

SIEMENS西门子四川省绵阳市（授权）伺服电机一级代理商——西门子西南总代理

产品名称	SIEMENS西门子四川省绵阳市（授权）伺服电机一级代理商——西门子西南总代理
公司名称	广东湘恒智能科技有限公司
价格	.00/件
规格参数	西门子总代理:PLC 西门子一级代:驱动 西门子代理商:伺服电机
公司地址	惠州大亚湾澳头石化大道中480号太东天地花园2栋二单元9层01号房
联系电话	15915421161 15903418770

产品详情

空心杯电机具有节能、控制性能好、能量密度高等优点，但功率较低。空心杯电机的优点在于：1）节能：能量转换效率很高，其最大效率一般在70%以上，部分产品可达到90%以上（铁芯电动机一般在70%）；2）控制性能好：起动、制动迅速，响应极快，机械时间常数小于28毫秒，部分产品可以达到10毫秒以内（铁芯电动机一般在100毫秒以上）；在推荐运行区域内的高速运转状态下，可以方便地对转速进行灵敏的调节；3）拖动性能好：运行稳定性十分可靠，转速波动能控制在2%以内；4）能量密度高：与同等功率的铁芯电动机相比，其重量、体积减轻1/3-1/2；5）散热效果好：铜板线圈内外表面都有空气流动，温升较小。但缺点在于功率上限低：由于没有牢固的铁芯支撑，线圈厚度较薄，且线圈和输出轴的连接强度有限，因此体积、功率等无法做到很大，一般空心杯电机最大功率仅几百瓦，属于一种微特电机。空心杯电机在高精度、高速响应、紧凑高效场景得到广泛应用。1）需要快速响应的系统：军用领域导弹方向的快速调节、高灵敏度的记录和检测设备、工业机器人、仿生义肢；2）对重量和能耗要求的飞行器，包括无人机、航模等；3）其他家电、工业产品，可以替代传统电机，提高产品性能。根据国际咨询机构QY Research统计数据，预计2022年全球空心杯直流电机市场规模为7.5亿美元，2022-2028年复合增速8%，至2028年增加至11.9亿美元；2021年中国、欧洲市场份额分别为35%、26%。

空心杯市场长期被外资垄断，蕴藏大量国产替代机遇。空心杯电机的产品制造和量产的难度高，绕线和自动化工艺复杂，对绕线工人的技能水平要求高，难以实现大规模量产。目前空心杯市场被德国FAULHABER与瑞士Maxon主导，随着guoneishichang对空心杯电机认知程度不断提高，国产厂商的量产工艺水平不断突破，未来有望实现国产替代。

3. 解析不同机器人对电机的差异化需求

3.1 工业机器人：工业场景要求响应速度和控制精度工业机器人（多关节机器人）通常有6个关节，对应6个电机。控制器、伺服电机和减速器被称为工业机器人的三大零部件：1）控制器是机器人的“大脑”，通过硬软件结合来控制机器人的运动位置、姿态和轨迹；2）伺服电机是机器人的“驱动力”，根据控制器发出的命令输出力矩，动态控制机器人的速度和位置；3）减速器用于降速增矩：伺服电机一般输出的转速高、力矩小，不能满足机器人本体的运动需求，需要通过减速器来降低转速、增加力矩。根据高工机器人数据，伺服电机在工业机器人总成本中占比

20%。工业机器人对电机性能要求较高：高功率密度、高扭矩惯量比、高启动转矩、低惯量和较宽广且平滑的调速范围。1）高功率密度：工业机器人的体积和负载要求电机重量轻、体积小；2）高扭矩惯量：代表更高加减速性能，更快响应速度；3）高启动转矩：启动转矩越大，电动机加速越快，启动过程越短，也越能带重负载启动；4）低惯量：惯量越低，精度和响应速度越好；5）宽广平滑的调速范围：随着控制信号的变化，电动机的转速能连续变化，调速范围1:1000~10000，功率范围一般为0.1~10kW。

3.2 四足机器人：侧重高功率密度、高扭矩密度四足机器人是学术界产业界积极研发的、具有发展前景的一类机器人。相比轮式和履带式机器人，具有良好的环境适应能力，在复杂的地理地形环境下，不平整地面上，保证机器人运动的灵活性、稳定性和人际协调性，因此可以协助人类完成危险性高、工作环境恶劣的任务，如抢险救灾、高位巡检、安全侦查、地形勘测、太空探索等。高动态特性，参考猎豹的奔跑模式，在高速奔跑中依然能快速调整步态和运动方式。四足机器人通常采用12个伺服电机，每条腿三个关节：外展关节、髋关节和膝关节。为了避免膝关节电机外置易造成损坏，将膝关节电机置于髋关节处上，采用连杆机构驱动

膝盖关节自由度，这种设计可以减少腿部的传动惯量，有利于机器人高速奔跑。此外，踝关节拥有类似于髋关节的2个自由度，但由于踝关节主要作用是调节足端和地面的接触，基本不提供动力，因此一般设计为被动的弹性关节，如橡胶、海绵等。四足机器人电机更侧重高扭矩密度、高功率密度、转动惯量小、响应速度快。1）四足

机器人在行走、奔跑、跳跃时步态都不相同，电机一直处于正反转交替状态，转矩输出并不是处于额定值，而是一个随着运动状态不断变化的量，因此电机转矩在较短时间内达到峰值；2）电机不停运行在正转和反转的状态下，需要有较高的响应速度，要求电机的转动惯量小、重量轻；3）四足机器人采用12个电机，每个电机安装空间有限，直径和长度要短，扁平化结构；4）其他约束条件：电机的散热和温升、电机控制器的最高频率限制、激励电流的有效值等。5）另外，为了使机器人的关节输出足够的扭矩，需要增加减速器，将高速低扭矩的电机输出转化为低速大扭矩的关节输出。四足机器人电机的商业化程度较低。由于四足机器人商业化应用较少，因此还未形成标准化产品。电机厂商主要由四足机器人公司自主设计，或者找伺服电机厂商定制化生产。四足机器人电机的进入壁垒不高，但是能做到高扭矩密度、响应速度快、轻量化小型设计等综合性能的难度很高，全球各高校和科研机构也在不断寻求技术突破，从而突破四足机器人的性能优化，例如MIT自主研发的猎豹系列的电机，可以达到33N·m的扭矩而质量仅1kg。

3.3 人形机器人：要求高效率、高动态、高功率密度人形机器人的自由度决定电机数量，机器人灵活性越高，电机越多。当前全球人形机

器人玩家较少，已实现推出原型机/产品的公司包括日本本田、美国波士顿动力、美国敏捷机器人、中国优必选、中国小米和美国特斯拉等。其中，本田ASIMO有34个自由度，均为旋转执行器，采用伺服电机+谐波减速器方案，优必选Walker有40个自由度，采用相似架构；敏捷机器人Digit Robot有20个自由度，采取伺服电机+谐波减速器/摆线减速器方案，小米CyberOne有21个自由度，采取相似架构；波士顿动力Atlas有28个自由度，采用液压驱动方案；特斯拉Optimus有28个自由度，采用6种执行器，旋转执行器为电机+谐波减速器，线性执行器为电机+滚柱丝杠。人形机器人电机有三个关键点：高效率、高动态和高功率密度。高效率：低能耗和低摩擦损失很重要，因为机器人通常由电池供电，能经受得起苛刻的运行条件，可进行十分频繁的正反向和加减速运行，并能在短时间内承受过载。高动态：整个驱动器（电机、机构、接线、传感器和控制器）的惯性应尽可能低，电动机从获得指令信号到完成指令所要求的工作状态的时间应短。高功率密度：机器人应用需要高速、高扭矩电机，这些电机还需要小巧，紧凑，轻巧。

3.4 机器人手部：侧重轻量化、高效率、低成本关于灵巧手的研究最早可追溯至1960s，21

世纪以来研究进程加快，但目前仍处于实

验室阶段，少数实现商用。在应用端，灵巧手可以代替人手完成多种抓取和操作任务，具

有极大的应用价值，例如，家用领域可以完成家务、陪护、康养等任务，工业领域可以完成装配等精细化作业任务，特种领域可以在太空、深海、核电站等代替人手实现精准操作；在技术端，灵巧手在灵活性、适应性、可控性、敏锐感知、小型化等方面仍有挑战。灵巧手有多种驱动技术方案，柔性驱动包括气动型、液压驱动型、肌腱驱动型等；刚性驱动包括齿轮连杆驱动型、连杆驱动型、关节电机驱动型等。目前最常见的灵巧手均为电机驱动，具有能耗低、控制系统简单、电路设计方便等优点。不同灵巧手方案的电机数量不等。2002年日本岐阜大学合作开发 Gifu-III 灵巧手，合计 20 个关节和 16 个自由度，采用 Maxon 公司直流伺服电机；英国 Shadow 公司的灵巧手已投入商业化应用，合计 24 个自由度，其中 20 个电机驱动，4 个欠驱动，每个手指都集成了力、位置和触觉传感器，可以抓取柔软或易碎的物体；韩国 IRIM 实验室研制了线驱动灵巧手 FLLEX Hand，合计 15 个自由度；清华大学机械系 PESA 手具有 20 个关节，15 个自由度，15 个电机驱动；特斯拉 Optimus 单手有 11 个自由度，采用 6 个执行器，采用空心杯电机+蜗轮蜗杆+金属肌腱驱动的方案。灵巧手电机大多采用微特电机，结构紧凑，效率高。灵巧手需要满足质量轻、结构紧凑和抓取力强的要求，因此采用的电机应该具有尺寸小、质量轻、精度高、扭矩大的特点，多采用微特电机+行星减速器的方式。空心杯电机具有尺寸小、质量轻、精度高、控制性能好、能量密度高等特点，能够满足手指高度紧凑的结构要求和驱动性能要求以 Maxon 的空心杯电机为例：德国航空航天中心（DRL）与哈尔滨工业大学（HIT）合作研发的 DLR-HIT Hand 采用 15 个带霍尔传感器的无刷主流电机，长度 10.4 mm、外径为 21.2 mm，重量 15g，安装谐波驱动齿轮，最大扭矩 8.04mNm，结构紧凑、功率密度高、价格低廉。

4. 国内相关公司梳理

4.1 汇川技术：工控自动化国内biaogan，伺服电机领junpin牌汇川技术是国内工业自动化控制龙头。公司成立于 2003 年，2004 年生产出第一批机器，2008 年推出 PLC、伺服产品，2009 年“汇川永磁同步电机驱动控制软件”荣获中国 国际软件博览会金奖，2010 年上市，2010-2019 年历经三次组织变革，取得远超行业平均的持续增长，2021 年年产 1100 万台伺服电机项目进一步扩大产能，2022 年收购大连智鼎科技，完善大功率变频电机布局。目前，公司产品覆盖通用自动化、电梯电气大配套、新能源汽车、工业机器人、轨道交通五大类，其中通用自动化包括变频器、伺服系统、控制系统、工业视觉系统、传感器、高性能电机等核心部件，产品线齐全。