

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020 年 4 月 23 日 (23.04.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/077945 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**B25J 11/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/078606
- (22) 国际申请日: 2019 年 3 月 19 日 (19.03.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201811202697.5 2018 年 10 月 16 日 (16.10.2018) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。山东中衡光电科技有限公司 (SHANDONG ZHONGHENG OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国

山东省枣庄市高新区智能制造小镇, Shandong 277800 (CN)。国家机床产品质量监督检测中心 (山东) (NATIONAL MACHINE TOOL PRODUCT QUALITY SUPERVISION & INSPECTION CENTER (SHANDONG)) [CN/CN]; 中国山东省枣庄市滕州市北辛西路 1501 号, Shandong 277500 (CN)。

- (72) 发明人: 程刚 (CHENG, Gang); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。郭锋 (GUO, Feng); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。顾伟 (GU, Wei); 中国山东省枣庄市高新区智能制造小镇, Shandong 277800 (CN)。孔一璇 (KONG, Yixuan); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。金祖进 (JIN, Zujin); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。万勇建 (WAN, Yongjian); 中国山东省枣庄市高新

(54) Title: MULTI-PARALLEL TRI-CO PROCESSING APPARATUS AND PROCESSING METHOD FOR PARTS HAVING LARGE-CURVED SURFACE

(54) 发明名称: 一种多并联共融的大曲面零件加工装备和加工方法

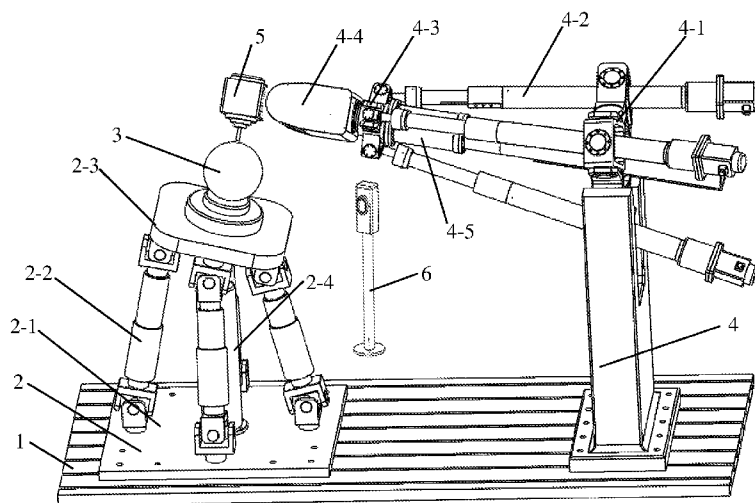


图 1

(57) Abstract: A multi-parallel tri-co processing apparatus for parts having a large-curved surface, comprising: a parallel loading device (2), a serial-parallel robotic device (4), an integrated polishing device, and a tri-co control and detection system; the parallel loading device (2) comprises a support seat (2-1), a UPU drive chain (2-2), a constrain support chain (2-4), and a rotating platform (2-3); the serial-parallel robotic device (4) comprises a support frame (4-1), a UPS drive chain (4-2), a UP constrain secondary chain (4-5), a moving platform (4-3), and a two-degree-of-freedom rotator (4-4). During operation, a blank (3) is clamped on the rotating platform (2-3), and the integrated polishing device is assembled at the terminus of the two-degree-of-freedom rotator (4-4). The tri-co control and detection system enables the parallel loading device (2) and the serial-parallel robotic device (4) to cooperate with one another, achieves active compensation for processing errors, and interaction and tri-co with human and the external environment, and allows for integrated intelligent processing from blank model building to milling and polishing for parts having a large-curved surface and parts

区智能制造小镇, Shandong 277800 (CN)。 张来宾(ZHANG, Laibin); 中国山东省枣庄市滕州市北辛西路1501号, Shandong 277500 (CN)。 王世林(WANG, Shilin); 中国江苏省徐州市铜山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

having a complex surface. The system is also stable in structure and high in precision and rigidity, and enables tri-co among multiple devices. Also disclosed is a processing method for the multi-parallel tri-co processing apparatus for parts having a large-curved surface.

(57) 摘要: 一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 包括并联承载装置(2)、混联机器人装置(4)、研抛一体化装置和共融控制检测系统, 并联承载装置(2)包括支撑底座(2-1)、UPU驱动链(2-2)、约束支撑链(2-4)和转盘平台(2-3), 混联机器人装置(4)包括支撑架(4-1)、UPS驱动链(4-2)、UP约束支链(4-5)、动平台(4-3)和二自由度旋转头(4-4)。工作时, 毛坯件(3)装夹在转盘平台(2-3)上, 研抛一体化装置装配在二自由度旋转头(4-4)末端。共融控制检测系统使得并联承载装置(2)和混联机器人装置(4)相互配合, 加工误差的主动补偿, 与人和外部环境交互共融, 实现大曲面零件或复杂曲面零件从毛坯建模、研磨到抛光的一次性智能化加工, 具有结构稳定、精度高、刚度大、多设备间协调共融的特点。还涉及一种多并联共融的大曲面零件加工装备的加工方法。

# 一种多并联共融的大曲面零件加工装备和加工方法

## 技术领域

本发明涉及一种大曲面零件加工装备和加工方法，尤其是一种多并联共融的大曲面零件加工装备和加工方法，属于精密化、智能化加工设备技术领域。

## 背景技术

为满足经济社会发展和国防建设对重大技术装备的需求，我国制定了将新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向的发展路线。在高精度、智能化加工领域，传统数控机床或者串联机械臂的常用加工方式，存在着加工精度低、加工装配笨重、加工灵活性差的问题，已越来越不能满足目前技术发展的应用需求。并联机器人具有整体结构紧凑，刚度 high，运动误差小的优点，已在很多制造装配领域的得到了很好的应用。

但是，相对于串联机器人来说，单独的并联机器人由于本身机构的限制，在工作行程和工作角度上都受到很大的限制，在大曲面零件或者复杂曲面零件加工时，其缺陷尤为明显。

因此，需要研发一种可以与作业环境、人自然交互、多机器人协同工作、自主适应复杂动态环境的职能化加工装备。

## 发明内容

为了克服现有技术的上述不足，本发明提供一种多并联共融的大曲面零件加工装备和加工方法，能够实现多加工装置的协同作业，实现加工装备与作业环境和人之间的自然交互和动态环境的自主适应，能有效提高加工装备的智能化和零件加工的效率，同时整体装备机构紧凑，具有较高的刚度和加

工精度，承载能力强，运动累积误差小，同时，智能化的共融控制检测系统大大提高了整体装备的安全性。

本发明解决其技术问题采用的技术方案是：一种多并联共融的大曲面零件加工装备，包括并联承载装置、混联机器人装置、研抛一体化装置和共融控制检测系统，并联承载装置和混联机器人装置固定安装在安装底座上；所述的并联承载装置包括支撑底座、四条UPU驱动链、转盘平台和约束支撑链，四条UPU驱动链均匀分布连接在转盘平台和支撑底座之间，UPU驱动链的两端分别通过U型副I和U型副II与支撑底座和支撑平台连接，其上端通过球铰链与动平台相连；约束支撑链分布在转盘平台和支撑底座的中心位置，其下端固定在支撑底座上，上端通过虎克铰链与转盘平台连接，毛坯件装夹在转盘平台上；所述的混联机器人装置包括支撑架、三条UPS驱动链、动平台、UP约束支链和二自由度旋转头，三条UPS驱动链均匀布置在动平台和支撑架之间，UPS驱动链的中下段通过U型副III与支撑架连接；UP约束支链分布在动平台和支撑架的中心位置，其上端与动平台固定连接，下端通过U型副IV与支撑架连接；二自由度旋转头通过转盘轴承与动平台连接，研抛一体化装置安装在二自由度旋转头末端；所述的共融控制检测系统包括交互显示器、工控机、运动控制卡、伺服驱动器、视觉处理器、通讯模块、视觉摄像机、温度传感器、三维成像扫描仪、光栅尺、姿态陀螺仪和激光跟踪仪，视觉摄像机安装在二自由度旋转头的外部，检测工作过程中的人员位置情况，同时将检测结果通过视觉处理器传递到工控机上；温度传感器安装在转盘平台上，通过通讯模块传递到工控机上，并在交互显示器上实时显示；三维成像扫描仪安装在磨抛光一体化装置的后方，进行加工前的毛坯件的扫描建模；两个

姿态陀螺仪分别安装在转盘平台和动平台上，检测工作过程中的位姿变化；在 UPU 驱动链和 UPS 驱动链上均安装有光栅尺，实时检测 UPU 驱动链和 UPS 驱动链的长度变化；激光跟踪仪布置在安装底座上，跟踪定位磨抛光一体化装置末端的空间位置；光栅尺、姿态陀螺仪以及激光跟踪仪实时检测执行部件的运动情况，并通过通信模块传递到工控机上，工控机将这些反馈信号与预定参数进行对比，同时生成加工补偿程序再次输入到运动控制卡上，动控制卡驱动伺服驱动器带动 UPS 驱动链和 UPU 驱动链的运动。

一种多并联共融的大曲面零件加工方法，首先将整个装备按照相对位置完成装配，整个装备位于初始状态，然后进行如下的具体加工步骤：

1) 先将毛坯件装夹在并联承载装置上，通过交互显示器将装备调整到人机交互模式，进入毛坯件扫描程序；此时，并联承载装置和混联机器人装置的位姿变化可以通过交互显示器进行任意调节，打开三维成像扫描仪，调整并联承载装置和混联机器人装置的位姿，将整个毛坯件的三维模型扫描建模，并将结果显示在交互显示器上；2) 根据将加工成品参数输入到工控机，系统可自动的与毛坯件的三维扫描结果对比，并形成零件的加工程序，根据温度传感器的检测结果，系统可自主根据毛坯件材料的属性对加工程序进行第一次的修正，同时将修正后的加工示意图显示在交互显示器上；3) 通过交互显示器将装备调整到加工模式开启并联承载装置和混联机器人装置，工控机根据生成的加工程序通过运动控制卡传递到伺服控制器，并联承载装置和混联机器人装置合同作业开始对毛坯件进行加工，加工的过程中，磨抛光一体化装置可以在一次定位的情况下完成零件的研磨和抛光程序；同时，在加工的过程中，光栅尺、姿态陀螺仪以及激光跟踪仪实时检测执行部件的运

动情况，并通过通信模块传递到工控机上，工控机将这些反馈信号与预定参数进行对比，同时生成加工补偿程序再次输入到运动控制卡上；在加工的过程中，当出现检测结果出现较大误差即运动失稳状态时，交互显示器会显示报警信号，并停止并联承载装置和混联机器人装置的运动，防止发生意外；同时，实时开启的视觉摄像机可在工作过程中的人员位置进行及时检测，当检测到人员位置达到设定值时，交互显示器显示警告或者报警信号，同时装置进行相应的动作；4) 加工完成后，再次通过交互显示器将装备调整到人机交互模式，通过三维成像扫描仪对零件进行检测，当出现不合格情况时，再通过上面的加工步骤 1) 至 3) 进行修正；合格后，整个装备恢复初始状态。

相比现有技术，本发明的一种多并联共融的大曲面零件加工装备和加工方法，本发明将多个并联机构作为大曲面零件加工装备的主体，具有结构紧凑，刚度大，承载能力强，运动累积误差小的优点；并联承载装置和混联机器人装置之间相互协调工作，拓宽了单个串联或者并联机构的工作空间，在工作行程和工作姿态上具有更大的灵活性。机构中设计的很多部件都采用分体式的连接方式，在保证精度的前提下，很大程度的降低了装备的制造成本。人机交互模式和加工模式的自由切换，实现了工件从毛坯件扫描建模到研磨再到抛光的一次性加工，很大程度上提高了加工效率。光栅尺、姿态陀螺仪、编码器以及激光跟踪仪的布置，使得整个加工装备运动控制形成了闭环结构，极大地提高了零件的加工精度，同时当加工装备出现运动异常或者运动失稳时，可及时的停止加工装备的动作，提高了系统的安全性。此外，整个系统考虑了人和外部环境对大曲面零件加工的作用，实现了人、机器和外部环境

的交互共融，实现了装备的智能化精密加工。该装备极大地弥补了现有加工装备和加工方法在大曲面零件或者复杂曲面零件加工过程中的不足，是未来智能制造的发展方向。

## 附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图 1 为本发明一个实施例整体装备的结构示意图。

图 2 为本发明实施例中并联承载装置的结构示意图。

图 3 为本发明实施例中混联机器人装置的结构示意图。

图 4 为本发明实施例中支撑架的结构示意图。

图 5 为本发明实施例中动平台的结构示意图。

图 6 为本发明实施例中共融控制检测系统结构的示意图。

图中：1、安装底座，2、并联承载装置，2-1、支撑底座，2-2、UPU 驱动链，2-2-1、U 型副 I，2-2-2、伺服电动缸，2-2-3、U 型副 II，2-3、转盘平台，2-3-1、支撑平台，2-3-2、旋转装置，2-3-3、夹具，2-4、约束支撑链，2-4-1、U 型副 III，2-4-2、支撑柱，3、毛坯件，4、混联机器人装置，4-1、支撑架，4-1-1、主体架，4-1-2、U 型架 I，4-1-3、伸缩杆套筒锁紧定位套，4-1-4、U 型副支撑架，4-1-5、U 型副内支撑架，4-1-6、U 型副外支撑架，4-2、UPS 驱动链，4-2-1、伺服电机，4-2-2、电机连接座，4-2-3、伸缩杆套筒，4-2-4、伸缩杆，4-2-5、球铰链，4-3、动平台，4-3-1、U 型架 II，4-3-2、动平台主体套，4-4、二自由度旋转头，4-4-1、一级转头，4-4-2、二级转头，4-4-3、转盘轴承，4-5、UP 约束支链，4-5-1、直线滑轨，4-5-2、支撑杆，4-5-3、电机支撑套，5、磨抛光一体化装置，6、激光跟踪

仪，7、温度传感器，8-1、第一姿态陀螺仪，8-2、第二姿态陀螺仪，9、视觉摄像机，10、三维成像扫描仪，11-1、第一光栅尺，11-2、第二光栅尺。

## 具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明的保护范围。

为了描述清楚，特别说明，文中，U 表示 U 型副，具有两个方向的转动自由度；P 表示移动副，具有一个方向的一定自由度；S 表示球副，具有三个方向的转动自由度。

图 1 至图 6 示出了本发明一个较佳的实施例的结构示意图，图中的一种多并联共融的大曲面零件加工装备，包括并联承载装置 2、混联机器人装置 4、磨抛光一体化装置 5 和共融控制检测系统，并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 共同固定在安装底座 1 上。并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 在工作的过程中其各自的运动姿态可以协同配合，在大曲面零件加工的过程中，单独的一个并联或者混联机器人加工装置在其工作空间内无法完成整个零件的一次性加工。而多机构的协同运动可以拓展工作过程中的加工范围，实现零件的一次性加工，减少因重复定位带来的加工误差，同时提高零件的加工效率。

如图 1 和图 2 所示，所述的并联承载装置 2 用于提供加工过程中的姿态补偿，它包括支撑底座 2-1、四条 UPU 驱动链 2-2、转盘平台 2-3 和约束支

撑链 2-4。所述的支撑底座 2-1 上铰链连接点分布半径大于转盘平台 2-3 上铰链连接点分布半径。所述的四条 UPU 驱动链 2-2 结构上完全相同，均匀布置在转盘平台 2-3 和支撑底座 2-1 之间，用于提供工作时的姿态变化，包括 U 型副 I 2-2-1、伺服电动缸 2-2-2 和 U 型副 II 2-2-3；伺服电动缸 2-2-2 也可通过由伺服电机、滚珠丝杆副组成的伺服直线模组进行代替，在工作时四个伺服电动缸 2-2-2 协同工作，通过长度的变化从而可以提供转盘平台 2-3 处于不同的角度姿态。所述的转盘平台 2-3 包括支撑平台 2-3-1、旋转装置 2-3-2 和夹具 2-3-3，伺服电动缸 2-2-2 的两端分别通过 U 型副 I 2-2-1 和 U 型副 II 2-2-3 与支撑底座 2-1 和支撑平台 2-3-1 固定连接，旋转装置 2-3-2 安装在支撑平台 2-3-1 上，夹具 2-3-3 又固定在旋转装置 2-3-2 上，在支撑平台 2-3-1 还安装有第一姿态陀螺仪 8-1 和温度传感器 7，所述的夹具 2-3-3 用于毛坯件 3 的装夹和固定，所述的旋转装置 2-3-2 可以在工作时根据不同的加工要求提供不同的旋转速度；所述的待加工零件安装在转盘平台 2-3 上，转盘平台 2-3 一方面可以用于固定待加工件，另一方面可以提供加工过程中的轴向转动。所述的约束支撑链 2-4 分布在转盘平台 2-3 和支撑底座 2-1 的中心位置，包括 U 型副 III 2-4-1 和支撑柱 2-4-2，支撑柱 2-4-2 上端通过 U 型副 III 2-4-1 与转盘平台 2-3 连接，下端固定在支撑底座 2-1 上。整个并联承载装置 2 通过螺栓固定在安装底座 1 上，工作时可以实现两个方向上的独立转动自由度。其中的 U 型副 I 2-2-1 和 U 型副 II 2-2-3 均为虎克铰链，还可以通过球铰链进行代替，同时为了改进球铰链转角的限制，可在其上端连接一倾斜楔块，楔块的角度范围是  $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，再与转盘平台 2-3 进行连接。

如图 3 至图 5 所示，本实施例中的混联机器人装置 4 包括支撑架 4-1、

三条 UPS 驱动链 4-2、动平台 4-3、二自由度旋转头 4-4 和 UP 约束支链 4-5。

所述的支撑架 4-1 采用分体式连接的结构，支撑架 4-1 包括主体架 4-1-1 和 U 型架 I，三个 U 型架 I 均匀布置在主体架 4-1-1 四周并固定在上面，主体架 4-1-1 开有中间孔。所述的三条 UPS 驱动链 4-2 结构上完全相同，均匀布置在动平台 4-3 和支撑架 4-1 之间，本发明混联机器人装置 4 采用卧式的布置方式，在其支撑架 4-1 上端布置三条 UPS 驱动链 4-2，下端布置一条 UPS 驱动链 4-2，从而使得机器人可以得到更大的加工空间；每个 UPS 驱动链 4-2 包括依次连接的伺服电机 4-2-1、电机连接座 4-2-2、伸缩杆套筒 4-2-3、伸缩杆 4-2-4 和球铰链 4-2-5，第二光栅尺 11-2 的标尺光栅安装在伸缩杆 4-2-4 的上端，光栅读数头安装在伸缩杆套筒 4-2-3 上，伸缩杆套筒 4-2-3 安装在 U 型副 III 2-4-1 的伸缩杆套筒锁紧定位套 4-1-3 内，UPS 驱动链 4-2 的上端通过球铰链 4-2-5 与动平台 4-3 相连；工作时，三条 UPS 驱动链 4-2 同时驱动，用于提供动平台 4-3 的位姿变化工作过程中，根据支链的不同伸缩长度可以实现动平台 4-3 不可控的空间六自由度运动。

所述的动平台 4-3 采用分体式连接的结构，动平台 4-3 包括 U 型架 II 和动平台主体套 4-3-2，三个 U 型架 II 均匀布置在动平台主体套 4-3-2 外周且相连接，动平台主体套 4-3-2 中部具有安装孔。所述的二自由度旋转头 4-4 包括一级转头 4-4-1 和二级转头 4-4-2，一级转头 4-4-1 和二级转头 4-4-2 都连接伺服驱动电机，二自由度旋转头 4-4 的运动通过两个驱动伺服电机加加速器的形式进行驱动，二级转头 4-4-2 铰接在一级转头 4-4-1 的上端开口处，研抛一体化装置安装在二级转头 4-4-2 上，一级转头 4-4-1 通过转盘轴承 4-4-3 与动平台主体套 4-3-2 连接，视觉摄像机 9 安装在一级转头 4-4-1

的上下两端；一级转头 4-4-1 的伺服驱动电机固定在动平台 4-3 下端的电机支撑套 4-5-3 内部，通过传动轴直接带动整个二自由度旋转头 4-4Z 方向上的转动，二级转头 4-4-2 的驱动伺服电机安装在一级转头 4-4-1 的内部，通过同步带传动带动二级转头 4-4-2 的转动，还在一级转头 4-4-1 和二级转头 4-4-2 的驱动伺服电机后端均配有减速器，伺服驱动电机输出端均安装有编码器。

所述的 UP 约束支链 4-5 包括一对直线滑轨 4-5-1、支撑杆 4-5-2 和电机支撑套 4-5-3，一对直线滑轨 4-5-1 以成 180 度布置后的方式组合在一起，支撑杆 4-5-2 两端分别连接直线滑轨 4-5-1 和电机支撑套 4-5-3，电机支撑套 4-5-3 的上端安装在动平台主体套 4-3-2 的安装孔内，直线滑轨 4-5-1 安装在 U 型副IV的 U 型副内支撑架 4-1-5 内；工作过程中，UP 约束支链 4-5 可以约束动平台 4-3 两个移动自由度和一个转动自由度，从而整体并联机构可以实现两个转动一个移动的可控空间三自由度运动。UPS 驱动链 4-2 中下段的 U 型副III2-4-1 为虎克铰链或者球铰链，伸缩杆套筒锁紧定位套 4-1-3 通过一对角接触球轴连接到 U 型副支撑架 4-1-4 上，U 型副支撑架 4-1-4 通过一对角接触球轴承连接到 U 型架 I 上，两对角接触球轴承呈十字交叉布置；UP 约束支链 4-5 下端的 U 型副IV包括 U 型副内支撑架 4-1-5 和 U 型副外支撑架 4-1-6，U 型副内支撑架 4-1-5 通过一对角接触球轴承连接在 U 型副外支撑架 4-1-6 上，U 型副外支撑架 4-1-6 上再通过一对角接触球轴承连接到主体架 4-1-1 上，两对角接触球轴承呈十字交叉方式布置；其中，通过十字交叉的两对角接触球轴承来实现的方式还可以采用万向节的连接形式实现 UP 约束支链 4-5 两个方向的转动运动。

所述的球铰链 4-2-5 通过三对角接触球轴承实现三个方向的转动自由度。U 型副 III2-4-1 和 U 型副 IV 可以由万向节代替。整个混联机器人装置 4 通过螺栓固定在安装底座 1 上，并可以实现末端空间五自由度的无约束运动，即通过二自由度旋转头 4-4 和三自由度并联机构相组合的混联机器人装置可以实现空间五自由度的运动，从而可以提供磨抛一体化装置在工作空间中的任意位姿，达到大曲面或者复杂曲面零件的灵活加工。

如图 3 所示，所述的磨抛光一体化装置 5 包括由不同型号的磨头与抛光头组成的刀具库、刀具加载系统，所述的刀具库用于不同零件的磨削加工和表面抛光，所述的刀具加载系统用于提供加工过程中的加载力。所述的研抛一体化装置 5 安装在二级转头 4-4-2 上，其加工位姿通过混联机器人装置 4 的位姿变化来实现，可以在工作空间中任意位置的变换，具有结构紧凑，灵活性高的优点。在加工的过程中，研抛一体化装置 5，可以自动的转换刀具，实现零件的研磨和抛光程序。并且，在加工的过程中，所述的混联机器人装置 4 的动力系统是独立的，可根据加工需求灵活的变化。

如图 1 至图 6 所示，所述的共融控制检测系统包括交互显示器、工控机、运动控制卡、伺服驱动器、视觉处理器、通讯模块、视觉摄像机 9、温度传感器 7、三维成像扫描仪 10、光栅尺、姿态陀螺仪 8 和激光跟踪仪 6。所述的三维成像扫描仪 10 安装在二级转头 4-4-2 末端，且与磨抛光一体化装置 5 成相反方向布置，并通过通信模块与工控机相连接，用于加工前的毛坯件 3 的扫描建模。所述的姿态陀螺仪安装在支撑平台 2-3-1 和动平台 4-3 上（安装在支撑平台 2-3-1 上的叫做第一姿态陀螺仪 8-1，安装在动平台 4-3 上的则叫做第二姿态陀螺仪 8-2，二者统称姿态陀螺仪），用于检测工作过程中的

位姿变化，并将检测结果实时反馈到工控机上，同时结果会在交互显示器上实时显示。所述的温度传感器 7 安装在支撑平台 2-3-1 上，通过通信模块与工控机相连接，用于检测工作时的外界环境温度，并通过通讯模块传递到工控机上，并在交互显示器上实时显示；温度传感器 7 可以实时检测工作环境温度的变化，为了使得同一零件在不同外界环境温度加工时得到相同的尺寸，整个机器人系统可以将不同环境温度工作下的加工误差实时记录，并在后期加工过程中不断学习，自主根据环境温度的变化对零件的加工误差进行补偿。在 UPU 驱动链 2-2 和 UPS 驱动链 4-2 上均安装有光栅尺（安装在 UPU 驱动链的称作第一光栅尺 11-1，UPS 驱动链上的称为第二光栅尺 11-2，统称光栅尺），可以选为直线位移型光栅尺，用于实时检测 UPU 驱动链 2-2 和 UPS 驱动链 4-2 的长度变化，其实安装在 UPS 驱动链 4-2 上的第二光栅尺 11-2，其标尺光栅安装在伸缩杆 4-2-4 的上端，光栅读数头安装在伸缩杆套筒 4-2-3 上。所述的激光跟踪仪 6 布置在安装底座 1 上，用于跟踪定位磨抛光一体化装置 5 末端的空间位置。所述的工控机连接有交互显示器可以实时显示零件加工进程、各传感器和设备信号信息，工控机通过运动控制卡驱动伺服驱动器带动伺服电机 4-2-1 的运动。光栅尺、姿态陀螺仪、编码器以及激光跟踪仪 6 可以将检测信息实时传输到工控机上，并在交互显示器上实时显示，工控机根据反馈的检测信号通过运动控制卡控制伺服电机 4-2-1 的动作，进一步的，运动控制卡可采用 IMAC 系列运动控制卡，且控制卡的类型应至少是十轴的；一方面可以实现装备在加工过程中的实时检测，并根据检测结果对运动误差进行补偿，使得整个系统实现了闭环控制，很大程度上提高了镜面加工精度；另一方面，当加工装备出现运动异常或者失稳状态时，可以及时停止整个加

工装备的动作，提高系统的安全性。所述的视觉摄像机 9 安装在一级转头 4-4-1 的上下两端，用于检测工作过程中的人员位置情况，同时将检测结果通过视觉处理器传递到工控机上；视觉摄像机 9 可以在工作过程中全方位地检测人员的位置，并将其信号通过视觉处理器传递到工控机上。其工作模式具有两种方式，一种是在零件加工的过程中当检测人员位置进入机器人极限工作范围 2.5 倍时，交互显示器显示警告信号，另一种为当检测到人员位置进入 2 倍极限工作范围时，整个装备系统开始做减速运动，交互显示器显示报警信号，当检测到人员位置进入 1.5 倍极限工作范围时，整个装备系统停机，交互显示器持续显示报警信号，整个装备考虑了人员误入情况下的预警，提高了装备的安全性，防止加工过程中出现人员伤亡的情况。在进行毛坯件 3 通过三维成像扫描仪 10 进行模型生成时，需要人与整个装配之间进行协同工作，人可以通过交互显示器不断的调整并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 的位置姿态，从而完成整个毛坯件 3 的扫描，并将结果实时显示在交互显示器知道扫描结束。当进行加工作业时，检测到人员位置进入机器人极限工作范围 2.5 倍时，交互显示器显示警告信号；当检测到人员位置进入 2 倍极限工作范围时，整个装备系统开始做减速运动，交互显示器显示报警信号，当检测到人员位置进入 1.5 倍极限工作范围时，整个装备系统停机，交互显示器持续显示报警信号。

整个装备按照图 1 所示的位置装配完成后，整个装配位于初始状态。当进行大曲面零件或者复杂曲面零件加工时，其加工步骤和加工方法如下所述：

- 1、先将毛坯件 3 装夹在并联承载装置 2 上，通过交互显示器将装备调整到人机交互模式，进入毛坯件 3 扫描程序。此时，并联承载装置 2 和混联

机器人装置 4 的位姿变化可以通过交互显示器进行任意调节，打开三维成像扫描仪 10，调整并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 的位姿，将整个毛坯件 3 的三维模型扫描建模，并将结果显示在交互显示器上。

2、根据将加工成品参数输入到工控机，系统可自动的与毛坯件 3 的三维扫描结果对比，并形成零件的加工程序，根据温度传感器 7 的检测结果，系统可自主根据毛坯件 3 材料的属性对加工程序进行第一次的修正，同时将修正后的加工示意图显示在交互显示器上。

3、开启并联承载装置 2 和混联机器人装置 4，工控机可以根据生成的加工程序通过运动控制卡传递到伺服控制器，两装置合同作业开始对毛坯件 3 进行加工，加工的过程中，磨抛光一体化装置 5 可以在一次定位的情况下完成零件的研磨和抛光程序。同时，在加工的过程中，光栅尺、姿态陀螺仪以及激光跟踪仪 6 可以实时检测执行部件的运动情况，并通过通信模块传递到工控机上，工控机可以将这些反馈信号与预定参数进行对比，同时生成加工补偿程序再次输入到运动控制卡上。通过这样的闭环控制依次完成零件的研磨以及抛光程序。在加工的过程中，当出现检测结果出现较大误差即运动失稳状态时，交互显示器会显示报警信号，并停止并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 的运动，防止发生意外。同时，实时开启的视觉摄像机 9 可在工作过程中的人员位置进行及时检测，当检测到人员位置达到设定值时，交互显示器显示警告或者报警信号，同时装置进行相应的动作。

4、加工完成后，再次通过交互显示器将装备调整到人机交互模式，通过三维成像扫描仪 10 对零件进行检测，当出现不合格情况时，在通过上面的加工步骤 1 至 3 进行修正。合格后，整个装备恢复初始状态。

工作时，毛坯件 3 装夹在转盘平台 2-3 上，研抛一体化装置装配在二自由度旋转头 4-4 末端，共融控制检测系统使得并联承载装置 2 和混联机器人装置 4 相互配合，加工误差的主动补偿，并且可与人和外部环境交互共融，从而可以实现大曲面零件或复杂曲面零件从毛坯建模、研磨到抛光的一次性智能化加工。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明做任何形式上的限制，凡是依据本发明的技术实质，对以上实施例所做出任何简单修改和同等变化，均落入本发明的保护范围之内。

## 权 利 要 求 书

1. 一种多并联共融的大曲面零件加工装备，其特征是：包括并联承载装置（2）、混联机器人装置（4）、研抛一体化装置和共融控制检测系统，并联承载装置（2）和混联机器人装置（4）固定安装在安装底座（1）上；

所述的并联承载装置（2）包括支撑底座（2-1）、四条 UPU 驱动链（2-2）、转盘平台（2-3）和约束支撑链（2-4），四条 UPU 驱动链（2-2）均匀分布连接在转盘平台（2-3）和支撑底座（2-1）之间，UPU 驱动链（2-2）的两端分别通过 U 型副 I（2-2-1）和 U 型副 II（2-2-3）与支撑底座（2-1）和支撑平台（2-3-1）连接，其上端通过球铰链（4-2-5）与动平台（4-3）相连；约束支撑链（2-4）分布在转盘平台（2-3）和支撑底座（2-1）的中心位置，其下端固定在支撑底座（2-1）上，上端通过虎克铰链与转盘平台（2-3）连接，毛坯件（3）装夹在转盘平台（2-3）上；

所述的混联机器人装置（4）包括支撑架（4-1）、三条 UPS 驱动链（4-2）、动平台（4-3）、UP 约束支链（4-5）和二自由度旋转头，三条 UPS 驱动链（4-2）均匀布置在动平台（4-3）和支撑架（4-1）之间，UPS 驱动链（4-2）的中下段通过 U 型副 III（2-4-1）与支撑架（4-1）连接；UP 约束支链（4-5）分布在动平台（4-3）和支撑架（4-1）的中心位置，其上端与动平台（4-3）固定连接，下端通过 U 型副 IV 与支撑架（4-1）连接；二自由度旋转头（4-4）通过转盘轴承（4-4-3）与动平台（4-3）连接，研抛一体化装置安装在二自由度转头（4-4）上；

所述的共融控制检测系统包括交互显示器、工控机、运动控制卡、伺服驱动器、视觉处理器、通讯模块、视觉摄像机（9）、温度传感器（7）、三维成像扫描仪（10）、光栅尺、姿态陀螺仪和激光跟踪仪（6），视觉摄像机（9）

安装在二自由度旋转头（4-4）的外部，检测工作过程中的人员位置情况，同时将检测结果通过视觉处理器传递到工控机上；温度传感器（7）安装在转盘平台（2-3）上，其温度信息通过通讯模块传递到工控机上，并在交互显示器上实时显示；三维成像扫描仪（10）安装在磨抛光一体化装置（5）的后方，进行加工前的毛坯件（3）的扫描建模；两个姿态陀螺仪分别安装在转盘平台（2-3）和动平台（4-3）上，检测工作过程中的位姿变化；在UPU驱动链（2-2）和UPS驱动链（4-2）上均安装有光栅尺，实时检测UPU驱动链（2-2）和UPS驱动链（4-2）的长度变化；激光跟踪仪（6）布置在安装底座（1）上，跟踪定位磨抛光一体化装置（5）末端的空间位置；光栅尺、姿态陀螺仪以及激光跟踪仪（6）实时检测执行部件的运动情况，并通过通信模块传递到工控机上，工控机将这些反馈信号与预定参数进行对比，同时生成加工补偿程序再次输入到运动控制卡上，运动控制卡驱动伺服驱动器带动UPS驱动链（4-2）和UPU驱动链（2-2）的运动。

2. 根据权利要求1所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备，其特征是：所述的UPU驱动链（2-2）包括U型副I（2-2-1）、伺服电动缸（2-2-2）和U型副II（2-2-3），所述的转盘平台（2-3）包括支撑平台（2-3-1）、旋转装置（2-3-2）和夹具（2-3-3），伺服电动缸（2-2-2）的两端分别通过U型副I（2-2-1）和U型副II（2-2-3）与支撑底座（2-1）和支撑平台（2-3-1）固定连接，旋转装置（2-3-2）安装在支撑平台（2-3-1）上，夹具（2-3-3）又固定在旋转装置（2-3-2）上，毛坯件（3）由夹具（2-3-3）装夹和固定，在支撑平台（2-3-1）安装有第一姿态陀螺仪（8-1）和温度传感器（7）；所述的约束支撑链（2-4）包括U型副III（2-4-1）和支撑柱（2-4-2），支撑柱

(2-4-2) 下端固定在支撑底座 (2-1) 上, 其上端通过 U 型副 III (2-4-1) 连接在支撑平台 (2-3-1) 下部。

3. 根据权利要求 2 所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 其特征是: 所述的伺服电动缸 (2-2-2) 由滚珠丝杠副代替。

4. 根据权利要求 2 所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 其特征是: 所述的 U 型副 I (2-2-1) 和 U 型副 II (2-2-3) 均为虎克铰链或者球铰链。

5. 根据权利要求 2 所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 其特征是: 所述支撑底座 (2-1) 上的铰链连接点的分布半径稍大于转盘平台 (2-3) 的铰链连接点的分布半径。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 其特征是: 所述的支撑架 (4-1) 包括主体架 (4-1-1) 和 U 型架 I, 三个 U 型架 I 均匀布置在主体架 (4-1-1) 四周并固定在上面, 主体架 (4-1-1) 开有中间孔; UPS 驱动链 (4-2) 中下段的 U 型副 III (2-4-1) 为虎克铰链或者球铰链连接形式; 伸缩杆套筒锁紧定位套 (4-1-3) 通过一对角接触球轴连接到 U 型副支撑架 (4-1-4) 上, U 型副支撑架 (4-1-4) 通过一对角接触球轴承连接到 U 型架 I 上, 两对角接触球轴承呈十字交叉布置; UP 约束支链 (4-5) 下端的 U 型副 IV 包括 U 型副内支撑架 (4-1-5) 和 U 型副外支撑架 (4-1-6), U 型副内支撑架 (4-1-5) 通过一对角接触球轴承连接在 U 型副外支撑架 (4-1-6) 上, U 型副外支撑架 (4-1-6) 上再通过一对角接触球轴承连接到主体架 (4-1-1) 上, 两对角接触球轴承呈十字交叉方式布置; 所述的 UPS 驱动链 (4-2) 包括依次连接的伺服电机 (4-2-1)、电机连接座 (4-2-2)、

伸缩杆套筒(4-2-3)、伸缩杆(4-2-4)和球铰链(4-2-5),第二光栅尺(11-2)的标尺光栅安装在伸缩杆(4-2-4)的上端,光栅读数头安装在伸缩杆套筒(4-2-3)上,伸缩杆套筒(4-2-3)安装在U型副III(2-4-1)的伸缩杆套筒锁紧定位套(4-1-3)内;所述的动平台(4-3)包括U型架II和动平台主体套(4-3-2),三个U型架II均匀布置在动平台主体套外周且相连接,动平台主体套(4-3-2)中部具有安装孔;所述的二自由度旋转头(4-4)包括一级转头(4-4-1)和二级转头(4-4-2),一级转头(4-4-1)和二级转头(4-4-2)都连接伺服驱动电机,二级转头(4-4-2)铰接在一级转头(4-4-1)的上端开口处,研抛一体化装置安装在二级转头(4-4-2)上,一级转头(4-4-1)通过转盘轴承(4-4-3)与动平台主体套(4-3-2)连接,视觉摄像机(9)安装在一级转头(4-4-1)的上下两端;所述的UP约束支链(4-5)包括一对直线滑轨(4-5-1)、支撑杆(4-5-2)和电机支撑套(4-5-3),一对直线滑轨(4-5-1)以成180度布置后的方式组合在一起,支撑杆(4-5-2)两端分别连接直线滑轨(4-5-1)和电机支撑套(4-5-3),电机支撑套(4-5-3)的上端安装在动平台主体套(4-3-2)的安装孔内,直线滑轨(4-5-1)安装在U型副IV的U型副内支撑架(4-1-5)内。

7. 根据权利要求6所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备,其特征是:所述的球铰链(4-2-5)通过三对角接触球轴承实现三个方向的转动自由度。

8. 根据权利要求6所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备,其特征是:所述呈十字交叉方式布置的两对角接触球轴承由万向节的连接形式代替。

9. 根据权利要求 6 所述的一种多并联共融的大曲面零件加工装备, 其特征是: 一级转头(4-4-1)的伺服驱动电机固定在动平台(4-3)下端的电机支撑套(4-5-3)内部, 二级转头(4-4-2)的驱动伺服电机安装在一级转头(4-4-1)的内部, 并通过同步带传动带动二级转头(4-4-2)的旋转运动, 还在一级转头(4-4-1)和二级转头(4-4-2)的驱动伺服电机后端均配有减速器, 伺服驱动电机的输出端均安装有编码器。

10. 一种基于权利要求 1 至 9 任一项所述多并联共融的大曲面零件加工装备的加工方法, 首先将整个装备按照相对位置完成装配, 整个装备位于初始状态, 其特征是: 然后进行的具体加工步骤如下:

1) 先将毛坯件(3)装夹在并联承载装置(2)上, 通过交互显示器将装备调整到人机交互模式, 进入毛坯件(3)扫描程序; 此时, 并联承载装置(2)和混联机器人装置(4)的位姿变化可以通过交互显示器进行任意调节, 打开三维成像扫描仪(10), 调整并联承载装置(2)和混联机器人装置(4)的位姿, 将整个毛坯件(3)的三维模型扫描建模, 并将结果显示在交互显示器上;

2) 根据将加工成品参数输入到工控机, 系统可自动的与毛坯件(3)的三维扫描结果对比, 并形成零件的加工程序, 根据温度传感器(7)的检测结果, 系统可自主根据毛坯件(3)材料的属性对加工程序进行第一次的修正, 同时将修正后的加工示意图显示在交互显示器上;

3) 通过交互显示器将装备调整到加工模式, 开启并联承载装置(2)和混联机器人装置(4), 工控机根据生成的加工程序通过运动控制卡传递到伺服控制器, 并联承载装置(2)和混联机器人装置(4)协同作业开始对毛坯

件（3）进行加工，加工的过程中，磨抛光一体化装置（5）可以在一次定位的情况下完成零件的研磨和抛光程序；同时，在加工的过程中，光栅尺、姿态陀螺仪以及激光跟踪仪（6）实时检测执行部件的运动情况，并通过通信模块传递到工控机上，工控机将这些反馈信号与预定参数进行对比，同时生成加工补偿程序再次输入到运动控制卡上；在加工的过程中，当出现检测结果出现较大误差即运动失稳状态时，交互显示器会显示报警信号，并停止并联承载装置（2）和混联机器人装置（4）的运动，防止发生意外；同时，实时开启的视觉摄像机（9）可在工作过程中的人员位置进行及时检测，当检测到人员位置达到设定值时，交互显示器显示警告或者报警信号，同时装置进行相应的动作；

4）加工完成后，再次通过交互显示器将装备调整到人机交互模式，通过三维成像扫描仪（10）对零件进行检测，当出现不合格情况时，再通过上面的加工步骤 1）至 3）进行局部位置修正；合格后，整个装备恢复初始状态。

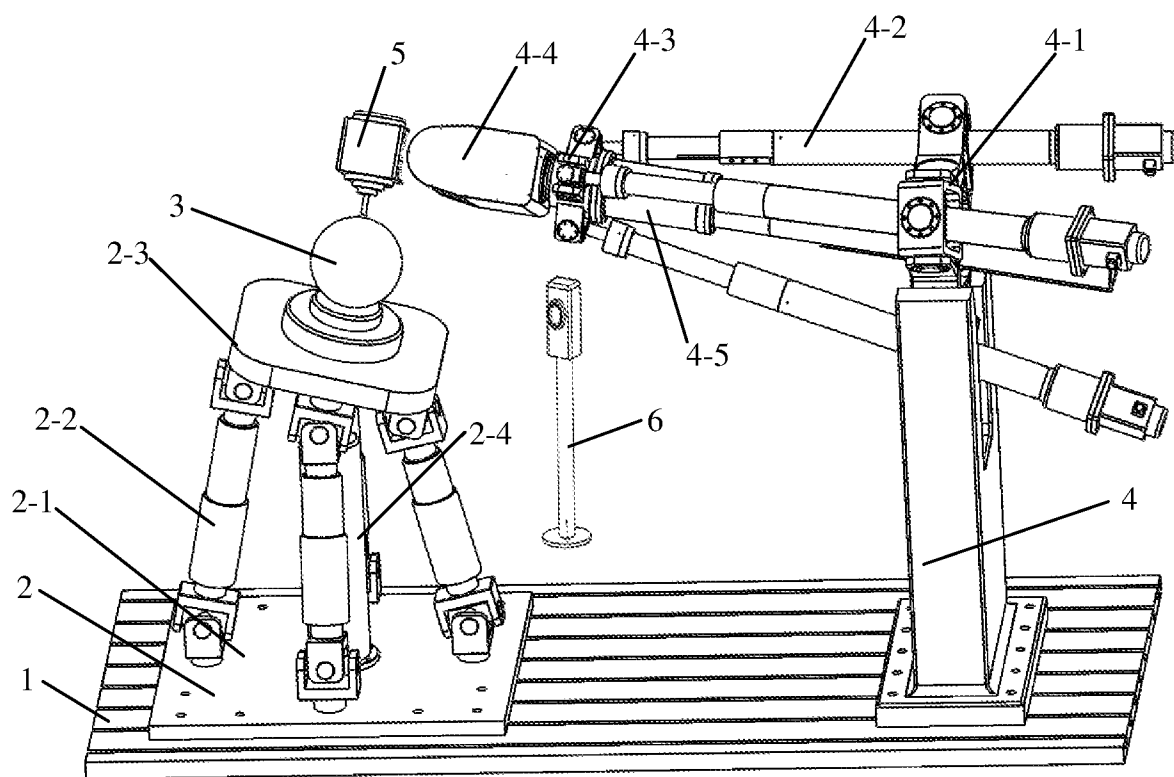


图 1

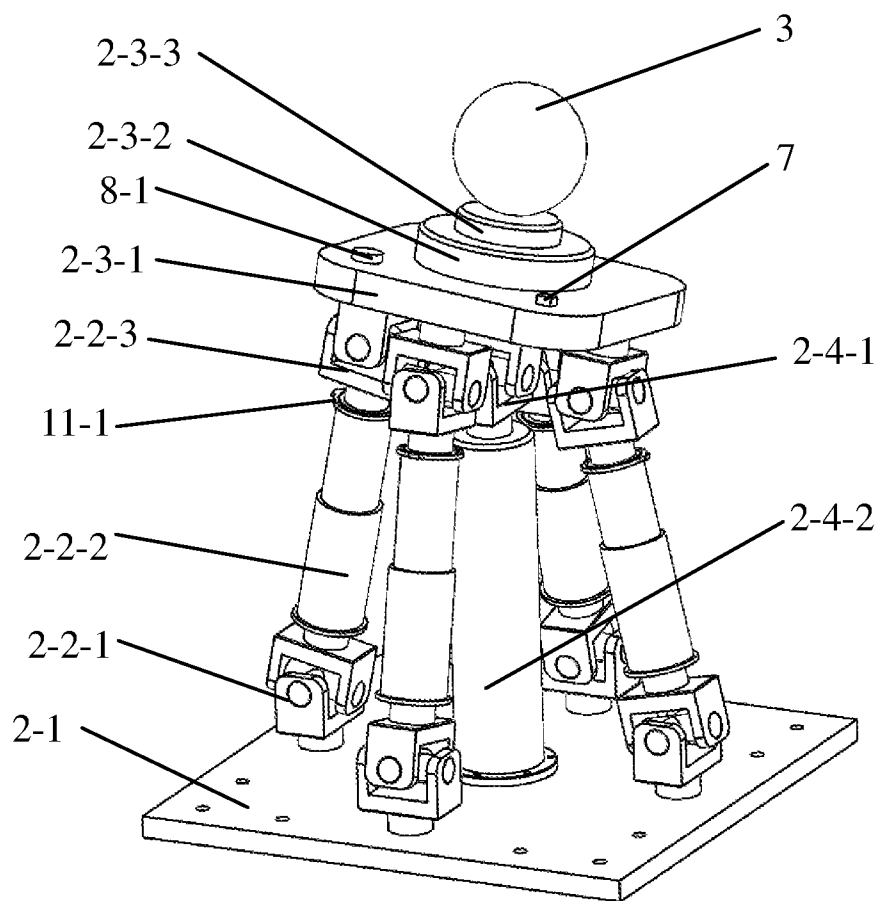


图 2

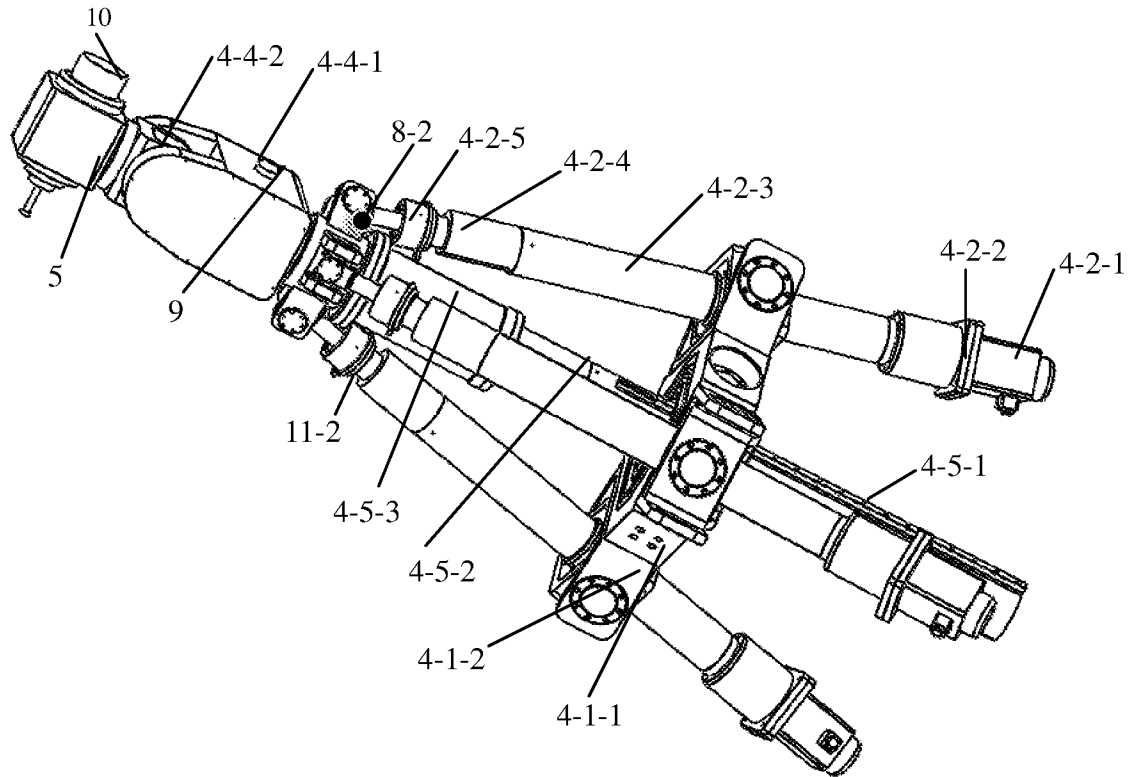


图 3

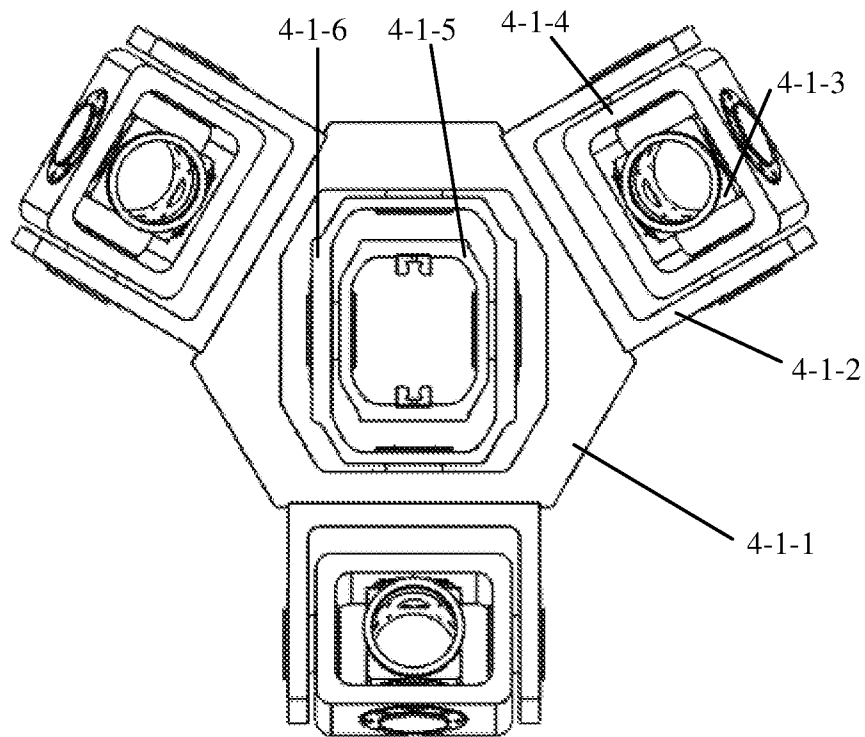


图 4

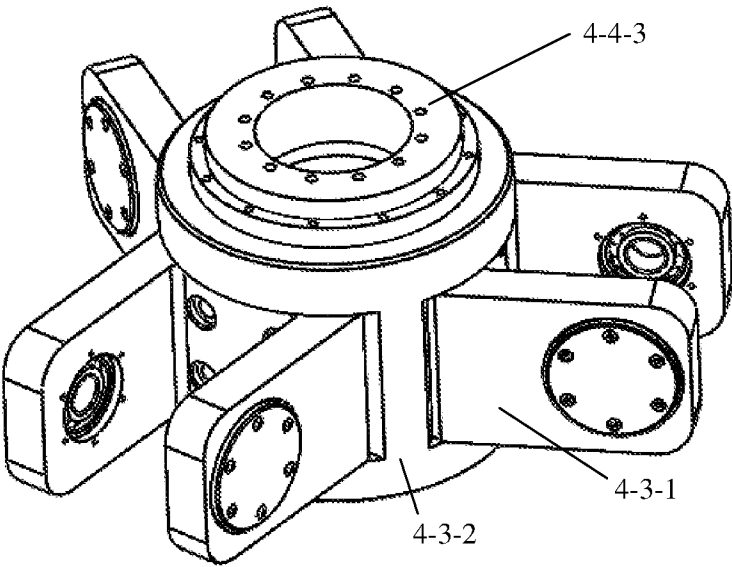


图 5

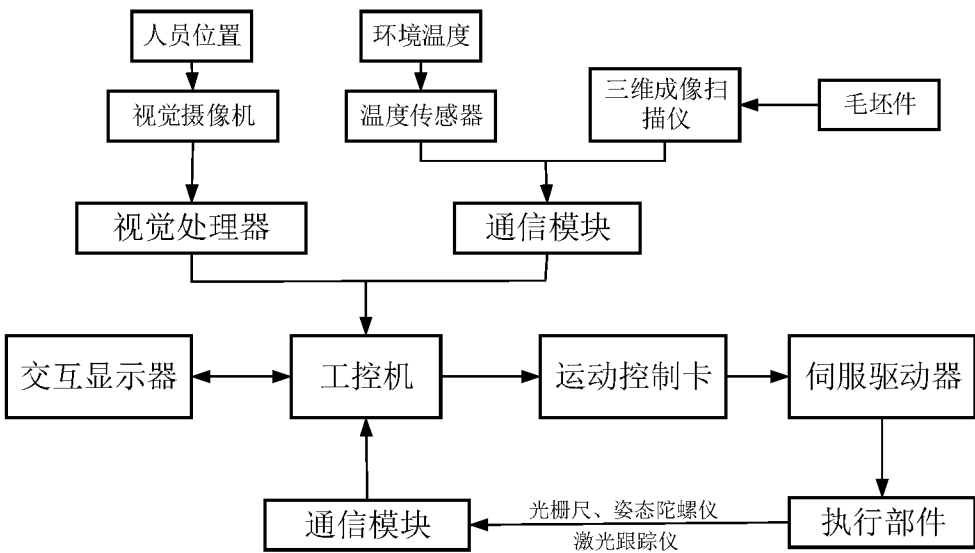


图 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/078606

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B25J 11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

SIPOABS; CNABS; CNKI: 并联, 共融, 混联, 研磨, 抛光, 球, 铰链, 万向, 视觉, 成像, 摄像头, 图像, 陀螺仪, parallel, series, grind, polish, ball, joint, hinge, universal, vision, camera, image, gyro

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 109333547 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 15 February 2019 (2019-02-15)<br>claims 1-10                          | 1-10                  |
| A         | CN 107791236 A (SHANGHAI LYNOC CNC TECHNOLOGY INC.) 13 March 2018 (2018-03-13)<br>description, paragraphs 27-47, and figures 1-2 | 1-10                  |
| A         | CN 107378594 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 24 November 2017 (2017-11-24)<br>entire document                                            | 1-10                  |
| A         | WO 2005118217 A1 (SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS ET AL.) 15 December 2005 (2005-12-15)<br>entire document                        | 1-10                  |
| A         | EP 1145806 A2 (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE) 17 October 2001 (2001-10-17)<br>entire document                                     | 1-10                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 July 2019

Date of mailing of the international search report

19 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration**  
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing**  
**100088**  
**China**

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/078606**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |            |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 109333547  | A  | 15 February 2019                     | None                    |            |    |                                      |
| CN                                        | 107791236  | A  | 13 March 2018                        | None                    |            |    |                                      |
| CN                                        | 107378594  | A  | 24 November 2017                     | None                    |            |    |                                      |
| WO                                        | 2005118217 | A1 | 15 December 2005                     | None                    |            |    |                                      |
| EP                                        | 1145806    | A2 | 17 October 2001                      | IT                      | 1317221    | B1 | 27 May 2003                          |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 1145806    | A3 | 19 December 2001                     |
|                                           |            |    |                                      | IT                      | MI20000798 | A1 | 12 October 2001                      |
|                                           |            |    |                                      | IT                      | MI20000798 | D0 | 12 April 2000                        |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/078606

| <b>A. 主题的分类</b><br>B25J 11/00 (2006.01) i<br><br>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                          |                                            |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|-------------------|---------|----|-------------------------------------------------------------------|------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|------|---|------------------------------------------------------------|------|---|------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)<br>B25J<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))<br>SIPOABS; CNABS; CNKI: 并联, 共融, 混联, 研磨, 抛光, 球, 铰链, 万向, 视觉, 成像, 摄像头, 图像, 陀螺仪,<br>parallel, series, grind, polish, ball, joint, hinge, universal, vision, camera, image, gyro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                          |                                            |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| <b>C. 相关文件</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109333547 A (中国矿业大学) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15)<br/>权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107791236 A (上海铼钠克数控科技股份有限公司) 2018年 3月 13日 (2018 - 03 - 13)<br/>说明书第27-47段, 附图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107378594 A (清华大学) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2005118217 A1 (SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS 等) 2005年 12月 15日 (2005 - 12 - 15)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 1145806 A2 (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE) 2001年 10月 17日 (2001 - 10 - 17)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                          |                                            | 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 109333547 A (中国矿业大学) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15)<br>权利要求1-10 | 1-10 | A | CN 107791236 A (上海铼钠克数控科技股份有限公司) 2018年 3月 13日 (2018 - 03 - 13)<br>说明书第27-47段, 附图1-2 | 1-10 | A | CN 107378594 A (清华大学) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24)<br>全文 | 1-10 | A | WO 2005118217 A1 (SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS 等) 2005年 12月 15日 (2005 - 12 - 15)<br>全文 | 1-10 | A | EP 1145806 A2 (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE) 2001年 10月 17日 (2001 - 10 - 17)<br>全文 | 1-10 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                        | 相关的权利要求                                    |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CN 109333547 A (中国矿业大学) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15)<br>权利要求1-10                        | 1-10                                       |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CN 107791236 A (上海铼钠克数控科技股份有限公司) 2018年 3月 13日 (2018 - 03 - 13)<br>说明书第27-47段, 附图1-2      | 1-10                                       |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CN 107378594 A (清华大学) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24)<br>全文                               | 1-10                                       |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 2005118217 A1 (SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS 等) 2005年 12月 15日 (2005 - 12 - 15)<br>全文 | 1-10                                       |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 1145806 A2 (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE) 2001年 10月 17日 (2001 - 10 - 17)<br>全文        | 1-10                                       |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                          |                                            |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件<br>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件<br>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性<br>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性<br>“&” 同族专利的文件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                          |                                            |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2019年 7月 4日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                          | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2019年 7月 19日             |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中国国家知识产权局 (ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                          | 授权官员<br><br>宋霄<br><br>电话号码 (86-10)62085233 |      |                   |         |    |                                                                   |      |   |                                                                                     |      |   |                                                            |      |   |                                                                                          |      |   |                                                                                   |      |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/078606

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|------------|----|----------------|
| CN          | 109333547  | A  | 2019年 2月 15日   | 无    |            |    |                |
| CN          | 107791236  | A  | 2018年 3月 13日   | 无    |            |    |                |
| CN          | 107378594  | A  | 2017年 11月 24日  | 无    |            |    |                |
| WO          | 2005118217 | A1 | 2005年 12月 15日  | 无    |            |    |                |
| EP          | 1145806    | A2 | 2001年 10月 17日  | IT   | 1317221    | B1 | 2003年 5月 27日   |
|             |            |    |                | EP   | 1145806    | A3 | 2001年 12月 19日  |
|             |            |    |                | IT   | MI20000798 | A1 | 2001年 10月 12日  |
|             |            |    |                | IT   | MI20000798 | D0 | 2000年 4月 12日   |