

(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
2019 年 10 月 17 日 (17.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/196398 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 5/02 (2006.01) *B25J 9/00* (2006.01)
B25J 18/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/114135
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 6 日 (06.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810319665.7 2018年4月11日 (11.04.2018) CN
- (71) 申请人: 清华大学 (TSINGHUA UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园,
Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人: 刘辛军 (LIU, Xinjun); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 孟齐志 (MENG, Qizhi); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 谢福贵 (XIE, Fugui); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 汪劲松 (WANG, Jinsong); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。 吴金希 (WU, Jinxi); 中国北京市海淀区清华园, Beijing 100084 (CN)。
- (74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (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,

(54) Title: TRACK-TYPE LARGE-SPAN FOLDABLE AND UNFOLDABLE MACHINING ROBOT

(54) 发明名称: 一种轨道式大跨度可折展加工机器人

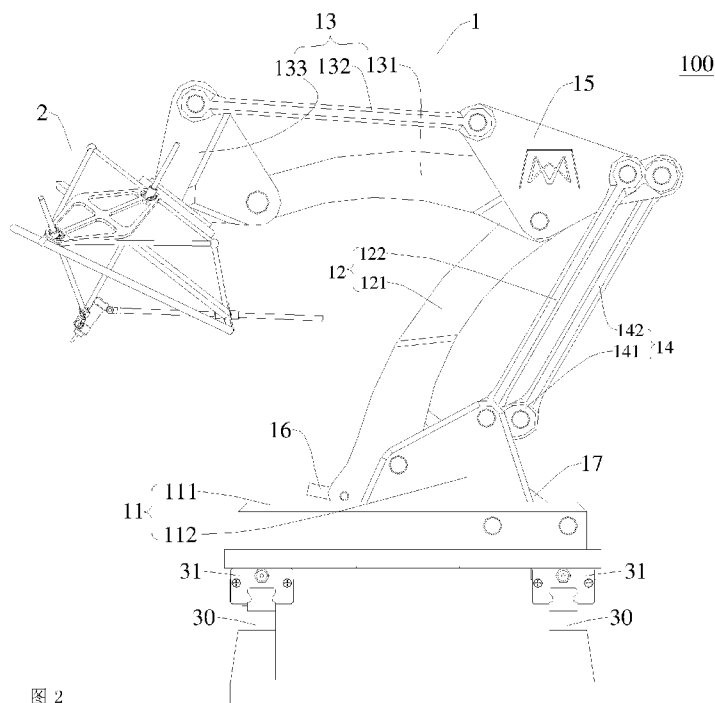


图 2

(57) Abstract: Disclosed is a track-type large-span foldable and unfoldable machining robot (100), comprising: a track (30), a five-degree-of-freedom tail end posture adjusting device (2), and a two-degree-of-freedom foldable and unfoldable mechanism (1), wherein the two-degree-of-freedom foldable and unfoldable mechanism (1) comprises: a base (11), a first-stage parallelogram structure (12), a second-stage parallelogram structure (13), a middle triangular plate (15), a first driving assembly (16) and a second driving assembly (17), wherein the first-stage parallelogram structure (12) is mounted on the base (11), the two parallelogram structures are coupled via the middle



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))。

triangular plate (15), the five-degree-of-freedom tail end posture adjusting device (2) is connected to the second-stage parallelogram structure, and the base (11) is movably arranged on the track (30) in a cooperative manner.

(57) 摘要: 一种轨道式大跨度可折叠加工机器人(100), 包括: 轨道(30)、五自由度末端姿态调整装置(2)和二自由度可折叠机构(1); 二自由度可折叠机构(1)包括: 底座(11)、一级平行四边形结构(12)、二级平行四边形结构(13)、中间三角板(15)、第一驱动组件(16)和第二驱动组件(17); 一级平行四边形结构(12)安装在底座(11)上, 两个平行四边形结构通过中间三角板(15)耦合, 五自由度末端姿态调整装置(2)连接二级平行四边形结构, 底座(11)移动配合在轨道(30)上。

一种轨道式大跨度可折展加工机器人

技术领域

- 5 本发明属于机械设计与制造领域，特别涉及能够应用于数控加工领域的一种轨道式大跨度可折展加工机器人。

背景技术

- 在机械设计与制造领域，随着工业水平的发展，机械零部件的服役要求和设计水平
10 不断提高，其加工制造工艺也变得更加严苛和复杂，对现代加工装备提出新的挑战。伴随国家重大项目和工程的实施，大型复杂结构件及大型设备已被广泛应用于各关键领域，如航空航天、船舶舰艇、电力设施等，针对此类结构件对超大工作空间的需求，“大”机床加工“小”工件的传统思维模式显然不再适用。

- 针对以上应用需求，设计一款轨道式大跨度可折展多轴联动加工装置，成为满足所
15 述需求的一种有效途径。在大型结构件移动加工方面，德国 KUKA Moiros 采用 OmniMove 移动平台，搭载 KMR QUANTEC 机械臂构成移动加工机器人系统，展示了其在大型结构件加工领域的应用前景。然而，其机械臂采用串联形式实现，存在误差积累、运动部件惯量大等问题。与串联机构不同，并联机构是由两个或多个运动学支链构成的闭环并能够控制终端实现一定输出运动的机构，具有结构紧凑、运动部件质量小、刚度高、动态响
20 应特性好、单位重量上承载能力大、易于实现高速运动等优点，因此成为加工装备创新设计的理想选择。

发明内容

- 本发明的目的是为大型零部件加工提供更好的原理构型及解决方案，提出一种轨道
25 式大跨度可折展加工机器人，本发明提出的新型加工机器人，利用耦合的两个平行四边形结构以及轨道，可实现五自由度末端姿态调整装置的空间大范围移动并定位，应对大型结构件对加工装备的大工作空间需求，易实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能。

- 根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人，包括：轨道、五自由度
30 末端姿态调整装置和二自由度可折展机构，所述二自由度可折展机构包括：底座、一级平行四边形结构、二级平行四边形结构、中间三角板、第一驱动组件和第二驱动组件，

所述一级平行四边形结构安装在底座上，所述一级平行四边形结构和所述二级平行四边形结构通过所述中间三角板耦合链接，所述底座配合在所述轨道上，所述底座具有间隔开的第一铰点、第二铰点，所述中间三角板具有呈三角分布的第三铰点、第四铰点和第五铰点，所述一级平行四边形结构包括：第一连杆、第二连杆，所述第一连杆的两端分别铰接连接在所述第一铰点和所述第四铰点上，所述第二连杆的两端分别铰接连接在所述第二铰点和所述第三铰点上，所述第一铰点和所述第四铰点的距离与第二铰点和所述第三铰点的距离相等，所述第一铰点和所述第四铰点的连线与第二铰点和所述第三铰点的连线相互平行；所述二级平行四边形结构包括：第三连杆、第四连杆和第五连杆，所述第三连杆铰接连接在所述第四铰点上，所述第四连杆铰接连接在所述第五铰点上，所述第五连杆的两端分别通过第六铰点和第七铰点铰接连接在所述第三连杆和所述第四连杆上，所述第四铰点和所述第六铰点的距离与第五铰点和所述第七铰点的距离相等，所述第四铰点和所述第六铰点的连线与所述第五铰点和所述第七铰点的连线相互平行；所述第一驱动组件用于驱动所述第一连杆和所述第二连杆中的一个相对所述底座转动，所述第二驱动组件用于驱动所述第三连杆和所述第四连杆中的一个相对所述中间三角板转动，所述第一驱动组件和所述第二驱动组件是所述二自由度可折展机构仅有的两个主动驱动副，所述五自由度末端姿态调整装置连接所述第五连杆；所述五自由度末端姿态调整装置包括：定平台、动平台、第一支链、第二支链和第三支链，所述定平台固定连接在所述第五连杆上，所述动平台用于安装执行器，所述第一支链、第二支链和第三支链环绕设置且连接在所述定平台和所述动平台之间，所述动平台具有三个转动自由度和两个移动自由度。

根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人，通过设置三个支链结构形成五自由度末端姿态调整装置，实现三个转动自由度和两个移动自由度，是该机构区别于其它同类机构的显著特点，其动平台可实现较大的转动输出能力；采用双级平行四边形结构的二自由度可折展机构，通过控制两个输入来驱动二自由度可折展机构运动，可保证较高的加工面法向刚度，这是普通的机械手不能实现的。二自由度可折展机构可在轨道上移动，可实现平面内三个转动自由度。本发明提出的轨道式大跨度可折展加工机器人，可应对大型结构件对加工装备的工作空间需求，易实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能，可完成大型结构件复杂自由曲面的数控加工。

其中，在二自由度可折展机构中，一级平行四边形结构和二级平行四边形结构均为平行四边形，两个平行四边形通过中间三角板相耦合，因此通过控制两个平行四边形的两条边与底座之间的角度，可得到五自由度末端姿态调整装置的唯一位置，从而实现末

端五自由度末端姿态调整装置的大范围移动和定位。将二自由度可折展机构安装在轨道上，可实现二自由度可折展机构沿轨道大跨度位置调整，最终实现五自由度末端姿态调整装置的大范围移动和定位能力。

在一些实施例中，轨道式大跨度可折展加工机器人还包括：转换平行四边形结构，

5 所述转换平行四边形结构包括第六连杆和第七连杆，所述第六连杆的一端铰接连接在所述第一铰点上，所述第六连杆的另一端铰接连接在所述第七连杆的一端上，所述第七连杆的另一端铰接连接在所述第三连杆上，所述第一连杆、所述第六连杆、所述第七连杆及所述第三连杆的部分段构成四边形，所述第二驱动组件通过驱动所述第六连杆转动而带动所述第三连杆转动。

10 在一些实施例中，所述轨道包括平行设置的两条，所述底座的底部通过滑块配合在两条所述轨道上，每条所述轨道上设置有多个所述滑块。

在一些实施例中，所述第一驱动组件和第二驱动组件分别为缸体驱动机构。

在一些实施例中，所述第一驱动组件和第二驱动组件分别为电机驱动机构。

在一些实施例中，所述第一驱动组件包括：第一顶块，所述第一顶块可转动地连接

15 在所述第一连杆上；第一支块，所述第一支块可转动地连接在所述底座上；第一驱动杆，所述第一驱动杆的一端与所述第一顶块相连，所述第一驱动杆的另一端与所述第一支块相连，所述第一驱动杆、所述第一连杆的部分段、所述底座构成三角形；第一驱动器，所述第一驱动器用于驱动所述第一驱动杆相对所述第一顶块或者所述第一支块伸缩。

在一些实施例中，所述第二驱动组件包括：第二顶块，所述第二顶块可转动地连接

20 在所述第三连杆上；第二支块，所述第二支块可转动地连接在所述中间三角板上；第二驱动杆，所述第二驱动杆的一端与所述第二顶块相连，所述第二驱动杆的另一端与所述第二支块相连，所述第二驱动杆、所述第三连杆的部分段、所述中间三角板构成三角形；第二驱动器，所述第二驱动器用于驱动所述第二驱动杆相对所述第二顶块或者所述第二支块伸缩。

25 在另一些实施例中，所述第二驱动组件包括：第三顶块，所述第三顶块可转动地连接在所述第六连杆上；第三支块，所述第三支块可转动地连接在所述底座上；第三驱动杆，所述第三驱动杆的一端与所述第三顶块相连，所述第三驱动杆的另一端与所述第三支块相连，所述第三驱动杆、所述第六连杆的部分段、所述底座构成三角形；第三驱动器，所述第三驱动器用于驱动所述第三驱动杆相对所述第三顶块或者所述第三支块伸

30 缩。

在一些实施例中，所述中间三角板为平行设置的两个，两个所述中间三角板夹设在

所述第一连杆、所述第三连杆的两侧，所述第二连杆为平行设置的两个，所述第四连杆为平行设置的两个，两个所述第二连杆分别与两个所述中间三角板铰接，两个所述第四连杆分别与两个所述中间三角板铰接。

具体地，所述底座包括底板和凸台，所述底板水平设置，所述底板形成为后侧敞开的框形，所述凸台为两个且分别设在底板的左右两侧，所述一级平行四边形结构连接在所述两个凸台上。

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。

10 附图说明

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：

图 1 是根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人的一个立体图；

图 2 是图 1 所示轨道式大跨度可折展加工机器人的侧视图；

15 图 3 是图 1 所示的二自由度可折展机构的主视图；

图 4 是图 3 所示的二自由度可折展机构的原理构型图；

图 5 是根据本发明实施例的另一种轨道式大跨度可折展加工机器人的一个立体图；

图 6 是图 5 所示轨道式大跨度可折展加工机器人的侧视图；

图 7 是图 5 所示的二自由度可折展机构的主视图；

20 图 8 是图 7 所示的二自由度可折展机构的原理构型图；

图 9 是根据本发明实施例的五自由度末端姿态调整装置的俯视图；

图 10 是根据本发明实施例的五自由度末端姿态调整装置的立体图。

附图标记：

25 轨道式大跨度可折展加工机器人 100、

二自由度可折展机构 1、

底座 11、底板 111、凸台 112、

一级平行四边形结构 12、第一连杆 121、支杆 1211、第二连杆 122、

二级平行四边形结构 13、第三连杆 131、第四连杆 132、第五连杆 133、

30 转换平行四边形结构 14、第六连杆 141、转动槽 1411、第七连杆 142、

中间三角板 15、

第一驱动组件 16、第一顶块 161、第一支块 162、第一驱动杆 163、

第二驱动组件 17、第二顶块 171、第二支块 172、第二驱动杆 173、第三顶块 175、
第三支块 176、第三驱动杆 177、

第一铰点 j1、第二铰点 j2、第三铰点 j3、第四铰点 j4、第五铰点 j5、

5 第六铰点 j6、第七铰点 j7、第八铰点 j8、第九铰点 j9、

五自由度末端姿态调整装置 2、

定平台 21、动平台 22、第一支链 23、第二支链 24、第三支链 25、

上连接件 201、下连接件 202、上滑块 203、下滑块 204、上连杆 205、下连杆 206、

10 U 型件 207、连接块 208、连接件 251、滑块 252、连杆 253、

轨道 30、滑块 31、

执行器 6。

具体实施方式

15 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。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“周向”等
20 指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

25 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

30 下面参考图 1-图 10 描述根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人 100。

根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人 100, 如图 1 和图 5 所示, 包括: 轨道 30、五自由度末端姿态调整装置 2 和二自由度可折展机构 1。

五自由度末端姿态调整装置 2 用于调整执行器 6 的姿态, 执行器 6 是加工设备的执行终端, 例如执行器 6 可以是刀具、激光发射器、喷嘴等, 这里对执行器 6 的类型不作具体限制。

五自由度末端姿态调整装置 2 本身使执行器 6 具有五个自由度方向上的姿态调整能力, 具体为使执行器 6 具有三个方向的转动自由度和两个方向的移动自由度。但是五自由度末端姿态调整装置 2 对于执行器 6 的姿态只能在小范围内进行调整, 当对大型结构件进行加工时, 只靠五自由度末端姿态调整装置 2 调整的话执行器 6 的加工空间受限大, 甚至无法实现大型结构件的加工作业。

为解决这一问题, 本发明实施例中, 将五自由度末端姿态调整装置 2 安装在二自由度可折展机构 1 上, 二自由度可折展机构 1 类似于工业机械手的结构, 可大幅度移动五自由度末端姿态调整装置 2。另外, 二自由度可折展机构 1 设置在轨道 30 上, 二自由度可折展机构 1 与轨道 30 之间设有主动驱动结构 (图未示出), 该主动驱动结构可以驱动二自由度可折展机构 1 沿轨道 30 移动, 二自由度可折展机构 1 配合轨道 30 可具有三个转动自由度, 实现大范围定位, 而在大范围定位后再由五自由度末端姿态调整装置 2 进行局部姿态调整。二者的结合, 相当于将加工的宏观定位和微观定位相结合, 增加了宏观定位范围, 同时也保证微观定位精度。由此, 解决了二自由度可折展机构 1 及五自由度末端姿态调整装置 2 配合无法加工长型零件的问题, 使得本发明实施例的轨道式大跨度可折展加工机器人 100 的适用范围更广。

参照图 1 和图 5, 二自由度可折展机构 1 包括: 底座 11、一级平行四边形结构 12、二级平行四边形结构 13、中间三角板 15、第一驱动组件 16 和第二驱动组件 17, 一级平行四边形结构 12 安装在底座 11 上, 一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 通过中间三角板 15 耦合链接。底座 11 配合在轨道 30 上。

具体如图 3 和图 4、图 7 和图 8 所示, 底座 11 具有间隔开的第一铰点 j1、第二铰点 j2, 中间三角板 15 具有呈三角分布的第三铰点 j3、第四铰点 j4 和第五铰点 j5。

一级平行四边形结构 12 包括: 第一连杆 121、第二连杆 122, 第一连杆 121 的两端分别铰接连接在第一铰点 j1 和第四铰点 j4 上, 第二连杆 122 的两端分别铰接连接在第二铰点 j2 和第三铰点 j3 上。第一铰点 j1 和第四铰点 j4 的距离与第二铰点 j2 和第三铰点 j3 的距离相等, 第一铰点 j1 和第四铰点 j4 的连线与第二铰点 j2 和第三铰点 j3 的连线相互平行。由此, 第一连杆 121、底座 11、第二连杆 122 和中间三角板 15 构成

一个平行四边形。

二级平行四边形结构 13 包括：第三连杆 131、第四连杆 132 和第五连杆 133，第三连杆 131 铰接连接在第四铰点 j_4 上，第四连杆 132 铰接连接在第五铰点 j_5 上，第五连杆 133 的两端分别通过第六铰点 j_6 、第七铰点 j_7 及连接在第三连杆 131 和第四连杆 132 上。第四铰点 j_4 和第六铰点 j_6 的距离与第五铰点 j_5 和第七铰点 j_7 的距离相等，第四铰点 j_4 和第六铰点 j_6 的连线与第五铰点 j_5 和第七铰点 j_7 的连线相互平行。

由此，第三连杆 131、第四连杆 132、第五连杆 133 和中间三角板 15 构成另一个平行四边形。

其中，中间三角形是一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 的共同构件，因此一级平行四边形结构 12 的动作会连锁传递至二级平行四边形结构 13。

第一驱动组件 16 用于驱动第一连杆 121 和第二连杆 122 中的一个相对底座 11 转动，第二驱动组件 17 用于驱动第三连杆 131 和第四连杆 132 中的一个相对中间三角板 15 转动，五自由度末端姿态调整装置连接第五连杆 133。

如图 9 所示，五自由度末端姿态调整装置 2 包括：定平台 21、动平台 22、第一支链 23、第二支链 24 和第三支链 25，定平台 21 固定连接在第五连杆 133 上，动平台 22 用于安装执行器 6，第一支链 23、第二支链 24 和第三支链 25 环绕设置且连接在定平台 21 和动平台 22 之间，动平台 22 具有三个转动自由度和两个移动自由度。

五自由度末端姿态调整装置 2 中，该第一支链 23、第二支链 24 结构相同，均含有两个主动驱动的运动副，第三支链 25 含有一个主动驱动的运动副；第一支链 23、第二支链 24 和第三支链 25 分别与定平台 21 以及动平台 22 连接形成一个空间并联闭环机构，该空间并联闭环机构通过五个输入运动驱动动平台运动，实现三个转动自由度和两个移动自由度。

并联机构是由两个或多个运动学支链构成的闭环并能够控制终端实现一定输出运动的机构，具有结构紧凑、运动部件质量小、刚度高、动态响应特性好、单位重量上承载能力大、易于实现高速运动等优点。因此五自由度末端姿态调整装置 2 成为加工装备创新设计的理想选择。

在二自由度可折展机构 1 中，一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 均为平行四边形，两个平行四边形通过中间三角板 15 相耦合。

由于一级平行四边形结构 12 为平行四边形，其相对边长度相等，因此控制第一连杆 121 和第二连杆 122 中的一个的摆动角度，就能唯一确定中间三角板 15 的位姿。

同样的，由于二级平行四边形结构 13 为平行四边形，其相对边长度相等，因此在中间三角板 15 的位姿唯一确定的情况下，控制第三连杆 131 和第四连杆 132 中的一个的摆动角度，就能唯一确定五自由度末端姿态调整装置 2 的位置。

可以看出，一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 相耦合的一个突出效果是，通过两杆摆动角度的控制实现位置的变化，效果是双倍叠加的，使得五自由度末端姿态调整装置 2 能够在平行四边形所在平面内大幅度移动和定位。

而轨道 30 的结合，使二自由度可折展机构 1 在 Y 轴方向也具有大跨度移动的可能，二者结合能够实现全方位的位置大跨度调整。

根据本发明实施例的一种轨道式大跨度可折展加工机器人 100，通过设置三个支链结构形成五自由度末端姿态调整装置 2，实现三个转动自由度和两个移动自由度，是该机构区别于其它同类机构的显著特点，其动平台 22 可实现较大的转动输出能力；采用双级平行四边形结构的二自由度可折展机构 1，通过控制两个输入来驱动二自由度可折展机构 1 运动，且二自由度可折展机构 1 在轨道 30 上移动，可实现平面内三个转动自由度。这样的机器人，可保证加工面法向刚度较高，这是普通的机械手不能实现的。这样的轨道式大跨度可折展加工机器人 100，可应对大型结构件对加工装备的工作空间需求，易实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能，可完成大型结构件复杂自由曲面的数控加工。

在一些实施例中，如图 10 所示，五自由度末端姿态调整装置 2 中，第一支链 23 和第二支链 24 结构相同，均含有两个主动驱动的运动副，第三支链 25 含有一个主动驱动的运动副。

第一支链 23、第二支链 24 和第三支链 25 分别与定平台 21 以及动平台 22 连接形成一个空间并联闭环机构，该空间并联闭环机构通过五个输入运动驱动动平台 22 运动，实现三个转动自由度和两个移动自由度。

可选地，第一支链 23、第二支链 24 相对二自由度可折展机构 1 的移动面对称设置。即在图 1 的示例中，二自由度可折展机构 1 在左右方向具有对称面，第一支链 23、第二支链 24 相对该对称面设置，在静态下可保持左右平衡，长久放置稳定。

在图 10 所示的一个具体实施例中，五自由度末端姿态调整装置 2 包括：定平台 21、动平台 22 及第一支链 23、第二支链 24、第三支链 25，三条支链分别连接于定平台 21 和动平台 22 之间，并与该定平台 21、和动平台 22 构成空间闭环机构。

第一支链 23、第二支链 24 均包括：上连接件 201、下连接件 202、上滑块 203、下滑块 204、上连杆 205、下连杆 206、U 型件 207、连接块 208 以及运动副。运动副有十

个,一个是连接于定平台 21 和下连接件 202 之间的转动副,一个是连接于下连接件 202 和下滑块 110 之间的转动副,一个是连接于下滑块 110 和下连杆 206 之间的移动副,一个是连接于定平台 21 和上连接件 201 之间的转动副,一个是连接于上连接件 201 和上滑块 203 之间的转动副,一个是连接于上滑块 203 和上连杆 205 之间的移动副,一个是连接于上连杆 205 和下连杆 206 之间的转动副,一个是连接于上连杆 205 和 U 型件 207 之间的转动副,一个是连接于 U 型件 207 和连接块 208 之间的转动副,另一个是连接于连接块 208 和动平台 22 之间的转动副。其中,连接于上滑块 203 和上连杆 205 之间的移动副以及连接于下滑块 110 和下连杆 206 之间的移动副是被驱动的;连接于定平台 21 和上连接件 201 之间以及连接于上连接件 201 和上滑块 203 之间的两个转动副可由一个虎克铰或者一个球铰代替;连接于定平台 21 和下连接件 202 之间以及连接于下连接件 202 和下滑块 110 之间的两个转动副可由一个虎克铰或者一个球铰代替;连接于上连杆 205 和 U 型件 207 之间、连接于 U 型件 207 和连接块 208 之间以及连接于连接块 208 和动平台 22 之间的三个转动副可由一个球铰代替;该支链为空间六自由度无约束支链。

第三支链 25 包括:连接件 251、滑块 252、连杆 253 以及运动副。运动副有四个,一个是连接于定平台 21 和连接件 251 之间的转动副,一个是连接于连接件 251 和滑块 252 之间的转动副,一个是连接于滑块 252 和连杆 253 之间的圆柱副,另一个是连接于连杆 253 和动平台 22 之间的转动副。其中,滑块 252 和连杆 253 之间沿杆长方向的伸缩运动是被驱动的;连接于定平台 21 和连接件 251 之间以及连接于连接件 251 和滑块 252 之间的两个转动副可由一个虎克铰或者一个球铰代替;连接于滑块 252 和连杆 253 之间的圆柱副可由一个移动副和一个转动副代替,且该移动副是被驱动的;该支链为具有一个转动约束的空间五自由度支链。

该五自由度末端姿态调整装置 2 可实现三个转动自由度和两个移动自由度的五轴联动控制。

在本发明的其他实施例中,第三支链也可以包括连接件、滑块、连杆、U 型件以及运动副。运动副有三个,一个是连接于连接件和滑块之间的转动副,一个是连接于滑块和连杆之间的移动副,另一个是连接于连杆和 U 型件之间的转动副。其中,连接于滑块和连杆之间的移动副是被驱动的。

在一些实施例中,如图 1 所示,轨道 30 包括平行设置的两条,底座 11 的底部通过滑块 31 配合在两条轨道 30 上,每条轨道 30 上设置有多个滑块 31。这样设置可增加沿轨道 30 滑行的平稳性。

可选地，轨道 30 为水平方向延伸的直轨道，当然，在有的实施例中，轨道 30 的延伸方向也可以是弧形或者其他曲线形状，这里不作限制。

在一些实施例中，如图 1 和图 2、图 5 和图 6 所示，中间三角板 15 为平行设置的两个，两个中间三角板 15 夹设在第一连杆 121、第三连杆 131 的两侧，第二连杆 122 为平行设置的两个，第四连杆 132 为平行设置的两个，两个第二连杆 122 分别与两个中间三角板 15 铰接，两个第四连杆 132 分别与两个中间三角板 15 铰接。

这里，将第一连杆 121、第三连杆 131 设置得较厚重，然后将中间三角板 15、第二连杆 122、第四连杆 132 设置得扁平，可充分利用空间，减少二自由度可折展机构 1 的尺寸。而将中间三角板 15、第二连杆 122、第四连杆 132 设置成平行的两个并位于第一连杆 121、第三连杆 131 的两侧，使第一连杆 121、第三连杆 131 在左右方向上的两侧受力均匀，避免二自由度可折展机构 1 左右摇摆晃动，进一步提升机构的动态特性。

具体地，如图 1 和图 2、图 5 和图 6 所示，底座 11 包括底板 111 和凸台 112，底板 111 水平设置，底板 111 形成为后侧敞开的框形，凸台 112 为两个且分别设在底板 111 的左右两侧，一级平行四边形结构 12 连接在两个凸台 112 上。这样在将一级平行四边形结构 12 或者其他结构铰接连接在底座 11 上时，铰轴设置在两个凸台 112 之间，这样加宽了底部左右宽度，提高了结构稳定性，也提高了安装便利性。

在一些实施例中，第一驱动组件 16 和第二驱动组件 17 分别为缸体驱动机构，例如，第一驱动组件 16 和第二驱动组件 17 可以采用电缸驱动机构、气缸驱动机构或者液压缸驱动机构，这种驱动机构驱动力矩大，成本相对要低。

在一些实施例中，第一驱动组件 16 和第二驱动组件 17 分别为电机驱动机构，采用电机驱动机构，一方面可以利用电机特性提高控制精度，另一方面电机在运转时振动较小，能提高驱动时整体机构的平稳性。

在本发明实施例中，二自由度可折展机构 1 的驱动方式可分为两种，一种如图 5-图 8 所示，即两个主动驱动的运动副分别设置在一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 内，以减小主动驱动的运动副之间的干涉，提升机构的工作空间；另一种如图 1-图 4 所示，即两个主动驱动的运动副均设置在一级平行四边形结构 12 内，以实现末端轻量化需求，提升机构的动态特性。

这里，两个主动驱动的运动副均设置在一级平行四边形结构 12 内指的是，两个主动驱动的运动副均位于一级平行四边形结构 12 处，即邻近二自由度可折展机构 1 的底部设置，因此平稳性要好。而其中用于驱动第三连杆 131 或者第四连杆 132 转动的第二

驱动组件 17，是利用转换平行四边形结构 14 间接驱动实现的，而不是指第二驱动组件 17 与一级平行四边形结构 12 直接相连驱动。

下面参照图 1-图 8，描述根据本发明实施例中两个具体实施例中轨道式大跨度可折
5 展加工机器人 100 的结构，重点介绍两个实施例中二自由度可折展机构 1 的结构。

实施例一

图 1-图 4 展示的是实施例一的轨道式大跨度可折展加工机器人 100。

在实施例一中，轨道式大跨度可折展加工机器人 100 包括：五自由度末端姿态调整
装置 2 和二自由度可折展机构 1。

10 二自由度可折展机构 1 包括：底座 11、一级平行四边形结构 12、二级平行四边形
结构 13、中间三角板 15、第一驱动组件 16 和第二驱动组件 17。

底座 11 包括底板 111 和凸台 112，底板 111 水平设置，凸台 112 上设有间隔开的第
一铰点 j1、第二铰点 j2，第一铰点 j1 在前，第二铰点 j2 在后，且第二铰点 j2 高于第
15 一铰点 j1。具体地，底板 111 形成为后侧敞开的框形，凸台 112 为两个且分别设在底
板 111 的左右两侧，两个凸台 112 上的铰点是相同的。

中间三角板 15 位于底座 11 的上方，中间三角板 15 具有呈三角分布的第三铰点 j3、
第四铰点 j4 和第五铰点 j5。

一级平行四边形结构 12 包括：第一连杆 121、第二连杆 122，第一连杆 121 的上下
两端分别铰接连接在第四铰点 j4 和第一铰点 j1 上，第二连杆 122 的上下两端分别铰接
20 连接在第三铰点 j3 和第二铰点 j2 上，第一连杆 121 位于第二连杆 122 的前侧。

二级平行四边形结构 13 包括：第三连杆 131、第四连杆 132 和第五连杆 133，通常
情况下，第五连杆 133 位于中间三角板 15 的前方，第四连杆 132 位于第三连杆 131 的
上方。第五连杆 133 的两端分别为第六铰点 j6、第七铰点 j7，第三连杆 131 的中间位
置处铰接连接在第四铰点 j4 上，第三连杆 131 的前端铰接在第六铰点 j6 上，第四连杆
25 132 的前端铰接连接在第七铰点 j7 上，第四连杆 132 的后端铰接连接在第五铰点 j5 上。
五自由度末端姿态调整装置 2 固定在第五连杆 133 上。

在实施例一中，轨道式大跨度可折展加工机器人 100 还包括：转换平行四边形结构
14，转换平行四边形结构 14 包括第六连杆 141 和第七连杆 142，第六连杆 141 的一端
铰接连接在第一铰点 j1 上，第六连杆 141 的另一端铰接连接在第七连杆 142 的一端上，
30 第七连杆 142 的另一端铰接连接在第三连杆 131 上。为方便能够参照附图 4 理解本方案，
将第六连杆 141 与第七连杆 142 相连的铰点称为第八铰点 j8，将第七连杆 142 与第三

连杆 131 相连的铰点称为第九铰点 j9。

第一连杆 121、第六连杆 141、第七连杆 142 及第三连杆 131 的部分段构成四边形，第二驱动组件 17 通过驱动第六连杆 141 转动而带动第三连杆 131 转动。

5 这里，将第六连杆 141 的一端铰接连接在第一铰点 j1 上，使底座 11 上同一铰点处可以同时连接第一连杆 121 和第六连杆 141，减少底座 11 上铰点的设置，避免过多铰点导致刚度的减弱。当然，在条件允许的前提下，第六连杆 141 的一端也可以铰接连接在底座 11 的其他位置处，此时转换平行四边形结构 14 相当于变成了五杆结构，且其中一杆为固定不变杆（即底座 11）。

具体地，实施例一中，第七连杆 142 的上端为第九铰点 j9，下端为第八铰点 j8，
10 第七连杆 142 位于第一连杆 121 的后侧，第六连杆 141 的前端铰接在第一铰点 j1 上，第六连杆 141 的后端铰接在第八铰点 j8 上，第三连杆 131 的后端铰接在第九铰点 j9 上。

在实施例一中，如图 3 所示，第一驱动组件 16 包括：第一顶块 161、第一支块 162、第一驱动杆 163 以及第一驱动器（图未示出），第一顶块 161 可转动地连接在第一连杆
15 121 上，第一支块 162 可转动地连接在底座 11 上，第一驱动杆 163 的一端与第一顶块 161 相连，第一驱动杆 163 的另一端与第一支块 162 相连，第一驱动杆 163、第一连杆 121 的部分段、底座 11 构成三角形，第一驱动器用于驱动第一驱动杆 163 相对第一顶块 161 或者第一支块 162 伸缩。

为方便能够参照附图 3 理解本方案，将第一顶块 161 在第一连杆 121 上的转动连接
20 点称为 q1，第一支块 162 在底座 11 上的转动连接点称为 q2，图 3 中标识的 j1、q1、q2 三点呈三角分布。当第一驱动杆 163 相对第一顶块 161 或者第一支块 162 伸缩，即第一驱动杆 163 在 q1 点、q2 点之间的距离变化，从而带动三角形的角度变化，进而驱动第一连杆 121 相对第一铰点 j1 转动。

在实施例一中，如图 3 所示，第二驱动组件 17 包括：第三顶块 175、第三支块 176、
25 第三驱动杆 177 和第三驱动器（图未示出），第三顶块 175 可转动地连接在第六连杆 141 上，第三支块 176 可转动地连接在底座 11 上，第三驱动杆 177 的一端与第三顶块 175 相连，第三驱动杆 177 的另一端与第三支块 176 相连，第三驱动杆 177、第六连杆 141 的部分段、底座 11 构成三角形，第三驱动器用于驱动第三驱动杆 177 相对第三顶块 175 或者第三支块 176 伸缩。

30 为方便能够参照附图 3 理解本方案，将第三顶块 175 在第六连杆 141 上的转动连接点称为 q3，第三支块 176 在底座 11 上的转动连接点称为 q4，图 3 中标识的 j1、q3、

q4 三点呈三角分布。当第三驱动杆 177 相对第三顶块 175 或者第三支块 176 伸缩，即第三驱动杆 177 在 q3 点、q4 点之间的距离变化，从而带动三角形的角度变化，进而驱动第六连杆 141 相对第一铰点 j1 转动。

在实施例一中，如图 1 和图 3 所示，第一连杆 121 的下半段分成平行的两个支杆 1211，两个支杆 1211 分别与两个凸台 112 铰接以分别形成第一铰点 j1，两个第一铰点 j1 同轴设置，第一顶块 161 通过转轴连接在两个支杆 1211 之间。

如图 1 和图 3 所示，第六连杆 141 上设有转动槽 1411，第三顶块 175 通过转轴连接在转动槽 1411 内。由于第一连杆 121 的下半段分成间隔开的两个支杆 1211，因此第六连杆 141、第三驱动杆 177 转动或者伸缩，不会干涉到第一连杆 121。

在实施例一中，中间三角板 15 为左右平行设置的两个，两个中间三角板 15 夹设在第一连杆 121、第三连杆 131 的两侧。第二连杆 122 为左右平行设置的两个，两个第二连杆 122 夹设在第六连杆 141、第三连杆 131 的两侧。第四连杆 132 为平行设置的两个，两个第四连杆 132 夹设在第五连杆 133 的两侧。两个第二连杆 122 分别与两个中间三角板 15 铰接，两个第四连杆 132 分别与两个中间三角板 15 铰接。

实施例一中，底座 11 下方连接沿 Y 轴方向延伸的直轨。二自由度可折展机构 1 的末端可实现沿 X 轴方向、Y 轴方向、Z 轴方向的移动自由度。五自由度末端姿态调整装置 2 可实现沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向的移动自由度，且可实现绕 X 轴、Y 轴的转动自由度。

在二自由度可折展机构 1 中，一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 是通过中间三角板 15 相耦合的两个平行四边形，五自由度末端姿态调整装置 2 连接在二级平行四边形结构 13 上，通过第一驱动组件 16 控制第一连杆 121 的摆动角度，通过转换平行四边形结构 14、第二驱动组件 17 控制第三连杆 131 的摆动角度，不仅能唯一确定中间三角板 15 的位姿，也能唯一确定五自由度末端姿态调整装置 2 在 XZ 平面上的位置，可实现五自由度末端姿态调整装置 2 在 XZ 平面内的大幅度移动和定位。

通过将二自由度可折展机构 1 安装在轨道 30 上，使五自由度末端姿态调整装置 2 沿 Y 轴可以大跨度调整，实现 X 轴、Y 轴、Z 轴全方位调整。

由于五自由度末端姿态调整装置 2 在小范围内能够唯一确定执行器 6 的位姿，因此轨道式大跨度可折展加工机器人 100 在对大型结构件进行加工时，可以实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能。

实施例二

图 5-图 8 展示的是实施例二的轨道式大跨度可折展加工机器人 100。

在实施例二中，轨道式大跨度可折展加工机器人 100 与实施例一的结构基本相同，相同部分不再赘述。

所不同的是，在实施例二中，如图 5-图 8 所示，第一驱动组件 16 的位置与实施例一不同。为方便能够参照附图 7 理解本方案，将第一顶块 161 在第一连杆 121 上的转动连接点称为 k1，第一支块 162 在底座 11 上的转动连接点为第二铰点 j2，图 3 中标识的 j1、j2、k1 三点呈三角分布，k1 位于 j1 和 j4 之间。当第一驱动杆 163 相对第一顶块 161 或者第一支块 162 伸缩，即第一驱动杆 163 在 k1 点、j2 点之间的距离变化，从而带动三角形的角度变化，进而驱动第一连杆 121 相对第一铰点 j1 转动。

在实施例二中，二自由度可折展机构 1 不包括转换平行四边形结构 14，该实施例中第二驱动组件 17 直接驱动第三连杆 131 相对中间三角板 15 转动。

在实施例二中，如图 7 所示，第二驱动组件 17 包括：第二顶块 171、第二支块 172、第二驱动杆 173 和第二驱动器（图未示出），第二顶块 171 可转动地连接在第三连杆 131 上，第二支块 172 可转动地连接在中间三角板 15 上，第二驱动杆 173 的一端与第二顶块 171 相连，第二驱动杆 173 的另一端与第二支块 172 相连，第二驱动杆 173、第三连杆 131 的部分段、中间三角板 15 构成三角形，第二驱动器用于驱动第二驱动杆 173 相对第二顶块 171 或者第二支块 172 伸缩。

为方便能够参照附图 7 理解本方案，将第二顶块 171 在第三连杆 131 上的转动连接点称为 k2，第二支块 172 在中间三角板 15 上的转动连接点为第五铰点 j5，图 7 中标识的 k2、j4、j5 三点呈三角分布。当第二驱动杆 173 相对第二顶块 171 或者第二支块 172 伸缩，即第二驱动杆 173 在 k2 点、j5 点之间的距离变化，从而带动三角形的角度变化，进而驱动第三连杆 131 相对第四铰点 j4 转动。

在实施例二中，二自由度可折展机构 1 的末端可实现沿 X 轴方向、Y 轴方向、Z 轴方向的移动自由度。五自由度末端姿态调整装置 2 可实现沿 X 轴、Y 轴、Z 轴方向的移动自由度，且可实现绕 X 轴、Y 轴的转动自由度。

在二自由度可折展机构 1 中，一级平行四边形结构 12 和二级平行四边形结构 13 是通过中间三角板 15 相耦合的两个平行四边形，五自由度末端姿态调整装置 2 连接在二级平行四边形结构 13 上，可通过控制第一连杆 121 的摆动角度、以及第三连杆 131 的摆动角度，不仅能唯一确定中间三角板 15 的位姿，也能唯一确定五自由度末端姿态调整装置 2 在 XZ 平面上的位置，可实现五自由度末端姿态调整装置 2 在 XZ 平面内的大幅度移动和定位。

通过将二自由度可折展机构 1 安装在轨道 30 上，使五自由度末端姿态调整装置 2 沿 Y 轴可以大跨度调整，实现 X 轴、Y 轴、Z 轴全方位调整。

由于五自由度末端姿态调整装置 2 在小范围内能够唯一确定执行器 6 的位姿，因此轨道式大跨度可折展加工机器人 100 在对大型结构件进行加工时，可以实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能。

综上，本发明实施例的轨道式大跨度可折展加工机器人 100，可应对大型结构件对加工装备的工作空间需求，易实现大范围定位及局部灵活姿态调整等功能，可完成大型结构件复杂自由曲面的数控加工。

10 在本说明书的描述中，参考术语“实施例”、“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。

15 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。

权利要求书

1、一种轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，包括：轨道、五自由度末端姿态调整装置和二自由度可折展机构，

5 所述二自由度可折展机构包括：底座、一级平行四边形结构、二级平行四边形结构、中间三角板、第一驱动组件和第二驱动组件，所述一级平行四边形结构安装在所述底座上，所述一级平行四边形结构和所述二级平行四边形结构通过所述中间三角板耦合链接，所述底座配合在所述轨道上，

10 所述底座具有间隔开的第一铰点、第二铰点，所述中间三角板具有呈三角分布的第三铰点、第四铰点和第五铰点，

15 所述一级平行四边形结构包括：第一连杆、第二连杆，所述第一连杆的两端分别铰接连接在所述第一铰点和所述第四铰点上，所述第二连杆的两端分别铰接连接在所述第二铰点和所述第三铰点上，所述第一铰点和所述第四铰点的距离与第二铰点和所述第三铰点的距离相等，所述第一铰点和所述第四铰点的连线与第二铰点和所述第三铰点的连线相互平行；

20 所述二级平行四边形结构包括：第三连杆、第四连杆和第五连杆，所述第三连杆铰接连接在所述第四铰点上，所述第四连杆铰接连接在所述第五铰点上，所述第五连杆的两端分别通过第六铰点和第七铰点铰接连接在所述第三连杆和所述第四连杆上，所述第四铰点和所述第六铰点的距离与第五铰点和所述第七铰点的距离相等，所述第四铰点和所述第六铰点的连线与所述第五铰点和所述第七铰点的连线相互平行；

25 所述第一驱动组件用于驱动所述第一连杆和所述第二连杆中的一个相对所述底座转动，所述第二驱动组件用于驱动所述第三连杆和所述第四连杆中的一个相对所述中间三角板转动，所述第一驱动组件和所述第二驱动组件是所述二自由度可折展机构仅有的两个主动驱动副，所述五自由度末端姿态调整装置连接所述第五连杆；

30 所述五自由度末端姿态调整装置包括：定平台、动平台、第一支链、第二支链和第三支链，所述定平台固定连接在所述第五连杆上，所述动平台用于安装执行器，所述第一支链、第二支链和第三支链环绕设置且连接在所述定平台和所述动平台之间，所述动平台具有三个转动自由度和两个移动自由度。

2、根据权利要求1所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，还包括：
30 转换平行四边形结构，所述转换平行四边形结构包括第六连杆和第七连杆，所述第六连杆的一端铰接连接在所述第一铰点上，所述第六连杆的另一端铰接连接在所述第七连杆

的一端上，所述第七连杆的另一端铰接连接在所述第三连杆上，所述第一连杆、所述第六连杆、所述第七连杆及所述第三连杆的部分段构成四边形，所述第二驱动组件通过驱动所述第六连杆转动而带动所述第三连杆转动。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述轨道包括平行设置的两条，所述底座的底部通过滑块配合在两条所述轨道上，每条所述轨道上设置有多个所述滑块。

4、根据权利要求 1-3 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述第一驱动组件和第二驱动组件分别为缸体驱动机构。

5、根据权利要求 1-4 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述第一驱动组件和第二驱动组件分别为电机驱动机构。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述第一驱动组件包括：

第一顶块，所述第一顶块可转动地连接在所述第一连杆上；

第一支块，所述第一支块可转动地连接在所述底座上；

15 第一驱动杆，所述第一驱动杆的一端与所述第一顶块相连，所述第一驱动杆的另一端与所述第一支块相连，所述第一驱动杆、所述第一连杆的部分段、所述底座构成三角形；

第一驱动器，所述第一驱动器用于驱动所述第一驱动杆相对所述第一顶块或者所述第一支块伸缩。

20 7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述第二驱动组件包括：

第二顶块，所述第二顶块可转动地连接在所述第三连杆上；

第二支块，所述第二支块可转动地连接在所述中间三角板上；

25 第二驱动杆，所述第二驱动杆的一端与所述第二顶块相连，所述第二驱动杆的另一端与所述第二支块相连，所述第二驱动杆、所述第三连杆的部分段、所述中间三角板构成三角形；

第二驱动器，所述第二驱动器用于驱动所述第二驱动杆相对所述第二顶块或者所述第二支块伸缩。

8、根据权利要求 2 所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述第二驱动组件包括：

第三顶块，所述第三顶块可转动地连接在所述第六连杆上；

第三支块，所述第三支块可转动地连接在所述底座上；

第三驱动杆，所述第三驱动杆的一端与所述第三顶块相连，所述第三驱动杆的另一端与所述第三支块相连，所述第三驱动杆、所述第六连杆的部分段、所述底座构成三角形；

- 5 第三驱动器，所述第三驱动器用于驱动所述第三驱动杆相对所述第三顶块或者所述第三支块伸缩。

- 9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述中间三角板为平行设置的两个，两个所述中间三角板夹设在所述第一连杆、所述第三连杆的两侧，所述第二连杆为平行设置的两个，所述第四连杆为平行设置的两个，
10 两个所述第二连杆分别与两个所述中间三角板铰接，两个所述第四连杆分别与两个所述中间三角板铰接。

- 10、根据权利要求 1-9 中任一项所述的轨道式大跨度可折展加工机器人，其特征在于，所述底座包括底板和凸台，所述底板水平设置，所述底板形成为后侧敞开的框形，所述凸台为两个且分别设在底板的左右两侧，所述一级平行四边形结构连接在所述两个
15 凸台上。

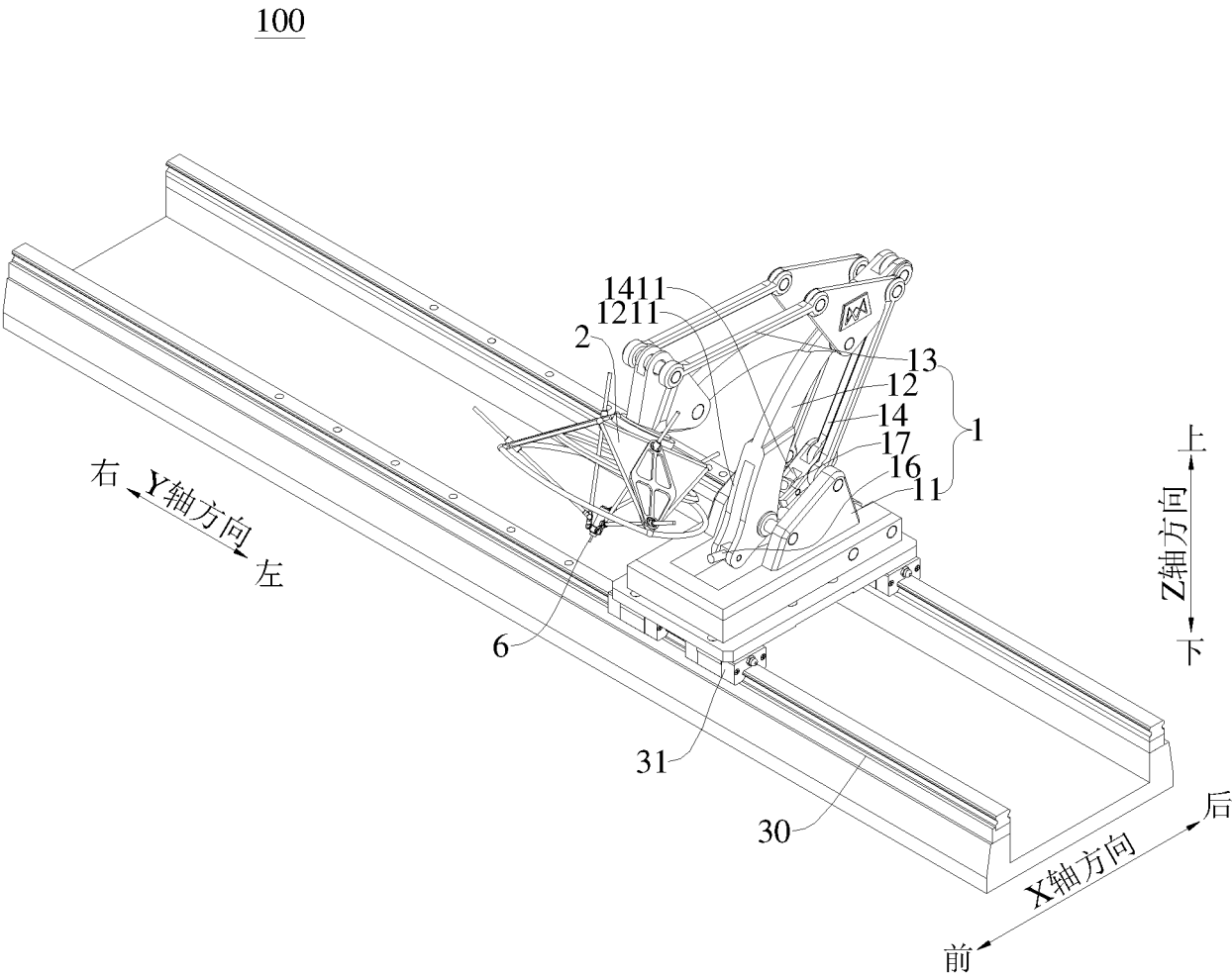


图 1

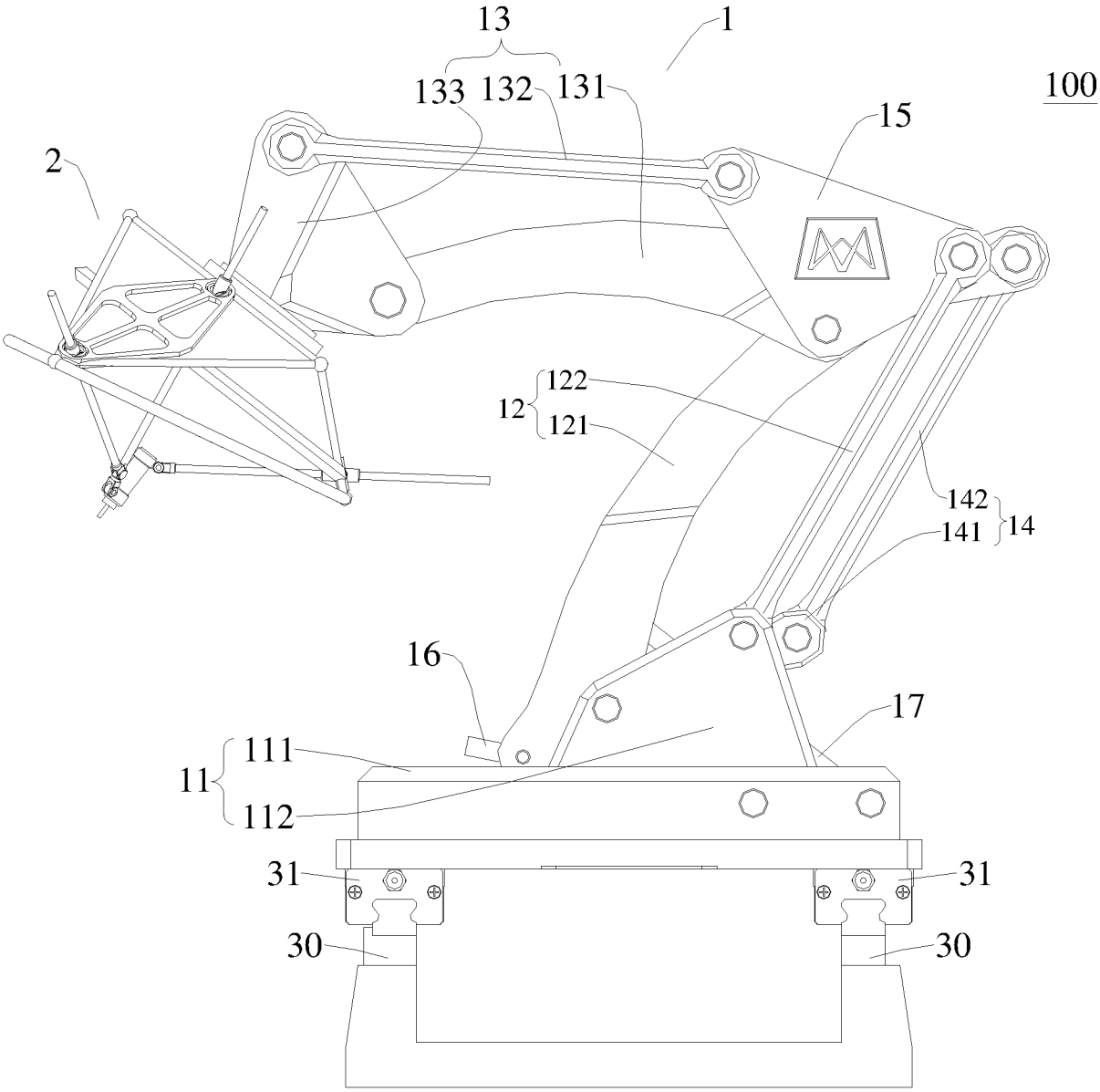


图 2

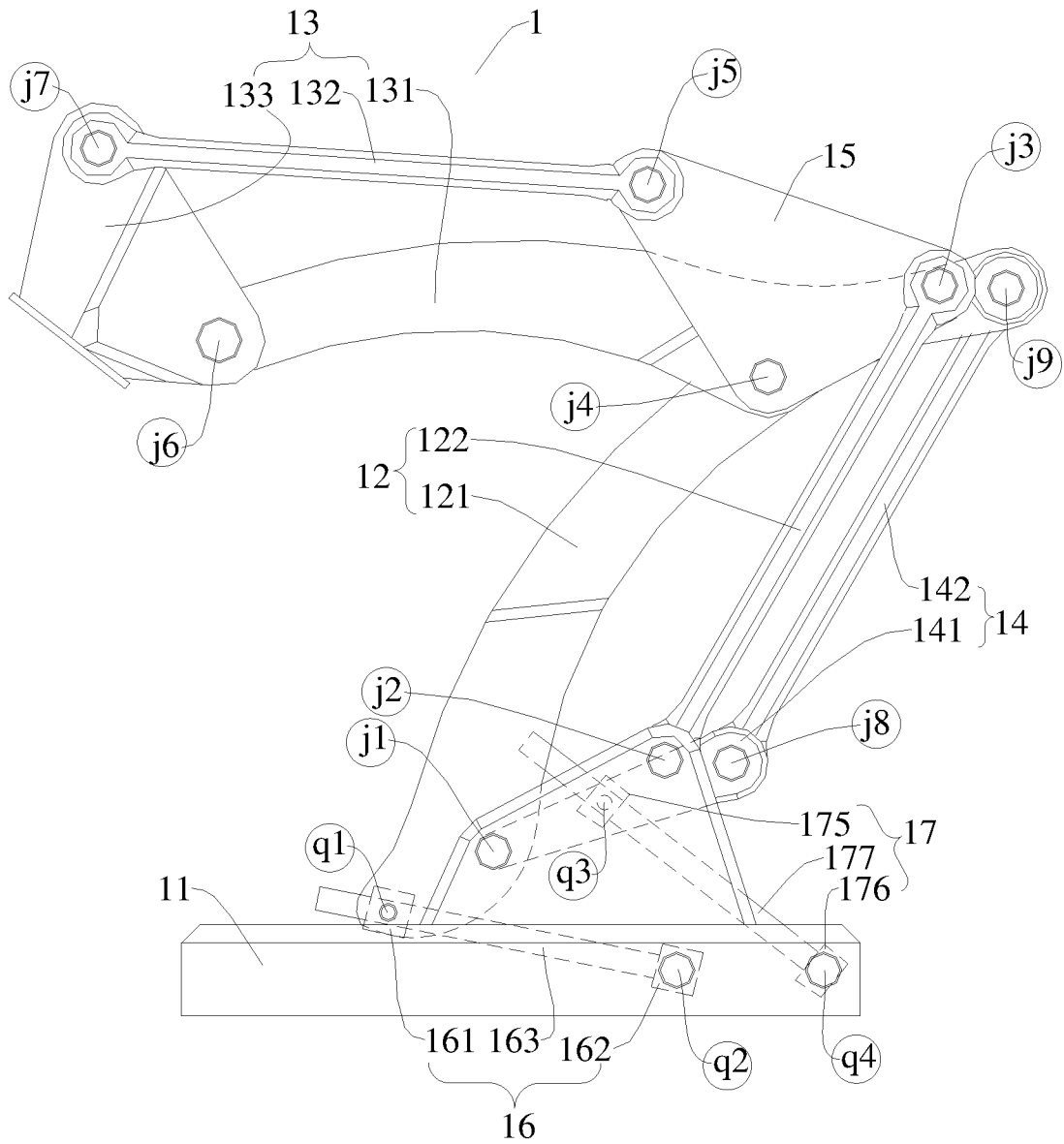


图 3

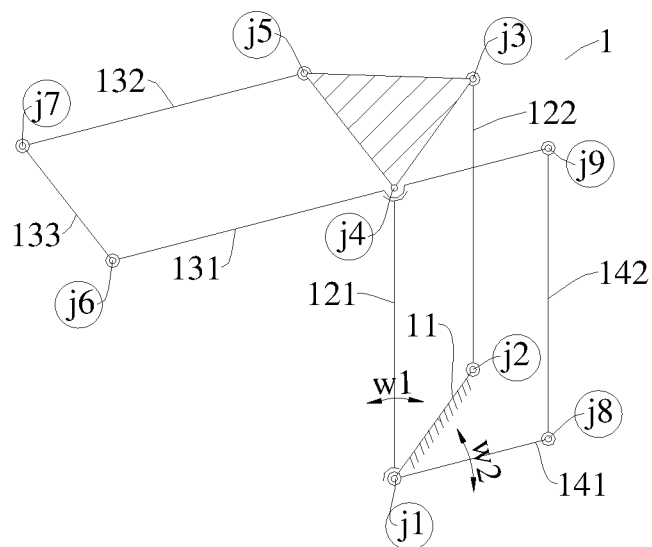


图 4

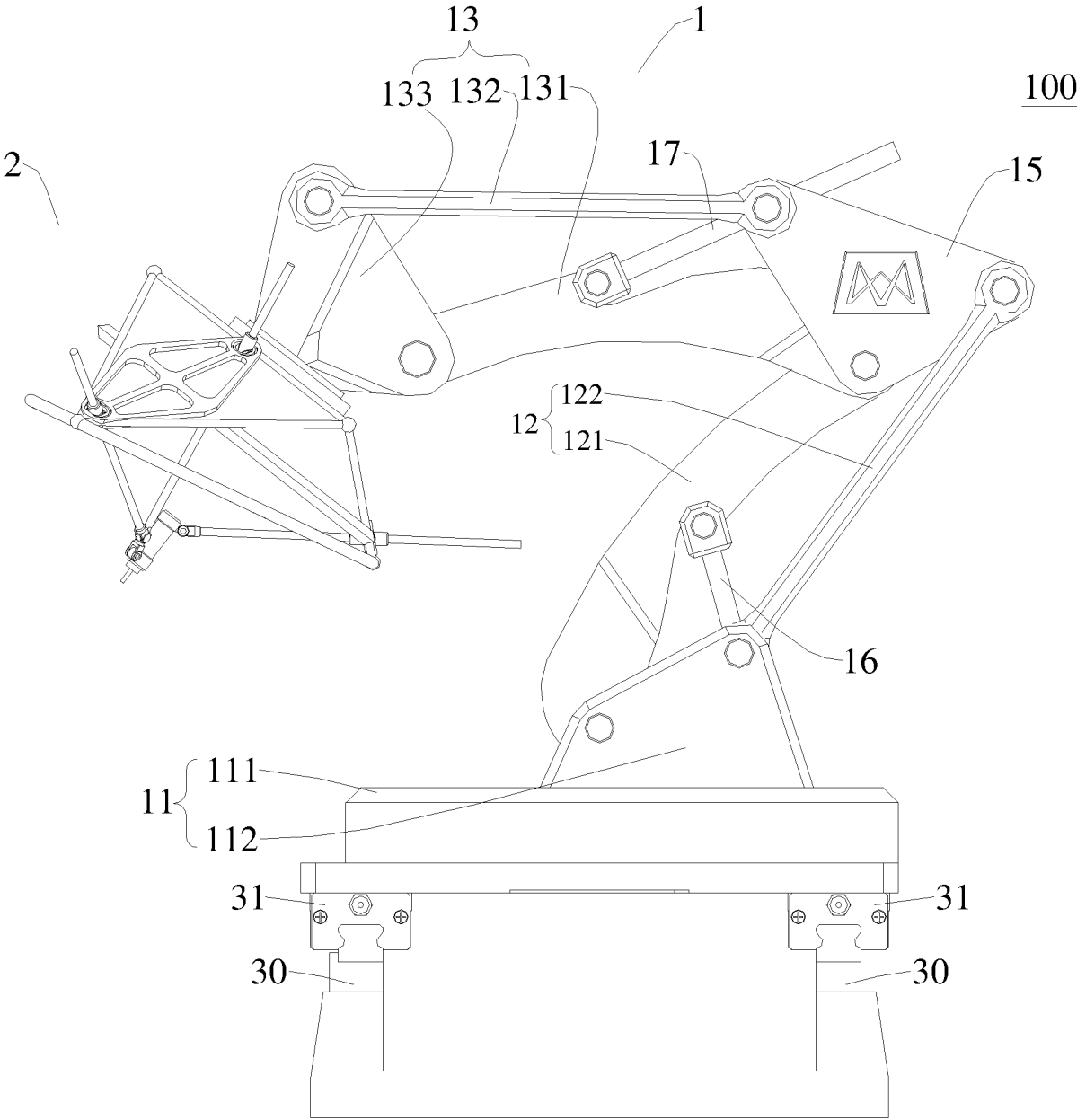


图 6

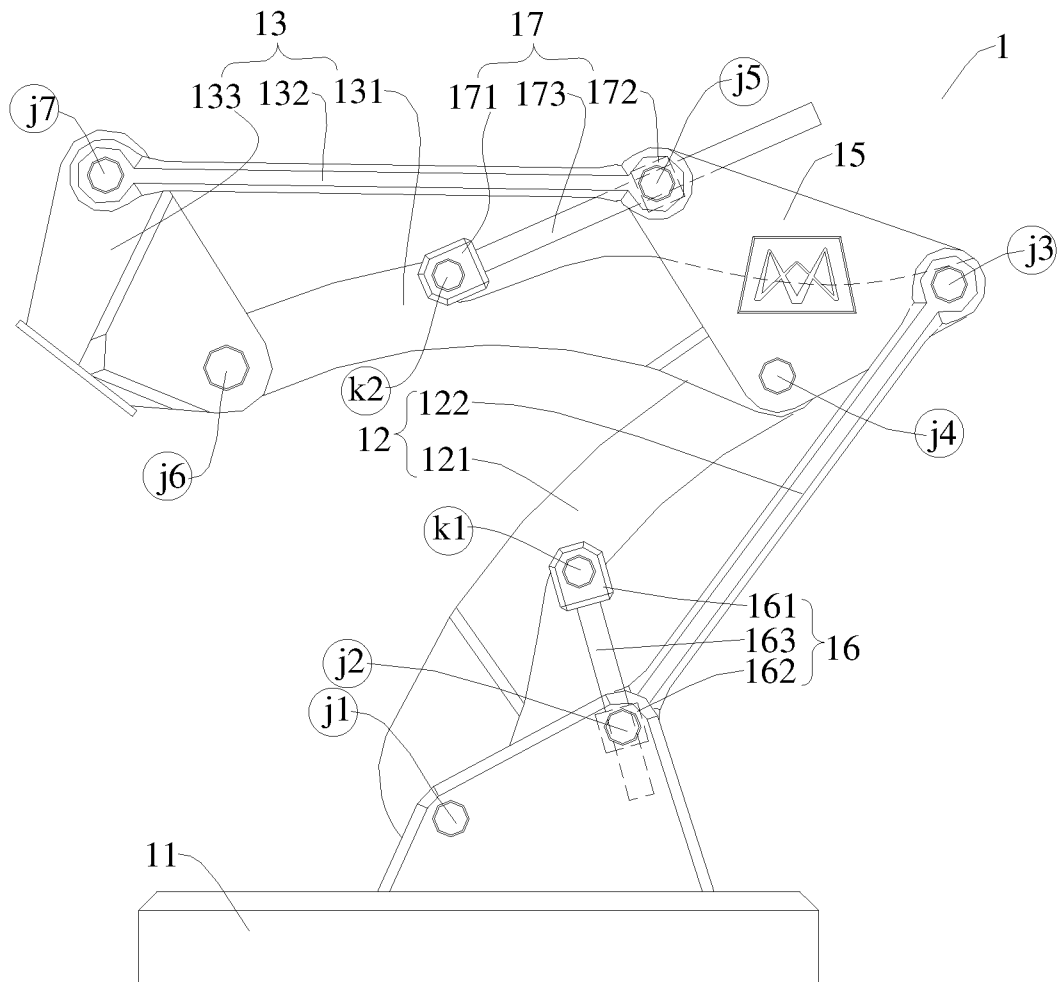


图 7

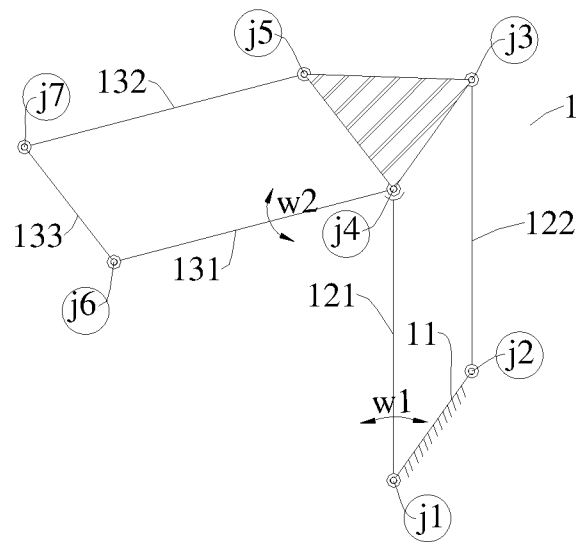


图 8

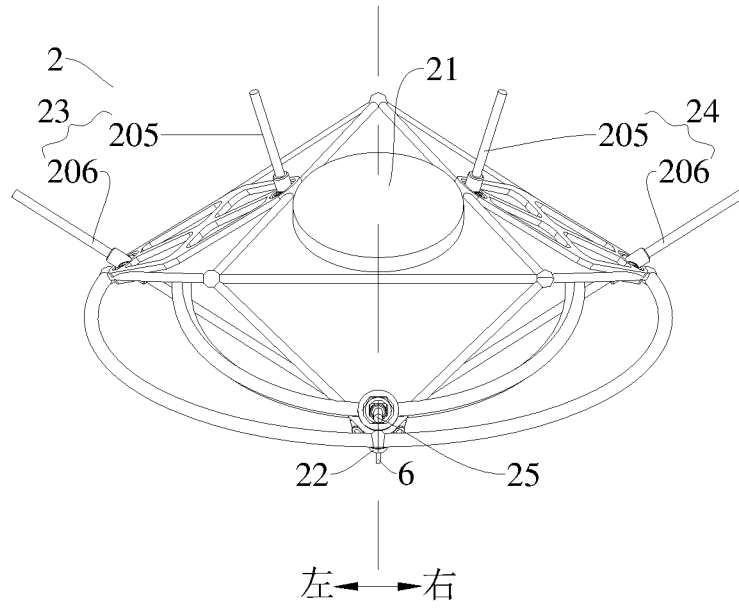


图 9

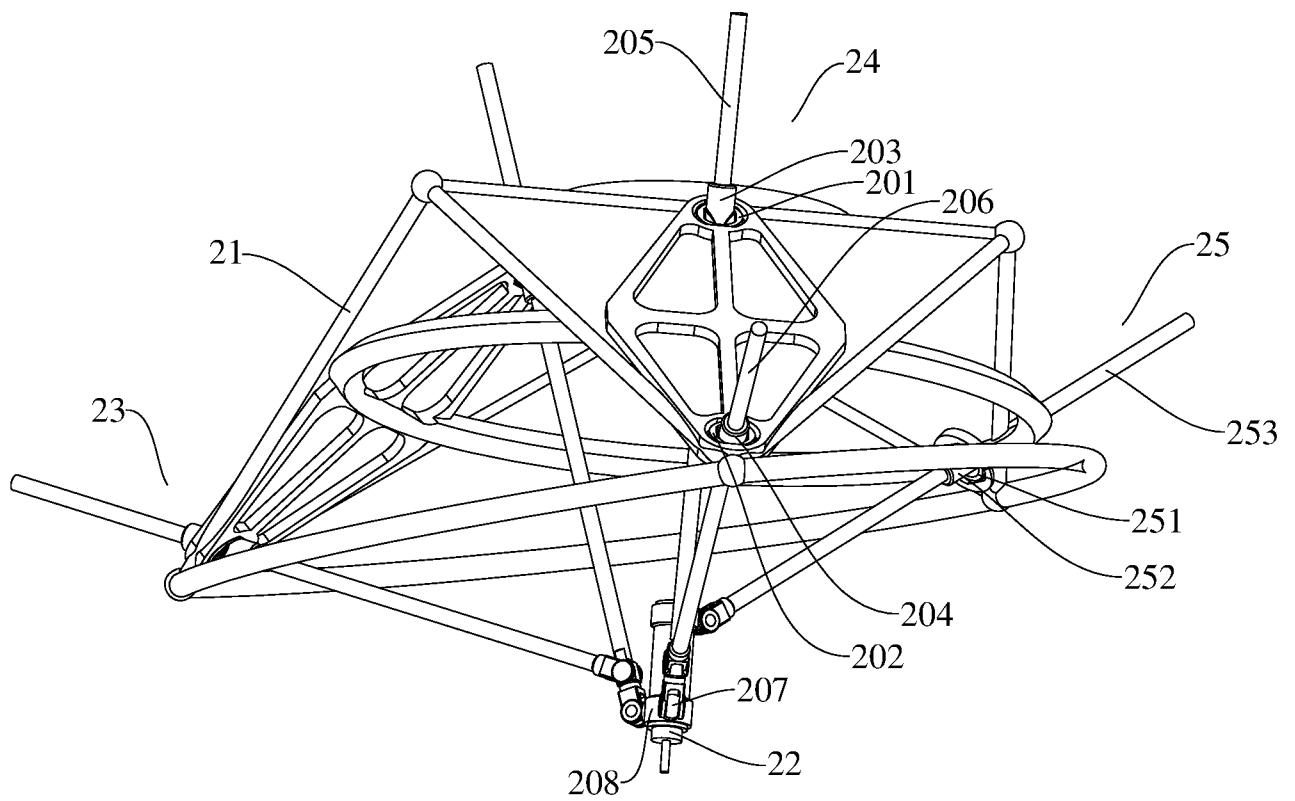


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/114135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 5/02(2006.01)i; B25J 18/00(2006.01)i; B25J 9/00(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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 机器人, 并联机构, 平行四边形, 三角, 轨道, 导轨, 调整, robot+, parallel+, parallelogram, triangle, trigonometry, rail+, track+, orbit+, adjust, regulat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 203003890 U (GUANGXI UNIVERSITY) 19 June 2013 (2013-06-19) description, particular embodiments, and figures 1-7	1-10
Y	CN 105459109 A (ANHUI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 06 April 2016 (2016-04-06) description, paragraphs 23-29, and figures 1-3	1-10
Y	CN 107553470 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 09 January 2018 (2018-01-09) description, paragraphs 46-52, and figures 1-3	1-10
PX	CN 108608401 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 02 October 2018 (2018-10-02) entire document	1-10
PX	CN 108544475 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 18 September 2018 (2018-09-18) entire document	1-10
PX	CN 108621128 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 09 October 2018 (2018-10-09) entire document	1-10
PX	CN 108621114 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 09 October 2018 (2018-10-09) entire document	1-10
PX	CN 108608407 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 02 October 2018 (2018-10-02) 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 January 2019

Date of mailing of the international search report

30 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/114135

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 108789357 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-10
E	CN 108748086 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-10
E	CN 108789358 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-10
A	CN 104476535 A (GUANGXI UNIVERSITY) 01 April 2015 (2015-04-01) entire document	1-10
A	CN 107159936 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 15 September 2017 (2017-09-15) entire document	1-10
A	EP 0700665 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 13 March 1996 (1996-03-13) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/114135

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	203003890	U	19 June 2013	None			
CN	105459109	A	06 April 2016	None			
CN	107553470	A	09 January 2018	None			
CN	108608401	A	02 October 2018	None			
CN	108544475	A	18 September 2018	None			
CN	108621128	A	09 October 2018	None			
CN	108621114	A	09 October 2018	None			
CN	108608407	A	02 October 2018	None			
CN	108789357	A	13 November 2018	None			
CN	108748086	A	06 November 2018	None			
CN	108789358	A	13 November 2018	None			
CN	104476535	A	01 April 2015	None			
CN	107159936	A	15 September 2017	None			
EP	0700665	A1	13 March 1996	US	5825536	A	20 October 1998
				DE	69514739	T2	07 September 2000
				EP	0700665	B1	26 January 2000
				DE	69514739	D1	02 March 2000
				JP	3636229	B2	06 April 2005
				JP	4064323	B2	19 March 2008
				JP	H08266555	A	15 October 1996
				JP	4030599	B2	09 January 2008
				JP	2004105726	A	08 April 2004
				JP	H08131457	A	28 May 1996

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/114135

A. 主题的分类

B25J 5/02(2006.01)i; B25J 18/00(2006.01)i; B25J 9/00(2006.01)i

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. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B25J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 机器人, 并联机构, 平行四边形, 三角, 轨道, 导轨, 调整, robot+, parallel+, parallelogram, triangle, trigonometry, rail+, track+, orbit+, adjust, regulat+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 203003890 U (广西大学) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书具体实施方式, 图1-7	1-10
Y	CN 105459109 A (安徽工业大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 说明书第23-29段, 图1-3	1-10
Y	CN 107553470 A (清华大学) 2018年 1月 9日 (2018 - 01 - 09) 说明书第46-52段、图1-3	1-10
PX	CN 108608401 A (清华大学) 2018年 10月 2日 (2018 - 10 - 02) 全文	1-10
PX	CN 108544475 A (清华大学) 2018年 9月 18日 (2018 - 09 - 18) 全文	1-10
PX	CN 108621128 A (清华大学 等) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 全文	1-10
PX	CN 108621114 A (清华大学 等) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 全文	1-10
PX	CN 108608407 A (清华大学) 2018年 10月 2日 (2018 - 10 - 02) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 1月 4日

国际检索报告邮寄日期

2019年 1月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

吕青林

电话号码 86-10-53961094

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
E	CN 108789357 A (清华大学) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-10
E	CN 108748086 A (清华大学) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-10
E	CN 108789358 A (清华大学) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-10
A	CN 104476535 A (广西大学) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 全文	1-10
A	CN 107159936 A (东北大学) 2017年 9月 15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-10
A	EP 0700665 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 1996年 3月 13日 (1996 - 03 - 13) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/114135

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	203003890	U	2013年 6月 19日	无			
CN	105459109	A	2016年 4月 6日	无			
CN	107553470	A	2018年 1月 9日	无			
CN	108608401	A	2018年 10月 2日	无			
CN	108544475	A	2018年 9月 18日	无			
CN	108621128	A	2018年 10月 9日	无			
CN	108621114	A	2018年 10月 9日	无			
CN	108608407	A	2018年 10月 2日	无			
CN	108789357	A	2018年 11月 13日	无			
CN	108748086	A	2018年 11月 6日	无			
CN	108789358	A	2018年 11月 13日	无			
CN	104476535	A	2015年 4月 1日	无			
CN	107159936	A	2017年 9月 15日	无			
EP	0700665	A1	1996年 3月 13日	US	5825536	A	1998年 10月 20日
				DE	69514739	T2	2000年 9月 7日
				EP	0700665	B1	2000年 1月 26日
				DE	69514739	D1	2000年 3月 2日
				JP	3636229	B2	2005年 4月 6日
				JP	4064323	B2	2008年 3月 19日
				JP	H08266555	A	1996年 10月 15日
				JP	4030599	B2	2008年 1月 9日
				JP	2004105726	A	2004年 4月 8日
				JP	H08131457	A	1996年 5月 28日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)