



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104942791 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201510332488. 2

(22) 申请日 2015. 06. 16

(71) 申请人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区白杨街道2号大街5号

(72) 发明人 金英子 向新贤 毛文波 林哲 林培锋

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公司 33101

代理人 王洪新

(51) Int. Cl.

B25J 9/00(2006. 01)

B25J 9/14(2006. 01)

B25J 17/00(2006. 01)

B25J 15/10(2006. 01)

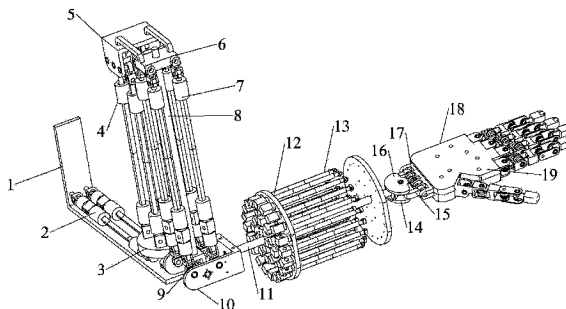
权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54) 发明名称

一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手

(57) 摘要

本发明涉及一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手。目的是提供的机械手具有仿生的基本功能,具有灵巧、安全、体积小、力重比大、易制造、节能、环保、柔顺的特点。技术方案是:一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:包括机械手机构、为机械手机构提供动力的人工肌肉系统、将动力传递给机械手机构的绳牵引系统以及控制人工肌肉系统动作的气路回路控制系统。



1. 一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:包括机械手机构、为机械手机构提供动力的人工肌肉系统、将动力传递给机械手机构的绳牵引系统以及控制人工肌肉系统动作的气路回路控制系统;

所述机械手机构包括一端可活动地定位在固定支架(1)上,另一端和虎克铰一(5)连接的旋转支架(3)、与肩关节(6)相连接的机械上臂(8)、通过肘关节(10)可活动地定位在机械上臂的机械下臂(11)、通过腕关节一(16)和腕关节二(17)可活动地定位在机械下臂的手组件(18)以及可活动地并联定位在手组件的手掌(19)上的五根手指;

所述人工肌肉系统包括驱动机械上臂的第一气动肌肉(2)、第二气动肌肉(4),驱动机械下臂的第三气动肌肉(7),驱动腕关节一(16)、腕关节二(17)、五根手指的一组第四气动肌肉(13);

所述绳牵引系统包括分别用于牵引旋转支架、腕关节一、腕关节二及五根手指运动的若干绳子(43)。

2. 根据权利要求1所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述旋转支架(3)的一端通过轴承可活动地定位在固定支架(1)上,所述肩关节(6)和虎克铰一(5)固定在一起,并通过虎克铰一(5)可活动地定位在旋转支架的另一端;所述机械上臂(8)的一端连接肩关节(6),另一端通过虎克铰二(9)可转动地连接肘关节(10)。

3. 根据权利要求2所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述第一气动肌肉的一端可转动地定位在固定支架上,另一端连接绳子,通过绳子的牵引来驱动旋转支架(3)的旋转滑轮(41),使旋转支架绕滑轮轴线实现一个自由度的转动;所述第二气动肌肉的一端定位在旋转支架的圆盘(42-1)上,另一端通过驱动虎克铰一来实现肩关节以及机械上臂的前后屈伸和左右收展两个自由度的运动。

4. 根据权利要求3所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述机械下臂的一端固定在肘关节上,另一端通过腕关节一和腕关节二连接手掌;所述第四气动肌肉一端可转动地定位在肌肉固定架(12)的一端,另一端连接绳子,在绳子的牵引下来实现腕关节一的左右旋转和腕关节二的上下抬升两个自由度的运动。

5. 根据权利要求4所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述第三气动肌肉的一端可转动地定位在肩关节上,另一端通过虎克铰二驱动肘关节,实现肘关节的前后伸展和左右旋转两个自由度的运动。

6. 根据权利要求5所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述手掌(19)通过腕关节轴二(26)可转动地与支撑座(15)连接,支撑座通过腕关节轴一(27)可转动地定位在手腕(14)上。

7. 根据权利要求6所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述五个手指中的拇指(21)、食指(22)、中指(23)、无名指(24)和小指(25)各自由若干个指节通过手指轴铰接形成,并且各手指通过根部的手指轴一(31)可转动地并联铰接在手掌上,同一手指中,手指轴一(31)的轴线和其它手指轴的轴线垂直;

所述五个手指中,拇指的手指轴一(31)的轴线和手掌的上下面平行,拇指其它的手指轴轴线和手掌上下面所在的平面垂直。

8. 根据权利要求7所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述指节的两个铰接端中,其中一个铰接端固定一滑轮;每一滑轮上均缠绕一通过

牵引滑轮进而驱使指节运动的绳子,该绳子的两端分别穿过各指节中的导丝孔(44)、手掌上的绕线轮(20)、手掌导线孔(45)、手腕以及肌肉固定架的形状盘后再分别与相应的第四气动肌肉的一端连接,以实现每根手指三个自由度的仿生运动。

9. 根据权利要求8所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:每根手指的中指节(37)和远指节(40)耦合,中指节一端的双滑轮(38)和远指节一端的远滑轮(39)通过绳子牵引,当双滑轮绕其轴线转动时,在绳子的牵引下,远滑轮也会产生相应的转动。

10. 根据权利要求9所述的一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:所述的肌肉固定架上有两个所述形状盘,两个形状盘上都有一组小孔,其中一个盘上的小孔用来定位第四气动肌肉,另一盘上的小孔用来作为绳子的导向孔(46)。

## 一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手

### 技术领域

[0001] 本发明涉及仿生机械手技术领域,具体涉及一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手。

### 背景技术

[0002] 传统的机械手,其驱动方式大多为电机、液压驱动,通常自由度较少、体积较大、笨重、且不具备柔顺性,这些缺陷使其应用范围较窄。

[0003] 随着电子技术和机器人仿生学的不断发展,对于气动肌肉仿生机械手的研究越来越普遍。气动肌肉仿生机械手具有质轻、灵巧的优点,使其在医学、服务等领域得到了广泛的应用,是技术发展的方向。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服上述背景技术中的不足,提供一种多自由度仿生机械手,该机械手具有仿生的基本功能,具有灵巧、安全、体积小、力重比大、易制造、节能、环保、柔顺的特点。

[0005] 本发明采用了以下技术方案:一种绳牵引和气动肌肉驱动的多自由度仿生机械手,其特征在于:包括机械手机构、为机械手机构提供动力的人工肌肉系统、将动力传递给机械手机构的绳牵引系统以及控制人工肌肉系统动作的气路回路控制系统;

[0006] 所述机械手机构包括一端可活动地定位在固定支架上,另一端和虎克铰一连接的旋转支架、与肩关节相连接的机械上臂、通过肘关节可活动地定位在机械上臂的机械下臂、通过腕关节一和腕关节二可活动地定位在机械下臂的手组件以及可活动地并联定位在手组件的手掌上的五根手指;

[0007] 所述人工肌肉系统包括驱动机械上臂的第一气动肌肉、第二气动肌肉,驱动机械下臂的第三气动肌肉,驱动腕关节一、腕关节二、五根手指的一组第四气动肌肉;

[0008] 所述绳牵引系统包括分别用于牵引旋转支架、腕关节一、腕关节二及五根手指运动的若干绳子。

[0009] 作为优选,所述旋转支架的一端通过轴承可活动地定位在固定支架上,所述肩关节和虎克铰一固定在一起,并通过虎克铰一可活动地定位在旋转支架的另一端;所述机械上臂的一端连接肩关节,另一端通过虎克铰二可转动地连接肘关节。

[0010] 作为优选,所述第一气动肌肉的一端可转动地定位在固定支架上,另一端连接绳子,通过绳子的牵引来驱动旋转支架的旋转滑轮,使旋转支架绕滑轮轴线实现一个自由度的转动;所述第二气动肌肉的一端定位在旋转支架的圆盘 42-1 上,另一端通过驱动虎克铰一来实现肩关节以及机械上臂的前后屈伸和左右收展两个自由度的运动。

[0011] 作为优选,所述机械下臂的一端固定在肘关节上,另一端通过腕关节一和腕关节二连接手掌;所述第四气动肌肉一端可转动地定位在肌肉固定架的一端,另一端连接绳子,在绳子的牵引下来实现腕关节一的左右旋转和腕关节二的上下抬升两个自由度的运动。

[0012] 作为优选,所述第三气动肌肉的一端可转动地定位在肩关节上,另一端通过虎克铰二驱动肘关节,实现肘关节的前后伸展和左右旋转两个自由度的运动。

[0013] 作为优选,所述手掌通过腕关节轴二可转动地与支撑座连接,支撑座通过腕关节轴一可转动地定位在手腕上。

[0014] 作为优选,所述五个手指中的拇指、食指、中指、无名指和小指各自由若干个指节通过手指轴铰接形成,并且各手指通过根部的手指轴一可转动地并联铰接在手掌上,同一手指中,手指轴一的轴线和其它手指轴的轴线垂直;

[0015] 所述五个手指中,拇指的手指轴一的轴线和手掌的上下面平行,拇指其它的手指轴轴线和手掌上下面所在的平面垂直。

[0016] 作为优选,所述指节的两个铰接端中,其中一个铰接端固定一滑轮;每一滑轮上均缠绕一通过牵引滑轮进而驱使指节运动的绳子,该绳子的两端分别穿过各指节中的导丝孔、手掌上的绕线轮、手掌导线孔、手腕以及肌肉固定架的形状盘后再分别与相应的第四气动肌肉的一端连接,以实现每根手指三个自由度的仿生运动。

[0017] 作为优选,每根手指的中指节和远指节耦合,中指节一端的双滑轮和远指节一端的远滑轮通过绳子牵引,当双滑轮绕其轴线转动时,在绳子的牵引下,远滑轮也会产生相应的转动。

[0018] 作为优选,所述的肌肉固定架上有两个所述形状盘,两个形状盘上都有一组小孔,其中一个盘上的小孔用来定位第四气动肌肉,另一盘上的小孔用来作为绳子的导向孔。

[0019] 本发明的工作原理是:当气路回路中充入不同量的空气时,各气动肌肉产生不同的轴向拉力,使得手臂各关节发生相应的运动。手各机构的运动是通过气动肌肉拉动绳子,在绳子的牵引下,带动滑轮,使手腕和各手指产生仿生运动。因此,通过控制气动肌肉内的压力来实现机械手各机构的运动,再经过PID的模糊整定,不断调节,使机械手达到理想的运动状态。

[0020] 本发明的有益效果是:采用气动肌肉、简单的并联机构、气动回路控制系统,绳牵引系统实现了人体手臂和手的仿生运动。此外该仿生机械手具有自由度多、质量轻、驱动器力重比较大、柔顺、末端执行器灵巧、运动范围大等优点,这些使得它的通用性较强,可以在仿生、康复、服务、工业等领域被应用。

## 附图说明

[0021] 图1为本发明整体的立体结构示意图;

[0022] 图2为本发明的部分机构的立体结构示意图一;

[0023] 图3为本发明的部分机构的立体结构示意图二;

[0024] 图4为本发明的部分机构的立体结构示意图三;

[0025] 图5为本发明中手组件的立体结构示意图一;

[0026] 图6为本发明中手组件的立体结构示意图二;

[0027] 图7为本发明中手指的立体结构示意图;

[0028] 图8为本发明中手组件的动力传递关系示意图;

[0029] 图9为本发明的气路回路控制系统示意图;

[0030] 图10为本发明的控制流程图。

[0031] 图中:1. 固定支架、2. 第一气动肌肉、3. 旋转支架、4. 第二气动肌肉、5. 虎克铰一、6. 肩关节、7. 第三气动肌肉、8. 机械上臂、9. 虎克铰二、10. 肘关节、11. 机械小臂、12. 肌肉固定架、13. 第四气动肌肉、14. 手腕、15. 支撑座、16. 腕关节一、17. 腕关节二、18. 手组件、19. 手掌、20. 绕线轮、21. 拇指、22. 食指、23. 中指、24. 无名指、25. 小指、26. 腕关节轴二、27. 腕关节轴一、28. 滑轮、29. 手指撑板、30. 掌骨滑轮、31. 手指轴一、32. 手指掌骨指节、33. 手指轴二、34. 轴承、35. 近滑轮、36. 近指节、37. 中指节、38. 双滑轮、39. 远滑轮、40. 远指节、41. 旋转滑轮、42. 旋转轴、42-1. 圆盘、43 绳子、44. 导绳孔、45. 出绳孔、46. 导向孔、47 气源装置、48. 气动三联件、49. 电磁阀、50. 比例压力阀、51. 压力传感器、52. 气动肌肉、53. 角度传感器、54. 关节、55. 数据采集卡、56. 计算机、57. 铰接轴。

### 具体实施方式

[0032] 以下结合说明书附图,对本发明作进一步说明,但本发明并不局限于以下实施例。

[0033] 本发明所述的气动人工肌肉作为新型机器人和机械手的驱动器在各领域应用中有很大的潜力。气动肌肉具有高的仿生性,它结构简单、体积小特点使它可以依附在机械手的结构内;它紧密度高、强度大、力重比大的性能使它可以像生物肌肉一样对关节的运动提供一个动力;它依靠空气的作用使其体积发生膨胀来产生拉力,这使机械手具有安全性和柔顺性,同时以空气作为介质,有利于节能和环保。所以,可以利用气动肌肉来直接驱动或间接驱动机械手的运动。

[0034] 如图 1 所示,本发明包括机械手机构、驱动机械手机构运动的人工肌肉系统、对人工肌肉系统进行气体传送从而控制人工肌肉系统动作的气路回路控制系统、将人工肌肉系统的动力传递给机械手机构的绳牵引系统。

[0035] 机械手机构中:机械上臂 8 通过铰接轴 57 直接定位在肩关节 6 上,机械下臂 11 通过肘关节 10 可活动地定位在机械上臂 8 上,手组件 18 通过腕关节一 16、腕关节二 17 可活动地定位在机械下臂上,手组件包括手掌 19、拇指、食指、中指、无名指和小指,五个手指可活动地并联定位在手掌 19 上。

[0036] 固定支架 1 通过旋转轴 42 和旋转支架 3 相连;旋转支架通过旋转轴和虎克铰一 5 相连;肩关节和虎克铰一 5 是固定的,机械上臂通过铰接轴直接和肩关节连接,机械上臂的另一端通过虎克铰二可转动地连接肘关节;机械下臂的一端固定在肘关节上,另一端通过腕关节一和手腕 14 连接,手腕 14 通过手腕轴一 27 和支撑座 15 连接;手掌通过手腕轴二 26 可转动地和腕关节二连接。

[0037] 所述五个手指结构相同,各自由若干个指节通过手指轴铰接形成,并且各手指通过根部的手指轴一 31 可转动地并联铰接在手掌上。以小指为例(参见图 7):手指掌骨指节 32、手指近指节 36、手指中指节 37、手指远指节 40 分别通过手指轴二 33 互相轴线平行地铰接为一体,这些轴线也与手掌面平行(拇指的这些手指轴轴线与手掌面垂直),其中铰接手指掌骨指节与手指撑板的手指轴一 31 的轴线垂直于铰接其它指节手指轴的轴线(拇指该处手指轴的轴线平行于手掌面),手指撑板 29 固定在手掌上。

[0038] 由图 7 可见:手指撑板的一端通过手指轴一与手指掌骨指节 32 的一端铰接在一起(其中手指撑板和手指轴一之间装有轴承 34,手指轴一 31 中点固定着掌骨滑轮 30,它的轴线和和手指轴一的轴线同轴),可以实现整根手指的左右旋转运动,使相邻的两根手指具有夹

取的功能。

[0039] 手指掌骨指节的一端通过手指轴二 33 与手指近指节 36 的一端铰接（其中手指掌骨指节与手指轴二之间装有轴承，手指近指节的铰接端固定着近滑轮 35，近滑轮的轴线与此处手指轴二的轴线同轴），。

[0040] 手指近指的一端通过手指轴二与手指中指节 37 的一端铰接（其中手指近指节与手指轴二之间装有轴承，手指中指节的铰接端固定着双滑轮 38，双滑轮的轴线和手指轴二的轴线同轴）。

[0041] 手指中指节的一端通过手指轴二与手指远指节 40 铰接（其中手指中指节和手指轴二间装有轴承，手指远指节的铰接端固定着手指远滑轮 39，手指远滑轮的轴线和手指轴二的轴线同轴）。

[0042] 所述气动肌肉系统中：两根平行的第一气动肌肉 2 一端活动地定位在固定支架上，另一端通过绳子的牵引，带动旋转滑轮 41 使旋转支架 3 绕其轴线做旋转运动，其中旋转滑轮固定在旋转轴 42 上，与旋转轴的轴线同轴；四根平行的第二气动肌肉 4 的一端定位在旋转支架上，另一端通过驱动虎克铰一直接驱动肩关节和机械上臂的屈伸和收展运动。四根平行的第三气动肌肉 7 一端可转动地固定在肩关节上，另一端通过虎克铰二 9 直接驱动肘关节和机械下臂的屈伸和旋转运动；四根平行的第四气动肌肉 13 一端可转动地定位在肌肉固定架的形状盘上，另一端连接绳子，通过绳子的牵引，驱动腕关节一的左右旋转和腕关节二的上下抬伸运动，同时五根手指的运动也是通过三十根第四气动肌肉拉动绳子间接来驱动的。

[0043] 图 8 表示小指和四根绳子 43 的连接关系：每根绳子对应一个滑轮进行牵引；每根绳子的两端依次穿过各指节的导绳孔 44 后再绕手掌上的导向轮 20，经过手掌的出绳孔 45 和牵引腕关节的绳子穿过手腕 14 到达肌肉固定架形状盘上的导向孔 46（即小孔）后，最后与相应的第四气动肌肉连接，其中每根手指的远指节和中指节在运动时易耦合，所以共用一对第四气动肌肉来间接驱动，依靠双滑轮在绳子的牵引下带动远滑轮，从而实现远关节的运动。

[0044] 图 9 显示的是气路回路控制系统，由气源装置 47、气动三联件 48、电磁阀 49、比例压力阀 50、压力传感器 51、气动肌肉 52、角度传感器 53、关节 54、数据采集卡 55、计算机 56 组成。在计算机上利用 VB 软件编写程序，加入 PID 参数的模糊整定控制，建立控制界面，输入气动肌肉仿生机械手的操作命令、通过数据采集卡的 D/A 口和 I/O 口分别调节电磁阀、比例压力阀，通过控制气路系统各气动肌肉的空气压缩量，从而实现各关节的运动。同时压力传感器检测气动肌肉内压力的状况、角度传感器检测关节的旋转角度，将所检测的模拟信号反馈到数据采集卡，经过 A/D 转换，PID 的模糊整定，输入到控制界面，经过多次的调节后，各关节达到理想的运动状态，从而实现了机械手的仿生运动。

[0045] 本发明的工作过程如下：

[0046] 装配机械手机构，连接气路控制系统，接通电源，打开气源装置，气体经过气动三联件、电磁阀，到达比例压力阀。

[0047] 利用 VB 软件、PID 控制器，编辑控制界面，将数据采集卡和计算机用 USB 线连接通信，经过 D/A 口，分别给电磁阀、比例压力阀电压信号，控制气路中气体的流量，进而调节各气动肌肉的内部压力，气动肌肉通过绳索，驱动滑轮旋转，实现各机构的运动。同时压力传

感器,角度传感器将采集到的模拟信号反馈给数据采集卡,经过 A/D 转换、PID 的模糊整定后,再次调节机械手各机构的运动,从而达到理想的运动状态。

[0048] 根据仿生机械手的空间运动位置要求,其中肩关节由三对气动肌肉驱动,肘关节、腕关节分别由两对气动肌肉驱动,每个手指分别由三对气动肌肉驱动。当气动肌肉中充入不同压力的空气时,各关节会产生相应的转动。在控制系统中加入远程控制模块,还可以实现机械手的远距离控制。

[0049] 最后,需要注意的是,以上列举的仅是本发明的具体实施例。显然,本发明不限于以上实施例,还可以有很多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容中直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。



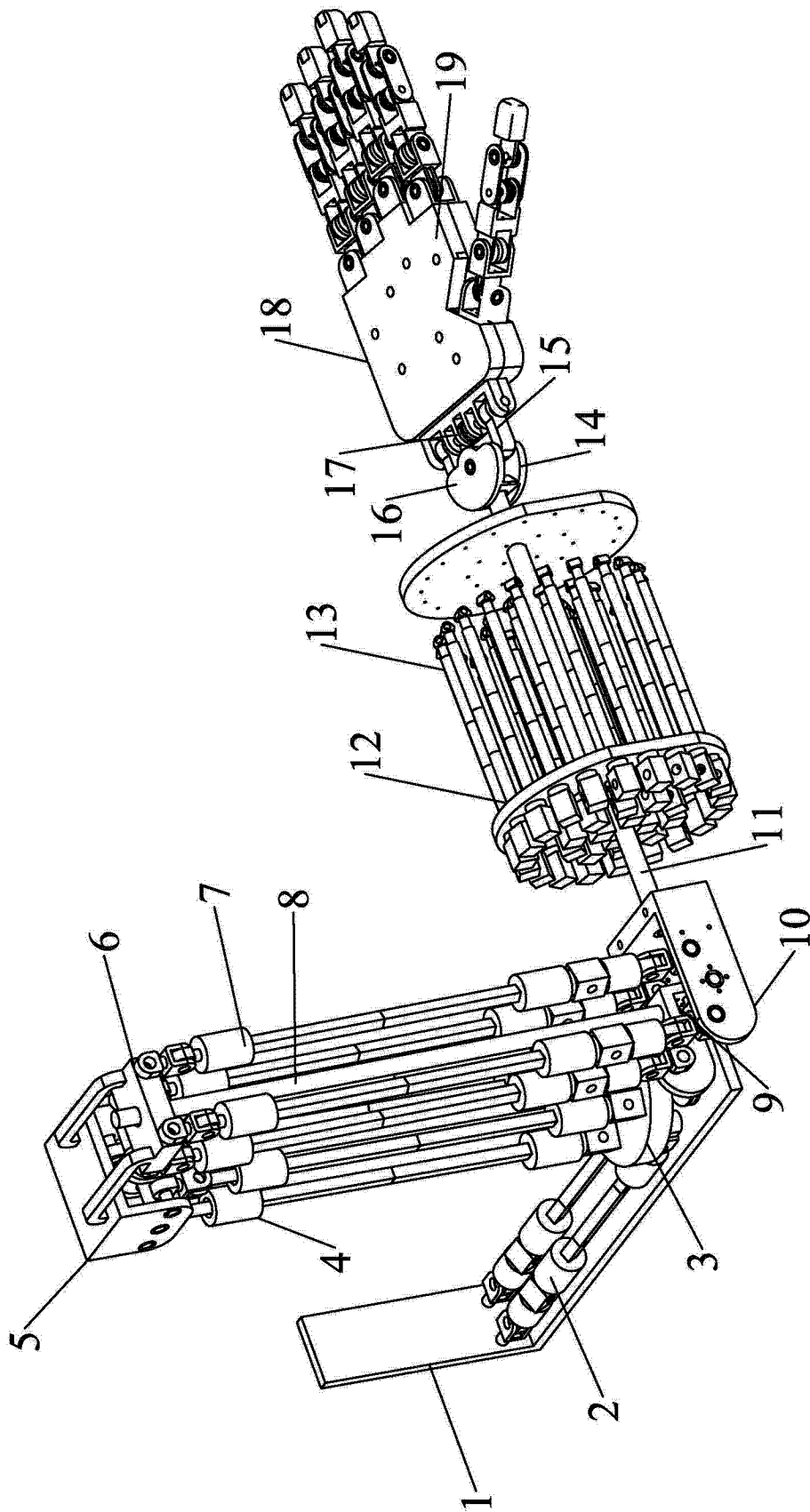


图 1

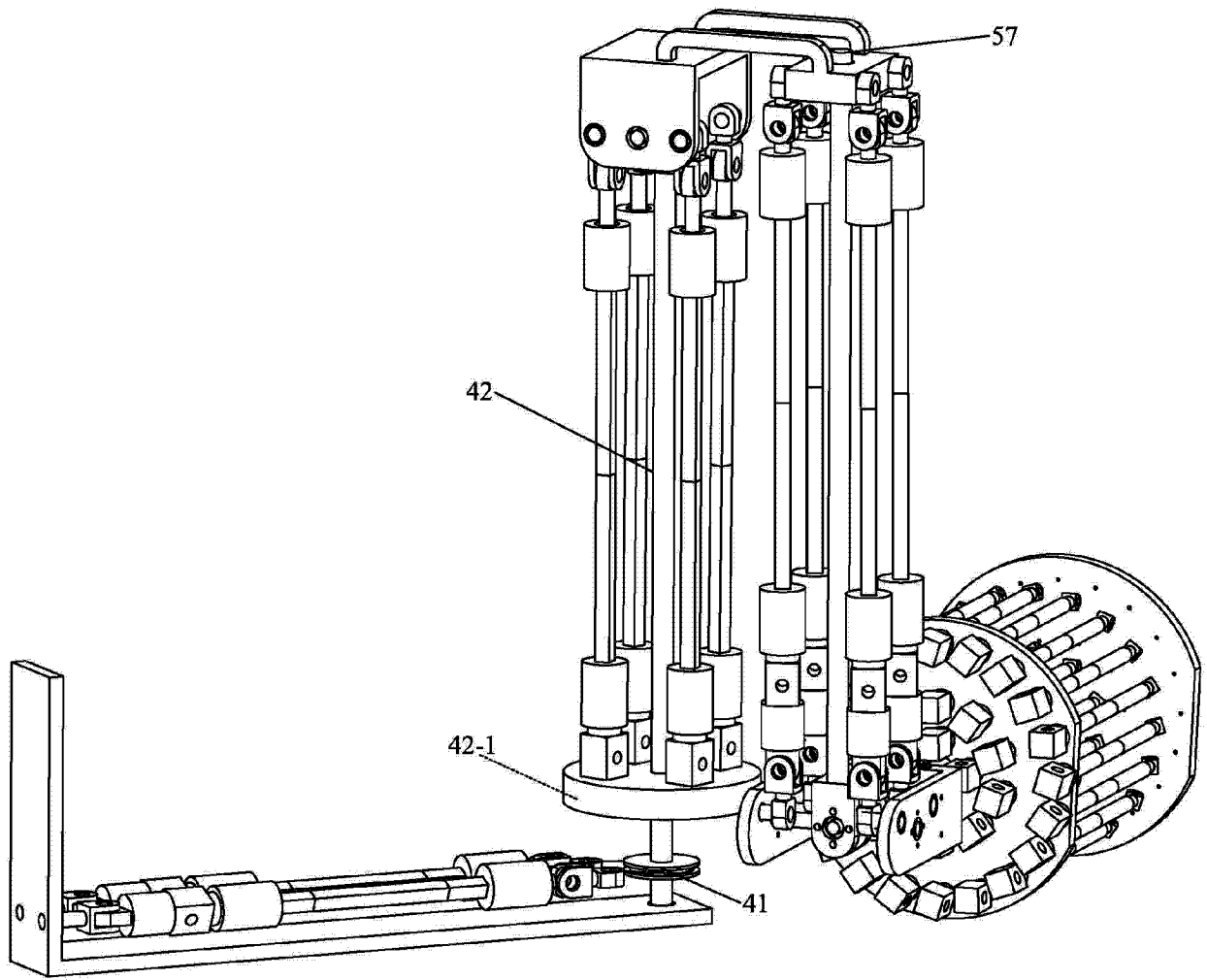


图 2

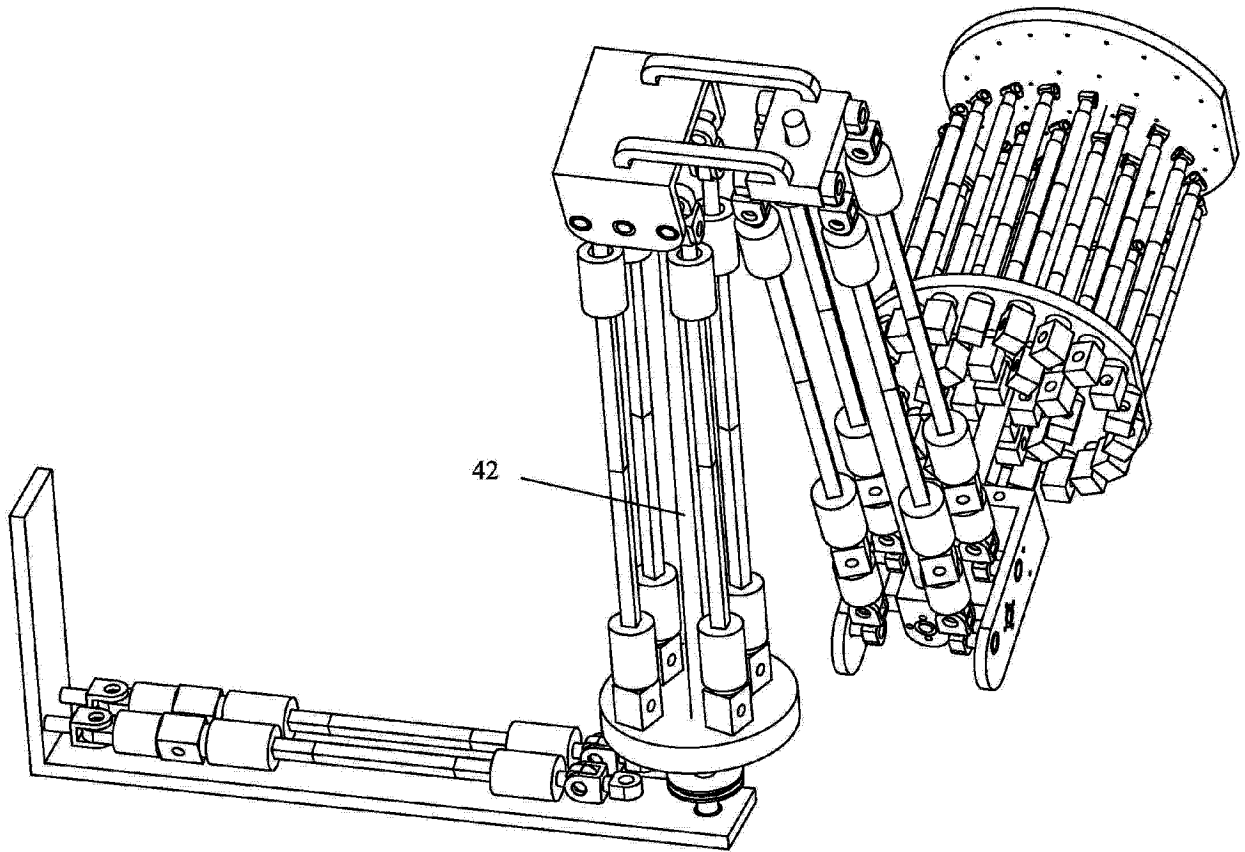


图 3

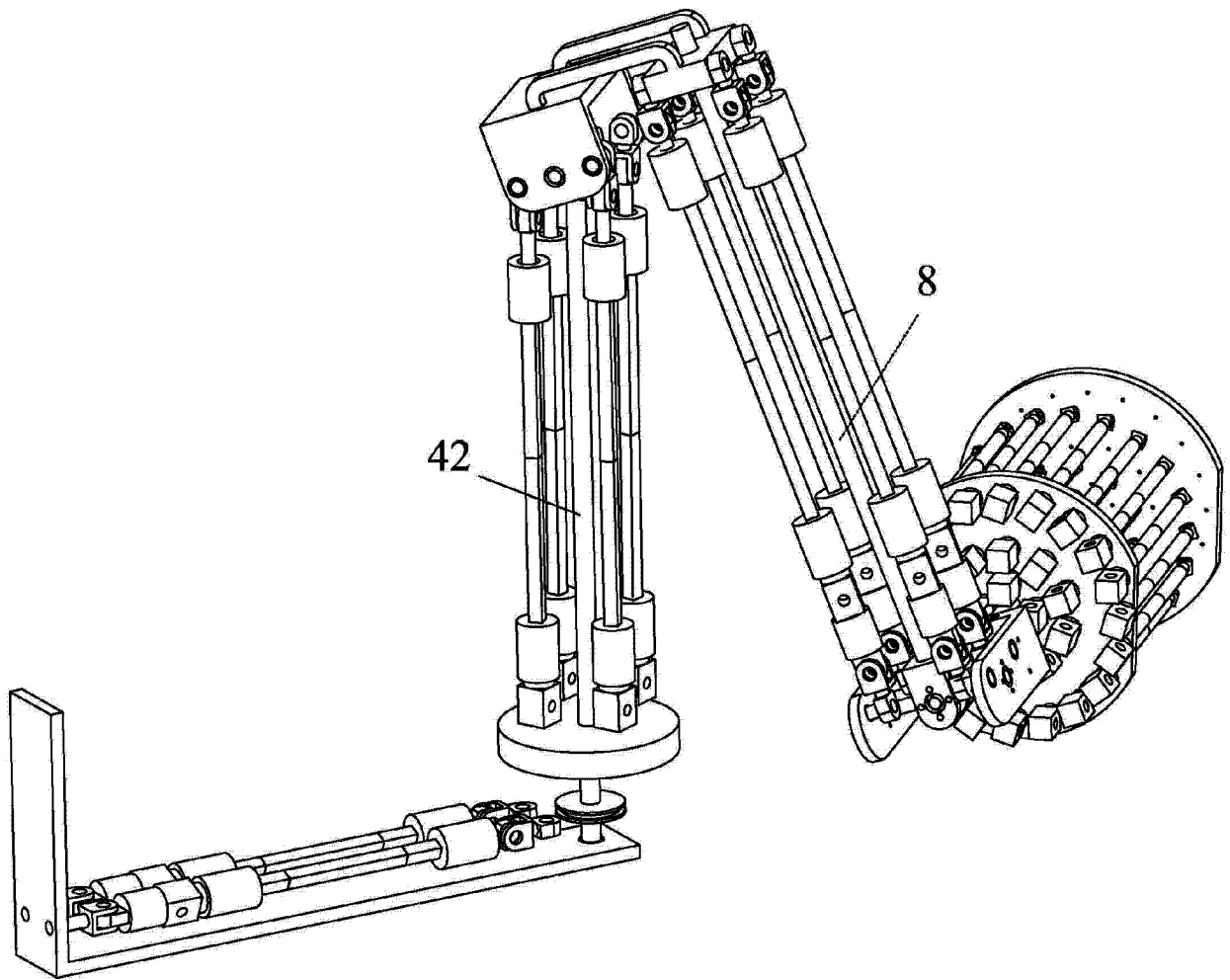


图 4

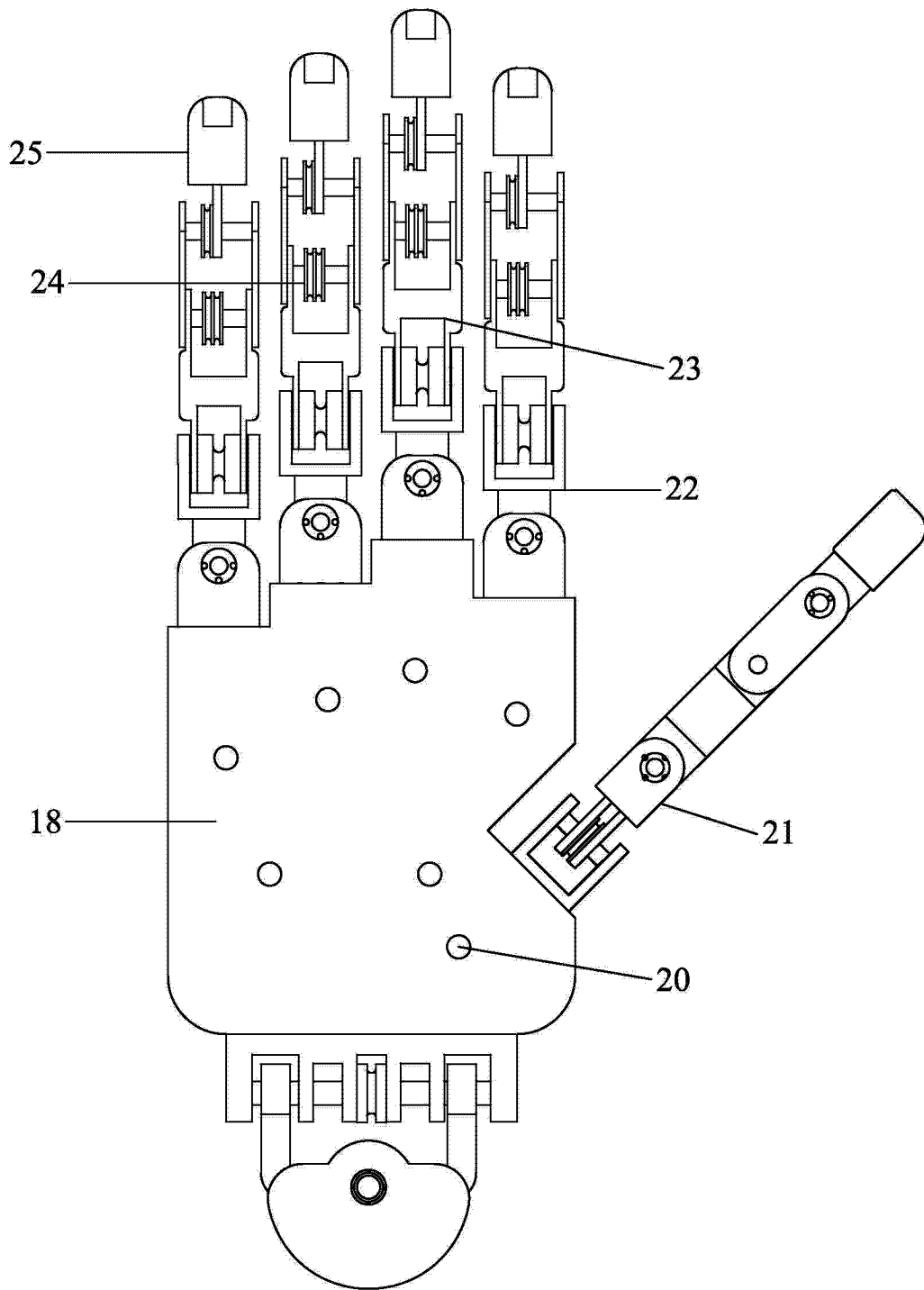


图 5

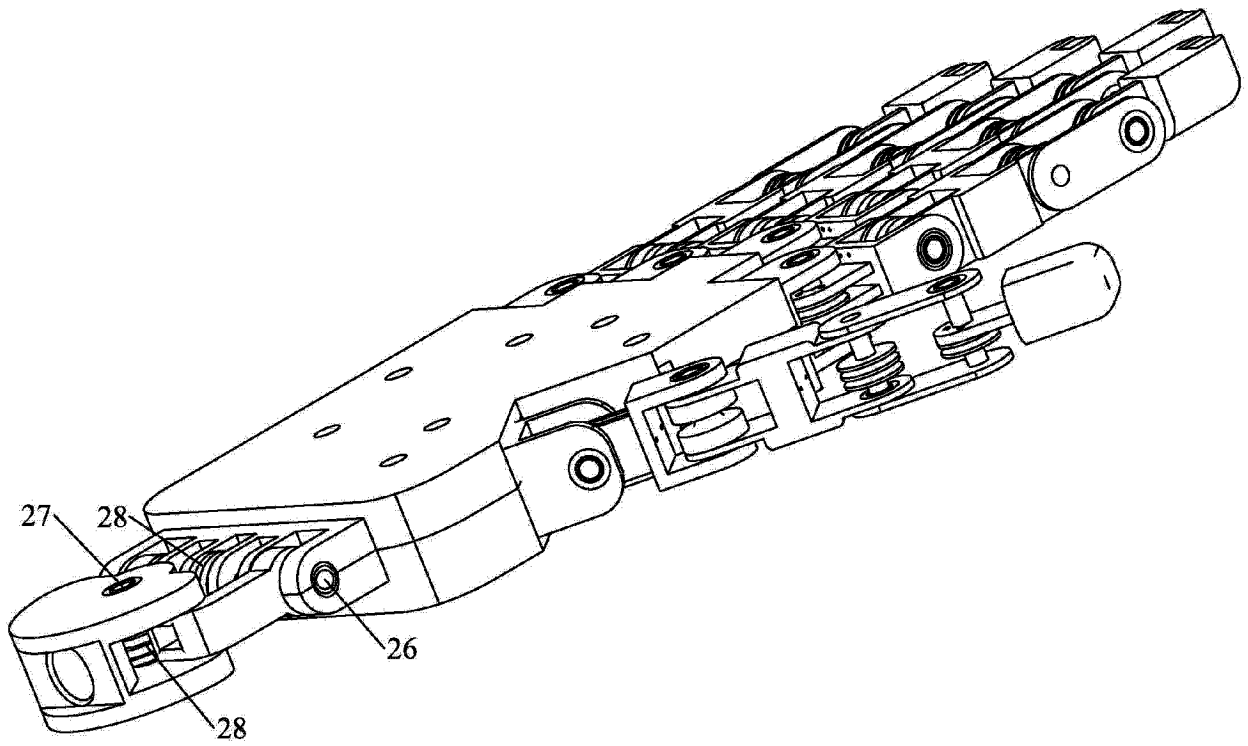


图 6

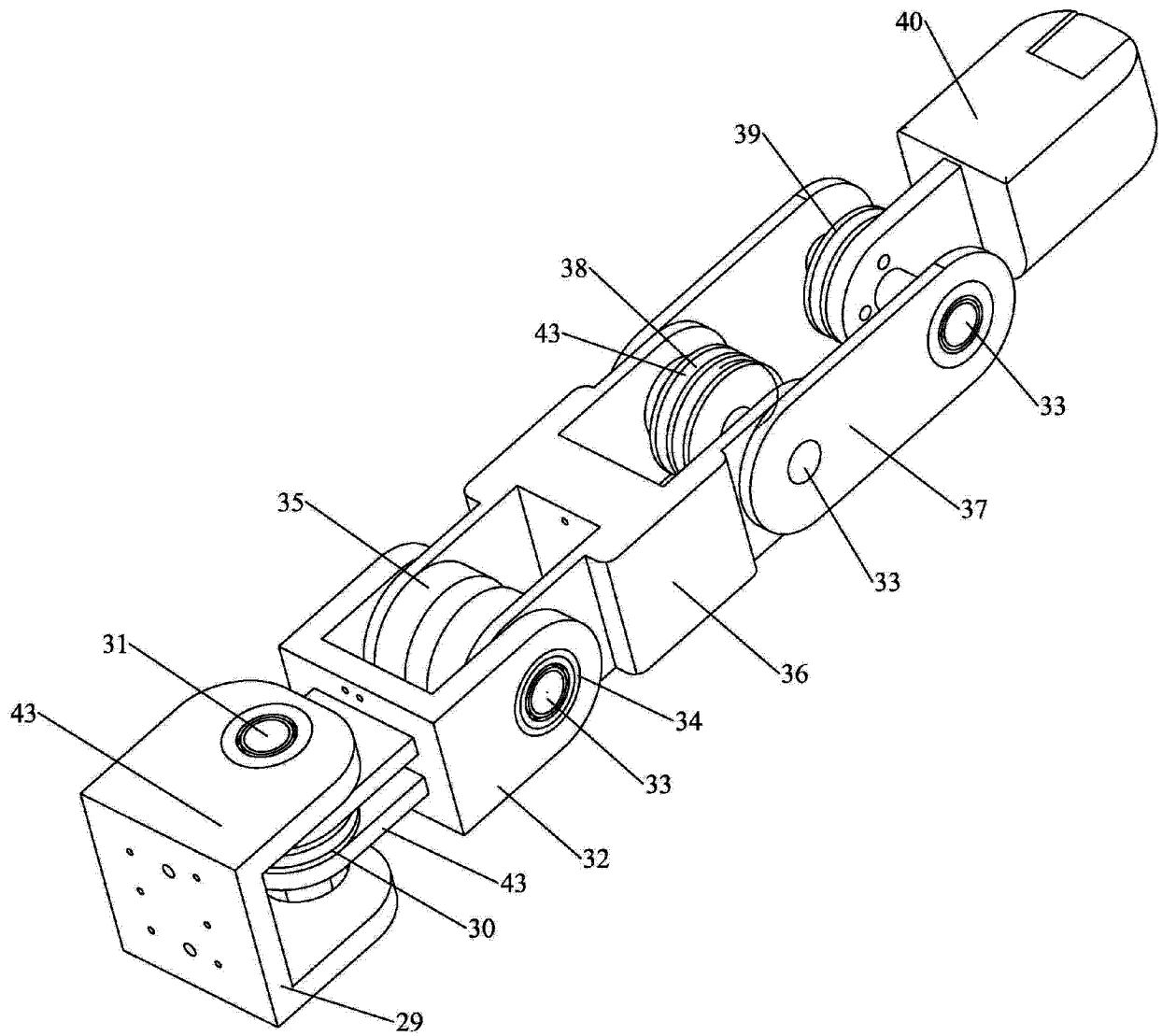


图 7

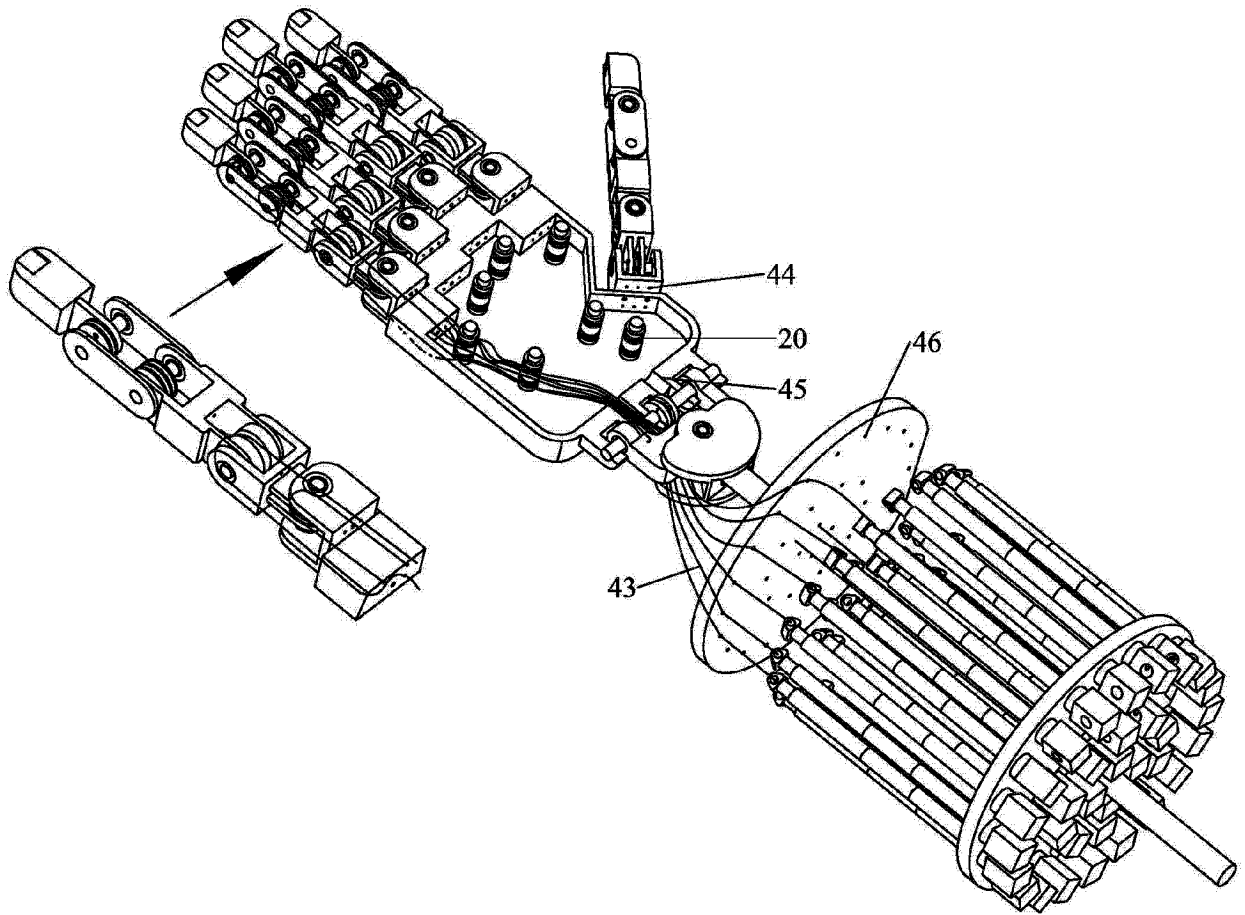


图 8

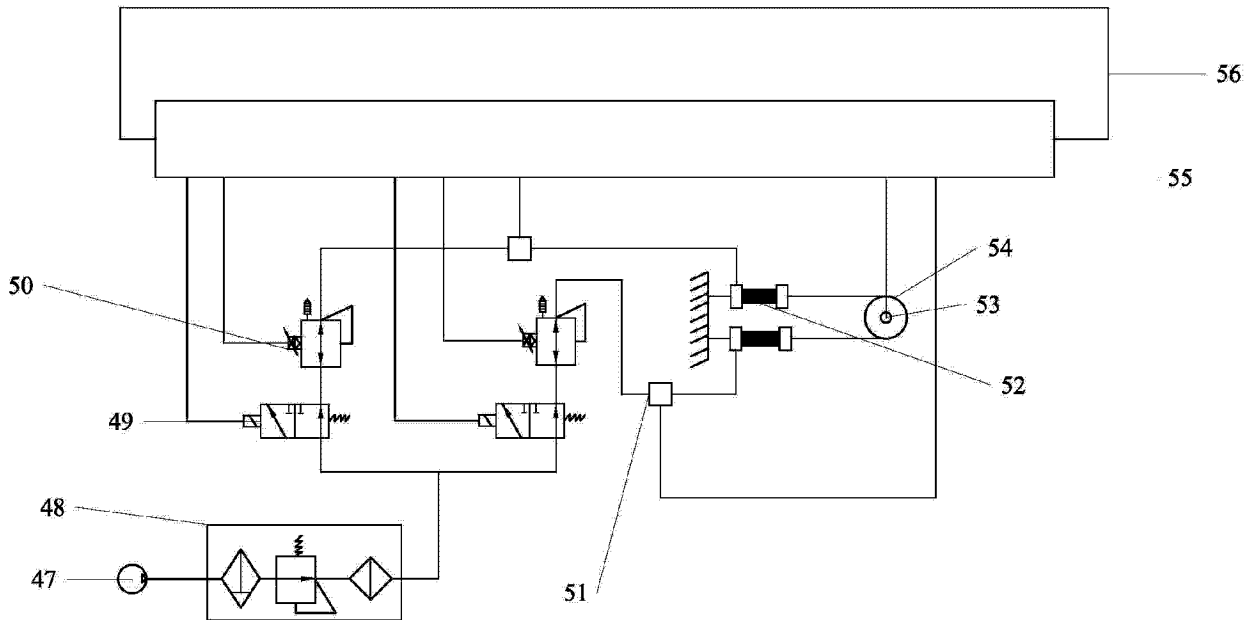


图 9



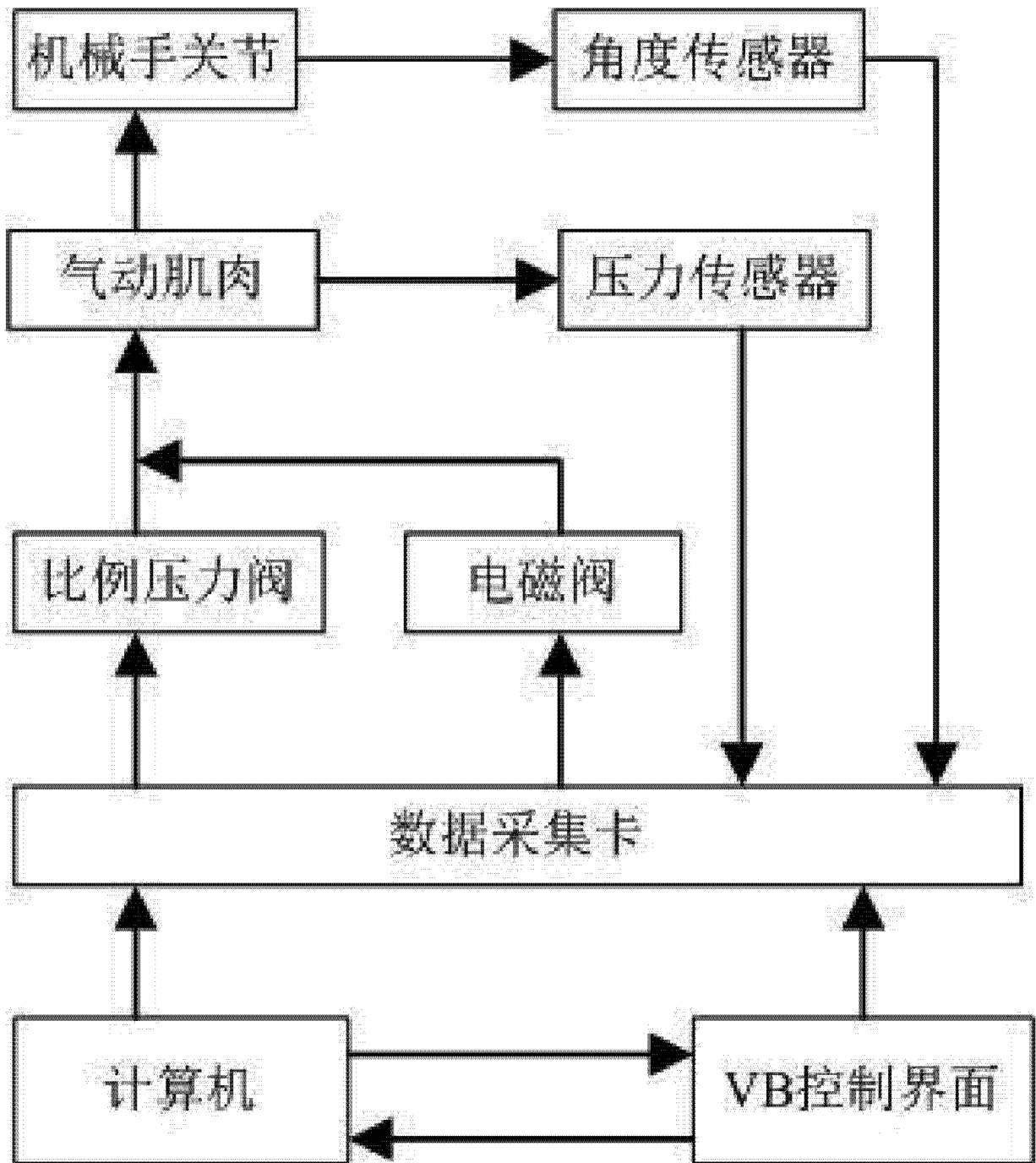


图 10