

# Tesla “擎天柱”首次亮相，“AI 猛兽”背后的秘密

## 计算机行业

### 事件概述：

2022年10月1日，Tesla AI DAY 举办，AI day 上 Tesla 人形机器人“擎天柱”首次亮相。根据马斯克的透露，此台人形机器人的成本不到 2 万美元，远低于汽车，此种类的机器人将生产数百万台。此外，机器人的最终设想是可以替代部分劳动力，人人都可以成为脑力劳动者。

### 特斯拉 AI DAY 的见闻与总结

机器人是智能驾驶技术的集大成者。AI day 中 TESLA 的工程师的演讲也印证了我们的猜想，“可以将人形机器人理解成装有两条腿并可以直立行走的汽车。功能：可以独立行走，自由抓取物体，暂未配备智能语音系统，未来预计配备；AI 域：相同点，机器人和智能驾驶共用一套 FSD 系统，绝大部分视觉解决方案和神经网络算法具备通用性；不同点，机器人行走方式、路径规划、安全性考虑角度和智能性方面和智能驾驶略有差异。动力域：执行器，智能汽车为 2 个，机器人有 28 个，受伤关节有 11 个；减速器，机器人配备 6 个大小、质量、扭矩不同的减速器；电机，设计理念和汽车基本相同，传感器、执行器、FSD 系统共用一个电池系统。

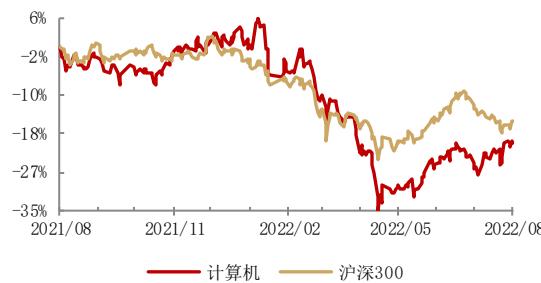
### “AI 猛兽”背后的秘密

由于机器人和智能驾驶共用一套 FSD 系统，我们认为神经网络是机器人和智能驾驶的本质，而算力实则为算法的基本“食粮”，Tesla 自我研发 DOJO 超级计算机，为智能电车和机器人提供不断地“精神源泉”。DOJO 处理器可以拆分为四个部分即 CPU、Switch、Matmult、SIMD，其中 Mat mult(AI 处理器)是可以专注域神经网络的计算，是特斯拉实现“算力猛兽”的根本原因。此外，Dojo 超级计算机采用的 S-RAM 存储架构，相较于 D-RAM 具有高带宽、利用效率高、低延时、运行速度快等优势；D1 (AI 处理器)相较于 GPU 的优势在于运行效率上，平行计算方面 AI 处理器相较于可以同时处理多个任务；D1 芯片和英伟达 A100 的优势在于：画面帧数传输速度更快、自动标注能力更强，效率更高；最后马斯克透露特斯拉欲将提供 AI 算法服务，类似于亚马逊的云服务(AWS)，此举意味着特斯拉不仅仅是 AI 公司，未来更有希望成为云公司。

### 评级及分析师信息

行业评级：推荐

### 行业走势图



分析师：刘泽晶

邮箱：liuzj1@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520020002

联系电话：

投资建议：关注 AI 处理器+AI 算法+机器人布局厂商

我们认为拥有AI域的机器人有望率先实现商业化落地，拥有AI域的机器人优势在于通过统一的算法和平台软件迭代可以进行快速版本升级，产品交付速度、迭代周期明显更快。同时统一的算法和平台架构可以快速吸引平台开发者，进而加快机器人应用版本功能升级、丰富应用场景。此外，AI域可以大幅提升用户的接受度和体验感，进而实现机器人真正意义上的智能化。

因此积极的推荐以下四条投资主线：1)具备自研AI处理器的厂商，受益标的为寒武纪、商汤、海光信息；2)具备AI算法落地+机器人布局厂商，重点推荐科大讯飞，其他受益标的为大华股份、海康威视；3)机器人商业落地的厂商，受益标的为机器人、汇川技术、井松智能、远光软件、亿嘉和、赛为智能；4)具备AI算法落地的厂商，受益标的为虹软科技、云从科技、拓尔思、海天瑞声。

## 风险提示

政策推进不及预期的风险、宏观经济下滑风险、核心技术研发不及预期的风险、中美贸易摩擦升级的风险。

## 正文目录

1. Tesla “擎天柱”首次亮相，“AI怪兽”背后的秘密 .....	4
1.1. 特斯拉AI DAY的见闻与总结 .....	4
1.2. “AI怪兽”背后的秘密 .....	8
2. 投资建议：关注AI处理器+AI算法+机器人布局厂商 .....	12
3. 风险提示.....	14

## 图目录

图表 1 特斯拉“擎天柱”正在步入舞台.....	4
图表 2 特斯拉“擎天柱”正在步入舞台.....	4
图表 3 特斯拉“擎天柱”工作流程图 .....	5
图表 4 Tesla训练神经网络流程图 .....	5
图表 5 特斯拉2D物体识别到3D物体识别的过程示意图 .....	6
图表 6 特斯拉智能驾驶和机器人执行器的不同 .....	7
图表 7 特斯拉机器人不同的减速器 .....	7
图表 8 特斯拉机器人的电机(蓝色代表电机, 橙色代表执行器) .....	8
图表 9 特斯拉D1芯片示意图 .....	8
图表 10 Tesla DOJO架构示意图 .....	8
图表 11 Dojo D1芯片架构 .....	9
图表 12 SRAM存储器架构和DRAM存储架构的不同 .....	10
图表 13 Dojo超级AI处理器的架构 .....	10
图表 14 特斯拉D1芯片架构图 .....	11
图表 15 NVIDIA A100 芯片 .....	11
图表 16 D1芯片和英伟达A100的不同点 .....	11
图表 17 D1芯片和英伟达A100的不同点 .....	12
图表 18 寒武纪MLU370-S5智能加速器 .....	13
图表 19 海光DCU产品形态 .....	13
图表 20 海康威视移动机器人家谱 .....	13
图表 21 大华股份移动机器人家谱 .....	13

## 1. Tesla“擎天柱”首次亮相，“AI怪兽”背后的秘密

### 1.1. 特斯拉AI DAY 的见闻与总结

北京时间,2022年10月1日,特斯拉AI DAY举办,一个一个全身裸露电线的人形机器人“擎天柱”缓缓走上特斯拉AI Day 2022的舞台,向现场观众挥手打招呼。据马斯克透露,此台机器人的成本预计不到2万美元,将远低于汽车。此外,马斯克透露,此种类的机器人将生产数百万台,并未来解决枯燥或危险的事,例如家庭、做饭、修草坪等,乃至成为人类的伙伴或伴侣。马斯克对人形机器人的最终设想是机器人可以替代部分劳动力,从而人人都可以选择成为脑力劳动者。

图表 1 特斯拉“擎天柱”正在步入舞台



资料来源:Youtube、华西证券研究所

图表 2 特斯拉“擎天柱”正在步入舞台

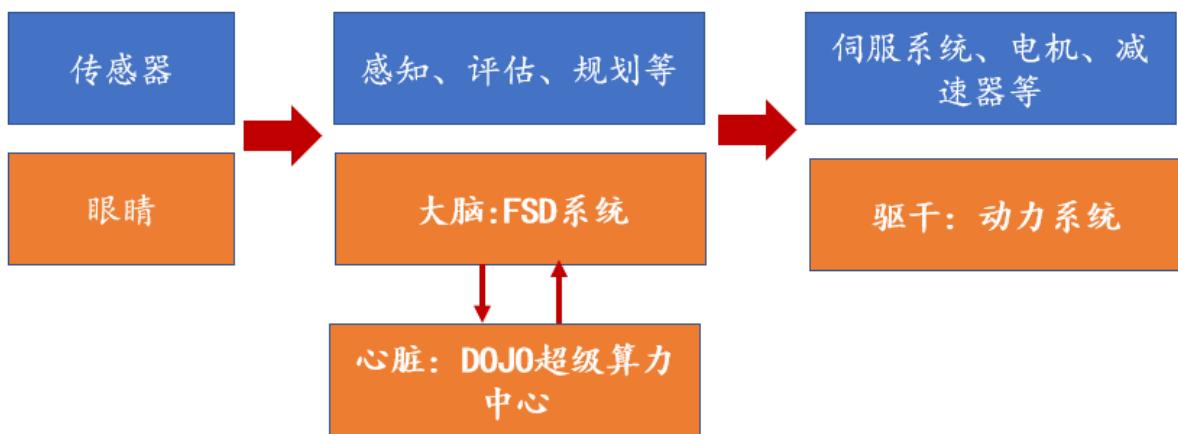


资料来源:Youtube, 华西证券研究所

**功能:** 从功能上来看,特斯拉“擎天柱”从现场来看已经可以实现独立行走,从马斯克的发布的视频来看,人形机器人已经可以实现在工厂或者是办公室内搬运物体。然而目前此款机器人并没有搭载人机交互系统(智能语音系统),然而根据马斯克的透露,未来智能语音系统一定会装置在机器人上,进而实现人类和机器人畅通无阻的交流。

**机器人是智能驾驶技术的集大成者:** AI day 中 TESLA 的工程师的演讲也印证了我们的猜想,“可以将人形机器人理解成装有两条腿并可以直立行走的汽车。”

图表 3 特斯拉“擎天柱”工作流程图

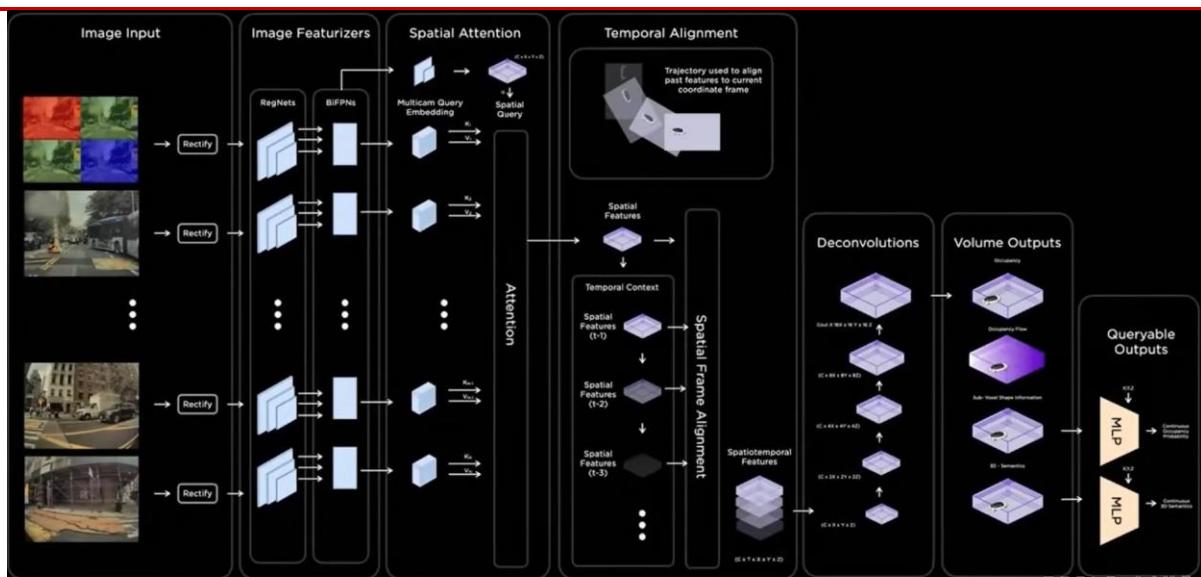


资料来源：知乎，华西证券研究所

- **AI 域方面：包括传感器和 FSD 系统：**据 Tesla 工程师透露，人形机器人和 Tesla 智能驾驶汽车共用一套 FSD 系统，相关的视觉感知和神经网络的算法和数据都可以应用在机器人中。
- ✓ **相同点，从智能驾驶的算法中看机器人：**机器人延续了 Tesla 智能驾驶的绝大部分神经网络算法，例如纯视觉解决方案，2D 到 3D 的转换，其中包括解决分割、场景理解、目标追踪、图像描述、事件检测等重要机器人视觉神经网路篇。

**1. 智能驾驶算法：**2021 年仅有 2000 位特斯拉车主参加了 FSD Beta 测试，2022 年参与测试的车主已经达到 16 万，至此，**2022 年特斯拉全年已经进行了 75778 个神经网络训练，其中 281 个模型对于 FSD 系统进行有效的性能改善，这为 Tesla 机器人的落地节省了极大的算法和算力的成本。**

图表 4 Tesla 训练神经网络流程图

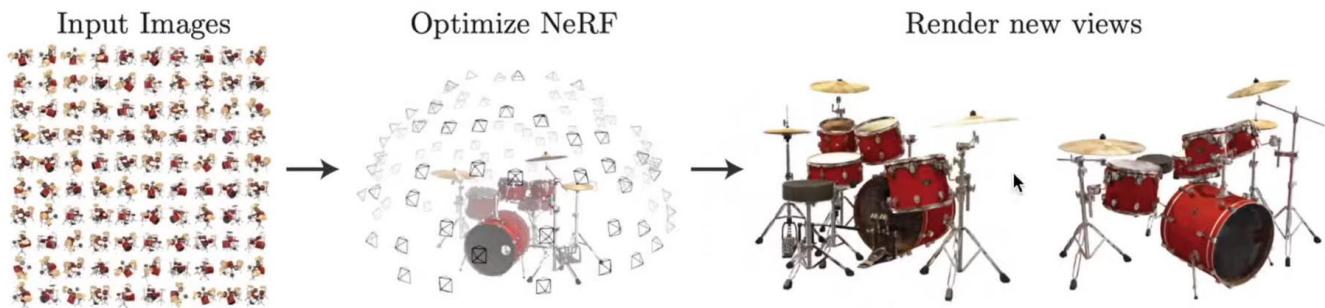


资料来源：知乎，华西证券研究所

**2. 纯视觉解决方案：2D 到 3D 物体转变相关神经网络也应用在机器人领域，特斯拉通过在不同位置的摄像头，得到不同角度的同一物体，在通过神经网络（类**

似 NeRF 算法)渲染出该物体的 3D 图像，并记录该物体的大小及位置；随后生成一个 3D 向量空间，通过鸟瞰图的方式，通过另一种神经网络(类似 LSTM 算法)和物体识别计算出物体下一时间点出现的位置，至此人形机器人完成全部的感知步骤，其中包含三维信息及时间维度信息，并将该信息存储在训练集中，并不断强化学习。

图表 5 特斯拉 2D 物体识别到 3D 物体识别的过程示意图



资料来源：Youtube，华西证券研究所

✓ **不同点，从智能驾驶和机器人的最大不同：**

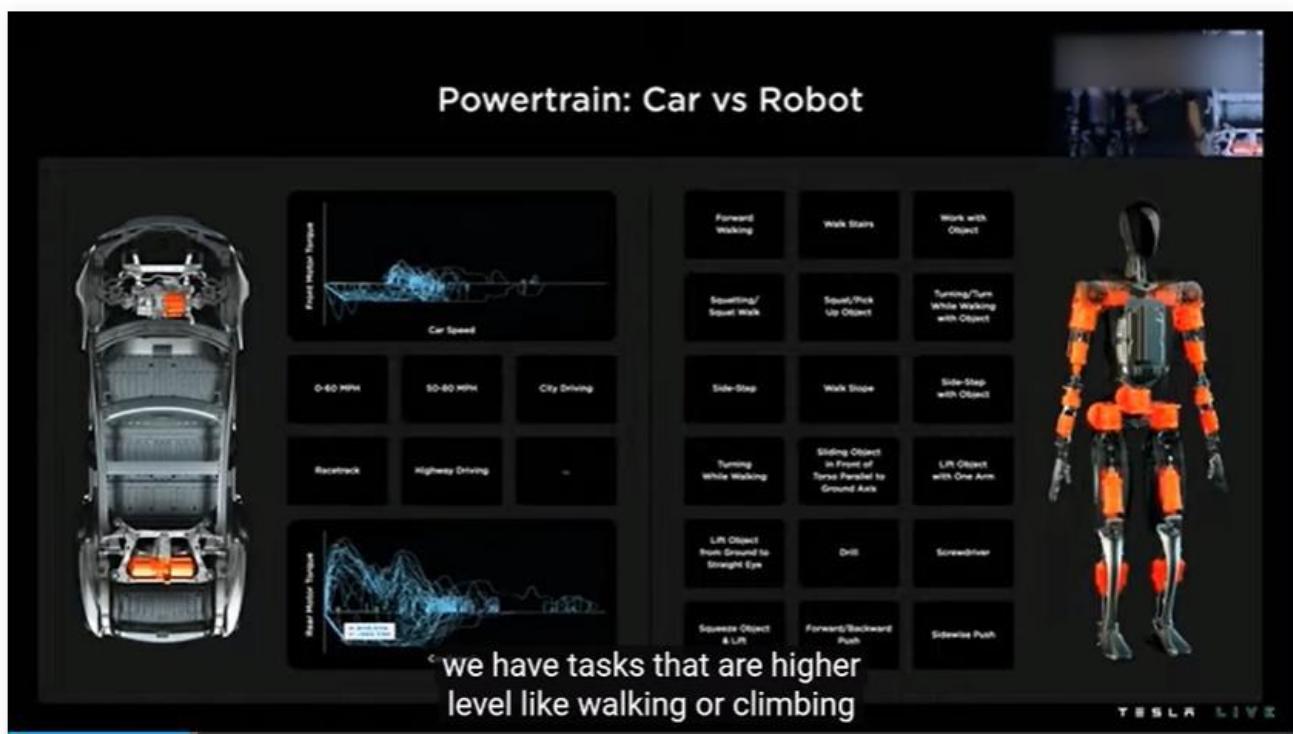
**1、行走方式+路径规划：**车与机器人最大的不同就是“车行走依靠的是轮子，机器人行走依靠双腿”，因此机器人的神经网络(FSD 系统)需要具有相关“智能性”，在实现语义分割、目标追踪的基础上需要与机器人自己本身的自由度和减速器等硬件方面进行高度协同才能实现双腿行走比如爬楼梯、跨越障碍等和拿取物体，因此我们认为相关算法仍需要相关场景的不断迭代。

**2、安全性：**由于车辆行驶安全和机器人形式安全不同，其核心的最本质的原因是形式速度和加速度的不同，因此考虑到机器人周围人类的安全性，我们认为相关的场景识别和语义分割仍需要重新“学习”和算法迭代。

➤ **动力域方面：包括电机、执行器、减速器：**根据工程师的透露，特斯拉机器人和智能汽车在动力域具有“异曲同工之妙”之处，然而细节方面还是略有不同。

✓ **执行器：**车与机器人执行器最大的不同在于数量上的不同，车的执行器只有两个，作用是保证其速度和加速度，而到机器人上执行器有 28 个关节，手部有 11 个自由度，主要目的是形成较为困难“防人类动作”例如抓取、爬坡等，因此机器人方面，由于压力和执行难度大幅加大，对于关节的要求和难度更高。此外，特斯拉机器人的自由度的设计理念是汽车相同，减少元器件的数量，进而减少能源消耗。

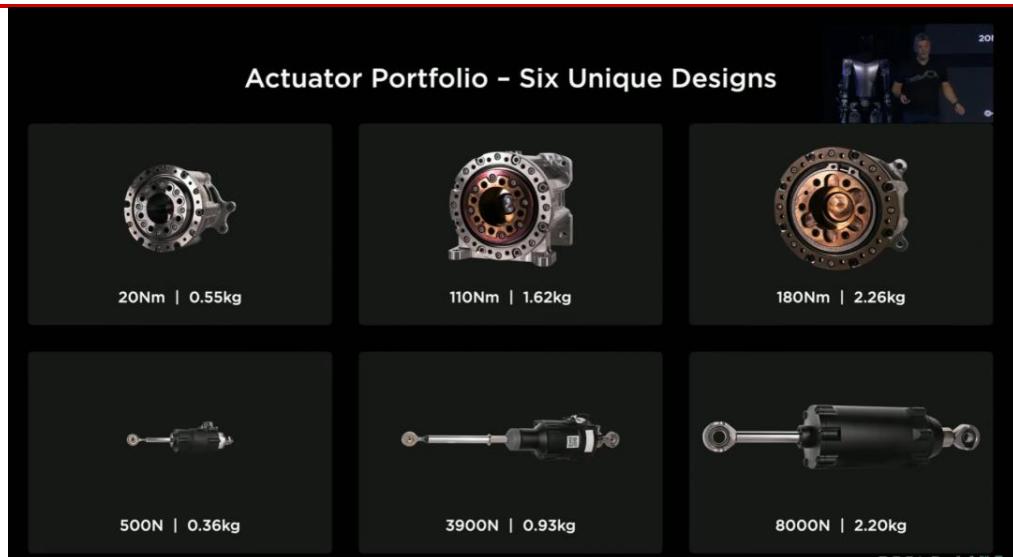
图表 6 特斯拉智能驾驶和机器人执行器的不同



资料来源: Youtube, 华西证券研究所

- ✓ **减速器:** 由于执行器的本身的难度加大, 因此 Tesla 机器人采取的是 6 个从设计、扭矩、质量、输出都完全不同的减速器, 分别用于不同场景。扭矩分别是 20、110、180、500、3900、8000N·M, 质量分别是 0.55、1.62、2.26、0.36、0.93、2.2KG。

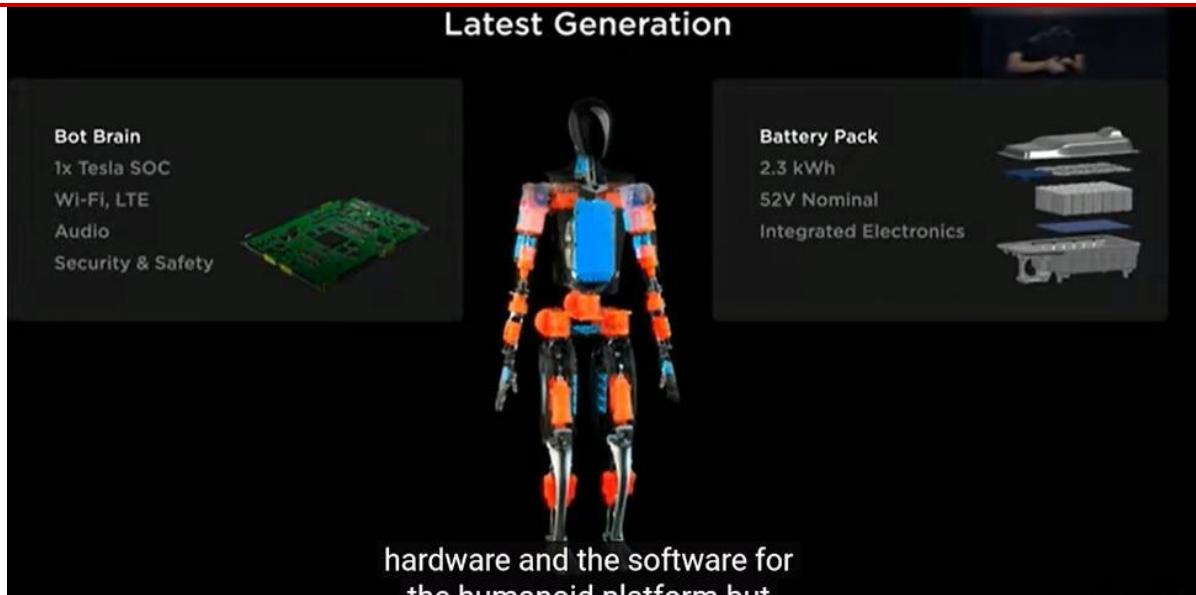
图表 7 特斯拉机器人不同的减速器



资料来源: Youtube, 华西证券研究所

- ✓ **电机:** 与汽车的设计理念基本相同, 功率是 2.3kwh, 精密的电池组可以维持机器人一天的工作, 机器人的传感器、执行器、FSD 系统共用一个电池系统, 与汽车一致。

图表 8 特斯拉机器人的电机(蓝色代表电机, 橙色代表执行器)

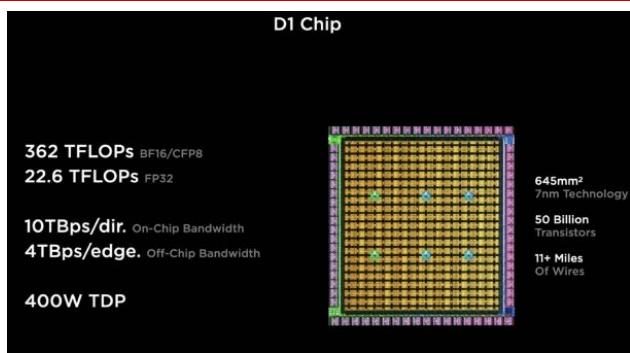


资料来源: Youtube, 华西证券研究所

## 1.2. “AI 猛兽”背后的秘密

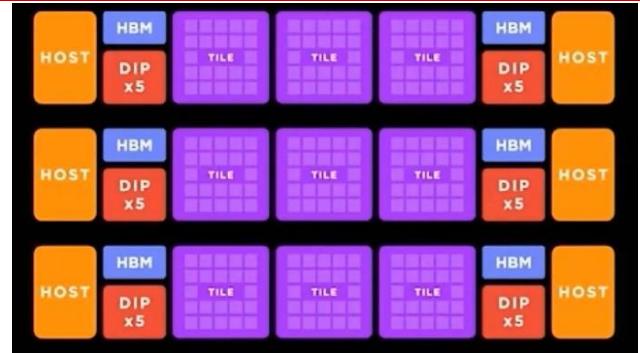
Tesla 不仅仅是一家智能驾驶公司, 更是一家 AI 公司。透过马斯克发布机器人的现象看本质, 我们认为既然智能驾驶和机器人共用一套 FSD 系统, 神经网络在车和机器人领域具有高度相关性。神经网络的本质机器对极大量的数据进行反复不断的学习。因此, 算力实则为数据和算法提供基本食粮, 因此 TESLA 通过自己强大资源整合能力, 研发出 D1 芯片, 并通过连接器等建立了世界上首屈一指的超级计算机 DOJO, 为特斯拉智能驾驶和机器人提供源源不断的“精神”源泉。

图表 9 特斯拉 D1 芯片示意图



资料来源: Youtube、华西证券研究所

图表 10 Tesla DOJO 架构示意图



资料来源: Youtube, 华西证券研究所

➤ Tesla DOJO 处理器芯片可以拆解成四个部分即 CPU、Switch、Matmult、SIMD

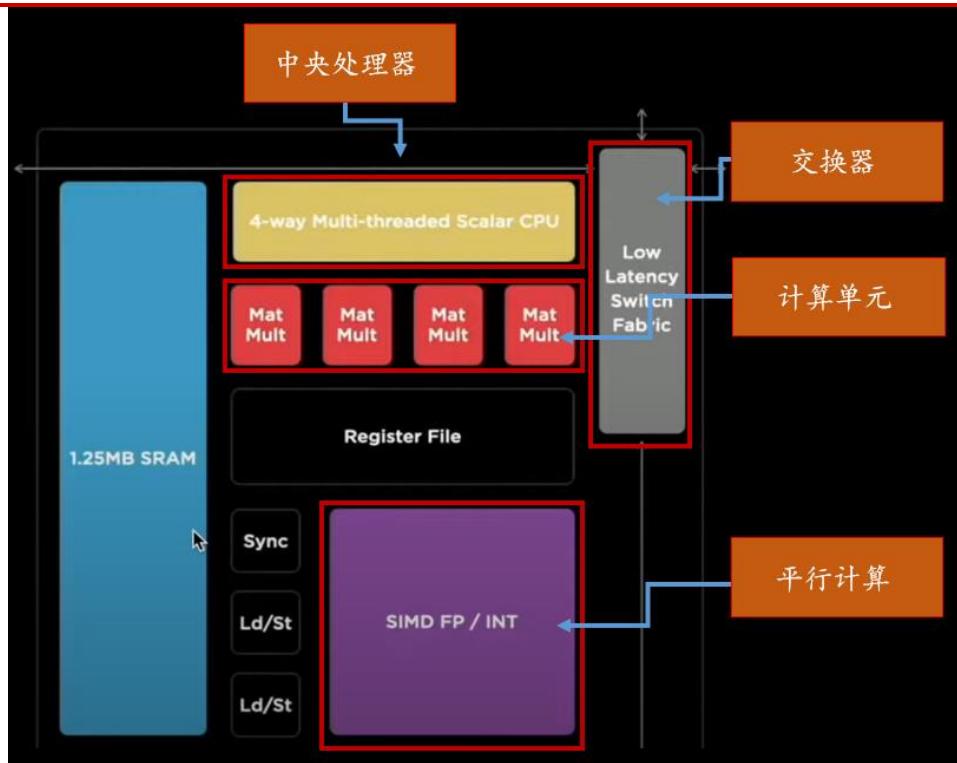
1、CPU 即中央处理器, 是计算机系列的运行和控制核心, 是信息处理、程序运行的最终指令单元;

2、Switch 即交换器, 是计算机芯片与芯片之间的桥梁, 具有数据传输功能;

3、 SIMD 即单指令流多数据流，可以理解成平行计算，是采用一个控制器来控制多个处理器，介入实现空间并行性的技术，简单来说是一个指令可以处理多个数据；

4、 Mat mult 即计算单元，即 D1 芯片，可以专注于神经网络的计算，进而加速神经网络的计算速度，是特斯拉计算机实现算力猛兽的根本原因之一。我们认为可以将该计算单元理解成人工智能芯片，即 AI 处理器，是一款芯片专门用于机器学习的算法及神经网络的运算，可用于训练和推理。

图表 11 Dojo D1 芯片架构



资料来源：哔哩哔哩，华西证券研究所

➤ **存储器架构：**此外值得关注的一点是，特斯拉 DOJO 超级计算机采取的是 S-RAM 架构而非是 D-RAM 架构。

**S-RAM(静态随机存儲器)相较于 D-RAM(动态随机存儲器)架构相比，具有低延时、高带宽、利用率更高、存储成本高、运行速度快等优势，然而缺点就是发热量较大。特斯拉通过纵向整合自己数据中心的结构，对数据中心进行整合，开展了跨系统的管理，使数据的交换速度更快。**

图表 12 SRAM 存储器架构和 DRAM 存储架构的不同

特 点	类 型	SRAM	DRAM
存储信息		触发器	电容
破坏性读出		非	是
需要刷新		不要	需要
送行列地址		同时送	分两次送
运行速度		快	慢
集成度		低	高
发热量		大	小
存储成本		高	低

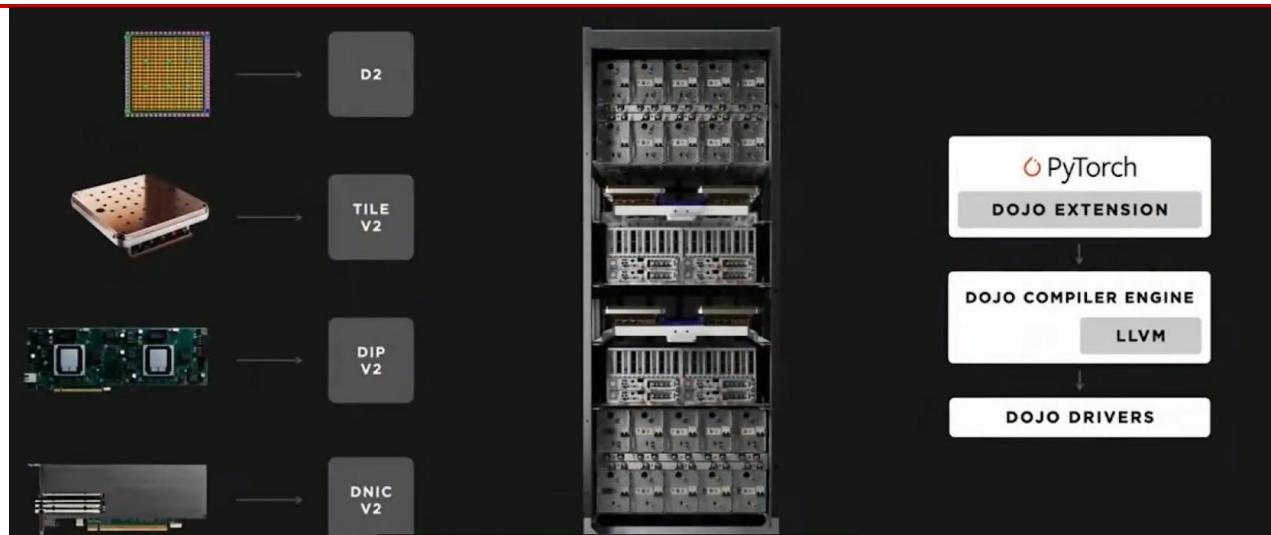
资料来源：CSDN，华西证券研究所

## ➤ D1 比 GPU 的优势：

**D1 (AI 芯片) 相较于 GPU 的优势在于效率(功率上)：**无论是机器人还是智能驾驶，其算法的本质都是大量数据的不断进行神经网络的机器学习，因此对算力要求极大。根据 AI day 马斯克工程师透露“GPU 不是最优解，14 亿帧的数据通过 GPU 才能训练一兆的内容，因此特斯拉不会部署几万个 GPU 进行叠加存储和运算”。此外，就神经网络训练而言，相较于同期的 CPU 和 GPU 相比，可以实现 15-30 倍的性能提升，以及 30-80 倍效率(性能)提升。

**D1 (AI 芯片) 和 GPU 的本质差别在于平行运算上，GPU 对接平行处理只能逐步处理任务，而 D1 芯片可以同时进行多个任务处理，因此能耗和效率相差极大。**

图表 13 Dojo 超级 AI 处理器的架构



资料来源：Youtube，华西证券研究所

## ➤ 特斯拉和英伟达最大的不同：

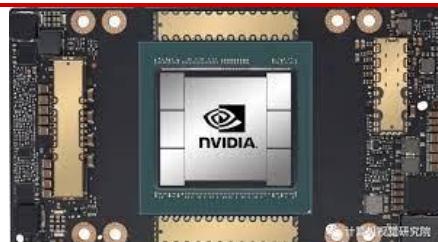
我们认为特斯拉在机器人领域最大的优势在于其强大的 D1 芯片，特斯拉由于自身原因摒弃了英伟达 A100 芯片作为超级计算机超级电脑的阵列去做训练。

图表 14 特斯拉 D1 芯片架构图



资料来源：Youtube、华西证券研究所

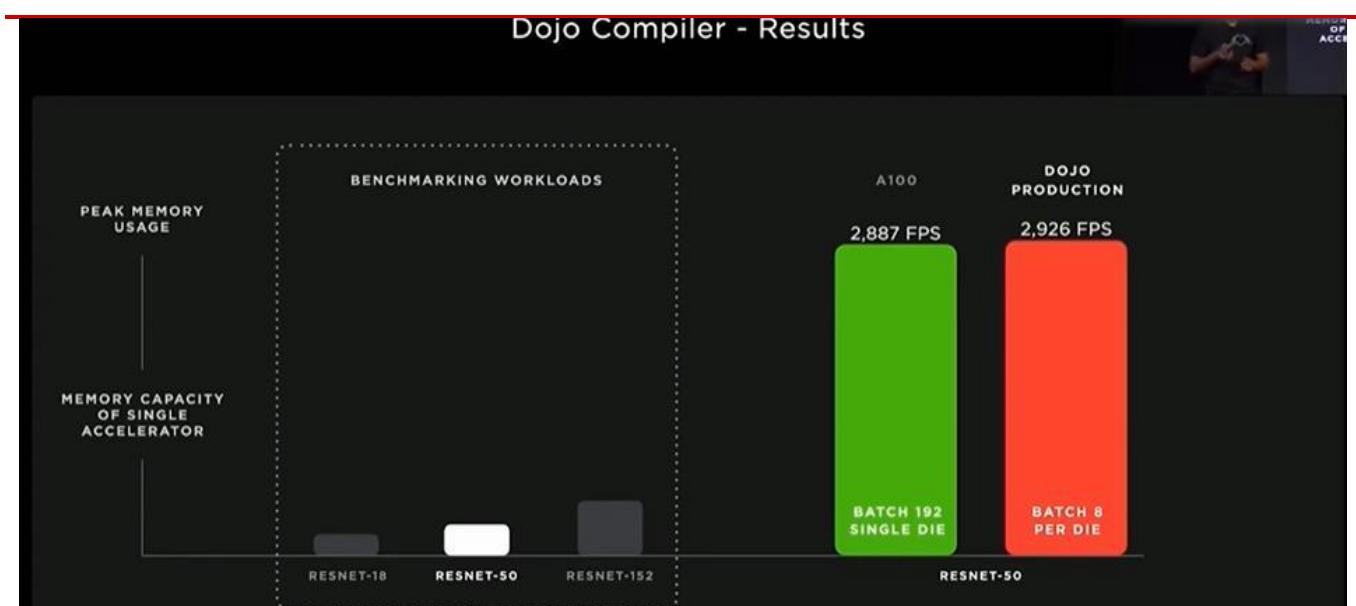
图表 15 NVIDIA A100 芯片



资料来源：Youtube、华西证券研究所

我们认为 DOJO 相较于 A100 的优势分为两点：1、画面帧数传输速度更快：可以看出 8Batch SIZE 下的 Dojo 的 FPS 略高于英伟达 A100 在 192Batch size 的状态，言外之意就是在神经网路算法的准确值更高的情况下，Dojo 芯片更占据传输速度优势，性能更高。

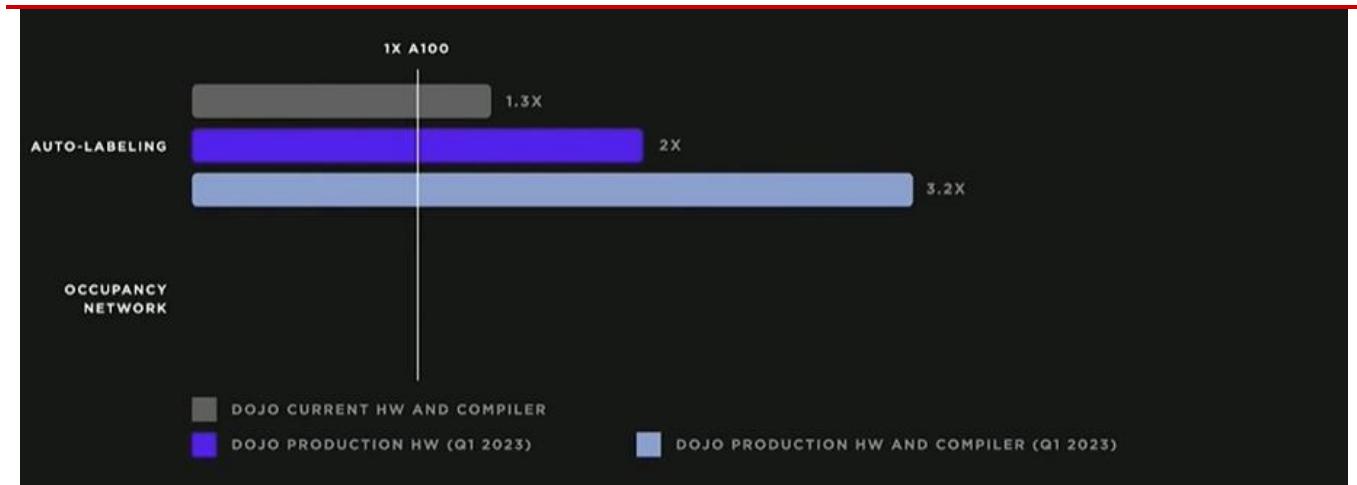
图表 16 D1 芯片和英伟达 A100 的不同点



资料来源：Youtube、华西证券研究所

2、自动标注的能力 DOJO1 更胜一筹：自动标注是神经网络的初始阶段，较高水平的自动标注能力意味着神经网络的学习能力更强，效率更高。目前状态下的 DOJO 芯片是英伟达 A100 芯片自动标注能力的 1.3 倍。此外，根据 AI day 的透露，Dojo 芯片仍在不断升级，特斯拉预计将 2023 年 Q1 阶段，DOJO 芯片的生产硬件的自动标注能力是英伟达的 2 倍、DOJO 芯片生产的计算机的自动标注能力是英伟达的 3.2 倍。

图表 17 D1 芯片和英伟达 A100 的不同点



资料来源：Youtube，华西证券研究所

值得关注的一点是马斯克透露，在解决超级计算机的耗能问题后，**特斯拉欲将提供神经网络(AI 算法)的服务，类似于亚马逊网络(AWS)，通过云服务的服务提供给市场**。我们认为此未来特斯拉不止是一家 AI 公司，更是一家提供 AI 的云公司，同时，TESLA 由于其强大的 DOJO 超级计算机在算力层面取得的巨大优势，相关机器人的神经网络能够进行快速训练学习，机器人有望加速落地。

## 2. 投资建议：关注 AI 处理器+AI 算法+机器人布局厂商

我们认为机器人的受益厂商分为三类：

### ➤ 具备自研 AI 处理器的厂商

**具备自研 AI 处理器的厂商可以为人形机器人的神经网络提供算力支撑。**人工智能的本质及数据的海量运算，相较于 AI 算法，数据才是重中之重。算力作为数据加速处理的动力源泉，其重要性不言而喻。机器学习和神经网络训练环节需要极为庞大的数据输入才能支持一个复杂的神经网络模型，训练过程中由于复杂的神经网络结构和海量训练数据，运算量巨大，因此对于处理器的算力、效率(能耗)要求极大。AI 处理器在神经网络和机器学习中，相比于其他处理器，拥有成倍的性能提升，和极低的耗电水平。

图表 18 寒武纪 MLU370-S5 智能加速器



资料来源：寒武纪官网、华西证券研究所

图表 19 海光 DCU 产品形态



资料来源：海光信息官网，华西证券研究所

### ➤ 机器人相关场景落地厂商

具备相关机器人落地的厂商具有应用场景的先发优势。在我国，部分类别机器人已经实现商业落地，并且相关技术已经比较成熟，具有先发优势，然而距离真正意义上实现智能化，依旧需要配备AI域，即自然语言处理、机器视觉或AI平台，自然语言处理可以帮助机器快速识别、理解人类语言，进而高效的人机协同；机器视觉可以帮助机器快速实现目标监测、场景理解、目标追踪、事件监测等；AI平台可以帮助机器快速实现算法迭代、功能升级，从而进行版本升级、场景升级等。AI域有望丰富机器人的使用场景，加快版本升级，进而提供更有价值的商业服务。

图表 20 海康威视移动机器人家谱



资料来源：海康威视官网、华西证券研究所

图表 21 大华股份移动机器人家谱



资料来源：大华股份官网，华西证券研究所

### ➤ 具备AI算法落地的厂商

人形机器人的落地需要下游场景的数据融合，具备AI算法落地的厂商具有比较优势。距离仿真机器人的商业落地，其数据需要和下游细分场景紧密结合，通过优质细分场景下的数据和算法进行不断地迭代训练，最后提供具有价值的商业服务。仿真机器人在细分场景海量数据并不可以直接获得，AI厂商可以通过细分场景下的数据和算法迭代，从而赋能给机器人客户，进而加速机器人在新兴领域的商业化落地。

因此积极的推荐以下四条投资主线：

- 1) 具备自研AI处理器的厂商，受益标的为寒武纪、商汤、海光信息；
- 2) 具备AI算法落地+机器人布局厂商，重点推荐科大讯飞，其他受益标的为大华股份、海康威视；
- 3) 机器人商业落地的厂商，受益标的为机器人、汇川技术、井松智能、远光软件、亿嘉和、赛为智能；
- 4) 具备AI算法落地的厂商，受益标的为虹软科技、云从科技、拓尔思、海天瑞声。

### 3. 风险提示

- 1、政策推进不及预期的风险；
- 2、宏观经济下滑风险；
- 3、核心技术研发不及预期的风险。
- 4、中美贸易摩擦升级的风险。

## 分析师与研究助理简介

刘泽晶（首席分析师）：2014-2015年新财富计算机行业团队第三、第五名，水晶球第三名，10年证券从业经验。

## 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

## 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%

行业评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

## 华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

## 华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。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，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。