

灵巧手专题系列报告1： 从灵巧手专利拆解出发：看驱动及传动路径如何？

评级：推荐(维持)

张钰莹(证券分析师)

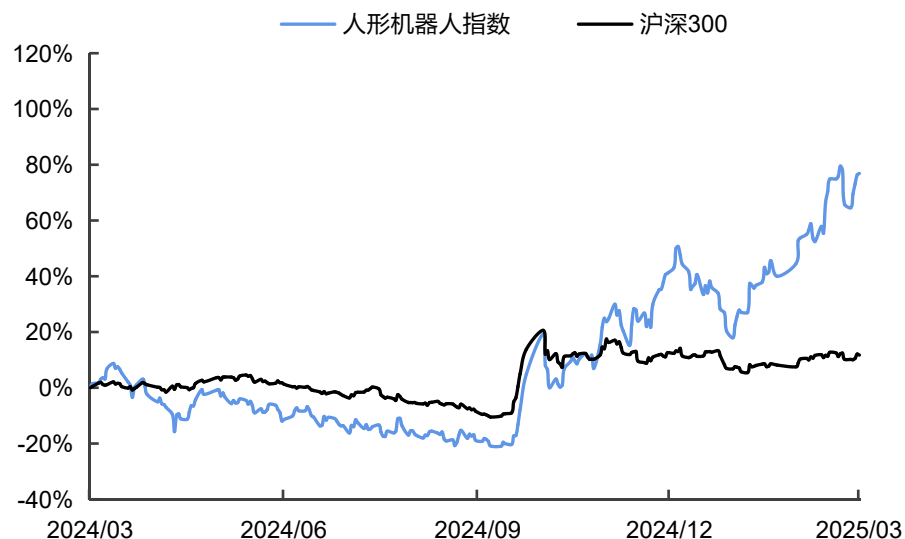
S0350524100004

zhangyy03@ghzq.com.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

最近一年走势



相对沪深300表现

表现	1M	3M	12M
机械设备	11.0%	9.4%	29.6%
沪深300	0.7%	-1.7%	10.8%

相关报告

《机械设备行业专题报告：从ASML、LAM、KLA三巨头2024Q4财报看到哪些变化？——海外半导体设备专题（推荐）*机械设备*张钰莹》——2025-02-12

《机械设备事件点评：人形机器人：商业化、产业化在即，国内外大厂多元AI布局（推荐）*机械设备*张钰莹》——2025-01-05

《机械设备事件点评：锂电设备：国内筑底企稳，出海乘风破浪（推荐）*机械设备*张钰莹》——2024-12-15

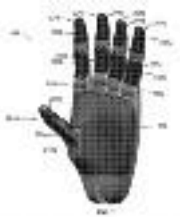
- 灵巧手是机器人的手部末端执行器，可以按【外形】、【驱动】方式和【传动】方式进行基本分类，目前市面上主流的灵巧手类型可以大致定位为【仿真】+【电机】+【连杆 或 腱绳 或 齿轮】。
- 驱动方案：**存在不同放置部位和数量的方案。大致可分为外置手腕电机、手指根部电机和手指关节内置电机。手指根部电机和手指关节电机通常以微型空心杯电机为主。电机数量和自由度之间的矛盾是：搭载电机的数量越多，自由度越高，但成本越高。
- 传动方案：**有连杆、腱绳和齿轮等方案，其中，连杆具有刚度好、负载强、制造简单、成本低的优势，缺点是自重重、抗冲击能力弱；腱绳是柔性传动，容易实现更多自由度，重量轻，缺点是易磨损+更换的高成本、精确度较低且目前生产成本较高；齿轮可以配合直驱传动，实现主动关节均在本位且全部解耦，同时实现关节反驱，提高抗冲击力，缺点是自重较重。其中，腱绳通常由高强度材料制成，如高分子聚乙烯、液晶聚合物LCP、芳纶Aramid、皮带或钢缆等。
- 灵巧手专利盘点：**我们拆解市面上公布专利的灵巧手产品，包括特斯拉、优必选、因时、腾讯灵巧手等，目前的灵巧手研发正在试图解决的问题为：1）提高抓握能力；2）提高自由度，特别是单指的平摆自由度和内置关节电机带来的主动自由度的增加；3）分别控制单一手指的近指节和指尖的能力：双电机驱动+每个电机分别对应不同的传动方案等。
- 行业评级及相关标的：**我们维持灵巧手所在的人形机器人行业“推荐”评级。人形机器人目前处于技术突破、商业化落地初期，建议关注灵巧手相关硬件的核心标的：1）微型电机供应商及灵巧手供应商：兆威机电、鸣志电器等；2）腱绳及材料供应商：南山智尚等；3）传感器供应商：柯力传感等；4）柔性皮肤：汉威科技、福莱新材等；5）运控：固高科技、雷赛智能等。
- 风险提示：**人形机器人行业进展不及预期风险；中美贸易冲突超预期风险；灵巧手核心技术迭代不及预期的风险；重点关注公司业绩不及预期风险；报告中使用的公开资料滞后性风险。

一、灵巧手：外形、驱动方式和传动方式等拆解

1.1 灵巧手分类：外形、驱动方式和传动方式

- 灵巧手是机器人的手部末端执行器，通常有多种分类方式。
- 从外形来看，可以直观地将其分为抓夹和仿生人手。抓取式通常为2指或3指，可以进行简单的开合动作，完成简单任务如抓取等；仿生式灵巧手外形更贴近人类手部，目标则是实现类人手的复杂任务。
- 从驱动方式来看，主要有电机驱动、液压/气压驱动和人工肌肉驱动。
- 从传动方式来看，控制弯曲运动的方式来分类，可以分为齿轮、连杆传动和腱传动3种。
- 一款灵巧手可以根据不同分类进行搭配和定义，适配不同的公司技术和应用场景。如Shadow Hand公司的主要产品采用【仿生】+【人工肌肉】+【腱传动】的方案，德国SCHUNK公司的气动平行爪夹持器采用【抓夹】+【气压驱动】+【连杆】的方案。

表：灵巧手分类及举例

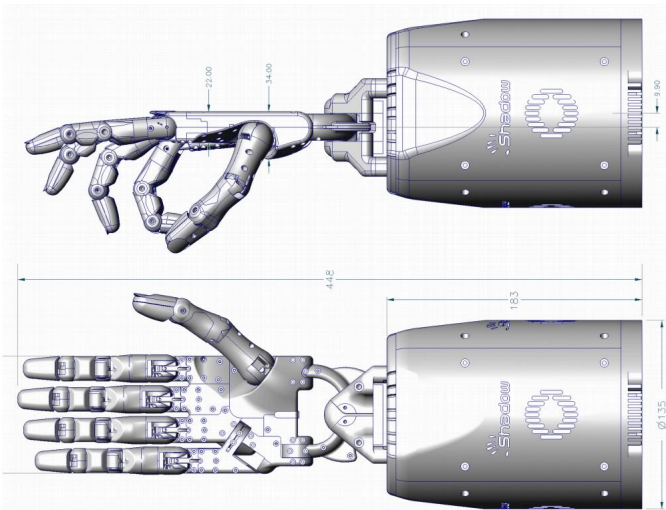
产品图示									
所属公司或产品名		多连杆夹持器	SCHUNK抓夹	因时一种灵巧手专利方案	星动纪元XHAND1 灵巧手	特斯拉一种灵巧手专利方案	一种用于水下抓取的灵巧手	一款中科院研发灵巧手	Shadow Hand灵巧手
外形	抓夹	V	V						
	仿生			V	V	V	V	V	V
驱动方式	电机	V		V	V	V			
	液压/气压		V				V		
	人工肌肉							V	V
传动方式	连杆	V	V	V			V	V	
	齿轮				V				
	腱传动					V			V

资料来源：蔡世波等《机器人多指灵巧手的研究现状、趋势与挑战》，H
《A Bidirectional Soft Biomimetic Hand Driven by Water Hydraulic for Dexter
机器人官方，星动纪元官方公众号，中科院之声公众号，Shadow Robot 官网

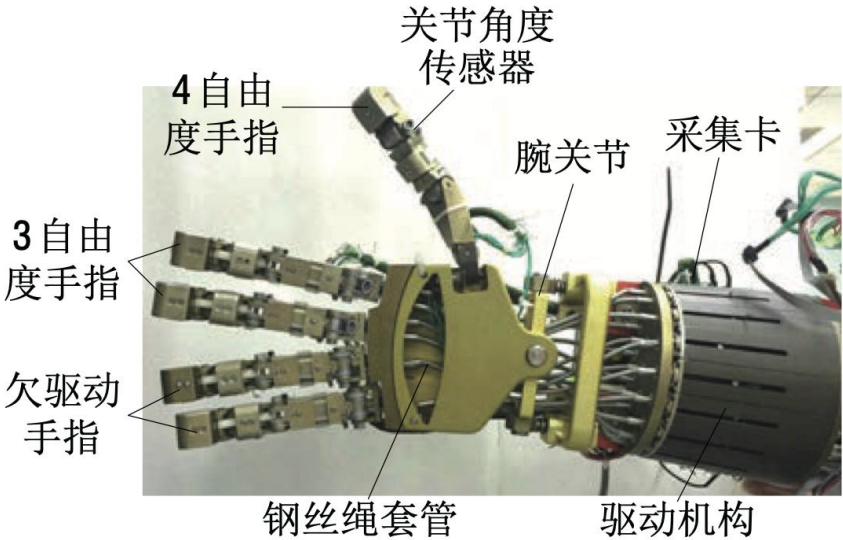
1.2 驱动方式：电机驱动是仿生灵巧手的主流驱动方式

- 电机驱动方案是目前人形仿生灵巧手的主要选择，根据设计和应用场景，存在不同放置部位和数量的方案。大致可分为外置手腕电机、手指根部电机和手指关节内置电机。手指根部电机和手指关节电机通常以微型空心杯电机为主。
- 电机在灵巧手上的应用方案种类很多，下面结合传动方案举例：
- **案例一：以shadow hands为例，手腕驱动外置+手指关节内置电机+腱传动：**将传动机构和大部分的电气系统置于前臂处（大力矩电机），手指关节采用内置微型电机和腱绳传动，优点：可以实现单根手指的自驱动，自由度高；缺点：需搭载电机的数量较多，成本较高，如Shadow Hand是搭载20个电机+腱传动方案。

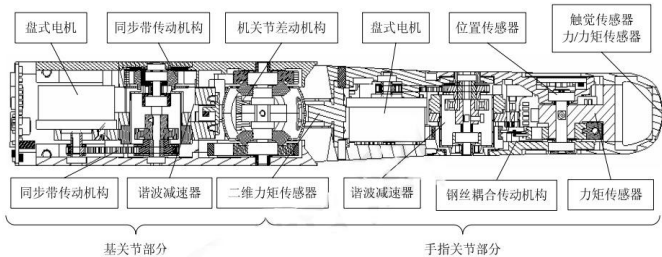
图：Shadow Hand 电机驱动+腱传动灵巧手



图：一种电机驱动+腱传动灵巧手的方案示例



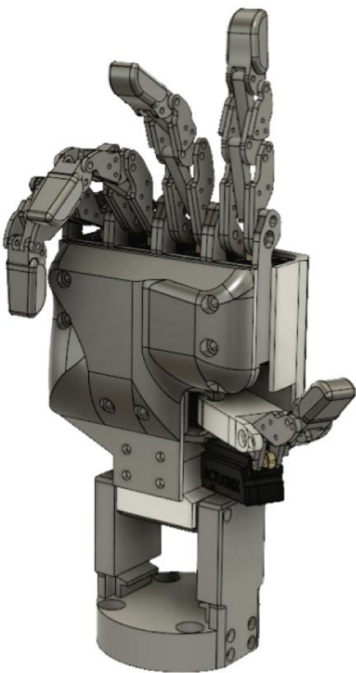
图：HIT/DLR II 单手指内置电机方案图示



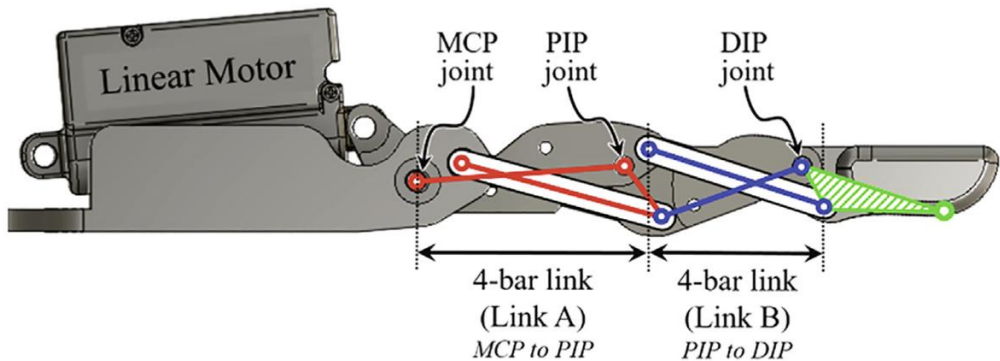
1.2 驱动方式：电机驱动是仿生灵巧手的主流驱动方式

- **案例二：手指根部电机+连杆/齿轮传动：**优点：结构较为简单，利用连杆传动的欠驱动结构减少电机数量，如HRI hand 单手需要6个电机，四指均由根部1个电机+两个四连杆+三个关节构成，指模块不需要电机驱动。
- **电机驱动+连杆传动过程：**电机牵引|MCP->MCP 和 PIP 关节连接到四杆连杆A->PIP 和 DIP 关节连接到四杆连杆B->PIP 和 DIP 关节通过与 MCP 关节连接的电机进行操作。

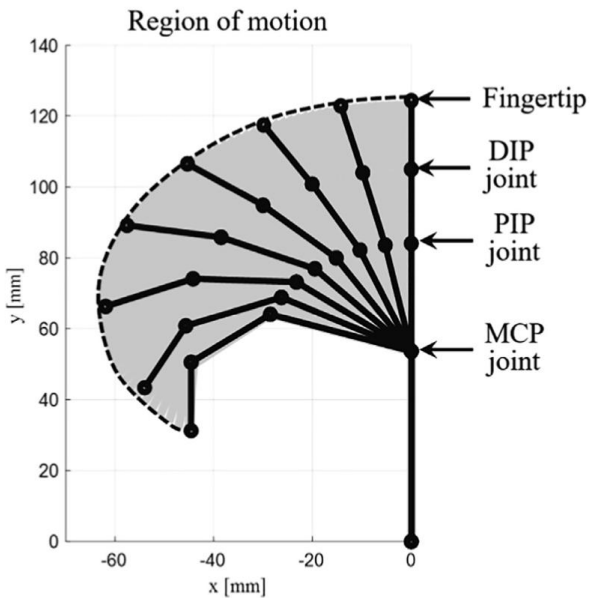
图：HRI Hand 灵巧手



图：电机驱动+连杆传动的方案示例



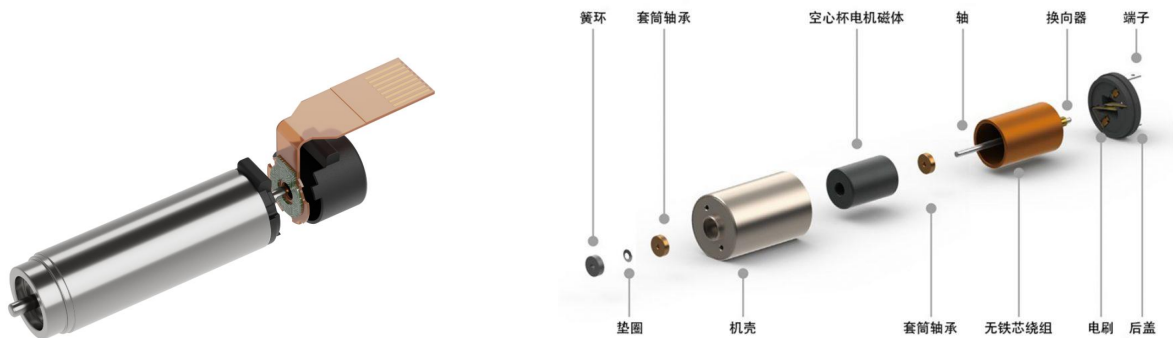
图：单手指内置电机+腱传动方案图示



1.2.1 空心杯电机：无刷无齿槽可以作为灵巧手电机的驱动方案

- 空心杯电机是灵巧手的优选电机方案，是一种无铁芯转子结构的直流电机，与传统直流电机相比，省去铁芯支撑结构，其转子或定子由空心杯状的线圈绕组、连接板和主轴共同组成，其结构紧凑、效率高、灵敏度高、运行稳定，关键零部件为空心杯线圈。空心杯电机又可以分为有刷和无刷两种，有刷空心杯电机转子无铁芯，无刷空心杯电机定子无铁芯。
- 灵巧手手掌可以选用无刷无齿槽电机的方案，外径可以达到10mm。该方案改善了传统无刷有槽电机将绕组绕在定子铁芯上的结构，改为绕组外堆叠定子铁芯片，从而避免了齿槽转矩的产生。转子在360°内运行平稳，没有顿挫感，整圈的输出扭矩也更平滑，噪音更低，提升了系统输出的稳定性。

图：无刷空心杯



表：国内空心杯电机厂商

公司	空心杯电机产品
鸣志电器	EC系列直流无刷无齿槽电机；DCU系列直流有刷空心杯电机；8-24mm多种直径规格
鼎智科技	直流无槽电机；16-42mm6个直径型号
兆威机电	聚焦微型高效机电，有微型PM步进、高速空心杯及高功率密度无刷直流电机等
禾川科技	产品已用于自研人形机器人，可提供8-13mm多种尺寸空心杯电机
拓邦股份	提供有/无刷电机，直径16-40mm多尺寸

表：有刷/无刷空心杯参数比较

特征	无刷	有刷
功率密度	高	低
峰值效率	95%~97%	85%~89%
可靠性	优秀	一般
寿命	长	短
控制器成本	高，未来有望降本	低

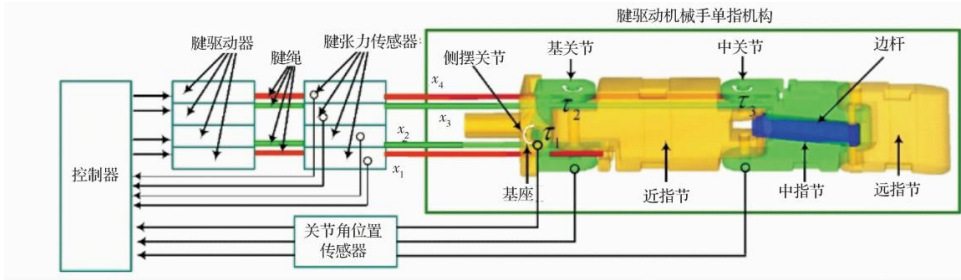
1.3 传动方式：不同方案的比较

- 灵巧手传动方式可以主要分为连杆传动、腱绳传动和齿轮传动三种。连杆具有刚度好、负载强、制造简单、成本低的优势，缺点是自重重、抗冲击能力弱；腱绳是柔性传动，容易实现更多自由度，重量轻，缺点是易磨损+更换的高成本、精确度较低且目前生产成本较高；齿轮传动方案下，齿轮可以配合直驱传动，实现主动关节均在本位且全部解耦，同时实现关节反驱，提高抗冲击力，缺点是自重较重（星动纪元的纯齿轮准直驱灵巧手重量达1.1kg）。
- 腱传动设计下，电机和驱动器被放置到灵巧手外部（如手腕处），有利于实现远距离传动和减少灵巧手体积。
- 腱驱动方案又可分为N、N+1、2N三种，如，N+1方案中，腱绳数目比关节数目多1，自由度为3的食指和中指，需要4根腱绳来实现对关节的完全控制，减少了电机驱动数目。

图：星动纪元XHAND1全齿轮直驱灵巧手



图：腱传动工作原理



表：腱传动方案

传动方案	原理图示	驱动器数目	腱绳数目	特点
N		N	2N	驱动器数目少； 需要预紧机构
N+1		N+1	N+1	腱绳数目少； 单根腱绳负载重
2N		2N	2N	承载能力强 动态性能较好； 驱动器数目多

1.3.1 腱绳：高性能分子材料

- 由于绳索具有高柔韧性、高强度/重量比和较小的弯曲半径，腱绳常常被用于灵巧手中。
- 材料选择：基于腱绳的传动系统常常面临材料选择的问题，其中，合成纤维绳索可能是未来的方向，如高分子聚乙烯HMPE、液晶聚合物LCP、芳纶Aramid等。皮带或钢缆通常被应用于工业机器人中，缺点在于向人形迁移时，这些材质不一定适用于小半径滑轮且需要传递较高的力的情况。此外，编织方式和生产工艺也会影响腱绳的使用效能。
- 蠕变性：衡量腱绳精确度的重要指标。绳的形态可能会在绳索材料和温度的影响下发生不同程度的不可逆的伸长形变（蠕变），蠕变性越低，腱绳材料的效果越好。
- 近年来，超高分子量聚乙烯形成了多种多样的超高分子量聚乙烯制品，广泛应用于军民各项领域。据华经情报网数据，2022年我国超高分子量聚乙烯市场规模约为17.97亿元，同比增长5.58%。

表：腱绳灵巧手材质及特性整理

制造商	产品名称	纤维	材料	直径	最大受力 (daN)	编织线数	重量
Gottifredi Maffioli	SK99 Ultra	Dyneema SK99	高分子聚乙烯HMPE	2.00mm	560	/	2.50g/m
Liros	Aramid Braided Cord	芳纶	芳纶	2.00mm	250	16	/
Liros	DC000-0301	Dyneema SK99	高分子聚乙烯HMPE	1.50mm	445	12	1.45g/m
Liros	DC000-0701	Dyneema SK99	高分子聚乙烯HMPE	2.00mm	700	12	3.05g/m
Ockert	Climax Combat	Dyneema SK75	高分子聚乙烯HMPE	1.22mm	210	/	/
Teufelberger	FL-32. NG	Dyneema DM20	高分子聚乙烯HMPE	1.50mm	350	8	1.80g/m
Teufelberger	FL-9. NG	Dyneema SK75	高分子聚乙烯HMPE	2.05mm	650	12	3.30g/m
TU Chemnitz	/	Technora Black	芳纶	1.80mm	/	/	/
TU Chemnitz	/	Vectran	液晶聚合物LCP	1.80mm	/	/	/

二、专利拆解：各公司灵巧手技术选择如何？

2.1 灵巧手产品：整机厂自研+灵巧手单品类供应商为主

- 应用于人形的灵巧手以【仿真】人手为主，其现代化定义要求必须具有至少3根手指、9个独立自由度、丰富的传感器系统以及执行操作任务的能力。

表：部分人形整机厂灵巧手参数梳理

地点	公司	产品	研发	参数					
				传动技术	动捕/自动控制	手指数量	单手自由度（个）	单手关节	触觉
杭州	宇树科技	H1	可选配因时RH56	/	/	/	/	/	/
		G1	自研Dex-3	齿轮	遥操控制	3	7	7	33个压力传感器
深圳	优必选	Walker S1	自研	直驱	全栈式灵巧操作策略库	5	6	/	6个阵列式触觉压力传感器
		Walker X	自研	直驱	部分自动控制	5	6	/	/
上海	傅立叶	GR2	自研	连杆	VR摇操作控制	5	12	/	6个阵列式触觉传感器

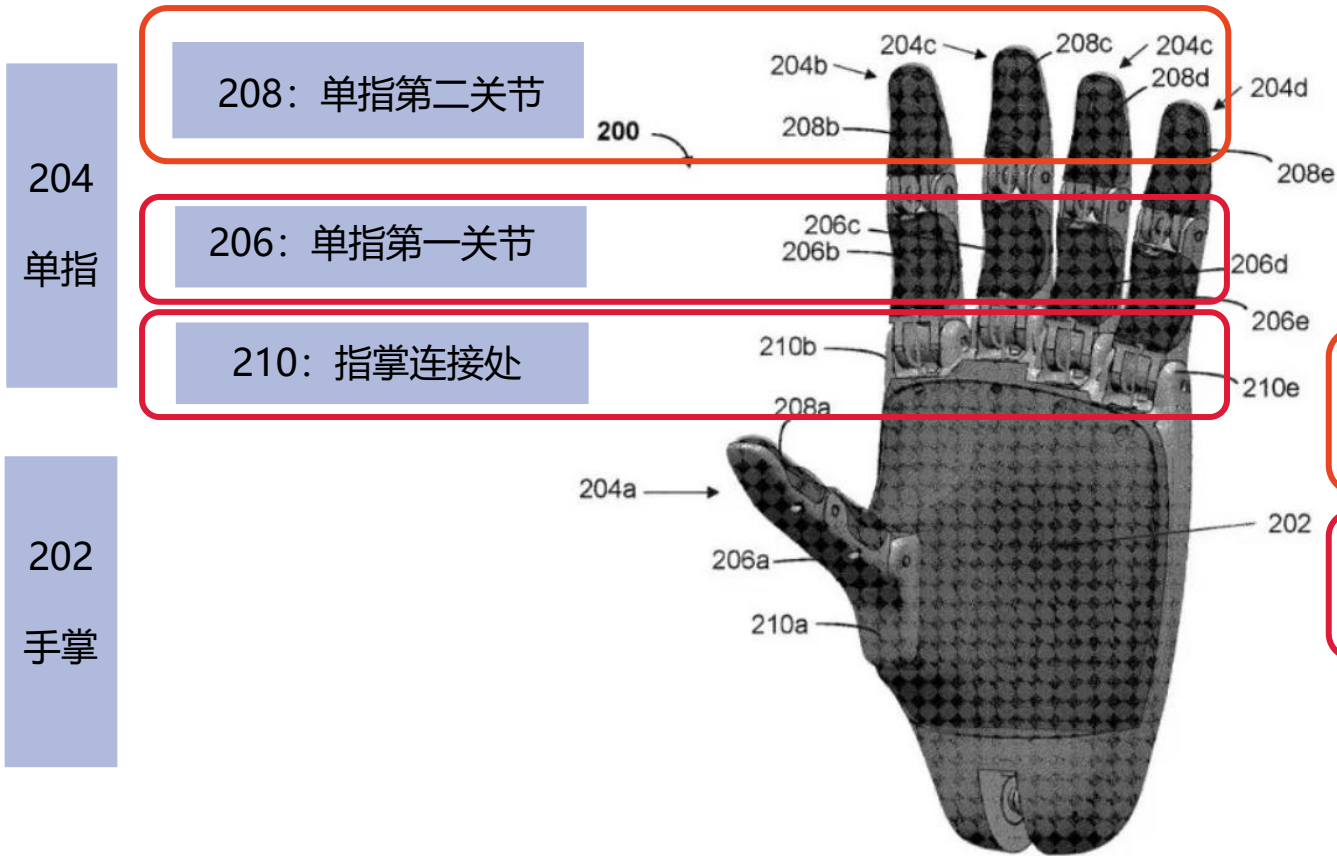
表：部分厂灵巧手参数梳理

地点	公司	产品	研发	参数						价格
				传动技术	手指数量	单手自由度（个）	单手关节	触觉	定位精度	
英国	Shadow Hand	Dexterous Hand	自研	腱传动	5	24	/	100个触觉传感器	/	单只约105万元
意大利	Qbrobotic	soft hand	自研	腱传动	5	19	/	/	/	/
日本	三菱电机	/	自研	连杆	5	18	/	/	/	单只1920美元
北京	因时机器人	RH56BFX	自研	连杆	5	6	12	集成力传感器	0.2mm	单只10万元
		RH56DFX	自研	连杆	5	6	12	集成力传感器	0.2mm	单只10万元
		FTP系列	自研	连杆	5	/	/	12个触觉传感器模块	/	单只4.8万元
北京	星动纪元	XHAND1	自研	齿轮	5	12	/	>100点高分辨率触觉阵列传感器；三维力触觉；温度信息	1mm	/
北京	灵心巧手	pro版	自研	/	5	20	/	三维力电子皮肤；视觉传感器	/	单只五万元
深圳/苏州	兆威机电	ZW Hand	自研	连杆	5	17/20	15	指尖集成传感器	/	/
深圳	帕西尼	Dex13	自研	连杆	4	13	/	1140个ITPU触觉传感单元；视觉传感器	1mm	/

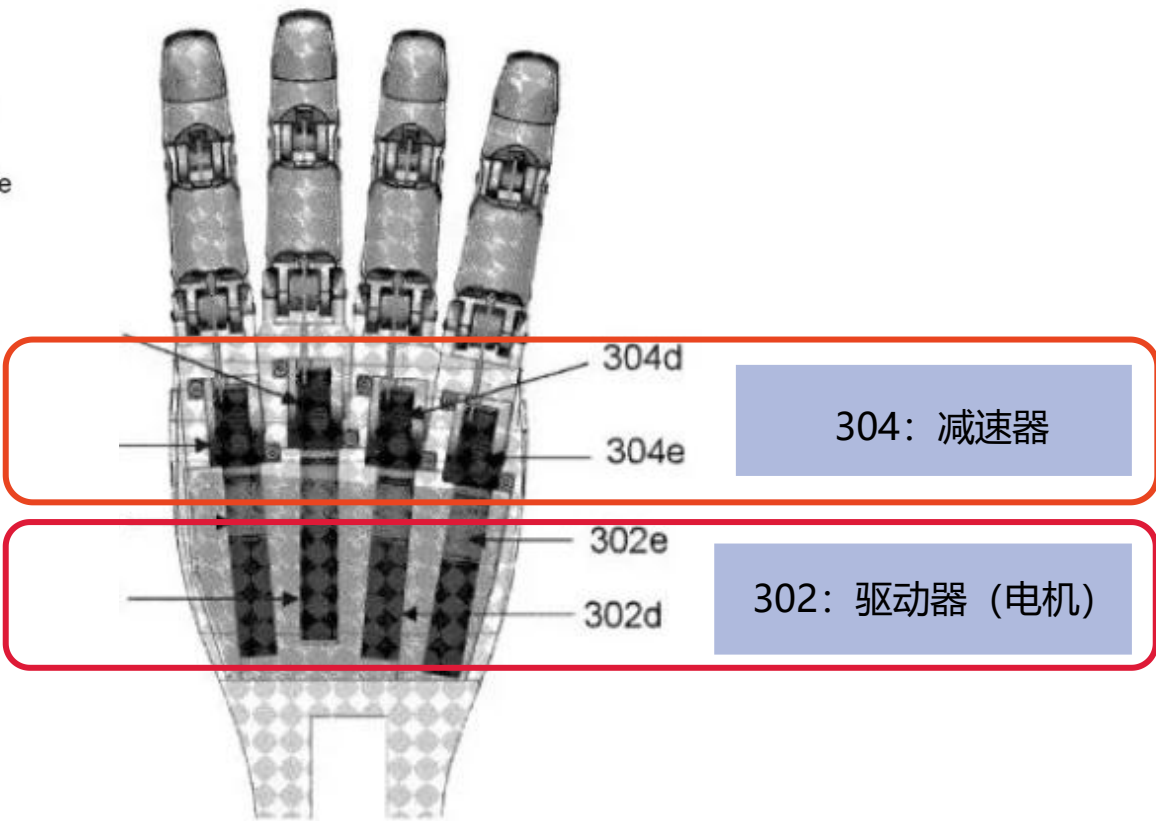
2.2 Optimus灵巧手专利：特斯拉灵巧手零部件拆解

- 通过特斯拉公开的灵巧手专利文件，特斯拉灵巧手采用**手掌内置电机+减速器**，单个电机+减速器驱动对应单根手指；单根手指的208、206和210共设置2个耦合关节。

图：特斯拉灵巧手正视图



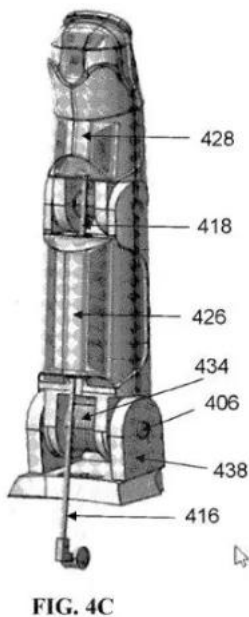
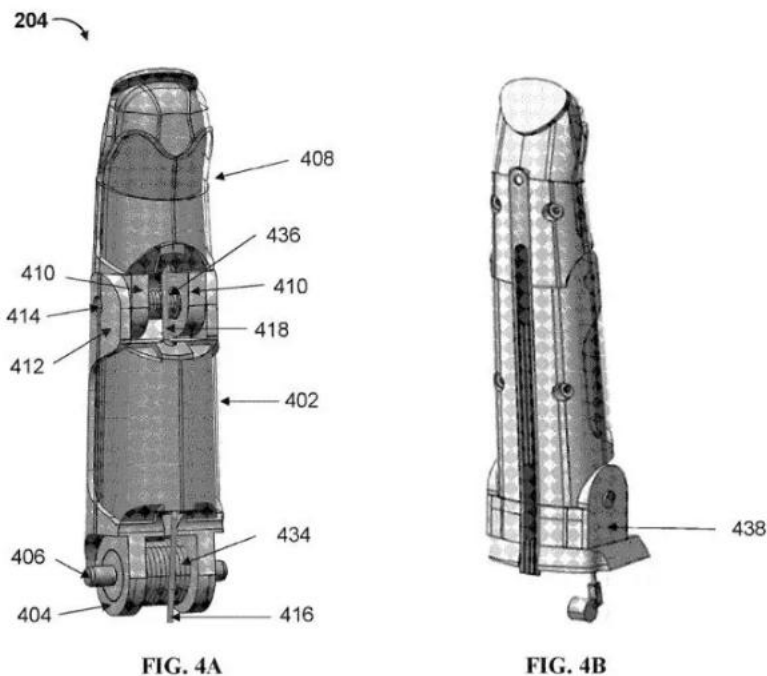
图：特斯拉灵巧手透视图



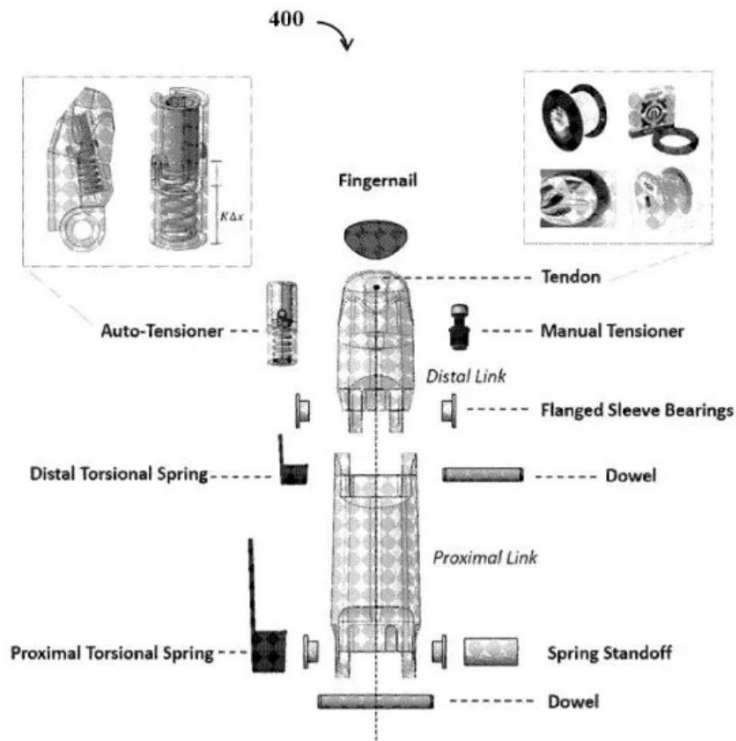
2.2 Optimus灵巧手专利：基于腱绳传动的单根手指零件构成

- 下图为单根手指的分解视图，每根手指的两个关节轴（406和414）分别装配一个销钉，远端第二指关节的扭转弹簧436可以放置在销钉上，销钉可以通过轴承固定到远端第二指关节408和/或近端第一指关节402上。近段第一指关节的扭转弹簧434可以比扭转弹簧436的直径更大、刚度更强。弹簧支架可以放置在销钉上以固定扭转弹簧434，弹簧支架可以通过轴承固定到408和/或402上。
- 腱绳416指尖端连接到408内的一个手动张紧器上，另一端连接手掌内置驱动器。手动张紧器的设计使腱绳的此端有一定程度的浮动盈余。

图：特斯拉灵巧手单根手指拆解



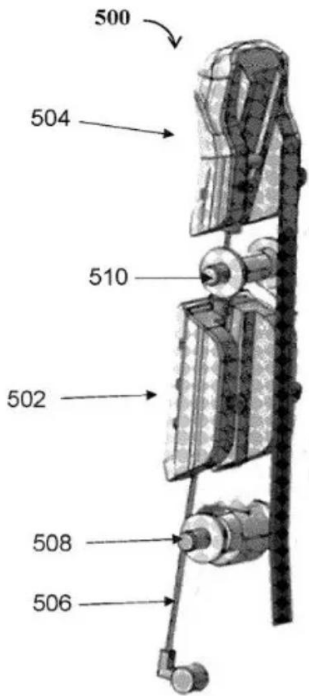
图：特斯拉灵巧手单根手指拆解



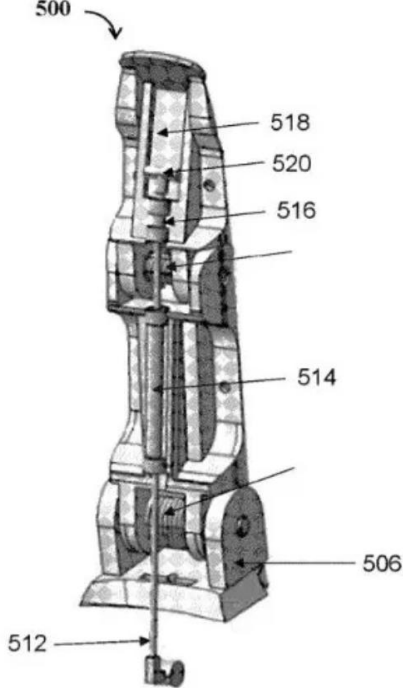
2.2 Optimus灵巧手专利：腱绳布线创新点

- 该专利提供一种创新型的腱绳布线方法。传统的腱绳缠绕方式是腱绳（见右图416）缠绕在两个关节轴承（右图406、414）上，为了避免断裂，腱绳的弯曲半径会设计比较小，从而限制单根手指的运动范围。
- 在左图1、2中，腱绳的布线方式为从手掌内的驱动电机506出发，到远端的单指第二关节504结尾（左图1），穿过腱绳管道514和516（左图2）。其中，力的大小实际上是腱绳离关节有多远的函数，因此手指弯曲程度越大（抓握），腱绳可施加的力就越大。
- 此外，在腱绳到达远端第二指关节504时，该端腱绳末端未固定而是浮动在504中，提供了一定的移动盈余，避免了腱绳的断裂或压痕。
- 优点：1）抓握时可以施加更大的力；2）产生更均衡的关节扭矩+易于微调扭矩，替代微调变速箱，减少零件数量并降低零件复杂性；3）降低腱绳的损坏：腱绳在远端指尖处有移动的盈余，可以一定程度避免腱绳的断裂或压痕。

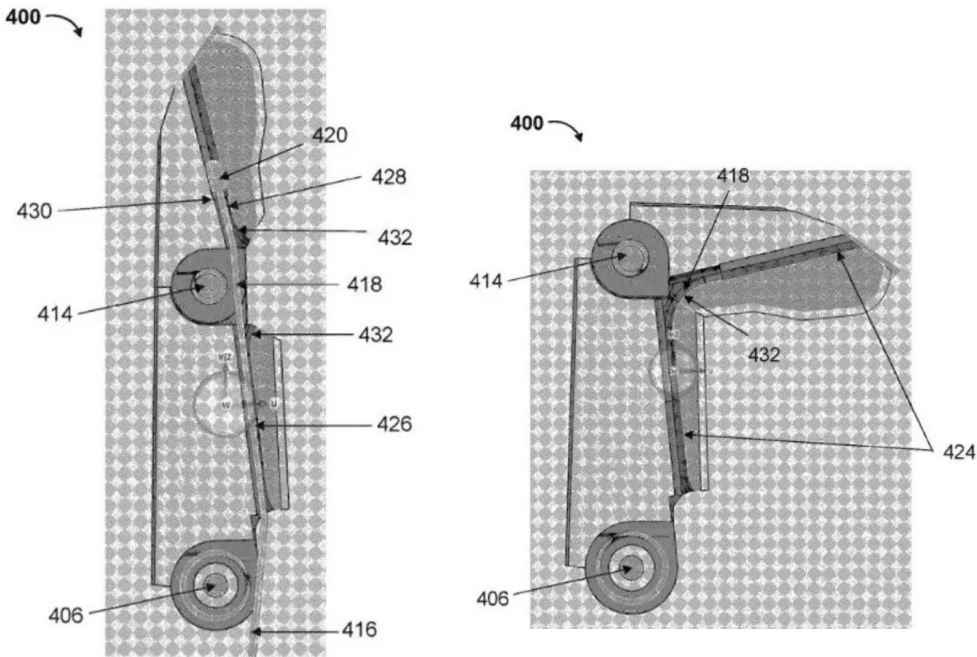
左图1：特斯拉灵巧手后视图



左图2：特斯拉灵巧手正视图



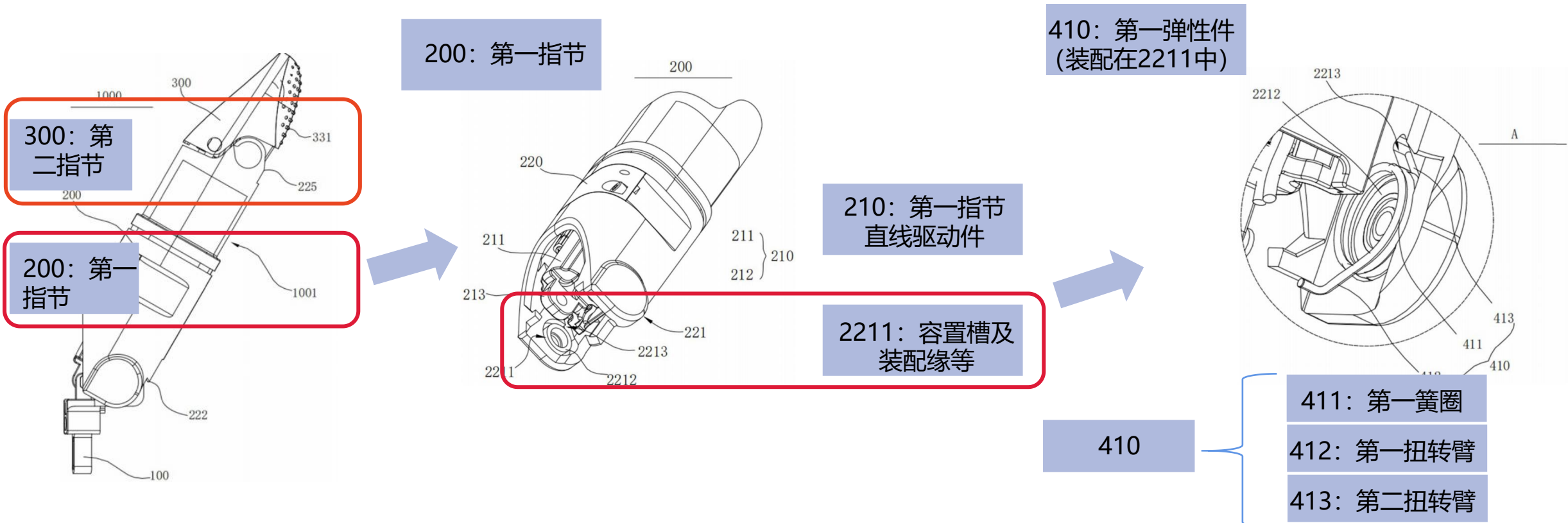
图：腱绳绕关节布线示例



2.3 优必选灵巧手专利：直线驱动件+弹性件+连杆实现抓握动作

- 优必选的灵巧手手指专利采用**直线驱动件+连杆**的方案，直线驱动件放置在第一指节近手掌端，通过弹性件实现两个指节的依次位移，使两个指节均能抓握待取物，提高手指与待取物之间的贴合度，降低滑脱风险。
- 抓握物品的传动顺序为：直线驱动件210启动->驱动件输出轴212延长->第一弹性件410驱动指节200向掌心内移动，同时第二指节300相对200保持不变->200接触物体->输出轴继续延长->300向内弯曲移动->实现手指握持姿势。

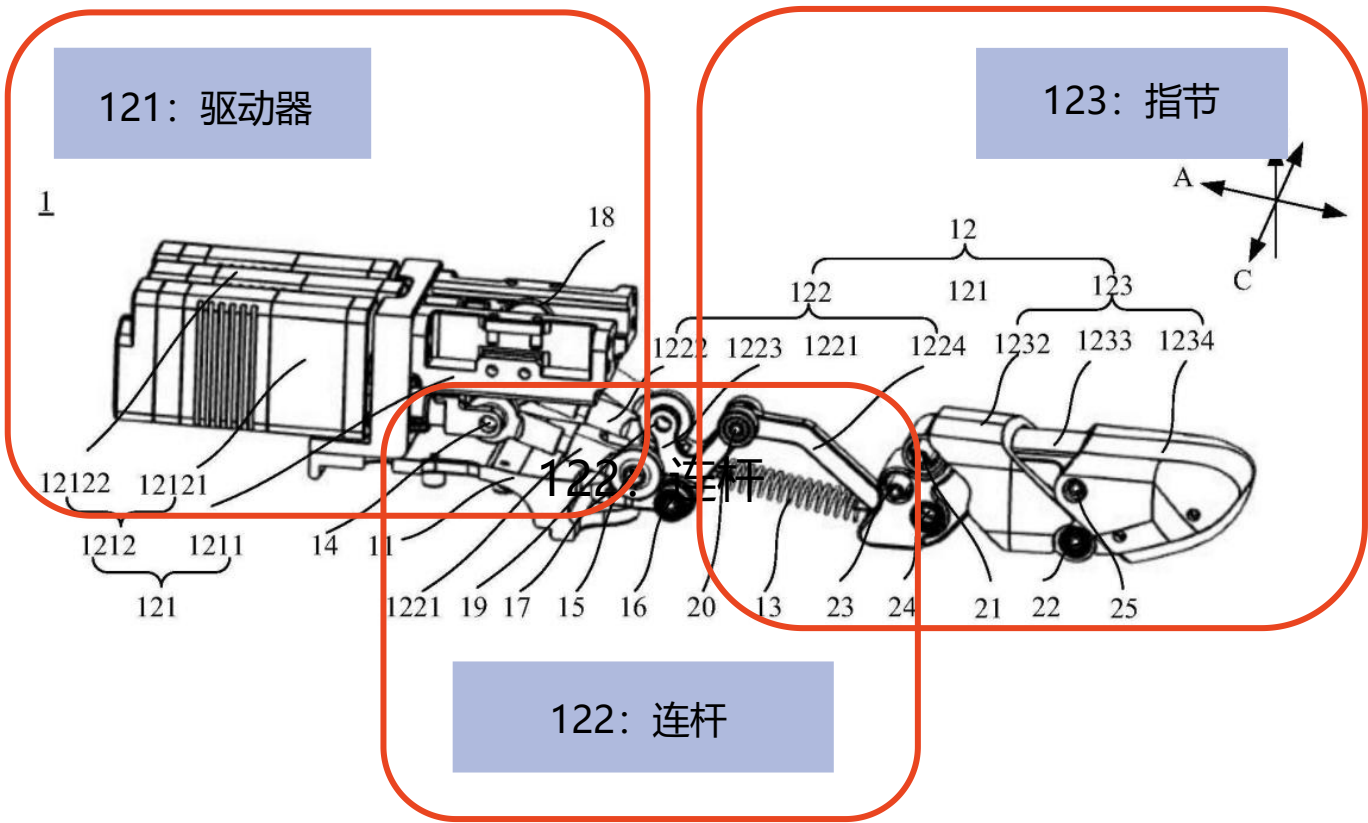
图：优必选一种手指传动方式示意图



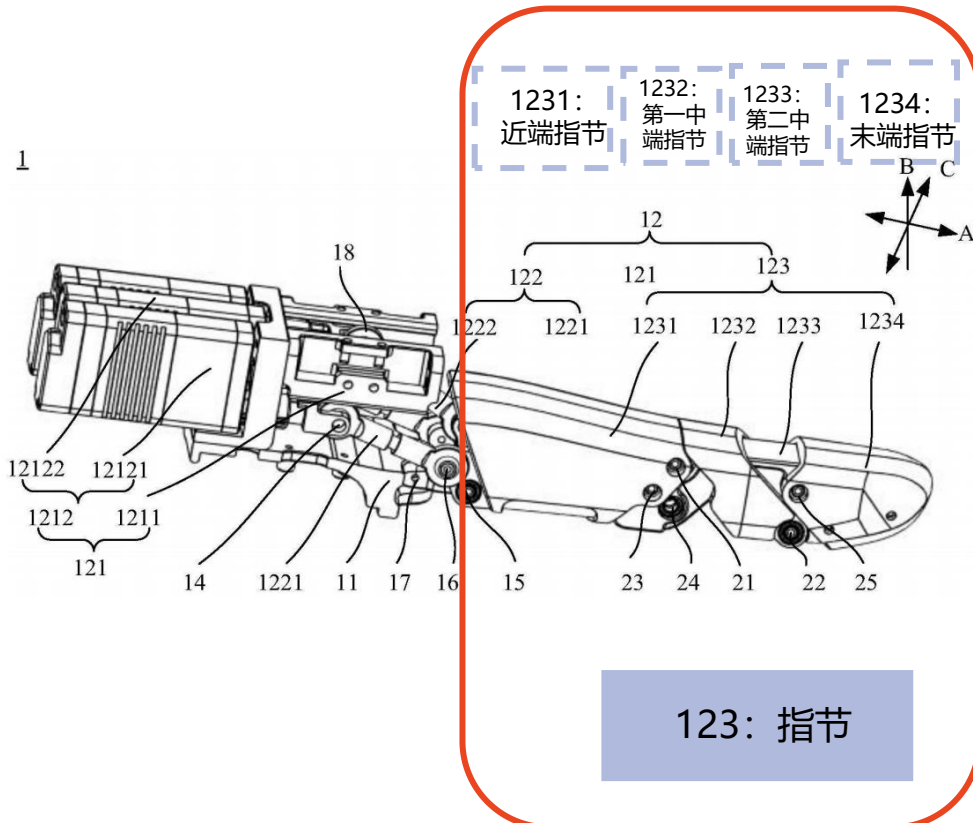
2.4 银河通用：基于类“嵌套”的驱动器+连杆结构，提高抓握能力

- 银河通用发布一种灵巧手的专利，采用刚性组件驱动+连杆传动的方案，刚性驱动组件内置手掌。该专利中描述的设计的目的是提高手掌的弯曲程度，进而降低手掌与手指机构配合抓握物体的难度。
- 该手指主要分为121驱动器、122连杆和123指节三部分，其中驱动器位置高于连杆高于前端指节，三部分形成类似于半嵌套的结构，当驱动器启动时，前端连杆和指节的部分可以更大角度地向下弯折，从而提高手掌的弯曲程度。

图：银河通用灵巧手单根手指透视图



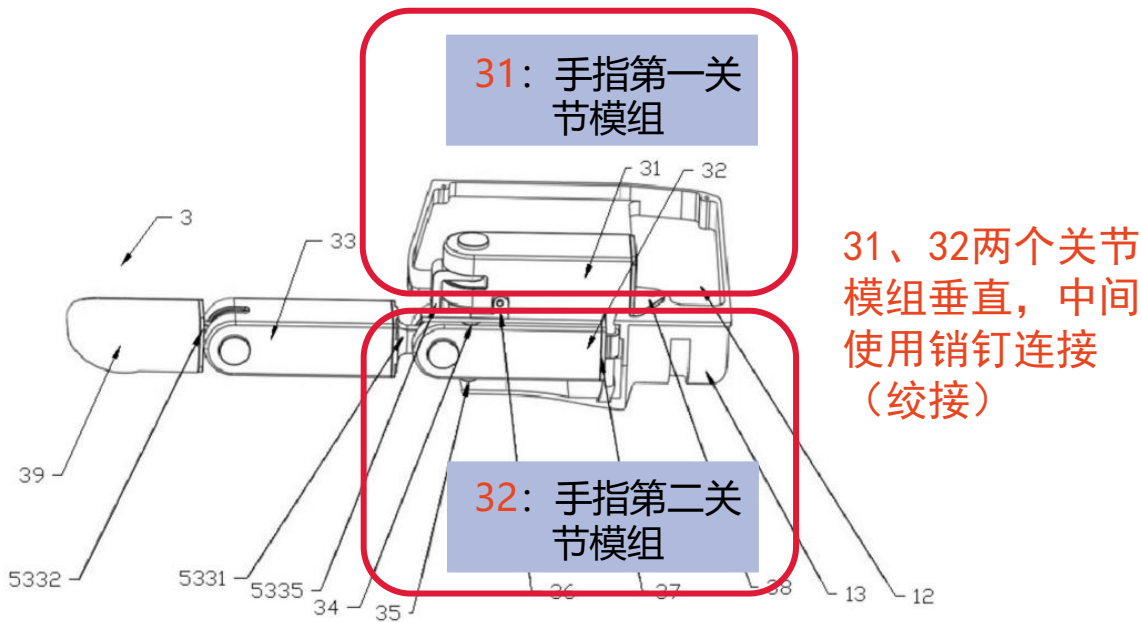
图：腱绳绕关节布线示例



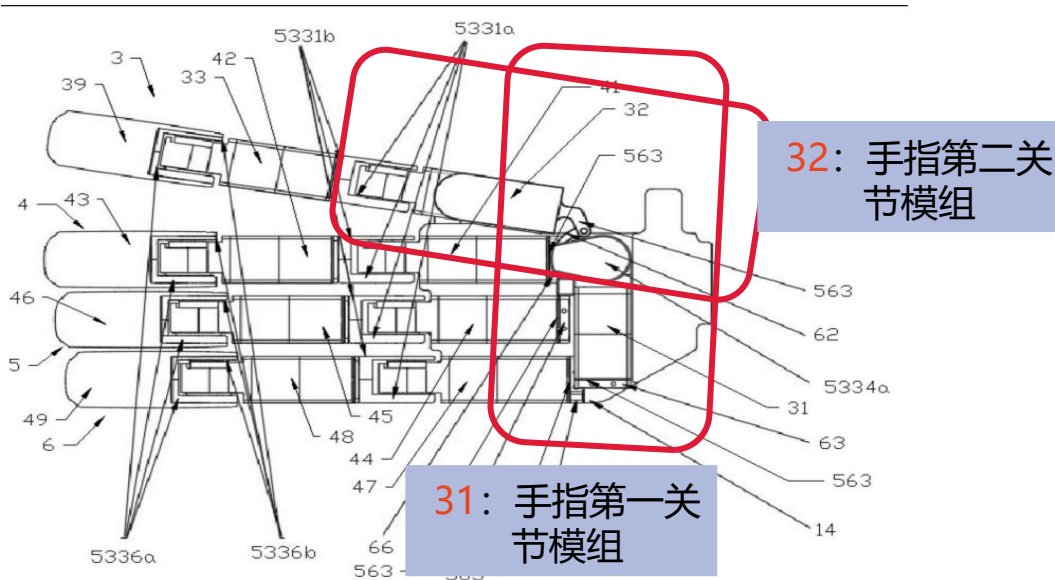
2.5 星动纪元：垂直叠放关节模组以增加偏摆自由度

- 星动纪元提供一种增加机械手指偏摆度的方法，即机械手指绕指根部左右摇动的能力。手指的偏摆自由度可以通过第一关节模组输出轴异面垂直（可理解为叠放）于第二关节模组的输出轴的方式实现。这一技术有利于将偏摆度应用到大拇指上，从而实现更高的仿真效果。
- 实现偏摆度的结构为：以右图所示的食指为例，第一关节模组31的输出件(5334a等)与连杆62使用销钉连接(铰接)->连杆62与食指第二关节模组32的末端(例如末端连接件563)使用销钉连接(铰接)->食指第二关节模组32的末端563放入手背骨架14食指转轴处->食指第一关节模组31的输出轴异面垂直于食指第二关节模组32的输出轴->实现食指3的偏摆，使之具有偏摆自由度。

图：星动纪元灵巧手单根手指示意图



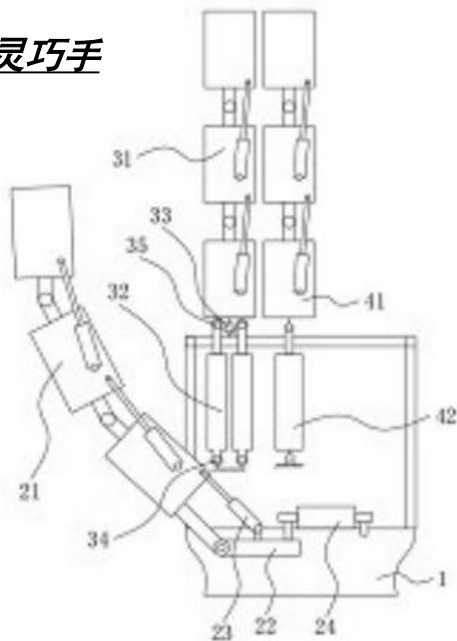
图：星动纪元灵巧手说明示意图



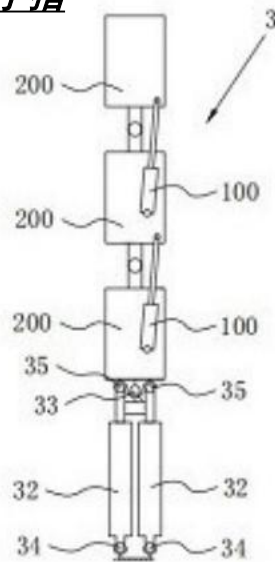
2.6 兆威机电：内置指关节电机，增加主动自由度

- 兆威机电公开的一种灵巧手专利实现了多个主动自由度，核心是电机驱动设置创新，提供了手指根部电机+指关节内置微型步进电机的整合方案。不同电机的位置及实现自由度的功能可归纳为：
- 电机23：第一线性电机，连接拇指近端关节21和手掌底部转盘22，带动21做曲张运动；
- 电机24：根部线性电机，连接手掌1和手掌底部转盘22，带动转盘在手掌结构上转动；
- 电机32：共计两个线性电机，连接食指31和手掌1，带动食指31做曲张或摆动运动，其中，食指31的近端关节通过球销副33绞接于手掌1，电机32的一端通过第二球面副35接于食指31的近端根部，电机32的另一端通过球面副34再绞接于手掌1。再其中，球销副33是两端34和35的旋转中心（如右图）。
- 步进线性电机100：每根手指设置两个关节，关节之间转动连接，中间设有步进线性电机100，带动两个所述关节相对转动。
- 该连杆方案解决了腱传动方案下各个指节只有从动自由度而不具备独立运动条件的问题，提高仿生灵巧手的灵活性。

图：兆威机电灵巧手



图：兆威机电灵巧手单根手指



2.7 因时机器人：关节内置微型电机+并联，分别控制指节和指尖的方案

- 因时机器人的一种灵巧手方案同样采用了单根手指装配包括指关节内置微型电机在内至少两个电机，两个电机各控制一个伸缩杆，实现了多个主动自由度，并采用电机并联的方式，替代了普通的串联，降低了设计与装配的复杂度。
- 单根手指的连接顺序为：
 - 1) 电机部分连接路径：机架1->第一球轴承2->第一直线电机4->第一伸缩杆6；机架1->第二球轴承3->第二直线电机5->第二伸缩杆7，两个直线电机平行排布（见中间俯视图）；
 - 2) 手指部分连接路径：第一直线电机4-第一伸缩杆6与驱动杆10在B绞接，驱动杆10与连杆12在H绞接，连杆12与指尖单元15在F绞接；第二直线电机-第二伸缩杆7与摆杆11在D绞接，摆杆11的另一端与指节单元在C绞接。
- 由此，第一直线电机4是指尖单元15的驱动设备，第二直线电机5是指节单元14的驱动设备。直线电机5运动、电机4不动，可以实现机械手指指节屈伸（图指节弯曲）；电机5不动、电机4运动，可以实现手指指尖屈伸（图指尖弯曲）；电机5、4同时运动，是前述两种动作的复合，可以实现机械手指自伸展到指尖和指节均触碰物体的屈曲状态（图触碰物体）。

图：因时机器人灵巧手正面图示

图2

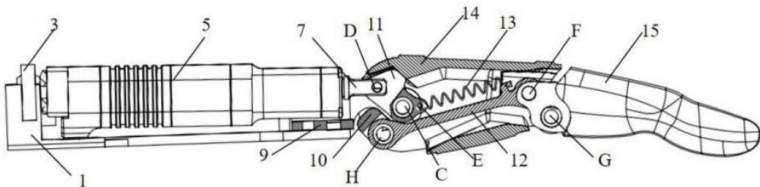
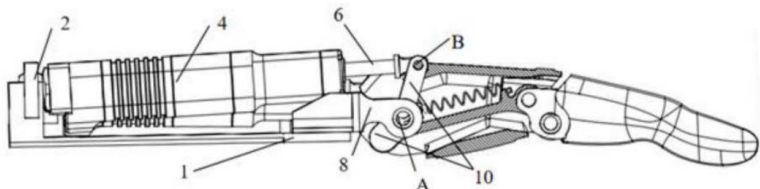


图3



图：因时机器人灵巧手俯视图示

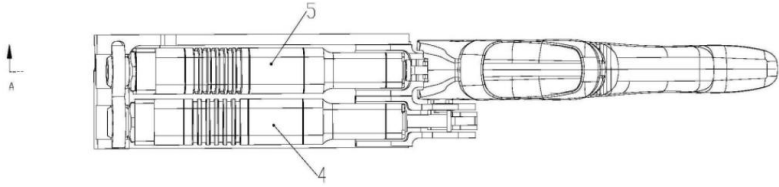
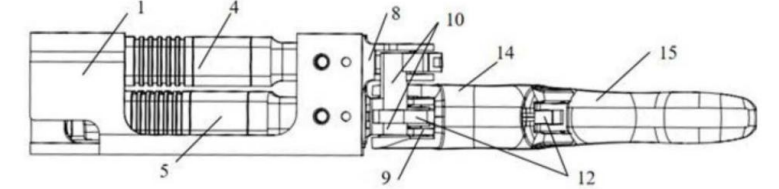
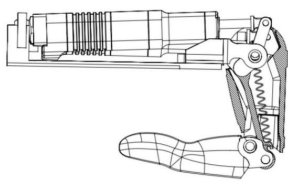


图1



图：指节弯曲



图：触碰物体

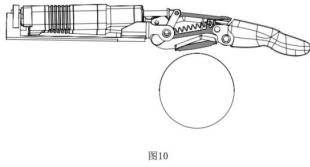


图10

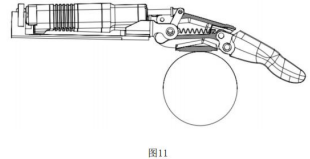


图11

图：指尖弯曲

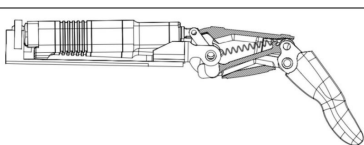


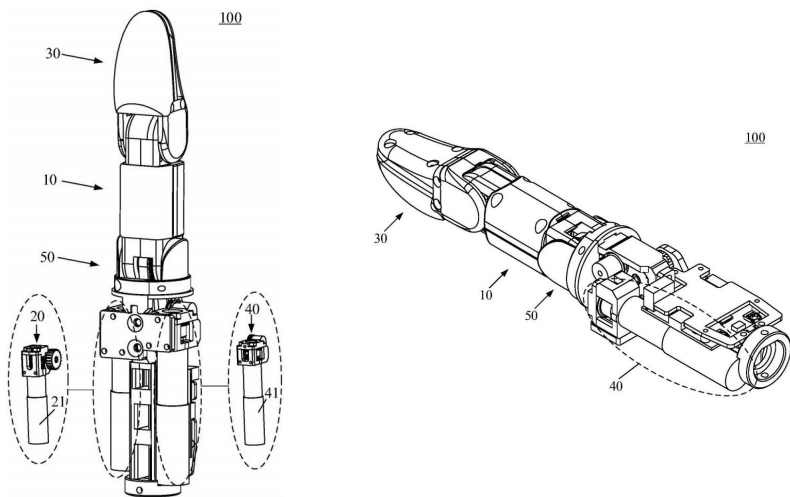
图12

2.8 腾讯：指节根部2个电机、蜗轮蜗杆自锁近指节+其他可选长距离传动控制指尖

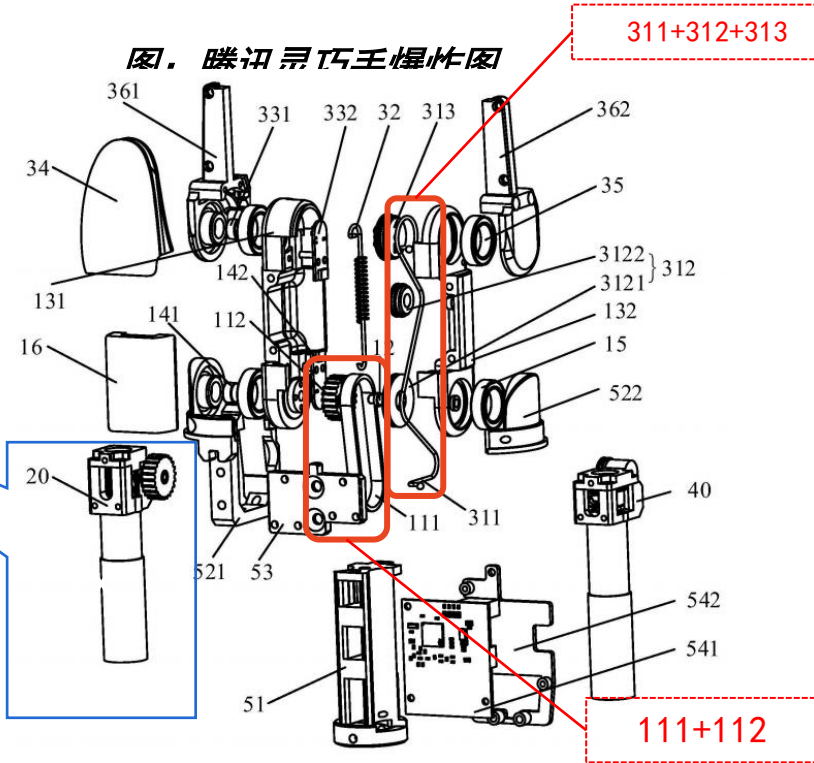
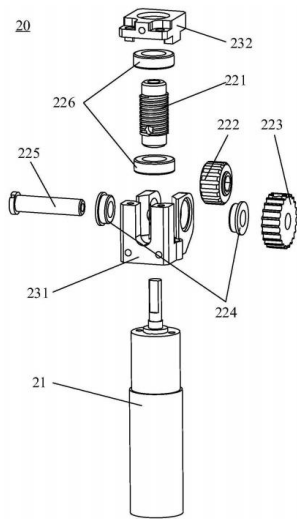
- 腾讯公布的一种灵巧手专利方案为：两个并列排布的微型电机共同设置在指节根部，分别控制近指节（可称指节）和远指节（指尖）。
- 驱动方式（见正视图、俯视图）：近指节电机21组成近指节驱动模组20，通过蜗轮+蜗杆+主动同步带轮，驱动近指节10；远指节电机41组成远指节驱动模组40，通过可选方案（绳索、连杆、齿轮、带轮等多种）实现驱动远指节30；
- 其中，驱动模组20（见蜗轮蜗杆图示）方案为蜗轮221+蜗杆222+主动同步带轮223；
- 传动方式（见爆炸图）：近指节10的传动方式为：同步带111+从动同步带轮112；远指节30的传动方式为：传动绳311+导向轮组312+远端绳轮313。
- 特别需要注意的是，该方案采用蜗轮蜗杆传动控制近指节的方案，可以实现近指节的自锁，即不动；同时，将指尖控制定义为长距离传动，可以选择绳索、连杆、齿轮、带轮等多种方式。

图：腾讯灵巧手正面图

图：腾讯灵巧手俯视图



图：蜗轮蜗杆20图示



三、相关标的及风险提示

行业评级：
人形机器人目前处于技术突破、商业化落地初期，板块表现相对领先，因此，我们维持灵巧手所在的人形机器人行业“推荐”评级。

相关投资标的：
1) 微型电机供应商及灵巧手供应商：兆威机电、鸣志电器等；2) 腱绳及材料供应商：南山智尚等；3) 传感器：柯力传感等；4) 柔性皮肤：汉威科技、福莱新材等；5) 运控：固高科技、雷赛智能等。

表：相关标的梳理（截至2025年3月10日）

分类	标的	代码	总市值（亿元）	PE			主营
				2024E	2025E	2026E	
电机	兆威机电	003021	387.14	175.71	138.87	109.85	微型驱动系统供应商，提供高性能伺服电机、减速箱和齿轮零部件
	鸣志电器	603728	342.06	410.30	206.95	151.98	运动控制及智能照明产品综合制造商，提供电机、伺服控制器和运动控制器产品
腱绳	南山智尚	300918	74.08	34.91	28.06	23.02	超高分子量聚乙烯新材料产品，能够满足军事、航空航天、海洋开发等产业应用
	大业股份	603278	44.16	-	-	-	轮胎骨架材料行业和胎圈钢丝行业制造商，主营业务包括胎圈钢丝钢帘线等。
传感器	柯力传感	603662	216.82	68.29	57.39	48.76	传感器以及工业物联网系统及多场景应用解决方案供应商
柔性皮肤	汉威科技	300007	159.86	-	-	-	气体传感器及仪表制造商、物联网解决方案提供商，提供柔性压力传感器
	福莱新材	605488	109.37	119.04	94.93	79.22	涂布多功能复合材料供应商，推进研发柔性触觉传感器
运控	固高科技	301510	177.48	-	-	-	运动控制及智能制造核心技术与开发
	雷赛智能	002979	155.90	75.38	58.38	45.73	运动控制产品和解决方案提供商

各公司盈利预测均来源于wind一致预期

- ◆ **人形机器人行业进展不及预期风险：**人形机器人行业硬件技术及软件技术（大脑及大模型、小脑及运控技术等）发展低于预期，技术路径存在较大争议，应警惕未来技术落地慢，短期市场炒作过热的风险；
- ◆ **中美贸易冲突超预期风险：**若美国对人形机器人中国配套供应链厂商加强技术封锁和关税限制，将对机器人国产产业链中的企业技术革新造成不利影响，增加关税负担和经营成本等；
- ◆ **灵巧手核心技术迭代不及预期的风险：**当前各家公司灵巧手的技术路径存在较大差异，存在驱动方案、传动方案等多种路径，最终的技术路线仍未确定；
- ◆ **重点关注公司业绩不及预期风险：**灵巧手未来技术路线不确定性大，放量时间节点未确定，存在前期投入成本难以收回的风险；涉及上游零部件供应商众多，行业竞争较为激烈；
- ◆ **报告中使用的公开资料滞后性风险：**人形机器人行业技术方案多样，迭代速度快，研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。

机械小组介绍

张钰莹，机械行业首席分析师，致力于前瞻研究及深度研究，擅长自上而下与自下而上相结合挖掘机械板块投资机会。

分析师承诺

张钰莹，本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；
中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；
回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；
增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%~20%之间；
中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%~10%之间；
卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，也不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 机械研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597