

证券研究报告 | 电力设备 | 2025年04月23日

电力设备与新能源团队·行业深度报告

外骨骼机器人深度：加速落地，起量在即

分析师

郭彦辰

登记编号：S1220523110003

联系人

黄昊

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

➤ 基本情况：商业应用落地加快，技术进步性能提升

- 外骨骼机器人在多个领域（如医疗、工业、养老、户外、消费市场）的应用需求增加，商业化进程加快。
- 技术上的持续进步，包括传感器、控制系统、仿生机构设计、新材料等技术的融合，使得外骨骼机器人的性能显著提升，更加适应多样化的应用场景

➤ 市场前景：应用领域持续拓展，市场空间预计远超千亿

- 外骨骼机器人的应用领域不断拓展，从医疗康复到工业辅助，再到养老和户外休闲，市场需求持续增长。
- 通过技术创新和规模化生产，外骨骼机器人的成本有望进一步降低，实现更低的单价，预计市场空间远超千亿。

➤ 相关公司：技术创新与市场应用的领导者

- 振江股份：通过其子公司海普曼机器人，专注于外骨骼机器人的智能控制算法及仿生学设计的研究，致力于降低成本并推动外骨骼机器人的普及。
- 探路者：作为户外装备领域的领军企业，探路者已实现外骨骼机器人的商业化落地，产品涵盖多个领域，包括物流、制造、应急救援等高强度作业场景。
- 肯綮科技：专注于消费级、工业级外骨骼研发、生产、销售及服务，产品种类齐全，市场化和产业化程度领先，已在多个领域实现应用。

相关标的：

- 1) 综合型应用：振江股份、探路者、肯綮科技
- 2) 医疗康复应用：伟思医疗、精工科技

01

外骨骼机器人基本情况

外骨骼机器人：应用加快落地

- 外骨骼机器人是外骨骼和机器人技术的结合体，既具备外骨骼的人体辅助增强功能，又融合了机器人的自主或半自主控制能力。其实质就是一种模仿人体外骨骼开发的机电一体化装置，集成了传感器、控制、仿生机构设计、信息等技术，将人和外骨骼各自的优势相结合，能够为使用者穿戴，并为其身体提供保护、支撑和运动等功能，主要作用是提高人体的力量和负载担负能力，以及恢复或增强残疾人或受伤者的身体力量和运动能力。
- 中国外骨骼机器人已实现从技术引进到自主创新的跨越，应用领域覆盖军事、医疗、工业和消费市场。今年多地景区引入的登山外骨骼采用人体工学设计和AI算法，助力游客轻松攀登；程天科技推出的2500元消费级外骨骼产品15秒售罄，展现市场广阔潜力；在养老领域，随着中国“银发经济”的发展，外骨骼机器人因其实用性强且需求强劲，正被多家养老机构试点应用，并且反响良好。

图表：康复外骨骼机器人



图表：瘫痪患者借助外骨骼机器人帮助传递冬奥圣火



图表：外骨骼机器人辅助登山



外骨骼机器人：技术进步驱动持续发展

• 1) 探索和实践（1960-1980）：

外骨骼机器人最早的研究始于上世纪六十年代，美国通用电气研制出采用液压驱动全身动力外骨骼，引领第一波研发热潮，最早的外骨骼实验室样机以军用为主，而后各国科研机构继续开展医疗康复等用途外骨骼。

• 2) 平缓发展（1980-2000）：

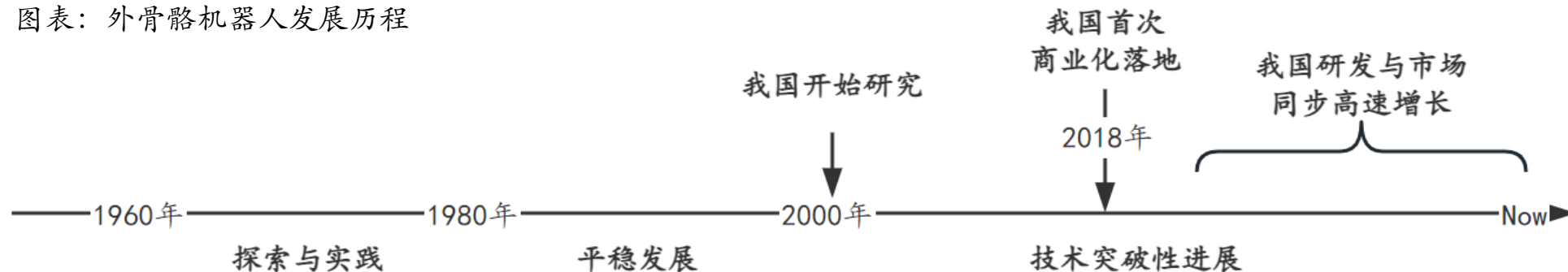
外骨骼机器人逐步走出实验室，企业和科研团队双向推进外骨骼机器人的研发与市场化，但受制于当时控制技术、关键零部件可靠性等诸多因素，价格高昂且难以普及。

• 3) 技术突破性进展（2000年至今）：

经过40年发展，计算机、控制和驱动技术的进步推动外骨骼机器人进入爆发期。美国2000年启动EHPA计划后，Ekso Labs、Rewalk等企业引领行业发展。

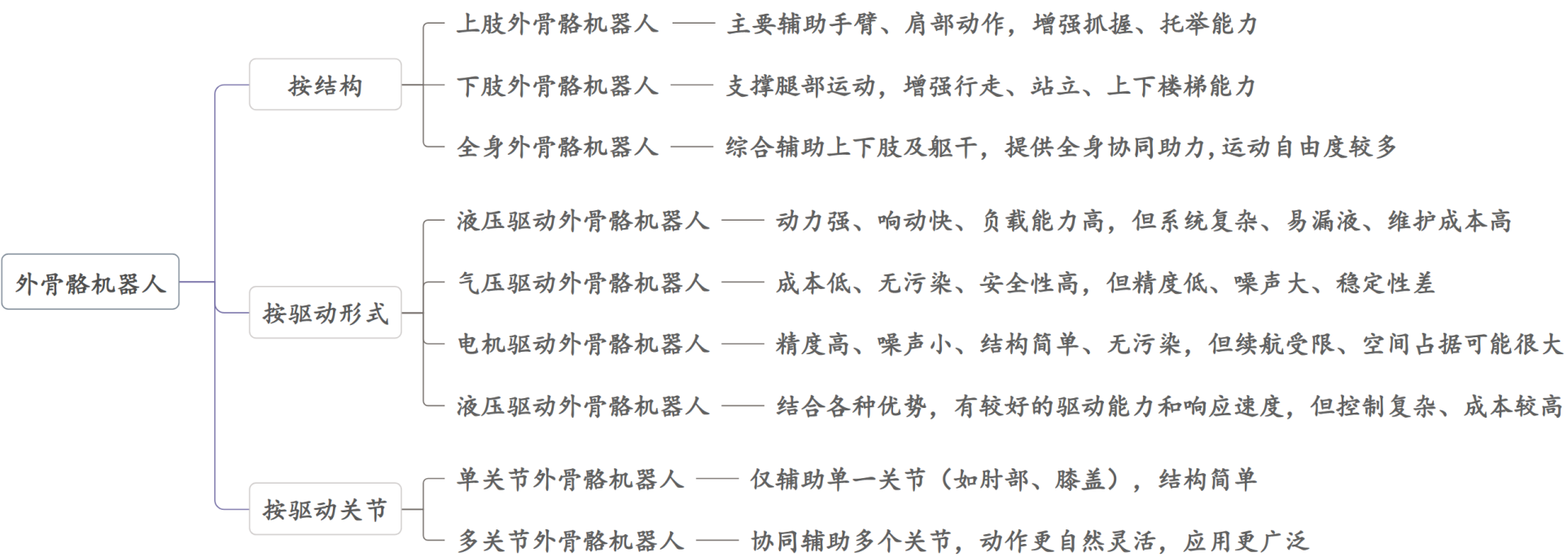
我国虽起步较晚，但通过高校和科研院所的系统研发，下肢外骨骼技术已接近国际水平。2018年大艾机器人获二类医疗器械注册证，标志着国产外骨骼商业化落地。目前，外骨骼研究主要致力于人机交互，AI算法、材料革新等领域持续优化，以实现更广阔的应用场景和量产以及成本降低，我国已经有多家外骨骼机器人相关企业实现多轮融资，多家上市公司开始布局外骨骼业务。未来，外骨骼机器人有望在老龄化社会护理、智能制造及消费级运动助力等领域实现更广泛渗透。

图表：外骨骼机器人发展历程



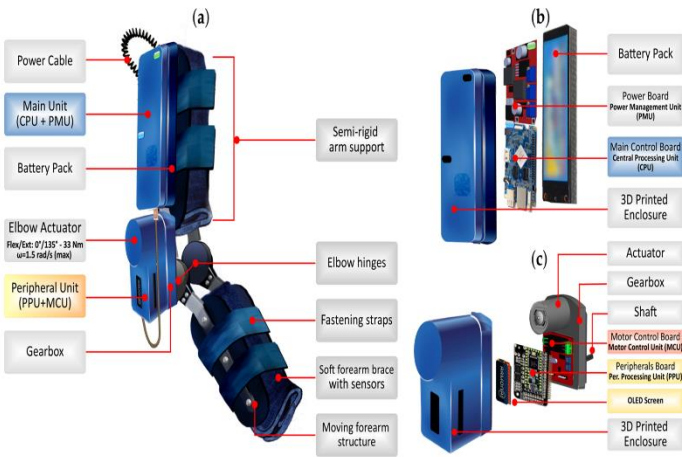
- 外骨骼机器人有多种分类方法，结合结构、驱动方式和关节设计，不同组合可匹配医疗、工业、军事等场景需求：
 - 1) 按照结构来化分，可以分为上肢外骨骼机器人、下肢外骨骼机器人和全身外骨骼机器人三类；
 - 2) 按照驱动形式来划为，可分为液压驱动、气压驱动、电机驱动和混合驱动等外骨骼机器人；
 - 3) 按照驱动关节划分，可以分为单关节外骨骼机器人和多关节（两个及两个以上驱动关节）外骨骼机器人。

图表：外骨骼机器人分类



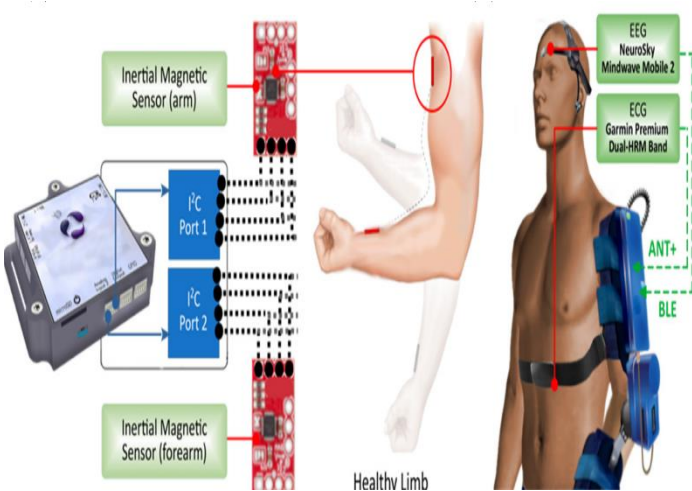
➤ 外骨骼机器人通过驱动系统、传感器系统和控制系统的深度协同实现人机交互。驱动系统作为外骨骼的核心动力单元，正朝着高集成化、高响应性的方向发展，主流方案采用电机驱动与精密传动机构的组合，在保证输出性能的同时实现与人体运动的自然匹配。传感器系统构建了多维感知网络，通过生物电信号检测、惯性测量和力学反馈等多模态数据融合，为运动意图识别提供实时输入。控制系统作为智能中枢，采用自适应算法实现人机协同，通过动态参数调整确保运动流畅性，部分先进产品已具备环境适应和异常步态补偿能力，推动外骨骼从机械助力向智能辅助演进。当前技术发展重点在于提升系统的整体协调性，在保证安全可靠的前提下优化人机交互体验。

图表：外骨骼机器人驱动系统



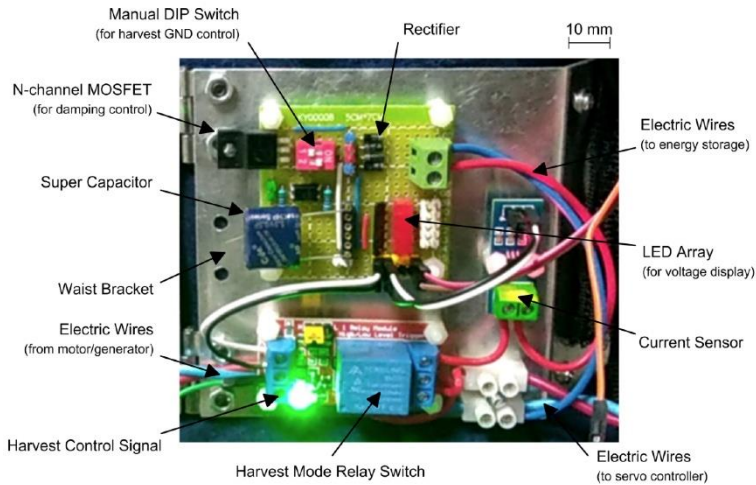
驱动系统核心包括电子控制模块、机械传动单元以及集成传感器的软前臂支架。

图表：外骨骼机器人传感器系统



传感器系统通过惯性磁传感器、脑电仪（EEG）和心电带（ECG）采集生物信号，提供实时数据融合反馈。

图表：外骨骼机器人控制系统电路板



控制系统的核心电路板设计通过整合手动DIP开关、阻尼调节、超级电容器、LED阵列及电流传感器，实现实时运动调控的闭环控制架构。

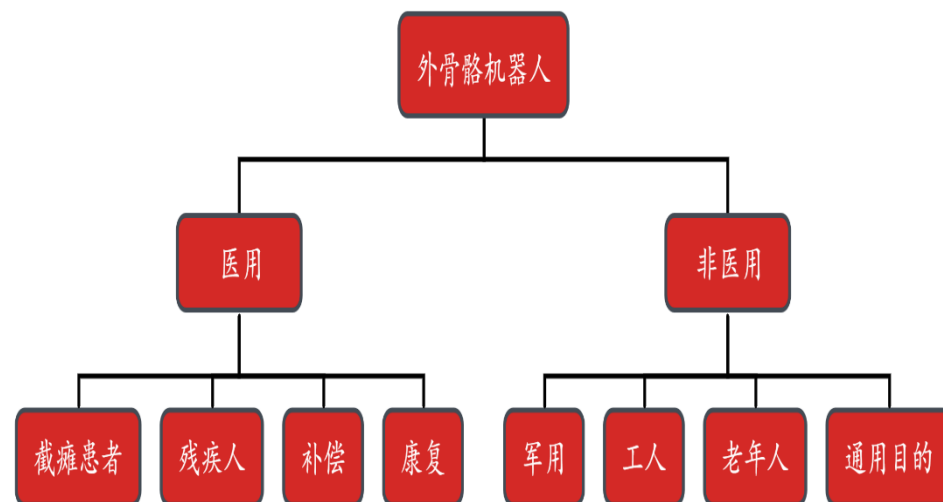
➤ **机械与能源系统为外骨骼提供物理承载与持续动力。**机械系统是支撑其功能的核心骨架，采用轻量化合金与仿生关节设计，在保证结构强度的同时确保运动灵活性，关键关节采用模块化设计，髋、膝、踝三自由度联动确保步态自然性，自适应绑带系统可兼容不同体型用。能源系统仍是制约外骨骼机器人实用化的关键短板，当前主流方案依赖高能量密度锂电池，但受限于功率输出与重量平衡，续航能力较低，难以满足全天作业需求。前沿研究聚焦混合供能路径，超级电容辅助的瞬时大功率输出方案可降低突发负载能耗，但成本与安全性问题阻碍商业化。

图表：下肢外骨骼机器人主要构成

主要构成	系统构成及特点
机械系统	轻量化材料（碳纤维）、可调节结构（适应不同体型）
驱动系统	电机驱动（体积小、力矩大）、液压驱动（动力大、寿命长）、气缸驱动（造价低、结构简单）
传感器系统	力传感器（足底）、EMG传感器（肌电信号）、编码器（运动参数）
控制系统	集中式（背包内、高布线复杂度）、分布式（低布线复杂度、稳定）
能源系统	锂电池（主流）、超级电容（瞬时大功率）、内燃机（密度大、噪音大）

- 外骨骼机器人已深度渗透医疗与工业两大核心场景，并持续拓展新兴市场。医疗康复领域为当前商业化主战场，针对中风、脊髓损伤等神经功能障碍患者，外骨骼机器人通过程式化步态训练促进神经重塑，大艾机器人等国产设备已通过NMPA认证进入三甲医院体系。工业场景的应用呈现爆发式增长，物流分拣场景中腰部助力外骨骼可降低操作者劳动体力消耗，头部企业已进行规模化部署；汽车制造领域的上肢外骨骼能降低工人举升作业疲劳度，显著提升装配效率。军事特种应用仍处技术攻坚期，负重增强型外骨骼需突破功率密度与复杂地形适应性的双重挑战。消费级市场曙光初现，面向老年群体的轻量化助行设备已出现万元级产品，但运动控制精度与性价比仍需迭代。

图表：外骨骼机器人应用分类



图表：外骨骼机器人医疗场景应用



02

外骨骼机器人市场前景

康养市场外骨骼：养老智能化升级，未来市场空间广阔

- 康养市场外骨骼机器人增长潜力巨大，应用场景广泛，市场空间或达数百亿
- 外骨骼在养老康养领域展现出重要价值，能够有效辅助老年人行走和日常活动，提升其独立性与生活质量。2024年《国务院办公厅关于发展银发经济增进老年人福祉的意见》强调要大力发展康复辅助器具产业，推进智能穿戴设备等在居家、社区、机构等养老场景集成应用。未来，随着我国“银发经济”的发展，外骨骼机器人作为重要的辅助设备，有望成为养老产业智能化升级的关键工具，为老年人提供更安全、高效的生活支持。
 - 根据联合国的人口统计数据，全球人口老龄化正在上升，对康养保健的需求大幅增长。随着技术的持续进步、商业化加速，以及政策的持续支持，康养外骨骼机器人成本逐步降低，在全球和中国的渗透率将显著提高，预计2030年，外骨骼机器人单价有望普遍达到千元水平，市场空间可达近480亿人民币，市场空间十分广阔。

图表：2030年全球康养外骨骼机器人市场空间

全球老年（65+）人口总数（亿）	9.6
康养外骨骼渗透率	1%
康养外骨骼使用量（万台）	960
康养外骨骼单价（元）	5000
康养外骨骼市场空间（亿元）	480

图表：社区提供老人外骨骼助力的试点



工业市场外骨骼：辅助生产安全高效，市场空间可达百亿

- 工业领域是外骨骼市场的重要增长点，市场空间预计将达到百亿。
- 外骨骼技术在工业领域的应用对于提升工人的工作效率和安全性具有显著效果，可以辅助工人进行搬运重物或重复性体力劳动，有效减轻身体疲劳，提高工作效率，并且可以通过减少身体疲劳和改善工作姿势，降低工伤事故的发生概率。
 - 随着技术的不断进步和成本的降低，外骨骼在工业领域的应用将越来越广泛，未来单价有望降至1万元水平，2023年市场空间可达百亿。未来的外骨骼将更加智能化、轻量化和舒适化，能够更好地适应不同的工业应用场景。

图表：2030年国内工业用外骨骼机器人市场空间

我国制造业从业人数（亿）	1
工业外骨骼渗透率	1%
工业外骨骼使用量(万台)	100
工业外骨骼单价（元）	10000
工业外骨骼市场空间（亿元）	100

图表：上肢外骨骼在工业制造的应用



➤ 外骨骼机器人户外户外市场空间已达百亿级别，后续市场空间潜力大。根据市场数据测算，全球户外人群基数已达9.2亿人，其中中国、美国分别占比25%和20.6%，形成庞大的潜在用户群体。参考智能穿戴设备初期渗透水平，预计2030年，户外运群总数可达14亿人，户外运动场景中外骨骼机器人渗透率为1%，结合5000元的单价可形成700亿元的市场空间，显示出强劲的初期发展动能。随着材料轻量化、电池续航等技术突破带来的产品迭代，叠加户外徒步、登山等专业场景对运动辅助装备的刚性需求，将推动渗透率提升与客群扩展的双重增长机遇。

图表：2030年全球外骨骼机器人户外市场空间

户外人群总数（亿）	14
户外运动人数渗透率（%）	1
户外外骨骼机器人使用量（万台）	1400
户外外骨骼机器人单价（元）	5000
户外外骨骼机器人市场空间（亿元）	700

图表：外骨骼机器人户外场景应用



- 中国文旅外骨骼市场正迎来大规模增长，景区应用、老龄化需求和消费级趋势共同推动市场扩张。
- 目前，泰山、恩施大峡谷等多个景区已引入外骨骼设备，可帮助游客节省30%以上体能消耗，延长游览时间，响应了“人工智能+文旅”这一国家重点工程，积极推动科技与文化旅游的深度融合。技术突破，轻量化设计、AI动态助力等创新使外骨骼产品更适配文旅场景；规模化生产则推动成本持续下降；加上商业模式持续创新，如景区租赁服务，平台推出“门票+外骨骼”套餐加速市场渗透。外骨骼机器人可大幅提升游览体验，通过商业化与量产化，未来山岳型景区外骨骼渗透率持续提升，市场空间可突破百亿。

图表：2030年我国文旅外骨骼机器人市场空间

山岳文旅景区接待人次（亿）	5.2
文旅（登山）外骨骼渗透率	1%
文旅（登山）外骨骼使用量（万台）	520
文旅（登山）外骨骼单价（元）	3000
文旅（登山）外骨骼市场空间（亿元）	156

图表：借助景区提供的外骨骼机器人登山



03

外骨骼机器人相关公司

振江股份（海普曼机器人）——技术创新降成本带动外骨骼应用普及

➤ 振江股份子公司海普曼机器人（上海）

- 江苏振江新能源装备股份有限公司成立于2004年3月，注册资本9422.35万元，是集港口机械、风力发电配件、电解铝机械设备、工程机械钢结构件的设计、研发、生产和销售与一体的一家有限责任公司。海普曼机器人（上海）是振江股份控股70%的子公司，2024年3月成立，注册资本1000万元，专注于外骨骼机器人的智能控制算法及仿生学设计的研究。
- 海普曼机器人在外骨骼领域的创新不仅提升了机器人本身的智能化水平，同时也并将其与生物学的最新研究相结合，从而实现更高效、更灵活的操作。主要应用领域为工业和医疗康复。通过不断的技术迭代和完善，海普曼旨在将外骨骼机器人的生产成本压缩到一个合理的水平，使得这一先进科技更加普及；并且背靠振江股份的资本与资源支持，能够确保研发和量产能力。今年5月预计小批量出货交付C端客户，年内可能批量量产。

图表：海普曼机器人外骨骼主要产品

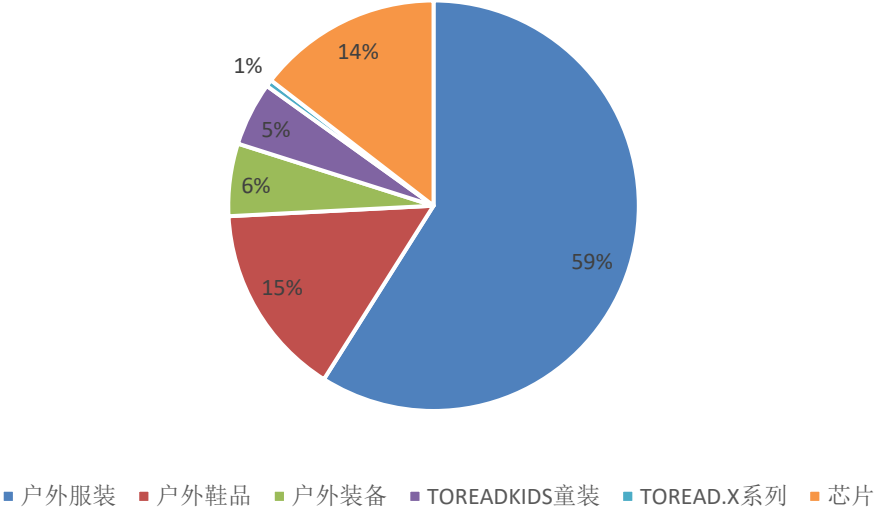


图表：海普曼机器人外骨骼专利申请

序号	申请日	专利名称	专利类型
1	2024-10-30	一种可用于腰部助力的外骨骼机器人结构	发明专利
2	2024-10-30	一种用于上肢助力的外骨骼机器人结构	发明专利
3	2024-10-30	一种具有保持功能的外骨骼机器人关节机构	发明专利

- 探路者控股集团股份有限公司
- 探路者成立于1999年，是中国户外装备领域的领军企业，在国内率先实现外骨骼机器人商业化落地。公司以帐篷、睡袋、登山器材、户外服装及鞋帽为核心产品，覆盖研发、生产、销售全链条，并延伸至非医用防护服、医疗器械等新兴领域。近年来通过外骨骼机器人等智能装备的突破性创新，成功实现从传统户外品牌向科技型产业集团的战略升级，深度布局芯片与工业外骨骼机器人领域，聚焦于为物流、制造、应急救援等高强度作业场景提供智能辅助装备解决方案，参与国家级科考项目。探路者下肢外骨骼是和迈宝智能联合研发完成，从材料、结构到控制系统全面实现自主可控，成为国内少数具备外骨骼机器人全栈技术研发能力的科技集团。

图表：2024年探路者营收占比

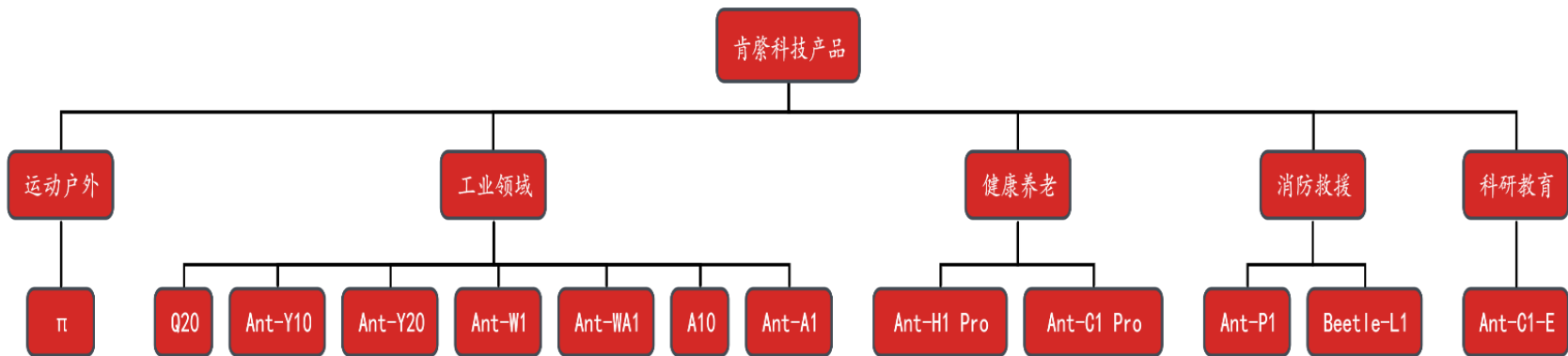


图表：探路者下肢外骨骼产品发布



- 肯綮科技-外骨骼机器人科技公司
- 肯綮科技专注消费级、工业级外骨骼研发、生产、销售及服务，为非医用外骨骼领域产品种类最齐全、销售量、市场化、产业化程度领先的外骨骼企业。公司成立于2015年，是一家专注外骨骼机器人研发的前沿科技企业，产品涵盖运动户外、健康养老、工业等多个领域，汇聚多领域专业人才，并与全球多家知名医疗机构、科研院所建立了深度产学研合作，专注于高端智能医疗设备的研发与产业化，持续推动技术突破与产品升级，荣获多项国际权威认证及行业奖项。公司消费级登山机器人π在2025年春节期间投入泰山景区应用，获得主流媒体连续报导。

图表：肯綮科技主要产品



图表：肯綮科技消费级登山机器人“π”



04

建议关注及风险提示



建议关注：

相关标的：

- 1) 综合型应用：振江股份、探路者、肯綮科技
- 2) 医疗康复应用：伟思医疗、精工科技

风险提示

风险提示：行业竞争加剧、技术研发不及预期、下游需求不及预期等

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告内容仅供我公司适当性评级为C3及以上等级的投资者使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。若您并非前述等级的投资者，为保证服务质量、控制风险，请勿订阅本报告中的信息，本资料难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

类别	评级	说明
公司评级	强烈推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有20%以上的涨幅。
	推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的涨幅。
	中性	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数在-10%和10%之间波动。
	减持	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的跌幅。
行业评级	推荐	分析师预测未来12个月内行业表现强于同期基准指数。
	中性	分析师预测未来12个月内行业表现与同期基准指数持平。
	减持	分析师预测未来12个月内行业表现弱于同期基准指数。
基准指数说明		A 股市场以沪深300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准，美股市场以标普500指数为基。



方正证券研究所

专注 · 专心 · 专业

北京市朝阳区朝阳门南大街10号兆泰国际中心A座17层

长沙市天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

上海市静安区延平路71号延平大厦2楼

深圳市福田区竹子林紫竹七道光大银行大厦31层

广州市天河区兴盛路12号楼隼峰院2期3层方正证券