头豹 LeadLeo
400-072-5588

2019 年
中国外骨骼机器人行业概览

行业走势图



工业研究团队

彭琪瑶　　分析师

邮箱：cs@leadleo.com

相关热点报告

- 服务机器人系列概览——2019 年中国水下机器人行业概览
- 商用机器人系列概览——2019 年中国消防机器人行业概览
- 商用机器人系列概览——2019 年中国送餐机器人行业概览

报告摘要

外骨骼机器人是一种人机结合的可穿戴式机器人，即穿戴在使用者身体外部的一种智能机械结构，将人体感觉器官、人体思维器官、人体运动器官与机器感知系统、机器智能处理中心、机器控制执行系统相耦合的可穿戴设备。外骨骼机器人基于仿生原理、人体工程学设计以及信息控制技术，涉及生物运动学、机器人学、信息科学、人工智能等知识，将人类智能与外部机械动力装置相结合。长期来看，核心硬件国产化、柔性外骨骼机器人趋势、人机融合趋势将促进外骨骼机器人行业的进一步发展。

热点一：外骨骼机器人核心硬件国产化趋势

国务院在《中国制造 2025》及“十三五”规划纲要等国家政策中提出中国将大力推进智能医用及工业机器人等高性能设备发展，积极鼓励中国企业进行技术及产业创新，重点培育头部企业，带动行业整体发展。在政策的支持引导下，中国国产核心硬件品牌逐渐崛起。

热点二：柔性外骨骼机器人趋势明显

与刚性材质外骨骼机器人不同，柔性外骨骼机器人主要由柔软材料组成，如液体、凝胶、硅树脂等，可与生物组织和器官的灵活性以及弹性相匹配，可在复杂环境下进行灵巧的运动以完成高难度任务。柔性外骨骼机器人模拟生物柔性和灵活性的仿生技术，促进其在医疗领域的高速发展。

热点三：外骨骼机器人行业人机融合趋势

随着感知计算技术和传感系统发展日益成熟，机器人研发方向从人机协作逐步迈向人机融合，机器人将逐渐成为人类身体的一部份。机器人的研发与应用，从一开始由机器取代人力，到后来强调人机协作，再到现在人与机器不仅只是协作，更进一步迈入人机融合的阶段。随着人机融合趋势的不断发展，外骨骼机器人未来发展空间广阔。

目录

1 方法论 4

1.1 研究方法 4

1.2 名词解释 5

2 中国外骨骼机器人行业市场综述 6

2.1 外骨骼机器人定义及分类 6

2.2 中国外骨骼机器人行业市场规模 8

2.3 中国外骨骼机器人行业发展历程 9

2.4 中国外骨骼机器人行业产业链分析 11

2.4.1 上游分析 11

2.4.2 中游分析 12

2.4.3 下游分析 13

3 中国外骨骼机器人行业驱动及制约因素分析 15

3.1 驱动因素 15

3.1.1 医疗资源供需矛盾促进外骨骼机器人发展 15

3.1.2 中国政策扶持外骨骼机器人行业发展 16

3.1.3 民营医疗康复机构推动外骨骼机器人行业发展 17

3.2 制约因素 18

3.2.1 技术与安全性制约 18

3.2.2 商业化与 CFDA 认证制约 19

3.2.3 续航能力低 20

4 中国外骨骼机器人行业政策及监管分析 20

5 中国外骨骼机器人行业市场趋势分析.....22
5.1 核心硬件国产化加速.....22
5.2 柔性外骨骼机器人趋势.....23
5.3 人机融合趋势.....24
6 中国外骨骼机器人行业竞争格局分析.....24
6.1 中国外骨骼机器人行业竞争格局概述.....24
6.2 中国外骨骼机器人行业典型企业分析.....26
6.2.1 北京大艾机器人科技有限公司.....26
6.2.2 布法罗机器人科技（成都）有限公司.....27
6.2.3 上海傲鲨智能科技有限公司.....27

图表目录

图 2-1 外骨骼机器人分类..... 6

图 2-2 中国外骨骼机器人行业市场规模（以销售额计），2018 年-2023 年预测 9

图 2-3 中国外骨骼机器人行业发展历程..... 9

图 2-4 中国外骨骼机器人行业产业链..... 11

图 2-5 中国 65 周岁及以上人口数量，2014-2018 年 14

图 2-6 中国快递量，2014-2018 年..... 15

图 3-1 中国民营康复医院数量，2013-2017 年..... 17

图 4-1 中国外骨骼机器人行业相关政策..... 22

1 方法论

1.1 研究方法

头豹研究院布局中国市场，深入研究 10 大行业，54 个垂直行业的市场变化，已经积累了近 50 万行业研究样本，完成近 10,000 多个独立的研究咨询项目。

- ✓ 研究院依托中国活跃的经济环境，从机器人、医疗康复、人机融合等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。

- ✓ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。

- ✓ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

- ✓ 头豹研究院本次研究于 2019 年 7 月完成。

1.2 名词解释

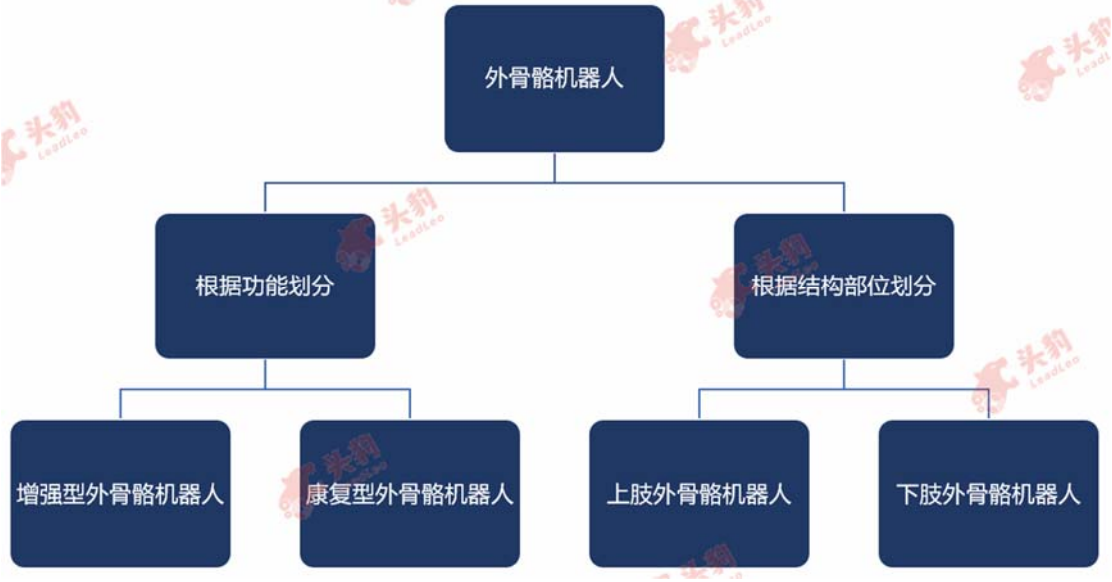
- **外骨骼**：一种能保护生物柔软内部器官的外部坚硬骨骼结构。
- **耦合**：从一个电路到另一个电路的能量传递。
- **“十百千”工程**：即十百千农民致富工程，指在北京市选出 100 个落后村进行培育，由市农委重点发展 10 个村，并在 100 个村里培育发展 1,000 个骨干户。
- **服务机器人**：可以分为专业领域服务机器人和家庭服务机器人，是从事运输、清洗、医疗、救援等服务性工作的机器人。
- **CDFA**：China Food and Drug Administration，即国家食品药品监督管理总局。
- **伺服电机**：控制系统中的执行元件，可将接收到的电压信号通过角速度输出，以驱动控制对象。
- **减速器**：一种动力传达装置，利用齿轮速度转换器，对马达回转数进行减速，以得到所需要转矩的装置。
- **控制器**：控制电动机转速的装置，其功能为对机器各部件进行协调及控制整个计算机系统。
- **表面肌电信号**：肌肉收缩时所产生的电信号，由表面肌电信号采集仪获取，再将数据输出至指定系统进行分析处理。
- **传感系统**：包括视觉系统、听觉系统、触觉系统以及味觉系统等，对周围环境中的光线、声音、气味等信息进行测量收集。

2 中国外骨骼机器人行业市场综述

2.1 外骨骼机器人定义及分类

外骨骼机器人是穿戴在使用者身体外部的一种智能机械结构，可将人体感觉、思维、运动等器官与机器的感知系统、智能处理中心、控制执行系统相结合，从而达到改善人体物理机能及提高身体素质等目的，其本质是一类可实现人机结合的可穿戴式机器人。在仿生原理、人体工程学设计以及信息控制技术等基础上，外骨骼机器人还涉及生物运动学、机器人学、信息科学、人工智能等学科知识。外骨骼机器人将人类智能与外部机械动力装置相结合，通过提供力量辅助增强人类行走运动及重物负荷等能力，既可为力量不足的使用者提供医疗康复和运动支撑等功能，亦可帮助使用者完成长途行军和负重搬运等任务。外骨骼机器人可根据功能、结构部位等维度进行分类（见图 2-1）。

图 2-1 外骨骼机器人分类



来源：头豹研究院编辑整理

根据功能划分：外骨骼机器人可分为增强型外骨骼机器人和康复型外骨骼机器人，其中增强型外骨骼机器人可帮助使用者增强肌肉能力、减轻负荷，多应用于军事领域及工业领域。康复型外骨骼机器人可辅助肢体运动障碍患者进行康复训练，多应用于医疗康复领域。

（1）军事领域：外骨骼机器人发源自军事领域。从 2000 年开始，美国军方率先开展对增强人体机能的外骨骼机器人研究，其目的是设计增强型军用装甲以提高士兵个人防护能力。美国政府出资数千万美元先后与加利福尼亚大学伯克利分校机器人和人体工程实验室、Oak Ridge 美国国家实验室、美国 Sarcos Robotic 公司等研究单位进行合作，要求研究出具有自身能源供应装置、现代化通讯系统、传感系统、作战武器系统、吨级负荷能力、高速运动能力以及保护功能的外骨骼机器人。

（2）工业领域：以快递物流、房地产施工和伐木工程等行业为代表，该类行业的劳动强度大、人力成本高、工作效率低。外骨骼机器人在工业领域的运用将帮助从业者减轻负重、提高工作效率，如京东在 2018 年“618”活动期间为员工配备了外骨骼机器人辅助搬运，大幅提高员工工作效率。

（3）医疗康复领域：外骨骼机器人可帮助老年人、残疾人以及中风、偏瘫患者等群体进行康复训练，是当前中国外骨骼机器人行业的主要应用领域。以色列 ReWalk Robotics、日本 Cyberdyne 及美国 Ekso Bionics 是全球外骨骼机器人在医疗康复领域的头部企业。

根据结构部位划分：外骨骼机器人可分为上肢外骨骼机器人和下肢外骨骼机器人。

（1）上肢外骨骼机器人的穿戴部位为使用者背部，由主机箱、上肢固定结构、可动关节及连接结构等组成，其中主机箱中装有系统运行平台、感应控制、电源等设备。上肢外骨骼机器人通过仿真机械设计，将肩关节、肘关节、腕关节设计为可动关节，应用压力传感器、陀螺仪、无线传导等技术，可帮助使用者增强上肢力量、减轻负重、减少身体损伤及提升工作效率，并让使用者可从容应对更多复杂精密工作。上肢外骨骼机器人主要运用于快递物流、建筑施工等高强度、劳动密集型行业。

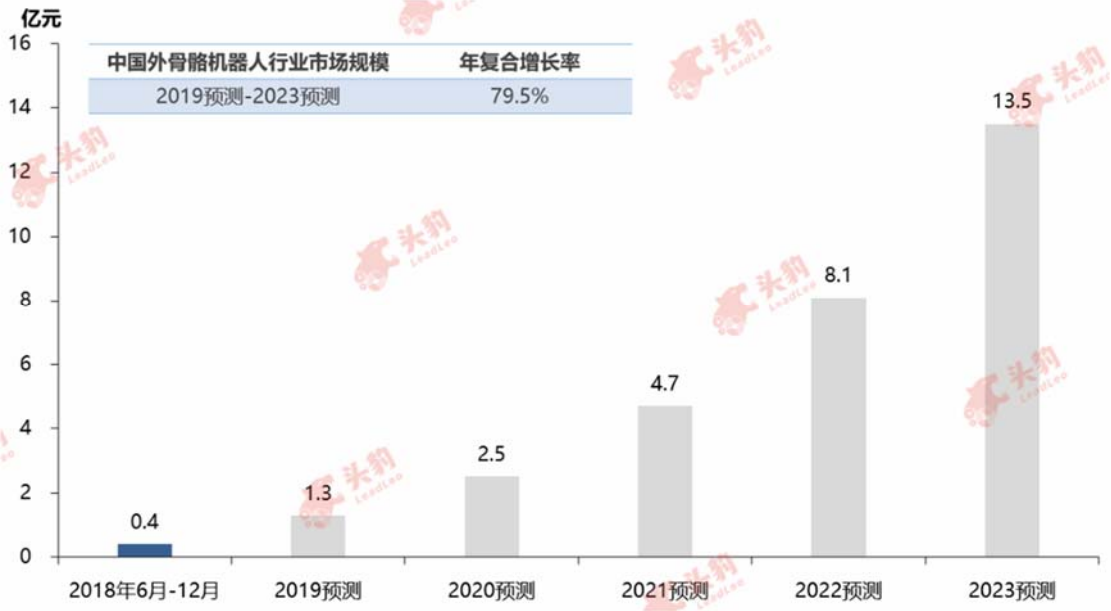
（2）下肢外骨骼机器人可覆盖腰部、髋关节到脚部的位置，由主机箱、下肢固定结构、可动关节及连接结构组成，部分产品配备了拐杖以实现支撑和控制功能。下肢外骨骼机器人

通过传感系统、动力输出装置、控制系统及能源系统等技术，可帮助使用者通过行走训练提升肌肉力量、恢复下肢神经、避免关节及肌肉萎缩。下肢外骨骼机器人主要应用于中风、偏瘫等患者的康复训练、老年人和残疾人助行以及军事等领域。

2.2 中国外骨骼机器人行业市场规模

中国外骨骼机器人行业起步晚，2018 年 6 月国家食品药品监督管理总局将首个 CFDA 注册证颁发给大艾下肢外骨骼机器人，中国医疗康复外骨骼机器人正式投入市场，进入商业化阶段。2018 年 6 月至 12 月，中国外骨骼机器人销售额为 3,750 万元。随着中国外骨骼机器人行业商业化发展、机器人技术不断提高以及中国政府对机器人和高性能医疗设备的政策支持，中国外骨骼机器人发展趋势向好：（1）医疗康复领域，由于人口老龄化发展、民营医疗康复机构增加、医疗水平提高，医疗康复类外骨骼机器人未来发展空间广阔；（2）工业领域，在中国快递物流行业持续发展的推动下，外骨骼机器人由于可应用于辅助搬运重物环节，其渗透率有望逐渐提高，工业用外骨骼机器人未来发展潜力巨大。未来五年，中国外骨骼机器人行业将呈现大幅增长趋势，预计在 2023 年增长至 13.5 亿元，年复合增长率为 79.5%（见图 2-2）。

图 2-2 中国外骨骼机器人行业市场规模（以销售额计），2018 年-2023 年预测

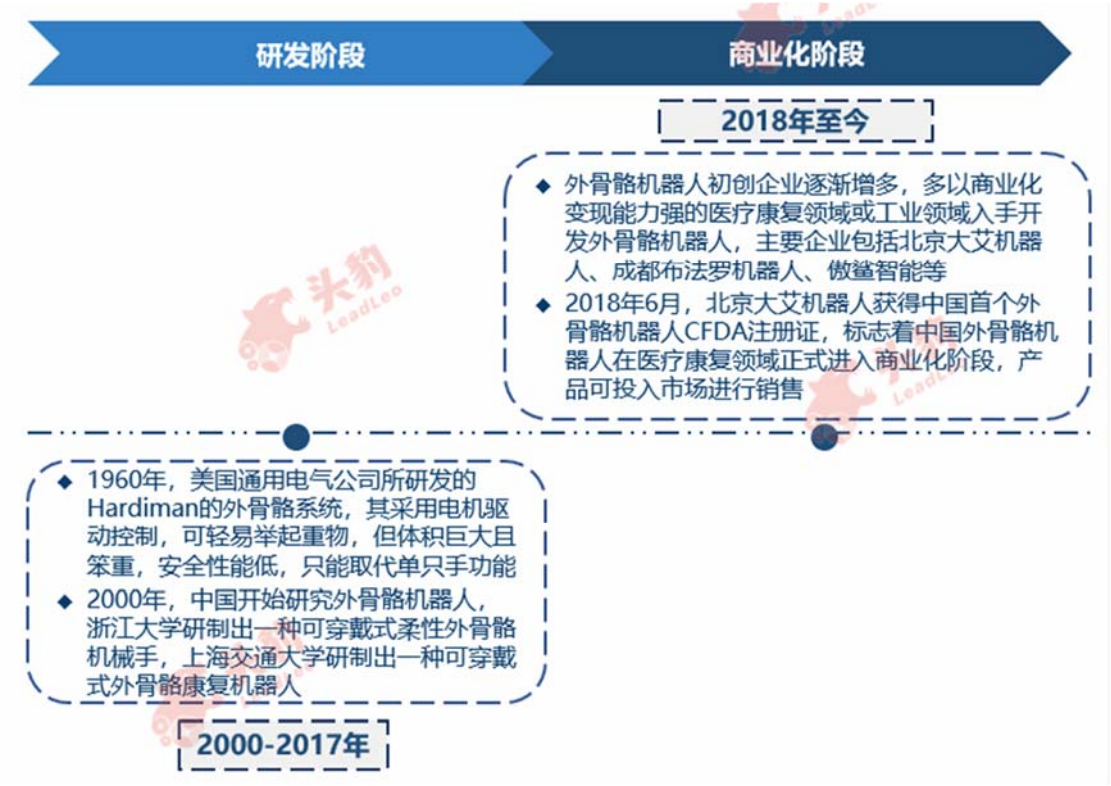


来源：头豹研究院编辑整理

2.3 中国外骨骼机器人行业发展历程

中国外骨骼机器人行业起步晚，发展至今可分为研发阶段和商业化阶段（见图 2-3）：

图 2-3 中国外骨骼机器人行业发展历程



来源：头豹研究院编辑整理

（1） 研发阶段（2000 年-2017 年）

早期人类行军作战时为减少人员伤亡所制作的盔甲属于外骨骼机器人发展的雏形，可帮助士兵提高个人防护能力。外骨骼机器人技术研制始于 1960 年美国通用电气公司所研发的 Hardiman 外骨骼系统，这是一种采用电机驱动控制的可佩戴单兵装备，可帮助使用者轻易举起重物。受限于当时的科学技术水平，Hardiman 体积巨大且笨重，安全性能低，仅能取代单只手的功能。Hardiman 的诞生标志着以增强人体机能为目的的主动助力型外骨骼机器人研究的开端，随着科学技术不断发展，美国逐渐克服外骨骼发展上的技术难题并增大外骨骼机器人在军事领域的投入，以满足军事用途。同一时期的日本则注重开发商业用途外骨骼机器人，如帮助残疾人和老年人进行日常生活。

中国对外骨骼机器人的研究约始于 2000 年，清华大学、浙江大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学、北京工业大学、北京航空航天大学等高等院校及科研机构相继开展外骨骼技术相关研究。其中浙江大学于 2004 年研制出一种可穿戴式柔性外骨骼机械手，上海交通大学于 2011 年研制出一种可穿戴式外骨骼康复机器人，但因科研经费资助力度小，所研制的样机实物均较为粗糙。随着机器人技术的飞速发展以及机器人行业市场规模的不断扩大，企业与高校合作研究外骨骼机器人的模式逐渐增加，中国外骨骼机器人行业从研发阶段逐步迈入商业化阶段。

（2） 商业化阶段（2018 年至今）

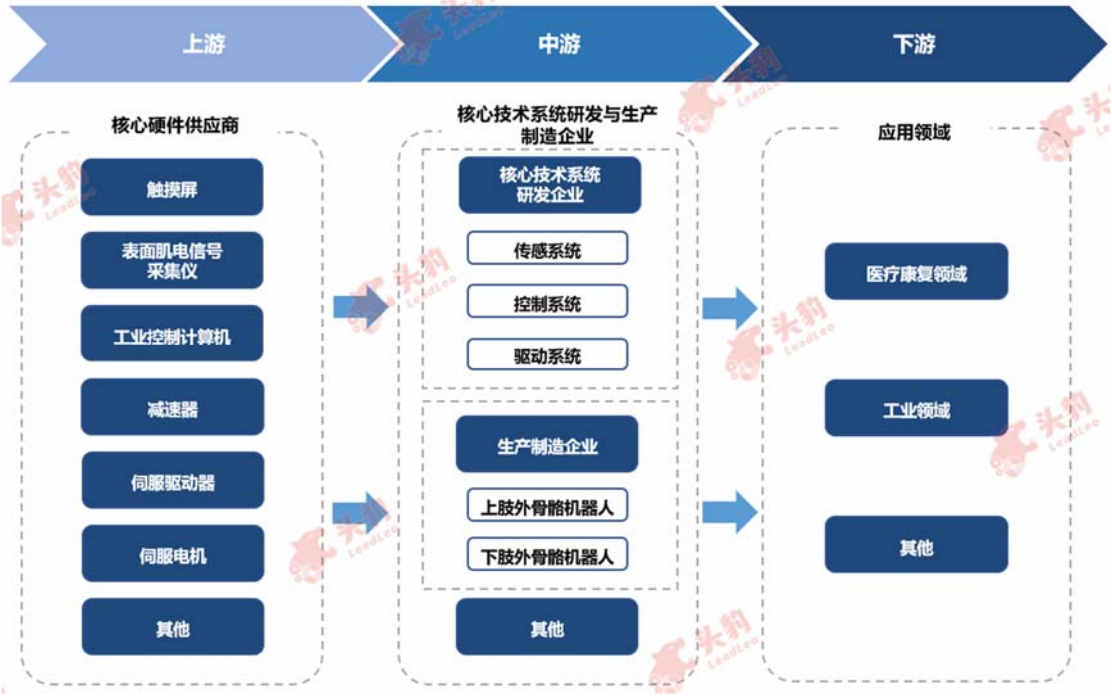
伴随中国人口老龄化趋势及快递物流行业的繁荣发展，外骨骼机器人初创企业逐渐增多。这些企业多从商业化变现能力强的医疗康复领域或工业领域切入进行外骨骼机器人研发，主要代表包括北京大艾机器人、成都布法罗机器人、上海傅利叶、铁甲钢拳、傲鲨智能等。2017 年，北京大艾机器人旗下产品下肢外骨骼康复训练机器人正式被北京市食品药品监督管理局批准为北京市创新医疗器械，是实施《北京市医疗器械快速审评审批办法（执行）》后获得

批准的首个北京市创新医疗器械产品。2018 年 6 月，北京大艾机器人获得中国首个外骨骼机器人 CFDA 注册证，标志着中国外骨骼机器人在医疗康复领域正式进入商业化阶段，产品可投入市场进行销售。

2.4 中国外骨骼机器人行业产业链分析

中国外骨骼机器人行业产业链可以分为上、中、下游三部分（见图 2-4）。产业链上游参与主体为外骨骼机器人核心硬件供应商，中游参与主体为外骨骼机器人核心技术系统研发企业与外骨骼机器人生产制造企业，下游涉及外骨骼机器人各类应用领域。

图 2-4 中国外骨骼机器人行业产业链



来源：头豹研究院编辑整理

2.4.1 上游分析

中国外骨骼机器人行业产业链上游参与主体为核心硬件供应商。外骨骼机器人核心硬件包括触摸屏、表面肌电信号采集仪、工业控制计算机、减速器、伺服驱动器、伺服电机等，其中伺服电机在外骨骼机器人硬件成本中的占比约为 60%。伺服电机是外骨骼机器人控制系统中的执行元件，可将接收到的信号转换成电机轴上的角速度输出，用以驱动外骨骼机器

人的关节，是影响外骨骼机器人工作性能的主要环节之一。伺服电机成本在外骨骼机器人硬件成本中所占比重大，因此其价格及供应量的波动是决定外骨骼机器人价格的关键因素，伺服电机供应商议价能力高。伺服电机的质量决定外骨骼机器人的稳定性与安全性水平，其技术壁垒高，中国高端伺服电机市场主要由外资企业占据。随着国产品牌伺服电机的迅速发展，其产品技术逐步接近国际标准，涌现出南京埃斯顿自动化、广州数控设备、深圳汇川技术等具有市场潜力的国产伺服电机品牌。受益于国产伺服电机行业产业升级，未来核心硬件国产化替代空间广阔。

2.4.2 中游分析

中国外骨骼机器人行业产业链中游参与主体为外骨骼机器人核心技术系统研发企业与外骨骼机器人生产制造企业。

（1）核心技术系统研发企业

外骨骼机器人核心技术系统包括传感系统、控制系统以及驱动系统：①传感系统通过分布在外骨骼机器人各部位的传感器作为人机接口，收集使用者神经肌肉系统的生物电信号及步态信息数据，并将数据传送至控制系统；②控制系统通过对传感系统反馈的数据进行分析并规划调整外骨骼机器人步态模式，且对驱动系统实行闭环控制；③驱动系统负责执行控制系统传递的步态模式，带动外骨骼机器人机械结构。驱动系统位于机器人运行的末端，根据驱动方式可分为：①液压驱动，以液体为工作介质进行能量传递的传动方式，其惯性小、稳定性高，但能源使用效率低、传动速度慢、工作噪声大；②气压驱动，以压缩空气为工作介质进行能量传递的传动方式，其成本低、无污染、阻力损失小，但气动装置传动速度稳定性差、信号传递速度慢；③电机驱动，利用电力设备传递动力的传动方式，其技术成熟、信号传递速度快，但惯性大、动态平衡性差。外骨骼机器人三大技术系统互相作用以实现外骨骼

机器人协调运动，其中涉及传感技术、机械控制等复杂学科知识。外骨骼机器人技术系统仍存在缺陷，如下肢外骨骼机器人重心不稳、响应速度慢等，影响外骨骼机器人的使用体验感与功能效用，制约外骨骼机器人行业发展。

（2）生产制造企业

外骨骼机器人生产制造企业主要包括上肢外骨骼机器人企业和下肢外骨骼机器人企业，通过向上游硬件供应商采购触摸屏、表面肌电信号采集仪、工业控制计算机、伺服驱动器、伺服电机等核心硬件，融入传感系统、控制系统以及驱动系统等核心技术系统，根据仿真设计实现外骨骼机器人的生产制造。外骨骼机器人是可穿戴式人机融合机器人，与使用者直接进行身体接触，对于外骨骼机器人的响应速度、安全性、灵活性、功效性以及舒适度等要求极高。为生产制造出符合上述条件的外骨骼机器人，企业需不断进行临床试验、技术改良后才可将外骨骼机器人投入下游各应用领域。因此，外骨骼机器人实现商业化之前的研发与生产制造环节成本高，主要包括采购上游核心硬件、样机生产制造、场地费、研发人力等，生产制造企业对下游各外骨骼机器人应用领域议价能力强。

2.4.3 下游分析

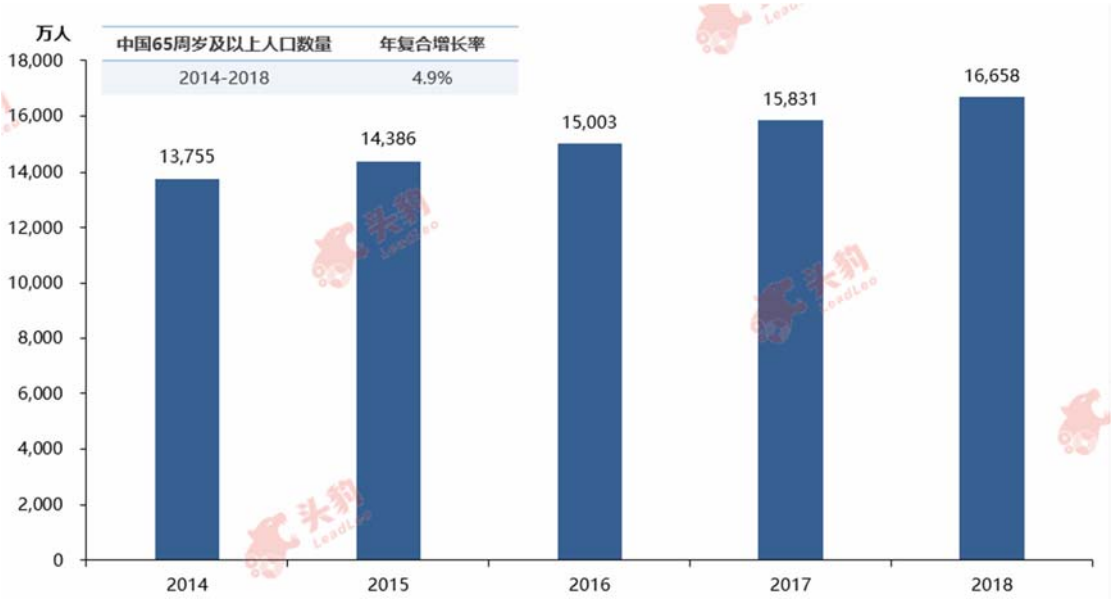
中国外骨骼机器人行业产业链下游涉及外骨骼机器人应用领域，主要分为医疗康复领域和工业领域。

（1） 医疗康复领域：

外骨骼机器人在医疗康复领域可帮助老年人、残疾人以及中风、偏瘫患者等肢体运动障碍患者进行康复训练。中国人口老龄化进程加快将刺激老年人对外骨骼机器人需求增长，截至 2018 年末，中国 65 岁及以上人口为 16,658 万人，占人口总数 11.9%，同比增加 827 万人，占总人口比重上升 0.5%，人口老龄化程度持续加深（见图 2-5）。老年人存

在行动不便，体力不支等情况，外骨骼机器人可辅助老年人进行日常行走、上下楼梯、适当负重等，为老年人日常生活提供便利，提高老年人生活质量。

图 2-5 中国 65 周岁及以上人口数量，2014-2018 年



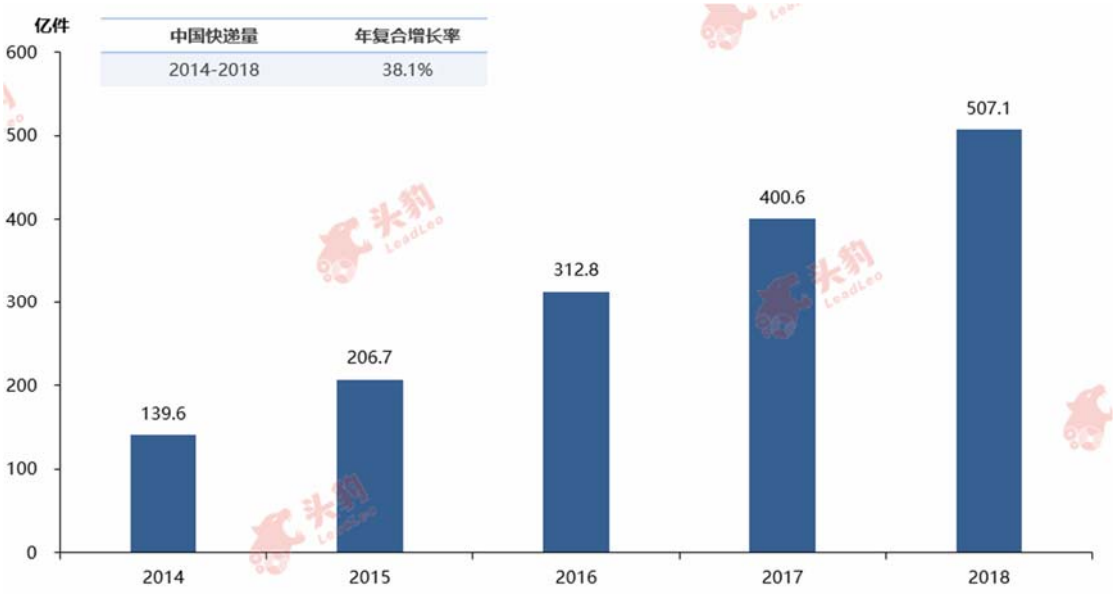
来源： 国家统计局 头豹研究院编辑整理

外骨骼机器人可协助残疾人以及身体机能低下、肢体运动障碍患者进行身体康复训练。中国共有 8,500 万残疾人，截至 2018 年末，仅有 1,074.7 万残疾儿童及持证残疾人得到基本康复服务，其中肢体残疾人为 592.3 万，残疾人医疗康复市场发展空间广阔，对外骨骼机器人需求量高。

（2） 工业领域：

外骨骼机器人在工业领域可运用于快递物流、建筑施工、石油勘探等高强度劳动力行业，可协助使用者增强力量、提高工作效率、降低成本，同时还能保护使用者的骨骼和肌肉，降低使用者罹患腰肌劳损的风险。2018 年“618”活动期间，京东为员工配备外骨骼机器人以应对大量订单所需承担的商品搬运、分拣、打包等高强度工作，为使用者提供充足的能量和耐力来增强长时间行走和负重等能力。截至 2018 年末，中国快递量达到 507.1 亿件，同比增长 106.5 亿件，增长率达 26.6%（见图 2-6），快递物流行业工作强度大，外骨骼机器人需求空间广阔。

图 2-6 中国快递量，2014-2018 年



来源：国家统计局 头豹研究院编辑整理

3 中国外骨骼机器人行业驱动及制约因素分析

3.1 驱动因素

3.1.1 医疗资源供需矛盾促进外骨骼机器人发展

随着国民收入的增长和国民医疗保健意识的提高，现有康复治疗水平及资源已不能满足国民需求，国民对康复治疗的效果及效率提出更高要求。医疗资源供需矛盾促进中国外骨骼机器人在医疗康复领域进一步发展。医疗康复领域主要采用人工进行医患一对一训练，由于缺少治疗案例与数据以及专业的医护人员，导致康复领域缺乏标准化流程，医疗康复机构治疗效率低。

中国康复医院执业医生和注册护士人数相对于中国 13.95 亿人口缺口巨大。据国家统计局数据显示，截至 2017 年底，中国康复医院执业医生人数为 9,581 人，每百万人拥有的康复医院执业医生人数仅为 6.8 人。中国康复医院注册护士人数为 16,514 人，每百万人拥有的康复医院注册护士数仅为 11.9 人。因此，医疗康复领域医护人员不足引起的供需矛盾

促使外骨骼机器人需求量增加。在使用外骨骼机器人进行康复训练时，医护人员只需根据不同患者的诊疗需求为外骨骼机器人设置参数，使其与患者协调配合，支持并带动患者进行康复训练。在结合外骨骼机器人的康复训练中，医护人员可从医患一对一治疗发展为一对多治疗，在缓解医疗资源供需矛盾的同时，可大幅提升康复治疗效果与效率。因此，中国医疗资源供给不足的问题推动外骨骼机器人在医疗康复领域的发展。

3.1.2 中国政策扶持外骨骼机器人行业发展

中国国务院在《中国制造 2025》及“十三五”规划纲要等国家政策中提出重点发展医用及工业机器人等高性能设备，积极鼓励中国企业进行技术及产业创新，促进外骨骼机器人高速发展。《中国制造 2025》是中国政府实现制造强国战略目标的第一个十年行动纲领，其中机器人领域以及高性能医疗器械领域均被列入中国十大重点发展领域。在机器人领域，中国政府将注重研发医疗健康机器人、工业机器人、特种机器人等，促进机器人行业向标准化、模块化方向发展，突破以伺服电机、控制器、传感器与驱动器为代表的核心硬件及传感系统、驱动系统等核心技术系统的发展瓶颈。在高性能医疗器械领域，中国政府将大力推动以医用机器人为代表的高性能诊疗设备及可穿戴式移动医疗产品的发展。上行下效，中国全省市聚焦自身优势产业，重点培育产业集群，陆续推出机器人行业相关政策补贴：（1）2017 年 2 月，上海市发布《关于上海创新智能制造应用模式和机制的实施意见》，提出上海将实施智能制造应用“十百千”工程，力争成为中国智能制造应用高地、核心技术策源地以及系统解决方案输出地；（2）2017 年 8 月，北京市发布《北京市机器人产业创新发展路线图》，提出到 2020 年，北京机器人产业收入达 120 至 150 亿元，培育形成 10 家行业领军企业及 10 个研发创新总部；（3）2018 年 4 月，广东佛山发布《佛山市推动机器人应用及产业发展扶持方案（2018-2020）》，提出佛山市将对经认定的机器人本体培育企业、机器人系统集

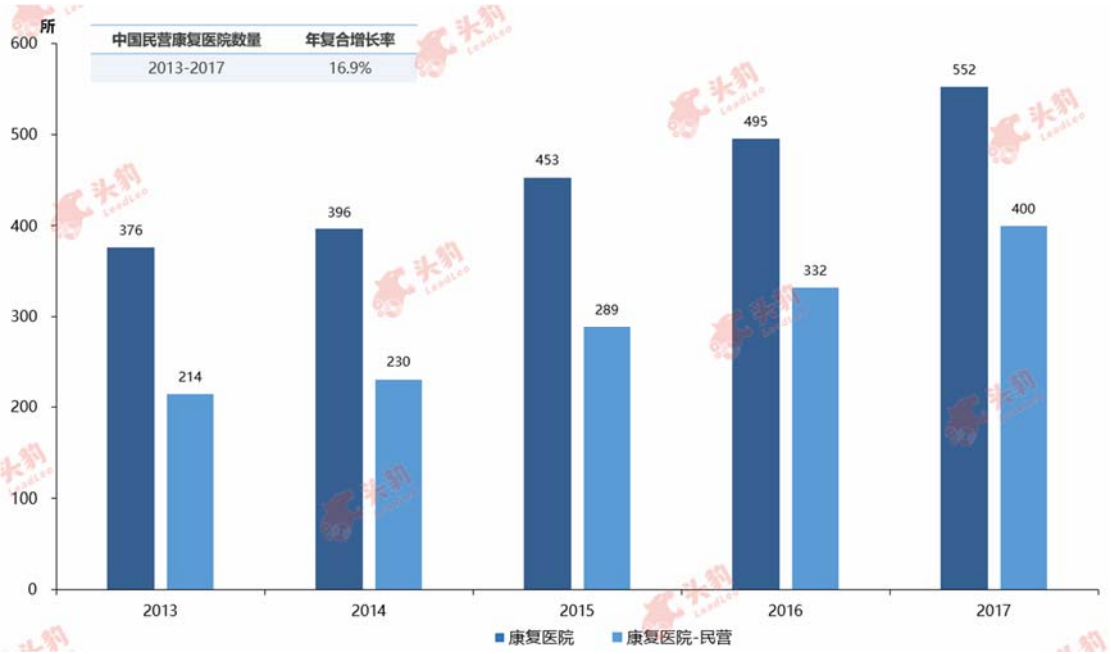
成培育企业以及突破机器人本体制造重大技术瓶颈的骨干企业进行资金补助。外骨骼机器人作为可穿戴式移动医疗及工业机器人，未来发展前景广阔。在扶持政策环境下，外骨骼机器人行业在专业人才培养、知识产权保护、核心硬件及技术系统发展、制造及生产技术更新、法律法规监管等层面进行全面完善，最终形成完整的产业链。通过政府的支持引导，中国外骨骼机器人行业将从低起点走向高发展。

3.1.3 民营医疗康复机构推动外骨骼机器人行业发展

外骨骼机器人基于仿生原理和人体工程学设计而成,与使用者保持高自由度同轴运动，能有效促进神经系统功能重组和再生，并有效缓解肌肉和关节萎缩。外骨骼机器人价格昂贵，技术壁垒高，因此个体普及率有限，但其对肢体运动障碍患者的康复治疗技术深受各类医疗康复机构青睐。截至 2018 年底，全国已有残疾人康复机构 9036 个，其中，3737 个提供肢体残疾康复服务，肢体残疾康复服务普及空间大，外骨骼机器人发展领域广。

据国家卫计委数据显示，截至 2017 年底，中国康复医院中民营康复医院有 400 所，比例已达到 72.5%，同比增长 5.4%（见图 3-1）。民营康复医院已占据市场主导地位，相比壁垒高、建设费用高的公立康复医院，民营康复医院具有盈利周期短及易复制扩张的优势，将为外骨骼机器人市场提供广阔的发展空间。公立康复医院以公开招标的方式进行医疗器械采购，过程中所涉及部门人员多，环节复杂且渠道壁垒高，注重器械的功能性。相比之下，民营康复医院采购周期短、环节简单且采购渠道多样，更注重器械的性价比。中国外骨骼机器人企业规模小、合作方式灵活、且产品性价比高，更易与民营康复医院达成合作。随着中国民营康复医院数量的不断增长，中国外骨骼机器人市场前景广阔。

图 3-1 中国民营康复医院数量，2013-2017 年



来源：国家卫计委 头豹研究院编辑整理

3.2 制约因素

3.2.1 技术与安全性制约

中国外骨骼机器人起步晚，与发达国家差距大，缺乏外骨骼机器人相关高新技术。外骨骼机器人涉及机械、控制、传感器等高难度学科领域，是多项高新科技技术的集成。外骨骼机器人技术系统仍存在缺陷，如下肢外骨骼机器人重心不稳、响应速度慢等，无法为使用者提供足够的舒适度与功效，当使用者试图控制外骨骼机器人进行移动时，上述缺陷可能导致外骨骼机器人自身成为行动的阻力，使用者需使用更大力量用以控制外骨骼机器人。外骨骼机器人环境适应性与运动灵活性差，难以灵活适应各类使用者，且存在与使用者预期动作不符合等问题。高新技术的缺乏影响外骨骼机器人的使用体验与功能效用，制约外骨骼机器人行业的发展。

外骨骼机器人基于仿生原理和人体工程学设计而成，可为使用者提供支撑功能、运动功能、环境感知功能等。外骨骼机器人采用人机融合的技术，其使用者也是控制系统中的组成

部分，使用者是控制系统的中枢，处于信息的集成和决策地位，而外骨骼机器人则处于数据收集以及执行者的地位。受限于核心硬件的质量问题、高新技术系统的不稳定性以及刚性材质外骨骼机器人自身的重量，如外骨骼机器人出现故障或跌落情况时，使用者的安全将受到极大威胁，从而制约了外骨骼机器人行业整体的发展。

3.2.2 商业化与 CFDA 认证制约

外骨骼机器人具有为使用者提供肌肉力量、减轻负荷等功能，但在中国市场普及率低，仍被认为是一种概念性技术，其高昂的价格是横亘在普通用户面前的巨大障碍。在全球外骨骼机器人市场中，外骨骼机器人均价在 60-100 万人民币之间，中国国产大艾机器人旗下产品下肢外骨骼机器人售价高达 200 万，高昂的价格因而限制了外骨骼机器人在个人消费者领域的普及。除价格以外，外骨骼机器人外形庞大笨重及技术系统不成熟等问题限制了外骨骼机器人在日常使用的可能性，制约其商业化发展。

中国外骨骼机器人行业缺乏高新技术与专业人才，其技术系统复杂，且使用者安全风险大，因此外骨骼机器人在中国需要通过 CFDA 认证才可上市销售。CFDA 认证主要内容为：（1）在中国境内销售、使用的医疗器械产品，如未能获得医疗器械注册，则不能进行销售使用；（2）医疗器械注册是依照法定程序，对准备投入市场进行销售的医疗器械的安全性以及功效性进行系统评估，以决定是否同意其在中国市场进行销售、使用；（3）除境内医疗器械以外，境外医疗器械在中国境内销售、使用也需获得医疗器械注册才可投入市场。因此外骨骼机器人企业拟在中国境内将产品投入市场，应向 CFDA 申报注册，否则不能销售、使用外骨骼机器人。CFDA 医疗器械注册证就是外骨骼机器人的合法身份证，获得这一认证极为困难，需要企业拥有成熟的技术系统、专业的生产制造及多年临床验证。中国目前仍缺乏外骨骼机器人医疗康复领域的标准和制度，专业医护人员、外骨骼机器人设计工程师、外骨骼

生产制造商之间缺乏沟通，缺少推动外骨骼机器人研发所需的数据与案例，致使外骨骼机器人难以通过 CFDA 认证，制约外骨骼机器人市场规模的发展。

3.2.3 续航能力低

外骨骼机器人具有支撑使用者行走、分散重负荷、增强肌肉力量等高消耗性功能，致使其续航能力低，平均使用时间仅能持续数小时，制约了外骨骼机器人商业化发展以及市场规模的扩大。外骨骼机器人以电池进行供电，使用者穿戴外骨骼机器人的移动范围受到电池容量限制，影响外骨骼机器人在康复训练或负重工作中的使用效率。如何提高电池单位体积容量及外骨骼机器人使用效率成为关键：（1）加大电池体积容量以获取高续航能力，但这将导致尺寸和容量不成比例，电池重量加大，降低使用者穿戴体验感；（2）使用替代发电源（如发动机或燃料电池等）以改善外骨骼机器人电源的重量和容量；（3）改进外骨骼机器人电动机及可动关节传动装置，使其减小体积、重量及耗能，以增加外骨骼机器人电池续航能力。外骨骼机器人现阶段所使用电动机以及变速器等硬件来源于工业机器人，其功效强但耗能大，不适合应用于与人体直接接触的外骨骼机器人。中国外骨骼机器人行业能源技术的缺乏，导致其续航能力增长趋势缓慢，制约外骨骼机器人行业的发展。

4 中国外骨骼机器人行业政策及监管分析

为保障外骨骼机器人行业的规范化发展，中国政府相继出台了《医疗器械监督管理条例》、《医疗器械注册管理办法》、《医疗器械标准管理办法》和《创新医疗器械特别审查程序》等多项法规，对医疗领域外骨骼机器人行业监督管理、注册管理以及标准管理等多方面制度进行了规范。中国政府颁布《中国制造 2025》、《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》等多项政策，大力推进机器人行业发展，外骨骼机器人行业未来发展空间广阔（见图 4-1）。

2014 年 3 月，国务院发布《医疗器械监督管理条例》，提出：（1）对医疗器械按照风险程度实行分类管理，按风险从低到高将医疗器械相应分为一、二、三类，重点监管高风险产品；（2）国家鼓励医疗器械的研究与创新，促进医疗器械新技术的推广和应用，推动医疗器械产业的发展。

2014 年 7 月，国家食品药品监督管理总局发布《医疗器械注册管理办法》，规定：（1）医疗器械实行分类管理，对第一类医疗器械实行产品备案管理，对第二类及第三类医疗器械实施产品注册管理；（2）建立医疗器械不良事件监测制度，对医疗器械不良事件及时进行收集、分析、评价和控制；（3）对未经许可擅自生产经营医疗器械的行为实施重罚，对出具虚假报告的检验机构撤销检验资质，10 年内不受理资质认定申请，对受到处分的直接责任人员，规定 10 年内不得从事医疗器械检验工作。

2015 年 5 月，国务院发布《中国制造 2025》，提出：（1）通过“三步走”实现制造强国的战略目标：①2025 年迈入制造强国行列。②2035 年中国制造业达到世界制造强国中等水平。③2049 年，中国综合实力迈入世界制造强国前列；（2）十个领域包括机器人、高性能医疗器械、新一代信息技术产业、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、新材料等。外骨骼机器人作为高性能医疗机器人，未来发展向好。

2016 年 3 月，工业和信息化部、国家发展改革委、财政部三部委联合发布《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》，提出到 2020 年：（1）中国自主品牌工业机器人年产量达到 10 万台；（2）六轴及以上工业机器人年产量达到 5 万台以上；（3）服务机器人年销售收入超过 300 亿元；（4）培育 3 家以上具有国际竞争力的龙头企业；（5）打造 5 个以上机器人配套产业群。

2017 年 4 月，国家药品监督管理局局务会发布《医疗器械标准管理办法》，规定：（1）

医疗器械标准按照效力分为强制性标准与推荐性标准；（2）明确医疗器械标准制定程序，细化立项、起草、征求意见、审查、批准发布、复审和废止等各环节要求，确保标准质量；（3）建立标准复审制度。

2018 年 11 月，国家药品监督管理局发布《创新医疗器械特别审查程序》，提出鼓励医疗器械研发创新，并向创新医疗器械提供特别审批程序，加快审批进程，从而促进医疗器械新技术的推广和应用。

图 4-1 中国外骨骼机器人行业相关政策

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容及影响
《创新医疗器械特别审查程序》	2018-11	国家药监局	鼓励医疗器械研发创新，向创新医疗器械提供特别审批程序，加快审批进程，从而促进医疗器械新技术的推广和应用
《医疗器械标准管理办法》	2017-04	国家药监局	（1）医疗器械标准按照效力分为强制性标准与推荐性标准；（2）明确医疗器械标准制定程序，细化立项、起草、征求意见、审查、批准发布、复审和废止等各环节要求，确保标准质量；（3）建立标准复审制度
《机器人产业发展规划（2016-2020年）》	2016-03	工信部 发改委 财政部	提出到2020年：（1）中国自主品牌工业机器人年产量达到10万台；（2）六轴及以上工业机器人年产量达到5万台以上；（3）服务机器人年销售收入超过300亿元；（4）培育3家以上具有国际竞争力的龙头企业；（5）打造5个以上机器人配套产业群
《中国制造2025》	2015-05	国务院	（1）通过“三步走”实现制造强国的战略目标：①2025年迈入制造强国行列；②2035年中国制造业达到世界制造强国中等水平；③2049年，中国综合实力迈入世界制造强国前列；（2）十个领域包括机器人、高性能医疗器械、新一代信息技术产业、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、新材料等
《医疗器械注册管理办法》	2014-07	食药监总局	（1）医疗器械实行分类管理，对第一类医疗器械实行产品备案管理，对第二类及第三类医疗器械实施产品注册管理；（2）建立医疗器械不良事件监测制度，对医疗器械不良事件及时进行收集、分析、评价和控制；（3）对未经许可擅自生产经营医疗器械的行为实施重罚，对出具虚假报告的检验机构撤销检验资质，10年内不受理资质认定申请，对受到处分的直接责任人员，规定10年内不得从事医疗器械检验工作
《医疗器械监督管理条例》	2014-03	国务院	（1）对医疗器械按照风险程度实行分类管理，按风险从低到高将医疗器械相应分为一、二、三类，重点监管高风险产品；（2）国家鼓励医疗器械的研究与创新，促进医疗器械新技术的推广和应用，推动医疗器械产业的发展

来源：头豹研究院编辑整理

5 中国外骨骼机器人行业市场趋势分析

5.1 核心硬件国产化加速

外骨骼机器人核心硬件技术落后是制约中国外骨骼机器人发展的主要因素之一，核心硬件国产化制造进程加速将促进中国外骨骼机器人行业高速发展。国务院在《中国制造 2025》及“十三五”规划纲要等国家政策中提出中国将大力推进智能医用及工业机器人等高性能设

备发展，积极鼓励中国企业进行技术及产业创新，重点培育头部企业，带动行业整体发展。在政策的支持引导下，中国国产核心硬件品牌逐渐崛起，突破以伺服电机、控制器以及减速器为代表的核心硬件技术发展瓶颈，推动核心硬件国产化加速：（1）伺服电机是外骨骼机器人控制系统中的执行元件，伺服电机的质量决定着外骨骼机器人的稳定性与安全性水平。随着国产品牌伺服电机迅速发展，其产品技术逐步接近国际标准，涌现出南京埃斯顿自动化、广州数控设备、深圳汇川技术等具有市场潜力的国产伺服电机品牌；（2）随着中国机器人行业的高速发展以及中国制造行业的领先优势增大，国产控制器市场份额不断扩大，以固高科技、成都卡诺普为代表的控制器企业表现突出；（3）在减速器领域，国际巨头纳博特斯克因生产技术及管理原因而延长减速器供应周期促进了中国减速器企业迅速发展，以苏州绿的、南通振康等企业为代表的中国减速器企业产品销量大幅增长。受益于国产核心硬件行业产业升级，未来国产核心硬件成长空间广阔，将大幅促进中国外骨骼机器人行业发展。

5.2 柔性外骨骼机器人趋势

外骨骼机器人未来发展趋势为更轻、更柔软、更灵活的柔性外骨骼机器人。传统刚性材料所制成的外骨骼机器人对人体安全具有潜在威胁，且缺乏在特定环境下进行作业的适应性与灵活性，促使外骨骼机器人企业对机器人的柔软性展开研究。与刚性材质外骨骼机器人不同，柔性外骨骼机器人主要由柔软材料组成，如液体、凝胶、硅树脂等，可与生物组织和器官的灵活性以及弹性相匹配，可在复杂环境下进行灵巧的运动以完成高难度任务。柔性外骨骼机器人模拟生物柔性和灵活性的仿生技术，弥补了刚性外骨骼机器人在安全性、适应性及灵活性等方面的不足，促进外骨骼机器人在医疗领域的高速发展。

与刚性外骨骼机器人可分散系统本身重量不同，柔性外骨骼机器人的重量将由使用者全部承受。因此，柔性外骨骼机器人发展的同时推动了可替代重型电动机或液压马达的具有高

功率输出的轻型动力源的研发。柔性外骨骼机器人与轻型动力源将推动外骨骼机器人行业进一步发展。

5.3 人机融合趋势

随着感知计算技术和传感系统发展日益成熟，机器人研发方向从人机协作逐步迈向人机融合，机器人将逐渐成为人类身体的一部份。机器人的研发与应用，从最初由机器取代人力，到后来强调人机协作，再到现在人与机器不仅只是协作，更进一步迈入人机融合的阶段，即从依赖硬件传感器收集人体生物电信号发展成为将硬件客观数据与人体主观信息相结合的新型信息输入方式。信息接收后，经过机器的计算能力与人体的思维能力进行信息处理，再通过机器的算法能力与人体的决策能力互相协调、优化判断后进行智能输出，将人体智能与机器智能相融合，从单向输出转为双向互动，从而形成更高效的人机一体化智能科学系统。人机融合既可替代人类进行简单、重复、高危险的工作，亦可弥补机械操作不灵活、变通性差的缺点。外骨骼机器人正是人机融合智能在实际场景中的初步成果，如企业为员工配备结合了生物电信号传感系统、人体机能增进等高新机器人技术的外骨骼机器人，将大幅提升员工工作效率、企业生产效率。随着人机融合趋势的不断发展，外骨骼机器人未来发展空间广阔。

6 中国外骨骼机器人行业竞争格局分析

6.1 中国外骨骼机器人行业竞争格局概述

从应用领域分析，外骨骼机器人行业在医疗康复领域头部企业多为国外企业，市场份额主要集中在三家已上市外骨骼机器人企业：

（1）以色列 ReWalk，旗下外骨骼机器人包括下肢外骨骼以及配套拐杖，辅助肢体残

疾人恢复正常行走能力，产品售价为 7.7 万美金。2018 年 ReWalk 外骨骼机器人销售量为 85 台，实现营业收入 654.5 万美元。

（2）日本 Cyberdyne，旗下外骨骼机器人包括下肢外骨骼系统、腰部外骨骼等，由于产品价格高昂，企业主要商业模式为外骨骼机器人租赁。2018 年，Cyberdyne 外骨骼机器人营业收入为 1,590.3 万美元。

（3）美国 Ekso Bionics，旗下外骨骼机器人 EksoGT 主要面向神经性损伤患者，产品售价为 10 万美元。2018 年，Ekso Bionics 外骨骼机器人实现营业收入 1133.2 万美元。

随着机器人行业的飞速发展以及中国政策利好方向，外骨骼机器人企业数量呈上升趋势，且主要集中于医疗康复外骨骼机器人领域。中国外骨骼机器人行业起步晚，缺乏驱动系统、控制系统等先进技术，仅能实现医疗康复辅助治疗功能。受限于外骨骼机器人高新技术的缺乏及 CFDA 认证阻力，中国外骨骼机器人目前在医疗康复领域获得 CFDA 注册证的企业数量少，包括北京大艾机器人以及成都布法罗机器人等。由于中国外骨骼机器人需获得 CFDA 认证才可投入市场进行销售，因此已获得认证的头部企业竞争优势明显。

中国外骨骼机器人企业在工业领域投资少，且技术落后，主要采用以弹簧为主的机械式助力，缺少动力源，使用功效性弱。中国外骨骼机器人企业在工业领域主要以傲鲨智能和铁甲钢拳为代表，工业用外骨骼机器人市场份额低。中国制造业发展日益白热化以及中国政策对机器人行业的扶持，推动中国外骨骼机器人行业发展。

6.2 中国外骨骼机器人行业典型企业分析

6.2.1 北京大艾机器人科技有限公司

6.2.1.1 公司简介

北京大艾机器人科技有限公司 (以下简称 “大艾机器人”) 是一家医疗机器人创新企业，专注于医疗机器人领域，主营医疗机器人软、硬件产品研发、生产、销售和服务，旗下产品包括外骨骼机器人、学步减重康复机器人等。大艾机器人于 2016 年 4 月获得首都科技发展集团 1,200 万人民币天使轮融资，并于 2018 年 2 月获得金科君创、硅谷天堂以及同方厚特等企业 Pre-A 轮融资，用于外骨骼机器人产业化。

6.2.1.2 竞争优势

大艾机器人旗下产品外骨骼机器人处于中国医疗康复机器人领域头部地位，于 2018 年获得中国首个外骨骼机器人 CFDA 注册认证，拥有生产外骨骼机器人并将其投放市场进行销售的资格。大艾机器人自主研发出两款下肢外骨骼机器人：艾动和艾康。下肢外骨骼机器人装有控制器、传感器和驱动器为肢体行走提供力量，主要面向严重偏瘫、脊髓损伤、中风等行动障碍患者。大艾机器人旗下外骨骼机器人重达 20kg，售价超 200 万人民币。

大艾机器人拥有一支专业的医疗康复机器人研发团队，并与中国知名医疗机构合作，开展研发及相关临床应用试验等，包括 301 医院、北京积水潭医院、北京宣武医院、江苏省人民医院、国家康复辅具研究中心、武汉同济医院等。

6.2.2 布法罗机器人科技（成都）有限公司

6.2.2.1 企业简介

布法罗机器人科技（成都）有限公司（以下简称“布法罗机器人”）是一家外骨骼机器人产品供应商和系统解决方案提供商。布法罗机器人以电子科技大学机器人研究中心为基础，其业务涉及医疗康复外骨骼机器人自主研发、规模生产和市场销售以及机器人、机器视觉和人机交互技术研发。布法罗机器人在外骨骼机器人领域已申报发明专利 70 余项，授权 5 项。在 2015 年中国残运会上，布法罗机器人旗下产品 AIDER 助力截肢火炬手林寒战立行走并成功完成火炬传递仪式。

6.2.2.2 竞争优势

布法罗机器人于2018年10月获得中国外骨骼机器人CFDA认证,行业竞争优势明显。布法罗机器人旗下产品 AIDER 结合了设计机器人学、人体工程学、控制理论、传感器技术、信息处理技术等高难度复杂技术，硬件层面采用电机驱动，软件层面则应用自主研发的运动意图检测及控制系统。AIDER 面向丧失行走能力的患者，适用于 T9-T12 脊髓损伤人群，可辅助患者恢复行走能力、站立以及上下楼梯等，还可通过长期短时的行走训练减少瘫痪患者肌肉萎缩、褥疮等并发症的发生。布法罗机器人产品 AIDER 续航时间为 5 小时，平均时速达到每秒 0.78 米。

6.2.3 上海傲鲨智能科技有限公司

6.2.3.1 企业简介

上海傲鲨智能科技有限公司（以下简称“傲鲨智能”）于 2018 年 4 月成立于上海，是

一家外骨骼机器人研发商。傲鲨智能旗下外骨骼机器人主要针对工业领域提供外骨骼机器人产品和配套解决方案，为汽车、飞机、船舶制造企业工人提供助力，未来发展方向为物流领域以及消防领域等。

6.2.3.2 竞争优势

傲鲨智能同时研发上肢与下肢外骨骼机器人，结合力阻抗控制技术、力控集成驱动单元、长效锂电管理系统、高速多总线离散系统等技术进行产品技术研发。上肢外骨骼机器人“MAPS 脉”有 4 个自由度，采用伺服电机驱动，可应用于汽车工业领域以提高工人效率。下肢外骨骼机器人“HEMS 尉”有 6 个主动自由度和 6 个被动自由度，用于力量增强和负重训练。傲鲨智能旗下产品同时具备软件与硬件优势：（1）硬件上，采用自主研发的运动控制和配套电机驱动单元；（2）软件上，采用自主研发的意图识别的算法。

头豹研究院简介

- 头豹研究院是中国大陆地区首家 B2B 模式人工智能技术的互联网商业咨询平台，已形成集行业研究、政企咨询、产业规划、会展会议行业服务等业务为一体的一站式行业服务体系，整合多方资源，致力于为用户提供最专业、最完整、最省时的行业和企业数据库服务，帮助用户实现知识共建，产权共享
- 公司致力于以优质商业资源共享为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



四大核心服务：

企业服务

为企业提供**定制化报告**服务、**管理咨询**、**战略**调整等服务

云研究院服务

提供行业分析师**外派驻场**服务，平台数据库、报告库及内部研究团队提供技术支持服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、**奖项**评选、行业**白皮书**等服务

园区规划、产业规划

地方**产业规划**，**园区**企业孵化服务

报告阅读渠道

头豹科技创新网 —— www.leadleo.com PC端阅读全行业、千本研报



头豹小程序 —— 微信小程序搜索“头豹”、手机扫右侧二维码阅读研报


图说


表说


专家说


数说

详情请咨询

客服电话

400-072-5588

上海

王先生： 13611634866
李女士： 13061967127

南京

杨先生： 13120628075
唐先生： 18014813521

深圳

李先生： 18916233114
李女士： 18049912451