

# 经典五指灵巧手拆机：医疗假肢篇

## ——人形机器人专题（二）

作者：光大环保电新 殷中枢、黄帅斌

2023年11月18日

目 证券研究报告

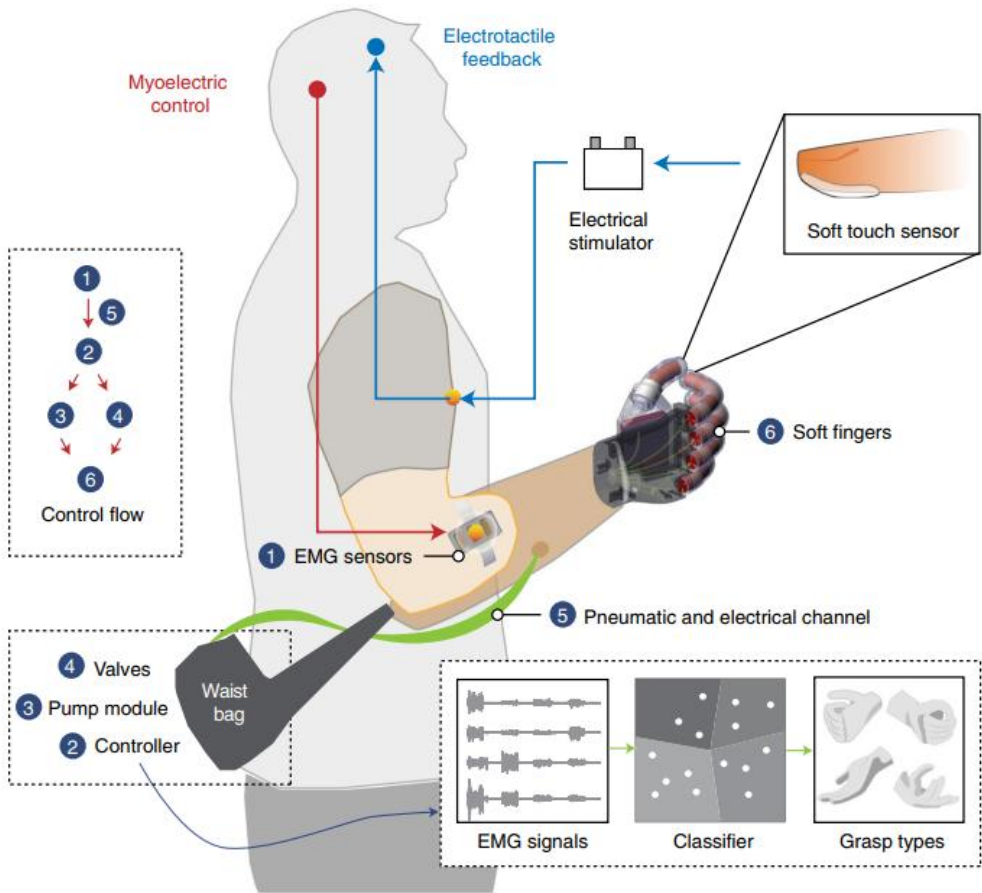
# 并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用概述
- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用案例
- 投资建议
- 风险分析

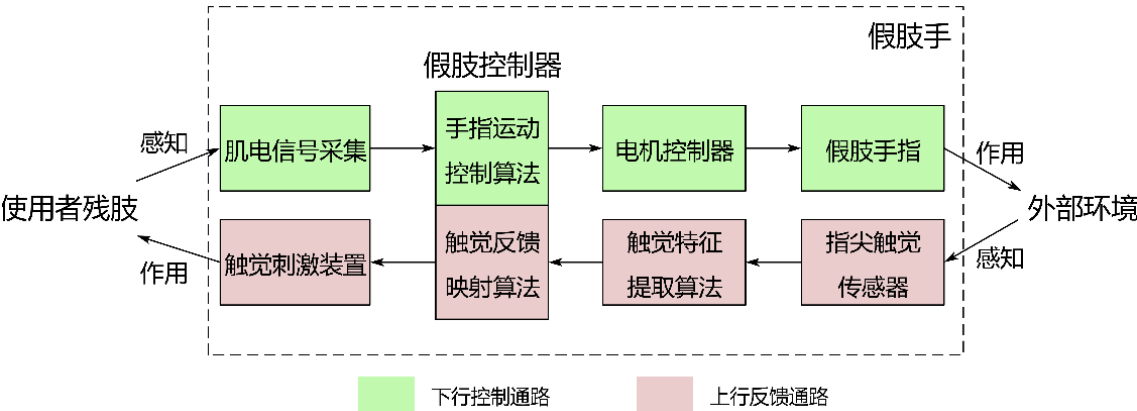


图1：医疗假肢的控制原理



资料来源：Guoying Gu 《A soft neuroprosthetic hand providing simultaneous myoelectric control and tactile feedback》

图2：医疗假肢的控制与反馈



可穿戴式肌电仿生假肢手的控制与反馈机制与人形机器人五指灵巧手高度相符。整体模块可以分为下行控制通路和上行反馈通路两部分。下行控制通路将残肢肌肉的肌电信号进行采集后，输入假肢控制器中的运动控制算法内生成电极控制指令以驱动假肢手指运动。上行反馈通路将假肢手指尖的力、振动等传感器信息通过特征提取算法输入触觉反馈映射算法中，算法输出触觉刺激装置的驱动指令向使用者提供触觉反馈信息。

资料来源：高兆龙《仿生假肢手抓握运动中的控制及电触觉反馈方法研究》



图3：假肢手的发展历程（按照功能性）

装饰型假肢手



身体驱动型假肢手



主动型假肢手



假肢手的发展历程按照功能性可以分为几个阶段：装饰型假肢手、身体驱动型假肢手和主动型假肢手。装饰型假肢手起源最早，但缺乏功能性；身体驱动型假肢手固定在人体躯干部，通过线缆进行控制，能显著提高截肢患者的日常生活质量，但只能完成简单的动作，且占用注意力和体力；主动型假肢手使用电机作为动力源以减少使用者的负担，不仅更加美观，还具有更高的自由度。一方面能更加智能地完成运动任务，另一方面还能根据传感信息提供触觉反馈。

资料来源：高兆龙《仿生假肢手抓握运动中的控制及电触觉反馈方法研究》



图4：肌肉控制信息采集技术

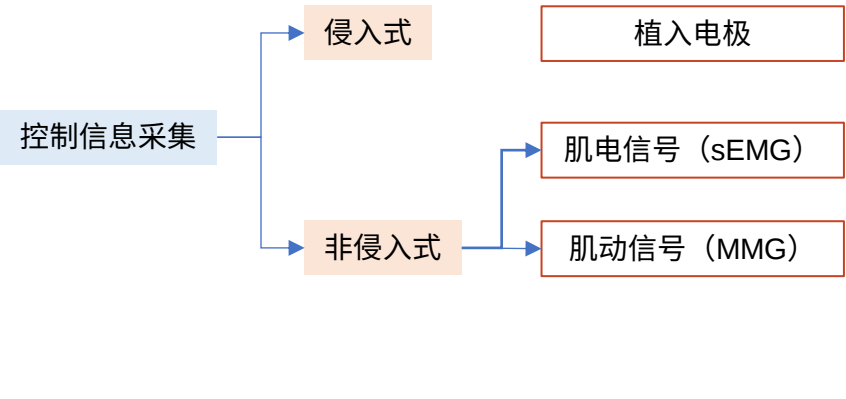


图5：常用的表面肌电信号采集传感器

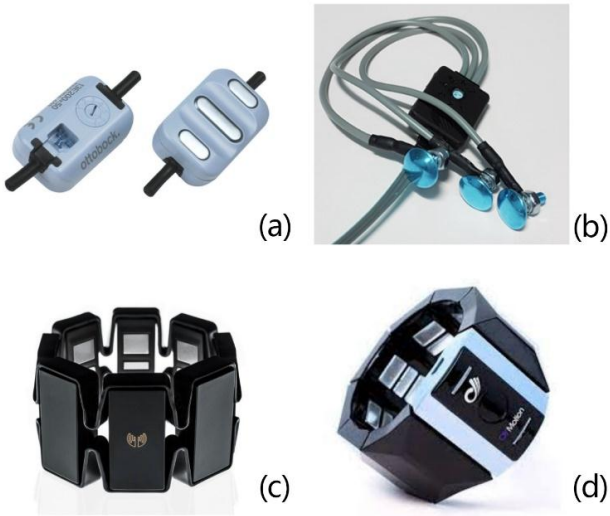


图6：常用的表面肌动信号采集传感器



资料来源：高兆龙《仿生假肢手抓握运动中的控制及电触觉反馈方法研究》

资料来源：高兆龙《仿生假肢手抓握运动中的控制及电触觉反馈方法研究》

资料来源：段涛《基于肌动信号与肌电连续信号的假肢手控制研究》

主动型仿生假肢手通常使用佩戴者的生理信号作为控制信号的来源。根据采集传感器侵入性的不同可以分为侵入式和非侵入式两种。侵入式假肢手使用植入中枢神经系统或外周神经系统中的电极作为信号采集装置。

事实上目前市售的绝大多数主动型假肢手多使用的是非侵入式控制信号。而其中使用最多的是表面肌电（Surface electromyograph, sEMG）信号。sEMG信号产生于被神经元所激活的骨骼肌，并从肌肉外的皮肤表面使用电极进行采集。信号包含了神经元发出的运动控制信息，能直接反映人的运动意图。另一种检测肌肉活动的方法是基于肌动信号（Mechanomyography, 简称MMG）发生的，它可以测出肌肉收缩过程中的机械信号。机械信号是肌肉收缩时产生的低频振动或声音形式的机械振动，因此可通过机械振动来反映肌肉活动。通常检测MMG的设备有加速度计、声音传感器以及电容传感器等。



图7：海外商业化假肢手



i-limb

Bebionic

Vincent

目前国外已经成熟的多自由度商业化假肢手有英国Touch Bionics公司研发的Ilimb假肢手，英国RSLSteeper公司研发的Bebionic假肢手以及德国 Vincent公司研发的假肢手。特点是自由度高、可以完成例如力量抓握、侧捏、精捏等不同动作，但其价格昂贵（国内购买价格在30万以上），且重量大于500g。

资料来源：郑悦《高仿生性能假肢设计研发及应用研究》

国内产品化的假肢手也是日益增多，包括上海傲意信息科技有限公司研发的Ohand假肢手，深圳市心流科技有限公司研发的Brain Robotics假肢手，上海科生假肢有限公司研发的MH系列假肢手，丹阳假肢厂有限公司研发的FSQ假肢手。这几款都是多自由度的仿人手外观的假肢手，价格与国外相比较低，但仍然存在外观不够仿生，以及重量大等问题。

图8：国产商业化假肢手



Ohand

BrainRobotics

MH系列

FSQ

- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用概述
- **五指灵巧手在医疗价值领域的应用案例**
- 投资建议
- 风险分析

# 五指灵巧手在医疗价值领域的应用案例

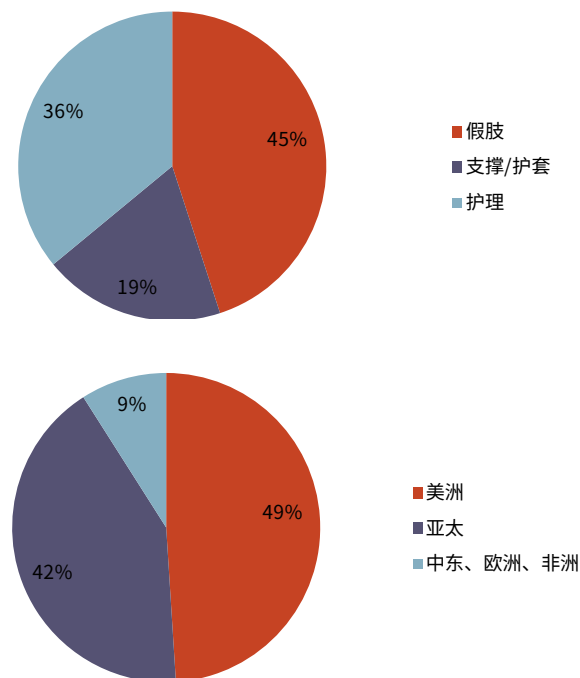


图9: Össur公司主要产品



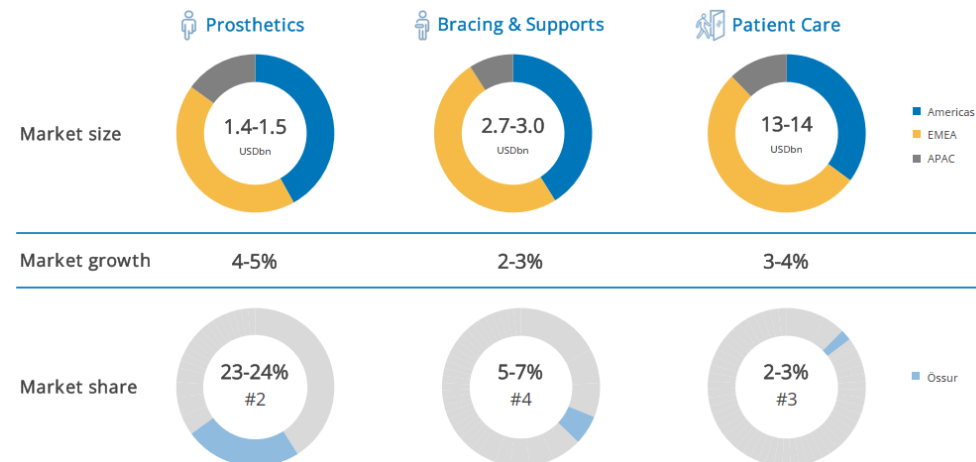
资料来源: Össur公司官网

图10: Össur公司营收结构 (2022年)



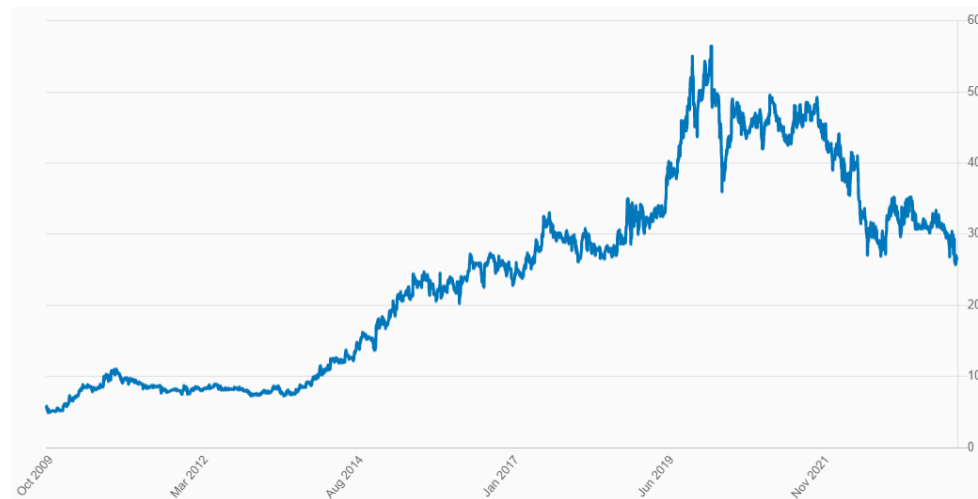
资料来源: Össur公司官网

图11: Össur公司市场前景 (2022年)



资料来源: Össur公司官网

图12: Össur公司股价表现 (截至2023年11月10日)



资料来源: Össur公司官网; 单位: 欧元

Össur于1971年成立, 1999年首次在冰岛证券交易所上市, 通过一系列战略性收购迅速扩张。2009年奥索在纳斯达克哥本哈根股票交易所正式挂牌上市。总部设在冰岛, 拥有3000多名员工, 跨越18个地区, 业务遍布美国、欧洲和亚洲, 在多个市场有众多经销商。2022年营收7.2亿美金, 其中近一半来自于美洲, 营收中45%来自于假肢。在假肢手方面主打产品为I Limb 系列。

请务必参阅正文之后的重要声明



图13: Ottobock公司主要产品



Ottobock于1919年成立，产品聚焦于微处理器控制的膝关节，如C-腿(可通过应用程序控制)、计算机控制的C-支腿矫正器、多关节的双仿生手、大功率轮椅和用于人体工程学工作场所的外骨骼。2022年营收13亿欧元，在全球近60个国家拥有超过9000名员工，并运营400多个护理中心。

在假肢手领域，Ottobock公司主打产品为Michelangelo米开朗基罗智能仿生手，后收购英国RSL Steeper公司，获得Bebionic 毕加索智能仿生手产品。

资料来源：Ottobock公司官网



图14: Bebionic Hand



作者: RSL Steeper (英国) ;

发明时间: 2011年;

设计层面: 欠驱动结构, 具有11个自由度和5个驱动器; 高度仿生, 是目前最接近人手的假肢之一; 每个手指都有独立的电机, 可以实现精准抓握。连杆传动以及每根手指2DoF的低自由度设计, 具备极佳的可靠性与实用性;

动力源: 直流电机驱动;

结构形式: 驱动器内置;

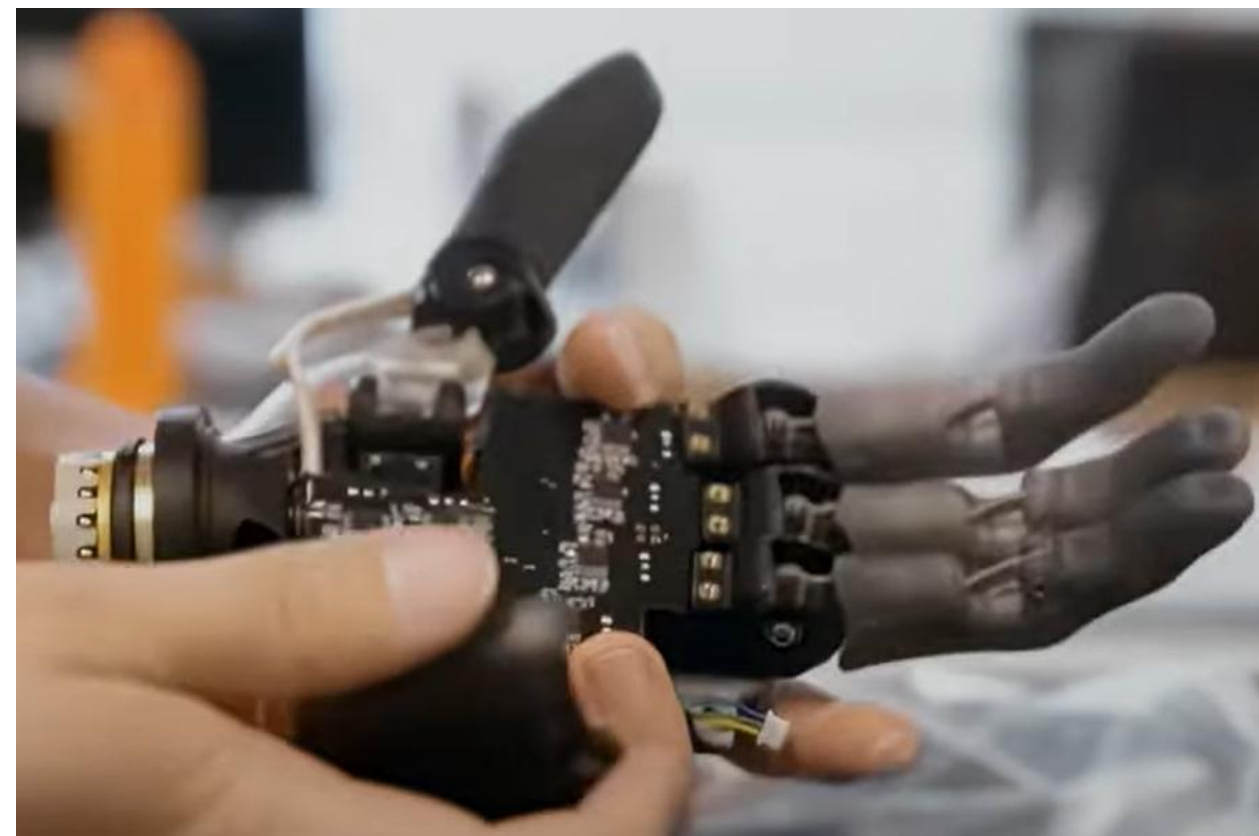
传动方案: 连杆传动;

应用领域: 商业化产品, 用作医疗领域假肢产品。

资料来源: Ottobock官网



图15: Bebionic Hand



资料来源：Youtube平台Ottobock Professionals官方主页

请务必参阅正文之后的重要声明

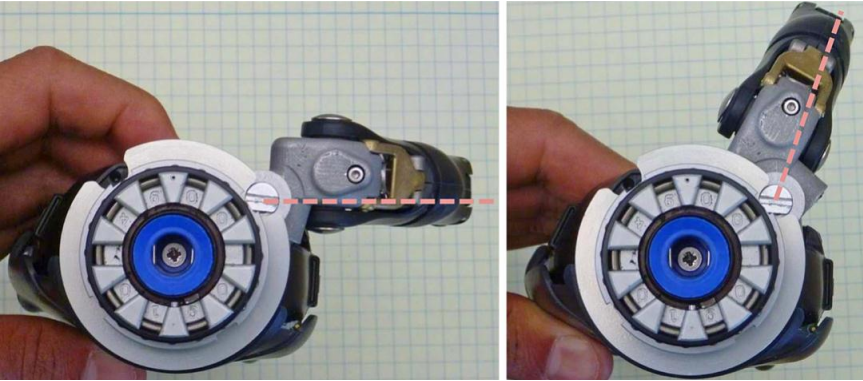


图16: Bebionic Hand的特点



资料来源: Ottobock官网

图17: Bebionic Hand的拇指旋转轴 (从底部看)



资料来源: Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》

表1: Bebionic Hand的参数对比

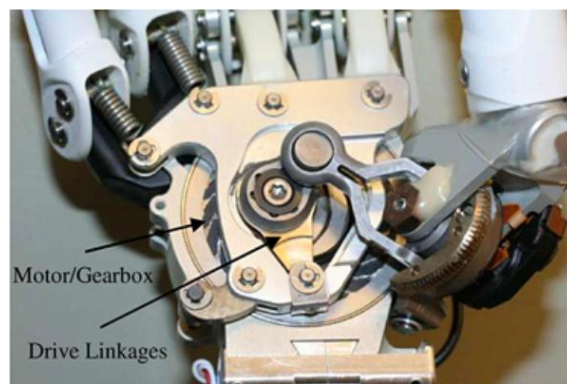
|              | 横向抓握(N)        | 手掌抓握(N)        | 手指抓握速度                                                           | 大小                                |
|--------------|----------------|----------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| iLimb Pulse  | 17.04 or 32.10 | 10.82 or 17.11 | 1.2 s (power grasp)                                              | 180–182 mm长, 80–75 mm宽, 35–45 mm厚 |
| Bebionic     | 17.61          | 29.47          | 1.9 s (power grasp), 0.8 s (tripod grasp), 1.5–1.7 s (key grasp) | 198 mm长, 90 mm 宽, 50 mm 厚         |
| Bebionic v2  | 16.4           | 22.53          | 0.9 s (power grasp), 0.4 s (tripod grasp), 0.9 s (key grasp)     | 190–200 mm长, 84–92 mm宽, 50 mm厚    |
| Michelangelo | 50.84          | 78.14          |                                                                  |                                   |

资料来源: Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》

请务必参阅正文之后的重要声明



图18: Michelangelo Hand



作者: Ottobock;

发明时间: 2012年;

设计层面: 5指结构; 具有6个关节和2个驱动器, 为欠驱动结构, 一个驱动器负责进行抓取, 另外一个驱动器来驱动拇指; 轻便;

传动方案: 凸轮连杆;

商业化与否: 商业化产品。

资料来源: Ottobock官网、Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》



图19: Michelangelo Hand产品特点



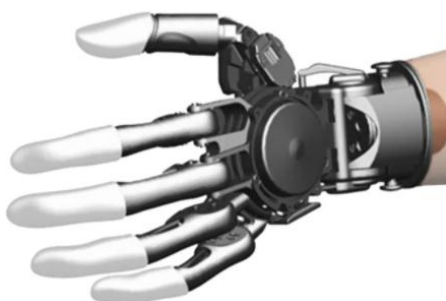
## 仿生手指结构

仿生的手指由特殊的柔性硅胶及坚硬的硬质材料结合，接近自然的手指的触感及外形。



## 肌电信号控制的独立的拇指功能

拇指可以在不同的位置，通过肌电信号控制，不仅可以实现对掌的运动，还可以内收及外展，实现侧面的抓握动作。灵活实现多种动作，弥补大拇指的功能。同时，手掌可以打开到非常平的状态，可以托举物体。



## AxonMaster智能处理器

强大的驱动性能，负责控制抓握动作及抓握力度。主动式驱动组件是拇指、食指和中指。无名指和小指将被动地跟随这些动作。



## 椭圆形的仿生手腕

椭圆形AxonWrist仿生手腕具有生理腕关节的外观。当置于放松模式的时候，腕关节可以掌伸、掌屈，同时还可以被动的旋转手腕。自然的放松状态，腕关节非常美观自然，用户还可以与朋友友好的握手。



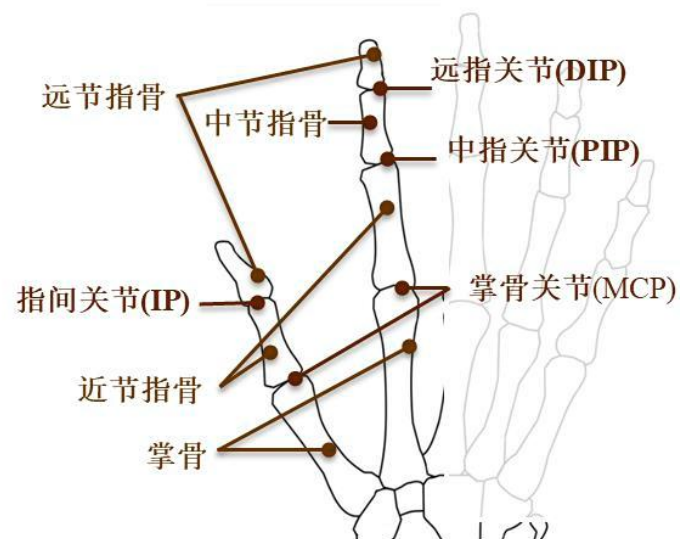
## 主驱动装置

基于Axon-Bus智能总线系统的主驱动装置，可以瞬间完成海量数据的精准传输。米开朗基罗智能仿生肌电手的控制是以Axon-Bus系统为基础。这是从航空领域和汽车工业的自动化系统中发展的技术，可以满足假肢装配的要求。带给用户新的体验。

资料来源：Ottobock官网

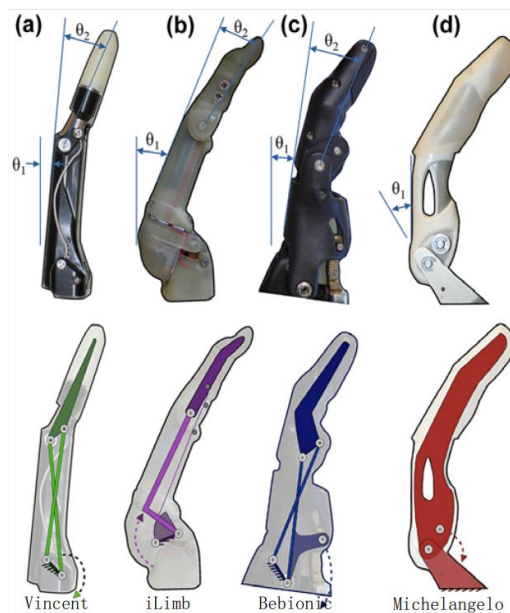


图20：人手骨骼与关节结构



资料来源：郑悦《高仿生性能假肢设计研发及应用研究》

图21：不同假肢手关节耦合结构



资料来源：Joseph T. Belter《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》

图22：Michelangelo Hand（左手）



资料来源：Ottobock官网

人手骨骼中，食指、中指、无名指和小指分别由3块指骨和一块掌骨组成，三块指骨分别为远节指骨、中节指骨和近节指骨。指骨之间的关节依次是远指关节（DIP关节）、中指关节（PIP关节）和掌骨关节（MCP关节）。常见的商用假肢手中，Vincent、iLimb、Bebionic各有一个近端关节（类似MCP）和一个远端关节（类似PIP+DIP）。而Michelangelo Hand的手指仅由单端组成，单点驱动的模式，类似于人手的MCP关节。

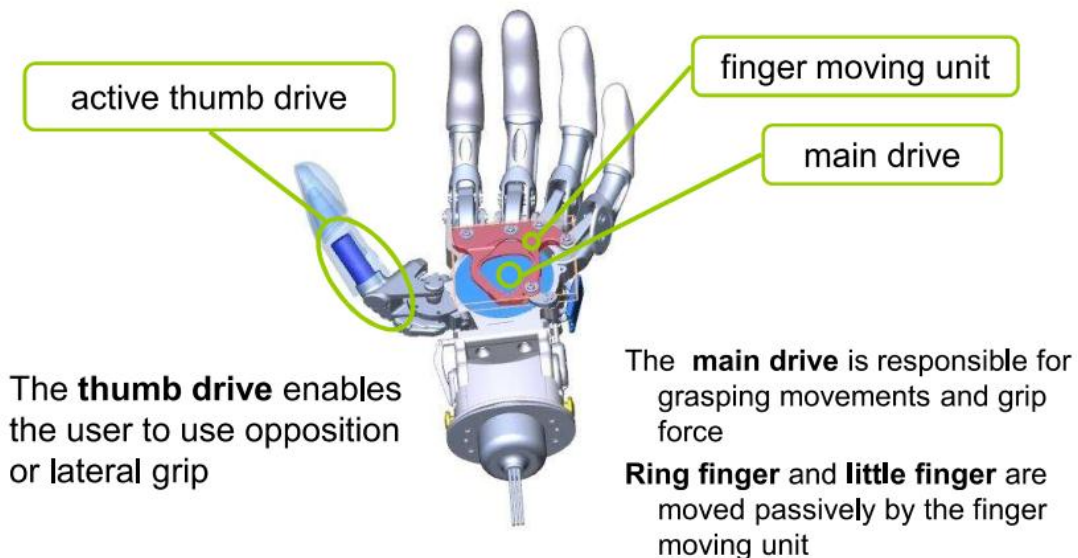


图23: Michelangelo Hand内部结构



资料来源: Ottobock官网

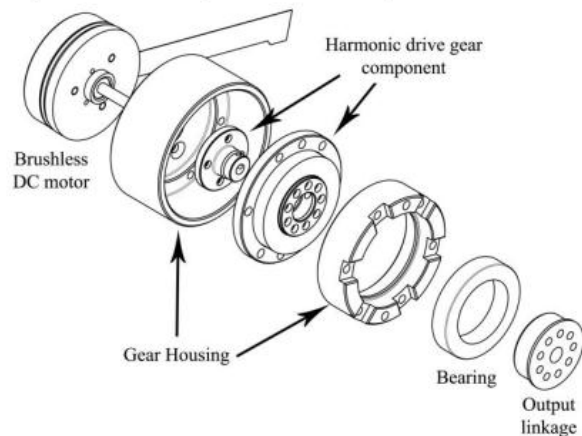
图24: Michelangelo Hand驱动部件结构



资料来源: Ottobock官网

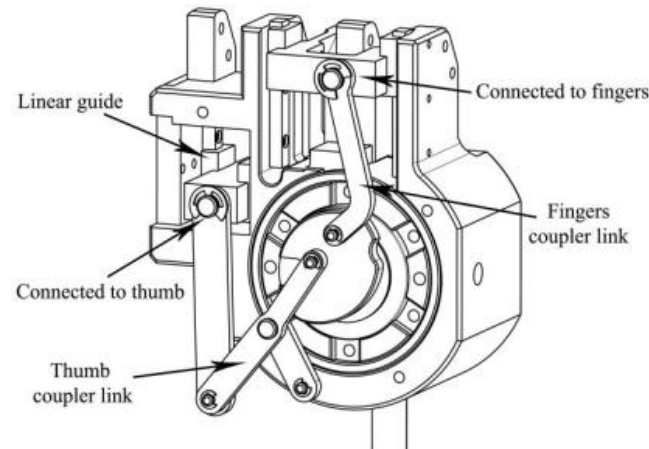
Michelangelo Hand包含两个驱动单元，其中拇指驱动器使用户能够使用反向或侧向握持；主传动单元负责抓取动作和握力，无名指和小指由手指移动单元被动移动。

图25: 执行器结构 (爆炸图)



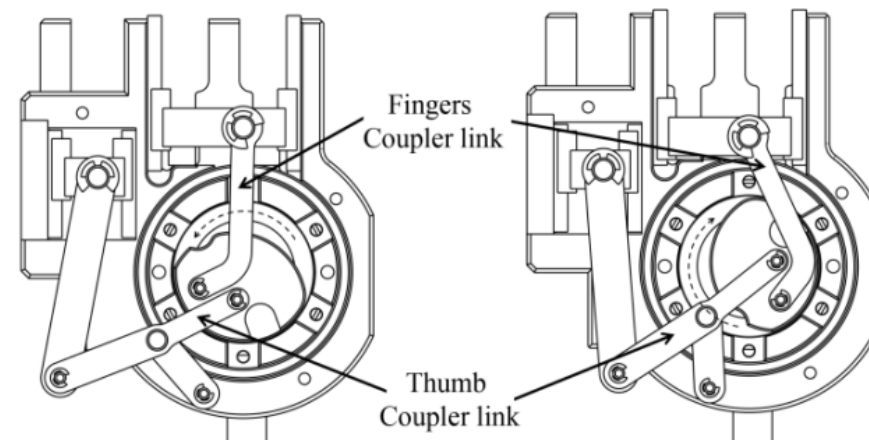
资料来源: Panipat Wattanasiri 《Design of Multi-Grip Patterns Prosthetic Hand With Single Actuator》

图26: 执行器结构



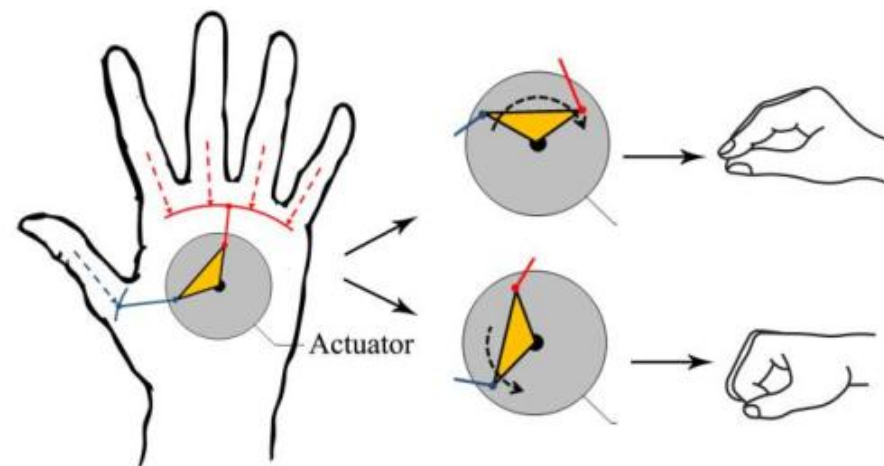
资料来源: Panipat Wattanasiri 《Design of Multi-Grip Patterns Prosthetic Hand With Single Actuator》

图27: 执行器的两种运行模式



资料来源: Panipat Wattanasiri 《Design of Multi-Grip Patterns Prosthetic Hand With Single Actuator》

图28: 执行器的两种运行模式示意图



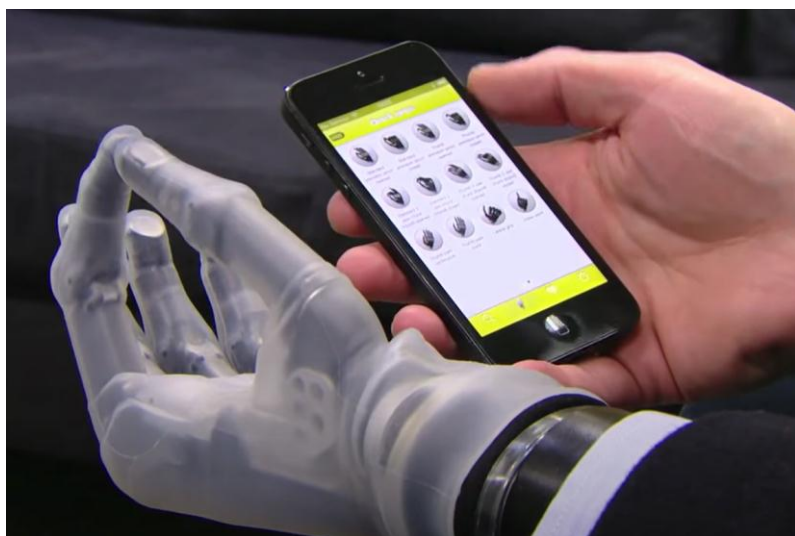
资料来源: Panipat Wattanasiri 《Design of Multi-Grip Patterns Prosthetic Hand With Single Actuator》

为了更好地理解Michelangelo Hand的主驱动,我们选取Panipat Wattanasiri的单驱动器假肢手作为说明。执行和传动部件包括转矩0.239Nm的Maxon EC45-30W直流无刷电机,和齿轮比100:1的Harmonic drive gear CSD-14-100-2A-R。

执行器放置在手内部,旋转轴垂直于手手掌,该机构分别连接到四个手指和拇指。当机构沿一个方向致动时,会发生精准抓取,而当机构沿相反方向致动时,会发生力量抓握。



图29: I Limb Ultra



作者: Touch Bionics (英国) ;

发明历程: Touch Bionics于2009年推出了I Limb; 2010年推出了I Limb Pulse; 而后在2013年推出了I Limb Ultra。目前公司在售的有I Limb Ultra、I Limb Quantum、I Limb Access、I Limb Access titanium;

设计层面: 欠驱动结构, 具有11个关节和6个驱动器; 肌电控制; 五个手指可以单独活动。可通过蓝牙连接到iPhone, 用户可以通过点击屏幕快速地选择手势;

结构形式: 驱动器内置;

动力源: 直流电机;

传动方案: 蜗轮传动;

传感器: 没有装配触觉传感器;

特点: 第一款可以由手机应用控制的假肢;

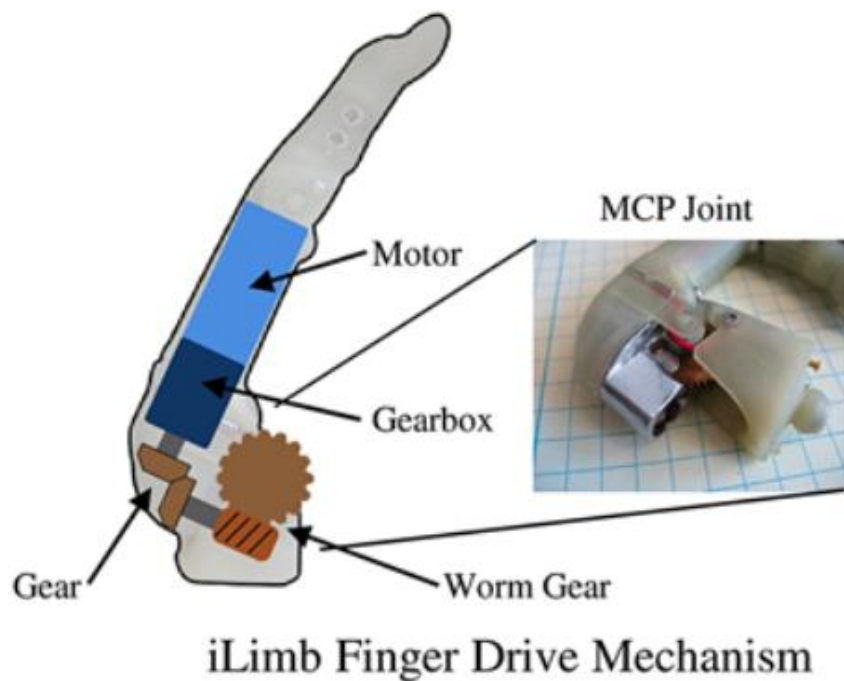
应用领域: 商业化产品, 用于医疗领域, 可用作假肢。

资料来源: Touch Bionics官网; Ossur官网;  
Dannereder F, Pachschwöll P H, Aburaia M, et al. Development of a 3D-Printed Bionic Hand with Muscle-and Force Control[C].  
Belter J T, Segil J L, SM B S. Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands: a review[J].

请务必参阅正文之后的重要声明

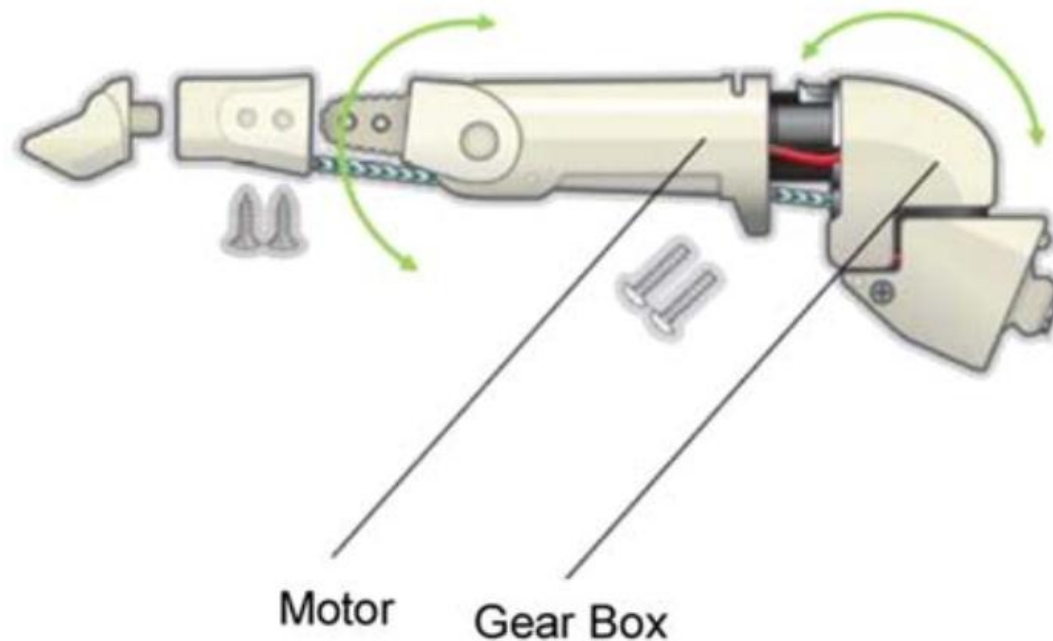


图30: I Limb Ultra hand 手指结构



资料来源: Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》

图31: I Limb Ultra hand 手指结构



资料来源: Andrea G. Cutti 《A Motion Analysis Protocol for Kinematic Assessment of Poly-Articulated Prosthetic Hands With Cosmetic Gloves: MOTION ANALYSIS PROTOCOL For PROSTHETIC HANDS》

I Limb Ultra hand的一大特点是,手指电机安装在近指骨中,使蜗杆相对于固定蜗轮旋转以弯曲手指,在电机和蜗杆传动装置之间使用一组锥齿轮以传递角度。在远端关节则应用了腱绳传动的方式。除了五根手指中分布的五个电机外,手掌中的第六个电机可以实现拇指的外翻/内转,从而实现更多的抓握功能。



图32: Vincent Hand完整版



资料来源: vincentssystem官网

图33: Vincent Systems在售版本



资料来源: vincentssystem官网

作者: Vincent Systems (德国);

发明历程: 公司于2010年推出Vincent Hand。目前公司在售的有Vincent young3+、Vincent evolution4、Vincent partial4三个版本。

设计层面: 高度仿生; 高度集成, 手掌部分集成了6个电机和驱动电路、机械传动结构; 欠驱动结构, 具有11个DOF和6个DOA;

结构形式: 驱动器内置;

动力源: 流电机;

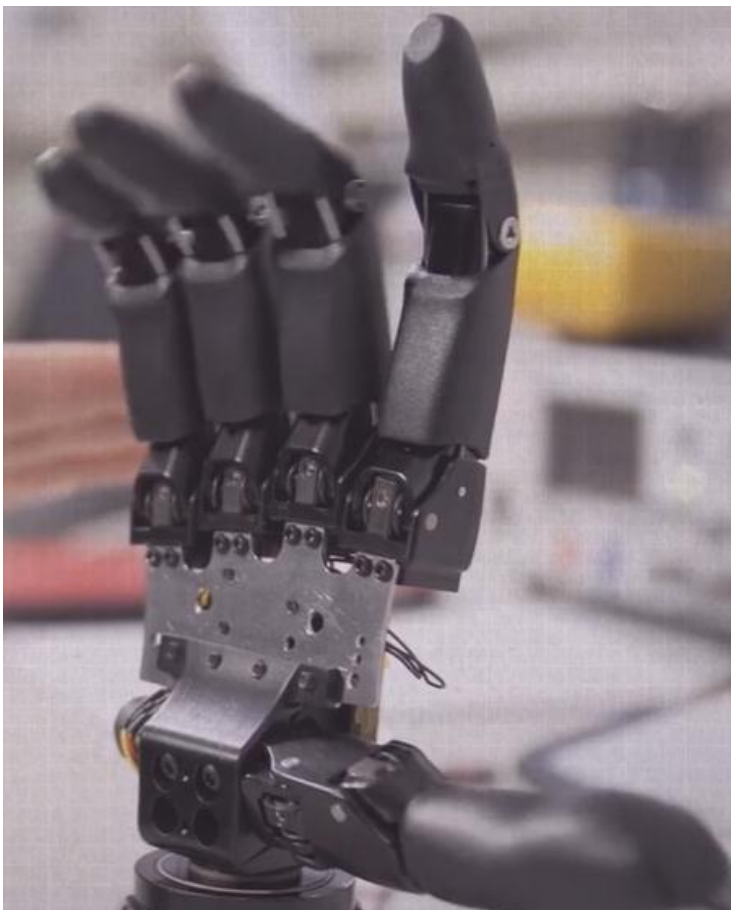
传动方案: 蜗轮传动;

应用领域: 商业化产品。

请务必参阅正文之后的重要声明



图34: Vincent Hand内部结构



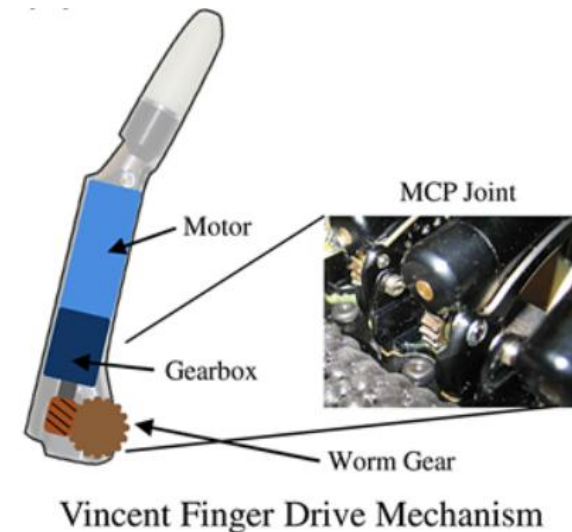
资料来源: Youtube平台Endolite官方主页

图35: Vincent Hand指尖结构



资料来源: Youtube平台Endolite官方主页

图36: Vincent Hand手指结构



资料来源: Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》

与Limb Ultra Hand类似,通过在手指中引入直径仅10mm的电机,Vincent Hand实现了对单个手指的独立驱动。四根手指中各自配备独立的驱动器,并通过四连杆驱动远端关节。拇指的掌指关节由两个独立的电机驱动。整体采用航空级铝合金制成,以确保足够的拉伸强度和最小的总重量。



表2：主流医疗假肢手参数对比

| 灵巧手          | 电机类型                                                     | 传动比（电机到掌指关节） | 开发者                          | 重量(g)   | 关节数量 | 自由度 | 驱动器数量 | 驱动方式      | 关节耦合方式 | 自适应抓取 |
|--------------|----------------------------------------------------------|--------------|------------------------------|---------|------|-----|-------|-----------|--------|-------|
| Vincent      | Maxon 1017                                               | —            | Vincent Systems              |         | 11   | 6   | 6     | 直流电机-蜗轮蜗杆 | 连杆     | √     |
| iLimb        | Maxon RE 10 4.5 V 1.5W Part # 118394                     | 1600:01:00   | Touch Bionics                | 450-615 | 11   | 6   | 5     | 直流电机-蜗轮蜗杆 | 腱      | √     |
| iLimb Pulse  | Maxon RE 10 4.5 V 1.5W Part # 118394                     | 1600:01:00   | Touch Bionics                | 460-465 | 11   | 6   | 5     | 直流电机-蜗轮蜗杆 | 腱      | √     |
| Bebionic     | Custom Linear Drive from Reliance Precision Mechatronics | —            | RSL Steeper<br>(被ottobock收购) | 495-539 | 11   | 6   | 5     | 直流电机-丝杠   | 连杆     | √     |
| Bebionic v2  | Custom Linear Drive from Reliance Precision Mechatronics | —            | RSL Steeper<br>(被ottobock收购) | 495-539 | 11   | 6   | 5     | 直流电机-丝杠   | 连杆     | √     |
| Michelangelo | Custom Modified Maxon EC45                               | —            | Otto Bock                    | ~420    | 6    | 2   | 2     | 连杆        | 凸轮设计   | ×     |

资料来源：Joseph T. Belter 《Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands》



图37: RIC Arm



资料来源: Tommaso Lenzi 《The RIC Arm—A Small Anthropomorphic Transhumeral Prosthesis》

作者: the Rehabilitation Institute of Chicago (美国) ;

发明初衷: 之前的设备大多专注于提高性能, 而牺牲了临床使用的其他关键因素, 如重量和体积, 这些因素会显著影响美容和舒适度, 因此设计一款轻便、更适合女性的机械手;

动力源: 无刷直流电机;

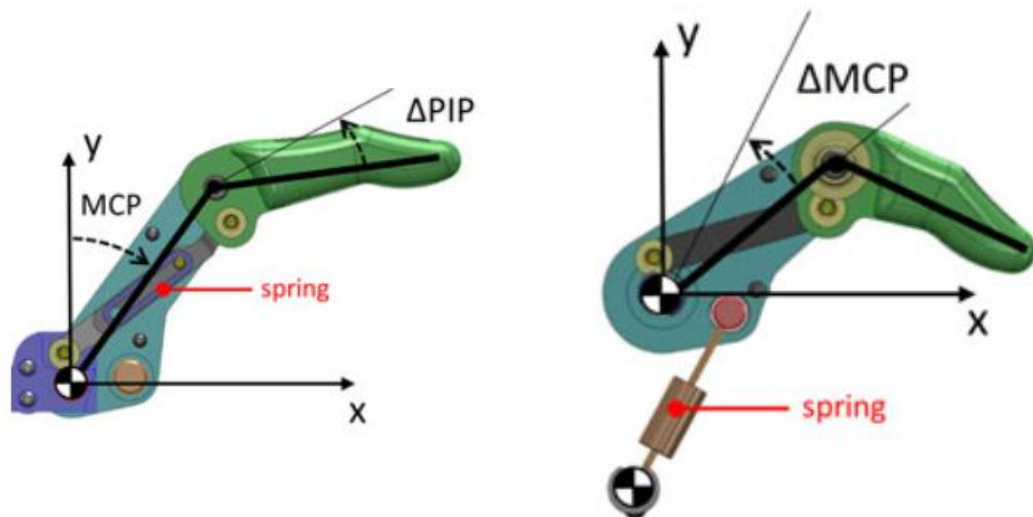
传动方案: 齿轮/滚珠丝杠;

传感器: 具有霍尔效应传感器和电流传感器;

应用领域: 用作假肢, 更适合女性。



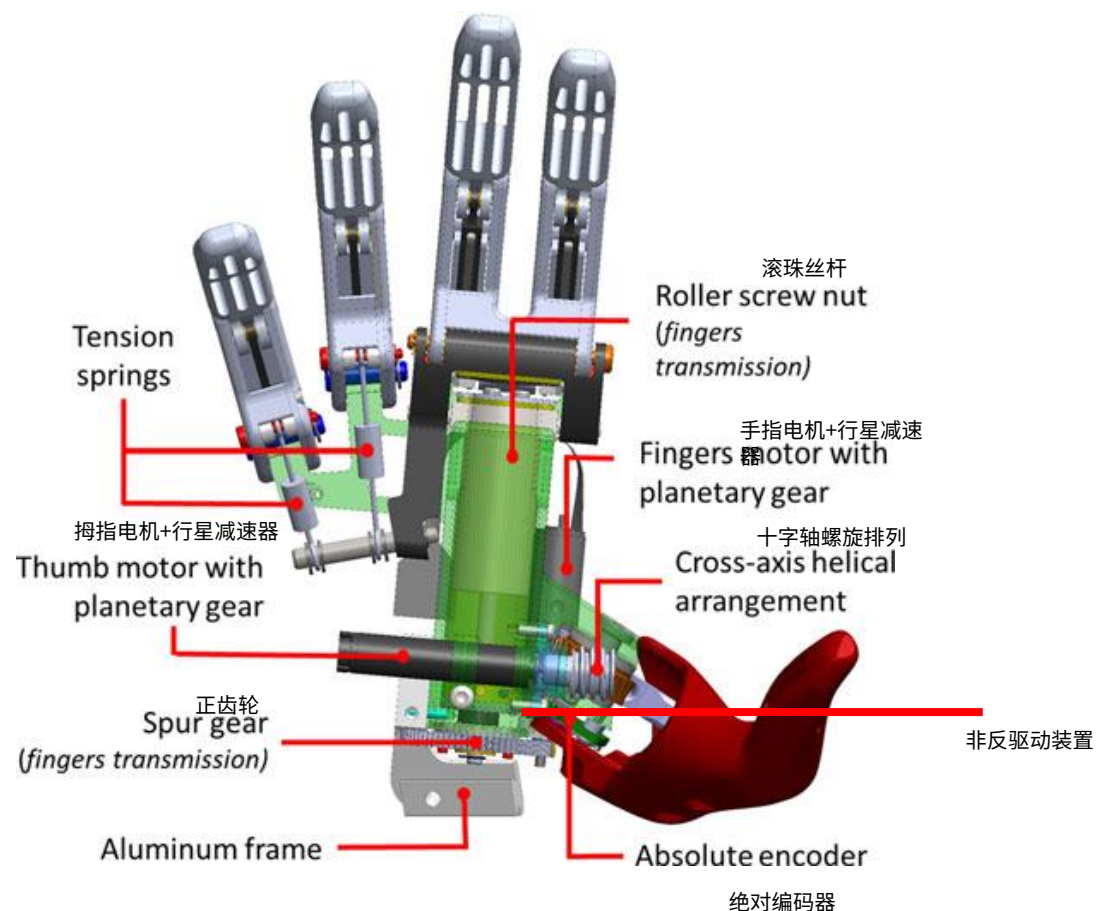
图38: RIC Arm手指结构



资料来源: Tommaso Lenzi 《The RIC Arm—A Small Anthropomorphic Transhumeral Prosthesis》

手指基于四连杆设计, 提供掌指 (MCP) 和近端指间 (PIP) 关节的耦合弯曲。所有手指均由商用无刷电机 (EC10, Maxon Motors) 驱动, 集成行星齿轮 (4:1)后通过正齿轮连接到行星滚柱丝杠 (Rollvis, 瑞士), 行星滚柱丝杠又连接到四连杆连杆机构。正齿轮和行星滚柱丝杠之间的不可反向驱动的离合器可保持抓握力, 而不会持续消耗电池电量。

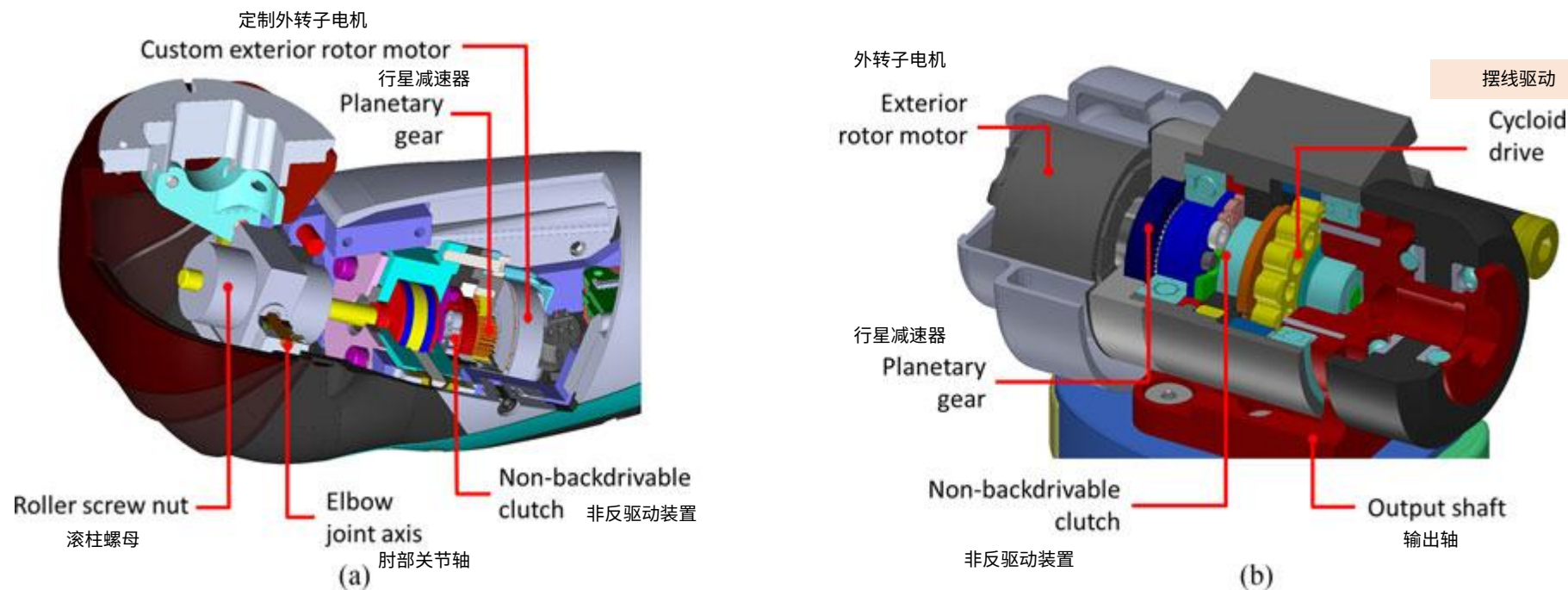
图39: RIC Arm手结构



资料来源: Tommaso Lenzi 《The RIC Arm—A Small Anthropomorphic Transhumeral Prosthesis》



图40：RIC Arm手肘内部结构

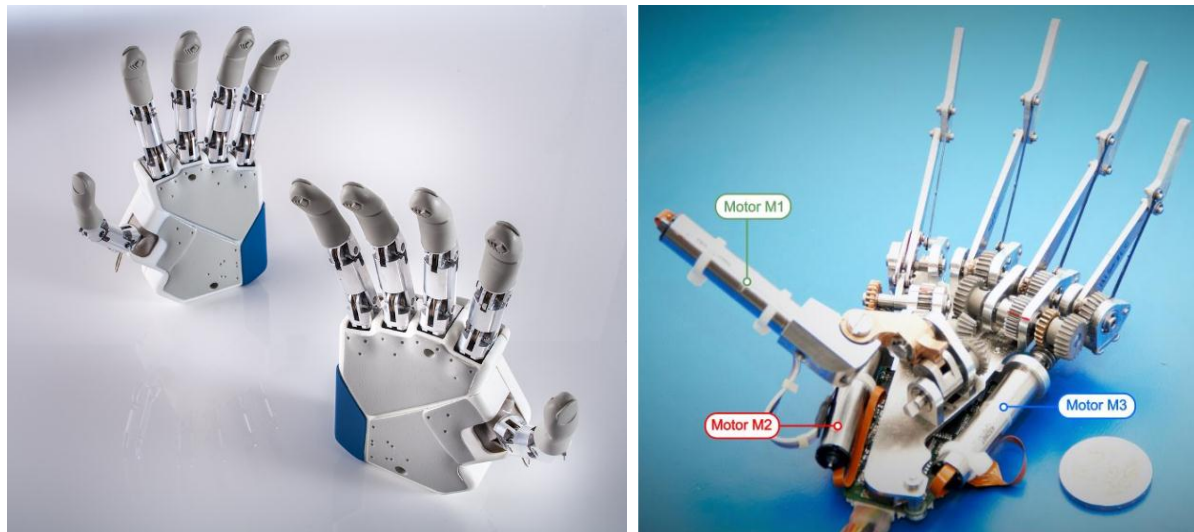


资料来源：Tommaso Lenzi 《The RIC Arm—A Small Anthropomorphic Transhumeral Prosthesis》

谐波传动和摆线传动具有相同的类型学，并且与行星齿轮等替代传动装置相比，可在紧凑的单级中实现高传动比且效率较高。谐波驱动器已在 BostonDigital Arm (Liberating Technologies, Inc.) 以及其他研究部门使用了数十年。然而，它们噪音很大，而且由于需要椭圆球轴承，很难在保持高效率的同时缩小尺寸。摆线传动装置最近已用于Michelangelo hand（美国ottobock），并提供了一种安静的替代方案，即使在低扭矩下也能实现高效率。



图41：SSSA MyHand



M1容纳在拇指的主体中并且驱动其屈曲延伸；M2容纳在手掌内部，并且可替代地驱动食指的弯曲/伸展和拇指的外展/内收；M3也位于手掌内，驱动中指、无名指和小指。

作者：比萨圣安娜高等学校（意大利）；

发明初衷：先进的假肢受功能、过重的限制，旨在设计一款克服这些限制的灵巧手

发明历程：该灵巧手于2016年被发明；

设计层面：欠驱动结构，有3个驱动器和10个关节；高度集成，驱动器分别置于大拇指和掌心，M1驱动大拇指，M2驱动大拇指的内收/外展，M3驱动中指、无名指、小指；灵巧轻便，重量为478克（M1、M2、M3为驱动器编号）；

结构形式：驱动器内置；

动力源：无刷直流电机（Maxon EC10，8 W\*3）+行星齿轮箱（64:1）；

传动方案：蜗轮蜗杆/连杆；

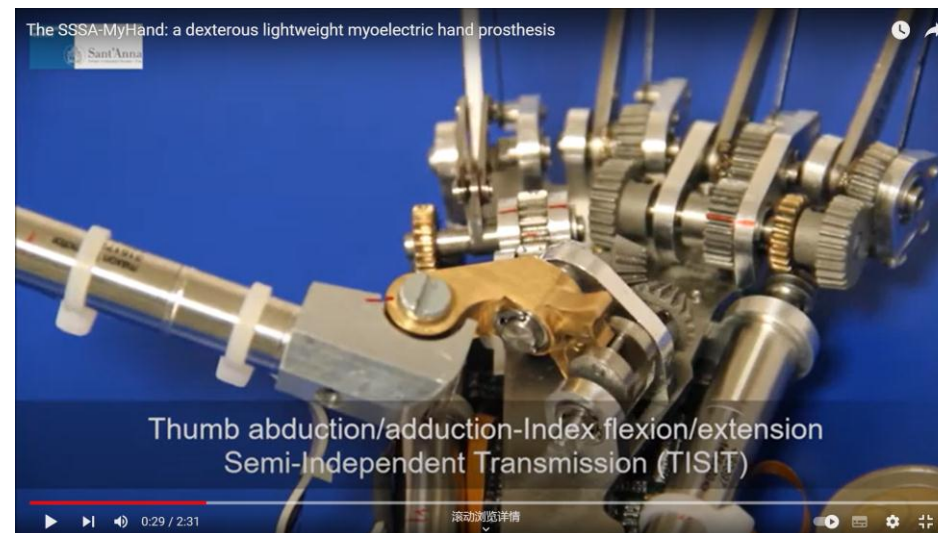
传感器：传感器系统包括位置传感器（电机中的霍尔效应传感器）、触摸传感器（指尖）和电机电流传感器（电流分阻器）；

应用领域：目前还未商业化，从最初设计的目的来看，未来有可能应用于医疗领域，作为假肢辅助生活。

资料来源：Marco Controzzi 《The SSSA-MyHand: a dexterous lightweight myoelectric hand prosthesis》



图42: SSSA MyHand内部结构



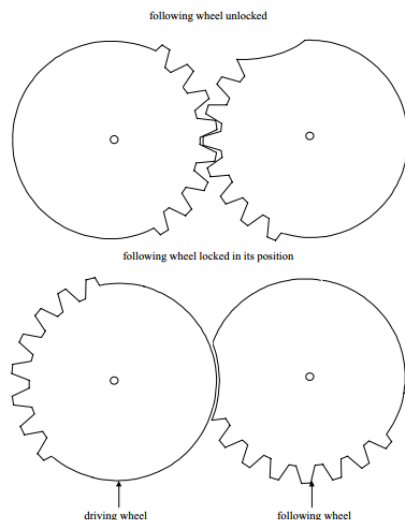
SSSA MyHand的一大创新之处在于拇指外展/内收、食指屈曲/伸展半独立传动 (TISIT)。基于日内瓦驱动器和四杆机构，这两个机构均由安装在执行器轴上的蜗轮并行驱动。日内瓦驱动器是一种齿轮机构，可将驱动轮（输入）的连续旋转运动转换为从动轮（输出）的间歇旋转运动。

资料来源：Marco Controzzi 《The SSSA-MyHand: a dexterous lightweight myoelectric hand prosthesis》

请务必参阅正文之后的重要声明



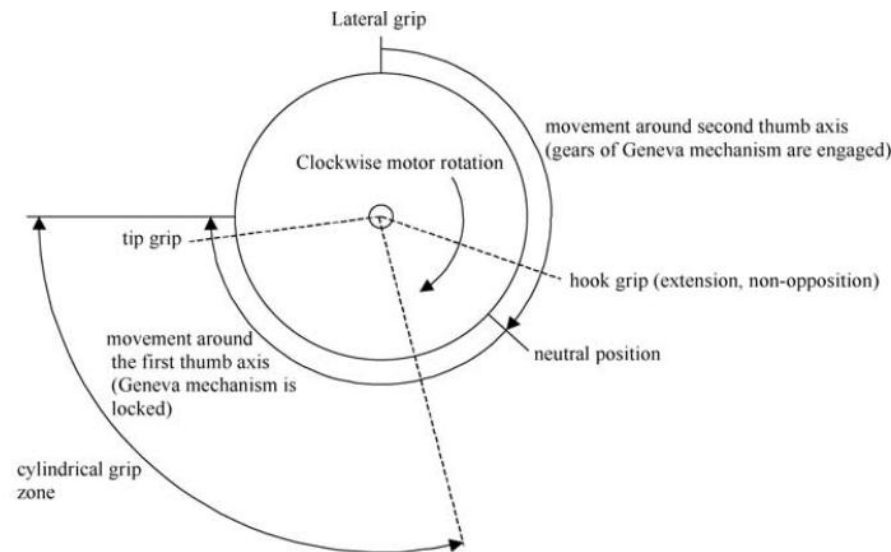
图43：日内瓦驱动器示意



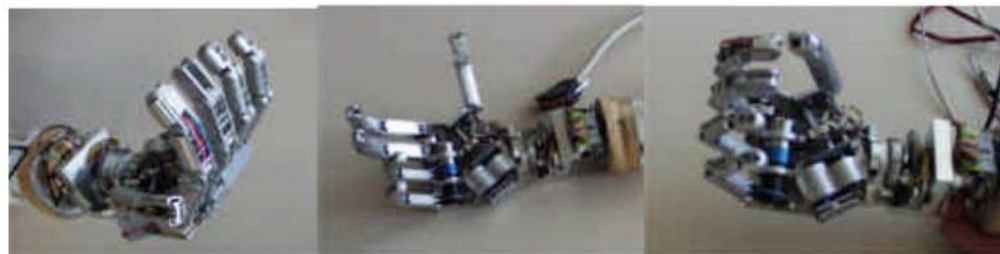
资料来源：J.L. PONS 《The MANUS-HAND\* Dextrous Robotics Upper Limb Prosthesis:Mechanical and Manipulation Aspects》

MANUS-HAND中同样用到了日内瓦驱动器。在一个运动周期中形成了两个运动阶段。第一个阶段，对应于圆柱形和尖端抓握，即拇指以相反的方式弯曲。第二个阶段，实现钩握和侧握，即拇指以非对抗模式弯曲。

图44：日内瓦驱动器与拇指运动示意



a) Transmission cycle implemented in the thumb mechanism



b) Concept of thumb neutral position

资料来源：J.L. PONS 《The MANUS-HAND\* Dextrous Robotics Upper Limb Prosthesis:Mechanical and Manipulation Aspects》

- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用概述
- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用案例
- **投资建议**
- 风险分析



人形机器人与人工智能技术不断突破，产业链正处于放量前夕，相关产业链面临巨大投资机遇。五指灵巧手作为人形机器人与外界交互的重要媒介，是机器人功能性的直接体现。这决定了在不同的应用场景下，五指灵巧手的设计要求必然有所差别。

五指灵巧手的关键部件包括：驱动源、传动装置、传感器。相比其他应用领域，医疗假肢领域五指灵巧手需要在尽可能轻便的前提下，满足日常活动所需的功能。因此，优秀的案例往往使用最少的电机与减速机，通过精巧的传动机构带动更多的可控自由度。如Michelangelo Hand（2个电机）、RIC Arm（2个电机）、SSSA MyHand（2个电机），实现的途径包括凸轮传动、日内瓦结构等。

由于医疗假肢领域五指灵巧手的自身定位，人体的各项传感系统可对灵巧手的位置、动作起到实时控制，因此医疗假肢领域五指灵巧手在传感体系较为弱化。

国产零部件厂商投资机会：1) 空心杯电机：建议关注鸣志电器、鼎智科技、伟创电气、拓邦股份；2) 行星减速器、丝杠：建议关注中大德、双环传动、贝斯特；3) 传感器：建议关注柯力传感。

- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用概述
- 五指灵巧手在医疗价值领域的应用案例
- 投资建议
- 风险分析



- (1) 产业化进程不及预期：目前人形机器人产业链成本仍较高，尚未具备确定的应用场景，若产业化进程不及预期，可能对供应链企业造成不利影响；
- (2) 竞争加剧风险：产业界对人形机器人高度关注，若后续丝杠、空心杯电机、减速器等领域竞争加剧，可能对供应链企业造成不利影响；
- (3) 核心技术进步不及预期：人形机器人的产业化推进有赖于AI、自动驾驶、以及相关零部件的核心技术持续进步，若后续核心技术进步不及预期，可能对产业链落地造成负面影响。

# 衷心 感谢

光大证券研究所



电新环保研究团队

## 殷中枢（首席分析师）

📄 执业证书编号：S0930518040004  
☎ 电话：010-58452071  
✉ 邮件：yinzs@ebscn.com

## 黄帅斌（分析师）

📄 执业证书编号：S0930520080005  
☎ 电话：0755-23915357  
✉ 邮件：huangshuaibin@ebscn.com

## 和霖（分析师）

📄 执业证书编号：S0930523070006  
☎ 电话：021-52523853  
✉ 邮件：helin@ebscn.com

## 郝骞（分析师）

📄 执业证书编号：S0930520050001  
☎ 电话：021-52523827  
✉ 邮件：haoqian@ebscn.com

## 陈无忌（分析师）

📄 执业证书编号：S0930522070001  
☎ 电话：021-52523693  
✉ 邮件：chenwuji@ebscn.com

## 分析师声明

本报告署名分析师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、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不曾与、不与、也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 行业及公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；  
增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；  
中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；  
减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；  
卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；  
无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。  
基准指数说明：A股市场基准为沪深300指数；香港市场基准为恒生指数；美国市场基准为纳斯达克综合指数或标普500指数。

## 特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）成立于1996年，是中国证监会批准的首批三家创新试点证券公司之一，也是世界500强企业——中国光大集团股份公司的核心金融服务平台之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。