结合附图和实施例对本发明作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。本发明中未作详细描述的内容均可以采用现有技术。

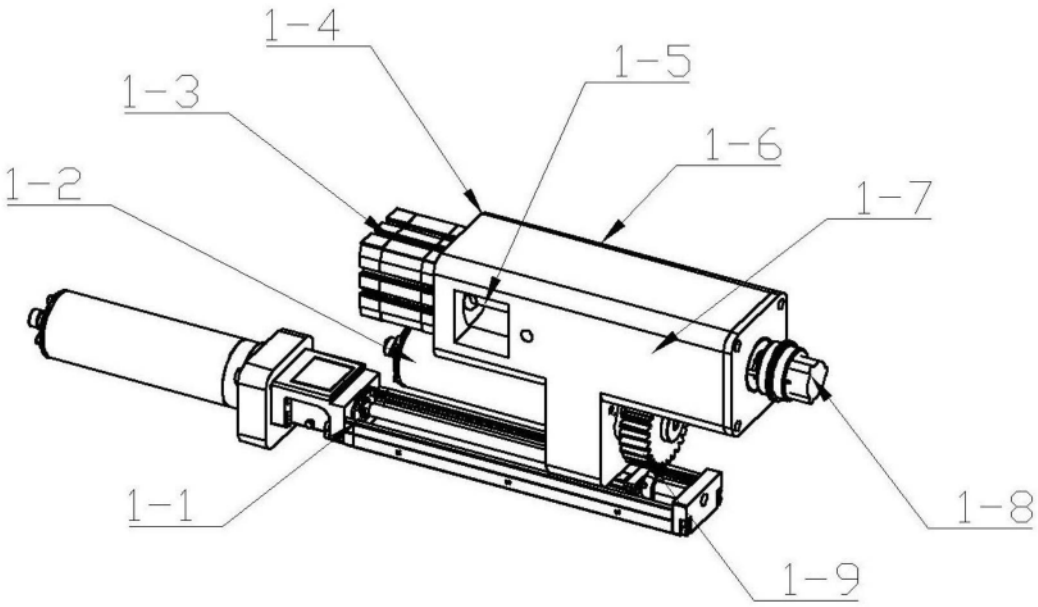


图1

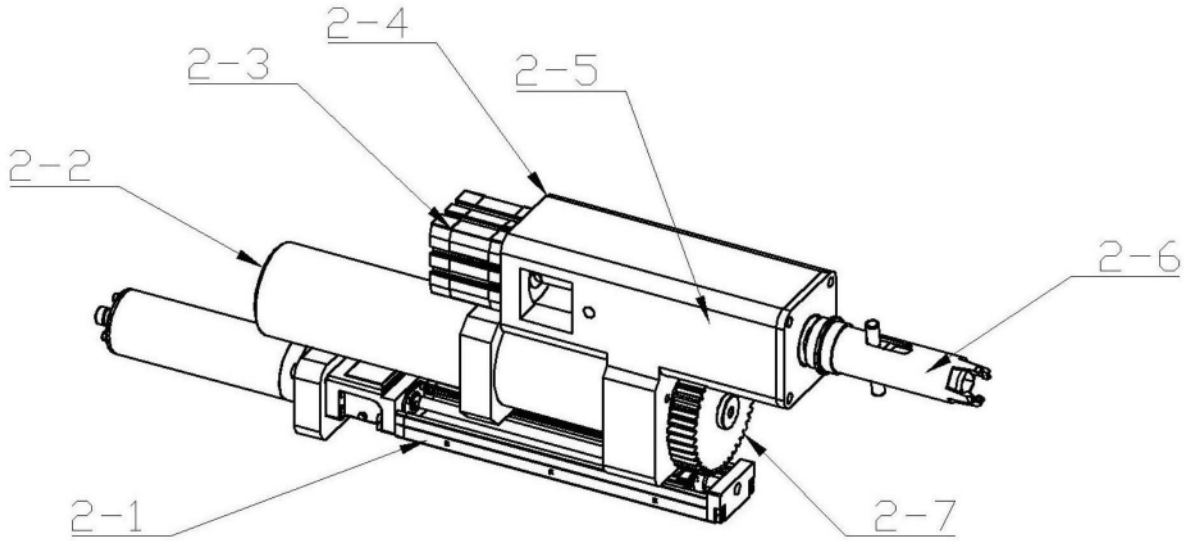


图2

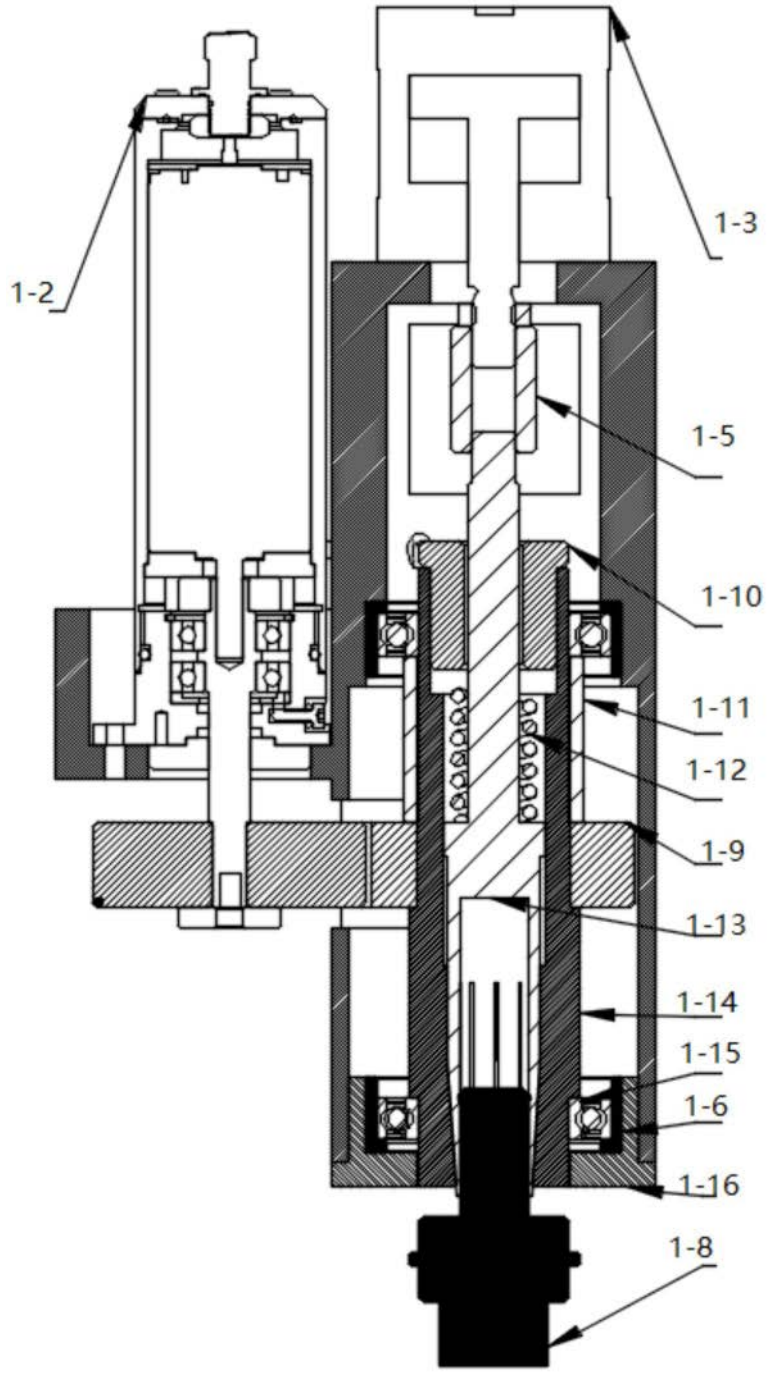


图3

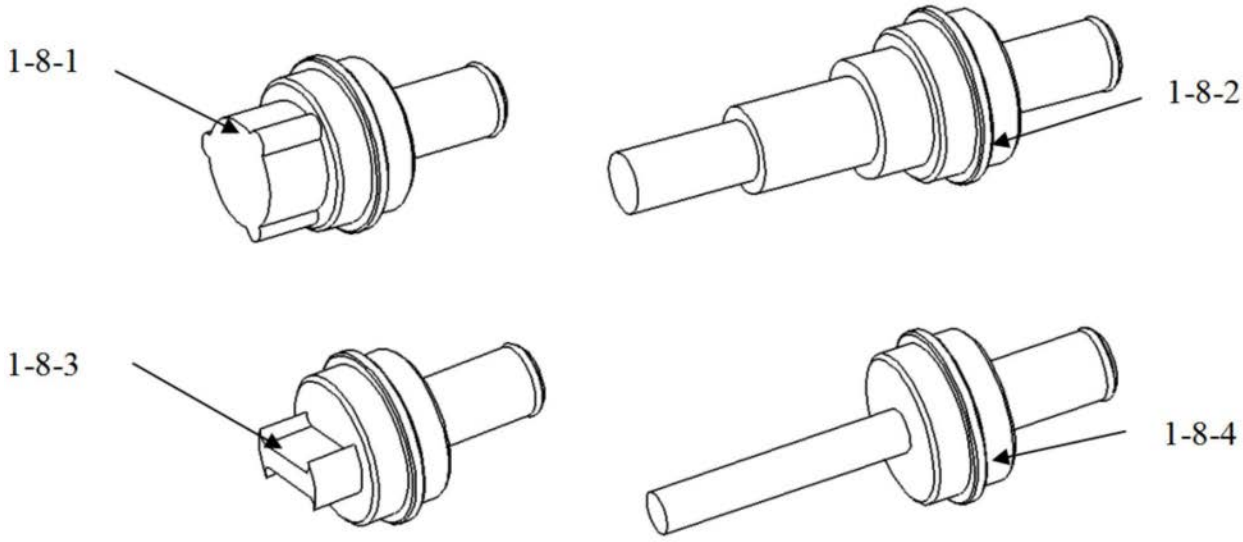


图4

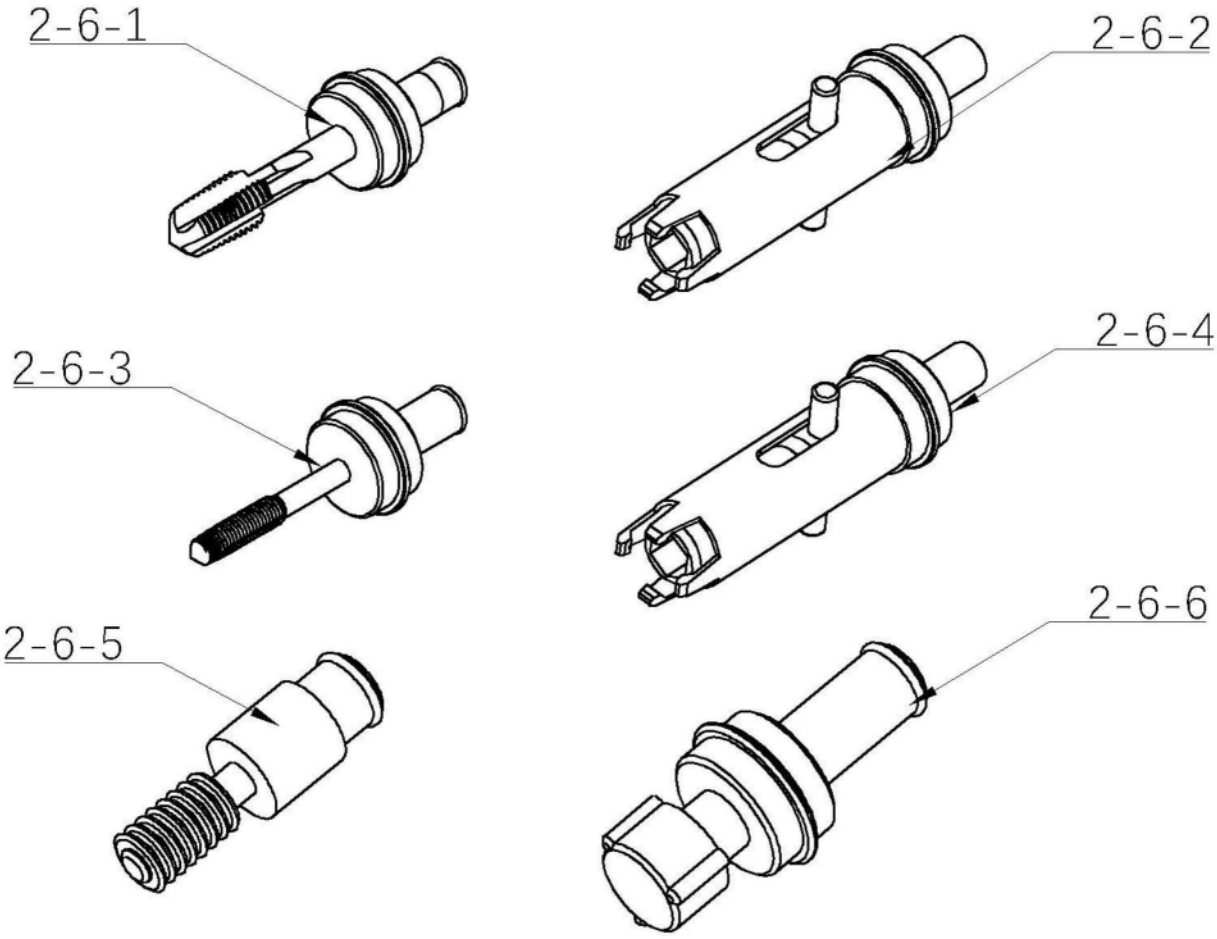


图5

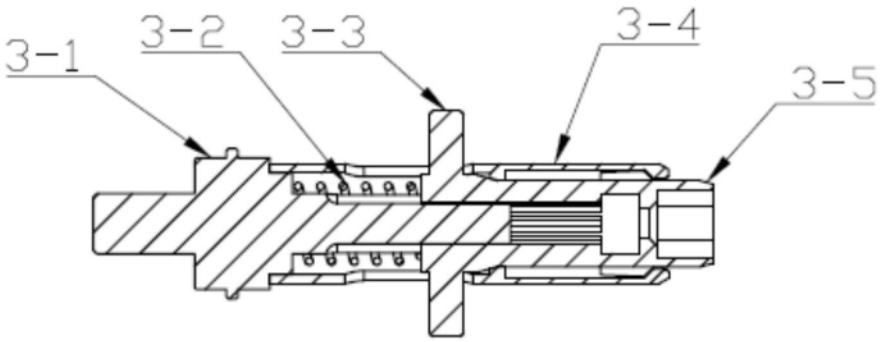


图6

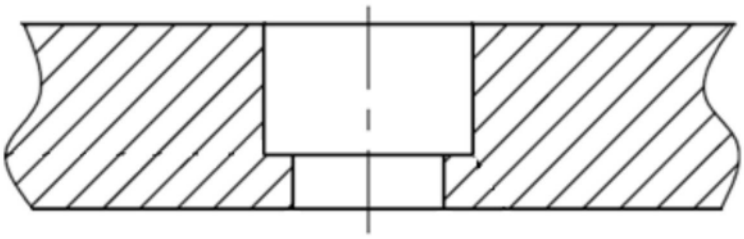


图7

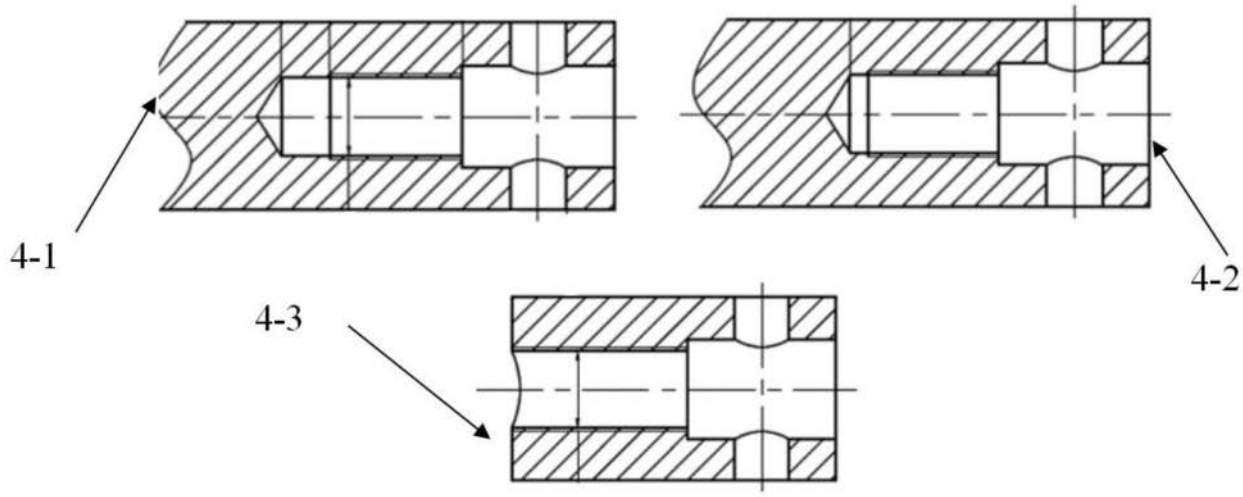


图8

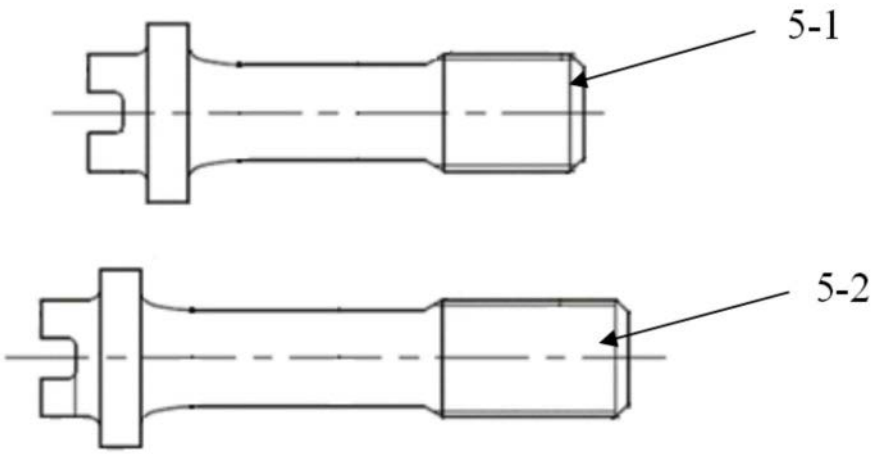


图9