(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104827405 B
(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201510268112.X
(22)申请日 2015.05.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104827405 A
(43)申请公布日 2015.08.12
(73)专利权人 安徽理工大学
地址 232001 安徽省淮南市舜耕中路168号
专利权人 王成军
(72)发明人 王成军 陈金燕 郑艳 沈豫浙
丁晓东 程义
(51)Int.Cl.
B24C 1/04(2006.01)
B24C 3/02(2006.01)
B24C 5/04(2006.01)
B24C 9/00(2006.01)

审查员 蓝力沄

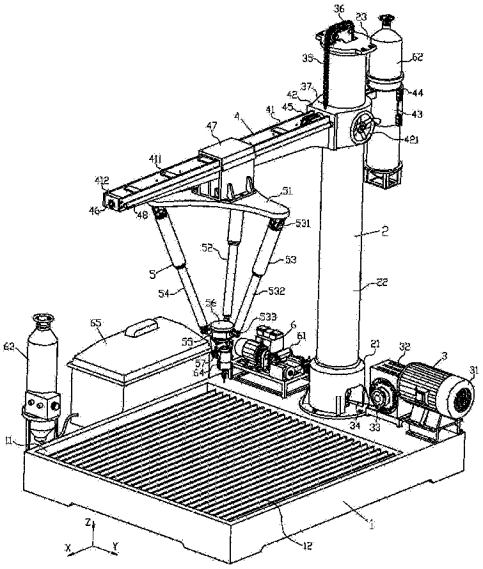
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

六自由度混联式水射流雕刻机器人

(57)摘要

本发明公开了一种六自由度混联式水射流雕刻机器人，包括底座、立柱组件、升降装置、两自由度摇臂、三自由度并联刀架和射流雕刻装置。在底座内设有水槽，两自由度摇臂在升降装置的驱动下可沿着立柱升降，三自由度并联刀架套装在两自由度摇臂上并可沿着两自由度摇臂上横移，射流雕刻装置中的喷枪安装在三自由度并联刀架上，且具有空间六个运动自由度。本发明可实现对亚克力制品的下料切割、雕刻、倒角、镂铣和修边等加工作业。本发明在雕刻作业时作用力小，工件温度低、不变形，可避免亚克力材料粘接在刀具或工件上而影响工件的精度和质量；还具有设备结构紧凑、工作稳定可靠、操作维护便捷、整机成本低、加工精度高等优点。



CN 104827405 B

1.一种六自由度混联式水射流雕刻机器人，其特征在于：包括底座、立柱组件、升降装置、两自由度摇臂、三自由度并联刀架和射流雕刻装置；在所述的底座内设有水槽，在所述的水槽内设有支撑栅板；所述的立柱组件位于底座的一侧上方，包括法兰座、立柱和旋转顶盖，所述的法兰座通过螺钉固定安装在底座上，且在法兰座底部的一侧设有U形缺口，所述的立柱与法兰座固连，所述的旋转顶盖位于立柱的顶部且与立柱通过轴承相连接；所述的两自由度摇臂安装在立柱上，且与立柱通过升降装置相连接；所述的升降装置包括升降电机、蜗轮蜗杆减速器、卷筒、钢丝绳、链条和改向装置，所述的升降电机与蜗轮蜗杆减速器安装在底座上，所述的升降电机与蜗轮蜗杆减速器通过联轴器相连接，所述的卷筒固定安装在蜗轮蜗杆减速器的输出轴上，所述的钢丝绳的一端缠绕在卷筒上，钢丝绳的另一端与链条的一端相固连，链条的另一端通过吊环螺钉固定在两自由度摇臂上，所述的钢丝绳、链条穿挂在改向装置上；套装在立柱上的两自由度摇臂包括悬臂、回转座、内罐箍、外罐箍、横移电机、丝杠、滑座和Ω形导轨，所述的回转座套在立柱上，且在回转座的一侧设有锁紧手轮，所述的悬臂与回转座固连，在悬臂的顶部设有加强板，在悬臂的外端设有尾支板，所述的尾支板与悬臂通过螺钉相连接；所述的横移电机安装在悬臂内，且靠近回转座；所述的丝杠位于悬臂内，其一端与横移电机通过联轴器相连接，其另一端与尾支板通过轴承相连接；所述的Ω形导轨有两根，对称固定安装在悬臂的两侧；所述的滑座套装在悬臂上，滑座与丝杠通过螺纹相连接，所述的滑座与Ω形导轨通过直线轴承相连接；所述的内罐箍与回转座固连，所述的外罐箍与内罐箍通过螺栓相连接；所述的三自由度并联刀架位于滑座的下方，且与滑座通过螺钉相连接；所述的射流雕刻装置包括高压泵站、储砂罐、过滤器、喷枪和水箱，所述的高压泵站安装在底座上，所述的储砂罐通过内罐箍、外罐箍固定在回转座上，所述的过滤器的进水口通过管路与底座的水槽相连接，过滤器的出水口通过管路与水箱相连接，所述的高压泵站的进水口通过管路与水箱相连接，高压泵站的出水口通过高压软管与喷枪相连接，所述的喷枪安装在三自由度并联刀架的底部；

所述的改向装置包括万向定滑轮、链轮座、第一链轮和第二链轮，所述的万向定滑轮位于法兰座内，且与底座通过螺钉相连接；所述的链轮座固定安装在旋转顶盖上；所述的第一链轮、第二链轮安装在链轮座上；

所述的滑座两侧设有弧形滑套，在滑座中部设有管状螺母，所述的弧形滑套通过直线轴承与Ω形导轨相连接，所述的管状螺母与两自由度摇臂中的丝杠通过螺纹相连接。

2.根据权利要求1所述的一种六自由度混联式水射流雕刻机器人，其特征在于：所述的三自由度并联刀架包括三叶固定架、第一支链、第二支链、第三支链、运动架、电动回转台和角度调节器，所述的三叶固定架通过螺钉固定在滑座的下方；所述的第一支链、第二支链、第三支链的两端并联连接在三叶固定架和运动架之间，且第一支链、第二支链、第三支链的结构完全相同；所述的电动回转台安装在运动架上，所述的喷枪固定安装在电动回转台的下方，且与电动回转台通过铰链及角度调节器相连接；

所述的角度调节器由左螺母、双头螺杆、右螺母组成，所述的左螺母安装在电动回转台的下端，且与电动回转台通过铰链相连接；所述的双头螺杆的一端与左螺母通过左旋螺纹相连接，双头螺杆的另一端与右螺母通过右旋螺纹相连接；

所述的第一支链由第一上万向节、第一电动推杆、第一下万向节组成，所述的第一电动推杆的两端分别与第一上万向节、第一下万向节固连；第二支链由第二上万向节、第二电动

推杆、第二下万向节组成，所述的第二电动推杆的两端分别与第二上万向节、第二下万向节固连；第三支链由第三上万向节、第三电动推杆、第三下万向节组成，所述的第三电动推杆的两端分别与第三上万向节、第三下万向节固连；第一上万向节、第二上万向节、第三上万向节、第一下万向节、第二下万向节、第三下万向节的十字轴的轴线保持相互平行或垂直。

六自由度混联式水射流雕刻机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种非金属制品加工设备技术领域，尤其涉及一种六自由度混联式水射流雕刻机器人。

背景技术

[0002] 亚克力制品有亚克力板、亚克力塑胶粒、亚克力灯箱、招牌、亚克力浴缸、亚克力人造大理石、亚克力树脂、乳胶漆等等产品，种类繁多。因将所有由透明塑料如PS、PC等或由劣质回收的MMA所制成的板材均统称为有机玻璃。有时为区别一般的有机玻璃，也将由高品质的纯料MMA所制成的PMMA板称为亚克力板。人们所常见到的亚克力产品系由亚克力粒料、板材或树脂等原材料经由各种不同的加工方法，并配合各种不同材质及功能的零配件加以组装而成的亚克力制品。有机玻璃产品通常可以分为浇注板、挤出板和模塑料。亚克力板是广告行业制作各种广告用材料，例如：橱窗、电话亭等的常用材料。亚克力板的硬度较高，难于加工。精确切割、雕刻等加工亚克力板等制品是提高亚克力制品质量和精度的关键。亚克力材料有很多种，进口和国产亚克力材料的差距也很大，进口的亚克力材料切割后，切缝很光滑。而有些国产亚克力材料由于含杂质太多，切割后会起泡。高速切割亚克力材料时，由于切割产生的切削热无法及时散失，熔化后的亚克力材料容易粘连在刀具上，导致切缝粗糙，加工精度差。因此，亚克力的切割一般采用低速的机器。即使采用激光切割，其速度一般也不超过3米/分。目前亚克力制品行业切割、雕刻需求量大，但缺乏有效的切割和雕刻设备。

[0003] 目前，亚克力板材的切割主要采用人工勾刀切割、激光切割机切割、CNC机床以及用木工机械中的开料的锯片机进行切割。其中，亚克力激光切割机切割，也称激光雕刻机，设备不仅仅针对亚克力加工，像广告行业的双色版，PVC版等通用；CNC机床也可以切割的，且切割的范围较广，但是成本高；木工机械只能切割规则的，带弧形的切割不了。

[0004] 为使得加工出来的成品美观且没有锋利的边缘，通常会对切割后的亚克力板边缘进行倒角处理。目前，行业内通常的做法是将切割好的亚克力板的边缘在切割机上打磨形成倒角，这个操作有一定的危险性、效率低且不易打磨出标准、美观的倒角。对亚克力板材的进一步加工的设备还有倒角机、镂铣机和修边机等，但其存在功能单一和操作复杂等缺陷。

[0005] 串联机器人具有结构简单、工作空间大等优点；并联机器人具有结构简单、刚度好、定位精度高、动态响应快等优良特性，弥补了串联机器人的不足，特别适用于高精度、大载荷且工作空间较小的场合，在机械加工、军事等领域有着广阔的应用前景。综合运用串联机器人和并联机器人的优点，设计混联式的机器人是解决同时需要满足较高加工精度和较大工作空间的加工设备的最佳方案。近年来混联机器人在各工业领域的应用已成为机器人研究领域的一个热点，其应用也日益广泛，应用领域不断扩展。

[0006] 高压水射流切割采用高压水或高压水与磨料作为切割介质对材料进行切割、雕刻加工，属于冷切割，其执行元件为高压喷枪，又称水刀。高压水射流切割、加工过程中产生的热量非常少且热量很快被水流带走，所以不会造成工件切口附近材料的粘接或氧化，也不

会使材料产生变形，也能避免了某些材料有害物质的挥发；水射流切割属于点切割，对工件的作用力小，且切边准确、切面干净光滑；高压水射流切割没有粉尘污染，切削很快会被水流带走，对于亚克力制品、玻璃钢制品、石棉制品、酚醛夹层材料以及陶瓷制品等材料的切割非常有利；高压喷枪所使用的喷嘴孔径很小，使得切口间隙很窄，不仅节约材料，也易于实现加工精度；此外，切割深度和切割力易于控制，更适合于不同亚克力制品材料的切割和雕刻加工需要。对于切割或加工深度较深或材料较硬的工件需要添加磨料进行切割或雕刻等加工作业，对于较软的材料的加工可以不使用磨料。

[0007] 综上所述，设计一种基于高压水射流切割原理的混联式多自由度雕刻机器人，可解决目前亚克力制品的加工设备领域存在的技术问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的是针对现有技术的不足，提供一种集亚克力制品材料下料、切割、雕刻、镂铣和修边等功能于一体的六自由度混联式水射流雕刻机器人。

[0009] 本发明所要解决的技术问题采用以下技术方案来实现。

[0010] 一种六自由度混联式水射流雕刻机器人，包括底座、立柱组件、升降装置、两自由度摇臂、三自由度并联刀架和射流雕刻装置。其中，在所述的底座内设有水槽，在所述的水槽内设有用于支撑工件的支撑栅板。所述的立柱组件位于底座的一侧上方，包括法兰座、立柱和旋转顶盖，所述的法兰座通过螺钉固定安装在底座上，且在法兰座底部的一侧设有U形缺口，所述的立柱与法兰座固连，所述的旋转顶盖位于立柱的顶部且与立柱通过轴承相连接，所述的旋转顶盖可绕立柱的轴线旋转。所述的两自由度摇臂安装在立柱上，且与立柱通过升降装置相连接。用于驱动两自由度摇臂升降的升降装置包括升降电机、蜗轮蜗杆减速器、卷筒、钢丝绳、链条和改向装置。其中，所述的升降电机与蜗轮蜗杆减速器安装在底座上，所述的升降电机与蜗轮蜗杆减速器通过联轴器相连接；所述的卷筒固定安装在具有自锁功能的蜗轮蜗杆减速器的输出轴上；所述的钢丝绳的一端缠绕在卷筒上，且钢丝绳的末端通过锁扣固定在卷筒上，钢丝绳的另一端与链条的一端相固连，链条的另一端通过吊环螺钉固定在两自由度摇臂上，钢丝绳、链条穿挂在改向装置上。套装在立柱上的两自由度摇臂包括悬臂、回转座、内罐箍、外罐箍、横移电机、丝杠、滑座和Ω形导轨。其中，所述的回转座套在立柱上，回转座可沿着立柱上下滑移或绕着立柱转动，在回转座的一侧设有锁紧手轮；悬臂与回转座固连，在悬臂的顶部设有加强板，在悬臂的外端设有尾支板，所述的尾支板与悬臂通过螺钉相连接；所述的横移电机安装在悬臂内，且靠近回转座，横移电机用于驱动丝杠转动，进而驱动滑座沿着Ω形导轨滑移；所述的丝杠位于悬臂内，其一端与横移电机通过联轴器相连接，其另一端与尾支板通过轴承相连接；所述的Ω形导轨有两根，对称固定安装在悬臂的两侧；所述的滑座套装在悬臂上，滑座与丝杠通过螺纹相连接，所述的滑座与Ω形导轨通过直线轴承相连接；所述的内罐箍与回转座固连，所述的外罐箍与内箍箍通过螺栓相连接。所述的三自由度并联刀架位于滑座的下方，且与滑座通过螺钉相连接。所述的射流雕刻装置包括高压泵站、储砂罐、过滤器、喷枪和水箱。其中，所述的高压泵站安装在底座上，用于为喷枪提供高压水；所述的储砂罐通过内罐箍、外罐箍固定在回转座上，将储砂罐与悬臂对称布置在回转座的两侧，可减小回转座与立柱之间的摩擦阻力以及立柱的倾覆力矩；所述的过滤器的进水口通过管路与底座的水槽相连接，过滤器的出水口通过管路与

水箱相连接，过滤器将水槽里的水过滤后输送到水箱中，以供高压泵站循环使用；所述的高压泵站的进水口通过管路与水箱相连接，高压泵站的出水口通过高压软管与喷枪相连接，作为切割或雕刻等作业执行元件的喷枪安装在三自由度并联刀架的底部。

[0011] 所述的改向装置包括万向定滑轮、链轮座、第一链轮和第二链轮。其中，所述的万向定滑轮位于法兰座内，且与底座通过螺钉相连接；所述的链轮座固定安装在旋转顶盖上；所述的第一链轮、第二链轮安装在链轮座上；链条与第一链轮、第二链轮保持啮合。

[0012] 在所述的滑座的两侧设有弧形滑套，在滑座的中部设有管状螺母，所述的弧形滑套通过直线轴承与Ω形导轨相连接，所述的管状螺母与两自由度摇臂中的丝杠通过螺纹相连接。

[0013] 所述的三自由度并联刀架包括三叶固定架、第一支链、第二支链、第三支链、运动架、电动回转台和角度调节器。其中，作为三自由度并联刀架的定平台的三叶固定架通过螺钉固定在滑座的下方；所述的第一支链、第二支链、第三支链的两端并联连接在三叶固定架和运动架之间，且第一支链、第二支链、第三支链的结构完全相同；所述的运动架作为三自由度并联刀架的动平台；所述的电动回转台安装在运动架上，所述的喷枪固定安装在电动回转台的下方，且与电动回转台通过铰链及角度调节器相连接。从机构学的角度，三自由度并联刀架中的三叶固定架、第一支链、第二支链、第三支链和运动架构成一个3-UPU结构的并联机构，再串联一个起转动副作用的电动回转台便构成一个3-UPU-R结构的混联机构。其中符号U表示万向节，符号P表示移动副，符号R表示转动副。

[0014] 所述的角度调节器由左螺母、双头螺杆、右螺母组成，用于调节喷枪相对电动回转台的角度。所述的左螺母安装在电动回转台的下端，且与电动回转台通过铰链相连接；所述的双头螺杆的一端与左螺母通过左旋螺纹相连接，双头螺杆的另一端与右螺母通过右旋螺纹相连接；所述的双头螺杆的两端均设有内六角沉孔，用于插入内六角扳手。

[0015] 所述的第一支链由第一上万向节、第一电动推杆、第一下万向节组成，所述的第一电动推杆的两端分别与第一上万向节、第一下万向节固连。第二支链由第二上万向节、第二电动推杆、第二下万向节组成，所述的第二电动推杆的两端分别与第二上万向节、第二下万向节固连。第三支链由第三上万向节、第三电动推杆、第三下万向节组成，所述的第三电动推杆的两端分别与第三上万向节、第三下万向节固连。为了使三自由度并联刀架具有一平移两转动共三个运动自由度，必须使第一支链、第二支链和第三支链中万向节的轴线具有确定尺度约束类型，即使第一上万向节、第二上万向节、第三上万向节、第一下万向节、第二下万向节、第三下万向节的十字轴的轴线保持相互平行或垂直。

[0016] 使用时，先将被加工工件安装在底座的支撑栅板上，根据被加工工件的材料硬度以及加工深度要求确定是否需要选择使用储砂罐中的磨料。采用磨料射流加工时，储砂罐中的磨料在高压泵站产生的高压水的带动下经喷枪喷出，产生的高压射流中夹带细小的磨料对工件表面进行加工。当被加工工件的材料较软或加工深度较浅时，可不添加磨料，直接采用高压水进行切割加工。加工时，高压泵站产生的高压水直接经过喷枪喷出，对工件表面进行加工。喷枪沿着垂直轴的大幅度升降，主要通过升降装置牵引两自由度摇臂沿着立柱上下运动来实现；喷枪沿着悬臂的横移，主要通过横移电机和丝杠驱动滑座沿着Ω形导轨移动实现；喷枪沿着垂直轴的小幅度升降、绕水平轴的转动等运动，主要通过三自由度并联刀架的运动架的运动实现，运动架的运动通过第一电动推杆、第二电动推杆、第三电动推杆

的协同运动实现；喷枪在电动回转台的驱动下还可以绕电动回转台的轴线的转动。为了增加喷枪的工作空间，安装喷枪的三自由度并联刀架和两自由度摇臂还可以绕立柱回转。当需要调节调节喷枪相对电动回转台的角度时，使用内六角扳手正向或反向转动双头螺杆，增大或减小左螺母、右螺母的间距，进而调节调节喷枪相对电动回转台的角度。

[0017] 本发明的有益效果是，与现有的技术相比，本发明不仅可实现对亚克力材料制品的雕刻、切割功能，还可对亚克力制品进行倒角、镂铣和修边等加工作业。由于本发明采用高压水射流对工件进行加工，在切割过程中产生的热量少且很快被水流带走，不会发生材料的粘接，也不会使材料产生变形，也能避免了某些材料有害物质的挥发；喷枪工作时对工件的作用力小，切边准确、切面干净光滑，没有粉尘污染；高压喷枪所使用的喷嘴孔径很小，使得切口间隙很窄，不仅节约材料，也易于实现加工精度；切割深度和切割力易于控制，更适合于不同亚克力制品材料的切割和雕刻加工需要。此外，本发明还具有运动自由度多、结构紧凑、工作稳定可靠、操作维护便捷、整机成本低、安全性高等优点。

附图说明

[0018] 图1为本发明的总体结构示意图；

[0019] 图2为本发明的升降装置的结构示意图；

[0020] 图3为本发明的两自由度摇臂的结构示意图；

[0021] 图4为本发明的旋转顶盖与升降装置的连接关系示意图；

[0022] 图5为本发明的三自由度并联刀架的结构示意图；

[0023] 图6为本发明的角度调节器的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明所实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解，下面结合具体实施例和图示，进一步阐述本发明。

[0025] 如图1、图2、图4和图5所示，六自由度混联式水射流雕刻机器人，包括底座1、立柱组件2、升降装置3、两自由度摇臂4、三自由度并联刀架5和射流雕刻装置6。其中，在所述的底座1内设有水槽11，在所述的水槽11内设有用于支撑工件的支撑栅板12。所述的立柱组件2位于底座1的一侧上方，包括法兰座21、立柱22和旋转顶盖23，所述的法兰座21通过螺钉固定安装在底座1上，且在法兰座21底部的一侧设有U形缺口，所述的立柱22与法兰座21固连，所述的旋转顶盖23位于立柱22的顶部且与立柱22通过轴承相连接，所述的旋转顶盖23可绕立柱22的轴线旋转。所述的两自由度摇臂4安装在立柱22上，且与立柱22通过升降装置3相连接。用于驱动两自由度摇臂4升降的升降装置3包括升降电机31、蜗轮蜗杆减速器32、卷筒33、钢丝绳34、链条35和改向装置36。其中，所述的升降电机31与蜗轮蜗杆减速器32安装在底座1上，所述的升降电机31与蜗轮蜗杆减速器32通过联轴器相连接；所述的卷筒33固定安装在蜗轮蜗杆减速器32的输出轴上；所述的钢丝绳34的一端缠绕在卷筒33上，且钢丝绳34的末端通过锁扣固定在卷筒33上，钢丝绳34的另一端与链条35的一端相固连，链条35的另一端通过吊环螺钉37固定在两自由度摇臂4上，钢丝绳34、链条35穿挂在改向装置36上。套装在立柱22上的两自由度摇臂4包括悬臂41、回转座42、内罐箍43、外罐箍44、横移电机45、丝杠46、滑座47和Ω形导轨48。其中，所述的回转座42套在立柱22上，回转座42可沿着立柱

22上下滑移或绕着立柱22转动，在回转座42的一侧设有锁紧手轮421；悬臂41与回转座42固连，在悬臂41的顶部设有加强板411，在悬臂41的外端设有尾支板412，所述的尾支板412与悬臂41通过螺钉相连接；所述的横移电机45安装在悬臂41内，且靠近回转座42，横移电机45用于驱动丝杠46转动，进而驱动滑座47沿着Ω形导轨48滑移；所述的丝杠46位于悬臂41内，其一端与横移电机45通过联轴器相连接，其另一端与尾支板412通过轴承相连接；所述的Ω形导轨48有两根，对称固定安装在悬臂41的两侧；所述的滑座47套装在悬臂41上，滑座47与丝杠46通过螺纹相连接，所述的滑座47与Ω形导轨48通过直线轴承相连接；所述的内罐箍43与回转座42固连，所述的外罐箍44与内箍箍43通过螺栓相连接。所述的三自由度并联刀架5位于滑座47的下方，且与滑座47通过螺钉相连接。所述的射流雕刻装置6包括高压泵站61、储砂罐62、过滤器63、喷枪64和水箱65。其中，所述的高压泵站61安装在底座1上，用于为喷枪64提供高压水；所述的储砂罐62通过内罐箍43、外罐箍44固定在回转座42上，将储砂罐62与悬臂41对称布置在回转座42的两侧，可减小回转座42与立柱之间的摩擦阻力以及立柱22的倾覆力矩；所述的过滤器63的进水口通过管路与底座1的水槽11相连接，过滤器63的出水口通过管路与水箱65相连接，过滤器63将水槽11里的水过滤后输送到水箱65中，以供高压泵站61循环使用；所述的高压泵站61的进水口通过管路与水箱65相连接，高压泵站61的出水口通过高压软管与喷枪64相连接，作为切割或雕刻等作业执行元件的喷枪64安装在三自由度并联刀架5的底部。

[0026] 如图1、图2和图4所示，所述的改向装置36包括万向定滑轮361、链轮座362、第一链轮363和第二链轮364。其中，所述的万向定滑轮361位于法兰座21内，且与底座1通过螺钉相连接；所述的链轮座362固定安装在旋转顶盖23上；所述的第一链轮363、第二链轮364安装在链轮座362上；链条35与第一链轮363、第二链轮364保持啮合。

[0027] 如图1和图5所示，在所述的滑座47的两侧设有弧形滑套471，在滑座47的中部设有管状螺母472，所述的弧形滑套471通过直线轴承与Ω形导轨48相连接，所述的管状螺母472与两自由度摇臂4中的丝杠通过螺纹相连接。

[0028] 如图1和图5所示，所述的三自由度并联刀架5为3-UPU-R结构的混联机构，包括三叶固定架51、第一支链52、第二支链53、第三支链54、运动架55、电动回转台56和角度调节器57。其中，作为三自由度并联刀架5的定平台的三叶固定架51通过螺钉固定在滑座47的下方；所述的第一支链52、第二支链53、第三支链54的两端并联连接在三叶固定架51和运动架55之间，且第一支链52、第二支链53、第三支链54的结构完全相同；所述的运动架55作为三自由度并联刀架5的动平台；所述的电动回转台56安装在运动架55上，所述的喷枪64固定安装在电动回转台56的下方，且与电动回转台56通过铰链及角度调节器57相连接。

[0029] 如图5和图6所示，所述的角度调节器57由左螺母571、双头螺杆572、右螺母573组成，用于调节喷枪64相对电动回转台56的角度。所述的左螺母571安装在电动回转台56的下端，且与电动回转台56通过铰链相连接；所述的双头螺杆572的一端与左螺母571通过左旋螺纹相连接，双头螺杆572的另一端与右螺母573通过右旋螺纹相连接；所述的双头螺杆572的两端均设有内六角沉孔。

[0030] 如图1和图5所示，所述的第一支链52由第一上万向节521、第一电动推杆522、第一下万向节523组成，所述的第一电动推杆522的两端分别与第一上万向节521、第一下万向节523固连。第二支链53由第二上万向节531、第二电动推杆532、第二下万向节533组成，所述

的第二电动推杆532的两端分别与第二上万向节531、第二下万向节533固连。第三支链54由第三上万向节541、第三电动推杆542、第三下万向节543组成，所述的第三电动推杆542的两端分别与第三上万向节541、第三下万向节543固连。为了使三自由度并联刀架5具有一平移两转动共三个运动自由度，必须使第一支链52、第二支链53和第三支链54中万向节的轴线具有确定尺度约束类型，即使第一上万向节521、第二上万向节531、第三上万向节541、第一下万向节523、第二下万向节533、第三下万向节543的十字轴的轴线保持相互平行或垂直。

[0031] 使用时，先将被加工工件安装在底座1的支撑栅板12上，根据被加工工件的材料硬度以及加工深度要求确定是否需要选择使用储砂罐62中的磨料。采用磨料射流加工时，储砂罐62中的磨料在高压泵站61产生的高压水的带动下经喷枪64喷出，产生的高压射流中夹带细小的磨料对工件表面进行加工。当被加工工件的材料较软或加工深度较浅时，可不添加磨料，直接采用高压水进行切割加工。加工时，高压泵站61产生的高压水直接经过喷枪64喷出，对工件表面进行加工。喷枪64沿着Z轴的大幅度升降，主要通过升降装置3牵引两自由度摇臂4沿着立柱22上下运动来实现；喷枪64沿着X轴的横移，主要通过横移电机45和丝杠46驱动滑座47沿着Ω形导轨48移动实现；喷枪64沿着Z轴的小幅度升降、绕X轴、Y轴的转动等运动，主要通过三自由度并联刀架5的运动架55的运动实现，运动架55的运动通过第一电动推杆522、第二电动推杆532、第三电动推杆542的协同运动实现；喷枪64在电动回转台56的驱动下还可以绕电动回转台56的轴线转动，实现加工姿态的调整。为了增加喷枪64的工作空间，安装喷枪64的三自由度并联刀架5和两自由度摇臂4还可以绕立柱22回转。喷枪64相对电动回转台56的角度可以通过正向或反向转动双头螺杆572，增大或减小左螺母571、右螺母573的间距实现。

[0032] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入本发明要求保护的范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

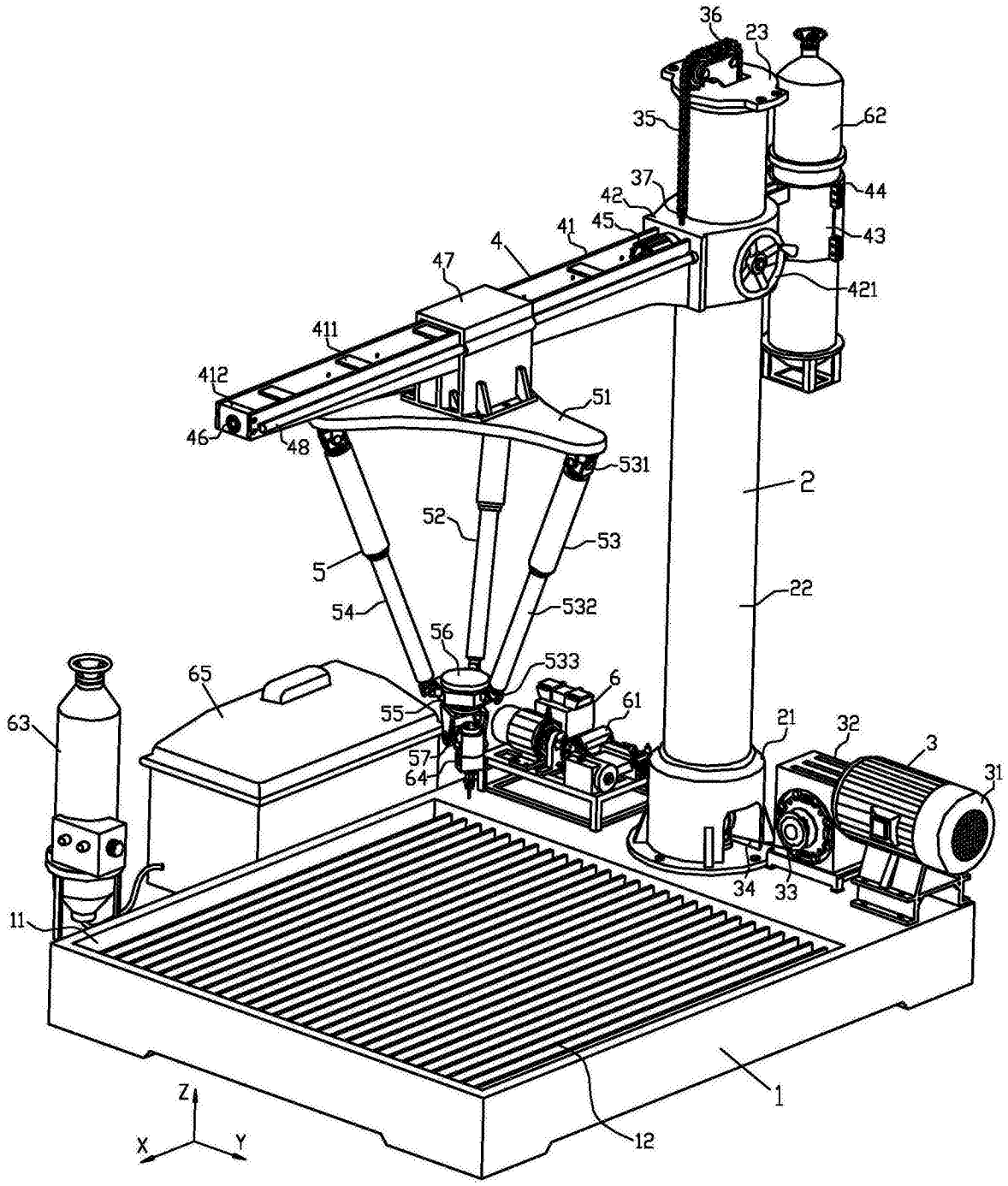

36
23
35
62
37
42
44
45
41
43
4
47
421
411
412
51
46
48
531
2
52
53
5
54
532
22
56
533
6
65
55
61
21
32
3
63
57
64
31
34
33
11
1
12
Z
X
Y

图1

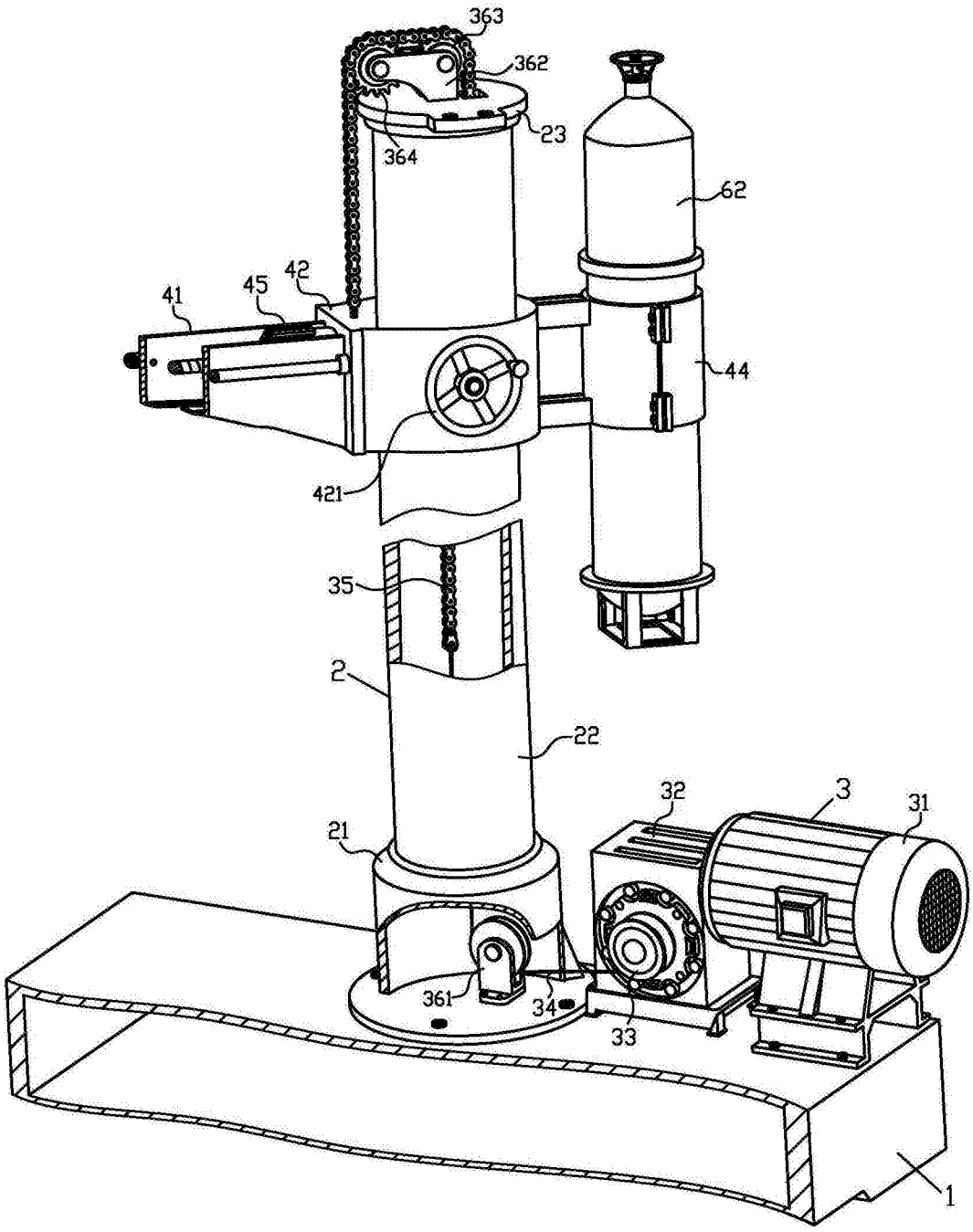


图2

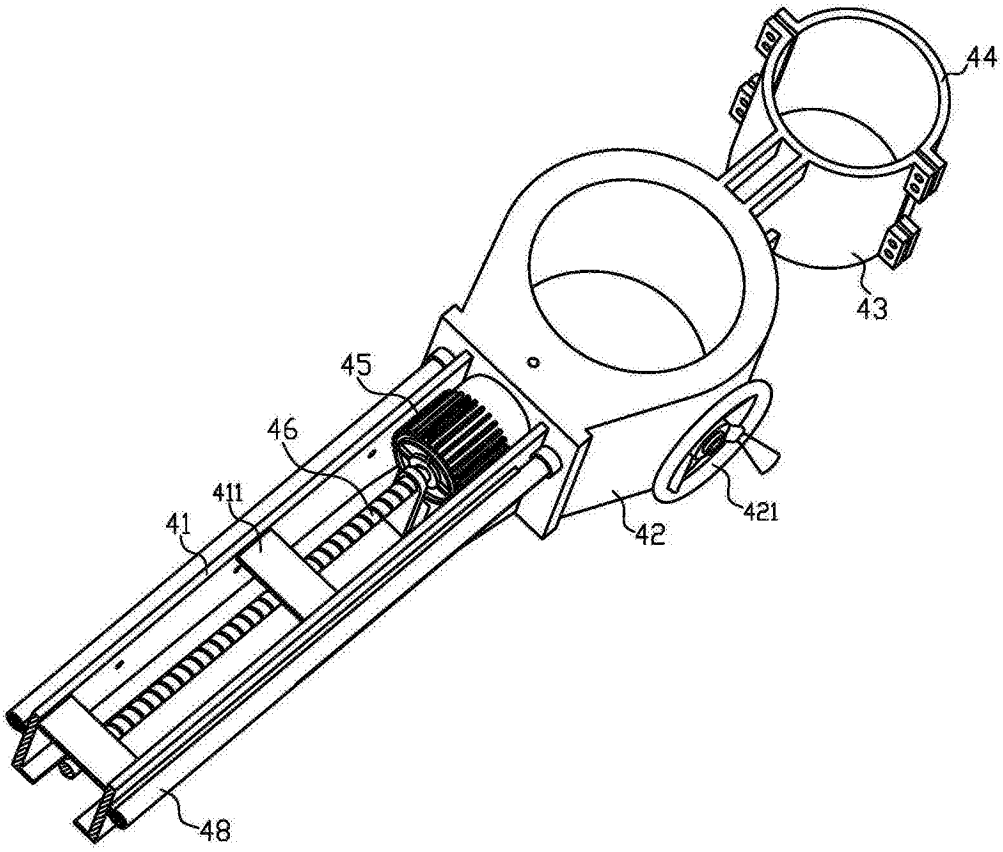


图3

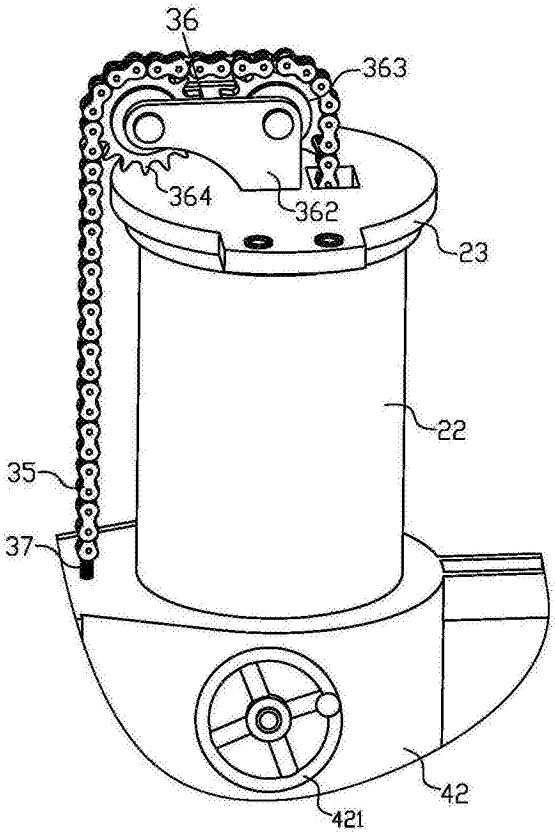


图4

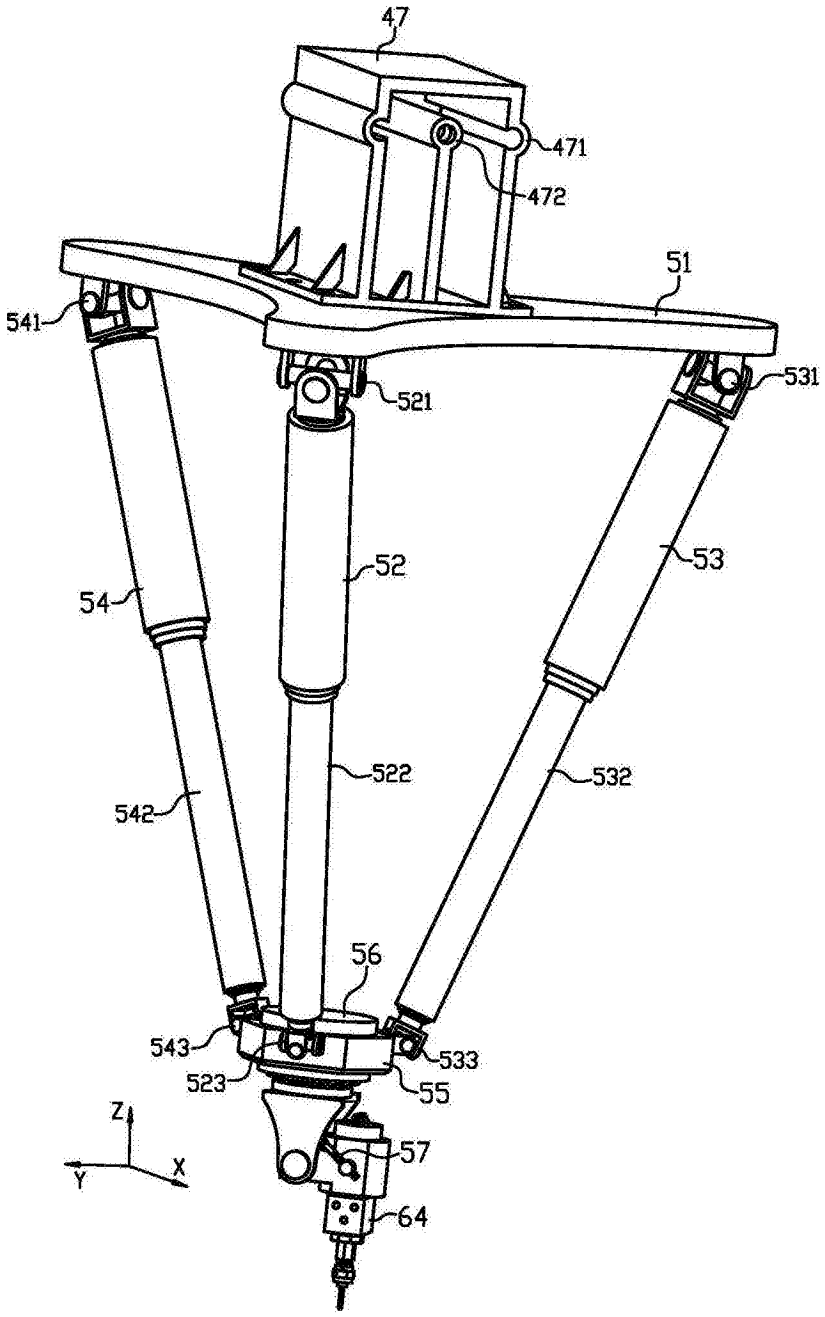

47
471
472
51
541
521
531
52
53
54
522
532
542
56
543
533
523
55
Z
Y
X
57
64

图5

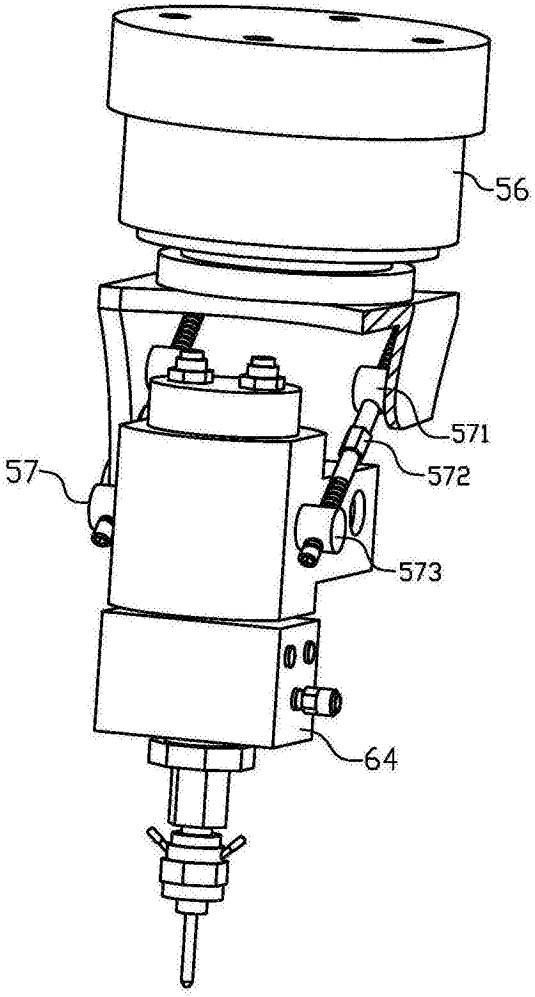


图6