



机器人电机行业深度分析报告

力量的心脏：人形机器人时代的核心驱动力

问可汇 2026年

目录

01 行业概述

02 市场规模与趋势

03 竞争格局分析

04 产业链分析

05 核心技术挑战



01

行业概述

机器人的“力量心脏”与颠覆性需求

机器人的“力量心脏”：从工业到人形的跨越

机器人电机是机器人整机的动力核心部件，被誉为机器人的“力量心脏”。它承担着将电能高效转化为机械动能的关键任务，驱动关节与执行机构完成各类复杂动作，是决定机器人运动能力与作业效率的核心基石。



传统工业机器人时代

在工业自动化领域，伺服电机技术历经数十年迭代已发展成熟。其稳定的输出特性与完善的量产体系，使其成为固定产线中可靠的动力源，满足焊接、搬运等重复性作业的严苛要求。

成熟的技术底座：标准化与规模化

技术上实现了扭矩、转速的精准闭环控制，成本随量产大幅降低，维护体系标准化。这种成熟度让工业机器人在结构化、高重复性的生产环境中实现了大规模商业落地，成为现代制造业不可或缺的自动化装备。



人形机器人时代

当机器人从“固定产线”走向“动态生活场景”，跑跳、攀爬与灵活操作等类人运动，对动力系统提出了颠覆性要求。不再是单一维度的性能指标，而是对综合能力的极限挑战。

核心瓶颈：最后的5%技术跨越

轻量化、高爆发、高精度与高响应的一体化电机技术，是当前行业的最大技术鸿沟。传统电机难以兼顾体积、重量与瞬时功率，唯有突破这一核心技术，才能让人形机器人真正走出实验室，服务于复杂多变的现实生活。

人形机器人对电机的颠覆性要求

极致爆发力

2-4 倍

瞬时功率与扭矩大幅跃升，满足跑、跳、攀爬等高强度动态运动需求，彻底突破传统工业电机的动力输出极限。

轻量化小型化

30%+

电机体积与重量显著降低，完美适配人形机器人全身紧凑的关节布局，大幅提升肢体运动的灵活性与续航能力。

高效散热能力

全天候稳定

攻克高频高负载下的热堆积难题，确保长时间连续作业不宕机，为复杂户外或工业场景下的可靠执行提供保障。

超高响应速度

50%+

毫秒级动态响应与控制精度，精准复现人类细腻的仿生动作，消除执行滞后，实现与环境的无缝自然交互。

3-6 kW/kg

高端力矩电机功率密度

在硬币大小的体积内迸发强劲动力，是支撑机器人完成深蹲、跳跃等高能耗动作的核心物理基础，也是区别于传统伺服电机的关键指标。

0.03 ~ 0.05mm

空心杯电机配套超细漆包铜线线径

极细导线的微纳级绕制工艺，直接决定了电机的能量转化效率与控制细腻度。这种近乎极限的制造公差，对国产供应链的精密加工能力提出了严苛挑战。

70% vs 90%

国内外量产良品率差距

良率是降本增效的核心变量。海外企业凭借成熟工艺已达90%水平，而国内尚处爬坡期。缩小这一差距，是实现人形机器人电机规模化、低成本商用的必经之路。

机器人电机分类及技术原理



步进电机 (Stepper Motor)

基于脉冲信号的开环控制方式，每输入一个电脉冲，电机轴便转动一个固定的步距角。无需编码器即可实现基础定位。

结构简单成本低，但效率常低于60%，存在低频共振问题。适用于轻载场景，典型扭矩范围0.1~30 N·m，定位精度约 ± 0.1 mm。



伺服电机 (Servo Motor)

采用高精度闭环反馈系统，结合编码器与FOC矢量控制算法，实时调整电流，精准修正位置误差，动态响应极强。

动态响应带宽 >400 Hz，控制精度达 $\pm 0.01^\circ$ 。支持复杂轨迹规划，响应时间 <5 ms，是工业机器人高动态关节的核心执行器。



力矩电机 (Torque Motor)

专为直接驱动 (DD) 设计，取消减速箱，定子与转子直接耦合负载。输出扭矩与输入电流呈线性比例，响应无滞后。

转矩密度 >5 N·m/kg，短时过载能力可达300%。无框结构紧凑，是协作机器人关节的首选，可实现零背隙的精准力控。



空心杯电机 (Coreless Motor)

革命性的无铁芯转子结构，彻底消除了传统铁芯电机的磁滞和涡流损耗，能量转换效率大幅提升，运行更平滑。

转动惯量极低(<0.1 g·cm²)，机械时间常数 <10 ms，效率常超85%。适用于仿生机器人末端执行器等对响应速度和能效要求极高的场景。



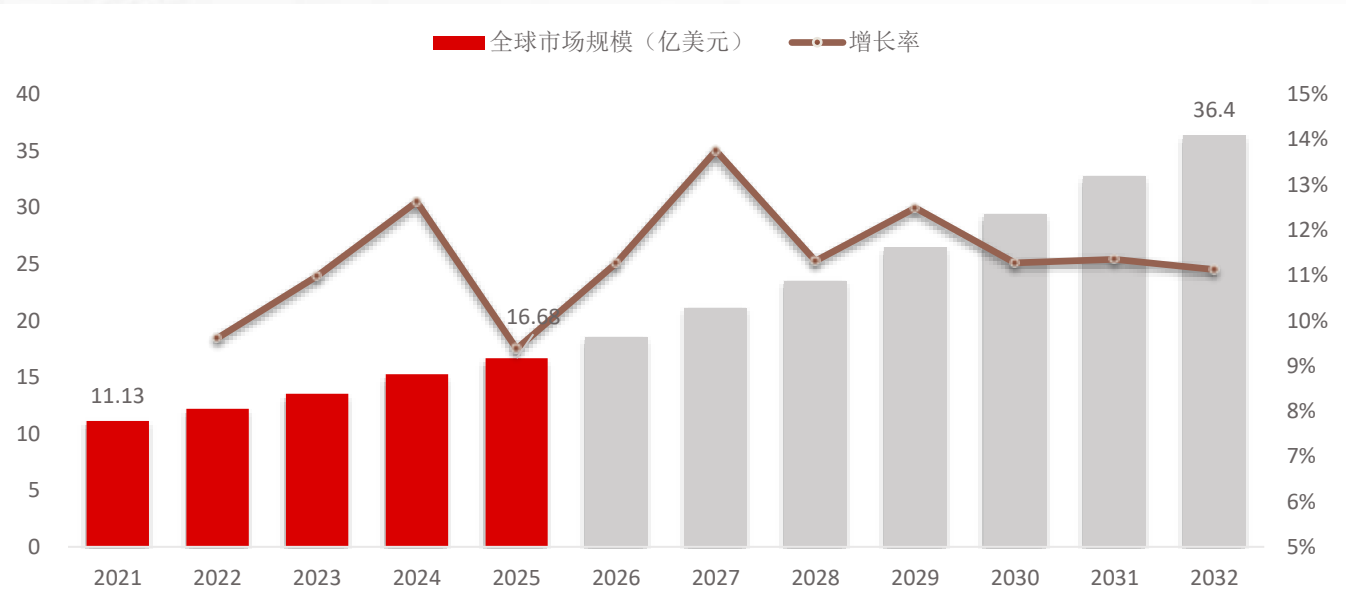
02

市场规模分析

全球及中国市场的增长潜力

全球市场规模：稳步增长，人形机器人驱动未来

全球机器人电机行业整体保持稳步增长态势，随着工业机器人存量升级、服务机器人商业化渗透加深，以及人形机器人从研发走向量产，行业市场规模持续扩容，成为智能制造领域中最具成长性的细分赛道之一。



增长拐点已至：十年空间数倍扩容

从平缓爬坡转向陡峭增长，市场规模预计在未来十年内突破36亿美元。这一增长曲线背后，是技术成熟度与商业化应用场景的双重突破，行业正迎来自历史性的发展机遇。

关键转折点：2026年起，人形机器人量产将成为推动行业爆发的核心引擎。

体量跃升：十年增长超3.2倍

市场规模从2021年的11.13亿美元跃升至2032年的36.4亿美元，实现跨越式发展。

动能强劲：CAGR高达11.88%

2026至2032年期间，行业将保持双位数的年均复合增长率。机器人电机的技术迭代速度快，市场需求弹性高，是典型的高成长性赛道。

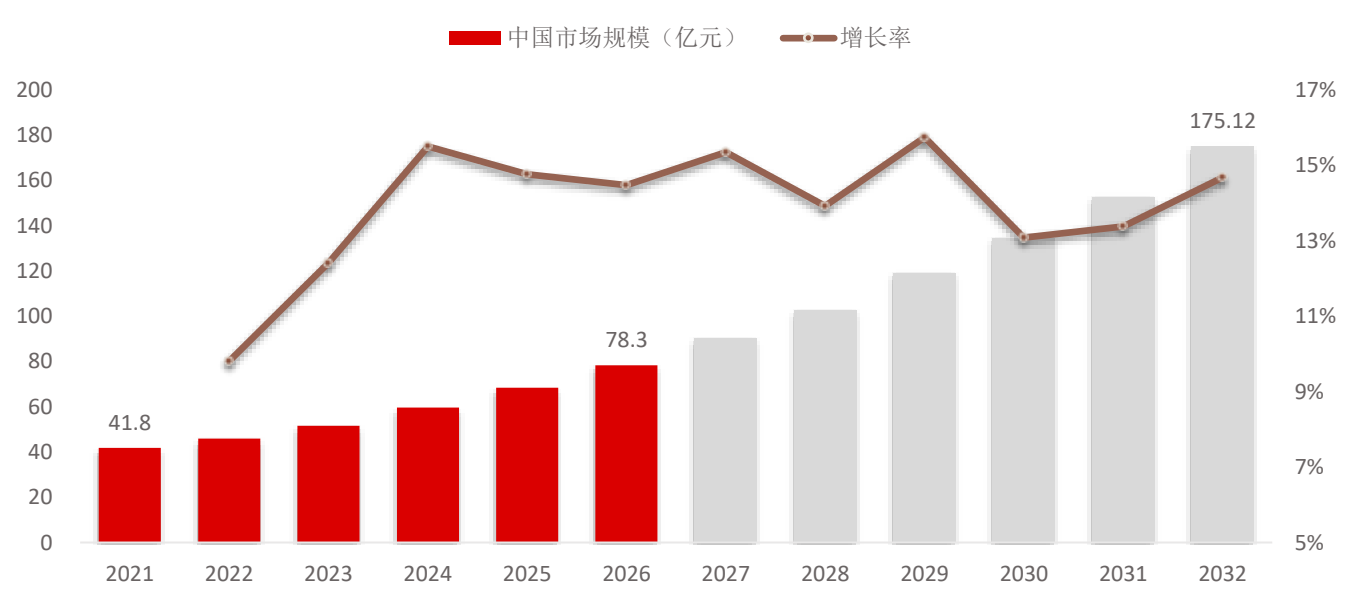
核心变量：人形机器人需求爆发

单台人形机器人需配备数十台高性能电机，随着技术成熟和量产落地，将带来电机需求的指数级扩容，彻底打开行业的长期增长天花板。

资料来源：公开资料及问可汇（WENKH）整理研究，2026年

中国市场规模：增速领跑，国产替代正当时

国内机器人电机行业受益于国产化浪潮、政策扶持与产业链配套的持续完善，增长速度显著高于全球平均水平。随着核心技术突破与应用场景的不断拓展，中国已成为全球机器人电机市场中最具发展潜力与增长活力的关键区域。



2032年突破 175 亿元

相比2021年实现超3倍增长，国产供应链的成熟正在重塑市场格局，释放出巨大的产业价值与市场容量。

年均复合增速 13–14% | 远超全球平均水平

市场量级的跨越式跃升

市场规模从41.8亿元起步，预计十年内稳步攀升至172亿元。需求端的爆发式增长与供给端的产能释放行业参与者提供了广阔的市场空间。

领跑全球的增长动能

行业CAGR稳定在13–14%区间。政策红利与技术降本双轮驱动，使得中国成为全球产业转移与升级的核心承接地。

人形与协作机器人双驱动

中长期增长的核心动力来自于人形机器人的研发突破与协作机器人的规模化商用。



03

竞争格局

国际巨头与国产力量的博弈

竞争格局：金字塔梯队



第一梯队 30%

Fanuc、Siemens、ABB、Yaskawa和Maxon Motor

第二梯队 26%

Delta Electronics、星德胜科技、Nidec、上海步科、Panasonic、苏州凯航电机、南京埃斯顿、Tamagawa Seiki、Mitsubishi Electric、深圳市兆威机电、上海鸣志电器

第三梯队 44%

汇川技术、Faulhaber、深圳拓邦股份有限公司、深圳市雷赛智能、Beckhoff Automation、南昌三瑞智能科技有限公司、上海新时达、武汉华中数控

高端市场国际垄断

核心巨头格局

Fanuc · Siemens · ABB
Yaskawa · Maxon

全球工业机器人领域的“第一梯队”，凭借百年工业底蕴与持续的研发投入，长期主导精密制造与自动化产线核心环节，是行业标准的制定者。

市场绝对统治

30% +

头部Top5企业合计占据高端市场核心份额。在精密减速器、伺服电机等关键零部件与人形机器人动力单元领域，形成了难以撼动的市场壁垒与用户粘性。



行业格局洞察：全球化巨头的核心统治力

国际巨头凭借数十年的技术积累与全球化布局，在高端工业机器人与人形机器人核心动力单元领域建立了绝对统治。其深厚的技术护城河不仅体现在产品的高精度、高可靠性上，更体现在对核心供应链的深度掌控与行业底层标准的制定上，这是中国企业向产业链上游突破时必须直面并跨越的关键挑战。

国产突围：全面布局，深度绑定头部客户

汇川技术



工业自动化全栈式领军者

通用伺服系统国内市占率 32%

深度绑定特斯拉、小米等顶级客户，业务覆盖工业机器人核心部件与新能源汽车电控系统，产品矩阵最完备。

步科股份



人形机器人无框力矩电机龙头

低压伺服系统份额领先

依托工业自动化与移动机器人领域的深厚积淀深耕人形机器人赛道，技术迭代速度快，是国产运动控制领域的高成长核心标的。

伟创电气



本土配套持续放量

伺服系统份额稳步攀升

依托新能源装备领域的深厚积累切入人形机器人赛道，技术响应速度快，是国产自动化方案中的高成长性标的。

鸣志电器



空心杯电机绝对龙头

国内市占率超 30%

掌握微型驱动核心技术，是灵巧手、末端执行器的核心动力单元供应商，产品性能对标进口品牌。

拓邦股份



灵巧手模组领先者

空心杯电机年产能超百万台

具备从电机到驱动的一体化方案能力，在人形机器人执行端布局早，已实现核心部件的批量交付与应用。

禾川科技



伺服系统国产第二

2025年人形机器人相关业务营收
占总营收达15%

产品高性价比是核心竞争力，快速渗透中小机器人厂商市场，在SCARA与协作机器人领域市占率持续提升。

雷赛智能



步进系统领域王者

主业营收CAGR 20%+

深耕运动控制底层技术，客户覆盖大量教育科研机构与小型工业机器人厂商，在经济型市场拥有极强话语权。

市场分层：国际巨头垄断高端，国产力量加速追赶

机器人电机行业内部竞争呈现显著的梯队化格局，国际巨头凭借深厚技术积淀与品牌壁垒牢牢占据高端市场，国内头部企业则通过持续的技术迭代与性价比优势加速国产替代进程，而低端市场同质化竞争激烈，新兴赛道的技术突破正成为行业新的增长极。

高端市场·国际垄断

核心玩家为Fanuc、Siemens、ABB、Yaskawa、Maxon等海外工业巨头。凭借顶尖的精密制造技术、全产业链布局与全球品牌影响力，主导高端工业机器人与人形机器人核心动力单元市场。

头部Top5企业合计占据约**30%**的市场份额，技术壁垒高筑，是行业定价权的掌握者。

中端市场·国产突围

以汇川技术、埃斯顿、鸣志电器等为代表的国内龙头企业，正通过快速的技术迭代与本土化服务优势，打破外资垄断，成为国产替代的中坚力量。



低端市场·红海博弈

市场呈现高度同质化特征，参与者以国内大量中小厂商为主。产品技术门槛相对较低，价格战成为主要竞争手段，企业利润空间微薄，主要覆盖对成本敏感的中低端应用场景。

行业集中度低，缺乏核心技术护城河，生存压力巨大，转型升级迫在眉睫。

新兴赛道：人形机器人驱动技术差异化竞争

国际巨头：先发优势难以撼动

Maxon、Faulhaber等企业在精密微电机领域拥有数十年技术积淀，产品在扭矩密度、控制精度与可靠性上优势显著，仍是特斯拉、优必选等头部人形机器人企业的核心供应链选择。

国产力量：技术突破与弯道超车

鸣志电器、南昌三瑞等企业聚焦技术差异化，加大空心杯、无框电机研发投入。依托国内完整的供应链体系与成本优势，正逐步进入头部客户供应链，在新赛道中抢占关键市场份额。

04

产业链全景分析

从上游材料到下游应用的完整图景

4.1 上游--钕铁硼永磁体



钕铁硼永磁体凭借极高的磁能积，是制造高功率密度、小型化伺服电机的关键基础材料。其优异的磁性能直接决定了人形机器人关节电机的扭矩输出与响应速度，是实现机器人灵活运动的核心物质基础。

作为机器人伺服电机、力矩电机的“心脏”，钕铁硼永磁体直接决定了电机的动力输出效率与体积轻量化水平。在人形机器人领域，高性能烧结钕铁硼更是微型化关节电机实现高动态响应与长续航的刚性需求材料，没有它就无法实现精密的运动控制。

2025全球总产量

37.7万吨

全球稀土永磁市场的核心体量，支撑新能源与智能制造双增长。

中国产量占比

87.5%

占据绝对主导地位，是全球供应链的核心供给国。

高性能材料份额

>68%

人形机器人用高端高性能钕铁硼，国内量产份额不足70%。

行业格局：全球钕铁硼产能高度集中于中国，日本、德国依托专利优势保留高端人形用高性能磁材定制产能。国内龙头打通稀土开采、冶炼、磁体制备全产业链，在中低端永磁领域具备成本优势；超高牌号人形专用磁材，海外厂商仍保有技术壁垒，国产正加速实现高端替代，是全球机器人电机关键供应链支撑。

4.1 上游--高精度铜线

高精度超细铜线是微型电机线圈的“神经网络”，其加工精度与材料稳定性直接决定电机的控制精度与响应速度。作为人形机器人灵巧手、微型伺服电机等精密执行部件的关键耗材，它是实现机器人关节拟人化、精细化动作的核心物理基础。

线径持续向超细化发展

0.02mm以下

行业领先企业已具备0.02mm及以下漆包线量产能力。。

铜线材总产量

1057万吨

中国已成为全球最大的漆包线及精密绕组线生产国之一，在新能源汽车电机、工业机器人及消费电子领域形成完整产业链。



高纯度无氧铜线圈的精密绕组工艺，是微型伺服电机实现微米级精准控制的关键。在人形机器人灵巧手的设计中，其质量直接决定了执行末端的动作精度与使用寿命，是国产机器人核心部件自主化的重要一环。

4.1 上游-- 精密轴承



精密滚珠轴承组件是机器人关节与驱动电机的核心运动部件，其微米级的加工精度直接决定了机器人的运动控制精度与运行寿命。

精密轴承是电机高速、低噪、长效运行的核心部件。在机器人应用场景中，电机长期处于高频启停与动态负载工况，对轴承的旋转精度、耐磨度及可靠性提出了远高于工业级的严苛标准。

全球轴承市场规模

超1300亿美元

附加值极高的精密轴承及超精密轴承细分市场正在加速扩容

国内国产化率

超 50%

常规精密轴承领域国产化替代进程加快

关节轴承国产化率

约 30%

人形机器人微型轴承技术门槛极高的细分市场

核心挑战：高端产品仍严重依赖海外SKF、NSK等国际龙头品牌，核心技术与性能指标存在代差，是机器人上游供应链中典型的“卡脖子”关键环节，国产化突破迫在眉睫。

4.2 中游：电机制造

电机制造是机器人产业链的核心价值环节，承担材料集成、精密加工、性能调校的核心功能。适配人形机器人、高端服务机器人的电机主要分为三类，是决定机器人运动精度与动态性能的关键部件。

空心杯电机

特点：轻量化、低惯性、高精度响应，无铁芯损耗，适合高频启停场景。

应用与壁垒：灵巧手/眼部执行器；核心壁垒在于0.02mm超细线圈绕制工艺。

国产化率约**15%**

无框力矩电机

特点：低速大扭矩输出、高集成度、抗冲击能力强，体积功率比优异。

应用与壁垒：人形关节/协作臂；需突破力矩控制算法与高刚度结构设计。

国产化率约**50%**

轴向磁通电机

特点：高功率密度、爆发力强、扁平结构，适合有限空间内的动力输出。

应用与壁垒：腿部动态运动/高速移动；难点在于高效散热设计与磁路优化。

高端国产化率快速攀升

2025年全球机器人电机市场爆发

16.68亿美元市场规模，人形机器人专用电机需求激增，成为新增长极。

高端产品技术红利释放

10%+复合增速，国产替代进程加速，头部企业技术突破进入收获期。

资料来源：公开资料及问可汇（WENKH）整理研究，2026年

4.3--下游应用场景



人形机器人

最大市场与最高技术门槛

单台需50-90台电机 | 成本占比20-30%

动作复杂且动态响应要求极高，是技术壁垒最高的赛道。手部执行器适配高功率密度空心杯电机，关节驱动采用无框力矩电机，腿部则趋向效率更高的轴向磁通电机方案，直接决定机器人的运动灵活性与续航能力。



服务机器人

民生刚需与规模化应用

极致成本控制·轻量化低噪音

覆盖商用清洁、物流配送、家庭服务等高频场景，市场对产品性价比极为敏感。核心需求聚焦于轻量化机身、小型化驱动单元及低噪音运行表现，是伺服电机技术从工业走向大众消费级市场的重要落地场景。



协作机器人

国产替代核心突破口

国产化率已达 70% - 80%

常规低压协作机型电机国产化率 70%~80%，面向人形平台的高压重载协作电机国产化率不足 50%，高低压产品国产化水平分化明显。



医疗机器人

生命健康领域的精准执行者

空心杯电机渗透率行业第一

应用于手术机器人、康复外骨骼等关键临床场景，对运动精度、运行稳定性与安全性有着最高等级要求。空心杯电机凭借零齿槽效应与优异动态特性成为首选方案，代表了高端伺服技术与精密医疗工程的深度融合。



05

核心技术挑战

制约行业发展的关键瓶颈

五大核心技术挑战



超高精度绕线工艺瓶颈

极细线圈（0.02mm）的绕制工艺难度极大，国内良品率普遍在60-70%区间，与海外顶尖水平的90%存在显著差距。这一技术壁垒直接导致了核心部件的生产成本高企与产能爬坡困难。



高爆发工况散热可靠性

跑、跳等高频剧烈运动将产生瞬时高热，如何在狭小的空间内实现高效热管理是关键。电机在持续高负荷下的散热效率直接决定了产品的运行稳定性与长期使用寿命，是工程化落地的重要关卡。

轻量化与功率密度的博弈

在严格的体积和重量限制下，如何突破物理极限实现更高的输出功率与扭矩？这是小型化动力单元设计中最核心的矛盾，需要新材料与新拓扑结构的双重创新。

核心痛点：体积与性能的不可兼得

毫秒级响应与精准力控

应用场景要求电机在1-2毫秒内完成极速响应，同时力控精度需达到 $\pm 0.5\%$ 。这对底层控制算法的优化能力、硬件的高速信号处理能力提出了近乎极致的工程要求。

核心痛点：算法与硬件的协同极限

关节模块一体化集成

将电机本体、精密减速器、传感器及驱动电路高度集成至紧凑的关节模块中，需解决多物理场耦合、部件抗干扰及精密装配工艺的系统性难题，是产品小型化的最后一公里。

核心痛点：系统级微型化设计

武汉问渠汇知信息科技有限公司

武汉问渠汇知信息科技有限公司是专注于细分市场行业调研的权威机构，问可汇是问渠汇知信息科技有限公司旗下高端咨询品牌，精研细分行业研究。在化工、电子和半导体、消费品、汽车、机械设备等领域提供市场研究报告、为企业提供市场机会洞察、竞争格局研究等服务。以专业数据与深刻洞察助力企业决策，推动合作共赢。

邮箱: market@wenkh.com

联系电话: 027-85566566

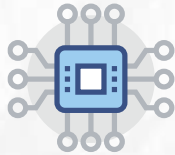
官网: <https://www.wenkh.com.cn>



服务领域



化工



电子



消费品



汽车



机械



食品



医疗



农业

专注行业
15年

研究报告
20000+