

# (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  
2021年7月29日 (29.07.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/147267 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*A61B 34/30* (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/101998
- (22) 国际申请日: 2020年7月15日 (15.07.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202010076420.3 2020年1月23日 (23.01.2020) CN  
202020149829.9 2020年1月23日 (23.01.2020) CN
- (71) 申请人: 诺创智能医疗科技(杭州)有限公司 (NOAHTRON INTELLIGENCE MEDTECH (HANGZHOU) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区西兴街道江陵路88号2幢3楼342室, Zhejiang 310051 (CN)。
- (72) 发明人: 黄善灯 (HUANG, Shandeng); 中国浙江省杭州市滨江区西兴街道江陵路88号2幢3楼342室, Zhejiang 310051 (CN)。 柳建飞 (LIU, Jianfei); 中国浙江省杭州市滨江区西兴街道江

陵路88号2幢3楼342室, Zhejiang 310051 (CN)。  
柏龙 (BAI, Long); 中国浙江省杭州市滨江区西兴街道江陵路88号2幢3楼342室, Zhejiang 310051 (CN)。 陈晓红 (CHEN, Xiaohong); 中国浙江省杭州市滨江区西兴街道江陵路88号2幢3楼342室, Zhejiang 310051 (CN)。

(74) 代理人: 杭州华进联浙知识产权代理有限公司 (HANGZHOU HUAJIN LIANZHE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国浙江省杭州市滨江区滨盛路1508号海亮大厦2104-2105室, Zhejiang 310051 (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, IT, 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,

(54) Title: SURGICAL ROBOTIC ARM AND SURGICAL ROBOT

(54) 发明名称: 手术机械臂及手术机器人

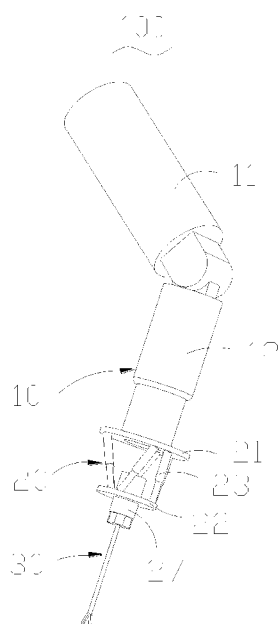


图 1

(57) Abstract: A surgical robotic arm (100), comprising a presurgical positioning assembly (10), a telecentric manipulating assembly (20), and an executing assembly (30). The telecentric manipulating assembly (20) comprises a static platform (21), a first movable platform (22), and a plurality of first telescopic elements (23) arranged between the static platform (21) and the first movable platform (22); the executing assembly (30) has a preset telecentric fixed point; coordinated extension and retraction of the plurality of first telescopic elements (23) can control the first movable platform (22) to move relative to the static platform (21) and drive the executing assembly (30) to extend and retract and swing; the swing center of the executing assembly (30) is the telecentric fixed point; and the extension and retraction path of the executing assembly (30) passes through the telecentric fixed point. According to the surgical robotic arm (100), a parallel mechanism is formed by the first movable platform (22), the static platform (21), and the plurality of first telescopic elements (23) located between the first movable platform (22) and the static platform (21), and the motion accuracy of the executing assembly (30) is improved by using the error non-cumulative characteristic of the parallel mechanism; in addition, surgical operation of the executing assembly (30) under a higher load can be guaranteed.

WO 2021/147267 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, WS, 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))。

---

(57) 摘要: 一种手术机械臂(100), 包括术前摆位组件(10)、远心操控组件(20)及执行组件(30), 远心操控组件(20)包括静平台(21)、第一动平台(22)以及设置于静平台(21)与第一动平台(22)之间的多个第一伸缩元件(23); 执行组件(30)具有预设的远心不动点, 多个第一伸缩元件(23)之间的协调伸缩能够控制第一动平台(22)相对静平台(21)运动并带动执行组件(30)伸缩及摆动, 执行组件(30)的摆动中心为远心不动点, 且执行组件(30)的伸缩路径穿过远心不动点。手术机械臂(100)通过第一动平台(22)、静平台(21)以及位于第一动平台(22)与静平台(21)之间多个第一伸缩元件(23)构成并联机构, 利用并联机构的误差非累积特性提高了执行组件(30)的运动精度; 同时能够保证执行组件(30)在更大载荷下的手术操作。

# 手术机械臂及手术机器人

## 相关申请

[001] 本申请要求申请日为2020年1月23日，申请号为202020149829.9，发明名称为“手术机械臂及手术机器人”的中国专利申请的优先权；以及申请日为2020年1月23日，申请号为202010076420.3，发明名称为“手术机械臂及手术机器人”的中国专利申请的优先权；其全部内容通过引用结合在本申请中。

## 技术领域

[002] 本申请涉及医疗器械技术领域，尤其涉及一种手术机械臂及手术机器人。

## 背景技术

[003] 微创手术的诞生在很大程度上克服了传统外科手术存在的刀口大、出血量大、并发症多以及手术风险大等缺陷。微创手术因为近年来的迅猛发展正逐步获得医务人员与患者的青睐，成为目前医学研究与临床应用的新兴领域。

[004] 通过手术机器人来辅助医生进行微创手术能够使得手术操作更为灵敏与精确。以达芬奇手术机器人为例，达芬奇手术机器人可以将医生的视野放大十倍，同时有效滤除医生的手部颤动，在微创手术领域具有广泛的临床应用。

[005] 适用于手术机器人的手术机械臂需要带动手术器具执行手术操作，而手术器具在使用时需要通过伸入皮肤表面上开设的微小创口来实现达到患者体内。这就要求手术器具以稳定、无颤动的状态将皮肤表面上开设的微小创口作为远心不动点执行手术操作。而目前的适用于手术机器人的手术机械臂，在临床表现上尚不能完全满足使用要求。目前的手术机械臂，在对手术器具的载荷能力以及执行精度上均较为薄弱。手术机械臂在载荷能力以及执行精度上的薄弱性限制了手术机器人在临床上的应用。

## 发明内容

[006] 根据本申请的各种实施例，提供一种手术机械臂，包括术前摆位组件、远心操控组件及执行组件，所述远心操控组件包括静平台、第一动平台以及设置于所述静平台与所述第一动平台之间的多个第一伸缩元件，所述静平台相对远离所述第一动平台的一侧固定连接于所述术前摆位组件，所述第一动平台相对远离所述静平台的一侧固定连接于所述执行组件，每个所述第一伸缩元件的两端均分别转动连接于所述静平台与所述第一动平台；

[007] 所述执行组件具有预设的远心不动点，多个所述第一伸缩元件之间的协调伸缩能够控制所述第一动平台相对所述静平台运动并带动所述执行组件伸缩及摆动，所述执行组件的摆动中心为所述远心不动点，且所述执行组件的伸缩路径穿过所述远心不动点。

[008] 本申请提供的手术机械臂通过第一动平台、静平台以及位于第一动平台与静平台之间多个第一伸缩元件构成并联机构，利用并联机构的误差非累积特性提高了末端执行组件的运动精度；同时多个第一伸缩元件之间相互独立的驱动方式提高了载荷能力，能够保证执行组件在更大载荷下的手术操作。

[009] 为了提高手术机械臂的灵活性，在本申请的一个实施方式中，所述执行组件相对所述远心不动点的摆动极限角度设为 $\pm 20^\circ$ ，所述执行组件能够在以所述执行组件的伸缩路径为

轴且顶角为  $40^\circ$  的锥形空间内摆动。

[010] 如此设置，执行组件比较灵活，能够在较大范围内运动，可以协助医生实现较为复杂的手术操作。

[011] 为了提高手术机械臂的稳定性，各所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的多个转动连接点共圆设置，各所述第一伸缩元件与所述静平台之间的转动连接点共圆设置；位于所述静平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径，是位于所述第一动平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径的 1 倍至 2 倍。

[012] 如此设置，第一动平台在相对静平台运动的过程中具有较小的颤动，各个第一伸缩元件之间的误差总量能够相互弥补，从而使得手术机械臂的稳定性提升。

[013] 为了进一步提高手术机械臂的稳定性，位于所述静平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径，是位于所述第一动平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径的 1.7 倍。

[014] 如此设置，第一动平台在相对静平台运动的过程中具有最小的颤动，同时可以相对压缩第一动平台与静平台所占用的空间体积，在结构轻量化与高性能之间具有最为平衡的结合性。

[015] 为了实现第一伸缩元件与第一动平台及静平台之间的转动连接，所述第一伸缩元件的两端分别设置有球铰接头与虎克铰链接头；所述第一伸缩元件通过所述球铰接头连接至所述静平台与所述第一动平台中的一者，并通过所述虎克铰链接头连接至所述静平台与所述第一动平台中的另一者。

[016] 如此设置，第一伸缩元件的两端能够分别与第一动平台以及静平台实现转动连接，第一伸缩元件的连接性能更佳。

[017] 为了在实现第一伸缩元件与第一动平台及静平台之间转动连接的基础上兼顾成本，所述手术机械臂还包括缸套，所述缸套套设并转动连接于所述第一伸缩元件；所述缸套在相对远离所述第一伸缩元件的一端以及所述第一伸缩元件在相对远离所述缸套的一端上，分别设置有虎克铰链接头；所述缸套与所述第一伸缩元件中的一者，通过对应的所述虎克铰链接头连接至所述第一动平台；所述缸套与所述第一伸缩元件中的另一者，通过对应的所述虎克铰链接头连接至所述静平台。

[018] 如此设置，第一伸缩元件可以通过制造难度较低、成本低廉的虎克铰链接头便实现第一动平台与静平台之间的动力传输，无需设置造价高昂、容易损坏的球铰接头，具有较佳的性价比优势。

[019] 为了提高手术机械臂的运动稳定性，所述第一伸缩元件的数量为六个，所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点均相互间隔设置；且所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点也均相互间隔设置。

[020] 如此设置，通过采用间隔式的转动连接点的分布形式，减少了各个第一伸缩元件之间的颤动干扰，能够进一步提升手术机械臂的运动稳定性。

[021] 为了提高手术机械臂的运动稳定性，所述第一伸缩元件与所述第一动平台的各转动连接点之间以就近的方式两两成对，每一组同对的两个转动连接点与所述第一动平台的中心之间均对应形成一个第一夹角，各所述第一夹角之间的大小相等。

[022] 如此设置，第一伸缩元件在第一动平台上的转动连接点将以两两配对组合的方式设置，手术机械臂的运动稳定性提升，同时便于实现运动学解析。

[023] 为了进一步提高手术机械臂的运动稳定性，所述第一夹角 $\alpha$ 的角度范围为 $15^\circ$ 至 $60^\circ$ 。

[024] 如此设置，各个转动连接点之间的夹角范围处在较佳的区间内，不仅有利于保证运动稳定性，也可以通过相对适宜的夹角范围便于实现对各个第一伸缩元件的伸缩量运动解析。

[025] 为了进一步提高手术机械臂的运动稳定性，所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点之间以就近的方式两两成对，每一组同对的两个转动连接点与所述静平台的中心之间均对应形成一个第二夹角，各所述第二夹角之间的大小相等。

[026] 如此设置，第一伸缩元件在静平台上的转动连接点将以两两配对组合的方式设置，手术机械臂的运动稳定性提升，同时便于实现运动学解析。

[027] 为了进一步提高手术机械臂的运动稳定性，第二夹角角度范围为 $60^\circ$ 至 $105^\circ$ 。

[028] 如此设置，各个转动连接点之间的夹角范围处在较佳的区间内，不仅有利于保证运动稳定性，也可以通过相对适宜的夹角范围便于实现对各个第一伸缩元件的伸缩量运动解析。

[029] 如此设置，各个转动连接点之间的夹角范围处在较佳的区间内，不仅有利于保证运动稳定性，也可以通过相对适宜的夹角范围便于实现对各个第一伸缩元件的伸缩量运动解析。

[030] 为了避免手术器具在转动时传动线缆发生缠绕，所述执行组件包括执行杆及设置于所述执行杆相对远离所述第一动平台一端的手术器具，所述第一动平台上设置有转动驱动件，所述转动驱动件连接于所述执行杆并能够驱动所述执行杆与所述手术器具沿所述执行杆的轴向同步转动。

[031] 如此设置，手术器具将与执行杆同步转动，从而避免了传动线缆在相对执行杆转动时的相互缠绕。

[032] 为了使得手术器具的运动更加灵活和精准，所述第一动平台上还设置有第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件，所述执行杆中空并容置有传动线缆，所述手术器具通过所述传动线缆连接于所述第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件；

[033] 所述第一偏转驱动件与所述第二偏转驱动件能够通过所述传动线缆分别带动所述手术器具朝交错的两个不同的方向偏转，所述开合驱动件能够通过所述传动线缆带动所述手术器具张开与闭合。

[034] 如此设置，手术器具在第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件的协同作用下能够灵活地偏转和开合，多个驱动件同时驱动能够减小驱动时的位移误差和延时误差。

[035] 为了实现更加复杂的手术内容，所述远心操控组件包括多级相互连接的并联平台，每级所述并联平台均包括相对的两个平台以及位于两个所述平台之间的伸缩元件；

[036] 其中，多级所述并联平台中相对靠近所述术前摆位组件的并联平台为第一级并联平台，所述第一级并联平台包括所述静平台、所述第一动平台以及设置于所述静平台与所述第一动平台之间的多个第一伸缩元件。

[037] 如此设置，多级别的所述并联平台能够叠加式的扩大手术器具的活动范围，以协助医生实现更加复杂的手术内容。

[038] 为了兼顾手术内容的复杂程度以及控制的精准程度，所述并联平台的级数为两级，所述远心操控组件还包括连接于所述第一级并联平台的第二级并联平台，所述第二级并联平台包括第二动平台以及设置于所述第一动平台与所述第二动平台之间的多个第二伸缩元件，所述第二动平台相对远离所述静平台的一侧固定连接于所述执行组件，每个所述第二伸缩元件

的两端均分别转动连接于所述第一动平台与所述第二动平台。

[039] 如此设置，第二动平台能够以第一动平台为基础进行位移活动，双级并联平台的结构设计同时兼顾了对手术复杂性的满足以及对控制精度的保证，避免了级数过大所带来的控制误差过度叠加的情况。

[040] 为了减小运动误差，同时便于实现运动学解析，多个所述第二伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点在所述第一动平台上的排布方式，与多个所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点在所述静平台上的排布方式相同；及/或，

[041] 多个所述第二伸缩元件与所述第二动平台之间的各转动连接点在所述第二动平台上的排布方式，与多个所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点在所述第一动平台上的排布方式相同。

[042] 如此设置，不仅能够简化第一动平台与第二动平台之间的运动学解析步骤，还能减小第二动平台的运动误差；并且便于加工，能够保证加工精度。

[043] 为了进一步减小运动误差，同时进一步简化运动学解析步骤，在所述第一动平台、所述第二动平台以及所述静平台的各轴向处于重合的状态下，各所述第一伸缩元件与对应的所述第二伸缩元件之间相互平行设置。

[044] 如此设置，能够进一步简化第一动平台与第二动平台之间的运动学解析步骤，减小第二动平台的运动误差。

[045] 为了实现对执行组件的大范围摆位，所述术前摆位组件包括移动臂及伸缩臂，所述伸缩臂设置于所述移动臂与所述静平台之间并转动连接于所述移动臂。

[046] 如此设置，执行组件能够在术前摆位组件的驱动下实现大范围的位置调节，从而利用远心操控组件与摆位组件实现对执行组件的双级调整，有利于位置调整的高效化与精细化。

[047] 为了实现对力学信息的检测，所述第一动平台上还设置有传感器；所述传感器连接于所述执行杆并用于检测所述手术器具受到的环境力及/或环境力矩。

[048] 如此设置，手术机械臂由于将执行杆与手术器具设置为同步转动，可以使得位于执行杆内部的连接线缆将以整体的方式运动，避免了传统结构中连接线缆缠绕导致无法实现可靠力学传感器的弊端，从而使得传感器能够实现对手术器具所受到的环境力及/或环境力矩的精确测量。

[049] 为了提高检测精度，所述传感器安装于所述第一动平台或者所述手术机械臂中相对位于所述第一动平台前端的器件中。

[050] 如此设置，传感器相对手术器具，不会受到第一伸缩元件伸缩时的绕动干扰，在测量时的精确度有了极大的提高。

[051] 为了进一步提高检测精度，所述传感器安装于所述转动驱动件上，所述转动驱动件能够驱动所述传感器、所述执行杆以及所述手术器具均沿所述执行杆的轴向同步转动。

[052] 如此设置，转动驱动件与传感器选择安装在第一动平台上，能够为转动驱动件与传感器的安装提供极大的便利，相比于传感器安装在手术机械臂中相对位于第一动平台前端的器件的方案，在安装精度上有了极大的降低。本申请还提供一种手术机器人，包括手术机械臂，所述手术机械臂为上述任意一项所述的手术机械臂。

[053] 本申请提供的手术机器人，通过应用上述的手术机械臂提高了自身的运动精度以及载荷能力，能够实现更高精度、更大强度的临床手术，具有更为广泛的应用前景。

## 附图说明

[054] 为了更好地描述和说明这里公开的那些的实施例和/或示例，可以参考一幅或多幅附图。用于描述附图的附加细节或示例不应当被认为是对所公开的、目前描述的实施例和/或示例以及目前理解的这些的最佳模式中的任何一者的范围的限制。

[055] 图 1 为本申请第一个实施方式中的手术机械臂的结构示意图；

[056] 图 2 为图 1 所示远心操控组件的结构示意图；

[057] 图 3 为图 2 所示远心操控组件在俯视视角下的结构示意图；

[058] 图 4 为本申请第二个实施方式中手术机械臂的结构示意图；

[059] 图 5 为图 4 所示远心操控组件的结构示意图。

## 具体实施方式

[060] 下面将结合本申请实施方式中的附图，对本申请实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式仅仅是本申请一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本申请中的实施方式，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方式，都属于本申请保护的范围。

[061] 需要说明的是，当组件被称为“装设于”另一个组件，它可以直接装设在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件，它可以是直接设置在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。当一个组件被认为是“固定于”另一个组件，它可以是直接固定在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。

[062] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的，不是旨在于限制本申请。本文所使用的术语“或/及”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[063] 请参阅图 1 及图 2，图 1 为本申请第一个实施方式中的手术机械臂 100 的结构示意图；图 2 为图 1 所示远心操控组件 20 的结构示意图。

[064] 本申请提供一种手术机械臂 100，其用于达芬奇手术机器人中。本实施方式中，手术机械臂 100 用于协助医生通过微创的方法实施复杂的外科手术。可以理解，在其他实施方式中，手术机械臂 100 还可以应用于其他医疗器械中以协助医生进行外科手术。

[065] 达芬奇手术机器人通常包括操作台、图像处理设备及手术机械臂 100，操作台用于供主刀医生进行模拟控制操作，操作台与手术机械臂 100 耦合并能够将模拟控制操作传递至手术机械臂 100；图像处理设备能够实时呈现内窥镜窥视的画面，还能够将内窥镜窥视的画面放大，使得医生的手术视野更加清晰；手术机械臂 100 用于对患者进行微创手术，手术机械臂 100 的运动轨迹及手术过程能够通过内窥镜传递至图像处理设备中。

[066] 操作台通常包括主控制器及脚踏板控制器，主控制器耦合于手术机械臂 100 并与手术机械臂 100 同步运动，医生通过主控制器控制手术机械臂 100 进行定位，并通过脚踏板控制

器启闭手术机械臂 100 的工作状态。主控制器不仅能够滤除医生手部的微颤动，还能够同比缩小医生手部的移动距离，配合图像处理设备中放大的内窥镜画面，能够大幅提高医生眼手协调的程度，从而保证手术精确度。

[067] 图像处理设备耦合于内窥镜，能够实时呈现内窥镜窥视的画面，并且在必要时可以放大内窥镜窥视的画面，放大倍数可以根据不同手术需求进行调整。可以理解的是，当调整内窥镜放大倍数后，医生可以同步调整主控制器中医生手部移动距离在同比缩小时的倍数，使得内窥镜的放大倍数与主控制器同比缩小时的倍数相适，最大程度保证医生眼手协调的程度，提高手术的精准度。

[068] 内窥镜至少具有照明功能及图像采集功能。内窥镜为三维镜头，与人眼直视时的画面基本一致。内窥镜拍摄出的画面清晰度高，能够供图像处理设备进行后续放大处理。

[069] 本申请提供的手术机械臂 100 包括术前摆位组件 10、远心操控组件 20 及执行组件 30，术前摆位组件 10、远心操控组件 20 及执行组件 30 依次连接。术前摆位组件 10 用于将执行组件 30 大致移动到靠近病灶处的位置；远心操控组件 20 用于控制执行组件 30 小幅度范围内运动；执行组件 30 用于执行手术操作。

[070] 具体地，术前摆位组件 10 能够驱动执行组件 30 进行大范围的位置调节。术前摆位组件 10 包括至少一个移动臂 11 及/或至少一个伸缩臂 12，移动臂 11 具有两个自由度，能够带动执行组件 30 进行平移及旋转；伸缩臂 12 具有一个自由度，能够带动执行组件 30 进行平移。

[071] 远心操控组件 20 能够驱动执行组件 30 以远心不动点为摆动中心进行细微的位置调整。通常，远心操控组件 20 同时具有多个自由度，能够带动执行组件 30 进行灵活的手术操作。

[072] 执行组件 30 包括手术器具 32，手术器具 32 位于执行组件 30 的端部，手术器具 32 能够通过自身的摆动、转动等动作进行微移动，以执行手术操作。手术器具 32 可以是电刀、镊、夹或钩，也可以是其他手术器械，在此不一一赘述。手术器具 32 通常为可拆卸地安装于执行组件 30 的端部，根据不同手术需要，或者根据同一台手术的不同手术阶段的需要，能够更换不同的手术器具 32 以完成不同的手术操作。

[073] 目前达芬奇手术机器人的执行手术动作的手术机械臂采用串联机构，为满足末端运动精度、载荷及远心不动点的要求，对手术机械臂的制造工艺包括材料、加工精度等要求非常高，导致其制造成本极其高昂；串联机构的特点使机械臂结构纤长，多条机械臂在手术中时而出现干涉碰撞，就会影响手术的正常进行。此外，对安装在其末端的手术器具的材料结构及控制方式都有严苛要求，如手术器具的旋转摆动夹持等动作都采用钢索驱动，器具的旋转会使摆动夹持等驱动钢索产生扭曲形变，手术器具使用寿命次数被严格限制，使用成本高昂；同时影响对器具末端力的精准检测，难以实现接触力反馈功能。

[074] 本申请提供的手术机械臂 100 中，远心操控组件 20 包括静平台 21、第一动平台 22 以及设置于静平台 21 与第一动平台 22 之间的多个第一伸缩元件 23，静平台 21 相对远离第一动平台 22 的一侧固定连接于术前摆位组件 10，第一动平台 22 相对远离静平台 21 的一侧固定连接于执行组件 30，每个第一伸缩元件 23 的两端均分别转动连接于静平台 21 与第一动平台 22；执行组件 30 具有预设的远心不动点，多个第一伸缩元件 23 之间的协调伸缩能够控制第一动平台 22 相对静平台 21 运动并带动执行组件 30 伸缩及摆动，执行组件 30 的摆动中心为远心不动点，且执行组件 30 的伸缩路径穿过远心不动点。

[075] 如此设置，术前摆位组件 10 只需承担大致移动执行组件 30 的功能，而远心操控组件 20 实现对执行组件 30 的精准控制。因此术前摆位组件 10 中定位单元的数量能够相应的减少，从而减少多个定位单元误差和响应时长的累积，以提高手术的精度。其次，远心操控组件 20 中多个第一伸缩元件 23 是并联设置而非串联设置，多个第一伸缩元件 23 的误差不仅不会累积传递，还可能存在相互抵消的现象。另外，由于每一个第一伸缩元件 23 之间均为独立驱动，多个第一伸缩元件 23 的响应时长不会累积传递。因此通过远心操控组件 20 实现对执行组件 30 的精准控制能够减小手术中的位移误差和缩短响应时长。另一方面，由于远心操控组件 20 对执行组件 30 控制精度的提高，在与传统的达芬奇手术机器人相同精度的条件下，执行组件 30 能够承载的载荷更大，因此能够完成更加复杂的手术。另外，执行组件 30 在进行手术操作时，能够以远心不动点为摆动中心进行摆动，因此只需在患者皮肤表面开设一个微小的创口用于供执行组件 30 穿过即可，患者的创口小，术后恢复快。

[076] 具体的，第一伸缩元件 23 优选为电缸。作为优选，为了使得手术机械臂 100 向小型化发展，电缸为小型电缸，只要能够实现带动手术中的负载运动即可。

[077] 需要特别说明的是，本文所称的远心不动点，是指在执行组件 30 沿其长度方向选取的一个固定的不动点，在远心操控组件 20 的控制作用下执行组件 30 所进行的运动具有绕该点摆动的规律性，而该点不发生位移。具体表现在手术器具 32 的摆动会以该远心不动点作为摆动中心，执行杆 31 的前后伸缩运动会沿着该远心不动点运动。

[078] 在具体手术过程中，远心不动点的位置即为手术中人体皮肤表面处的创口位置；执行组件 30 所进行的运动具有相对该远心不动点的规律性的目的，是保证在执行组件 30 的运动过程中，不会因为器械的运动而扩大人体创口的面积，这是微创手术的前提。

[079] 需要额外强调的是，在整台手术的进行中远心不动点的位置并非一定固定，远心不动点的位置在单次的手术操作中是选定的，而在不同次的手术操作中是可变化的。例如医生在不同处的创口进行手术操作，这两次创口所进行的手术操作就会使得控制设备根据实际的执行杆 31 长度等参数在不同时间段选定不同位置的远心不动点，只要保证在单次的手术操作下的运动形成相对远心不动点的规律性运动即可。为了提高手术机械臂 100 的灵活性，在本申请的一个实施方式中，执行组件 30 相对远心不动点的摆动极限角度设为 $\pm 20^\circ$ ，执行组件 30 能够在以执行组件 30 的伸缩路径为轴且顶角为 $40^\circ$ 的锥形空间内摆动。

[080] 如此设置，执行组件 30 比较灵活，能够在较大范围内运动，可以协助医生实现较为复杂的手术操作。

[081] 为了提高手术机械臂 100 的稳定性，在本申请的一个实施方式中，各第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 之间的多个转动连接点 24 共圆设置，各第一伸缩元件 23 与静平台 21 之间的转动连接点 24 共圆设置；位于静平台 21 上的转动连接点 24 所围设形成的圆形直径，是位于第一动平台 22 上的转动连接点 24 所围设形成的圆形直径的 1 倍至 2 倍。

[082] 如此设置，第一动平台 22 在相对静平台 21 运动的过程中具有较小的颤动，各个第一伸缩元件 23 之间的误差总量能够相互弥补，从而使得手术机械臂 100 的稳定性提升。

[083] 可以理解的是，静平台 21 及第一动平台 22 沿径向方向的截面可以是圆形，也可以是多边形，还可以是其他不规则形状，只要满足各第一伸缩元件 23 的多个转动连接点 24 在静平台 21 及第一动平台 22 上共圆设置即可。

[084] 为了进一步提高手术机械臂 100 的稳定性，在本申请的一个实施方式中，位于静平台

21 上的转动连接点 24 所围设形成的圆形直径，是位于第一动平台 22 上的转动连接点 24 所围设形成的圆形直径的 1.7 倍。

[085] 如此设置，第一动平台 22 在相对静平台 21 运动的过程中具有最小的颤动，同时可以相对压缩第一动平台 22 与静平台 21 所占用的空间体积，在结构轻量化与高性能之间具有最为平衡的结合性。

[086] 为了实现第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 及静平台 21 之间的转动连接，在本申请的一个实施方式中，第一伸缩元件 23 的两端分别设置有球铰接头与虎克铰链接头 241；第一伸缩元件 23 通过球铰接头连接至静平台 21 与第一动平台 22 中的一者，并通过虎克铰链接头 241 连接至静平台 21 与第一动平台 22 中的另一者。

[087] 如此设置，第一伸缩元件 23 的两端能够分别与第一动平台 22 以及静平台 21 实现转动连接，第一伸缩元件 23 的连接性能较佳。其作动原理为：球铰接头具有三个自由度，虎克铰链接头 241 具有两个自由度，球铰接头与虎克铰链接头 241 分别设置在第一伸缩元件 23 的两端，使得第一动平台 22 能够实现六个自由度的运动。

[088] 为了在实现第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 及静平台 21 之间转动连接的基础上兼顾成本，在本申请的一个实施方式中，手术机械臂 100 还包括缸套 242，缸套 242 套设并转动连接于第一伸缩元件 23；缸套 242 在相对远离第一伸缩元件 23 的一端以及第一伸缩元件 23 在相对远离缸套 242 的一端上，分别设置有虎克铰链接头 241；缸套 242 与第一伸缩元件 23 中的一者，通过对应的虎克铰链接头 241 连接至第一动平台 22；缸套 242 与第一伸缩元件 23 中的另一者，通过对应的虎克铰链接头 241 连接至静平台 21。

[089] 如此设置，第一伸缩元件 23 可以通过制造难度较低、成本低廉的虎克铰链接头 241 便实现第一动平台 22 与静平台 21 之间的动力传输，无需设置造价高昂、容易损坏的球铰接头，具有较佳的性价比优势。其作动原理为：第一伸缩元件 23 两端的虎克铰链接头 241 均具有两个自由度，缸套 242 具有一个自由度，能够实现第一伸缩元件 23 在轴向上的伸缩运动，使得第一动平台 22 能够实现六个自由度的运动。

[090] 可以理解的是，在其他实施方式中，也可以采用其他的接头以实现第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 及静平台 21 之间的连接，只要能够使第一动平台 22 具有一定的自由度，能够带动执行组件 30 完成手术操作即可。

[091] 为了提高手术机械臂 100 的运动稳定性，在本申请的一个实施方式中，第一伸缩元件 23 的数量为六个，第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 之间的各转动连接点 24 均相互间隔设置；且第一伸缩元件 23 与静平台 21 之间的各转动连接点 24 也均相互间隔设置。

[092] 如此设置，通过采用间隔式的转动连接点 24 的分布形式，减少了各个第一伸缩元件 23 之间的颤动干扰，能够进一步提升手术机械臂 100 的运动稳定性。此外，六个第一伸缩元件 23 在带动第一动平台 22 运动时，既能够实现第一动平台 22 多方位全面的运动，又不会产生过于冗余的运动学解析拖慢计算速度。

[093] 可以理解的是，在其他实施方式中，第一伸缩元件 23 的数量也可以是三个、四个、五个，甚至更多个，只要使得第一动平台 22 能够带动执行组件 30 完成手术操作即可。

[094] 请一并参阅图 3，图 3 为图 2 所示远心操控组件 20 在俯视视角下的结构示意图。为了进一步提高手术机械臂 100 的运动稳定性，同时便于实现运动学解析，在本申请的一个实施方式中，第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 之间的各转动连接点 24 之间以就近的方式两两

成对；并且每一组同对的两个转动连接点 24 与所述第一动平台 22 的中心之间均对应形成一个第一夹角  $\alpha$ ，各第一夹角  $\alpha$  之间的大小均相等。

[0095] 第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 之间存在六个转动连接点 24，分别标记为  $M_1$  至  $M_6$ ；这六个转动连接点 24 以就近组合的方式，也即距离最近的两个转动连接点 24 配合一对，形成  $M_1$  与  $M_2$ 、 $M_3$  与  $M_4$ 、 $M_5$  与  $M_6$  的三组配对关系。每个配对关系之间，也即每两个转动连接点 24 均与第一动平台 22 的中心形成第一夹角  $\alpha$ ，并且三个第一夹角  $\alpha$  的角度相等。

[0096] 此时第一伸缩元件 23 将在第一动平台 22 上形成对称分布，有利于手术机械臂 100 运动稳定性的提升。

[0097] 优选地，第一夹角  $\alpha$  的角度范围为  $15^\circ$  至  $60^\circ$ 。此时第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 的各个转动连接点 24 之间的夹角范围处在较佳的区间内，不仅有利于保证运动稳定性，也可以通过相对适宜的夹角范围便于实现对各个第一伸缩元件 23 的伸缩量运动解析。

[0098] 为了进一步提高手术机械臂 100 的运动稳定性，第一伸缩元件 23 与静平台 21 之间的各转动连接点 24 之间以就近的方式两两成对；同一对的两个转动连接点 24 与静平台 21 的中心之间对应形成第二夹角  $\beta$ ，各第二夹角  $\beta$  之间的大小相等。

[0099] 第一伸缩元件 23 与静平台 21 之间存在六个转动连接点 24，分别标记为  $S_1$  至  $S_6$ ；这六个转动连接点 24 以就近组合的方式，也即距离最近的两个转动连接点 24 配合一对，形成  $S_1$  与  $S_2$ 、 $S_3$  与  $S_4$ 、 $S_5$  与  $S_6$  的三组配对关系。每个配对关系之间，也即每两个转动连接点 24 均与静平台 21 的中心形成第二夹角  $\beta$ ，并且三个第二夹角  $\beta$  的角度相等。

[0100] 此时第一伸缩元件 23 将在静平台 21 上形成对称分布，有利于手术机械臂 100 运动稳定性的提升。

[0101] 优选地，第二夹角  $\beta$  的角度范围为  $60^\circ$  至  $105^\circ$ 。

[0102] 此时第一伸缩元件 23 与静平台 21 的各个转动连接点 24 之间的夹角范围处在较佳的区间内，不仅有利于保证运动稳定性，也可以通过相对适宜的夹角范围便于实现对各个第一伸缩元件 23 的伸缩量运动解析。

[0103] 优选的，第一伸缩元件 23 在静平台 21 上的各转动连接点 24 的成对方式与对应的第一伸缩元件 23 在第一动平台 22 上的各转动连接点 24 的成对方式错开，也即，在第一伸缩元件 23 在静平台 21 上的同一对转动连接点 24 与对应的第一伸缩元件 23 在第一动平台 22 上的两个转动连接点 24 不成对。

[0104] 传统的达芬奇手术机器人中，驱动电机通过驱动传动线缆带动手术器具旋转，但传动线缆在旋转过程中会在执行杆内部相互缠绕，影响手术精度。

[0105] 为了避免手术器具 32 在转动时传动线缆发生缠绕，在本申请的一个实施方式中，执行组件 30 包括执行杆 31 及设置于执行杆 31 相对远离第一动平台 22 一端的手术器具 32，第一动平台 22 上设置有转动驱动件 27，转动驱动件 27 连接于执行杆 31 并能够驱动执行杆 31 与手术器具 32 沿执行杆 31 的轴向同步转动。

[0106] 如此设置，手术器具 32 将与执行杆 31 同步转动，从而避免了传动线缆在相对执行杆 31 转动时的相互缠绕。

[0107] 具体的，转动驱动件 27 安装于第一动平台 22 靠近执行组件 30 的一侧，且转动驱动件 27 直接连接于执行杆 31 并能够驱动执行杆 31 与手术器具 32 同步转动。转动驱动件 27 优选为电机。

[0108] 为了使得手术器具 32 的运动更加灵活和精准，在本申请的一个实施方式中，第一动平台 22 上还设置有第一偏转驱动件（未标号）、第二偏转驱动件（未标号）以及开合驱动件（未标号），执行杆 31 中空并容置有传动线缆，手术器具 32 通过传动线缆连接于第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件；

[0109] 第一偏转驱动件与第二偏转驱动件能够通过传动线缆分别带动手术器具 32 朝交错的两个不同的方向偏转，开合驱动件能够通过传动线缆带动手术器具 32 张开与闭合。

[0110] 如此设置，手术器具 32 在第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件的协同作用下能够灵活地偏转和开合，多个驱动件同时驱动能够减小驱动时的位移误差和延时误差。

[0111] 具体的，第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件均安装于第一动平台 22 上。

[0112] 作为优选，为了使远心操控组件 20 小型化，第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件均安装于第一动平台 22 远离执行组件 30 的一侧，且位于第一动平台 22 的中部，不影响第一伸缩元件 23 的排布。可以理解的是，在其他实施方式中，第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件也可以安装在其他位置，只要能够通过传动线缆控制手术机械即可。

[0113] 具体的，第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件优选为三个电机。

[0114] 请一并参阅图 4 及图 5，图 4 为本申请第二个实施方式中手术机械臂 100 的结构示意图；图 5 为图 4 所示远心操控组件 20 的结构示意图。

[0115] 为了实现更加复杂的手术内容，在本申请的一个实施方式中，远心操控组件 20 还包括第二动平台 25 以及设置于第一动平台 22 与第二动平台 25 之间的多个第二伸缩元件 26，第二动平台 25 相对远离静平台 21 的一侧固定连接于执行组件 30，每个第二伸缩元件 26 的两端均分别转动连接于第一动平台 22 与第二动平台 25。

[0116] 如此设置，第二动平台 25 能够以第一动平台 22 为基础进行位移活动，增加了手术器具 32 的活动范围，以协助医生实现更加复杂的手术内容。

[0117] 本实施方式中，远心操控组件 20 形成了两级相互连接的并联平台，分别为第一级并联平台以及第二级并联平台，此时第一级并联平台包括上述的静平台 21、第一动平台 22 以及位于静平台 21 与第一动平台 22 之间的第一伸缩元件 23，第二级并联平台包括第二动平台 25 以及位于第一动平台 22 与第二动平台 25 之间的第二伸缩元件 26。

[0118] 需要额外说明的是，每一级并联平台均可以包括两个平台以及位于两个平台之间的伸缩元件。例如第一级并联平台包括两个平台，分别为第一动平台 22 与静平台 21；第二级并联平台也可以包括两个平台，分别为第二动平台 25 以及固定在第一动平台上的安装平台（图未示）。

[0119] 当然，除了第一级并联平台需要两个平台之外，第二级并联平台以及更大级数的并联平台也可以将对应的安装平台省略，而由前一级并联平台中的某一平台承当。例如第二级并联平台中的包括两个平台，分别为第二动平台 25 以及第一级并联平台中的第一动平台 22，也即此时第一动平台 22 为两级并联平台所共用。

[0120] 总结而言，本文所称的“每级所述并联平台均包括相对的两个平台以及位于两个所述平台之间的伸缩元件”具有两种情况，一种是每级并联平台均具有两个平台，且两个平台在不同级并联平台之间不共用；一种是每级并联平台通过共用相邻级别的平台，实现自身两个平

台之间的相对运动。

[0121] 具体的，转动驱动件 27 安装于第二动平台 25 靠近执行组件 30 的一侧，且转动驱动件 27 直接连接于执行杆 31 并能够驱动执行杆 31 与手术器具 32 同步转动。第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件均安装于第二动平台 25 远离执行组件 30 的一侧，且位于第二动平台 25 的中部，不影响第二伸缩元件 26 的排布。

[0122] 为了减小运动误差，在本申请的一个实施方式中，同时便于实现运动学解析，多个第二伸缩元件 26 与第一动平台 22 之间的各转动连接点 24 在第一动平台 22 上的排布方式，与多个第一伸缩元件 23 与静平台 21 之间的各转动连接点 24 在静平台 21 上的排布方式相同；及/或，

[0123] 多个第二伸缩元件 26 与第二动平台 25 之间的各转动连接点 24 在第二动平台 25 上的排布方式，与多个第一伸缩元件 23 与第一动平台 22 之间的各转动连接点 24 在第一动平台 22 上的排布方式相同。

[0124] 如此设置，不仅能够简化第一动平台 22 与第二动平台 25 之间的运动学解析步骤，还能减小第二动平台 25 的运动误差；并且便于加工，能够保证加工精度。

[0125] 可以理解的是，在其他实施方式中，各转动连接点 24 也可以采用其他排布方式，只要能够实现第一动平台 22 和第二动平台 25 的灵活运动即可。

[0126] 为了进一步减小运动误差，同时进一步简化运动学解析步骤，在本申请的一个实施方式中，在第一动平台 22、第二动平台 25 以及静平台 21 的各轴向处于重合的状态下，各第一伸缩元件 23 与对应的第二伸缩元件 26 之间相互平行设置。

[0127] 如此设置，能够进一步简化第一动平台 22 与第二动平台 25 之间的运动学解析步骤，减小第二动平台 25 的运动误差。

[0128] 可以理解的是，在其他实施方式中，各第一伸缩元件 23 与对应的第二伸缩元件 26 之间也可以采用其他排布方式，只要能够实现第一动平台 22 和第二动平台 25 的灵活运动即可。

[0129] 为了实现对执行组件 30 的大范围摆位，在本申请的一个实施方式中，术前摆位组件 10 包括移动臂 11 及伸缩臂 12，伸缩臂 12 设置于移动臂 11 与静平台 21 之间并转动连接于移动臂 11。

[0130] 如此设置，执行组件 30 能够在术前摆位组件 10 的驱动下实现大范围的位置调节，从而利用远心操控组件 20 与术前摆位组件 10 实现对执行组件 30 的双级调整，有利于位置调整的高效化与精细化。

[0131] 在其中一个实施方式中，通过设置伸缩电缸来实现伸缩臂 12 的伸缩，通过设置旋转关节来实现移动臂 11 的移动和旋转。伸缩电缸具有一个自由度，旋转关节至少具有一个自由度，二者协同使用，能够使术前摆位组件 10 具有至少两个自由度，以实现较大范围的移动，能够快速地到达患者病灶位置的附近。

[0132] 适用于手术机器人的手术机械臂需要带动手术器具执行手术操作，而手术器具在使用时需要通过伸入皮肤表面上开设的微小创口来实现达到患者体内。这就要求手术器具以稳定、无颤动的状态将皮肤表面上开设的微小创口作为不动点执行手术操作。而目前的适用于手术机器人的手术机械臂，在临床表现上尚不能完全满足使用要求，尤其是缺少对手术器具所执行的手术操作在力学上的检测，医生无法获取病变组织在手术操作下对手术器具的力学反馈，力学信息的缺失降低了医生在手术操作时的精准度。

[0133] 本申请提供的手术机械臂 100，通过设置整体同步转动的执行组件 30 避免了手术机械臂内的钢带缠绕，能够实现对手术器具 32 上的力学信息的精确测量。

[0134] 具体地，手术机械臂 100 还包括传感器（图未示），传感器连接于执行杆 31 并用于检测手术器具 32 所受到的环境力及/或环境力矩。

[0135] 需要额外说明的是，传感器与执行杆 31 之间的相互连接，既可以是二者之间的直接接触，也即执行杆 31 直接接触于传感器的测量面上；也可以是传感器与执行杆 31 之间的间接接触，也即执行杆 31 连接于中间过渡元件，该中间过渡元件再直接接触于传感器的测量面上，从而形成执行杆 31 连接于传感器。

[0136] 同样需要解释的是，本文所称的手术器具 32 所受到的环境力及/或环境力矩，是外部环境作用在手术器具 32 上的力及/或力矩，例如手术器具 32 在夹持时组织提供的反作用力等等；当具有多个力耦合在手术器具 32 上并形成力矩作用时，手术器具 32 将同时受到环境力与环境力矩的作用。

[0137] 本实施方式中，传感器为六轴力与力矩传感器，此时传感器能够同步感测位于自身测量面上的手术器具 32 所受到的环境力及/或环境力矩。可以理解，当仅需要测量手术器具 32 所受到的环境力时，传感器可以选择为力传感器；当仅需要测量手术器具 32 所受到的环境力矩时，传感器可以选择为力矩传感器。

[0138] 由于执行杆 31 与手术器具 32 的同步转动，位于执行杆 31 内部的连接线缆（图未示）将以整体的方式运动，避免了传统结构中连接线缆缠绕导致无法实现可靠力学传感器的弊端，从而使得传感器能够实现对手术器具 32 所受到的环境力及/或环境力矩的精确测量。

[0139] 本实施方式中的传感器安装在第一动平台 22 上或者安装在手术机械臂 100 中相对位于第一动平台 22 前端的器件中。

[0140] 需要说明的是，传感器安装在手术机械臂 100 中相对位于第一动平台 22 前端的器件中，指的是传感器的安装位置位于第一动平台 22 相对远离术前摆位组件 10 的一侧，也即传感器可以安装在执行杆 31 的杆体上或者直接在手术器具 32 上。

[0141] 此时的传感器相对手术器具 32，不会受到第一伸缩元件 23 伸缩时的绕动干扰，在测量时的精确度有了极大的提高。

[0142] 转动驱动件 27 安装在第一动平台 22 上，传感器安装在转动驱动件 27，此时转动驱动件 27 能够驱动传感器、执行杆 31 以及手术器具 32 均沿执行杆 31 的轴向相对第一动平台 22 同步转动。

[0143] 转动驱动件 27 与传感器选择安装在第一动平台 22 上，能够为转动驱动件 27 与传感器的安装提供极大的便利，相比于传感器安装在手术机械臂 100 中相对位于第一动平台 22 前端的器件的方案，在安装精度上有了极大的降低。

[0144] 本申请提供的手术机械臂 100 通过第一动平台 22、静平台 21 以及位于第一动平台 22 与静平台 21 之间多个第一伸缩元件 23 构成并联机构，利用并联机构的误差非累积特性提高了末端执行组件 30 的运动精度；同时多个第一伸缩元件 23 之间相互独立的驱动方式提高了载荷能力，能够保证执行组件 30 在更大载荷下的手术操作。同时相对于串联机构，并联机构具有高精度高刚度大载荷的特点，对于相同的载荷和精度要求，机械制造工艺要求相对较低，这使得手术机械臂 100 的制造成本可以大幅降低；手术机械臂 100 的结构特点使手术器具的旋转等运动可以不使用钢索驱动，不会产生钢索扭曲等现象，从而大大提高手术器械的使用

寿命次数，降低其使用成本；同时也容易实现对力的精准检测。

[0145] 本申请还提供一种手术机器人，包括手术机械臂 100，手术机械臂 100 为上述任意一项的手术机械臂 100。

[0146] 本申请提供的手术机器人，通过应用上述的手术机械臂 100 提高了自身的运动精度以及载荷能力，能够实现更高精度、更大强度的临床手术，具有更为广泛的应用前景。

[0147] 在本申请的描述中，需要理解的是，方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，在未作相反说明的情况下，这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请保护范围的限制；方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

[0148] 为了便于描述，在这里可以使用空间相对术语，如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等，用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是，空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的器件被倒置，则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而，示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位（旋转 90 度或处于其他方位），并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

[0149] 以上所述实施方式的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施方式中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

[0150] 本技术领域的普通技术人员应当认识到，以上的实施方式仅是用来说明本申请，而并非用作为对本申请的限定，只要在本申请的实质精神范围内，对以上实施方式所作的适当改变和变化都落在本申请要求保护的范围内。

## 权利要求

1、一种手术机械臂，其特征在于，包括术前摆位组件、远心操控组件及执行组件，所述远心操控组件包括静平台、第一动平台以及设置于所述静平台与所述第一动平台之间的多个第一伸缩元件，所述静平台相对远离所述第一动平台的一侧连接于所述术前摆位组件，所述第一动平台相对远离所述静平台的一侧连接于所述执行组件，每个所述第一伸缩元件的两端均分别转动连接于所述静平台与所述第一动平台；

所述执行组件具有预设的远心不动点，多个所述第一伸缩元件之间的协调伸缩能够控制所述第一动平台相对所述静平台运动并带动所述执行组件伸缩及摆动，所述执行组件的摆动中心为所述远心不动点，且所述执行组件的伸缩路径穿过所述远心不动点。

2、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，所述执行组件相对所述远心不动点的摆动极限角度设为 $\pm 20^\circ$ ，所述执行组件能够在以所述执行组件的伸缩路径为轴且顶角为 $40^\circ$ 的锥形空间内摆动。

3、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，各所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的多个转动连接点共圆设置，各所述第一伸缩元件与所述静平台之间的转动连接点共圆设置；位于所述静平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径，是位于所述第一动平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径的1倍至2倍。

4、如权利要求3所述的手术机械臂，其特征在于，位于所述静平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径，是位于所述第一动平台上的转动连接点所围设形成的圆形直径的1.7倍。

5、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，所述第一伸缩元件的两端分别设置有球铰接头与虎克铰链接头；所述第一伸缩元件通过所述球铰接头连接至所述静平台与所述第一动平台中的一者，并通过所述虎克铰链接头连接至所述静平台与所述第一动平台中的另一者。

6、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，所述手术机械臂还包括缸套，所述缸套套设并转动连接于所述第一伸缩元件；所述缸套在相对远离所述第一伸缩元件的一端以及所述第一伸缩元件在相对远离所述缸套的一端上，分别设置有虎克铰链接头；所述缸套与所述第一伸缩元件中的一者，通过对应的所述虎克铰链接头连接至所述第一动平台；所述缸套与所述第一伸缩元件中的另一者，通过对应的所述虎克铰链接头连接至所述静平台。

7、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，所述第一伸缩元件的数量为六个，所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点均相互间隔设置；且所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点也均相互间隔设置。

8、如权利要求7所述的手术机械臂，其特征在于，所述第一伸缩元件与所述第一动平台的各转动连接点之间以就近的方式两两成对，每一组同对的两个转动连接点与所述第一动平台的中心之间均对应形成一个第一夹角，各所述第一夹角之间的大小相等。

9、如权利要求8所述的手术机械臂，其特征在于，所述第一夹角的的角度范围为 $15^\circ$ 至 $60^\circ$ 。

10、如权利要求9所述的手术机械臂，其特征在于，所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点之间以就近的方式两两成对，每一组同对的两个转动连接点与所述静平台的中心之间均对应形成一个第二夹角，各所述第二夹角之间的大小相等。

11、如权利要求10所述的手术机械臂，其特征在于，第二夹角的的角度范围为 $60^\circ$ 至 $105^\circ$ 。

12、如权利要求1所述的手术机械臂，其特征在于，所述执行组件包括执行杆及设置于

所述执行杆相对远离所述第一动平台一端的手术器具,所述第一动平台上设置有转动驱动件,所述转动驱动件连接于所述执行杆并能够驱动所述执行杆与所述手术器具沿所述执行杆的轴向同步转动。

13、如权利要求 12 所述的手术机械臂,其特征在于,所述第一动平台上还设置有第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件,所述执行杆中空并容置有传动线缆,所述手术器具通过所述传动线缆连接于所述第一偏转驱动件、第二偏转驱动件以及开合驱动件;

所述第一偏转驱动件与所述第二偏转驱动件能够通过所述传动线缆分别带动所述手术器具朝交错的两个不同的方向偏转,所述开合驱动件能够通过所述传动线缆带动所述手术器具张开与闭合。

14、如权利要求 1 所述的手术机械臂,其特征在于,所述远心操控组件包括多级相互连接的并联平台,每级所述并联平台均包括相对的两个平台以及位于两个所述平台之间的伸缩元件;

其中,多级所述并联平台中相对靠近所述术前摆位组件的并联平台为第一级并联平台,所述第一级并联平台包括所述静平台、所述第一动平台以及设置于所述静平台与所述第一动平台之间的多个第一伸缩元件。

15、如权利要求 14 所述的手术机械臂,其特征在于,所述并联平台的级数为两级,所述远心操控组件还包括连接于所述第一级并联平台的第二级并联平台,所述第二级并联平台包括第二动平台以及设置于所述第一动平台与所述第二动平台之间的多个第二伸缩元件,所述第二动平台相对远离所述静平台的一侧固定连接于所述执行组件,每个所述第二伸缩元件的两端均分别转动连接于所述第一动平台与所述第二动平台。

16、如权利要求 15 所述的手术机械臂,其特征在于,多个所述第二伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点在所述第一动平台上的排布方式,与多个所述第一伸缩元件与所述静平台之间的各转动连接点在所述静平台上的排布方式相同;及/或,

多个所述第二伸缩元件与所述第二动平台之间的各转动连接点在所述第二动平台上的排布方式,与多个所述第一伸缩元件与所述第一动平台之间的各转动连接点在所述第一动平台上的排布方式相同。

17、如权利要求 15 所述的手术机械臂,其特征在于,在所述第一动平台、所述第二动平台以及所述静平台的各轴向处于重合的状态下,各所述第一伸缩元件与对应的所述第二伸缩元件之间相互平行设置。

18、如权利要求 1 所述的手术机械臂,其特征在于,所述术前摆位组件包括移动臂及伸缩臂,所述伸缩臂设置于所述移动臂与所述静平台之间并转动连接于所述移动臂。

19、如权利要求 12 所述的手术机械臂,其特征在于,所述第一动平台上还设置有传感器;所述传感器连接于所述执行杆并用于检测所述手术器具受到的环境力及/或环境力矩。

20、如权利要求 19 所述的手术机械臂,其特征在于,所述传感器安装于所述第一动平台或者所述手术机械臂中相对位于所述第一动平台前端的器件中。

21、如权利要求 20 所述的手术机械臂,其特征在于,所述传感器安装于所述转动驱动件上,所述转动驱动件能够驱动所述传感器、所述执行杆以及所述手术器具均沿所述执行杆的轴向同步转动。

22、一种手术机器人,包括手术机械臂,其特征在于,所述手术机械臂为权利要求 1 至 21 任意一项所述的手术机械臂。

1/5

100

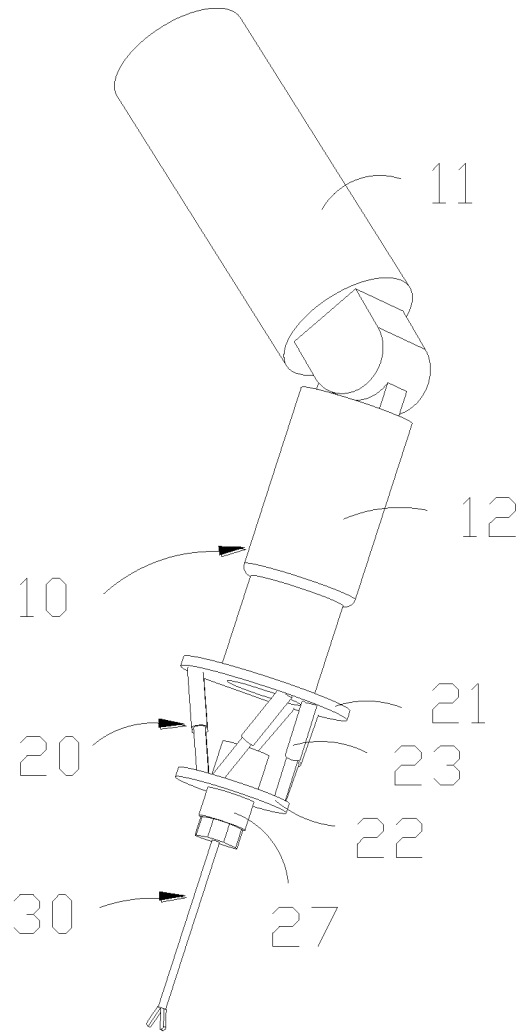


图 1

2/5

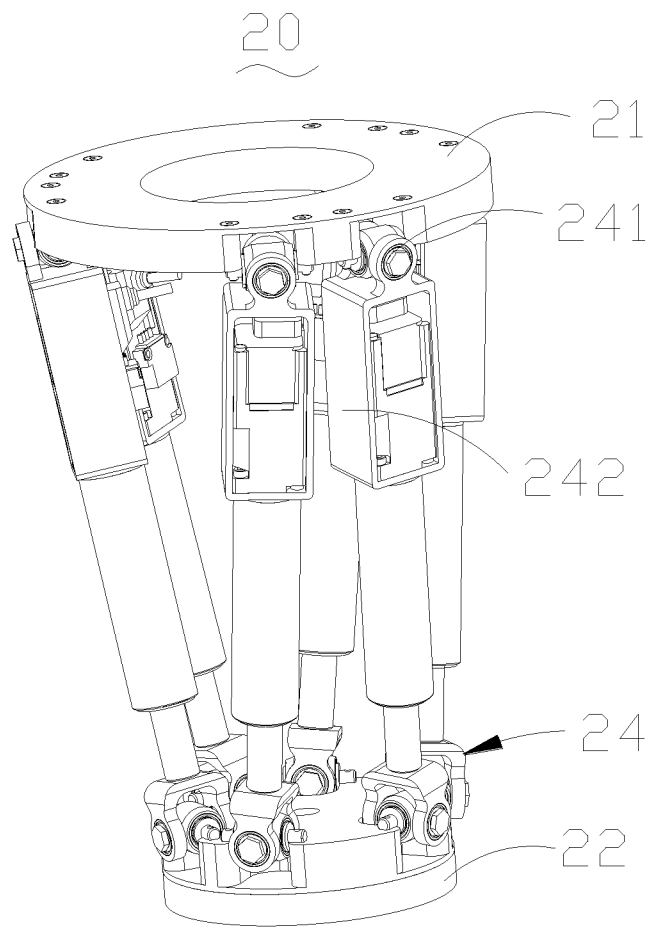


图 2

100

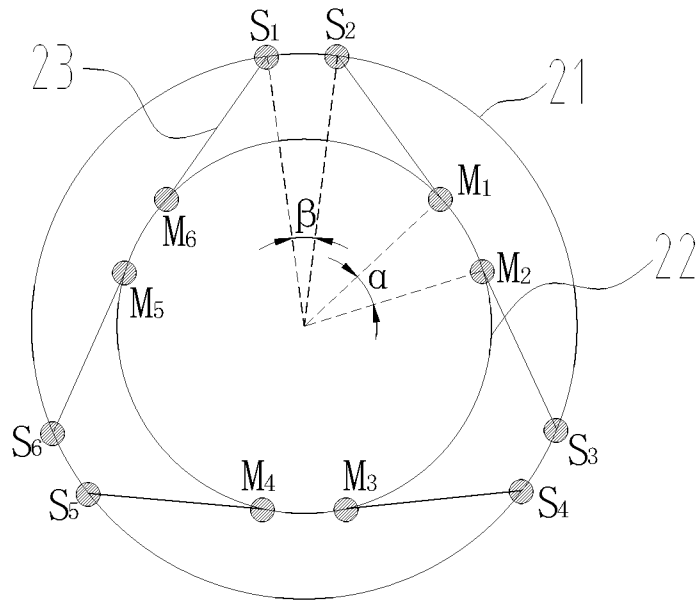


图 3

100

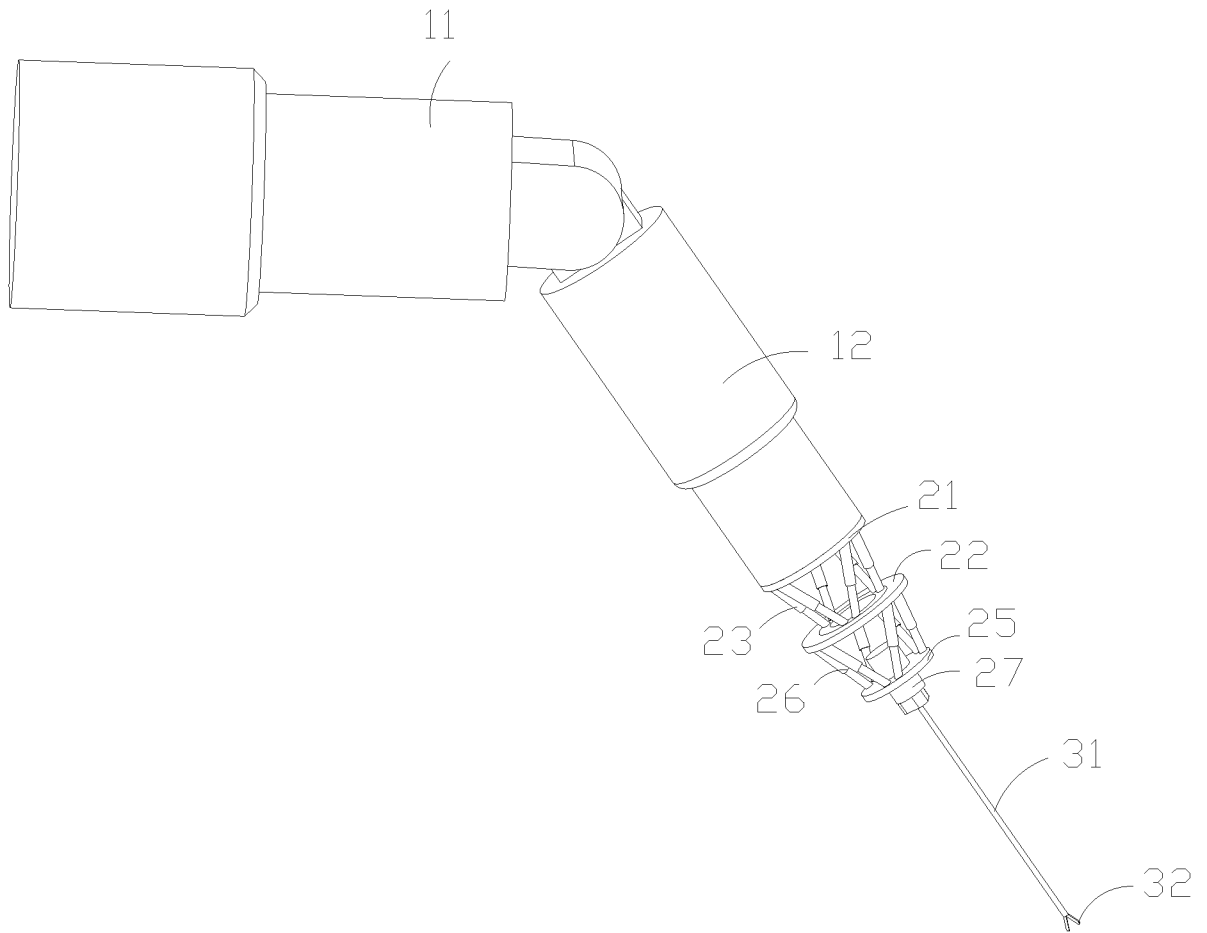


图 4

5/5

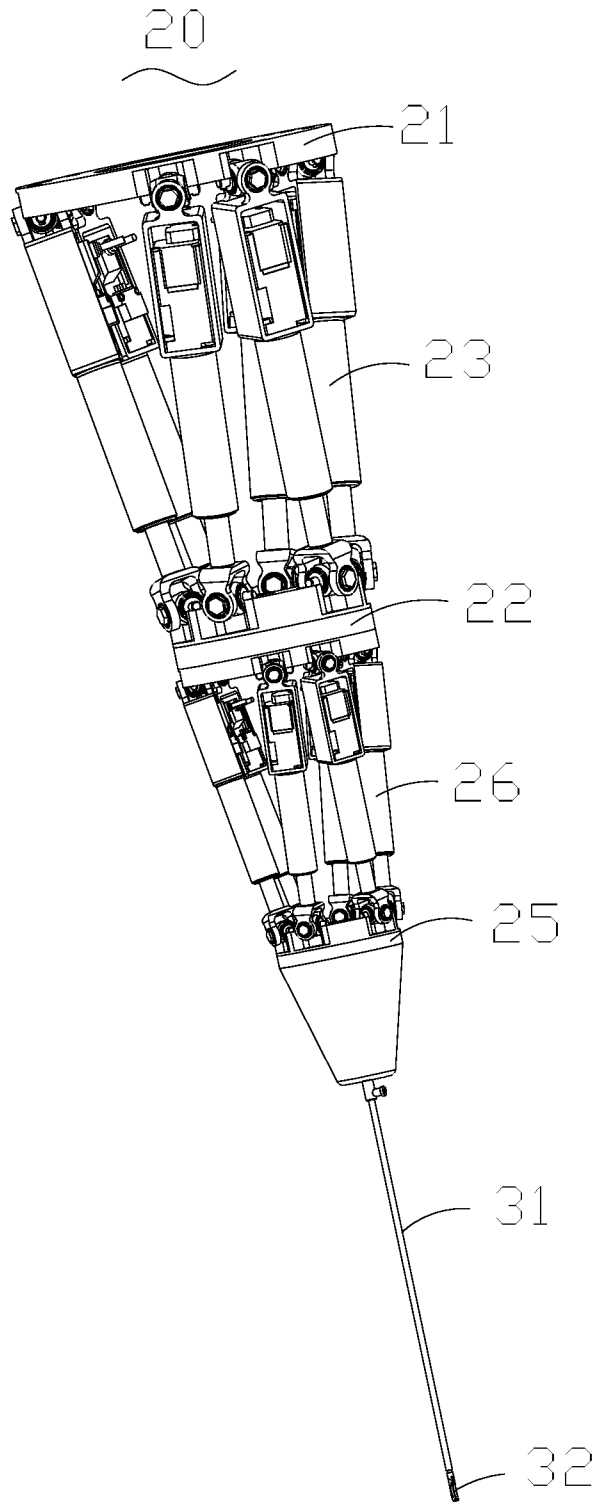


图 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/101998

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> A61B 34/30(2016.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B  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) CNTXT, CNKI, WPI, EPODOC: 诺创智能医疗科技（杭州）有限公司, 黄善灯, 柳建飞, 柏龙, 陈晓红, 手术, 机械臂, 执行, 静平台, 摆动, 伸缩, 定平台, 动平台, 不动点, 角度, 圆, 直径, 间隔, operation, surgery, arm, mechanical, robot, excute, platform, wiggle, flex, angle, circle, diameter, interval		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111214291 A (NORCHANT INTELLIGENT MEDICAL TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD.) 02 June 2020 (2020-06-02) description, paragraphs [0059]-[0146], and figures 1-5	1-22
Y	CN 109316241 A (SHANGHAI NINTH PEOPLE'S HOSPITAL) 12 February 2019 (2019-02-12) description, paragraphs [0036]-[0077], and figures 1-13	1-22
Y	CN 101919739 A (TIANJIN UNIVERSITY) 22 December 2010 (2010-12-22) description, paragraphs [0020]-[0022], and figures 1-4	1-22
A	US 2018214167 A1 (ETHICON L.L.C.) 02 August 2018 (2018-08-02) entire document	1-22
A	CN 108524000 A (NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE et al.) 14 September 2018 (2018-09-14) entire document	1-22
A	CN 102429726 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 02 May 2012 (2012-05-02) entire document	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>25 September 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 November 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer   Telephone No.

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

International application No.

**PCT/CN2020/101998**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111214291	A	02 June 2020	None	
CN	109316241	A	12 February 2019	CN 209269875 U	20 August 2019
CN	101919739	A	22 December 2010	CN 101919739 B	26 October 2011
US	2018214167	A1	02 August 2018	US 10376276 B2	13 August 2019
				WO 2018142281 A1	09 August 2018
CN	108524000	A	14 September 2018	None	
CN	102429726	A	02 May 2012	None	

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>A61B 34/30 (2016.01) i</p> <p>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</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>A61B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNXTX, CNKI, WPI, EP0DOC: 诺创智能医疗科技(杭州)有限公司, 黄善灯, 柳建飞, 柏龙, 陈晓红, 手术, 机械臂, 执行, 静平台, 摆动, 伸缩, 定平台, 动平台, 不动点, 角度, 圆, 直径, 间隔, operation, surgery, arm, mechanical, robot, excute, platform, wiggle, flex, angle, circle, diameter, interval</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <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 111214291 A (诺创智能医疗科技杭州有限公司) 2020年 6月 2日 (2020 - 06 - 02) 说明书第[0059]-[0146]段、图1-5</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109316241 A (上海交通大学医学院附属第九人民医院) 2019年 2月 12日 (2019 - 02 - 12) 说明书第[0036]-[0077]段、图1-13</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101919739 A (天津大学) 2010年 12月 22日 (2010 - 12 - 22) 说明书第[0020]-[0022]段、图1-4</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018214167 A1 (ETHICON L. L. C.) 2018年 8月 2日 (2018 - 08 - 02) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108524000 A (新加坡国立大学 等) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 全文</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102429726 A (哈尔滨工业大学) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文</td> <td>1-22</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 111214291 A (诺创智能医疗科技杭州有限公司) 2020年 6月 2日 (2020 - 06 - 02) 说明书第[0059]-[0146]段、图1-5	1-22	Y	CN 109316241 A (上海交通大学医学院附属第九人民医院) 2019年 2月 12日 (2019 - 02 - 12) 说明书第[0036]-[0077]段、图1-13	1-22	Y	CN 101919739 A (天津大学) 2010年 12月 22日 (2010 - 12 - 22) 说明书第[0020]-[0022]段、图1-4	1-22	A	US 2018214167 A1 (ETHICON L. L. C.) 2018年 8月 2日 (2018 - 08 - 02) 全文	1-22	A	CN 108524000 A (新加坡国立大学 等) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 全文	1-22	A	CN 102429726 A (哈尔滨工业大学) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文	1-22
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 111214291 A (诺创智能医疗科技杭州有限公司) 2020年 6月 2日 (2020 - 06 - 02) 说明书第[0059]-[0146]段、图1-5	1-22																					
Y	CN 109316241 A (上海交通大学医学院附属第九人民医院) 2019年 2月 12日 (2019 - 02 - 12) 说明书第[0036]-[0077]段、图1-13	1-22																					
Y	CN 101919739 A (天津大学) 2010年 12月 22日 (2010 - 12 - 22) 说明书第[0020]-[0022]段、图1-4	1-22																					
A	US 2018214167 A1 (ETHICON L. L. C.) 2018年 8月 2日 (2018 - 08 - 02) 全文	1-22																					
A	CN 108524000 A (新加坡国立大学 等) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 全文	1-22																					
A	CN 102429726 A (哈尔滨工业大学) 2012年 5月 2日 (2012 - 05 - 02) 全文	1-22																					
<p><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。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 9月 25日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 11月 2日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>李慧</p> <p>电话号码 86-(10)-53962556</p>																					

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/101998

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	111214291	A	2020年 6月 2日	无			
CN	109316241	A	2019年 2月 12日	CN	209269875	U	2019年 8月 20日
CN	101919739	A	2010年 12月 22日	CN	101919739	B	2011年 10月 26日
US	2018214167	A1	2018年 8月 2日	US	10376276	B2	2019年 8月 13日
				WO	2018142281	A1	2018年 8月 9日
CN	108524000	A	2018年 9月 14日	无			
CN	102429726	A	2012年 5月 2日	无			