

# 特斯拉的机器人，又带火一个千亿工业赛道

从去年8月19日，马斯克首次在特斯拉AI日活动上推出人形机器人“擎天柱”概念，不到一年的时间，特斯拉的人形机器人就要面世了。6月23日下午，马斯克在采访时表示，“人形机器人‘擎天柱’将在9月30日的特斯拉AI日活动上面世。”

人们对新事物的态度总是善变。去年，外媒及行业人士对特斯拉人形机器人的唱衰似乎还历历在目：

“说它是放屁都算客气的了。我不是说马斯克不应该做这样的研究，而是这种宣传通常是夸大的。”

“虽然我们欣赏马斯克的长期科技愿景，但特斯拉机器人不是投资者想看到的，相反，他们更关注芯片、FSD（全自动驾驶）”……

今年，舆论出现翻转。一边是特斯拉人形机器人战略的稳步推进：1月份，马斯克在财报电话会表示，开发“擎天柱”是比做汽车更重要的业务；4月，重申对机器人业务的重视，并透露最早于2023年生产；6月，为了让“擎天柱”在AI日隆重亮相，将原本定在8月的活动日推后至9月底。

一边是，“擎天柱”即将面世带动“机器人概念”大火。6月以来，机器人概念持续走高，景业智能、埃斯顿、江苏北人、江苏雷利等涨超5%，巨轮智能更是一度拉升翻红，股价从6月20日怒涨481%，至7月11日的4.81元。

在一众机器人概念中，减速器这一赛道尤其受到关注：

宁波中大力德股价从5月初的11.52元，飙升至7月1日的22.17元，股价接近翻倍；

国茂股份6月持续上涨，最近90天内共有10家机构给出评级，买入评级8家，增持评级2家；

国内精密减速器龙头，绿的谐波更是拉升涨超15%，而早在5月之前，绿的谐波就接受了Aberdeen、AIIM等73家机构调研，被国信证券等多家证券评为买入。

这背后的问题是，为什么人形机器人一出，减速器就火了？减速器是否能乘上人形机器人带来的东风，扶摇直上？国内减速器进展如何，能吃上这一波红利吗？

一、人形机器人上，精密减速器大有可为

特斯拉人形机器人“擎天柱”概念发布，引爆减速器市场；如若量产，则减速器市场一飞冲天。

先来看人形机器人和减速器的关系：

中国电子工业学会将机器人划分为工业机器人、服务器机器人和特种机器人三种。其中工业机器人是指面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人，在工业生产加工过程中通过自动控制来代替人类执行某些单调、频繁和重复长时间作业。

根据以上定义，特斯拉人形机器人本质上属于工业机器人。

那问题来了，工业机器人不是一个新概念，而且在疫情的推动下，出于特殊场景（如防疫区消毒等）和工业生产（在复工复产，用工难等问题下，大力代替传统人力）的需求，工业机器人也迎来了爆发，为什么特斯拉人形机器人面世消息一出，机器人概念和减速器就炸了呢？

从定义上划重点：一是多关节机械手；二是代替人类执行某些单调、频繁和重复的长时间作业。这两点分别对应减速器功能应用，和特斯拉人形机器人的制造愿景。

减速器，是链接电机与执行动力机构的闭式传动装置，作用原理为“利用齿轮啮合，降低电机转速，传递更大转矩”。绝大多数电机负载大、转速低，不适宜用原动机直接驱动的工业场景，需配用减速器。

减速器按照行业分类可以分为，通用减速器、专用减速器和精密减速器三种，具体应用到工业机器人上，因为要进行抓取、放置等“失之毫厘差之千里”的精密动作，所以，多采用精密减速器，即RV减速器和谐波减速器两种。

简单说，减速器相当于机械臂的“关节”。当工业流水线上的员工，替换成机器人机械臂，又硬又直的钢铁要靠这些“减速器”完成，定位精度和重复定位精度要求很高的动作。

其中，在机械部底座、肩部起支撑作用的多为RV减速器，可理解为“大关节”；到执行操作的小臂、腕部等，则主要为“小关节”谐波减速器。一般来说，一台六轴机器人共使用6个减速器，其中底座、肩部使用RV减

速器（2个），其余部分使用谐波减速器4个。

疯狂如特斯拉，连皮肤都严格仿生的擎天柱（擎天柱肩部以下皮肤由轻量材料覆盖，声称比人的皮肤更光滑），想实现接近人类的活动自由度，关节上又怎会马虎？

人的身体有78个关节，其中使用谐波减速器和肘关节、腕关节、指关节和趾关节就共有60个；剩余的18个关节则用RV减速器。人形机器人使用减速器数量之大，想不被关注都不行。

重点是，减速器在工业机器人成本中占比还很高。据亿欧智库《2022中国工业机器人市场研究报告》，减速器、控制器和伺服系统，这三大核心零部件的成本分别占工业机器人总成本的30%、20%及10%。

根据目前特斯拉人形机器人约20万人民币的报价，也就是说，一台擎天柱中，减速器的成本大概在6万人民币。

而中信建投证券预测，特斯拉人形机器人2023~2025年产量分别为20万、50万及100万台，即2023年，仅特斯拉一家，其人形机器人业务将带来百亿（120亿）市场减速器市场。能搅动科技场的特斯拉的带领下，人形机器人市场又何尝只有一家企业？

用量大、成本高，已经打造了一个超级市场。何况，磨损、维修又给减速器的用量新增了几成。

前面说到，减速器相当于人的关节，人类工作久了，还会去健身、按摩，让身体恢复最佳状态继续工作，那连接沉重机械的减速器自然也会历经磨损，需要维修和替换，毕竟减速器性能的好坏直接影响机器人的性能。

前瞻产业研究院数据，减速器本身有额定的工作寿命，需要定期更换；而工业机器人的工作寿命一般为8~10年，维修保养、替换也为减速器带来了不小的市场空间。

市场需求和规模加持下，减速器的未来一片光明。

但这一切美好都建立在人形机器人能够量产，并且大规模应用的基础上，压力给到特斯拉这边。

二、为什么大家相信特斯拉画的饼？

和去年马斯克被喷用PPT画饼相比，今年特斯拉的发布会上，多了人形机器人造价、上市时节等落地信息。

结合特斯拉关于人形机器人的画像和构想，可作出以下分析：

先看特斯拉人形机器人的“面子”——最像人的机器人。

根据，此前公布的参数，特斯拉的Optimus擎天柱身高1.72m、体重56kg，最快行走速度8km/h，最多可提45磅的物品。同时，擎天柱还具备灵巧的“四肢”和聪明的“眼睛”，甚至，身体皮肤也由轻量材料覆盖，比人的皮肤还要光滑。

其次，看看擎天柱的“里子”，根据人行机器人的三大基本要素进行对比：

执行器：伺服系统、减速器、驱动单元等；

控制器：工控系统、AI系统等；

传感器：本体感受传感器、触觉+视觉+声音传感器、机器视觉等

上一部分我们讨论的，被特斯拉人形机器人带火的“减速器”属于执行器层面，这一层，更多的理解为，当掌握了控制器、传感器等机器人核心技术后，才去考虑减速器、伺服系统等硬件零部件的供应链问题。所以这一层暂且按下不谈。

除了外表最像人之外，特斯拉在“动起来像人”以及“像人一样思考”上用力。而特斯拉在自动驾驶上的相关技术基础就可以很顺畅地迁移过来。

具体参数上：行走能力上，擎天柱的四肢由40个机电执行器控制；双脚可感应反馈，实现平衡和敏捷动作。

擎天柱的“眼睛”，走特斯拉汽车的纯视觉路线——摄像头+车载FSD芯片方案。

在汽车方案中，前者采集信息（2D图像）映射到3D空间，然后通过神经网络进行感知（通过算法实时绘制地图）、规划（在动态的路径变化中，选择最舒适和安全的方案）以及控制（向车辆发出转向或加速指令）。

而这一方案同样适用人形机器人。而且纯视觉技术路线具有成本低、符合人眼逻辑的优势，在数据积累达到一定规模后更会产生质变，直至达到比肩、超越激光雷达方案的自动驾驶表现。而数据积累正是特斯拉的优势所在，截止2021年9月，特斯拉已

经积累了60亿英里的车队数据，经过特斯拉车内网络训练的图像有3.71亿张。

数据越多，算力训练更成熟，就越能实现人工智能。为实现这一正循环，擎天柱还配备了特算力极强的DOJO D1超级计算芯片作为“大脑”，超过9千万亿次的计算能力让其成为一个足够聪明的机器人。

可以说，在造人形机器人上，相比很多从0到1的厂商来说，在现有智能驾驶技术基础上，特斯拉不仅可以使人形机器人变成现实，而且，在技术、成本、时间等方面具备优势。

人形机器人可以造出来板上钉钉，那造出来给谁用呢？场景何在？

在擎天柱的构想中，其制造愿景在于帮助人类消除一些危险、无聊且重复的工作。

宏观背景下，人口出生率下降导致劳动力不足、疫情影响下企业复工复产的用工需求，以及大量的新生场景等，都为工业机器人应用落地提供了场景。

但是更广泛的应用性还有待验证。比如，工厂流水线上，固定、重复的高精准动作，人形机器人固然有灵活优势，但传统机械臂也能满足不少需求。

更何况，家用场景上，当你把价值十几万的一台擎天柱放在家里，用来解决单一功能有点浪费，做一个综合类管家，他又能否满足复杂的生活需求？

不过，库卡机器人全球产品经理刘欣宜也指出，从生态协同的角度，特斯拉的机器人符合整个马斯克能源计划的一个重要的一环，比如，让擎天柱代替人类进行火星探索，在特斯拉自己的生态上是比较自洽的。

总的来看，尽管当下特斯拉人形机器人大规模普及的应用场景还未明确，但是，在部分工业场景有需求、制造和量产环节问题不大的情况下，人形机器人将前进一大步。并且，在马斯克和特斯拉的强大影响力下，一众人形机器人厂商已启程。

确定的人形机器人周期要来了，减速器也将迎来红利。

三、千亿赛道，国内企业能分得几成？

芯片之后，国内科技产业绕不开的话题是“卡脖子”和“国产化”，而减速器，也是其中一个领域。先看一组对比数据：

前瞻研究院数据，2020年我国减速机行业出口总额约26.15亿元，进口总额约为16.85亿元，贸易顺差为9.66亿美元，看似减速机行业发展良好。

然而，智研咨询数据显示，2021年我国进口和出口精密减速器——行星齿轮减速器的数量分别为72.7万台和2325.8万，进出口金额分别为3.7亿元和3.8亿元，进出口均价分别为508.52美元和16.24美元。近32倍的价值差距，让我们看到国产减速器不轻松现状——走量、价值低。

可是，在制造业，谁不想站在微笑曲线的两端，轻松地赚到更多钱呢？

对于国产减速器来说，想，但是实力还不够。

在通用减速机市场，格局足够友好，但国内厂商难吃到肉。

翻看全球通用减速机市场数据，2019年减速机市场规模达到4000亿+，且增速在10%左右。具体到行业竞争格局，龙头如弗兰德和SEW市占率也均为6%左右，也就是说，行业还未形成垄断。那是否意味着国有厂商有更多的机会？

答案是否定的。未形成垄断不是龙头企业不行，而是因为，应用领域过分分散。

通用减速机广泛应用于环保、建筑、电力、化工、食品等国民经济的各个领域，不同领域对减速机的技术需求各有差异，一家企业难以研发和生产覆盖全行业的减速机产品，同时也很难从销售层面覆盖下游所有行业客户。

同时，诞生于第二次工业革命的减速机，经过百年发展，技术趋于成熟，也吸引了众多企业进入这个赛道，行业分散是必然。

遗憾的是，在通用减速机这个技术壁垒和行业集中度都不算高的赛道，国内厂商也占不到优势；国内叫得上号的国茂股份、中大力德也只能位于市场第二梯队，外采国产标准件，产品应用于某几个特定行业，营收规模通常超过1亿元，而第一梯队的外资品牌营收通常超过20亿。

通用减速器尚且打不过，何况技术壁垒更高，对材料、设计水平、质量控制、精度可靠性、使用寿命等均有严格要求的精密减速器。

精密减速器困日久矣。前瞻产业研

究院数据，2020年全球机器人减速机市场，日系品牌哈默纳科（Harmnic Drive System Inc.）、纳博特斯克（Nabtesco）及日本住友，分别以60%、15%、10%的市占率位居前三，总计来看，排名前三的日系品牌就垄断了85%的市场份额。

市占率强势的背后，是近60年的技术探索，和整个日本制造业发展的场景训练和数据积累。

2010年之前，我国劳动力充足且相对廉价，没有机器人替代员工的需求。时至今日，加上疫情推动，机器人需求逐渐激发，当国人想起做机器人时，才发现卡在日企小小的减速器这里：

比如，国内承担军工、科研任务的高端机器人企业，为了保证质量，只能从纳博和哈默纳科采购减速器；

比如，同样作为买家，中国机器人厂商向日系两家巨头购买加速器的价格，比国际机器人巨头ABB和发那科购买价格高很多；

又比如，国内厂商赴日本采购减速器的时候，由于日本住友公司负责人语速过快，国内采购员请求缓慢、清晰地介绍一遍，住友公司负责人直接走开了，一副爱买不买的态度。

“屈辱”之下，国产企业绿的谐波勇敢向前，于2003年组建技术团队进行谐波减速机理论方向的研究。当时绿的谐波的研发条件：3个人的技术团队、哈默纳科的减速器，以及绿的多年的精密仪器代工经验。

不能说，一无所有，但好像确实有的不多。在艰难的探索下，以及2008年，哈默纳科专利年限到期，公开资料的帮助下，2009年底，绿的谐波生产出第一台的谐波减速机样机，成为减速机国产之光。截止目前，绿的谐波已占据自主品牌约80%的市场份额。

但，即使是绿的谐波在国际市场上也只有6%左右的市占率，仍名不见经传，何况国内那么多的小企业。究其原因，国内精密减速器设计、制造的各环节还活在日企的笼罩之下：

设计原理上，国内企业多是通过反向工程获得数据，即，拆解一个国外减速器，照猫画虎，这种路径之下，大家多是知其然而不知其所以然，而且这样设计出的减速器，在产品的精准度、稳定性上都有很大缺陷；

制造设备上，加工制造减速机零部件的设备不仅非常昂贵，比如美盖勒平面磨床，单价折合人民币就接近千万元；而且，设备交付周期都在一年以上，也就是说，交了钱也没办法及时拿到；

热处理技术上，国内的钢材原料本身杂质就多于国外，加之国内热处理技术上，变形、硬度不够，很难达到理想处理状态；

外购零配件上，国内产品精度一般，从减速机配用的相关轴承的精度，就可以直接判断其减速机的性能好坏，而且非常准确。何况，每一环节差1%，累计起来的结果呢？

行业技术层层被压制，国产厂商只得从具体的场景服务上寻找突破口。

产业上，尽管绿的谐波已成功配套工业机器人四大家族之一的ABB；但是曾有行业人士透露，ABB、发那科、安川、库卡等国际主流机器人整机厂商均由两家公司提供减速机，并且有着非常苛刻的合作条件，即在使用这两家公司产品时不能再使用别家的产品，否则将解除合作关系。

也就是说，和高端精密机器人的适配没有路径。但是，减速器作为工业机器人领域较为通用的一个零部件，可以广泛和下游布局食品、物流、3C等行业的工业机器人合作，在各场景中积累数据和经验。

何况，国内工业机器人本体厂商还是一个好搭档：

一方面，本土机器人已经在3C、半导体、液晶等行业积累了一定的市场份额；

另一方面，为更好实现本土机器人崛起，国内厂商与下游企业做到深度的链接和匹配，从对加深行业的理解争夺更多市场。比如，珞石机器人为帮阳江刀具产业定制自动化方案，派驻团队入驻企业，从头学习开刃。

国产机器人厂商如此努力，市场份额逐渐做大的情况下，减速器这个零部件也被带动加速国产替代的进程。

特斯拉人形机器人火了，饥渴已久的市场，已经很久没有遇到这样让人兴奋的新概念了。也许现在本土机器人本体和减速器等核心零部件厂商，都实力有限，吃不到市场上最大的那块肉，但，风口之下，喝汤不成问题。