

(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
2018 年 10 月 4 日 (04.10.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/176458 A1

(51) 国际专利分类号:
A61M 25/01 (2006.01) *A61B 34/00* (2016.01)
A61M 25/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/079270

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 1 日 (01.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 任岭雪 (REN, Lingxue); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518060 (CN)。 张一 (ZHANG, Yi); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518060 (CN)。 严伟玮 (YAN, Weiwei); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518060 (CN)。 王磊 (WANG, Lei); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 深圳青年人专利商标代理有限公司 (SHENZHEN YOUTH PATENT AND TRADEMARK AGENCY LTD.); 中国广东省深圳市罗湖区深南东路 5045 号深业中心大厦 2502-2503, Guangdong 518010 (CN)。

(54) Title: CATHETER ADVANCING CONTROLLING METHOD AND CATHETER ADVANCING DEVICE FOR VESSEL INTERVENTIONAL SURGERY ROBOT

(54) 发明名称: 血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备

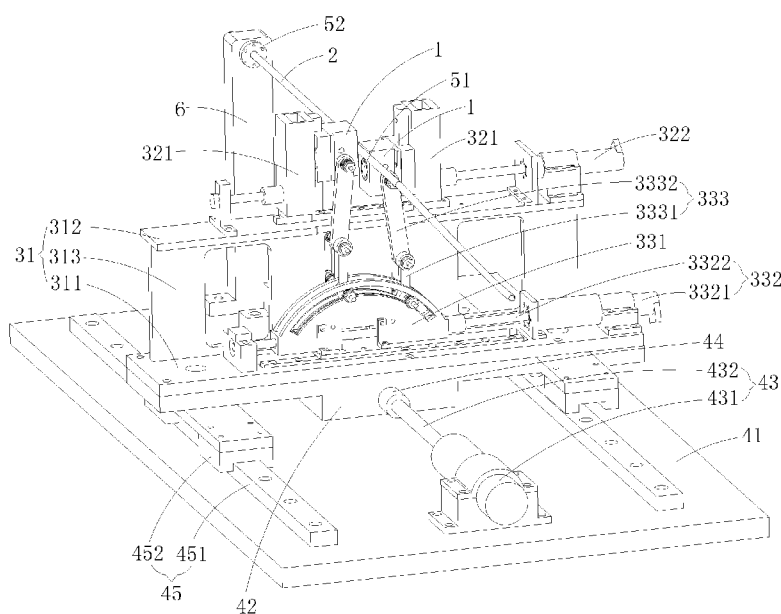


图 1

(57) Abstract: A catheter advancing controlling method and a catheter advancing device for a vessel interventional surgery robot, wherein the catheter advancing controlling method comprises a force measuring step and an adjusting and controlling step. The adjusting and controlling step comprises providing a controller for adjusting and controlling motion parameters of a catheter (2) during the advancement thereof, to prevent the catheter (2) from puncturing a vessel during the advancement thereof. The force measuring step comprises: providing, on a friction block component (1) for clamping and twisting the catheter (2) to rotate, a pressure sensor (51) for



(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, 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))。

measuring the force of pressure exerted by the friction block component (1) on the catheter (2); and providing, on a supporting base (6), a torque sensor (52) that allows the catheter (2) to pass therethrough and is for measuring the torque on the catheter (2). This indirect measuring method can measure, at the same time, the resistance at the tip of the catheter (2) and the torque on the catheter (2), so as to achieve the goal of effective displacement control of the catheter (2). The indirect measuring method enables remote control by a doctor, significantly reducing surgical risks to medical staff and a patient.

(57) 摘要: 一种血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备, 其中, 导管推送控制方法包括测力步骤和调控步骤。调控步骤为设置控制器, 用于调控导管(2)推送过程中的运动参数以防止导管(2)推送过程中戳破血管。测力步骤包括在用于夹持和捻动导管(2)旋转的摩擦块组件(1)上设置压力传感器(51), 以用于检测摩擦块组件(1)对导管(2)的压力的大小; 在一支撑座(6)上设置可供导管(2)穿过的扭矩传感器(52), 以用于检测导管(2)的扭矩大小。通过这种间接测量法同时测出导管(2)头部所受阻力和导管(2)的扭矩以达到有效控制导管(2)运动的目的, 且由于其可以让医生远距离操控, 有效降低了手术对医护人员和病人的危害。

血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备

技术领域

[0001] 本发明属于医疗设备领域，尤其涉及血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备。

背景技术

[0002] 近年来，心血管疾病的发病率逐年升高，已被公认为是威胁人类健康的重要杀手之一。在我国，随着人口老龄化程度急剧加重，心血管疾病对老年人健康的威胁越来越严重，人们对该类疾病的关注度也越来越高。心血管疾病的治疗包括药物治疗和介入式治疗，其中，介入式治疗是不采用大面积开刀来直接暴露病灶和治疗的方法，具体地，介入式治疗的操作方式为：在皮肤切开直径为几毫米、仅能允许介入导管的微小通道，在医学影像设备的引导下对病灶局部进行检测和治疗，以使创伤尽量小。传统技术中，血管介入手术主要通过人工直接操作完成，这样会存在以下弊端：（1）医生在有X射线环境下长期工作，对身体伤害很大；（2）操作技巧性较强，风险性较高，需要对专科医生手术进行较长时间的培训，不利于该项技术的推广应用；（3）由于操作复杂、手术时间长，医生疲劳和人手操作不稳定等因素会直接影响手术质量，进而影响患者的生存质量。这些缺点限制了传统血管介入手术技术的广泛应用，因此，将机器人技术与血管介入技术有机结合是解决上述问题的有效途径。

[0003] 为了解决上述传统介入式治疗中的问题，现有技术提出了采用血管介入手术机器人来代替医生进行手术的方案。血管介入手术机器人是指医生在数字减影血管造影机(DSA)的导引下，引导导管在人体血管内运动，将药物送达病灶，达到溶解血栓、扩张狭窄血管等目的。因为血管介入手术操作的主要任务是将导管送到病灶部位，再进行相应的诊断和治疗，所以如何将导管精确的送到病灶位置将直接影响整个手术的质量。由于人体内血管不规则，分支过多，所以为了防止导管在前进过程中损坏血管壁或误入血管分支，血管介入手术机器人的导

管推送装置需要具备随时能将导管回拉以及较为精确的力检测等功能。

[0004] 现有血管介入手术机器人的导管推送装置在具体应用中普遍存在以下不足之处

: 1) 利用滚轮或者皮带轮旋转带动导管直线进给, 这种方法容易造成打滑现象, 进给精度不高。

[0005] 2) 采用电动推杆进给方案, 要么造成装置尺寸过大, 要么设计的装置尺寸过小, 每次推进导管的距离过短, 费时费力。

[0006] 3) 测量导管头部受力大小主要分为直接测量和间接测量两种方法, 直接测量法就是在导管头部安装微力传感器来测量导管头部与血管的接触力, 但由于导管较细, 不易固定微力传感器, 所以目前这种测力方法只是处于研究之中而并没有得到实际应用。间接测量法是把传感器安装在导管伸出皮肤外的部分来间接测量导管头部的受力情况, 现有常用的做法就是在移动指下面或者在手轮上安装压力传感器, 但这些安装方法存在一些问题: 首先, 将压力传感器安装在移动指上是采用杠杆法测力, 即通过杠杆的原理来测量导管头部与血管的接触力, 其虽然能够有效地消除传动机构和机构本身的摩擦力对导管受力的影响, 但如果导管有多处弯曲, 血管就会对导管多处产生压力, 导致测量方法失效, 影响了所测的力信号数据准确性, 所以杠杆法测力只能适用血管弯曲少的场合; 其次, 杠杆法测力的导管头部与血管内壁接触力不全面, 压力传感器的压力应变片无法识别导管的扭力信号, 从而也就无法在控制系统里显示; 再者, 有些将力矩传感器安装在主、从齿轮之间, 通过主、从齿轮的受力不同来产生扭矩信号, 但该测量方法易受装置本身传动件受力的影响, 不够准确; 最后, 在手轮中安装旋转编码器, 以此通过控制系统间接操作导管旋转, 这种方法虽然可行, 但这种方法采用人手去感知扭力仍然会造成手术人员疲劳, 且不能远程操作, 这与设计让医生远离手术台进行操作的目标不符合, 所以不具备实用价值。

技术问题

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的至少一个不足之处, 提供了血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备, 其解决了现有血管介入手术机器人的导管推送设备测力数据不准确的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

- [0008] 为达到上述目的，本发明采用的技术方案是：血管介入手术机器人的导管推送控制方法，包括测力步骤和调控步骤，所述调控步骤为：设置控制器，用于调控所述导管推送过程中的运动参数以防止所述导管推送过程中戳破血管；所述测力步骤包括：
- [0009] 在用于夹持和捻动导管旋转的摩擦块组件上设置压力传感器，以用于检测所述摩擦块组件对所述导管的压力大小；
- [0010] 在一支撑座上设置可供所述导管穿过的扭矩传感器，以用于检测所述导管的扭矩大小。
- [0011] 优选地，所述调控步骤包括：在所述控制器内预先设定血管的临界耐压力 F_0 ，所述控制器实时控制两所述摩擦块组件对所述导管的压力，以使得所述导管在推送过程中所受的阻力 f 小于或等于 F_0 。
- [0012] 优选地，定义所述摩擦块组件对所述导管的初始压力为 F_1 ，定义所述摩擦块组件对推送过程中之所述导管的压力为 F_2 ，定义所述导管与所述摩擦块组件之间的摩擦系数为 u ，则 $f = F_1 + u(F_2 - F_1) \leq F_0$ 。
- [0013] 优选地，在所述调控步骤中，当数字减影血管造影机检测到所述导管在推送过程遇到障碍时，所述控制器控制导管推进装置减慢所述导管的推进移动速度，同时，所述控制器控制两所述摩擦块组件缓慢增大对所述导管的压力，直至所述导管匀速通过障碍为止，且在所述控制器控制两所述摩擦块组件缓慢增大对所述导管之压力的过程中，保证 $F_1 + u(F_2 - F_1) \leq F_0$ 。
- [0014] 优选地，所述摩擦块组件包括摩擦块和设置于所述摩擦块上的橡胶片，所述导管与所述摩擦块组件之间的摩擦系数 u 为所述导管与所述橡胶片之间的摩擦系数。
- [0015] 优选地，所述调控步骤包括：在所述控制器内预先设定血管的临界扭矩 T_0 ，所述控制器实时控制两所述摩擦块组件搓动所述导管旋转的速度大小，以使得所述扭矩传感器测到的扭矩 T_1 小于或等于 T_0 。
- [0016] 优选地，定义所述导管捻旋装置控制两所述摩擦块组件搓动所述导管旋转的输

出功率为 P ，定义所述导管的半径为 r ，定义所述导管的角速度为 w ，定义所述导管的线速度为 V ，则依据公式 $P=F*r*w$ 、 $T=F*r$ 、 $V=r*w$ ，可得 $T1=(P*r)/V \leq T0$ 。

[0017] 优选地，在所述调控步骤中，当所述数字减影血管造影机检测到所述导管在推送过程遇到血管分支或弯曲时，所述控制器提高所述导管捻旋装置搓动所述导管旋转的线速度，以减小所述导管在所述血管分支或弯曲处的扭矩。

[0018] 进一步地，本发明实施例还提供了血管介入手术机器人的导管推送设备，其包括两块间隔设置的摩擦块组件、用于驱动两所述摩擦块组件夹持导管或者松开导管或者捻动所述导管旋转的导管捻旋装置、用于驱动所述导管捻旋装置带动两所述摩擦块组件与所述导管移动的导管推进装置、用于测量所述导管受力情况的测力组件、用于对所述导管在血管内之移动进行成像导引的数字减影血管造影机和用于控制两所述摩擦块组件对所述导管之压力大小与/或用于控制两所述摩擦块组件搓动所述导管之旋转速度大小的控制器，所述测力组件包括设置于所述摩擦块组件上的压力传感器和/或设置于一支撑座上并可供所述导管穿过的扭矩传感器。

[0019] 优选地，所述导管捻旋装置包括安装于所述导管推进装置上的固定座、安装于所述固定座上以用于调控两所述摩擦块组件之间之水平距离进而实现夹持或松开所述导管的张合机构和安装于所述固定座上以用于驱动两所述摩擦块组件升降运动进而捻动所述导管旋转的捻旋机构；且/或，

[0020] 所述导管推进装置包括固定板、能够在所述固定板上滑动的承载部件和安装于所述固定板上以用于驱动所述承载部件直线往复移动的推进机构，所述导管捻旋装置安装于所述承载部件上，所述支撑座安装于所述固定板上；且/或，

[0021] 所述摩擦块组件包括摩擦块和设置于所述摩擦块上的橡胶片，所述摩擦块与所述导管捻旋装置连接，所述压力传感器嵌入安装于一所述摩擦块上；且/或，

[0022] 优选地，所述固定座包括安装于所述导管推进装置上的底板、间隔设于所述底板上方的顶板和连接于所述底板与所述顶板之间且位于所述水平滑动部件旁侧的侧板，所述张合机构安装于所述顶板上，所述捻旋机构安装于所述底板上；且/或，

- [0023] 所述张合机构包括两个间隔设置且能够在所述固定座上滑动的滑座和用于调节所述两所述滑座之间之水平距离的调节组件，两所述摩擦块组件分别安装于两所述滑座上；且/或，
- [0024] 所述捻旋机构包括能够在所述固定座上滑动的水平滑动部件、安装于所述固定座上以用于驱动所述水平滑动部件进行水平直线往复移动的水平驱动组件和两个分别连接于两所述摩擦块组件与所述水平滑动部件之间的连杆组件；且/或，
- [0025] 所述推进机构包括安装于所述固定板上的第一电机和连接于所述第一电机与所述承载部件之间的第一丝杆，所述承载部件通过第一丝杆套螺纹连接所述第一丝杆或者所述承载部件上设有与所述第一丝杆螺纹配合的第一螺纹孔；且/或，
- [0026] 所述导管推进装置还包括设于所述固定板与所述承载部件之间的第一水平导滑结构；且/或，
- [0027] 所述橡胶片通过粘接方式固定于所述摩擦块上。
- [0028] 优选地，所述调节组件包括与一个所述滑座连接的第一调节结构和与另一个所述滑座连接的第二调节结构；且/或，
- [0029] 所述张合机构还包括设于所述固定座与所述滑座之间的第二水平导滑结构；且/或，
- [0030] 所述导管捻旋装置还包括两个竖向导滑结构，其中，一个所述竖向导滑结构设于一个所述摩擦块组件与一个所述滑座之间，另一个所述竖向导滑结构设于另一个所述摩擦块组件与另一个所述滑座之间；且/或，
- [0031] 所述水平驱动组件包括安装于所述固定座上的第二电机和连接于所述第二电机与所述水平滑动部件之间的第二丝杆，所述水平滑动部件通过第二丝杆套螺纹连接所述第二丝杆或者所述水平滑动部件上设有与所述第二丝杆螺纹配合的第二螺纹孔；且/或，
- [0032] 所述连杆组件包括与所述水平滑动部件滑动连接的立杆和连接于所述立杆与所述摩擦块组件之间的斜杆，所述水平滑动部件上设有与所述立杆滑动配合的第一弧形滑槽；且/或，
- [0033] 所述捻旋机构还包括设于所述固定座与所述水平滑动部件之间的第三水平导滑结构；且/或，

- [0034] 所述第一水平导滑结构包括两个间隔平行设于所述固定板上的第一水平导轨和两个分别与两所述第一水平导轨滑动配合的第一水平滑块，所述承载部件的两端分别安装于两所述第一水平滑块上。
- [0035] 优选地，所述第一调节结构包括安装于所述固定座上的安装座和连接于所述安装座与一所述滑座之间的调节螺杆，该滑座通过第三丝杆套螺纹连接所述调节螺杆或者在该滑座上设有与所述调节螺杆螺纹配合的第三螺纹孔；且/或，
- [0036] 所述第二调节结构包括安装于所述固定座上的第三电机和连接于所述第三电机与另一所述滑座之间的第三丝杆，该滑座通过第四丝杆套螺纹连接所述第三丝杆或者在该滑座上设有与所述第三丝杆螺纹配合的第四螺纹孔；且/或，
- [0037] 所述第二水平导滑结构包括设于所述固定板上的第二水平导轨和两个与所述第二水平导轨滑动配合的第二水平滑块，两所述滑座分别安装于两所述第二水平滑块上；且/或，
- [0038] 所述竖向导滑结构包括设于所述滑座上的竖向导轨和与所述竖向导轨滑动配合的竖向滑块，所述摩擦块组件安装于所述竖向滑块上；且/或，
- [0039] 所述立杆的底端通过第一铰轴滑动安装于所述第一弧形滑槽内，所述立杆的顶端通过第二铰轴连接所述斜杆的底端，所述斜杆的顶端通过第三铰轴连接于所述摩擦块组件上；且/或，
- [0040] 所述第三水平导滑结构包括设于所述固定座上的第三水平导轨和与所述第三水平导轨滑动配合的第三水平滑块，所述水平滑动部件安装于所述第三水平滑块上；且/或，
- [0041] 所述承载部件为倒置“凸”字型板状构件。
- [0042] 优选地，所述第一铰轴的一端通过第一轴承转动安装于所述固定座上，所述第一铰轴的另一端通过两个间隔设置的第二轴承安装于所述水平滑动部件上，所述立杆的底端固定连接于所述第一铰轴上且位于两所述第二轴承之间。
- [0043] 优选地，所述水平滑动部件上设有两个分别位于所述第一弧形滑槽两侧的第二弧形滑槽，所述立杆两侧的两所述第二轴承分别滑动安装于两所述第二弧形滑槽内。
- [0044] 优选地，所述第二铰轴的一端通过第三轴承转动安装于所述固定座上，所述第

二铰轴的另一端穿设连接所述立杆的顶端和所述斜杆的底端；所述第三铰轴的一端固定于所述摩擦块组件上，所述第三铰轴的另一端穿设连接所述斜杆的顶端。

发明的有益效果

有益效果

- [0045] 本发明提供的血管介入手术机器人的导管推送控制方法及导管推送设备，通过在摩擦块组件上设置压力传感器的方式来检测两摩擦块组件夹紧导管的压力，通过在导管捻旋装置上设置扭矩传感器的方式来检测导管的扭矩信息，这样，通过间接测量法可以同时测出导管头部所受阻力和导管的扭矩，且其测量数据准确，可以达到有效控制导管运动的目的。具体应用中，可通过控制两摩擦块组件夹紧导管的压力变化来调控导管头部的受力变化幅值以使其处在合理区间，可通过两摩擦块组件搓动导管旋转的线速度的方式来控制导管的扭矩在可控的范围之内，从而可有效防止导管因受力过大或者扭矩过大而戳破血管。同时，由于本发明的导管推送控制方法可以让医护人员远距离操控，所以有效降低了手术对医护人员和病人的危害。

对附图的简要说明

附图说明

- [0046] 图1是本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备的立体示意图；
- [0047] 图2是本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备的主视平面示意图；
- [0048] 图3是本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备的俯视平面示意图；
- [0049] 图4是本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备的左视平面示意图；
- [0050] 图5是本发明实施例提供的摩擦块组件、导管捻旋装置和承载部件的立体装配示意图；
- [0051] 图6是本发明实施例提供的摩擦块组件、导管捻旋装置和承载部件的主视装配

平面示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0052] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0053] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件上时，它可以直接在一个元件上或者可能同时存在居中元件。当一个元件被称为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0054] 还需要说明的是，以下实施例中的左、右、上、下、顶、底等方位用语，仅是互为相对概念或是以产品的正常使用状态为参考的，而不应该认为是具有局限性的。

[0055] 如图1-6所示，本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，包括测力步骤和调控步骤，其中，调控步骤为：设置控制器（图未示），用于调控导管2推送过程中的运动参数以防止导管2推送过程中戳破血管。测力步骤包括：在用于夹持和捻动导管2旋转的摩擦块组件1上设置压力传感器51，以用于检测摩擦块组件1对导管2的压力大小；在一支撑座6上设置可供导管2穿过的扭矩传感器52，以用于检测导管2的扭矩大小。本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，通过在摩擦块组件1上设置压力传感器51的方式来检测两摩擦块组件1夹紧导管2的压力，通过在导管捻旋装置3上设置扭矩传感器52的方式来检测导管2的扭矩，其测量数据准确。且具体应用中，可通过控制两摩擦块组件1夹紧导管2的压力变化来调控导管2头部（导管2之靠近扭矩传感器52的端部）的受力变化幅值以使其处在合理区间，可通过两摩擦块组件1搓动导管2旋转的线速度的方式来控制导管2的扭矩在可控的范围之内，从而可有效防止导管2因受力过大或者扭矩过大而戳破血管。同时，由于本发明的导管推送控制方法，可以让医护人员远距离操控，所以可以有效降低手术对医护和病人的危害。

[0056] 具体地，一并参照图1-4所示，本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导

管推送控制方法具有以下配套结构：两块间隔设置的摩擦块组件1，用于夹持导管2或者松开导管2或者捻动导管2旋转，压力传感器51嵌入安装于其中一块摩擦块组件1上；导管捻旋装置3，用于驱动两摩擦块组件1夹持导管2或者松开导管2或者捻动导管2旋转；导管推进装置4，用于驱动导管捻旋装置3带动两摩擦块组件1及导管2移动；数字减影血管造影机（图未示），用于对导管2在血管内的移动进行导引。导管捻旋装置3、导管推进装置4、数字减影血管造影机（DSA）、压力传感器51和扭矩传感器52都与控制器电性连接，数字减影血管造影机、压力传感器51和扭矩传感器52的检测信息都可反馈至控制器上，以便于控制器对导管捻旋装置3和导管推进装置4进行调控功能，进而利于防止导管2戳破血管的现象发生。

[0057] 优选地，上述调控步骤包括：在控制器内预先设定血管的临界耐压力 F_0 ，控制器实时控制两摩擦块组件1对导管2的压力，以使得导管2在推送过程中所受的阻力 f 小于或等于 F_0 。压力传感器51用于实时检测两摩擦块组件1对导管2的压力，控制器根据压力传感器51的检测信息实时控制导管捻旋装置3的运行，从而可保证在导管2的推送过程中，导管2所受的阻力 f 小于或等于血管的临界耐压力 F_0 ，进而可以防止导管2头部受力过大而戳破血管。

[0058] 优选地，定义两摩擦块组件1对导管2的初始压力为 F_1 ，定义摩擦块组件1对推送过程中之导管2的压力为 F_2 ，定义导管2与摩擦块组件1之间的摩擦系数为 μ ，则 $f = F_1 + \mu (F_2 - F_1) \leq F_0$ 。这样，具体应用中，通过控制压力传感器51前后变化的数据（ $F_2 - F_1$ ）就可以控制导管2穿过障碍时的前进力，从而可以防止因导管2头部受力过大而戳破血管。

[0059] 优选地，在调控步骤中，当数字减影血管造影机检测到导管2在推送过程遇到障碍时，控制器控制导管推进装置4减慢导管2的推进移动速度，同时，控制器控制两摩擦块缓慢增大对导管2的压力，直至导管2匀速通过障碍为止，且在控制器控制两摩擦块缓慢增大对导管2之压力的过程中，保证 $F_1 + \mu (F_2 - F_1) \leq F_0$ 。具体应用中，在数字减影血管造影机的引导下，在未遇到障碍或者血管分支或弯曲时，控制器控制导管推进装置4匀速推进导管2；而如果导管2在血管中遇到障碍，则控制器控制导管推进装置4，并控制导管捻旋装置3缓慢增大两摩擦

块组件1对导管2的压力，以保证导管2内的导丝在释放球囊后可以匀速通过为止，在此过程中，始终保证 $F_1 + u(F_2 - F_1) \leq F_0$ ，以有效防止导管2穿过障碍时因导管2头部受力过大而戳破血管。

[0060] 优选地，摩擦块组件1包括摩擦块和设置于摩擦块上的橡胶片，导管2与摩擦块组件1之间的摩擦系数 u 为导管2与橡胶片之间的摩擦系数。橡胶片具有较好的弹性、耐磨性，不会压坏导管2，且可增大摩擦力，提高摩擦块组件1夹紧导管2的可靠性。

[0061] 优选地，上述调控步骤还包括：在控制器内预先设定血管的临界扭矩 T_0 ，控制器实时控制两摩擦块组件1搓动导管2旋转的速度大小，以使得扭矩传感器52测到的扭矩 T_1 小于或等于 T_0 。由于受血管阻力的影响，所以，导管2头部的实际扭矩 T_2 会略大于扭矩传感器52测到的扭矩 T_1 ，这样，只要保证 T_1 小于或等于 T_0 ，则 T_2 必然小于 T_0 。扭矩传感器52用于实时检测导管2的扭矩，控制器根据扭矩传感器52的检测信息实时控制导管捻旋装置3的运行，从而可保证在导管2的推送过程中，扭矩传感器52测得的扭矩 T_1 小于或等于血管的临界扭矩 T_0 ，进而可以有效防止导管2头部扭矩过大而戳破血管。

[0062] 优选地，定义导管捻旋装置3控制两摩擦块组件1搓动导管2旋转的输出功率为 P ，定义导管2的半径为 r ，定义导管2的角速度为 w ，定义导管2的线速度为 V ，则依据公式 $P = F \cdot r \cdot w$ 、 $T = F \cdot r$ 、 $V = r \cdot w$ ，可得 $T_1 = (P \cdot r) / V \leq T_0$ 。当功率 P 和半径 r 为定值时，线速度 V 越大，则扭矩 T 越小，这样，具体应用中，只要适当提高导管2的线速度 V ，就可以相应减小导管2头部的扭矩，从而可以避免戳破血管。

[0063] 优选地，在调控步骤中，当数字减影血管造影机检测到导管2在推送过程遇到血管分支或弯曲时，控制器提高导管捻旋装置3搓动导管2旋转的线速度，以减小导管2在血管分支或弯曲处的扭矩，这样可以避免因导管2头部扭矩过大而戳破血管。

[0064] 一并参照图1-6所示，本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备，包括两块间隔设置的摩擦块组件1、用于驱动两摩擦块组件1夹持导管2或者松开导管2或者捻动导管2旋转的导管捻旋装置3、用于驱动导管捻旋装置3带动两摩擦块组件1与导管2移动的导管推进装置4、用于测量导管2受力情况的测力

组件5、用于对导管2在血管内之移动进行成像导引的数字减影血管造影机和用于控制两摩擦块组件1对导管2之压力大小与/或用于控制两摩擦块组件1搓动导管2之旋转速度大小的控制器，测力组件5包括设置于摩擦块组件1上的压力传感器51和/或设置于一支撑座6上并可供导管2穿过的扭矩传感器52。本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备，每次进给量足够大，甚至可以同时测出导管2头部所受阻力与导管2的扭矩，还可以让医生远距离操作，降低手术对医生和病人的危害，且其结构紧凑、体积小、重量轻、消毒方便，便于在医疗上推广应用。

[0065] 优选地，扭矩传感器52采用基孔制与导管2连接，且导管2以间隙配合的方式穿过扭矩传感器52，这样，可以避免扭矩传感器52与导管2过度摩擦而损坏扭矩传感器52，从而利于充分保证扭矩传感器52的使用寿命。

[0066] 优选地，一并参照图1-4所示，导管捻旋装置3包括安装于导管推进装置4上的固定座31、安装于固定座31上以用于调控两摩擦块组件1之间之水平距离进而实现夹持或松开导管2的张合机构32和安装于固定座31上以用于驱动两摩擦块组件1升降运动进而捻动导管2旋转的捻旋机构33。张合机构32能够调大两摩擦块组件1之间的水平距离，也能够调小两摩擦块组件1之间的水平距离，从而可使得两摩擦块组件1夹紧或松开导管2，且能够使得两摩擦块组件1能够用于夹紧不同直径的导管2，其对导管2的夹紧也较为可靠，导管2的取出和放入也较为方便。捻旋机构33能够驱动两摩擦块组件1上下相对运动，从而可捻动导管2进行旋转，采用这种捻旋方式不会出现弹性滑动的问题，且能够避免采用电机直接驱动传感器以带动导管2旋转带来传感器缠线的问题，最终有效保证了导管2的连续、可靠转动。

[0067] 优选地，一并参照图1、图4、图5和图6所示，固定座31包括安装于导管推进装置4上的底板311、间隔设于底板311上方的顶板312和连接于底板311与顶板312之间且位于水平滑动部件331旁侧的侧板313，张合机构32安装于顶板312上，捻旋机构33安装于底板311上。底板311、侧板313和顶板312可以为一体成型结构，也可以为分体制造成型后再通过焊接或者螺丝连接或者铆接等方式连接在一起。固定指可通过焊接或者螺丝连接或者铆接等方式安装在侧板313上。

- [0068] 优选地，一并参照图1、图4、图5和图6所示，张合机构32包括两个间隔设置且能够在固定座31上滑动的滑座321和用于调节两滑座321之间之水平距离的调节组件322，两摩擦块组件1分别安装于两滑座321上。两滑座321具体间隔安装于顶板312上。具体应用中，通过调节组件322调节两滑座321之间的水平距离，可调控两摩擦块组件1之间的水平距离，从而实现两摩擦块组件1对导管2的夹紧或松开，且可通过调节组件322的调控实现对不同直径的导管2的夹紧。
- [0069] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，调节组件322包括与一个滑座321连接的第一调节结构3221和与另一个滑座321连接的第二调节结构3222。此处，两个滑座321分别采用两个不同的调节结构进行驱动移动，其调控方便，且利于实现对不同直径的导管2的夹紧。
- [0070] 为了便于描述，此处，将与第一调节结构3221连接的滑座321描述为第一滑座，将与第二调节结构3222连接的滑座321描述为第二滑座。
- [0071] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第一调节结构3221包括安装于固定座31上的安装座32211和连接于安装座32211与第一滑座之间的调节螺杆32212。具体应用中，通过旋转调节螺杆32212，可驱动第一滑座朝向或远离第二滑座移动，从而可实现对不同直径之导管2的夹紧。
- [0072] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第一滑座321通过第三丝杆套3223螺纹连接调节螺杆32212，第三丝杆套3223上设有与调节螺杆32212螺纹配合的内螺纹，第三丝杆套3223通过螺丝连接或者螺纹连接等方式安装固定于第一滑座上。此处，通过第三丝杆套3223实现第一滑座与调节螺杆32212之间的连接，这样，第一滑座上不需加工制造螺纹结构，可利于降低第一滑座的制造难度，且利于降低设备的日后维护成本。当然了，具体应用中，也可直接在第一滑座上开设与调节螺杆32212螺纹配合的第三螺纹孔，即第一滑座也可直接设为与调节螺杆32212螺纹连接的丝杆座。
- [0073] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第二调节结构3222包括安装于固定板41上的第三电机32221和连接于第三电机32221与第二滑座之间的第三丝杆32222。第三电机32221与第三丝杆32222之间具体还可设有第三减速箱。第三电机32221可以正、反向运转，第三电机32221运转时，可以驱动第三丝杆32222转动，

第三丝杆32222转动可以驱动第二滑座进行直线移动。具体应用中，通过第三电机32221驱动第三丝杆32222运动，可以控制两摩擦块组件1对导管2的压力大小。

[0074] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第二滑座通过第四丝杆套3224螺纹连接第三丝杆32222，第四丝杆套3224上设有与第三丝杆32222螺纹配合的内螺纹，第四丝杆套3224通过螺丝连接或者螺纹连接等方式安装固定于第二滑座上。此处，通过第四丝杆套3224实现第二滑座与第三丝杆32222之间的连接，这样，第二滑座上不需加工制造螺纹结构，可利于降低第二滑座的制造难度，且利于降低设备的日后维护成本。当然了，具体应用中，也可直接在第二滑座上开设与第三丝杆32222螺纹配合的第四螺纹孔，即第二滑座也可直接设为与第三丝杆32222螺纹连接的丝杆座。

[0075] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，张合机构32还包括设于固定座31与滑座321之间的第二水平导滑结构323。第二水平导滑结构323的设置，可利于进一步提高滑座321水平移动的稳定可靠性和顺畅性。

[0076] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第二水平导滑结构323包括设于固定座31上的第二水平导轨3231和两个与第二水平导轨3231滑动配合的第二水平滑块3232，两滑座321分别安装于两第二水平滑块3232上。第二水平导轨3231具体安装于顶板312上。第二水平导轨3231可与固定座31一体成型设置，即第二水平导轨3231为固定座31的一部分；或者，第二水平导轨3231也可与固定座31分体制造成型后再通过螺丝连接等连接方式安装于固定座31上，螺丝连接紧固可靠、拆装方便，便于拆装消毒。滑座321具体可通过螺丝安装于第二水平滑块3232上，其紧固可靠、拆装方便，便于拆装消毒。第二水平导轨3231和第二水平滑块3232的设置，一方面可对滑座321起到支撑定位的作用，另一方面又利于减小滑座321水平移动过程中受到的摩擦阻力。

[0077] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，导管捻旋装置3还包括两个竖向导滑结构34，其中，一个竖向导滑结构34设于一个摩擦块组件1与一个滑座321之间，另一个竖向导滑结构34设于另一个摩擦块组件1与另一个滑座321之间。竖向导滑结构34的设置，可利于进一步提高摩擦块组件1水平移动的稳定可靠性和顺畅

性。

[0078] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，竖向导滑结构34包括设于滑座321上的竖向导轨341和与竖向导轨341滑动配合的竖向滑块342，摩擦块组件1安装于竖向滑块342上。竖向导轨341可与滑座321一体成型设置，即竖向导轨341为滑座321的一部分；或者，竖向导轨341也可与滑座321分体制造成型后再通过螺丝连接等连接方式安装于滑座321上，螺丝连接紧固可靠、拆装方便，便于拆装消毒。摩擦块具体可通过螺丝安装于竖向滑块342上，其紧固可靠、拆装方便，便于拆装消毒。竖向导轨341与竖向滑块342的设置，一方面可对摩擦块起到支撑定位的作用，另一方面又利于减小摩擦块升降运动过程中受到的摩擦阻力。

[0079] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，捻旋机构33包括能够在固定座31上滑动的水平滑动部件331、安装于固定座31上以用于驱动水平滑动部件331进行水平直线往复移动的水平驱动组件332和两个分别连接于两摩擦块组件1与水平滑动部件331之间的连杆组件333。水平驱动组件332驱动水平滑动部件331水平移动时，与水平滑动部件331连接的两连杆组件333能够驱动两摩擦块组件1上下升降运动，从而达到捻动导管2旋转的目的。

[0080] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，水平驱动组件332包括安装于固定座31上的第二电机3321和连接于第二电机3321与水平滑动部件331之间的第二丝杆3322，第二电机3321具体安装于底板311上。第二电机3321与第二丝杆3322之间具体还可设有第二减速箱。第二电机3321可以正、反向运转，第二电机3321运转时，可以驱动第二丝杆3322转动，第二丝杆3322转动可以驱动水平滑动部件331进行直线移动。具体应用中，通过调控第二电机3321的转速，可以控制两摩擦块组件1搓动导管2旋转的速度。

[0081] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，水平滑动部件331通过第二丝杆套335螺纹连接第二丝杆3322，第二丝杆套335上设有与第二丝杆3322螺纹配合的内螺纹，第二丝杆套335通过螺丝连接或者螺纹连接等方式安装固定于水平滑动部件331上。此处，通过第二丝杆套335实现水平滑动部件331与第二丝杆3322之间的连接，这样，水平滑动部件331上不需加工制造螺纹结构，可利于降低水平滑动部件331的制造难度，且利于降低设备的日后维护成本。当然了，具体应用中，

也可直接在水平滑动部件331上开设与第二丝杆3322螺纹配合的第二螺纹孔，即水平滑动部件331也可直接设为与第二丝杆3322螺纹连接的丝杆座。

[0082] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，连杆组件333包括与水平滑动部件331滑动连接的立杆3331和连接于立杆3331与摩擦块组件1之间的斜杆3332，水平滑动部件331上设有与立杆3331滑动配合的第一弧形滑槽3311。立杆3331的底端滑动支撑于第一弧形滑槽3311内，第一弧形滑槽3311具有与立杆3331滑动配合的弧形表面。立杆3331为竖直设置的杆体，斜杆3332为以与竖直方向呈一定夹角的方式倾斜设置。水平滑动部件331水平移动时，立杆3331与水平滑动部件331之间会产生相对滑动，第一弧形滑槽3311的弧形表面会驱动立杆3331上升或下降运动，立杆3331的升降运动会进一步通过斜杆3332驱动摩擦块组件1上升或下降运动，从而达到通过摩擦块组件1捻动导管2旋转的目的。

[0083] 优选地，一并参照图1、图2、图5和图6所示，立杆3331的底端通过第一铰轴301滑动安装于第一弧形滑槽3311内，立杆3331的顶端通过第二铰轴302连接斜杆3332的底端，斜杆3332的顶端通过第三铰轴303连接于摩擦块上。立杆3331的底端与第一弧形滑槽3311之间的连接为滑动连接，即立杆3331的底端可在第一弧形滑槽3311内滑动。立杆3331与第一铰轴301、第二铰轴302之间的连接都为固定连接，即立杆3331与第一铰轴301、第二铰轴302之间不可以发生相对转动；斜杆3332与第二铰轴302、第三铰轴303之间的连接为转动连接，即斜杆3332与第二铰轴302、第三铰轴303之间可以发生相对转动。

[0084] 优选地，第一铰轴301的一端通过第一轴承转动安装于固定座31上，第一铰轴301的另一端通过两个间隔设置的第二轴承安装于水平滑动部件331上，立杆3331的底端固定连接于第一铰轴301上且位于两第二轴承之间。第二轴承的设置，既可通过水平滑动部件331实现对第一铰轴301的支撑，又可用于防止第一铰轴301对水平滑动部件331的滑动产生干涉现象。立杆3331的底端具体可通过螺纹连接方式或者过盈配合方式与第一铰轴301连接，这样可用于防止立杆3331与第一铰轴301之间发生相对转动，从而可保证在水平滑动部件331水平移动时，水平滑动部件331的弧形表面能够有效驱动立杆3331上升或下降运动。

[0085] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，水平滑动部件331上设有两个分别位于

第一弧形滑槽3311两侧的第二弧形滑槽3312，立杆3331两侧的两第二轴承分别滑动安装于两第二弧形滑槽3312内。第二弧形滑槽3312的设置，一方面可供第二轴承安装定位，另一方面可利于保证水平滑动部件331水平移动过程中第二轴承不会对水平滑动部件331的移动产生干涉现象。

[0086] 优选地，第二铰轴302的一端通过第三轴承转动安装于固定座31上，第二铰轴302的另一端穿设连接立杆3331的顶端和斜杆3332的底端；第三铰轴303的一端固定于摩擦块组件1上，第三铰轴303的另一端穿设连接斜杆3332的顶端。第三铰轴303具体可通过螺纹连接方式固定于摩擦块上。立杆3331的顶端通过螺纹连接方式或者过盈配合方式固定连接于第二铰轴302上，斜杆3332的底端通过第四轴承安装于第二铰轴302上，斜杆3332的顶端通过第五轴承安装于第三铰轴303上。

[0087] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，捻旋机构33还包括设于固定座31与水平滑动部件331之间的第三水平导滑结构334。第三水平导滑结构334的设置，可利于进一步提高水平滑动部件331水平移动的稳定可靠性和顺畅性。

[0088] 优选地，一并参照图1、图5和图6所示，第三水平导滑结构334包括设于固定座31上的第三水平导轨3341和与第三水平导轨3341滑动配合的第三水平滑块3342，水平滑动部件331安装于第三水平滑块3342上。第三水平导轨3341具体安装于底板311上。第三水平导轨3341可与底板311一体成型设置，即第三水平导轨3341可为底板311的一部分；或者，第三水平导轨3341也可与底板311分体制造成型后再通过螺丝连接等连接方式安装于底板311上。水平滑动部件331具体优选通过螺丝连接方式安装于第三水平滑块3342，其紧固可靠、拆装方便。第三水平导轨3341与第三水平滑块3342的设置，一方面可对水平滑动部件331起到支撑的作用，另一方面又利于减小水平滑动部件331水平移动过程中受到的摩擦阻力。

[0089] 优选地，一并参照图1-5所示，导管推进装置4包括固定板41、能够在固定板41上滑动的承载部件42和安装于固定板41上以用于驱动承载部件42直线往复移动的推进机构43，导管捻旋装置3安装于承载部件42上，支撑座6安装于固定板41上。导管捻旋装置3具体通过底板311安装于承载部件42上。推进机构43驱动承载部件42水平移动时，安装于承载部件42上的导管捻旋装置3能够带动导管2一

起进行水平移动，从而达到捻动导管2旋转的目的。支撑座6优选通过螺丝安装于固定板41上，其拆装方便。

[0090] 优选地，推进机构43驱动承载部件42的水平移动方向与水平驱动组件332驱动水平滑动部件331的水平移动方向相互垂直，张合机构32驱动摩擦块组件1的水平移动方向与水平驱动组件332驱动水平滑动部件331的水平移动方向相互平行。水平滑动部件331位于承载部件42的上方，摩擦块组件1位于水平滑动部件331的上方。

[0091] 优选地，一并参照图1-4所示，推进机构43包括安装于固定板41上的第一电机431和连接于第一电机431与承载部件42之间的第一丝杆432，第一电机431具体安装于固定板41上。第一电机431与第一丝杆432之间具体还可设有第一减速箱。第一电机431可以正、反向运转，第一电机431运转时，可以驱动第一丝杆432转动，第一丝杆432转动可以驱动承载部件42进行直线移动。具体应用中，通过调控第一电机431的转速，可以控制导管2的推送速度。本实施例，通过电机与丝杆的组合方式，来实现导管2在血管内的推拉，其每次进给量足够大。

[0092] 优选地，一并参照图1-4所示，承载部件42通过第一丝杆套44螺纹连接第一丝杆432，第一丝杆套44上设有与第一丝杆432螺纹配合的内螺纹，第一丝杆套44通过螺丝连接或者螺纹连接等方式安装固定于承载部件42上。此处，通过第一丝杆套44实现承载部件42与第一丝杆432之间的连接，这样，承载部件42上不需加工制造螺纹结构，可利于降低承载部件42的制造难度，且利于降低设备的日后维护成本。当然了，具体应用中，也可直接在承载部件42上开设与第一丝杆432螺纹配合的第一螺纹孔，即承载部件42也可直接设为与第一丝杆432螺纹连接的丝杆座。

[0093] 优选地，一并参照图1-4所示，导管推进装置4还包括设于固定板41与承载部件42之间的第一水平导滑结构45。第一水平导滑结构45的设置，可利于进一步提高承载部件42水平移动的稳定可靠性和顺畅性。

[0094] 优选地，一并参照图1-4所示，第一水平导滑结构45包括两个间隔平行设于固定板41上的第一水平导轨451和两个分别与两第一水平导轨451滑动配合的第一水平滑块452，承载部件42的两端分别安装于两第一水平滑块452上。第一水平

导轨451可与固定板41一体成型设置，即第一水平导轨451可为固底板311的一部分；或者，第一水平导轨451也可与固定板41分体制造成型后再通过螺丝连接等连接方式安装于固定板41上。承载部件42具体优选通过螺丝连接方式安装于第一水平滑块452上，其坚固可靠、拆装方便。第一水平导轨451与第一水平滑块452的设置，一方面可对承载部件42起到支撑的作用，另一方面又利于减小承载部件42水平移动过程中受到的摩擦阻力。

[0095] 优选地，承载部件42为倒置“凸”字型板状构件，其结构简单，且利于保证承载部件42同时与第一丝杆432、两第一滑块连接的可靠性。

[0096] 优选地，摩擦块组件1包括摩擦块和设置于摩擦块上的橡胶片，摩擦块与导管捻旋装置3连接，压力传感器51嵌入安装于一摩擦块上。橡胶片具有较好的弹性、耐磨性，不会压坏导管2，且可增大摩擦力，提高摩擦块组件1夹紧导管2的可靠性。

[0097] 优选地，橡胶片通过粘接方式固定于摩擦块上，其拆装方便、安装稳固可靠，且可避免采用其它紧固件安装橡胶片造成在夹紧或者捻动导管2旋转时紧固件压坏导管2。

[0098] 本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备，结构紧凑、体积小、重量轻、消毒方便，便于在医疗上推广应用。具体地，本发明实施例，一方面通过张合机构32调节控制两摩擦块组件1之间的水平距离以驱动两摩擦块组件1夹紧或松开导管2，这样，可使得本发明实施例提供的血管介入手术机器人的导管推送设备能够适应不同直径的导管2，取出和放入导管2较为方便，夹紧导管2也较为可靠；另一方面通过捻旋机构33驱动两摩擦块上下相对运动的方式来捻动导管2旋转，不会出现弹性滑动的问题，且能够避免采用电机直接驱动传感器以带动导管2旋转带来传感器缠线的问题，最终有效保证了导管2的连续、可靠转动；再一方面通过在摩擦块组件1上嵌入安装压力传感器51的方式来检测摩擦块组件1对导管2的压力，从而利于控制器有效调控导管2头部穿过障碍的前进力在合理范围内，不会戳破血管；又一方面通过在导管捻旋装置3的固定座31上设置扭矩传感器52来检测导管2的扭矩，从而利于控制器有效调控导管2头部的扭矩不会过大而戳破血管。

[0099] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换或改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 血管介入手术机器人的导管推送控制方法，包括测力步骤和调控步骤，所述调控步骤为：设置控制器，用于调控所述导管推送过程中的运动参数以防止所述导管推送过程中戳破血管，其特征在于：所述测力步骤包括：
- 在用于夹持和捻动导管旋转的摩擦块组件上设置压力传感器，以用于检测所述摩擦块组件对所述导管的压力大小；
- 在一支撑座上设置可供所述导管穿过的扭矩传感器，以用于检测所述导管的扭矩大小。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：所述调控步骤包括：在所述控制器内预先设定血管的临界耐压力 F_0 ，所述控制器实时控制两所述摩擦块组件对所述导管的压力，以使得所述导管在推送过程中所受的阻力 f 小于或等于 F_0 。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：定义所述摩擦块组件对所述导管的初始压力为 F_1 ，定义所述摩擦块组件对推送过程中之所述导管的压力为 F_2 ，定义所述导管与所述摩擦块组件之间的摩擦系数为 u ，则 $f = F_1 + u(F_2 - F_1) \leq F_0$ 。
- [权利要求 4] 如权利要求3所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：在所述调控步骤中，当数字减影血管造影机检测到所述导管在推送过程遇到障碍时，所述控制器控制导管推进装置减慢所述导管的推进移动速度，同时，所述控制器控制两所述摩擦块组件缓慢增大对所述导管的压力，直至所述导管匀速通过障碍为止，且在所述控制器控制两所述摩擦块组件缓慢增大对所述导管之压力的过程中，保证 $F_1 + u(F_2 - F_1) \leq F_0$ 。
- [权利要求 5] 如权利要求3或4所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：所述摩擦块组件包括摩擦块和设置于所述摩擦块上的橡胶片，所述导管与所述摩擦块组件之间的摩擦系数 u 为所述导管与所述橡胶片之间的摩擦系数。

- [权利要求 6] 如权利要求1至4任一项所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：所述调控步骤包括：在所述控制器内预先设定血管的临界扭矩 T_0 ，所述控制器实时控制两所述摩擦块组件搓动所述导管旋转的速度大小，以使得所述扭矩传感器测到的扭矩 T_1 小于或等于 T_0 。
- [权利要求 7] 如权利要求6所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：定义所述导管捻旋装置控制两所述摩擦块组件搓动所述导管旋转的输出功率为 P ，定义所述导管的半径为 r ，定义所述导管的角速度为 w ，定义所述导管的线速度为 V ，则依据公式 $P=F*r*w$ 、 $T=F*r$ 、 $V=r*w$ ，可得 $T_1=(P*r)/V \leq T_0$ 。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的血管介入手术机器人的导管推送控制方法，其特征在于：在所述调控步骤中，当所述数字减影血管造影机检测到所述导管在推送过程遇到血管分支或弯曲时，所述控制器提高所述导管捻旋装置搓动所述导管旋转的线速度，以减小所述导管在所述血管分支或弯曲处的扭矩。
- [权利要求 9] 血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：包括两块间隔设置的摩擦块组件、用于驱动两所述摩擦块组件夹持导管或者松开导管或者捻动所述导管旋转的导管捻旋装置、用于驱动所述导管捻旋装置带动两所述摩擦块组件与所述导管移动的导管推进装置、用于测量所述导管受力情况的测力组件、用于对所述导管在血管内之移动进行成像导引的数字减影血管造影机和用于控制两所述摩擦块组件对所述导管之压力大小与/或用于控制两所述摩擦块组件搓动所述导管之旋转速度大小的控制器，所述测力组件包括设置于所述摩擦块组件上的压力传感器和/或设置于一支撑座上并可供所述导管穿过的扭矩传感器。
- [权利要求 10] 如权利要求9所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述导管捻旋装置包括安装于所述导管推进装置上的固定座、安装于所述固定座上以用于调控两所述摩擦块组件之间之水平距离进而

实现夹持或松开所述导管的张合机构和安装于所述固定座上以用于驱动两所述摩擦块组件升降运动进而捻动所述导管旋转的捻旋机构；且/或，

所述导管推进装置包括固定板、能够在所述固定板上滑动的承载部件和安装于所述固定板上以用于驱动所述承载部件直线往复移动的推进机构，所述导管捻旋装置安装于所述承载部件上，所述支撑座安装于所述固定板上；且/或，

所述摩擦块组件包括摩擦块和设置于所述摩擦块上的橡胶片，所述摩擦块与所述导管捻旋装置连接，所述压力传感器嵌入安装于一所述摩擦块上；且/或。

[权利要求 11]

如权利要求10所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述固定座包括安装于所述导管推进装置上的底板、间隔设于所述底板上方的顶板和连接于所述底板与所述顶板之间且位于所述水平滑动部件旁侧的侧板，所述张合机构安装于所述顶板上，所述捻旋机构安装于所述底板上；且/或，

所述张合机构包括两个间隔设置且能够在所述固定座上滑动的滑座和用于调节所述两所述滑座之间之水平距离的调节组件，两所述摩擦块组件分别安装于两所述滑座上；且/或，

所述捻旋机构包括能够在所述固定座上滑动的水平滑动部件、安装于所述固定座上以用于驱动所述水平滑动部件进行水平直线往复移动的水平驱动组件和两个分别连接于两所述摩擦块组件与所述水平滑动部件之间的连杆组件；且/或，

所述推进机构包括安装于所述固定板上的第一电机和连接于所述第一电机与所述承载部件之间的第一丝杆，所述承载部件通过第一丝杆套螺纹连接所述第一丝杆或者所述承载部件上设有与所述第一丝杆螺纹配合的第一螺纹孔；且/或，

所述导管推进装置还包括设于所述固定板与所述承载部件之间的第一水平导滑结构；且/或，

所述橡胶片通过粘接方式固定于所述摩擦块上。

[权利要求 12]

如权利要求11所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述调节组件包括与一个所述滑座连接的第一调节结构和与另一个所述滑座连接的第二调节结构；且/或，

所述张合机构还包括设于所述固定座与所述滑座之间的第二水平导滑结构；且/或，

所述导管捻旋装置还包括两个竖向导滑结构，其中，一个所述竖向导滑结构设于一个所述摩擦块组件与一个所述滑座之间，另一个所述竖向导滑结构设于另一个所述摩擦块组件与另一个所述滑座之间；且/或，

所述水平驱动组件包括安装于所述固定座上的第二电机和连接于所述第二电机与所述水平滑动部件之间的第二丝杆，所述水平滑动部件通过第二丝杆套螺纹连接所述第二丝杆或者所述水平滑动部件上设有与所述第二丝杆螺纹配合的第二螺纹孔；且/或，

所述连杆组件包括与所述水平滑动部件滑动连接的立杆和连接于所述立杆与所述摩擦块组件之间的斜杆，所述水平滑动部件上设有与所述立杆滑动配合的第一弧形滑槽；且/或，

所述捻旋机构还包括设于所述固定座与所述水平滑动部件之间的第三水平导滑结构；且/或，

所述第一水平导滑结构包括两个间隔平行设于所述固定板上的第一水平导轨和两个分别与两所述第一水平导轨滑动配合的第一水平滑块，所述承载部件的两端分别安装于两所述第一水平滑块上。

[权利要求 13]

如权利要求12所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述第一调节结构包括安装于所述固定座上的安装座和连接于所述安装座与一所述滑座之间的调节螺杆，该滑座通过第三丝杆套螺纹连接所述调节螺杆或者在该滑座上设有与所述调节螺杆螺纹配合的第三螺纹孔；且/或，

所述第二调节结构包括安装于所述固定座上的第三电机和连接于所述

第三电机与另一所述滑座之间的第三丝杆，该滑座通过第四丝杆套螺纹连接所述第三丝杆或者在该滑座上设有与所述第三丝杆螺纹配合的第四螺纹孔；且/或，

所述第二水平导滑结构包括设于所述固定板上的第二水平导轨和两个与所述第二水平导轨滑动配合的第二水平滑块，两所述滑座分别安装于两所述第二水平滑块上；且/或，

所述竖向导滑结构包括设于所述滑座上的竖向导轨和与所述竖向导轨滑动配合的竖向滑块，所述摩擦块组件安装于所述竖向滑块上；且/或，

所述立杆的底端通过第一铰轴滑动安装于所述第一弧形滑槽内，所述立杆的顶端通过第二铰轴连接所述斜杆的底端，所述斜杆的顶端通过第三铰轴连接于所述摩擦块组件上；且/或，

所述第三水平导滑结构包括设于所述固定座上的第三水平导轨和与所述第三水平导轨滑动配合的第三水平滑块，所述水平滑动部件安装于所述第三水平滑块上；且/或，

所述承载部件为倒置“凸”字型板状构件。

[权利要求 14] 如权利要求13所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述第一铰轴的一端通过第一轴承转动安装于所述固定座上，所述第一铰轴的另一端通过两个间隔设置的第二轴承安装于所述水平滑动部件上，所述立杆的底端固定连接于所述第一铰轴上且位于两所述第二轴承之间。

[权利要求 15] 如权利要求14所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述水平滑动部件上设有两个分别位于所述第一弧形滑槽两侧的第二弧形滑槽，所述立杆两侧的两所述第二轴承分别滑动安装于两所述第二弧形滑槽内。

[权利要求 16] 如权利要求15所述的血管介入手术机器人的导管推送设备，其特征在于：所述第二铰轴的一端通过第三轴承转动安装于所述固定座上，所述第二铰轴的另一端穿设连接所述立杆的顶端和所述斜杆的底端；所

述第三铰轴的一端固定于所述摩擦块组件上，所述第三铰轴的另一端穿设连接所述斜杆的顶端。

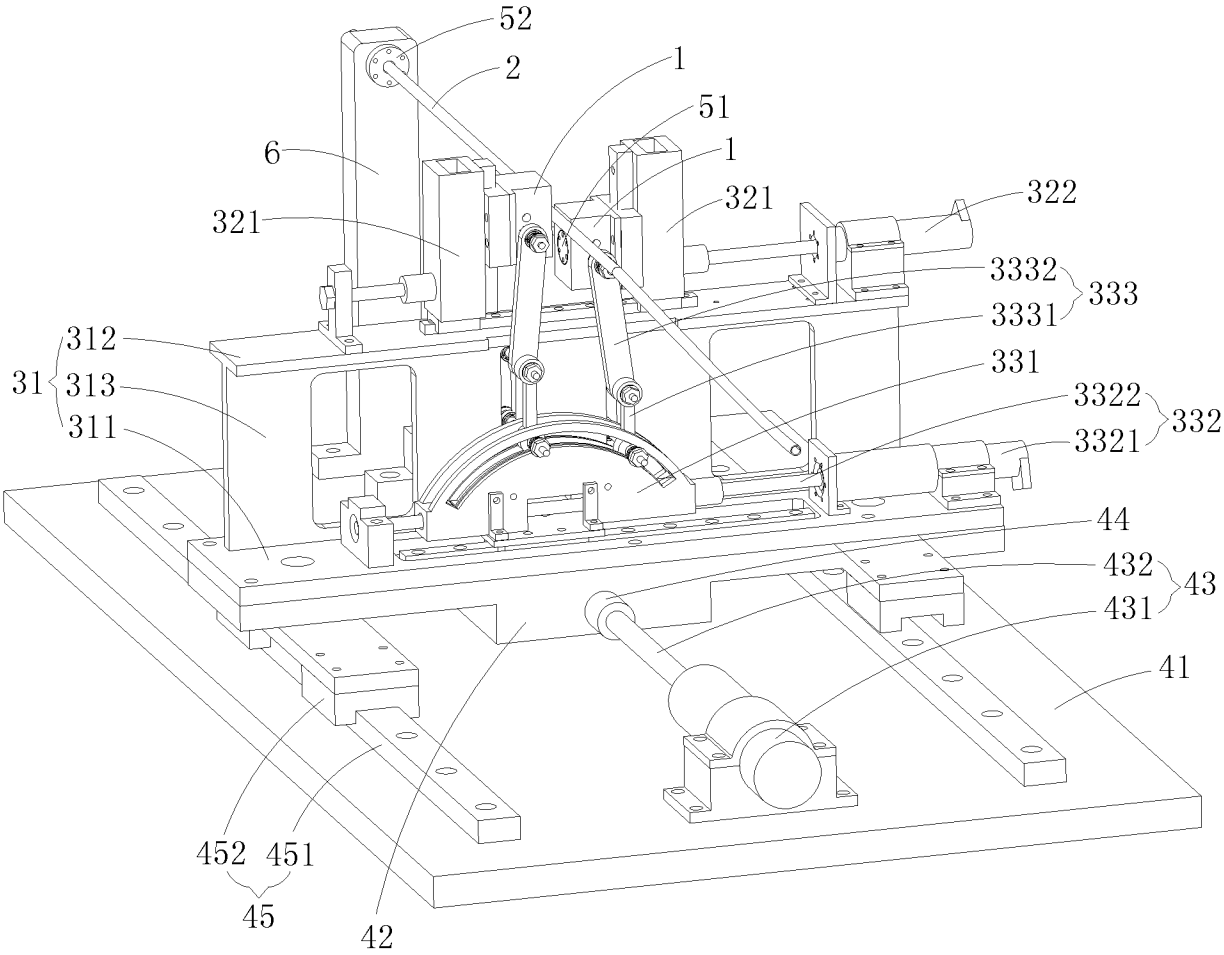


图 1

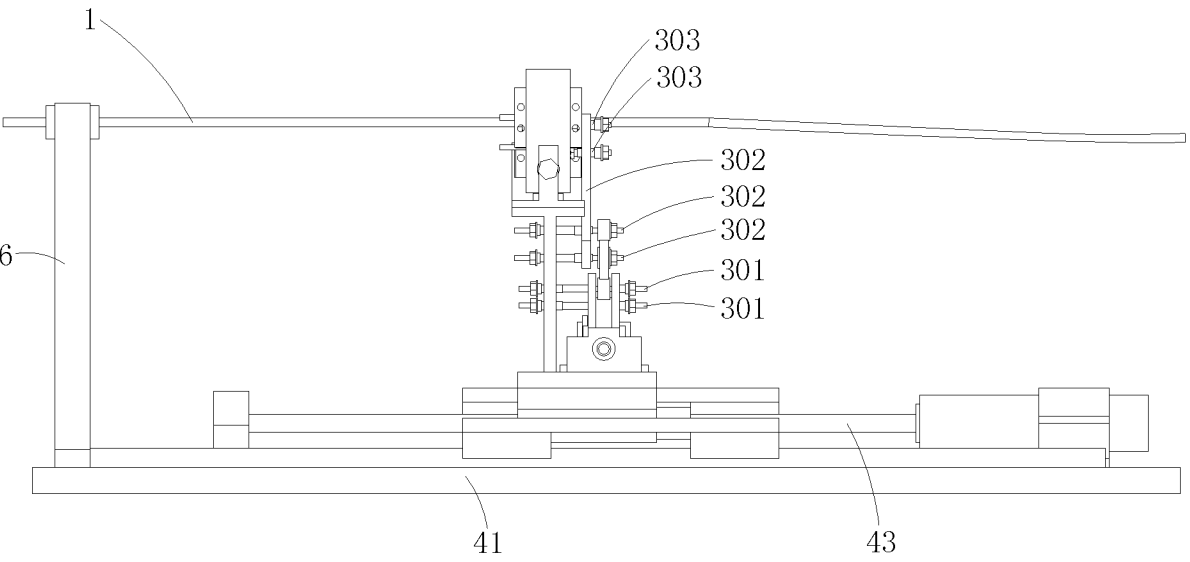


图 2

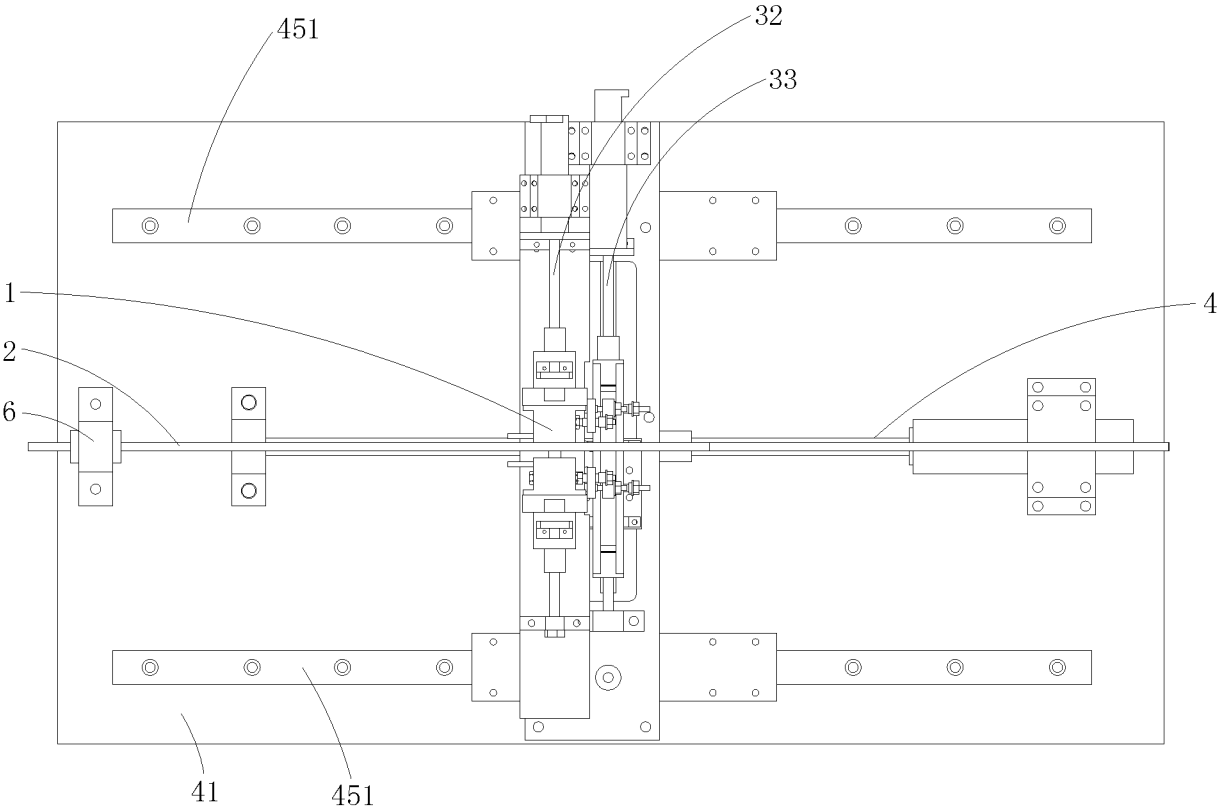


图 3

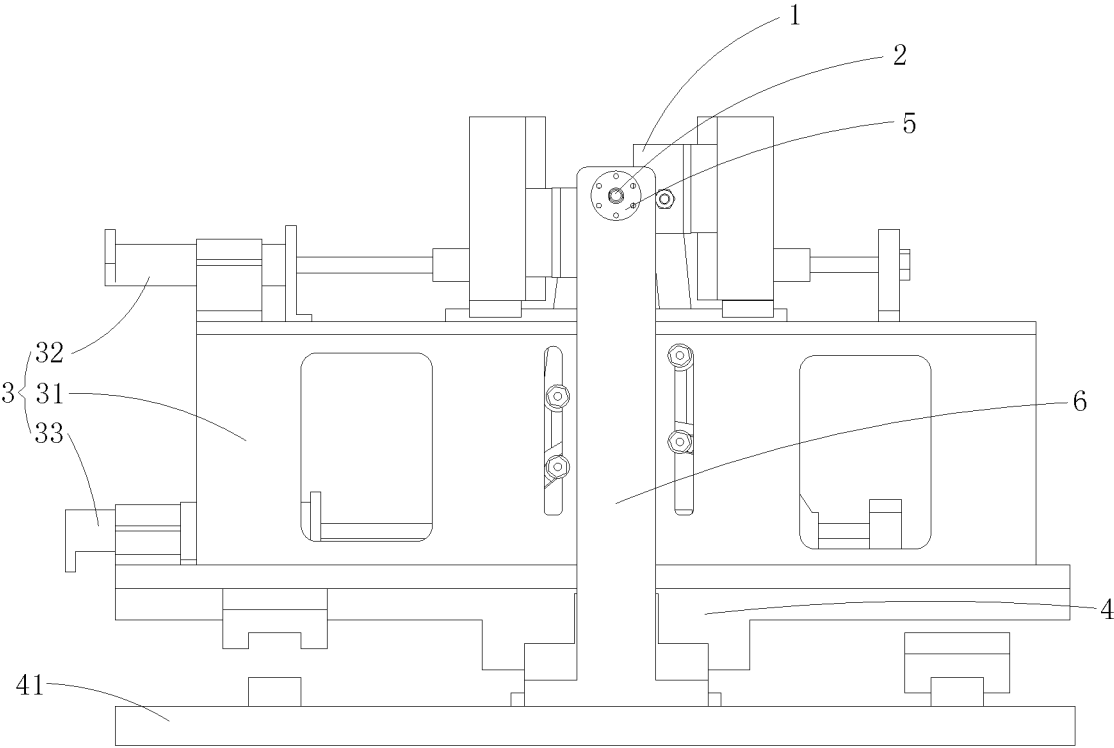


图 4

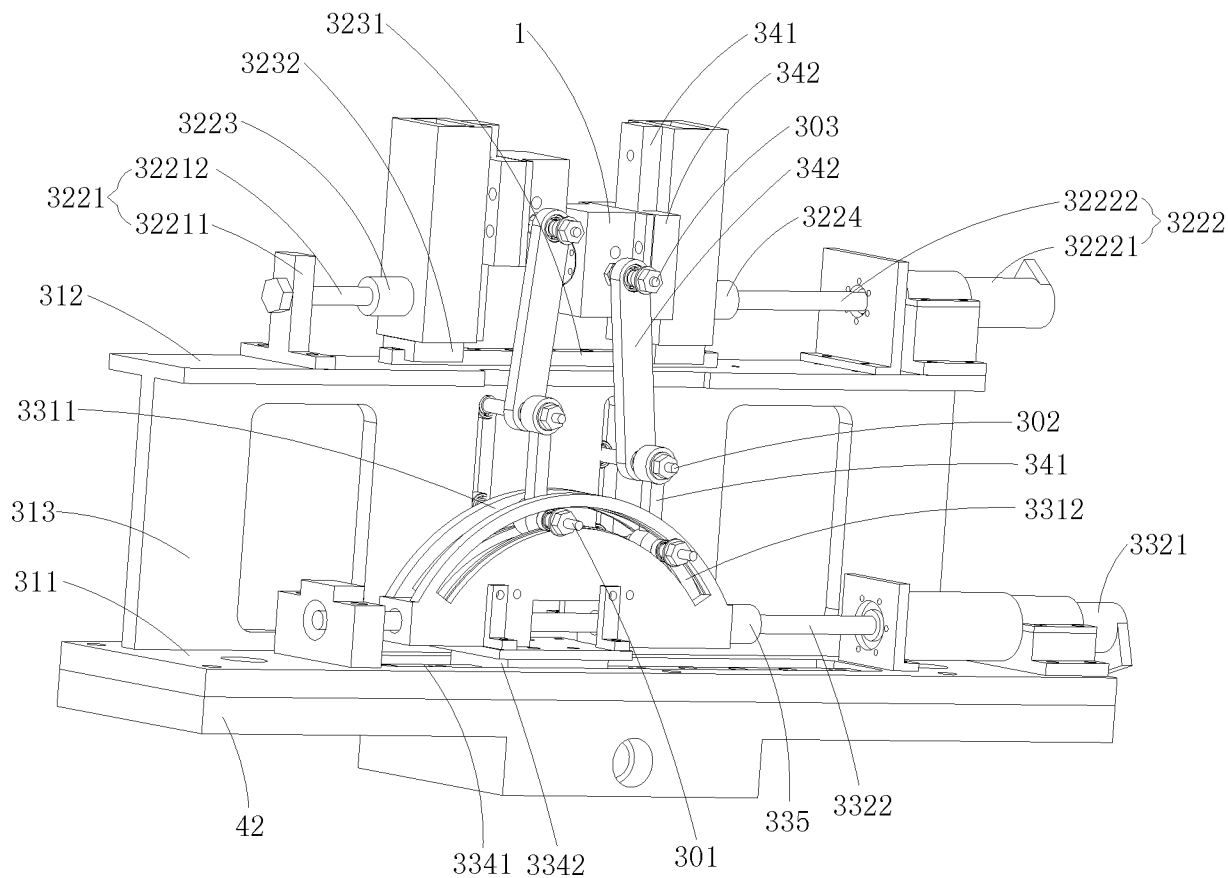


图 5

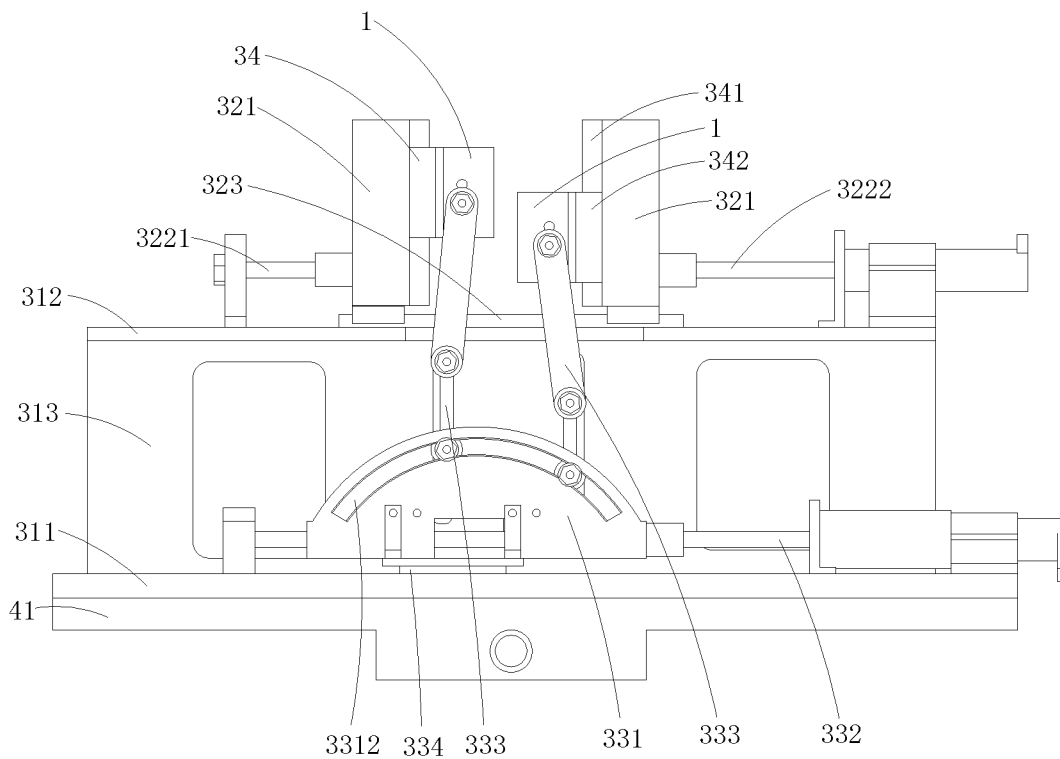


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/079270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61M 25/01 (2006.01) i; A61M 25/08 (2006.01) i; A61B 34/00 (2016.01) 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)

A61B, A61M 25

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)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, CNKI: 血管, 导丝, 导管, 捻, 旋, 转, 摩擦, 推, 送, blood, vessel, catheter, guide, wire, rotat+, twiddl+, entwist, frict+, push+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106535808 A (ROBOCATH), 22 March 2017 (22.03.2017), description, paragraphs [0192]-[0282], and figures 1-8	1-16
A	CN 203935213 U (TIANJIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 12 November 2014 (12.11.2014), entire document	1-16
A	CN 101879346 A (YANSHAN UNIVERSITY), 10 November 2010 (10.11.2010), entire document	1-16
A	CN 102462536 A (WUXI YOUREN TECHNOLOGY CO., LTD.), 23 May 2012 (23.05.2012), entire document	1-16
A	US 2006089533 A1 (SOFTSCOPE MEDICAL TECHNOLOGIES), 27 April 2006 (27.04.2006), entire document	1-16
A	US 2010204646 A1 (PLICCHI, G. et al.), 12 August 2010 (12.08.2010), entire document	1-16
E	CN 107106155 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 29 August 2017 (29.08.2017), claims 1-16	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 15 December 2017	Date of mailing of the international search report 03 January 2018
Name and mailing address of the ISA 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 SHEN, Yanyan Telephone No. (86-10) 62085634

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/079270

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106535808 A	22 March 2017	FR 3036972 A1 US 2017151024 A1 EP 3154466 A2 CN 106488752 A JP 2017518818 A WO 2015189529 A1 WO 2015189531 A2 FR 3022147 A1 KR 20170032291 A FR 3022147 B1 JP 2017526397 A KR 20170035887 A EP 3154465 A1 BR 112016028950 A2 BR 112016029077 A2 IN 201617042349 A IN 201617041897 A	09 December 2016 01 June 2017 19 April 2017 08 March 2017 13 July 2017 17 December 2015 17 December 2015 18 December 2015 22 March 2017 22 July 2016 14 September 2017 31 March 2017 19 April 2017 22 August 2017 22 August 2017 24 March 2017 10 March 2017
CN 203935213 U	12 November 2014	None	
CN 101879346 A	10 November 2010	CN 101879346 B	18 December 2013
CN 102462536 A	23 May 2012	None	
US 2006089533 A1	27 April 2006	US 9033867 B2 IL 191079 D0 JP 2009513250 A IL 215409 D0 US 2010198011 A1 EP 1945091 A2 US 7736300 B2 BR PI 0617790 A2 EP 1945091 A4 US 2008045790 A1 US 8353817 B2 WO 2007050370 A2 EP 1945091 B1 IL 191079 A	19 May 2015 29 December 2008 02 April 2009 30 November 2011 05 August 2010 23 July 2008 15 June 2010 09 August 2011 19 August 2009 21 February 2008 15 January 2013 03 May 2007 03 October 2012 31 January 2012
US 2010204646 A1	12 August 2010	IT B020090004 U1 EP 2218396 B1 EP 2218396 A1	12 August 2010 10 December 2014 18 August 2010
CN 107106155 A	29 August 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/079270

A. 主题的分类 A61M 25/01(2006.01)i; A61M 25/08(2006.01)i; A61B 34/00(2016.01)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) A61B, A61M 25 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)) CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, CNKI: 血管, 导丝, 导管, 捻, 旋, 转, 摩擦, 推, 送, blood, vessel, catheter, guide, wire, rotat+, twiddl+, entwist, frict+, push+																										
C. 相关文件 <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>A</td> <td>CN 106535808 A (罗博凯思公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 说明书第[0192]-[0282]段、附图1-8</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203935213 U (天津理工大学) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101879346 A (燕山大学) 2010年 11月 10日 (2010 - 11 - 10) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102462536 A (无锡佑仁科技有限公司) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006089533 A1 (SOFTSCOPE MEDICAL TECHNOLOGIES) 2006年 4月 27日 (2006 - 04 - 27) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2010204646 A1 (PLICCHI GIANNI等) 2010年 8月 12日 (2010 - 08 - 12) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 107106155 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 8月 29日 (2017 - 08 - 29) 权利要求1-16</td> <td>1-16</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	A	CN 106535808 A (罗博凯思公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 说明书第[0192]-[0282]段、附图1-8	1-16	A	CN 203935213 U (天津理工大学) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 全文	1-16	A	CN 101879346 A (燕山大学) 2010年 11月 10日 (2010 - 11 - 10) 全文	1-16	A	CN 102462536 A (无锡佑仁科技有限公司) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文	1-16	A	US 2006089533 A1 (SOFTSCOPE MEDICAL TECHNOLOGIES) 2006年 4月 27日 (2006 - 04 - 27) 全文	1-16	A	US 2010204646 A1 (PLICCHI GIANNI等) 2010年 8月 12日 (2010 - 08 - 12) 全文	1-16	E	CN 107106155 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 8月 29日 (2017 - 08 - 29) 权利要求1-16	1-16
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
A	CN 106535808 A (罗博凯思公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 说明书第[0192]-[0282]段、附图1-8	1-16																								
A	CN 203935213 U (天津理工大学) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12) 全文	1-16																								
A	CN 101879346 A (燕山大学) 2010年 11月 10日 (2010 - 11 - 10) 全文	1-16																								
A	CN 102462536 A (无锡佑仁科技有限公司) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文	1-16																								
A	US 2006089533 A1 (SOFTSCOPE MEDICAL TECHNOLOGIES) 2006年 4月 27日 (2006 - 04 - 27) 全文	1-16																								
A	US 2010204646 A1 (PLICCHI GIANNI等) 2010年 8月 12日 (2010 - 08 - 12) 全文	1-16																								
E	CN 107106155 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 8月 29日 (2017 - 08 - 29) 权利要求1-16	1-16																								
☐ 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 2017年 12月 15日		国际检索报告邮寄日期 2018年 1月 3日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(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 沈研研 电话号码 (86-10)62085634																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/079270

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	106535808	A	2017年 3月 22日	FR	3036972	A1	2016年 12月 9日
				US	2017151024	A1	2017年 6月 1日
				EP	3154466	A2	2017年 4月 19日
				CN	106488752	A	2017年 3月 8日
				JP	2017518818	A	2017年 7月 13日
				WO	2015189529	A1	2015年 12月 17日
				WO	2015189531	A2	2015年 12月 17日
				FR	3022147	A1	2015年 12月 18日
				KR	20170032291	A	2017年 3月 22日
				FR	3022147	B1	2016年 7月 22日
				JP	2017526397	A	2017年 9月 14日
				KR	20170035887	A	2017年 3月 31日
				EP	3154465	A1	2017年 4月 19日
				BR	112016028950	A2	2017年 8月 22日
				BR	112016029077	A2	2017年 8月 22日
				IN	201617042349	A	2017年 3月 24日
				IN	201617041897	A	2017年 3月 10日
CN	203935213	U	2014年 11月 12日	无			
CN	101879346	A	2010年 11月 10日	CN	101879346	B	2013年 12月 18日
CN	102462536	A	2012年 5月 23日	无			
US	2006089533	A1	2006年 4月 27日	US	9033867	B2	2015年 5月 19日
				IL	191079	D0	2008年 12月 29日
				JP	2009513250	A	2009年 4月 2日
				IL	215409	D0	2011年 11月 30日
				US	2010198011	A1	2010年 8月 5日
				EP	1945091	A2	2008年 7月 23日
				US	7736300	B2	2010年 6月 15日
				BR	PI0617790	A2	2011年 8月 9日
				EP	1945091	A4	2009年 8月 19日
				US	2008045790	A1	2008年 2月 21日
				US	8353817	B2	2013年 1月 15日
				WO	2007050370	A2	2007年 5月 3日
				EP	1945091	B1	2012年 10月 3日
				IL	191079	A	2012年 1月 31日
US	2010204646	A1	2010年 8月 12日	IT	B020090004	U1	2010年 8月 12日
				EP	2218396	B1	2014年 12月 10日
				EP	2218396	A1	2010年 8月 18日
CN	107106155	A	2017年 8月 29日	无			