

图拆特斯拉Optimus

——走进机器人

行业评级：看好

2023年7月31日

分析师	施毅
邮箱	shiyi@stocke.com.cn
证书编号	S1230522100002

本报告针对特斯拉2022年10月1日在其“AI Day 2022”发布的Tesla Bot (Optimus) 进行细致分析研究，采用“**一页原文，一页译文，一页解读**”的形式展开报告，对Optimus的设计制造思路进行解读，对其中涉及的重要零部件与智能系统逐一拆解分析。

通过对Optimus的第一性分析，我们旨在展示“**具身智能**”落地实现的希望：特斯拉将其在电动汽车产业的多年经验**移植**到人形机器人的设计、制造中，极大地加速了Optimus的迭代速度；另一方面，特斯拉将“**降本**”思路贯穿设计始终，从材料选择到驱动器设计，大量“**做减法**”；特斯拉将电动车的FSD模块移植到机器人具身感知系统中，加速Optimus迈向“**智能化**”的步伐。

同时，通过对Optimus全身各系统的拆解分析，我们可以展示人形机器人产业链（力矩传感器、伺服电机、空心杯电机、减速器、金属永磁材料等）的投资机会。

具身智能，未来可期。

1、Optimus概览

- 人形机器人变革过程
- Optimus主要参数

2、硬件仿真

- 结构分析
- 破坏分析
- 集成结构控制设计
- 人体仿生设计灵感—膝盖关节

3、驱动器

- 基本构造
- 设计思路
- 选型优化与结果

4、手部

- 人体仿生学设计

5、自主性概览

6、运动规划

- 机器人运动规划4大挑战
- 机器人运动规划概述
- 机器人运动规划器工作原理

7、运动控制和状态估计

- 现实世界中机器人摔倒的缘由
- 如何进行状态估计与运动控制

8、操控

- 机器人：不止于行走，更要有用
- 实现机器人对现实世界事物的操控

风险提示

- Optimus设计生产进展不及预期；
- AI技术迭代不及预期；
- 翻译错误风险.

- 1、Optimus设计生产进展不及预期：若Optimus设计开发进度不及预期，可能会影响市场对行业的判断；
- 2、AI技术迭代不及预期：若AI技术发展不及预期，特斯拉FSD开发进展不顺，将对人形机器人发展产生不利影响；
- 3、翻译错误风险：报告内容根据Tesla AI Day 2022-Bot发布会现场展示翻译而来，或因语法理解、翻译有误、翻译不完整等原因造成含义与原表述存在偏差的风险，译文内容仅供参考。

目录

C O N T E N T S

01

Optimus概览

人形机器人变革过程

Optimus主要参数

02

硬件仿真

结构分析

破坏分析

集成结构控制设计

人体仿生设计灵感—膝盖关节

03

驱动器

基本构造

设计思路

选型优化与结果

04

手部

人体仿生学设计

目录

C O N T E N T S

05

自主性概述

06

运动规划

机器人运动规划4大挑战

机器人运动规划概述

机器人运动规划器工作原理

07

运动控制和状态估计

现实世界中机器人摔倒的缘由

如何进行状态估计与运动控制

08

操控

机器人：不止于行走，更要有用

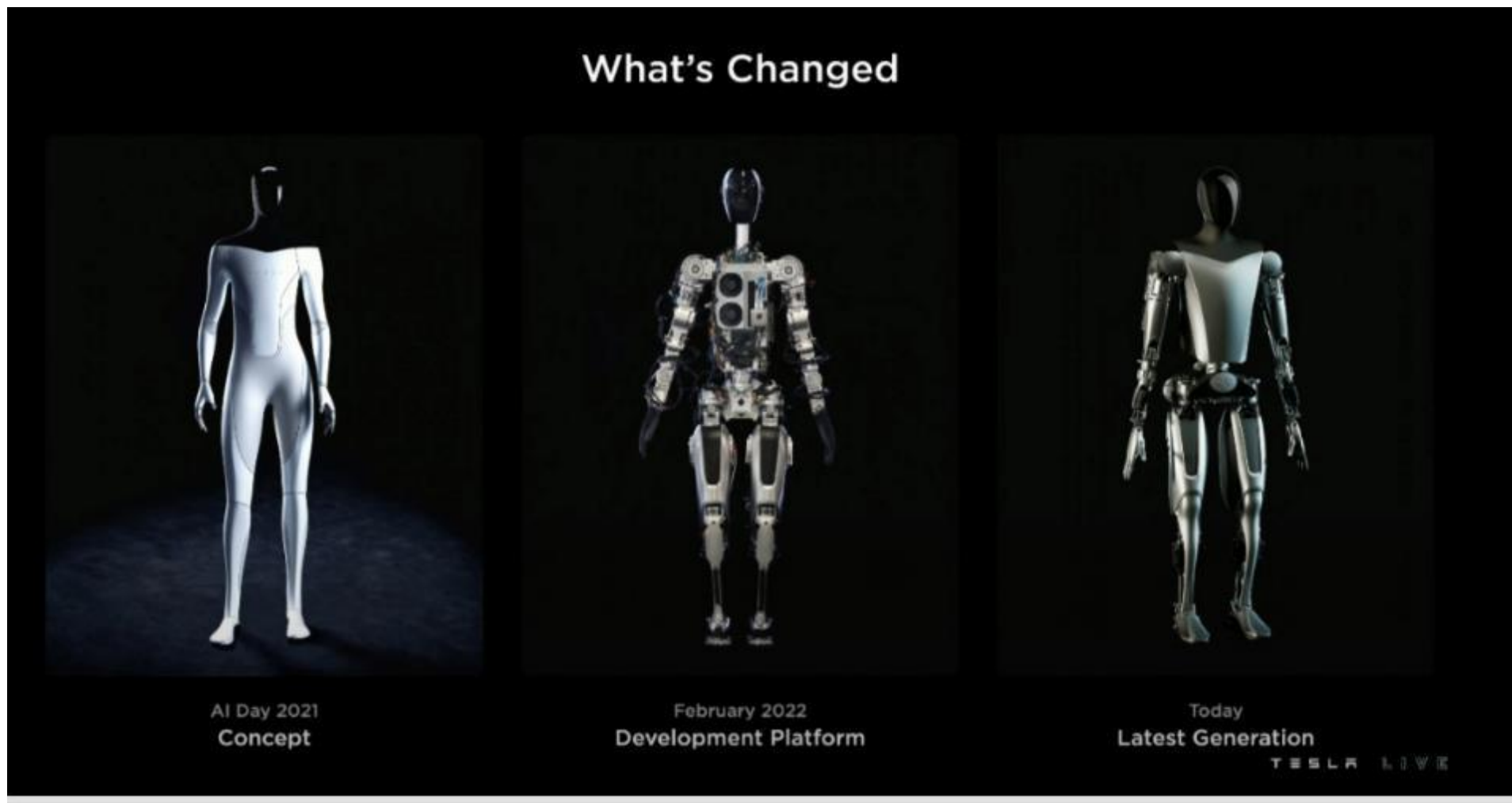
实现机器人对现实世界事物的操控

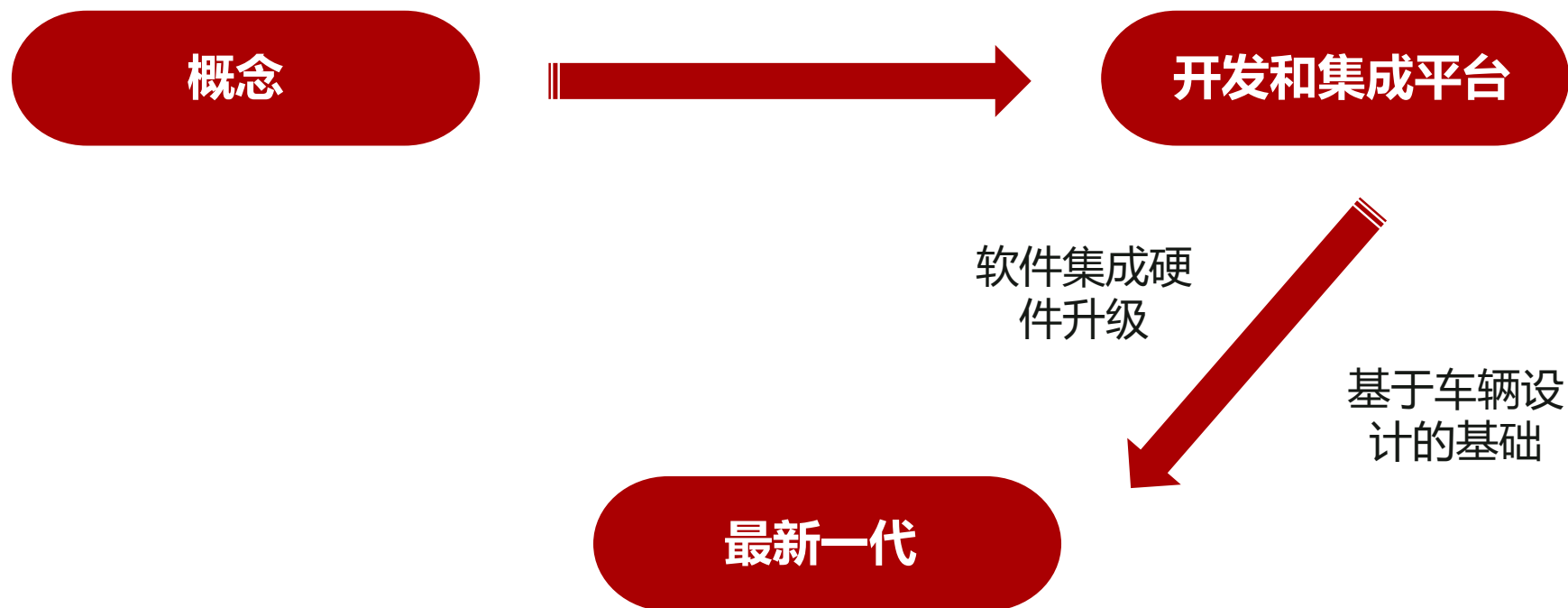
01

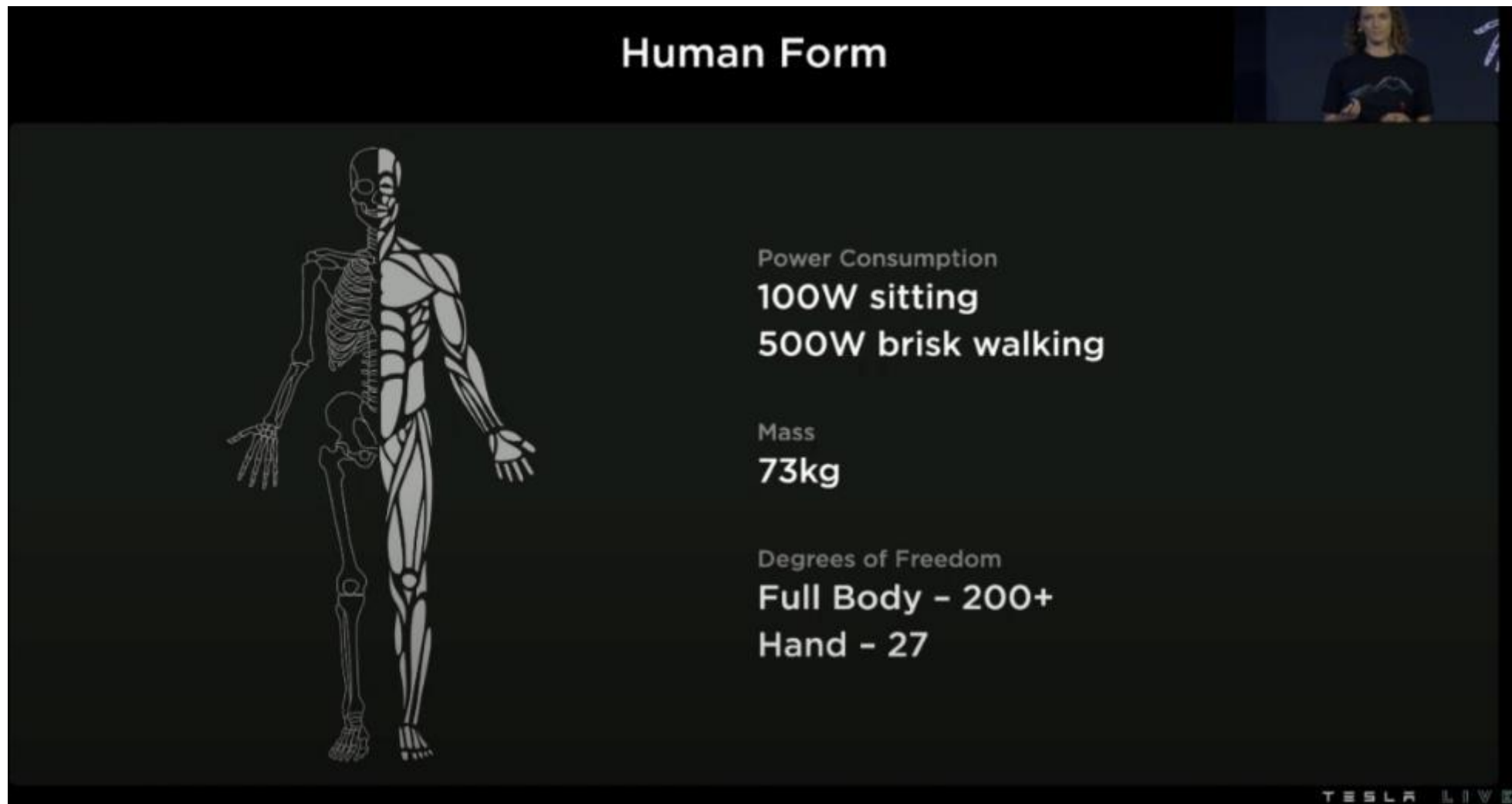
Optimus 概览

人形机器人变革过程


Optimus 主要参数







人类形态

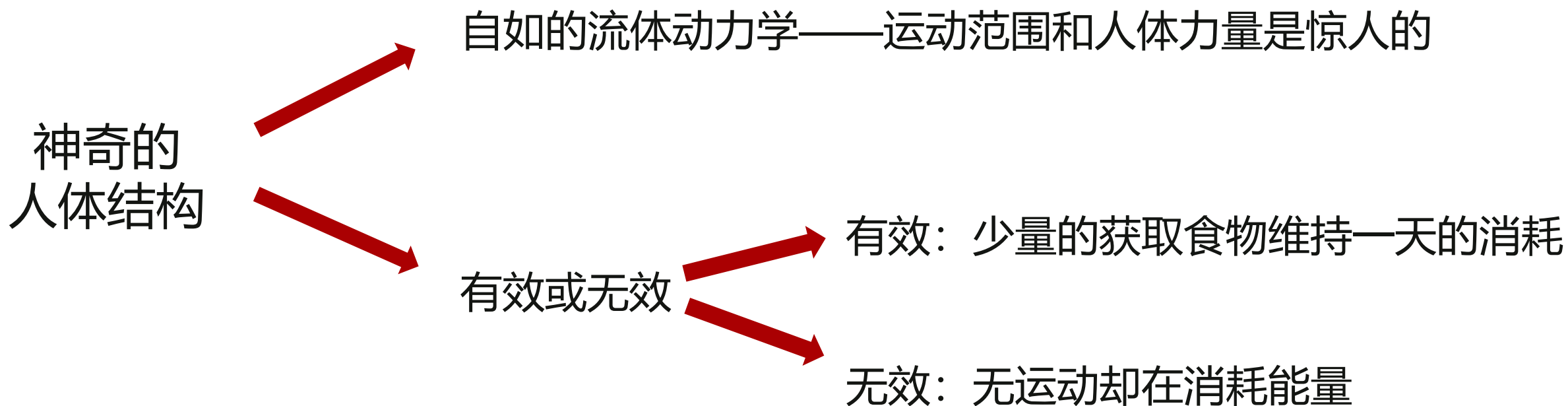


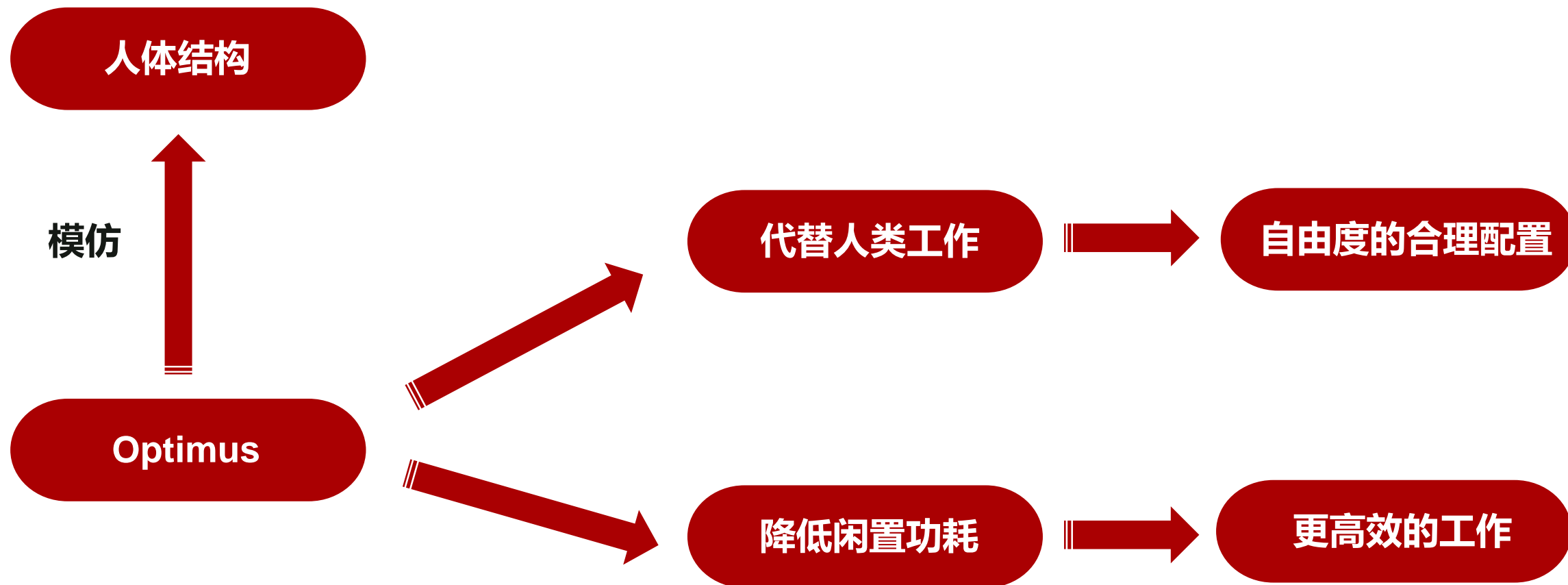
耗电量
静坐功耗 100W
慢走功耗500W

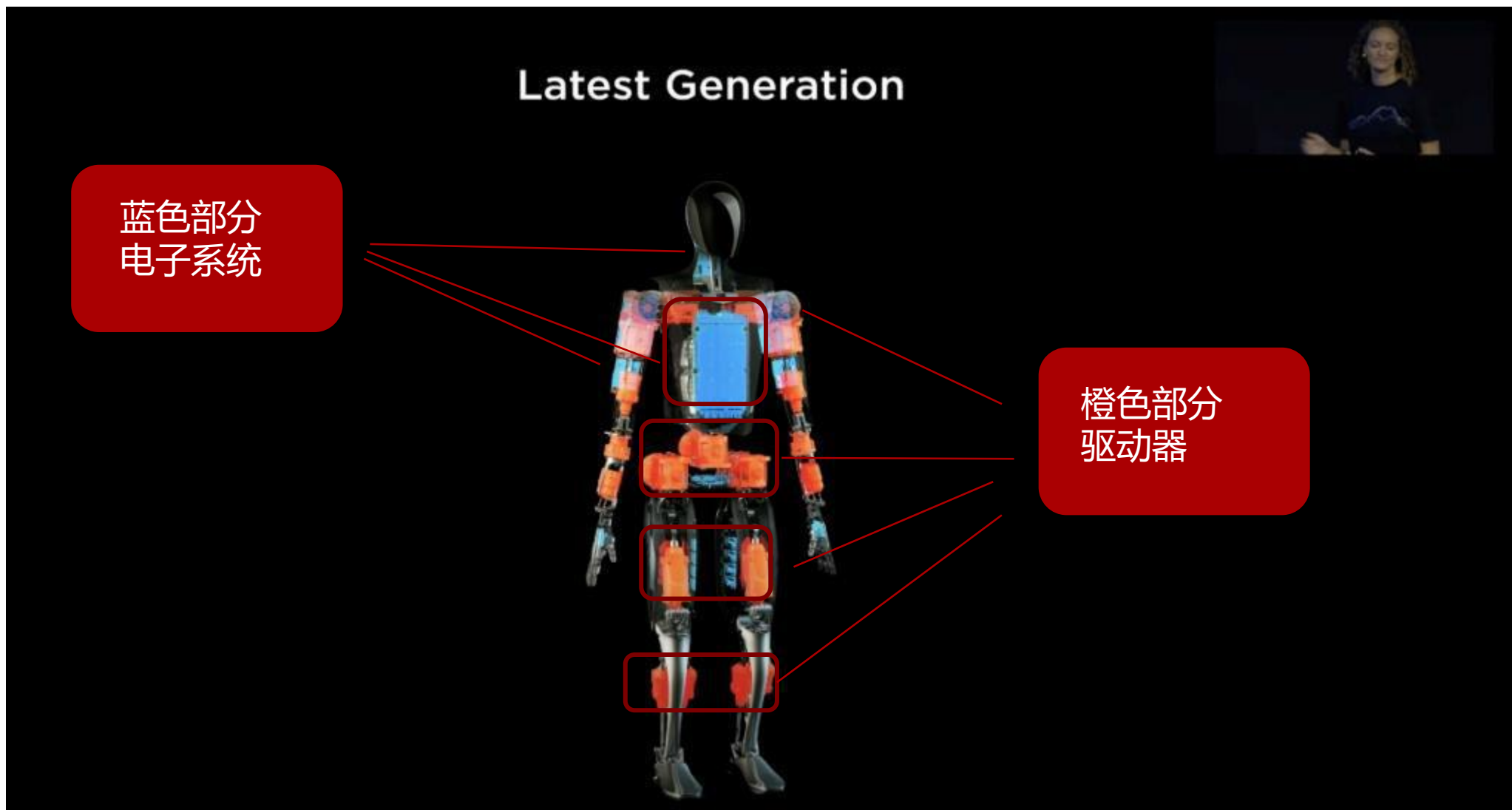
质量
73千克

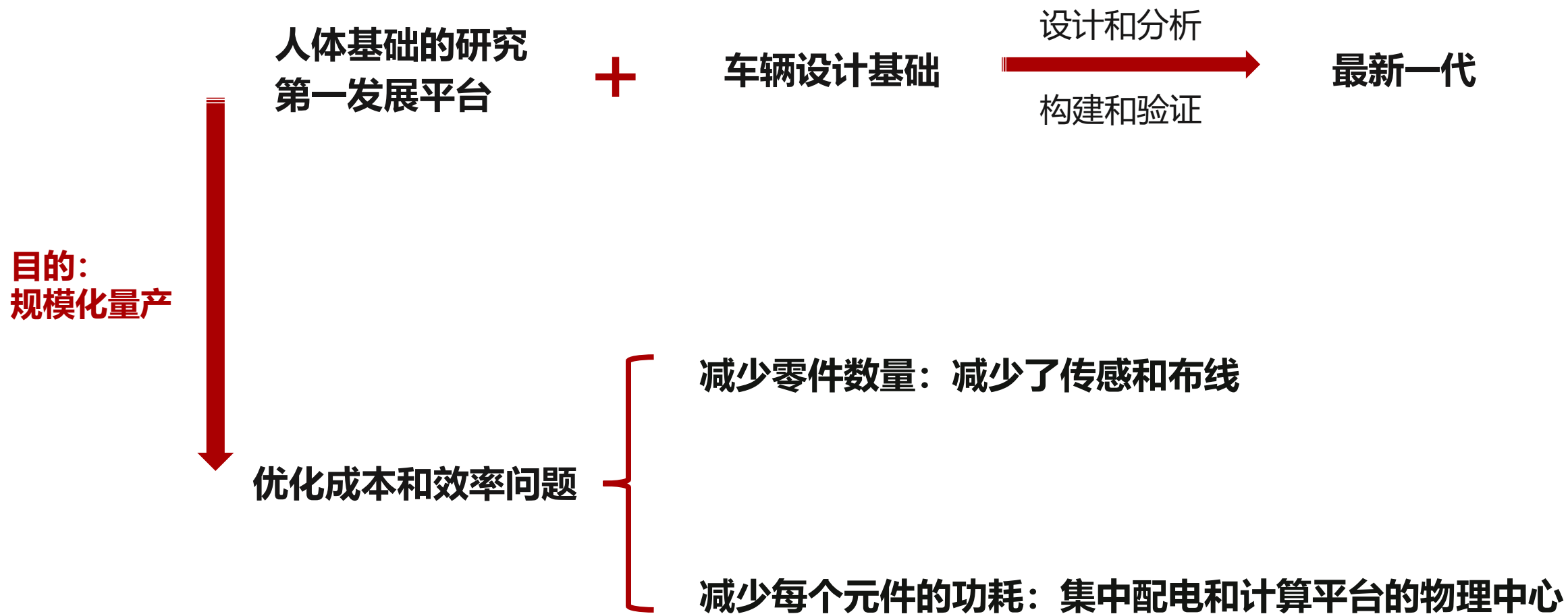
自由度
全身- 200+
手 - 27

TESLA LIVE






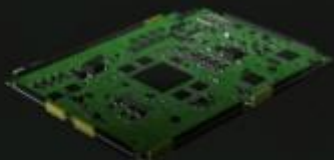





Latest Generation




Bot Brain
1x Tesla SOC
Wi-Fi, LTE
Audio
Security & Safety



28 Structural Actuators



Battery Pack
2.3 kWh
52V Nominal
Integrated Electronics



11 Degrees-of-Freedom Hands

最新一代

机器人大脑

- 1x Tesla SOC
- Wi-Fi , LTE
- 音频
- 保护&安全



全身 28个结构驱动器



电池组

- 2.3 千瓦时
- 52V 标准
- 集成电子组件



手 11个自由度





- 配电和计算集中到平台的物理中心——躯干中心
- 躯干中心有电池组（维持一天的工作）
- 独特之处：所有电池的电子设备集中到电池组的单个PCB中，从传感、融合、充电管理汇集到一个系统中，借鉴了电子产品与汽车产品的设计
- 流线型的设计与高效简单的冷却



- 大脑——特斯拉车上的FSD系统
- 结合自动驾驶的硬件和人形平台的软件
- 改变：1、做到人类大脑能够做到的行为：处理视觉数据，基于多个感官和传感输入，得出决策；支持通信，有很多无线连接和音频支持；
2、硬件安全性需过关，保护机器人自身和周围的人

02

硬件仿真

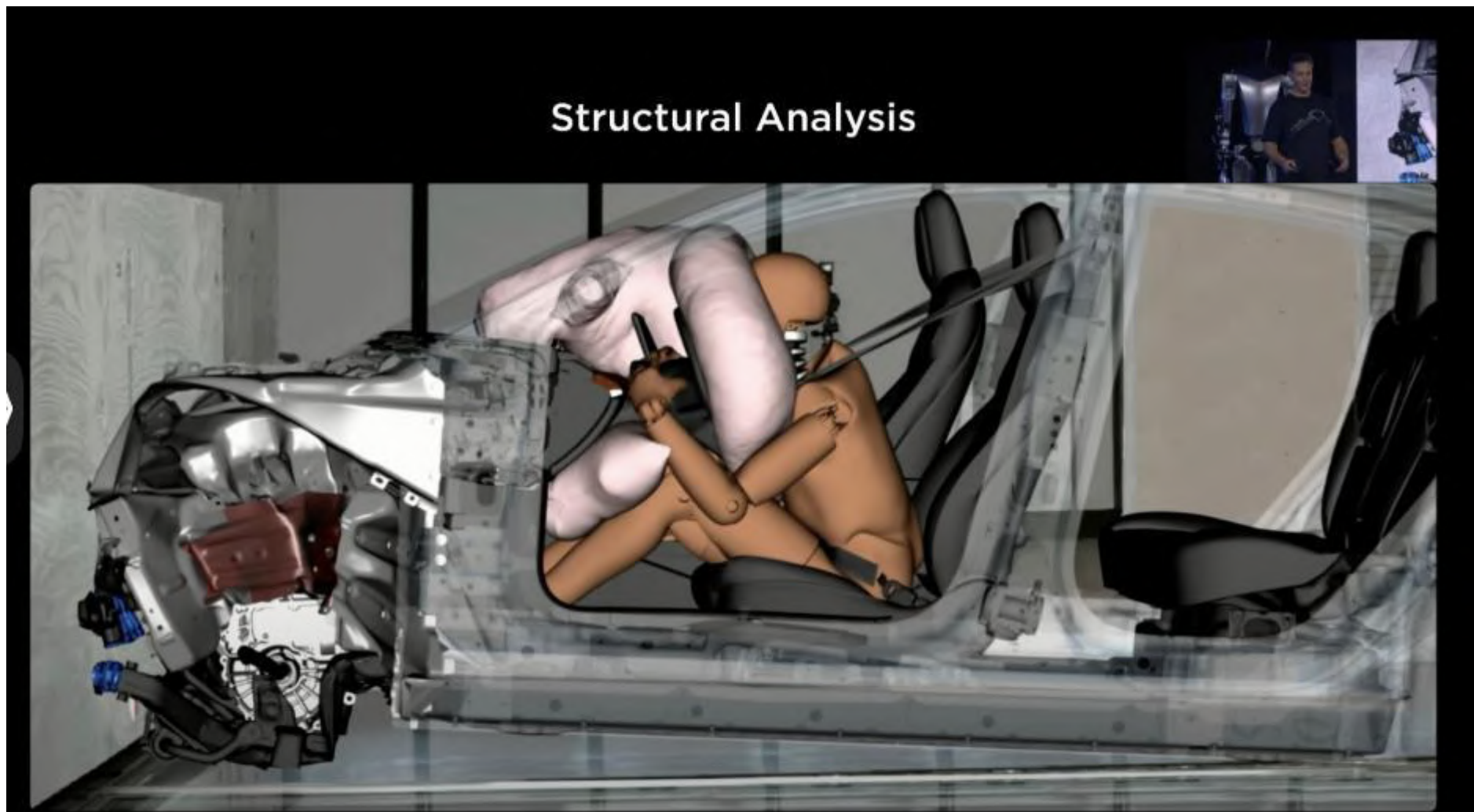
结构分析

破坏分析

集成结构控制设计

仿人设计灵感—膝盖关节

- Hardware simulation



以特斯拉汽车为例：

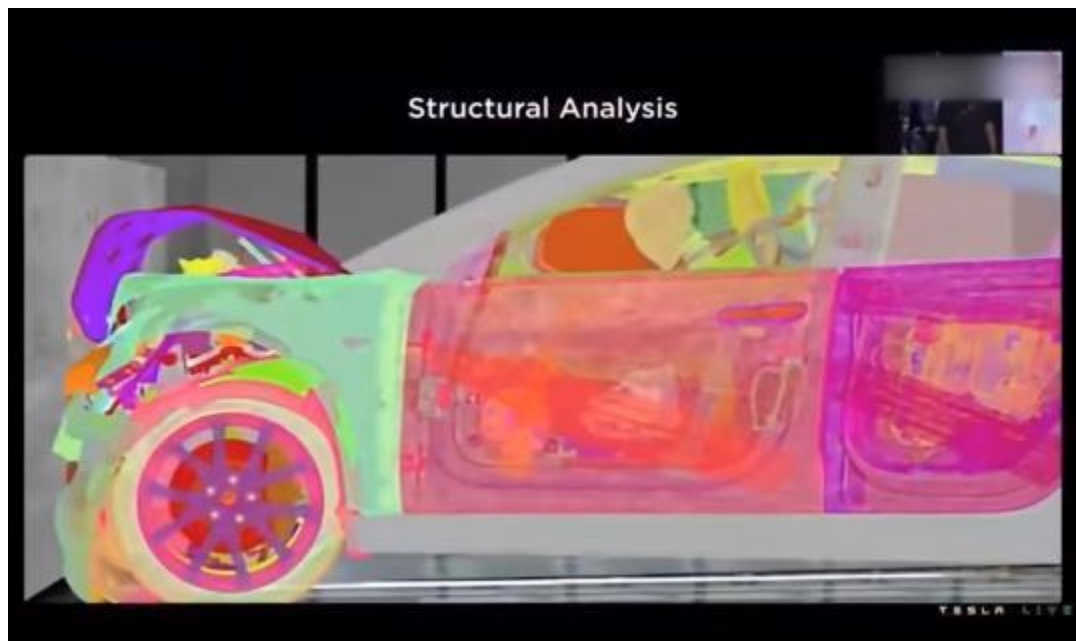
车辆撞击安全测试

物理生产能力

模拟能力

补充：特斯拉Model 3碰撞测试表现优异

正面撞击时：电动汽车前面没有发动机，为溃缩区提供了充足的空间；车辆头部先撞击障碍物，这时汽车的引擎盖会皱缩并吸收冲击力，防止乘客舱倒塌并伤害里面的人。特斯拉的车身结构经过强化，能够承受更多额外的压力，使得车辆的引擎盖褶皱更少，为驾驶员创造更大的生存空间

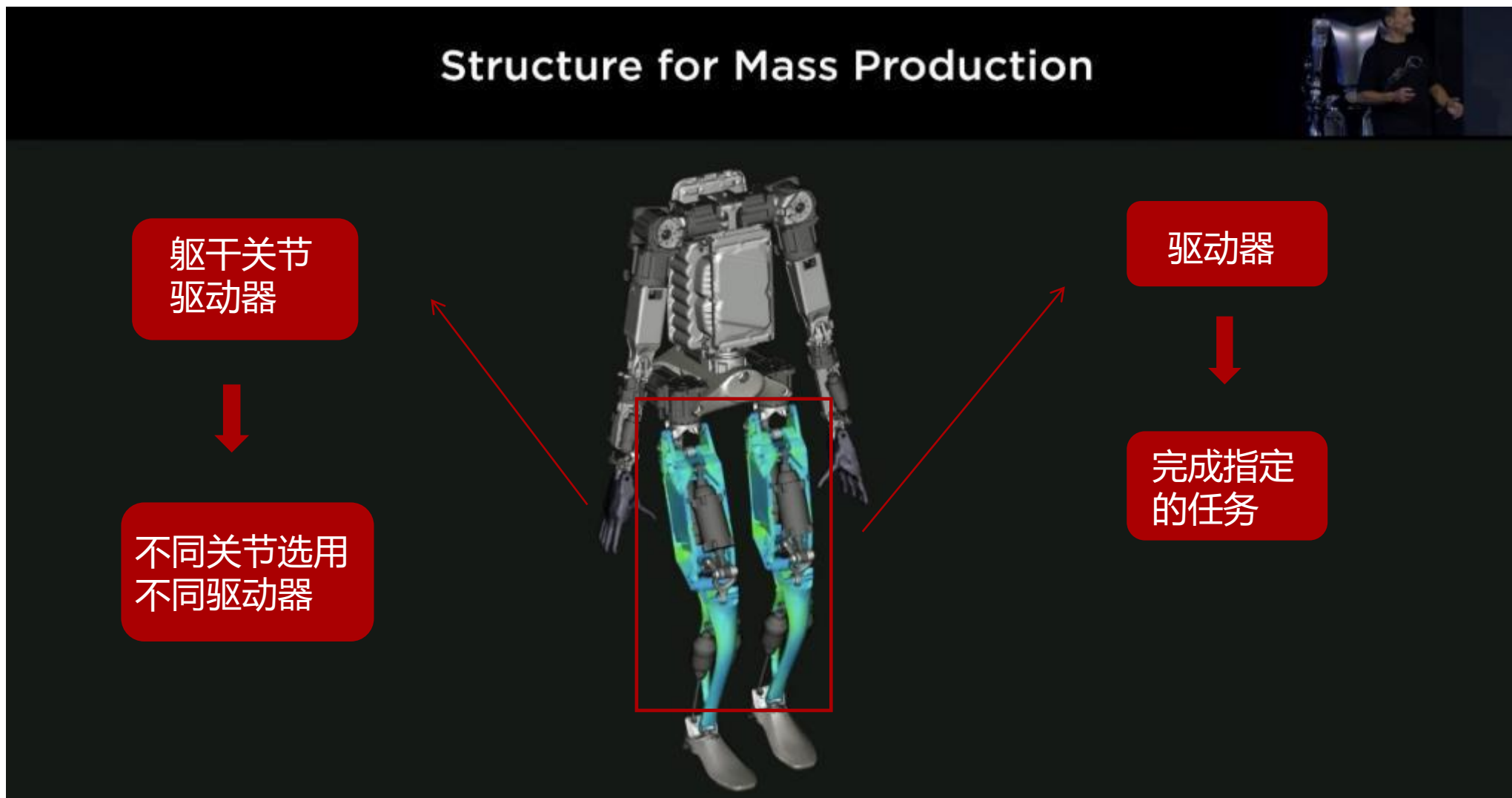


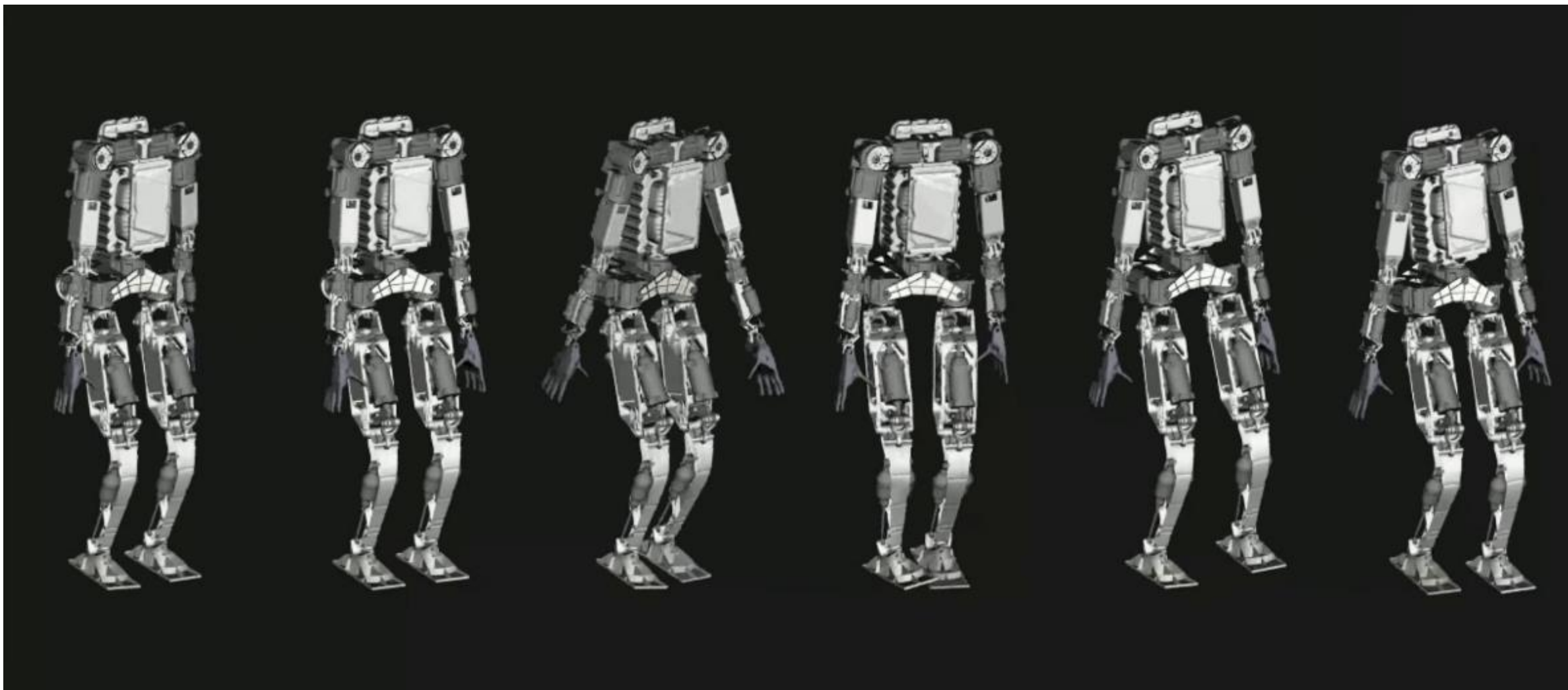
极高的自由度——3500万

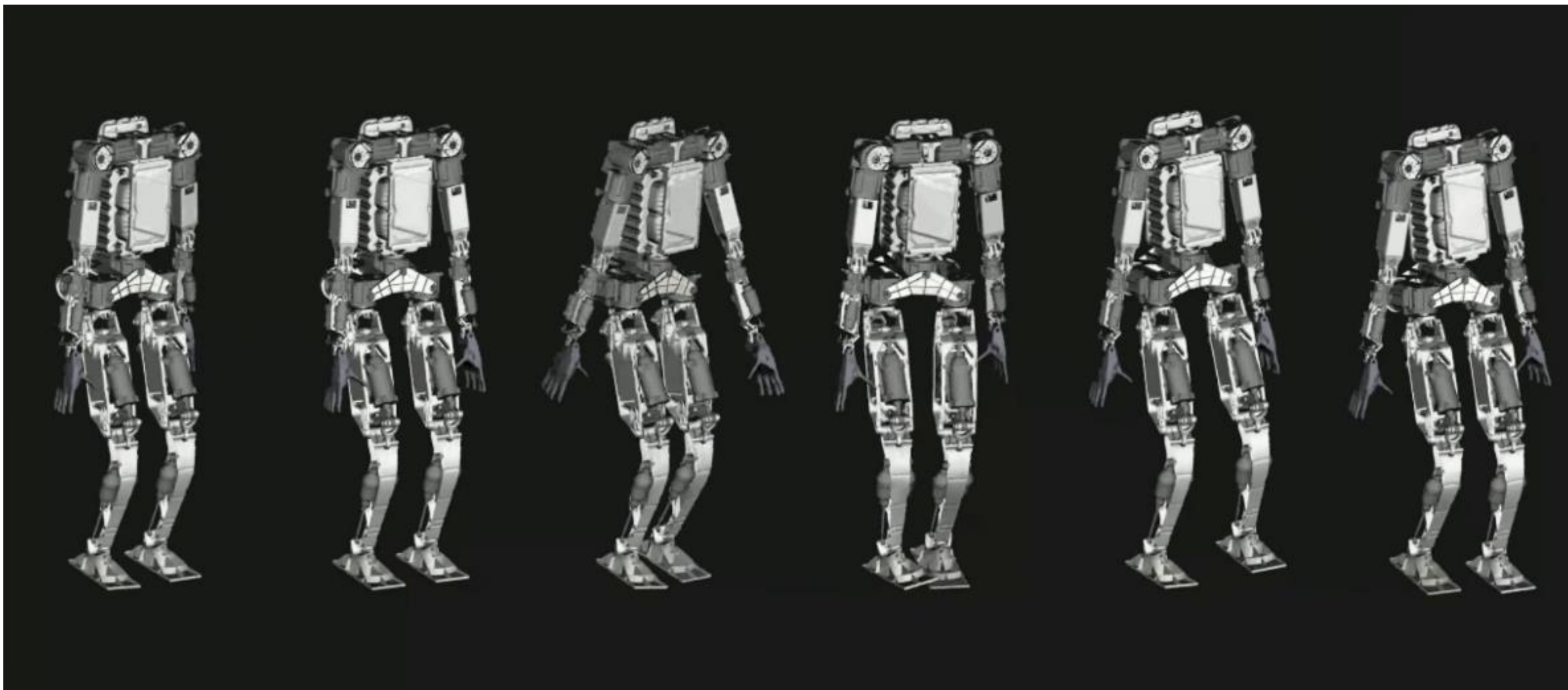




用于汽车撞击实验的软件也被用于机器人的撞击实验，进行破坏控制，确保机器人摔倒时不会过度损伤。最多是一些表面损伤，而不会破坏或影响“大脑”，“大脑”成本高昂，制作、维修困难。





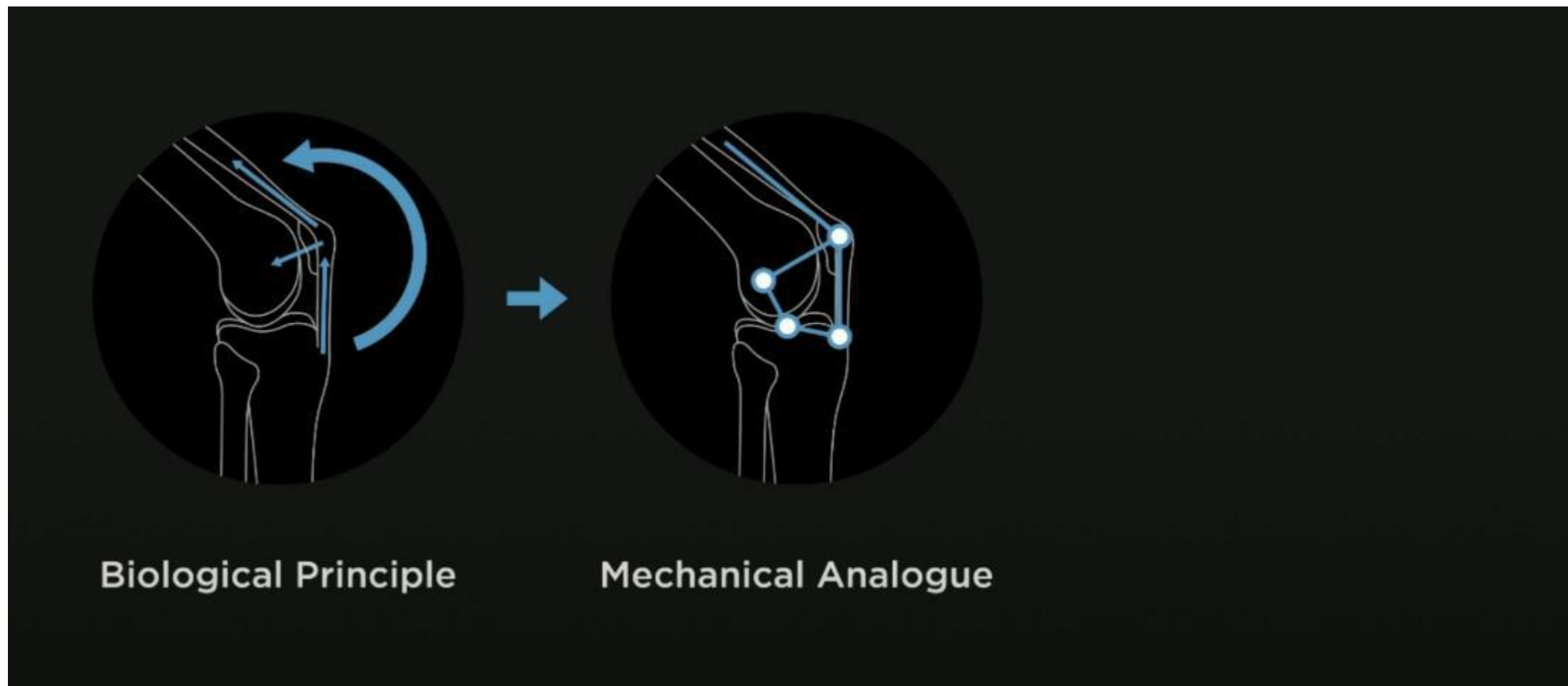




通过模拟行为模式，在不同模式下进行一定振幅，让步态控制更容易，通过提取模态数据，并将其输入控制系统，使机器人能够行走。









生物学原理



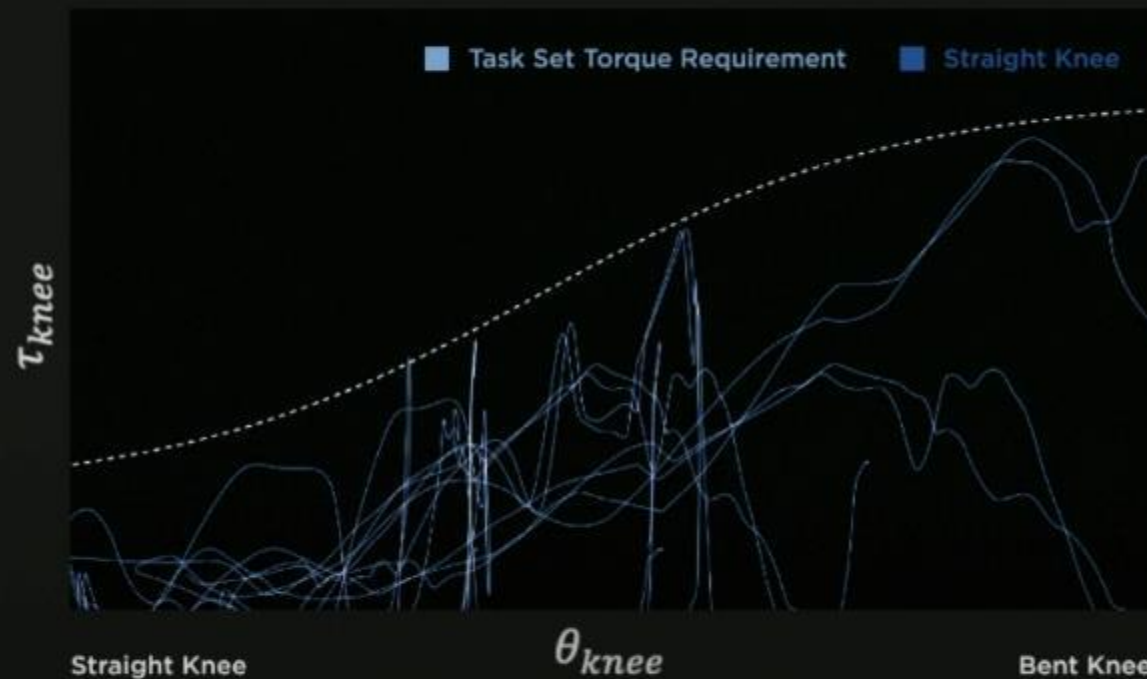
机械模拟

人类仿生学的微观结构设计：

- 1、关节运动设计不再是简单的线性运动，尽量复刻生物学上的**非线性逻辑**；
- 2、膝关节处采用**四杆连接**是非线性的，腿向下弯曲，膝盖上的扭矩比伸直时要大得多。

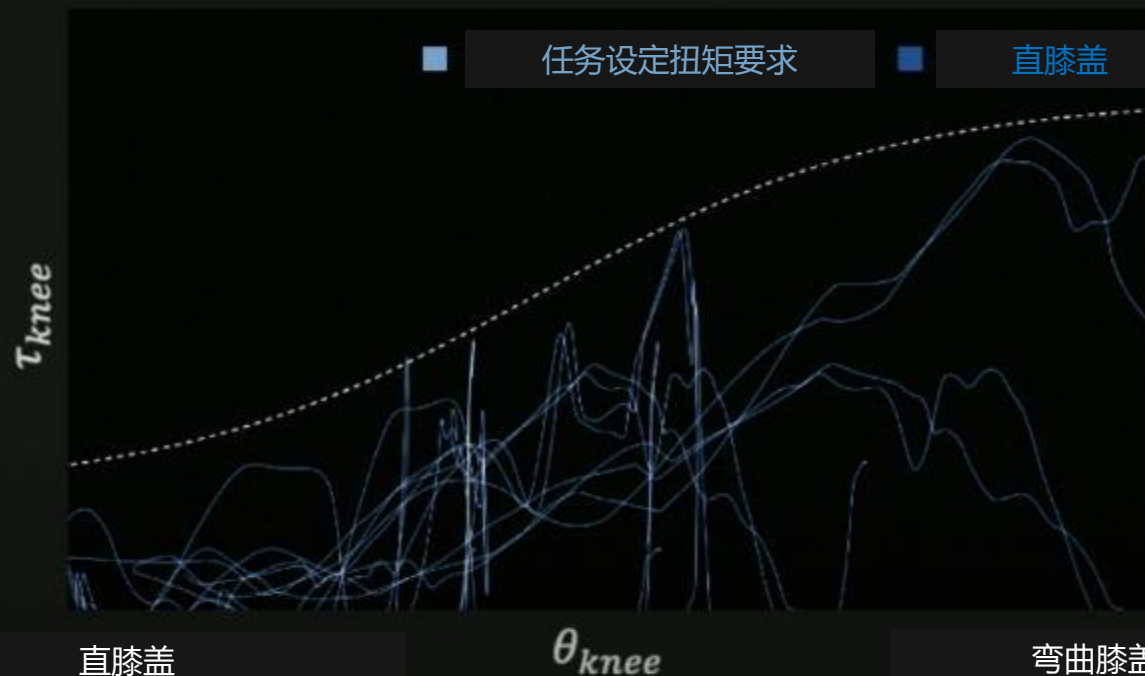


Mechanical Analogue





机械模拟



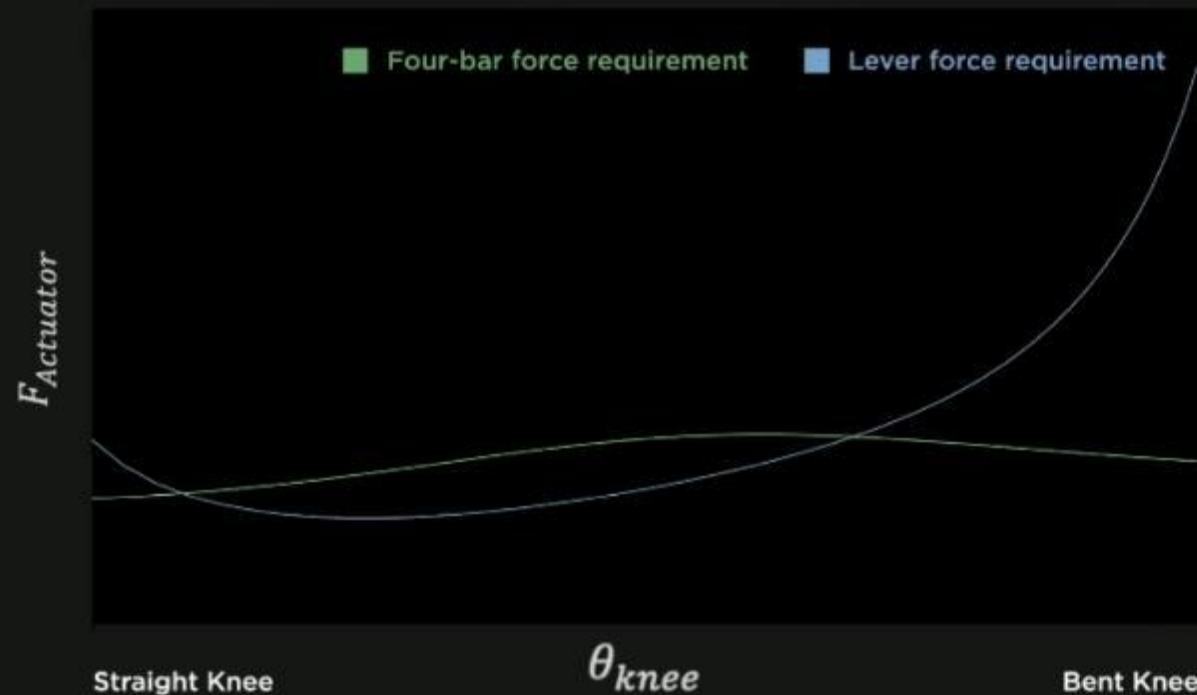
直膝盖

 θ_{knee}

弯曲膝盖

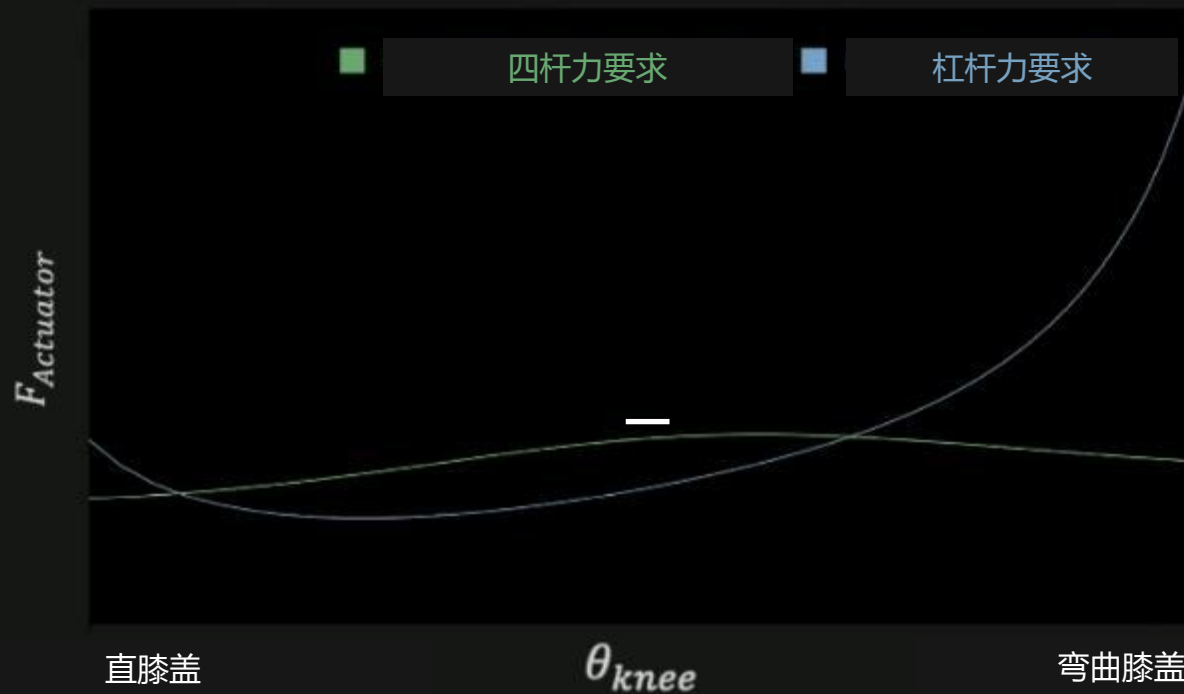


Mechanical Analogue





机械模拟



任务场景下的要求：

- 1、纵轴上的膝关节扭矩，与横轴上的膝关节弯曲度相对应呈现非线性关系；
- 2、**四杆连接方式**有效地将非线性的扭矩需求转化为对执行器线性化的要求，通过这种方式执行器可以使用**更少的力**，却能**更有效**完成任务需要；
- 3、简单二杆连接需要更大的扭矩需求去满足关节弯曲时的要求，因此需要让执行器提供更大的力，效率较低。





优化效果：

四杆连接方式更好的控制了执行器的力和位移。

03

Actuator

驱动器

基本构造

设计思路

选型优化与结果



驱动器 (机器人的关节)

- 电机

为驱动器提供动力来源，电机通过电能转化为机械能，提供所需的扭矩和转速。

- 减速器

提高驱动器的输出扭矩，并降低转速；匹配电机参数实现最优的动力传输。

电机提供动力来源，减速器改善动力特性，二者匹配实现**动力放大和精确驱动**，是机械传动的基本工作原理。



永磁电机



联轴器



减速器



负载/执行终端

输入电功率: $P_{in} = U \cdot I$

输出机械功率:

$$P_m = T_m \cdot \omega_m$$

电机效率: $\eta_m = P_m / P_{in}$

效率: $\eta_c = P_c / P_m$

输入功率: $P_c = T_c \cdot \omega_c$

输出功率: $P_m = T_m \cdot \omega_m$

效率: $\eta_s = P_s / P_c$

输入功率: $P_c = T_c \cdot \omega_c$

输出功率: $P_s = T_s \cdot \omega_s$

传动比: $i = \omega_c / \omega_s$

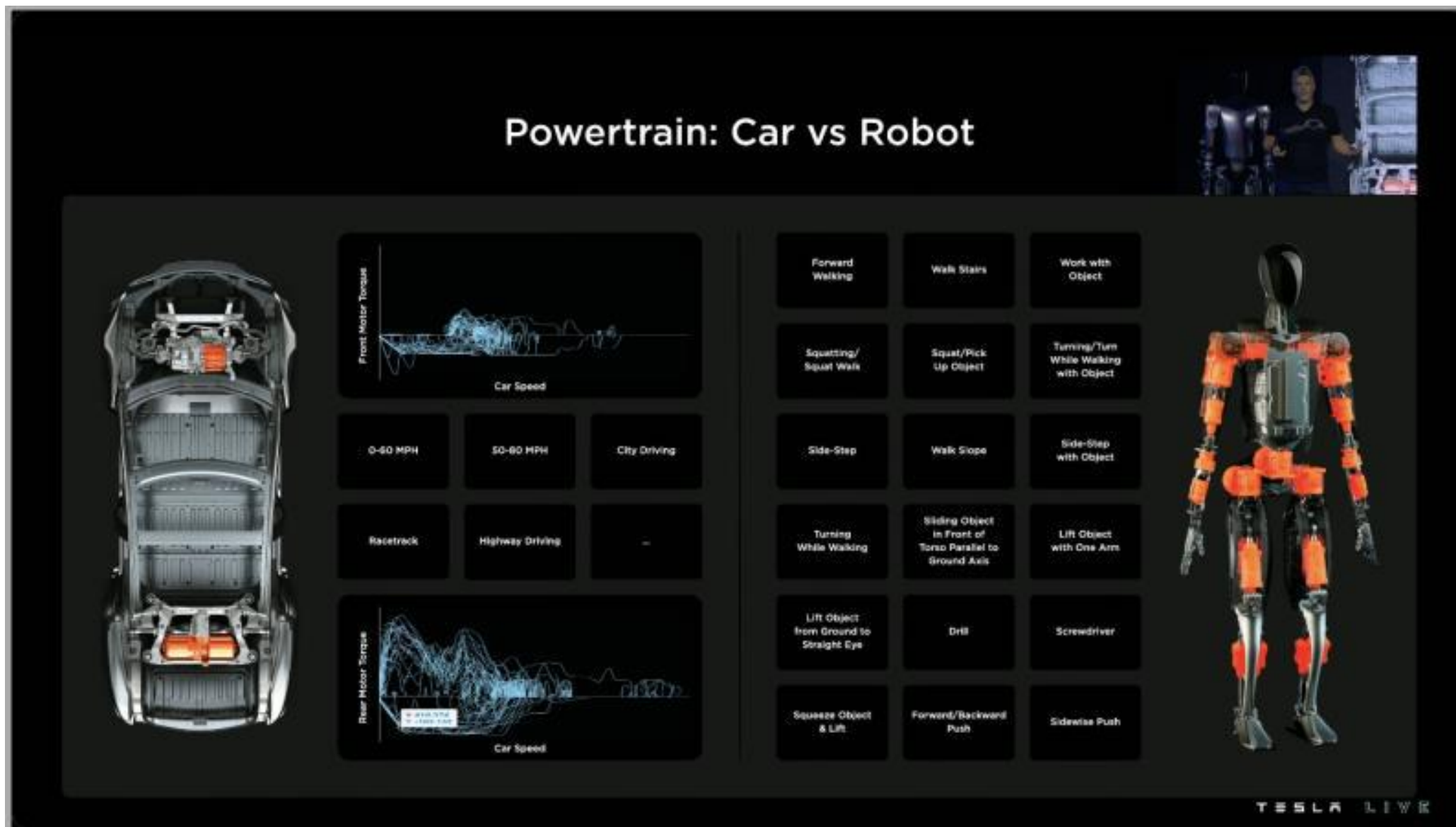
$P_s = P_h$

(传动过程中能量守恒)

负载扭矩: $T_h = T_s$

负载转速: $\omega_h = \omega_s$

系统效率: $\eta_{tran} = \eta_m \cdot \eta_c \cdot \eta_s$





0-60 英里/小时

50-80英里/小时

城市驾驶

赛道竞速

高速公路驾驶

.....



向前行走

走楼梯

带物工作

深蹲
/深蹲步行深蹲
/捡起物体搬物行进间
转身

侧步

坡道步行

搬物侧步

行进间转身

躯干前平行于
地面滑动物体

单臂提物

将物体举起
至平视

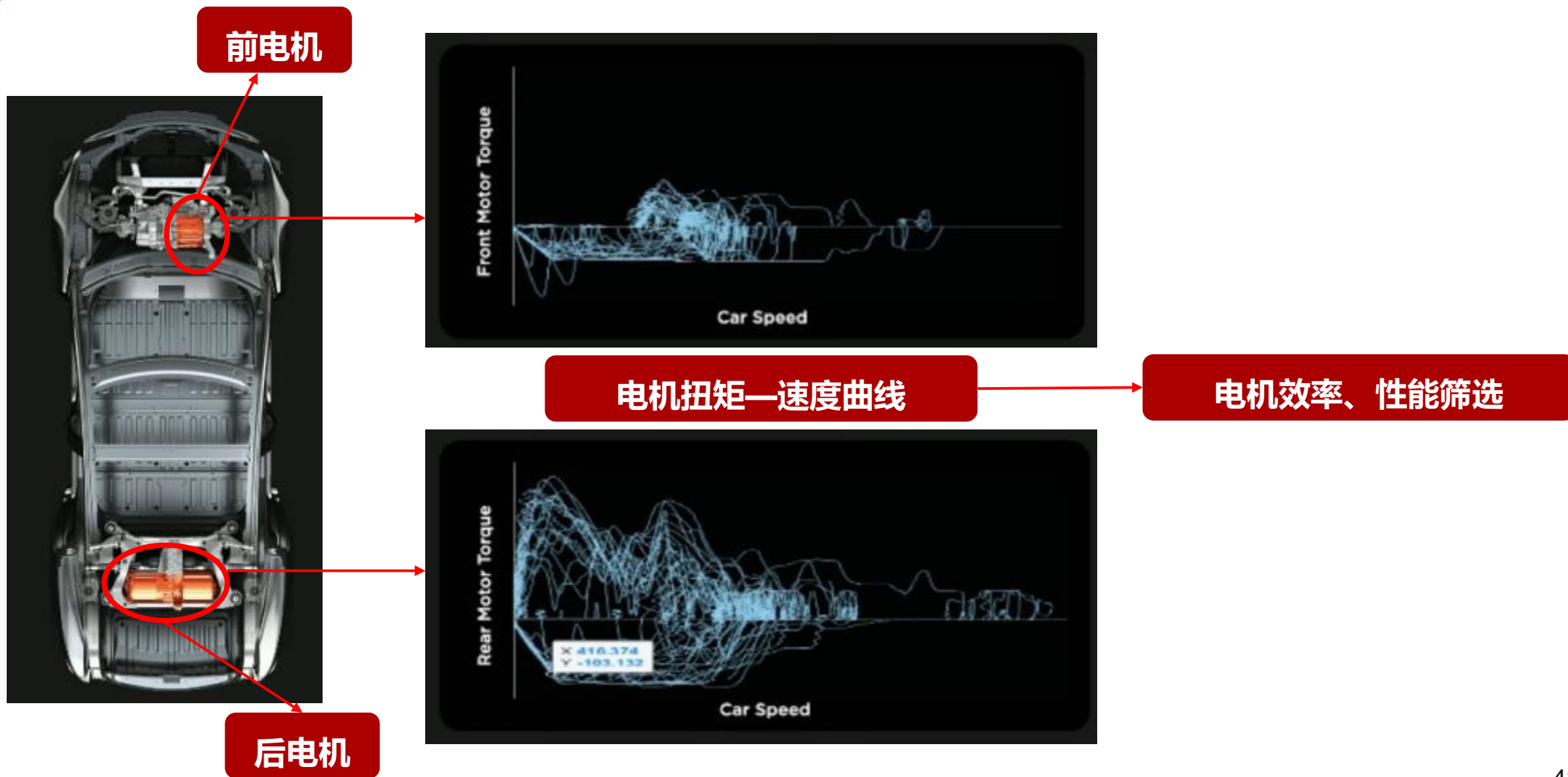
打孔

拧螺丝

挤压物体并
提起

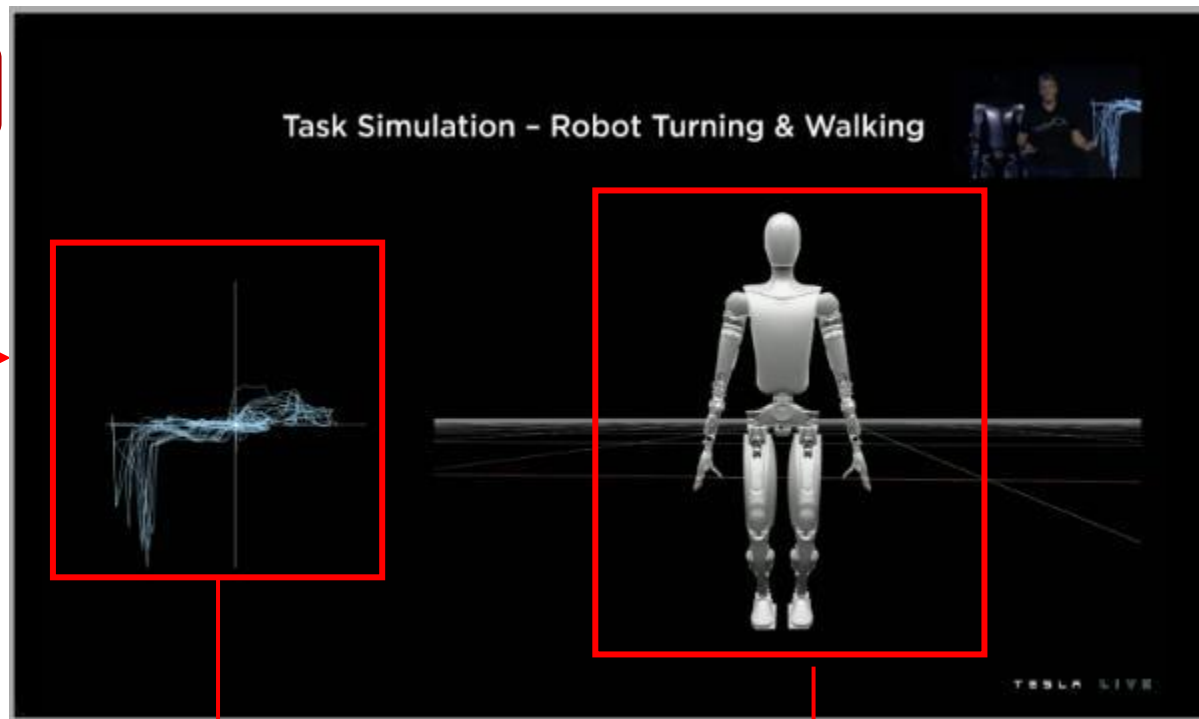
向前/向后推

侧推





髋关节



力矩—速度曲线

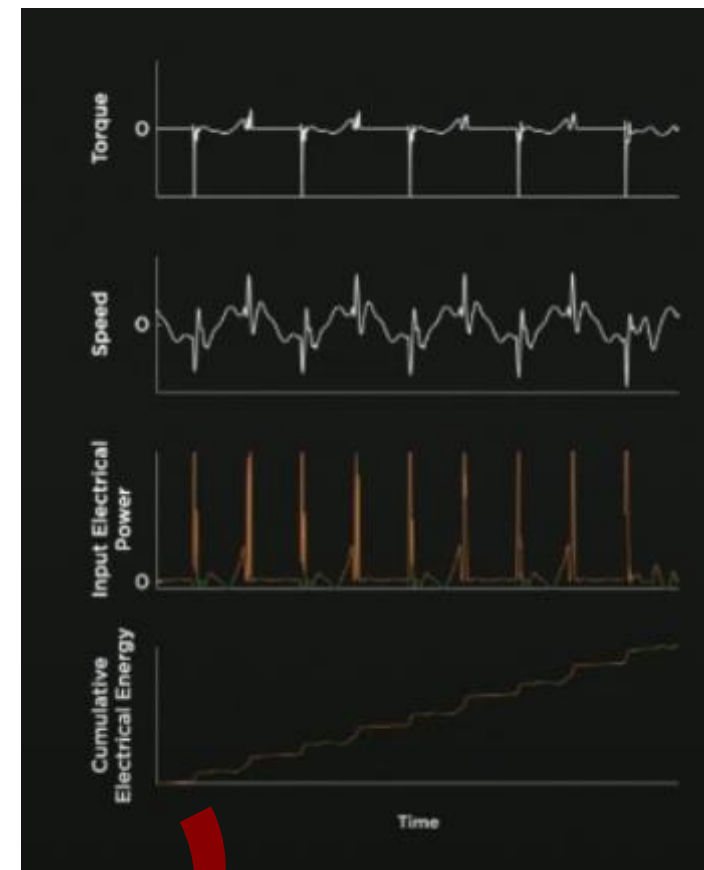
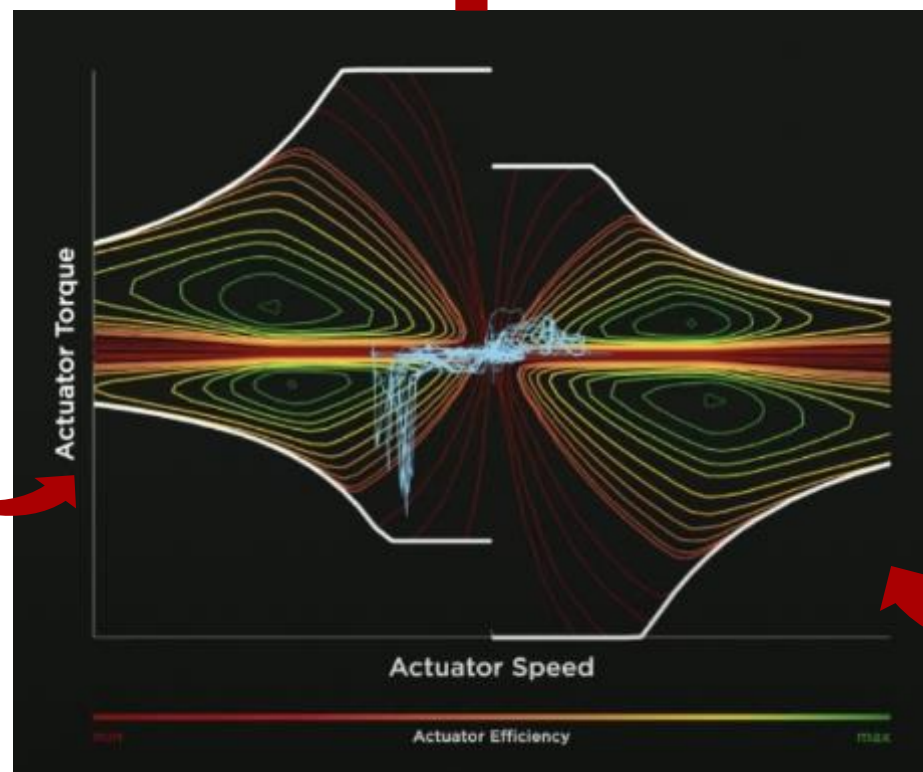
转向&行进状态仿真

针对单一关节，进行多种工况仿真，模拟得到力矩-速度曲线。



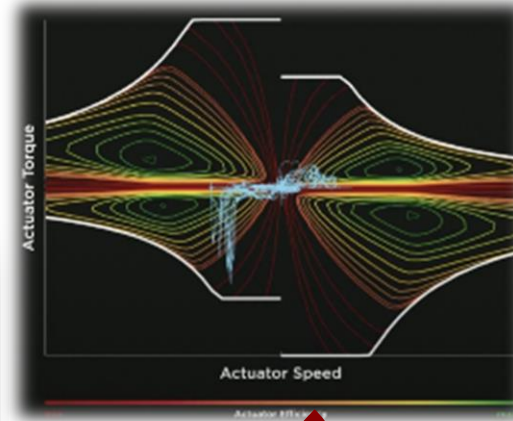
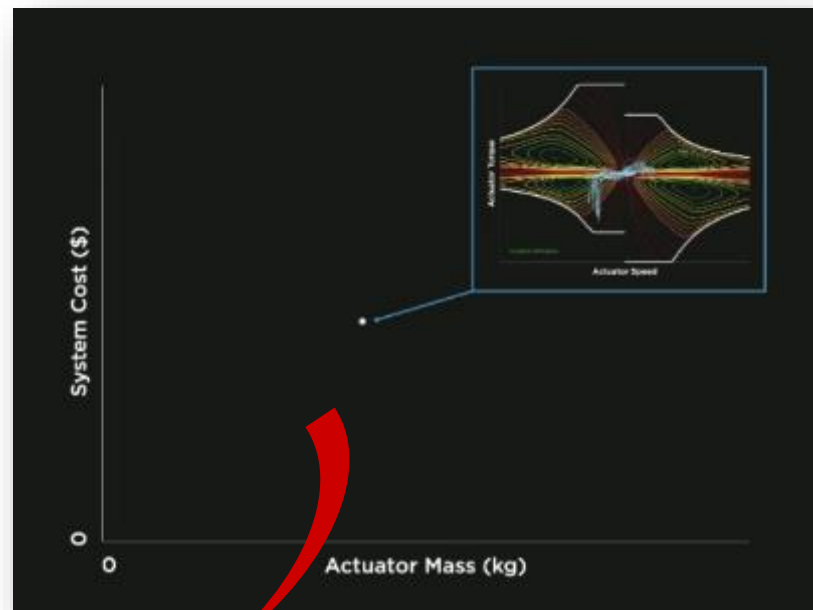
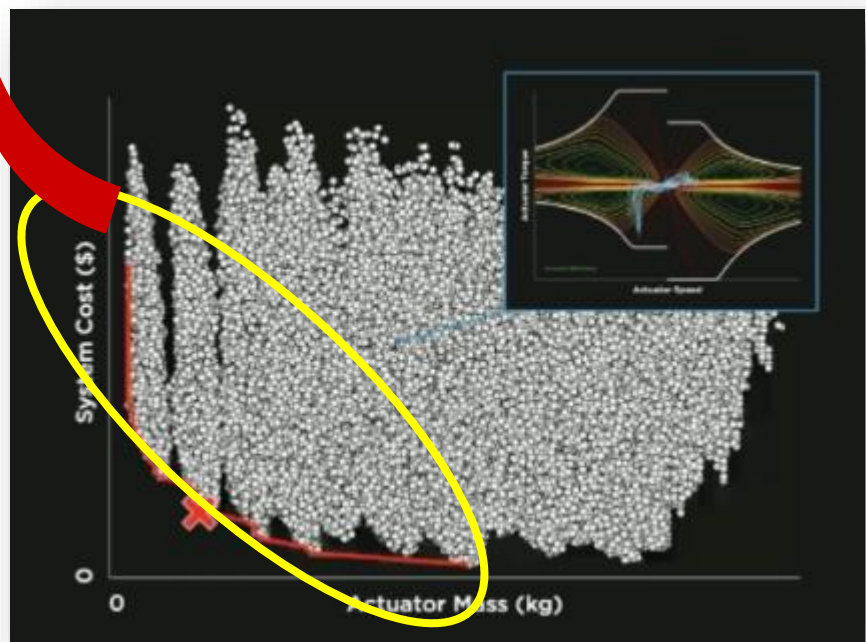
关节活动仿真结果：
力矩-速度曲线

将仿真结果投影到关节驱动器的效率图
即可获得活动期间驱动器的能量效率。



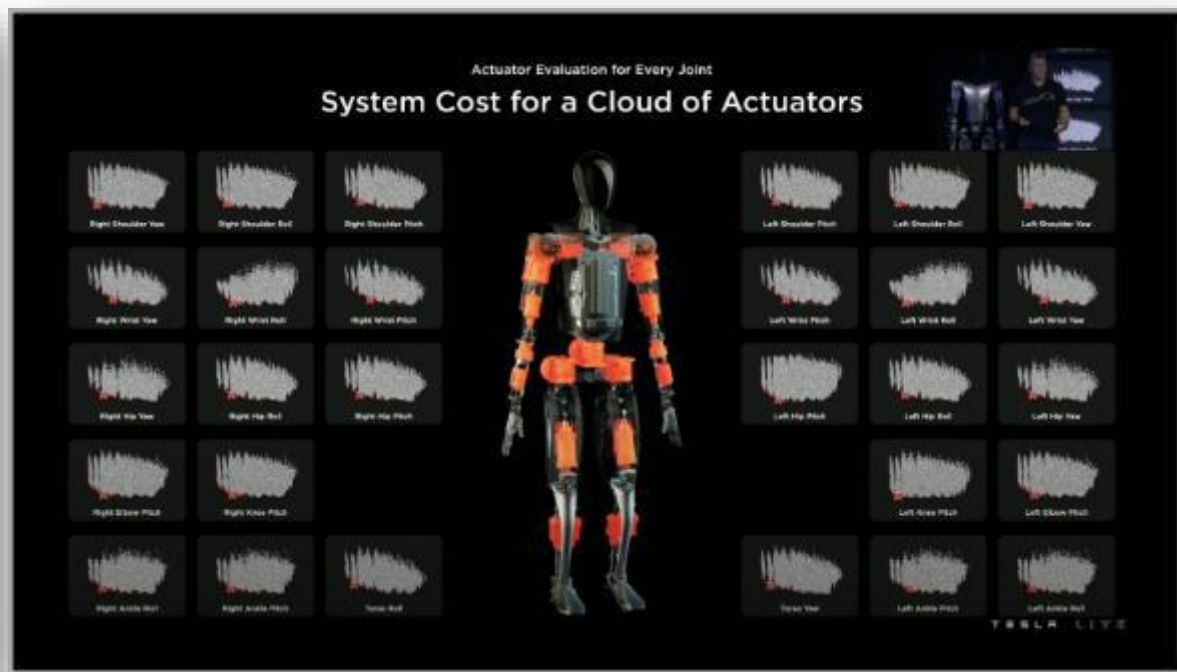
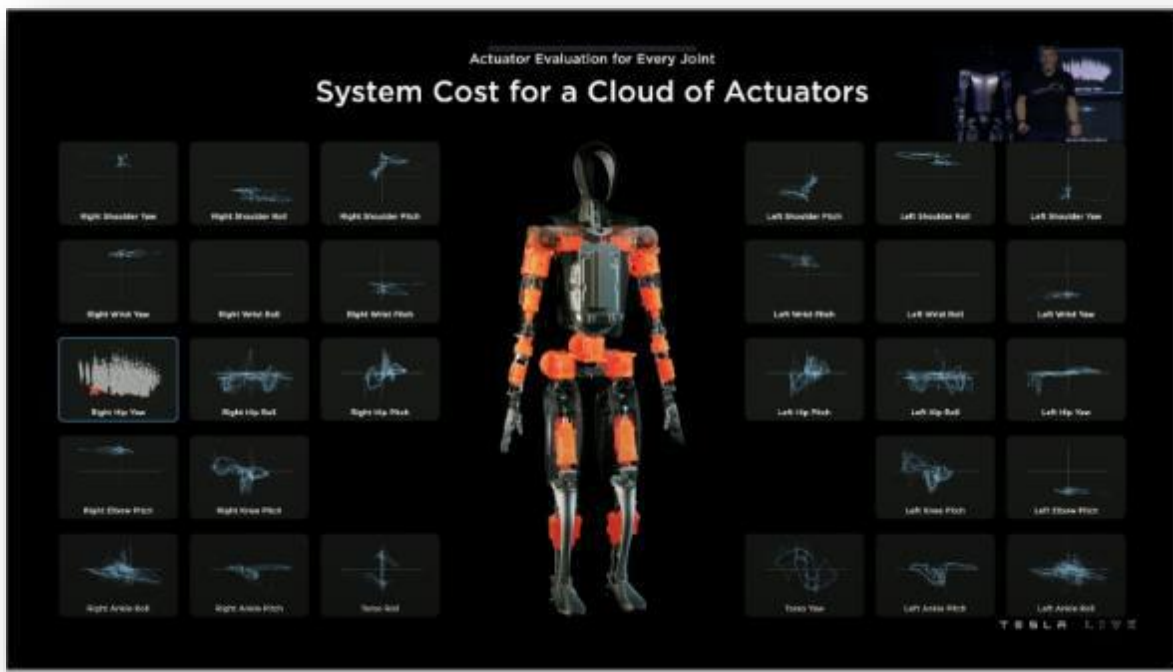
标准品电机与减速器
性能指标

红色曲线代表了系统成本最优曲线，而红叉处即为根据实际需求选择出的帕累托最优电机-减速器配合方案。

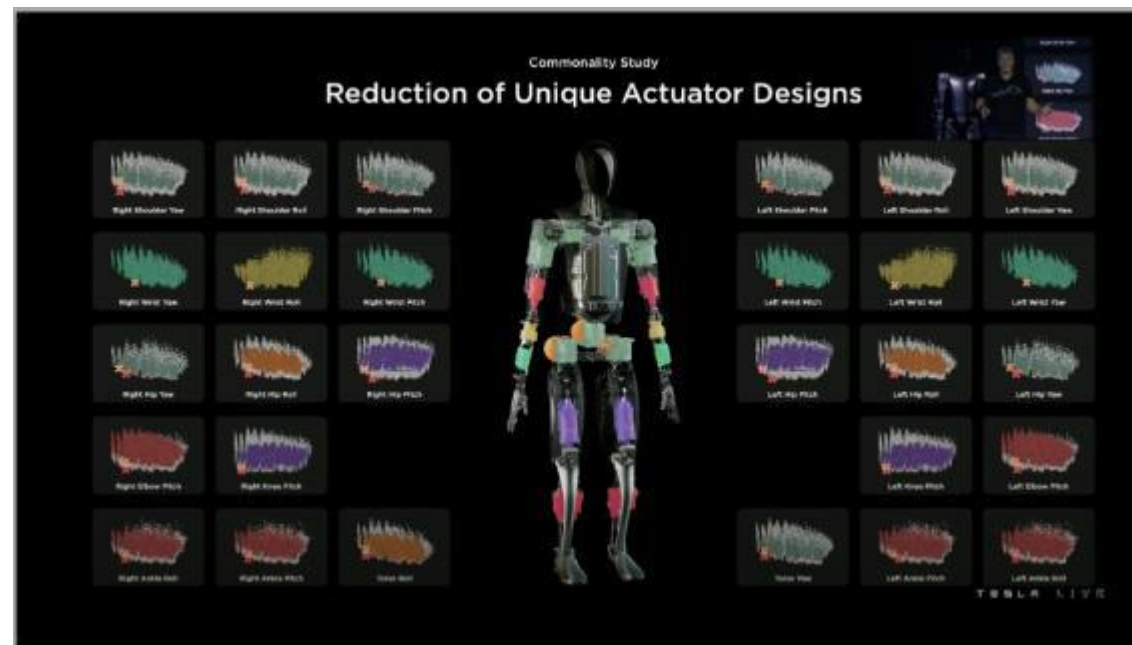
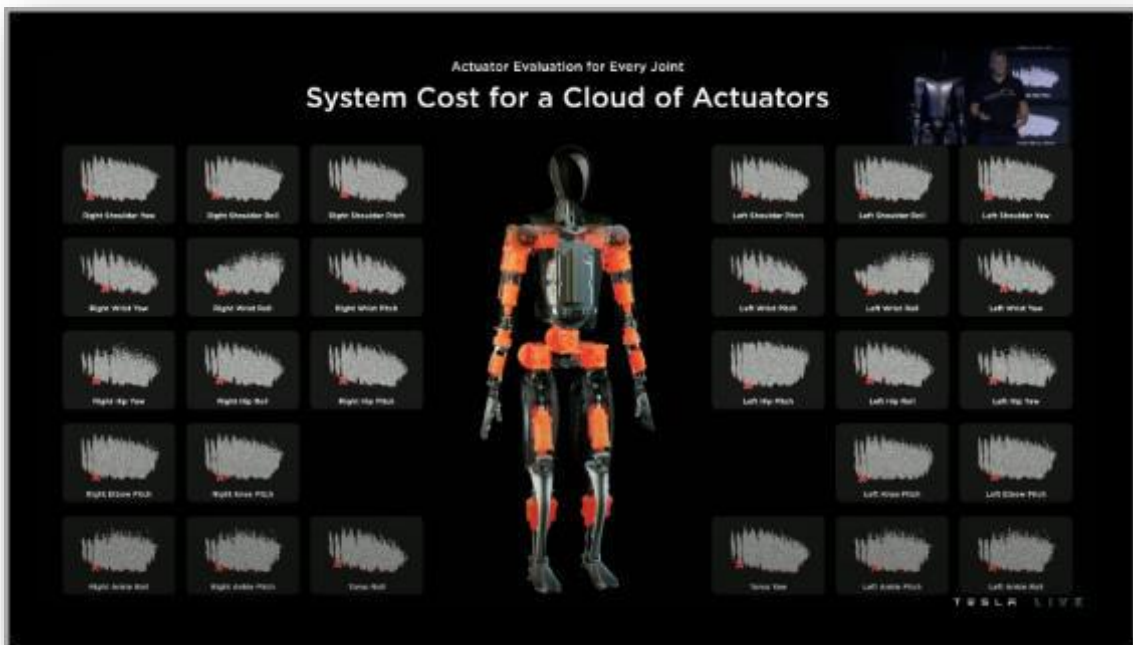


系统成本：效率、电机&减速器价格综合
重量：电机&减速器重量之和

不同电机&减速器的组合可对应于海量结果，构成了点云图。



- ✓ 对全身所有关节进行如上细致分析，即可得到全身关节的最优组合；
- ✓ 对28个驱动器进行单独设计选型不仅设计成本巨大，生产成本也会因此抬升；
- ✓ **简化驱动器种类是降低成本的必要举措。**



- ✓ 对称性可减少1/2的种类;
- ✓ 进行驱动器相似性分析, 合并需求;
- ✓ 尽可能少的种类满足所有需求

从局部成本-重量最优 优化为 全局成本-重量最优!

Actuator Portfolio – Six Unique Designs



20Nm | 0.55kg



110Nm | 1.62kg



180Nm | 2.26kg



500N | 0.36kg



3900N | 0.93kg



8000N | 2.20kg

TESLA AI DAY

旋转型驱动器性能指标

编号	力矩/Nm	重量/kg
01	20	0.55
02	110	1.62
03	180	2.26

直线型驱动器性能指标

编号	推力/N	重量/kg
01	500	0.36
02	3000	0.93
03	8000	2.20

角接触球轴承：
用于承受高速高
精度转动载荷。

机械离合器：
控制动力传动的
分离和吸合。

Actuator Configuration

Angular Contact Ball Bearings

Mechanical Clutch

Inverted Roller Screw

Planetary Rollers

倒置滚柱丝杠：
将旋转运动变
成直线运动的
传动副零件。

行星滚子：
利用丝杠带动
行星齿轮旋转。

旋转型驱动器采用内转子电机与角接触轴承，并配有机械离合器作为减速装置；

直线型驱动器采用内转子电机与球轴承，倒置滚柱丝杠驱动行星滚子从动，最终实现直线运动传递。

对电机进行细化分类，常用电机主要分为两类：伺服电机与步进电机。伺服电机方面，进一步细分可分为直流伺服电机与交流伺服电机。其中直流电机按电刷分类分为有刷与无刷。交流电动机一般不含电刷，分为同步交流与异步交流。步进电机按驱动原理不同分为永磁式步进电机、反应式步进电机与混合式步进电机。

机器人电机主要分类



不同种类电机之间特点差异较大。因为机器人的工作对精确度的要求较高。目前，同步交流伺服电机是主要的选择。

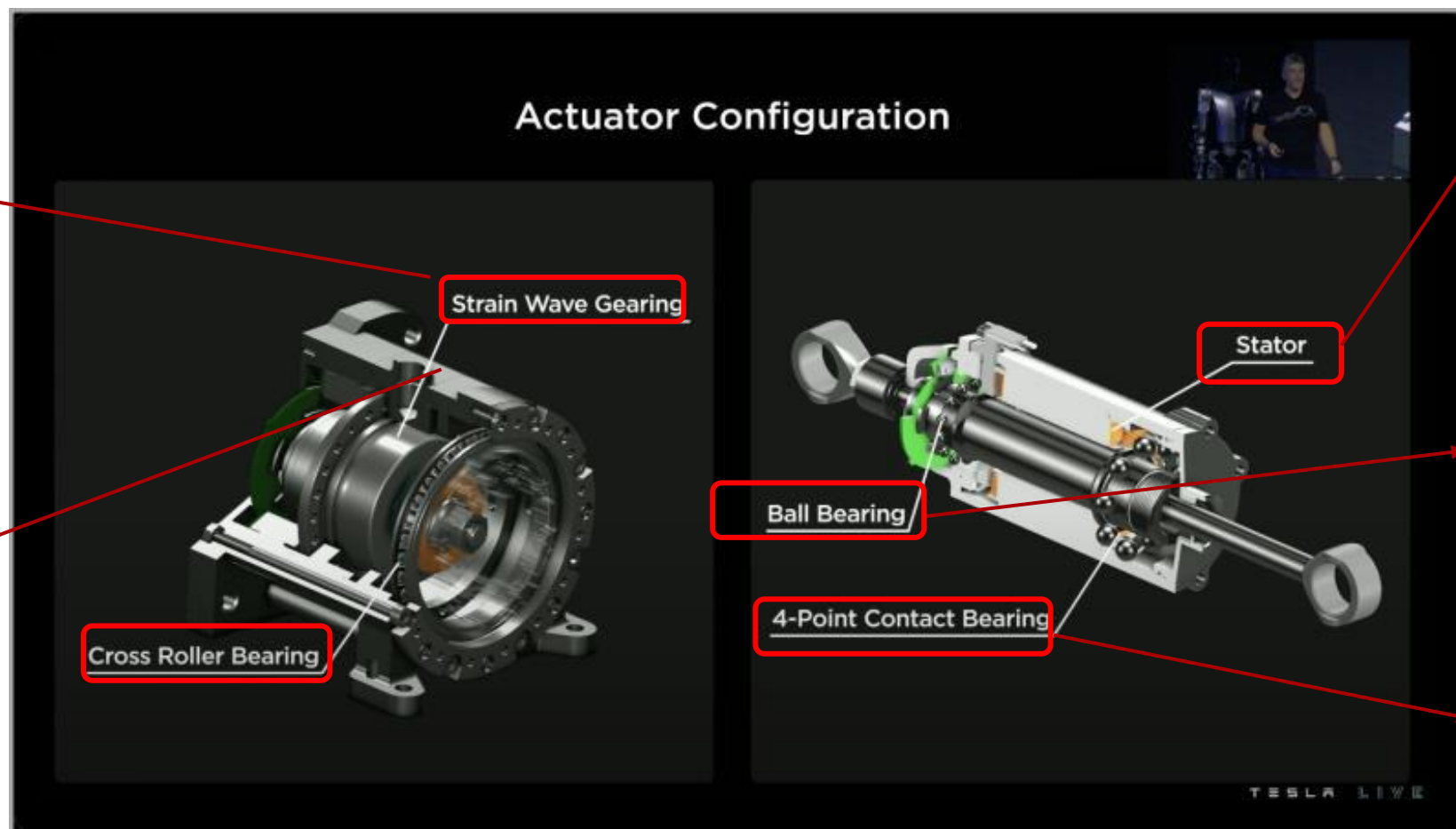
无论采用何种电机，**永磁体不可避免**；但在2023年特斯拉投资者日上，马斯克提出特斯拉将制造一种不含有稀土元素的永磁电动汽车车机，Optimus是否会采用其他永磁体系（如铁氧体）取代目前最为成熟的稀土钕铁硼永磁体系仍需进一步关注。

机器人电机主要分类

电机种类	特点	应用领域
有刷直流伺服电机	成本低，结构简单，启动扭矩大	成本敏感的民用，工业领域
无刷直流伺服电机	无电刷、体积小，重量轻，出力大，成本高于有刷电机	精度要求较高的领域
同步交流伺服电机 (含永磁体)	通过传感器进行磁场定向实现控制，需要永磁体。电动机效率和功率密度较高	机器人，机床设备等有较高要求的设备
异步交流伺服电机 (不含永磁体)	人为励磁形成转差速度，分为三相和单相，多为鼠笼式三相电机，结构简单，质量轻	
永磁式步进电机		
反应式步进电机	无电刷，寿命较长。与计算机连接较为方便，数字信号转换为各项动作更加便捷，但能量转换效率低	医疗仪器，工业控制系统，机器人领域
混合式步进电机		

应变波齿轮（谐波减速器）：
用于减速传动。

交叉滚子轴承：
减速器轴承，
承受径向、轴
向载荷。



定子：
固定于电机外
围，产生交流
电。

滚珠轴承：
减小电机轴摩擦。

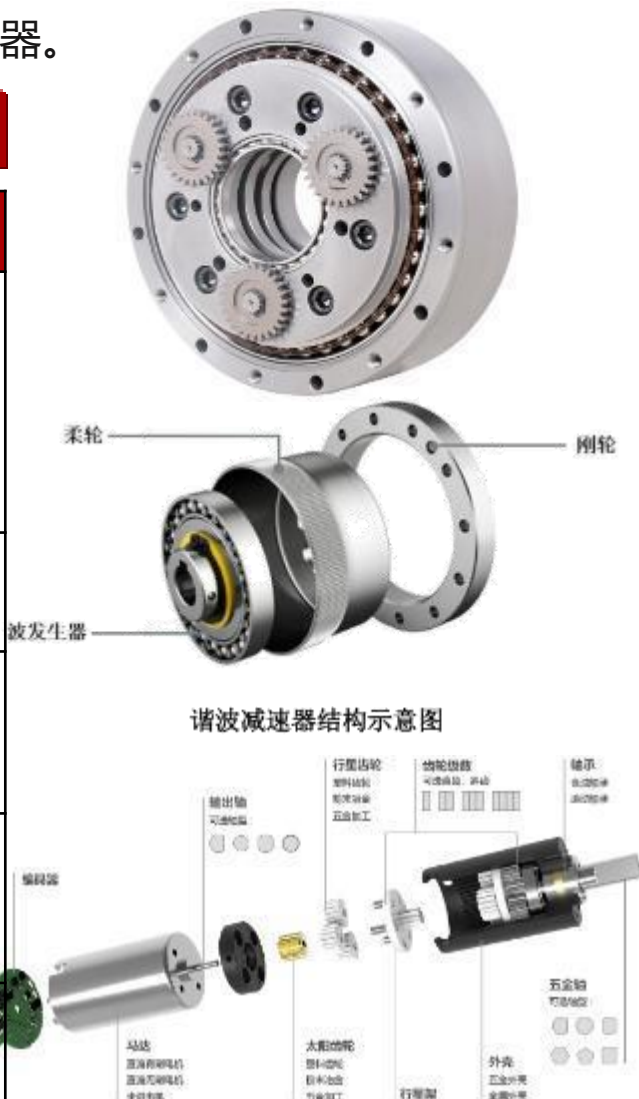
4点接触轴承：
支撑和减少电机
转子轴的摩擦。

旋转型驱动器采用谐波减速器，并配有交叉滚子轴承；
直线型驱动器采用行星滚柱丝杠，可承受更大的负载。

- ❑ 减速器是连接动力源和执行终端的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用。机器人关节中常用减速器主要是RV减速器和谐波减速器。根据Tesla AI Day公布的驱动器选型参数预计其在Optimus中将主要采用谐波减速器。

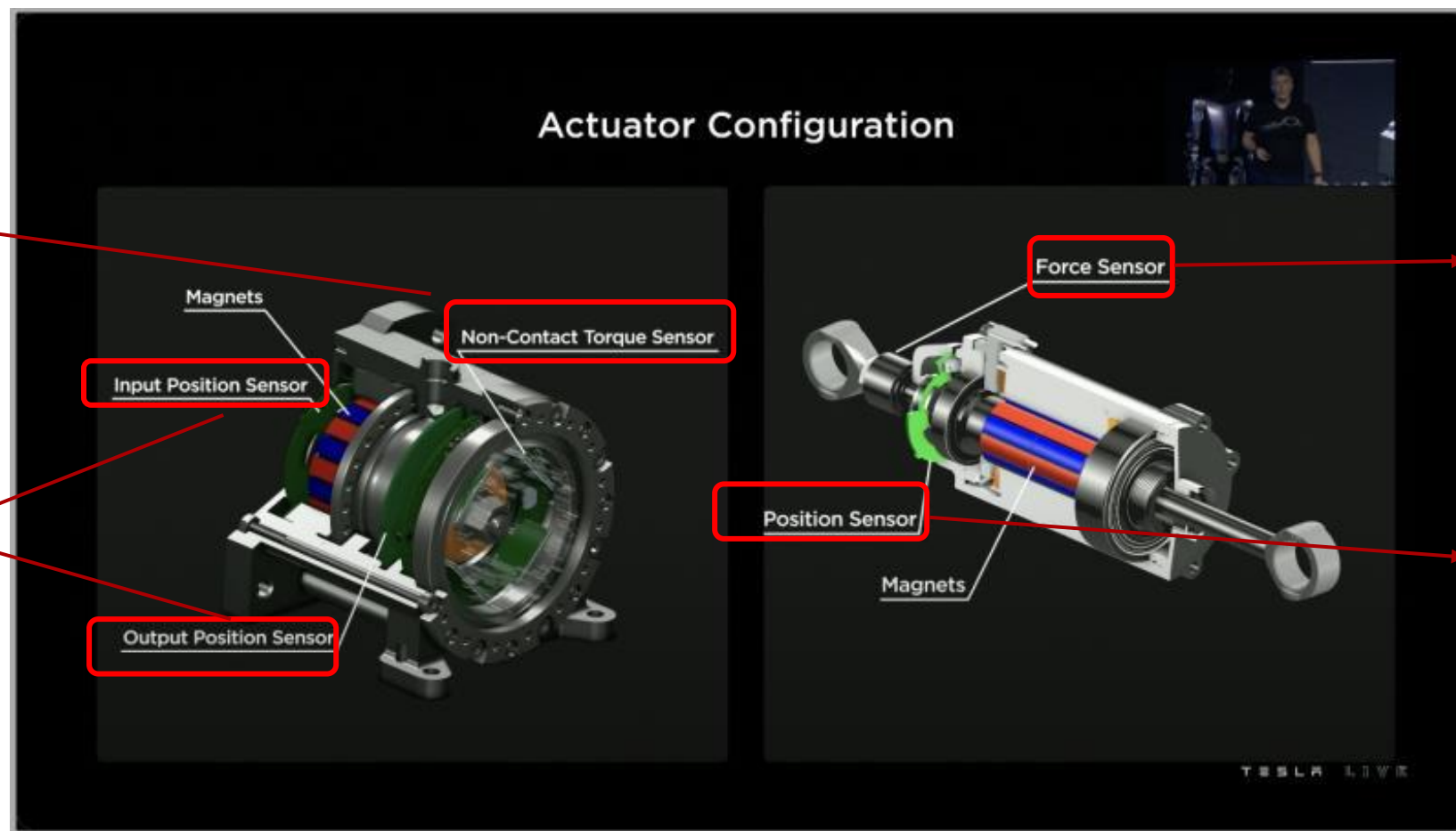
各类减速器对比

	RV减速器	谐波减速器	行星减速器
技术特点	通过 多级减速 实现传动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，组成的零部件较多。	通过 柔轮的弹性变形 传递运动，主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成。与RV及其他精密减速器相比，谐波减速器使用的材料、体积及重量大幅下降。	行星齿轮结构减速机通常由 多级行星轮 组成，由齿数少的齿轮啮合输出轴上的大齿轮来达到减速的目的。
产品性能	大体积、高负载能力和高刚度	体积小、传动比高、精密度高	高刚性、耐磨性强、减速比低、精度较差
应用场景	一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等重负载的位置。	主要应用于机器人小臂、腕部或手部。	一般用于直角坐标机器人
终端领域	汽车、运输、港口码头等行业中通常使用配有RV减速器的重负载机器人。	3C、半导体、食品、注塑、模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的30kg负载以下的机器人。	用于冶金、矿山、起重运输、电力、能源、建筑建材、轻工、交通等工业部门。
价格区间	5000-8000元人民币/台	1000-5000元人民币/台	约380-1600元人民币/台



无接触力矩传感器：用于检测力矩输出。

位置传感器：检测输入、输出侧转动位移，用于反馈控制。



力传感器：用于检测驱动器输出力的大小。

位置传感器：检测转动位移，用于反馈控制。

传感器主要为关节的控制提供更多实时力矩、转速检测，用于反馈精确控制。

□借鉴造车经验，依据工况仿真模拟驱动器工作范围；

□28种驱动器**做减法**至6种驱动器；

□轻量化材料。

✓ 一切设计思路以规模化量产为目标；

✓ **造车经验与供应链**提供强大支撑。

——**We design it for manufacturing;**

——*Musk, AI Day 2022*

04

手部

人体仿生学设计





Specifications

6 Actuators
11 degrees of freedom
Adaptive grasp
Non-backdrivable fingers

Performance

Carry a 20lb. bag
Use tools
Precision grip for small parts



Clutching Finger Drive



Adaptive Fingers

性能

6个驱动器
11个自由度
自适应抓握
非反向转动手指

表现

提起20磅
使用工具
小零件的精密掌握



抓取时的手指驱动器



自适应的手指

(一) 设计

- 1、6个执行器：拇指两个，其余手指各一个
- 2、11个自由度：拇指有三个自由度（可弯曲和侧摆），其余手指两个自由度
- 3、非反向转动手指：类似人类手指不能进行反向转动，采用无法反向驱动的指尖驱动器

(二) 技术运用

- 1、空心杯电机、螺纹丝杠、行星精密齿轮箱和编码器构成

(1) 空心杯电机：解决了传统铁芯电机因铁芯形成涡流而造成的电能损耗，线圈作为转子，转动惯量小，好控制，效率高，转速快；

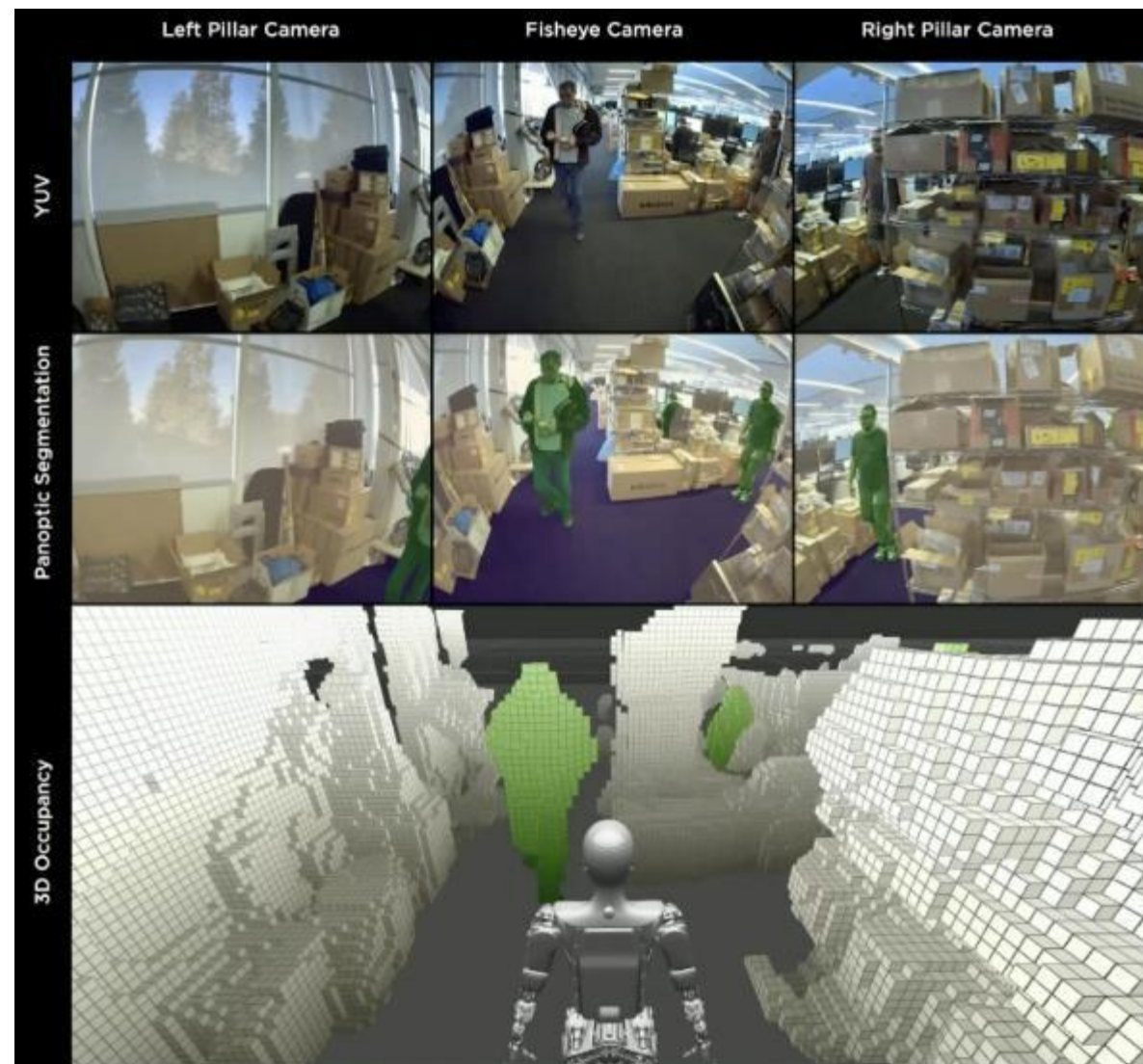
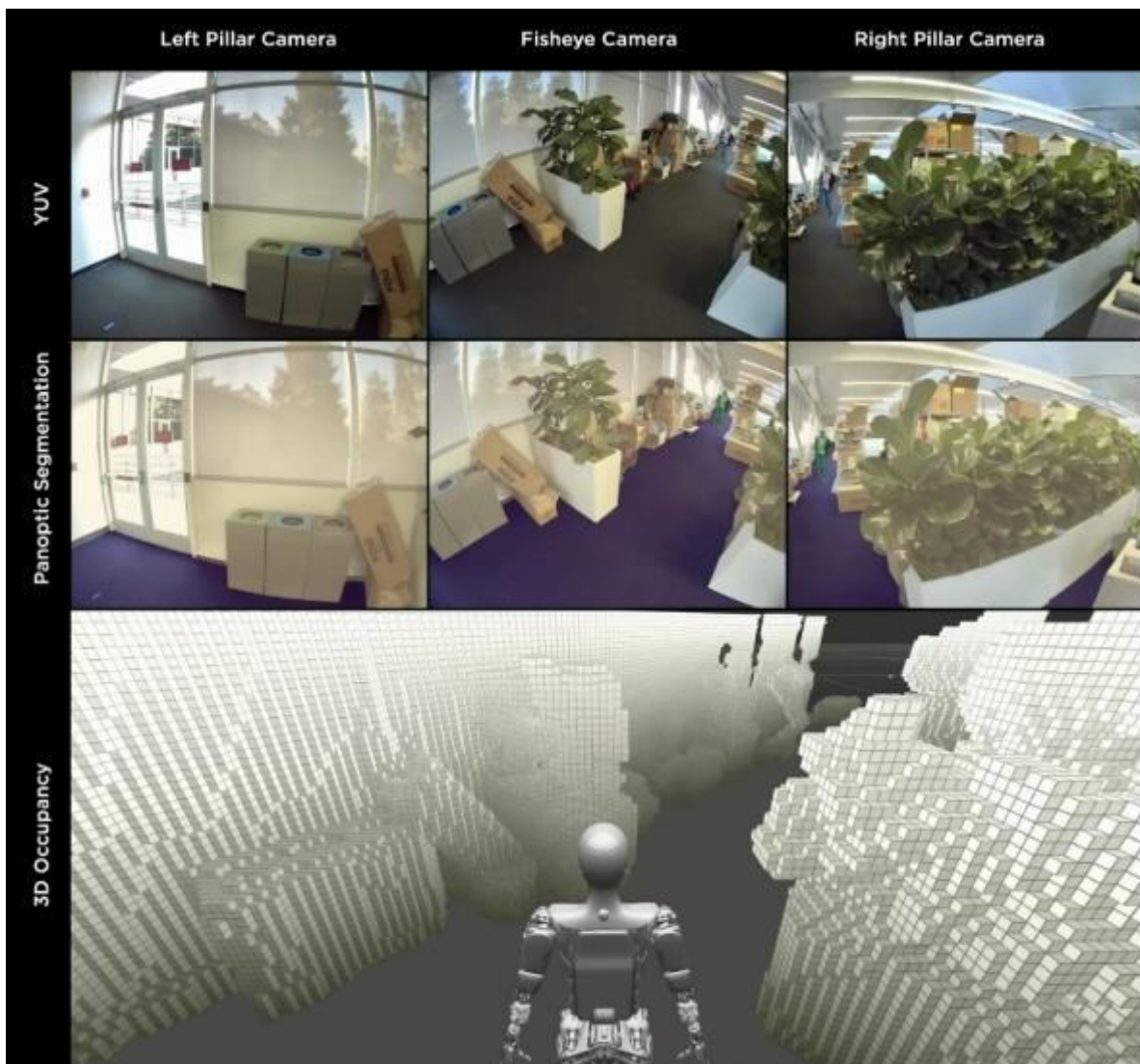
(2) 行星精密齿轮箱：行星齿轮围绕一个太阳轮转动的机构，将传动速比降低，将电机扭力增大的机构。

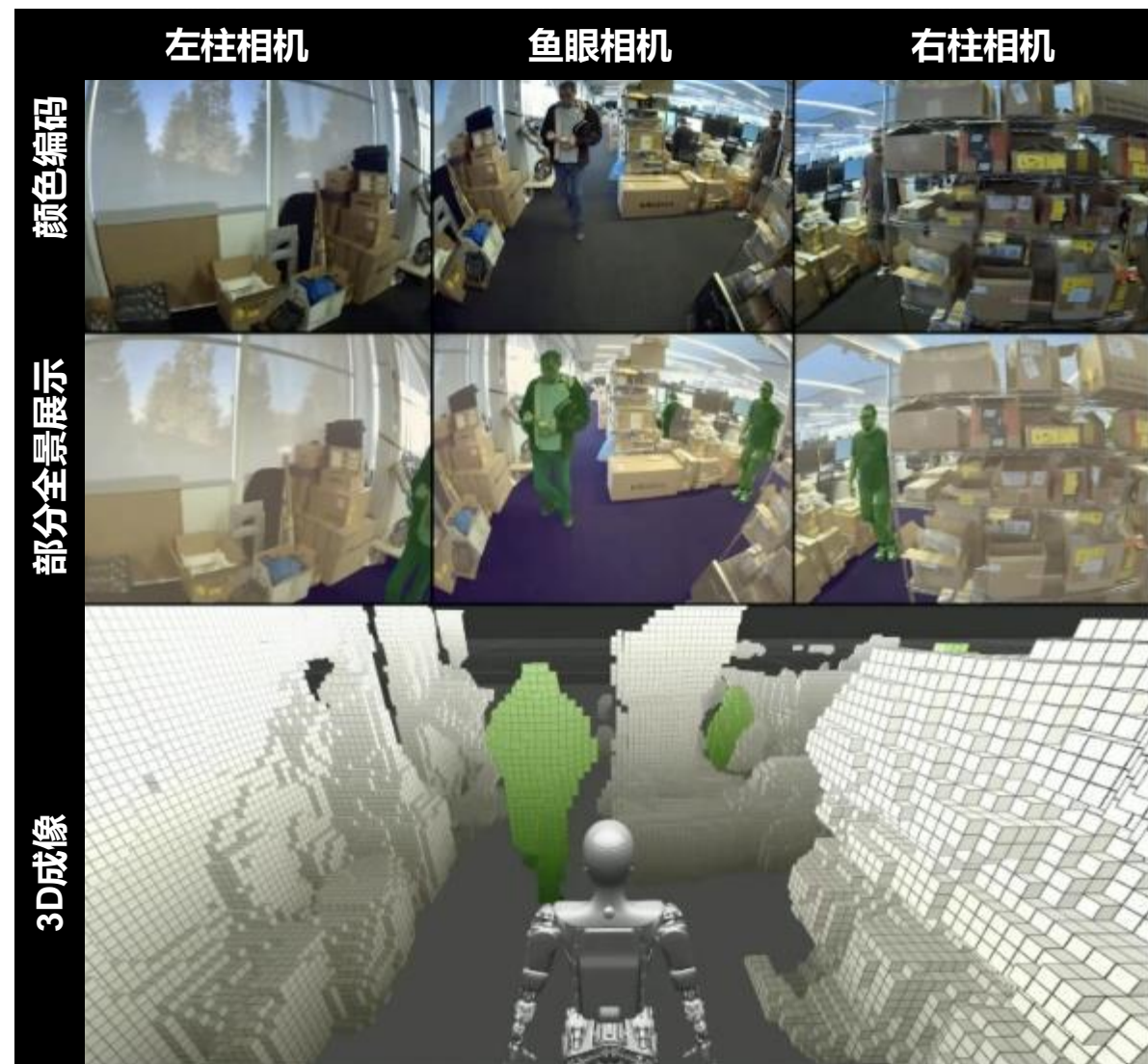
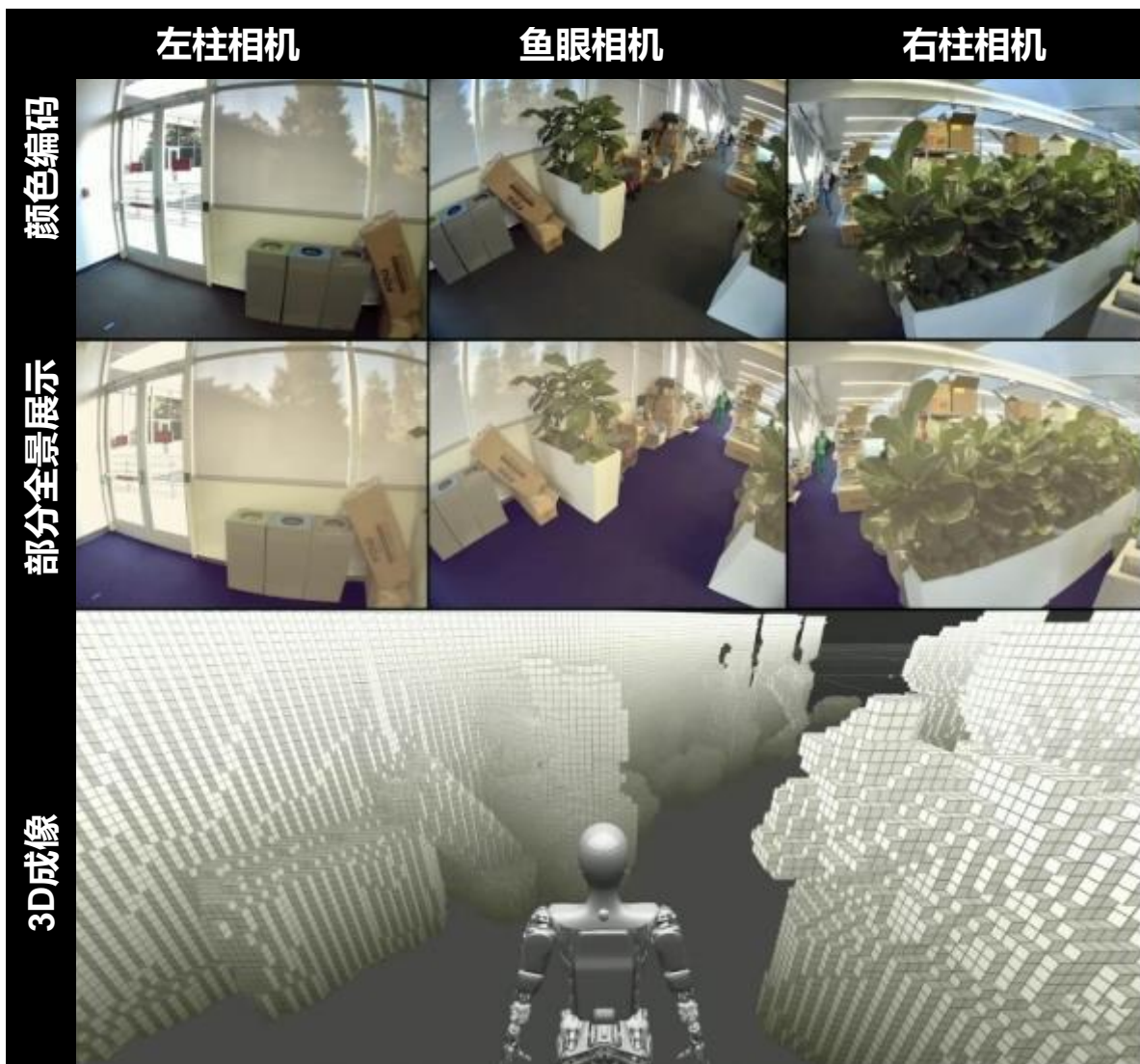
- 2、采用电机和金属腱绳结构，金属肌腱连接终端丝杆，通过电机旋转、齿轮箱提升力、丝杆将旋转运动转换为直线运动最终牵动金属肌腱完成手指抓取动作。



05

自主性概述



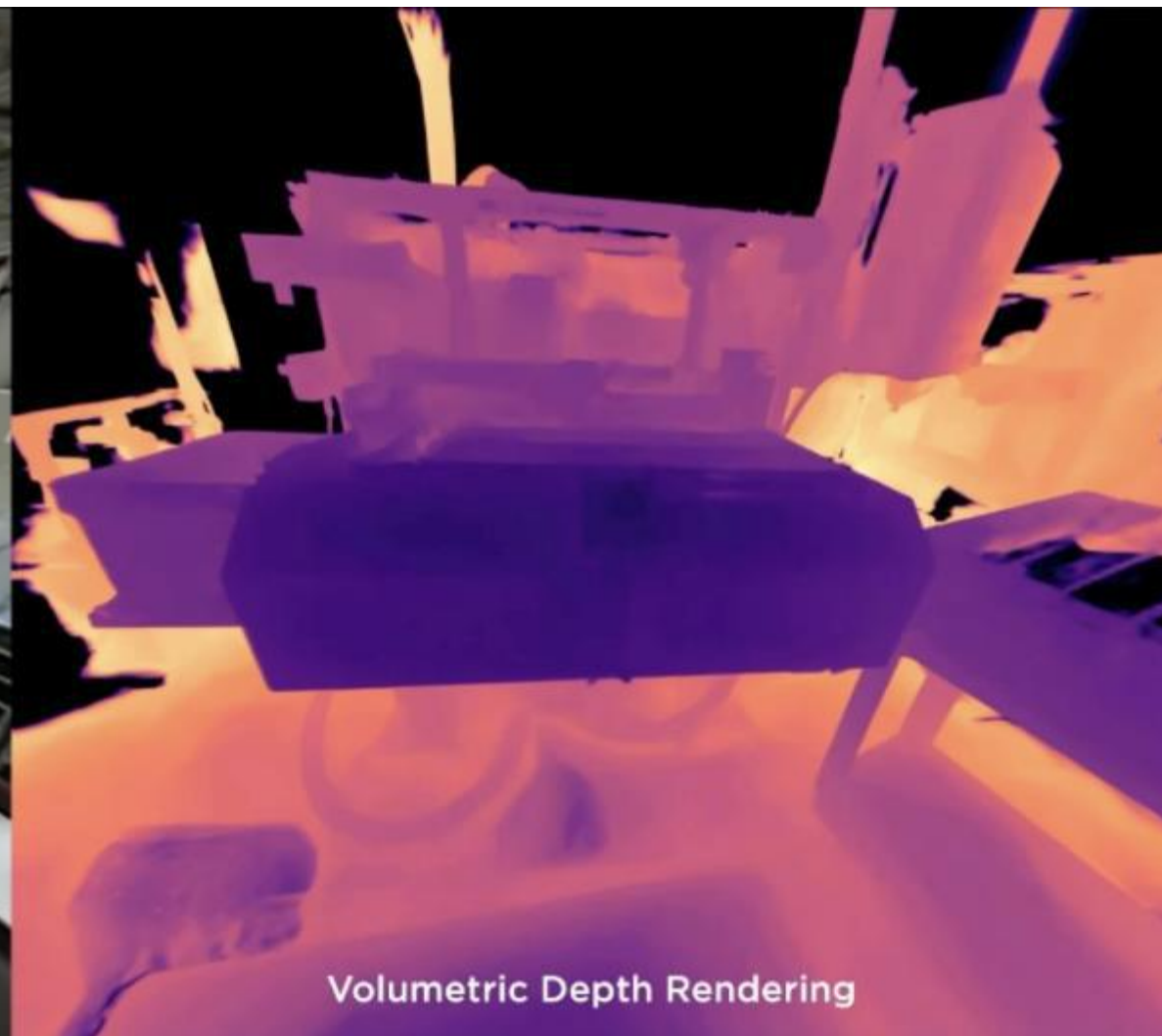


(一) FSD技术的迁移

- 1、Teslabot 延续特斯拉汽车以视觉为主技术路线，使用 Autopilot摄像头充当感知系统，在采集信息后，通过强大的神经网络处理和识别不同任务，依靠其胸腔内部搭载的 FSD 全套计算机完成。
- 2、受益于Dojo计算机等特斯拉日益强大的AI训练能力和自动驾驶场景模拟系统，特斯拉机器人在出厂前就将具备对环境路径、周围物体的识别和路径规划能力。
- 3、机器人正在运行神经网络，技术迁移唯一的改变是必须重新收集训练数据。

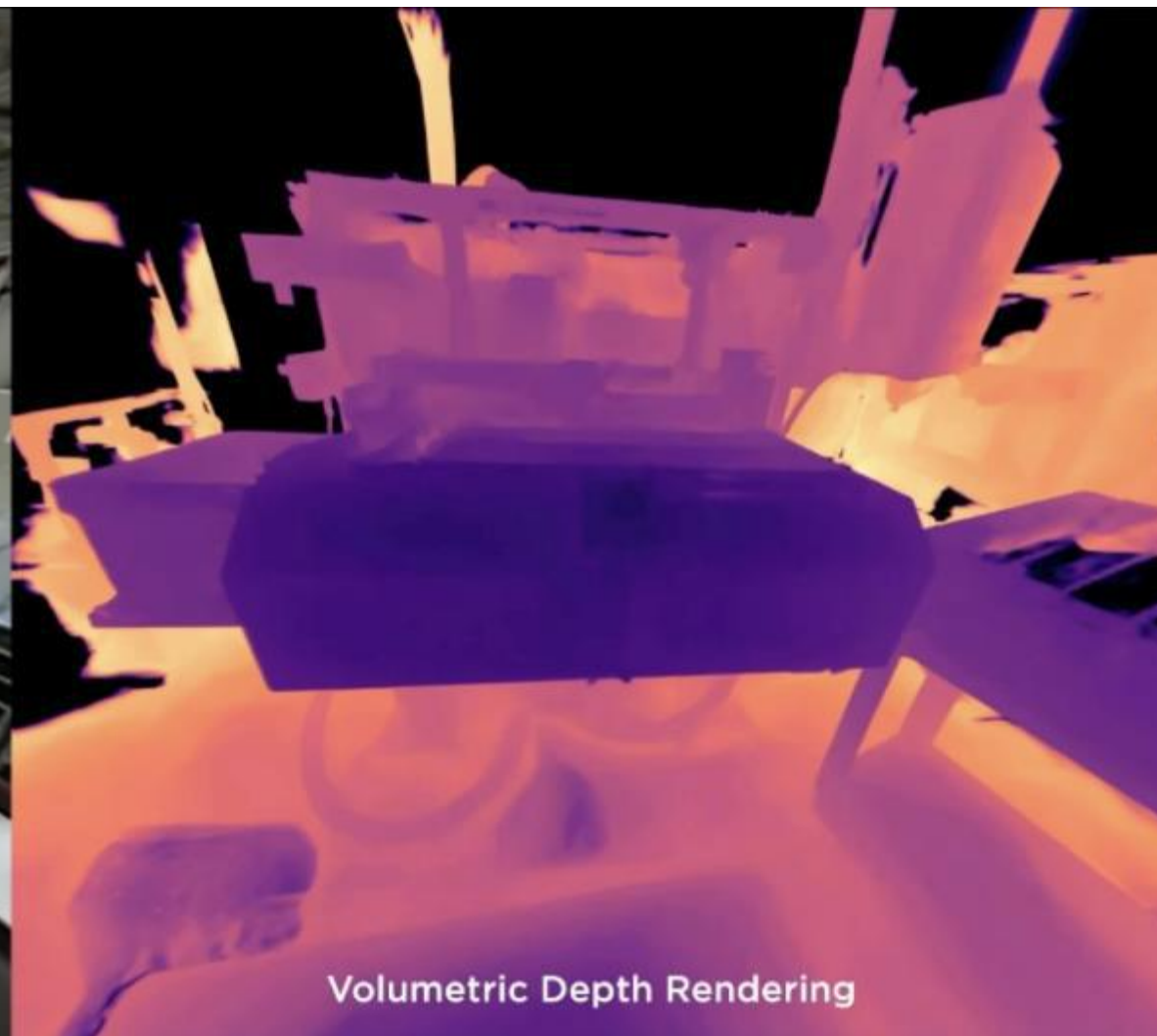
(二) 三个摄像头

- 1、特斯拉机器人的3D传感模块以多目视觉为主，使用三颗Autopilot摄像头作为感知系统
- 2、一个前部鱼眼摄像头，左右应该各一个视觉摄像头，通过这样的视角布置基本模拟人类视角范围，但这个视角范围应该超过180度。



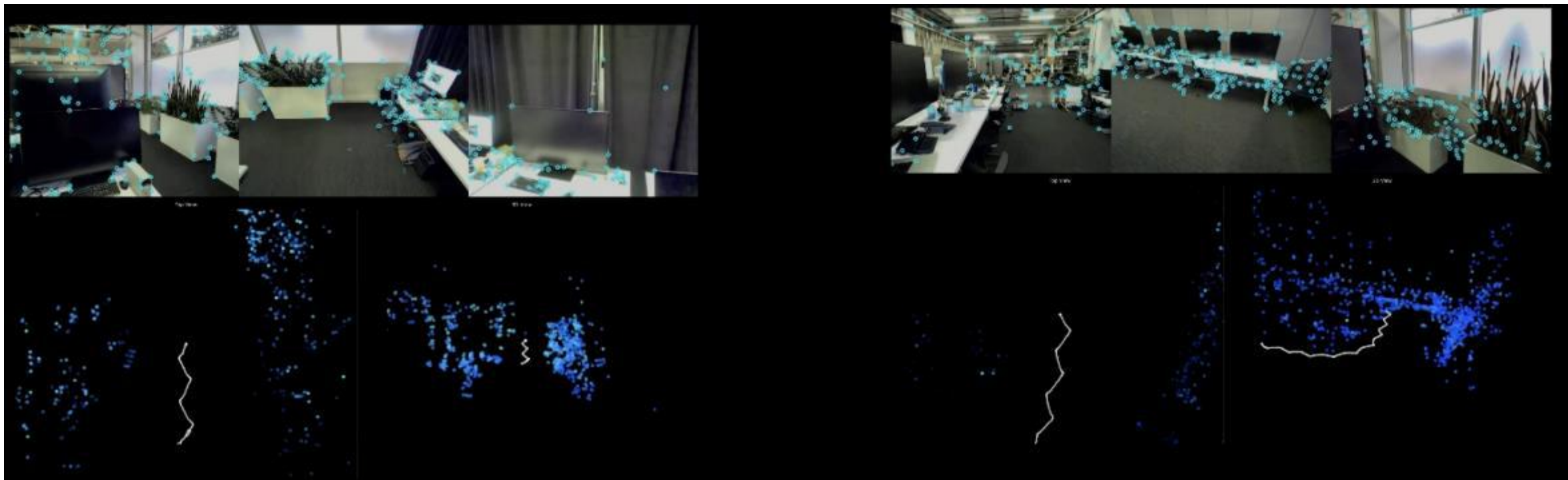


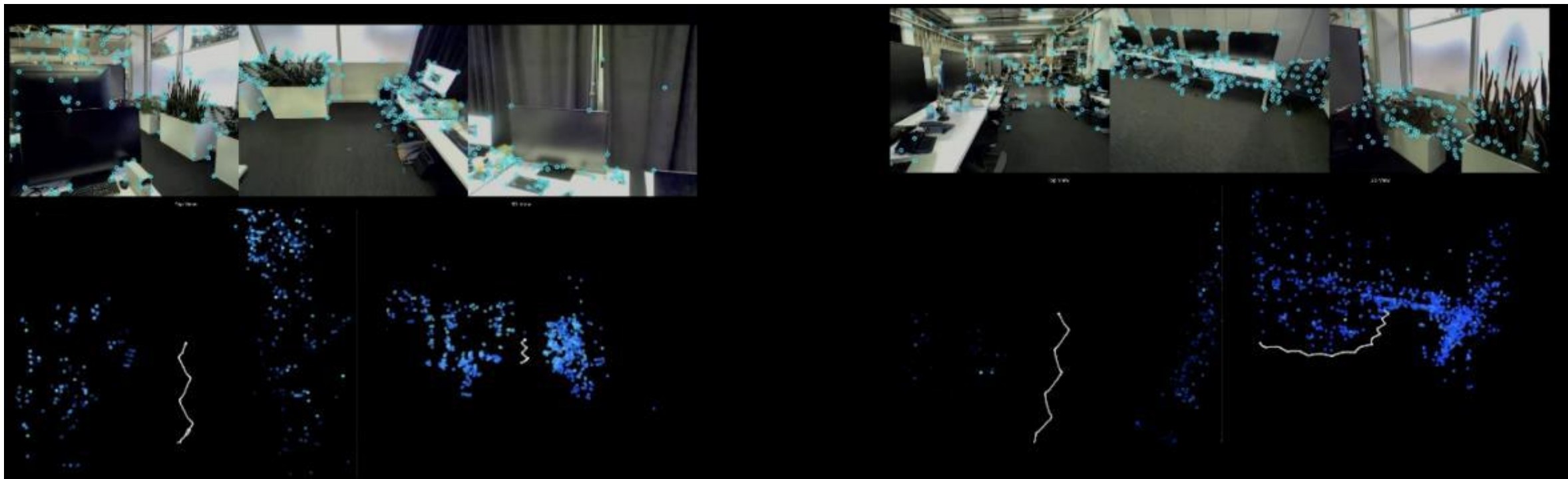
合成视图渲染



体积深度渲染

- 1、努力寻找方法来改善占用网络，利用视觉领域的工作来渲染机器人的工作环境。
- 2、机器人使用机器人视角与环境进行互动。
- 3、特斯拉FSD系统进行三方面的改变：
 - 1)信息基于多感官输入: 为使机器人的“大脑”更接近人脑，信息将基于多个感官传感输入 (视觉、听觉和触觉)，让机器人能够处理数据并做出决策；
 - 2)植入无线连接和音频通信: 为了方便机器人与人的沟通交流，特斯拉在FSD系统中植入无线连接和音频通讯支持功能；
 - 3)增加硬件保护机制:可以稳定机器人的四肢控制，保护机器人本身和周围的人，确保其安全性。





- 1、**环境感知**：采用关键点提取的方法，实现了精确的3D环境建模，同时通过双目测距能实现非常清晰和高精度的深度图像
- 2、**路径规划**：训练更多的神经网络来识别机器人摄像机中的高频特征关键点，在对机器人进行环境导航的过程中跨帧追踪，利用这些点来更好地预测机器人的姿势以及其在环境中行走的轨迹。





1、动控制代码在模拟器上运行的过程，其揭示了机器人行走的演变进程：

(1) 从4月份开始，起初进展相当缓慢；

(2) 7月份完成骨盆解锁；

(3) 随着解锁更多的关节和深入探索更多高阶技术从而实现手臂平衡。

2、行走对于机器人是一个巨大的挑战，他牵扯到机器人的意识，最优的步调，整机的平衡，动作的协调等。

06

运动规划

机器人运动规划4大挑战

机器人运动规划概述

机器人运动规划器工作原理

补充：什么是运动规划？

1. 运动规划的定义：解决机器人的导航问题，让机器人可以自主根据传感器获取外部环境信息，在当前环境中找到一条适合行走的最佳路径。
2. 运动规划的使命：在复杂的环境下高效率地实现最佳路径。
3. 运动规划的关键：需要在同时考虑机器人的运动速度、加速度、位置及其机械结构的情况下，确定机器人的运动轨迹，然后将运动轨迹转化为机器人控制器能够处理的方式。

Walking Is Easy, Right?

Physical
Energy-Efficient
Balance
Coordinated Motion

Physical Self-Awareness

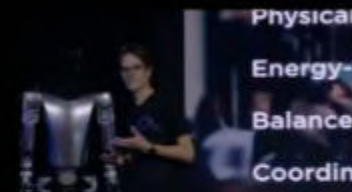
Energy-Efficient Gait

Balance

Coordinated Motion

TESLA LIVE

行走很简单，对吗？



身体的自我认知

节能的步态

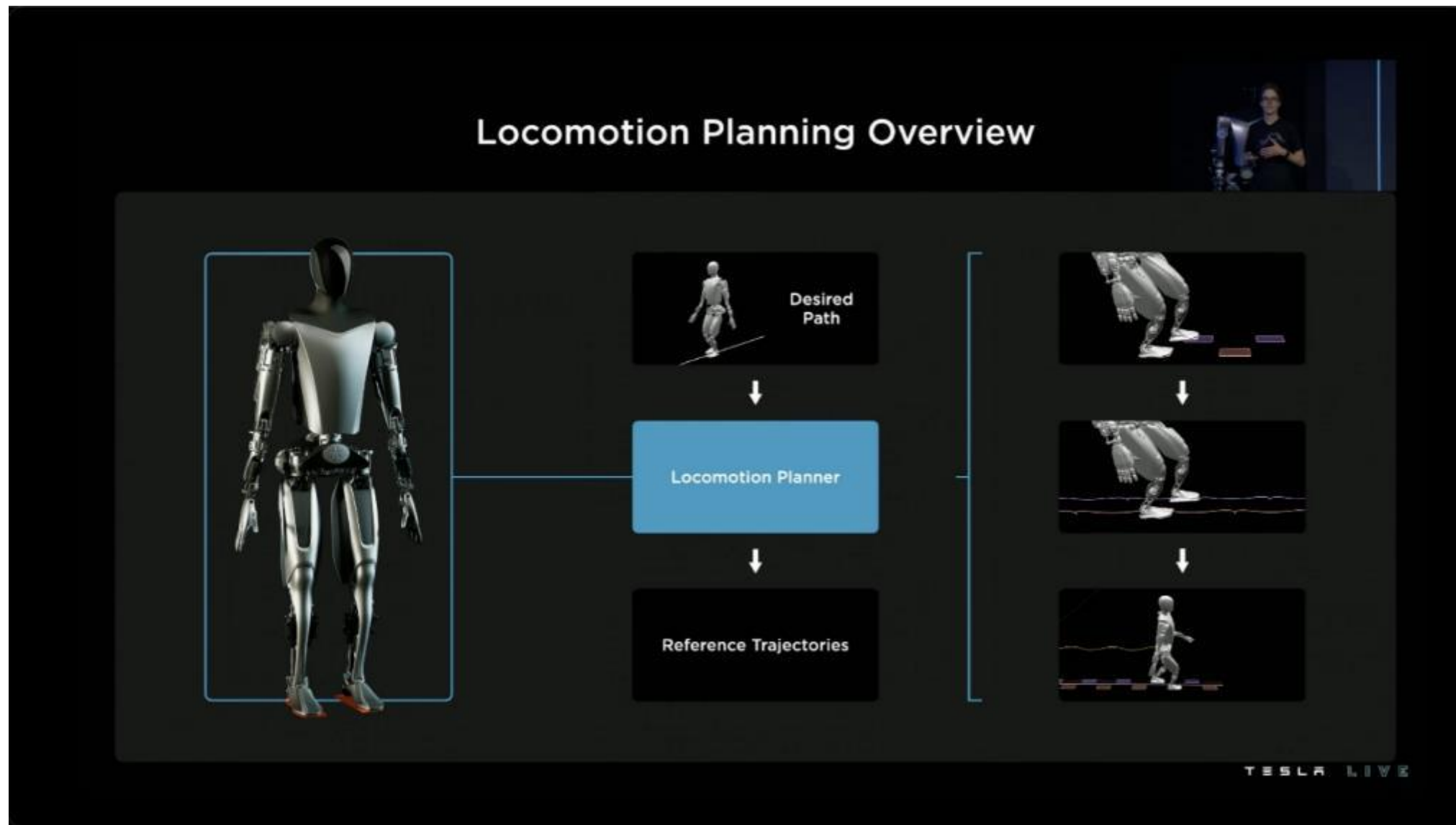
平衡

协调的运动

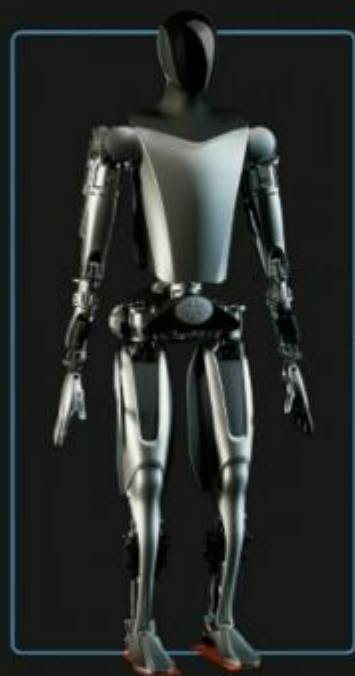
TESLA LIVE

对人类来说，行走很简单，但让机器人像人一样行走将面临4大挑战：

1. 身体的自我认知：如四肢的长度及重量，脚的尺寸等
2. 节能的步态：众多行走方式中找到最节能的步态
3. 平衡：保持平衡，避免摔倒
4. 协调的运动：协调四肢以完成动作



运动规划概述



运动规划器



参考轨迹



TESLA LIVE

如何获得机器人运动规划的参考轨迹？

建立关于机器人运动学、动力学和接触特性的模型



预期的机器人运动路径

运动规划器



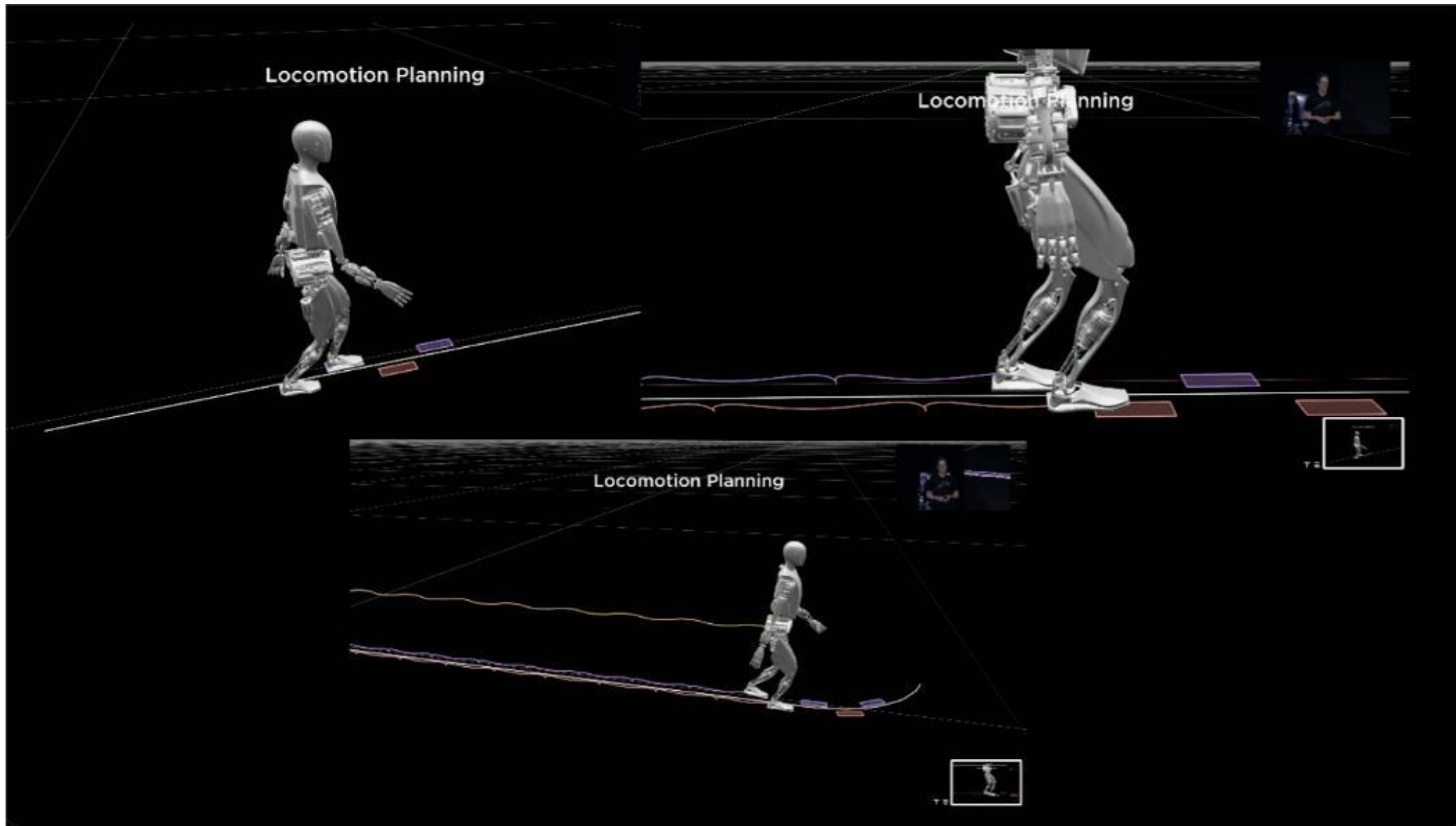
参考轨迹

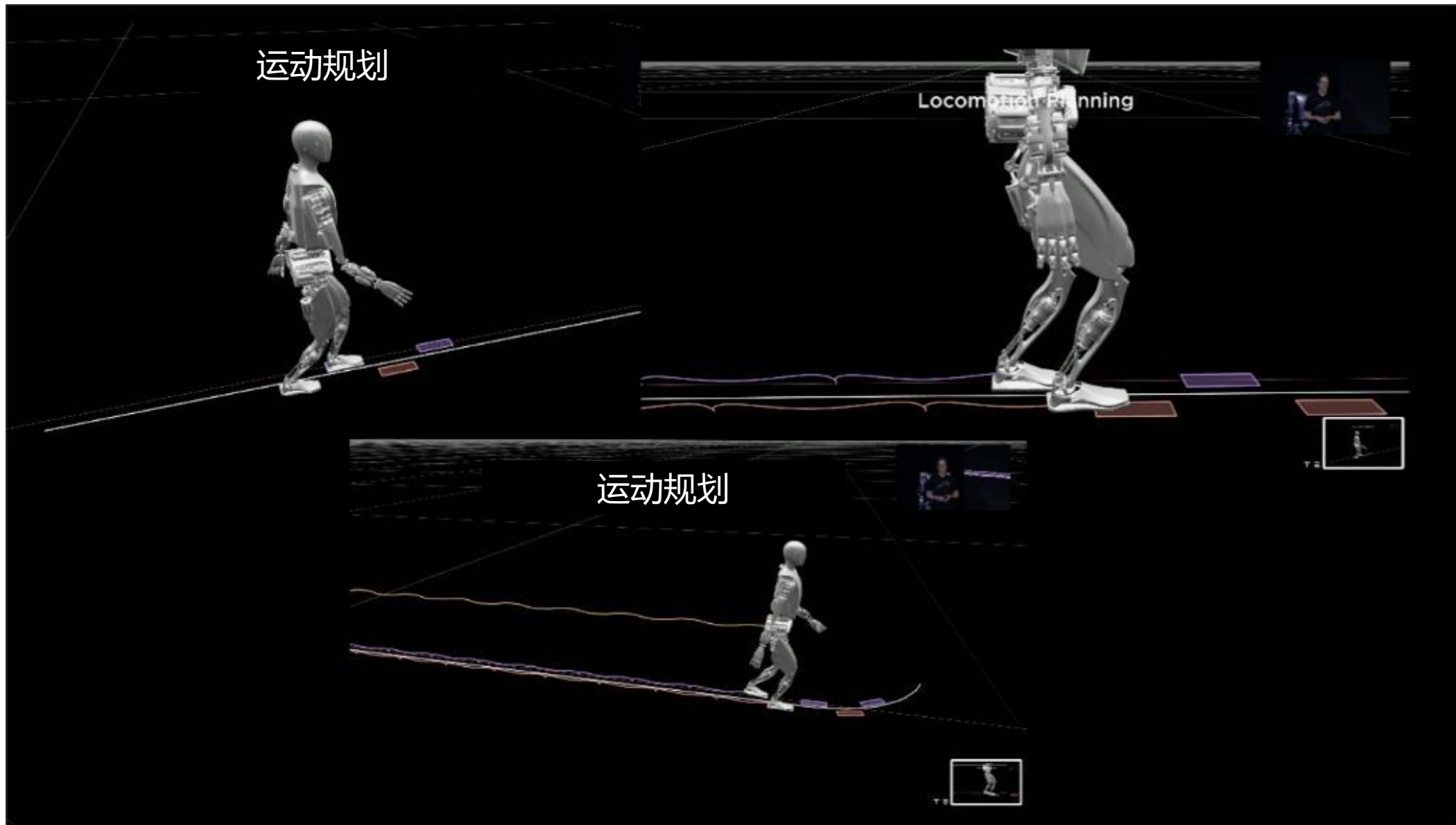
补充类比：智能手机导航（GPS+地图APP）

- 开始位置（初始位置）
- 终点位置（目标位置）

两点之间有相互连接的街道网络，有无数条不同的路线连接这两个位置，而地图app会使用一种规划推荐最佳的路线。







运动规划器工作原理：始于规划脚步，终于生成完整的运动轨迹

工作阶段1：根据期望路径规划脚步；

工作阶段2：将规划的脚步连接起来形成运动轨迹，机器人用脚趾和脚跟着地，以实现更大的步伐和更少的膝关节弯曲，以保证系统的高效率；

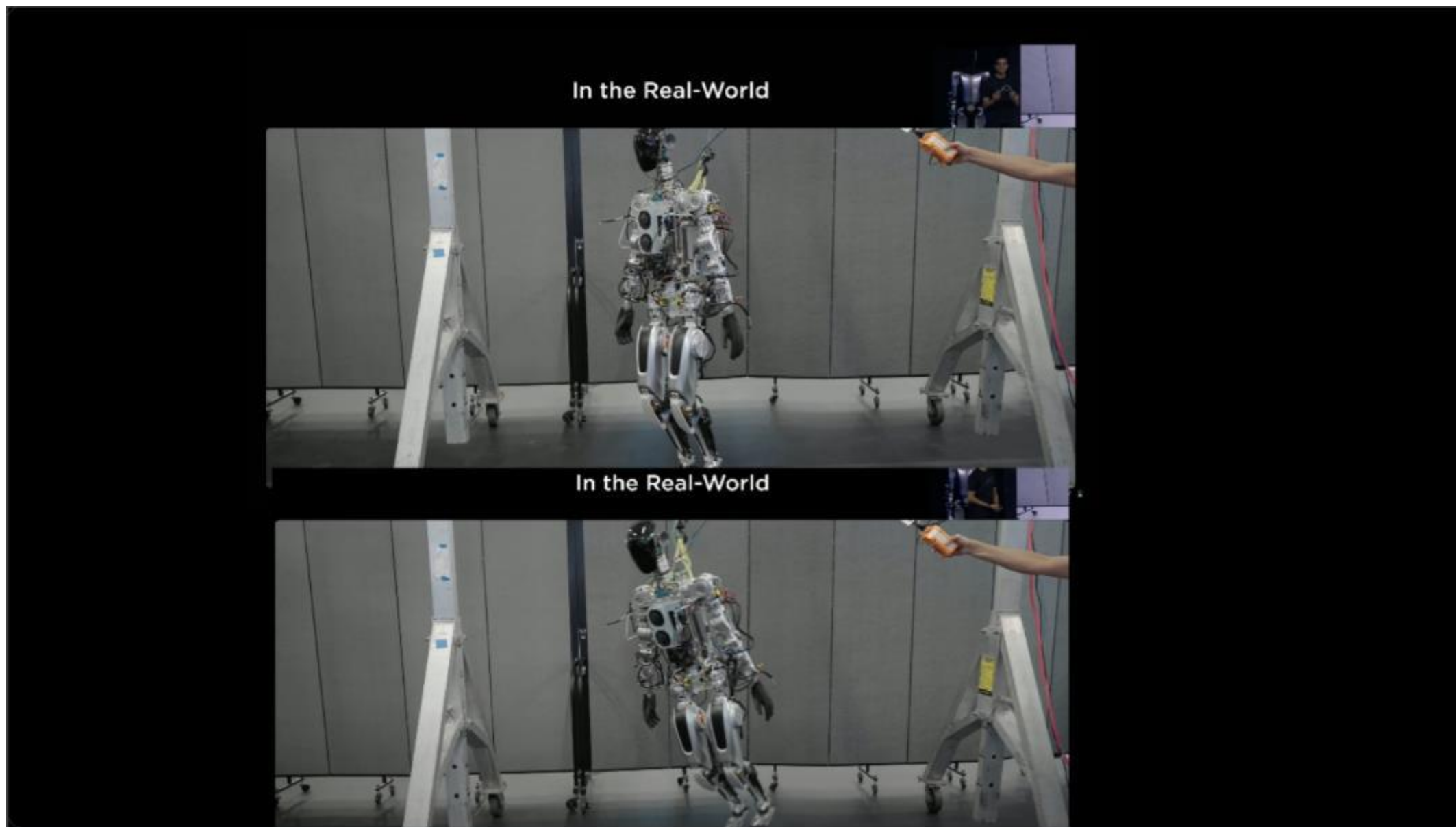
工作阶段3：找到质心轨迹，以获得可以使整个系统保持动态平衡的轨迹。

07

运动控制与 状态估计

现实世界中机器人摔倒的缘由

如何进行状态估计与运动控制



真实世界中



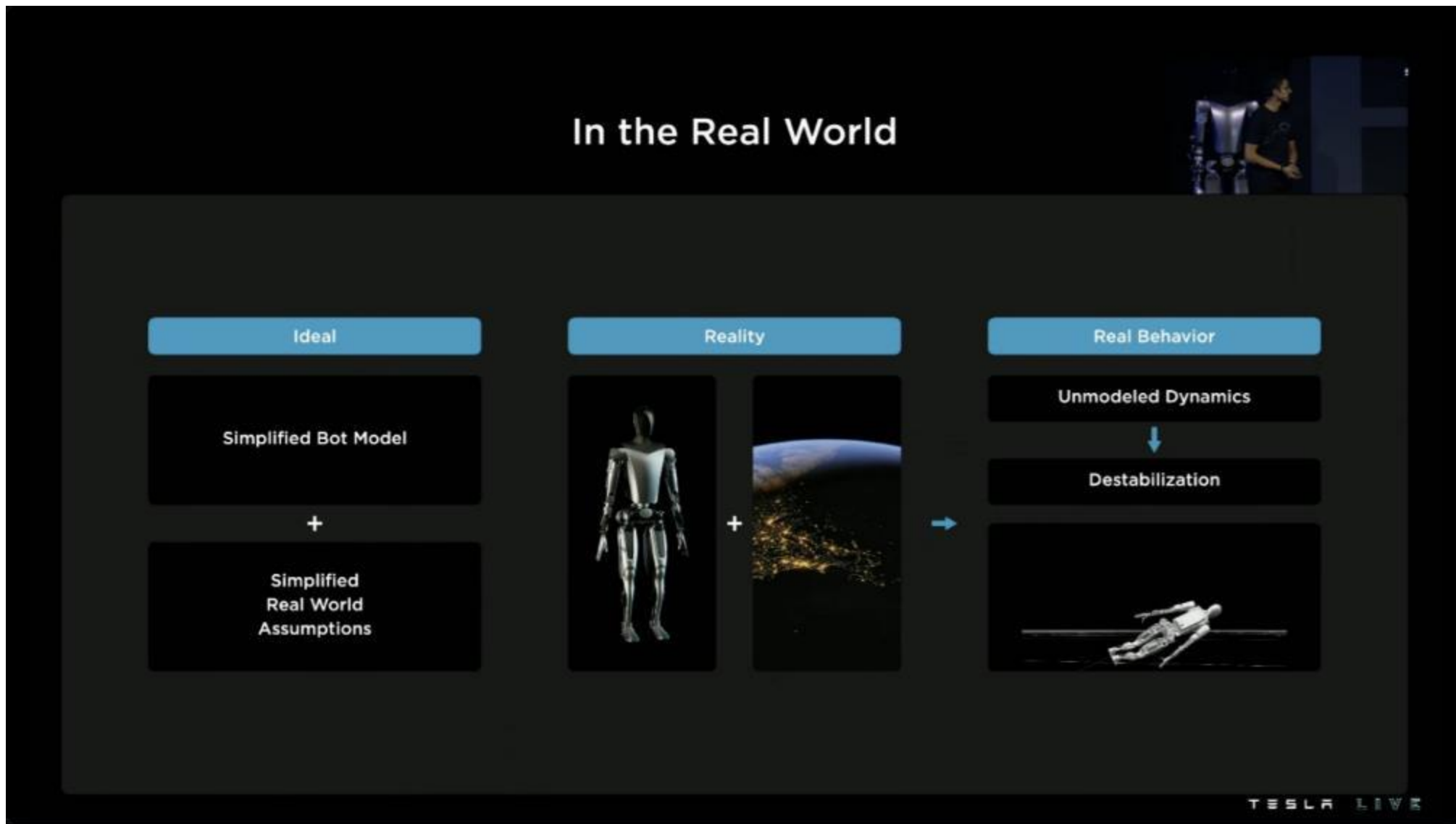
真实世界中



模拟演练无误的程式 → 真实世界中的机器人 → 机器人摔倒



缺少能让机器人在真实世界中行走的关键部分



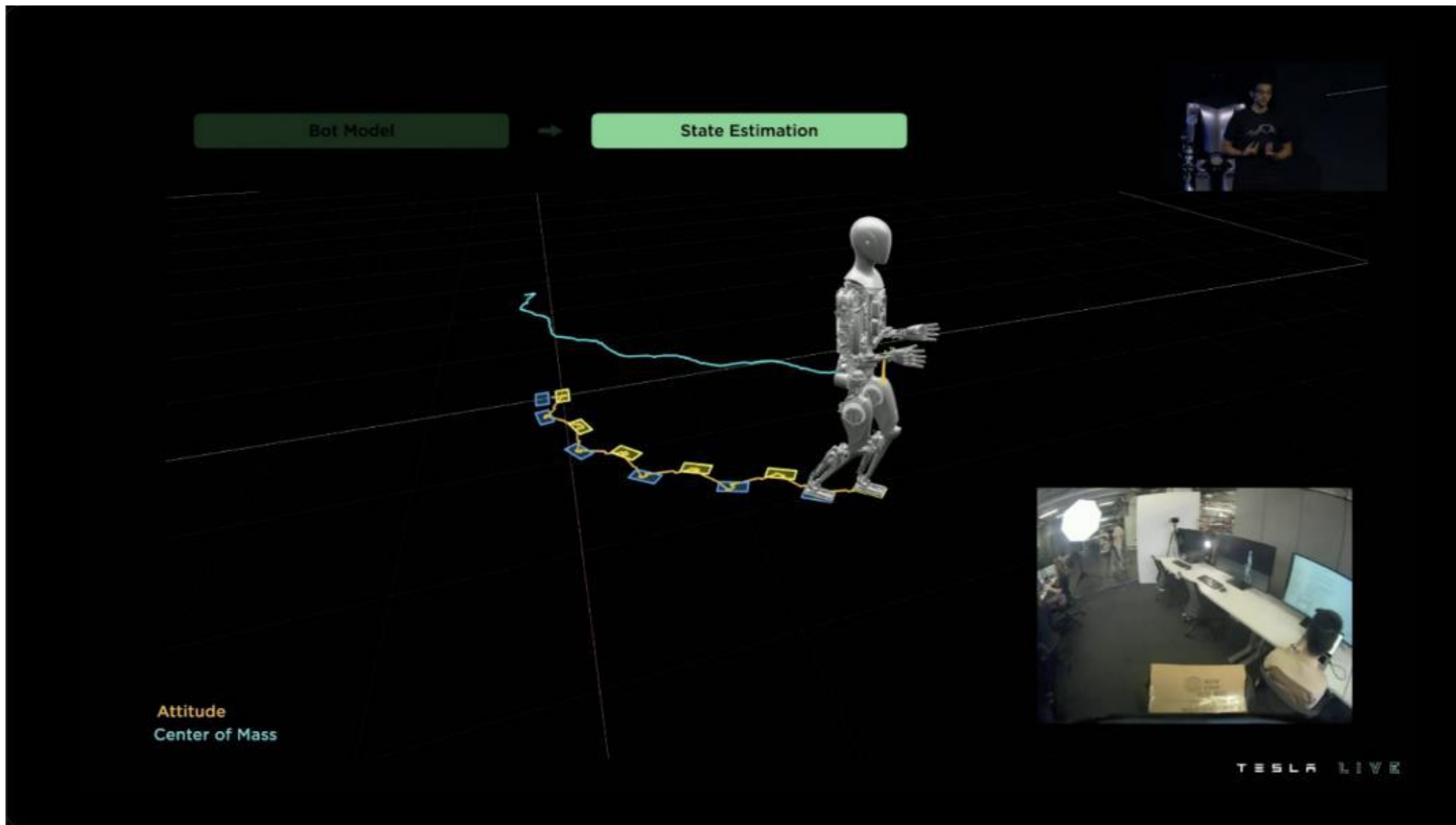


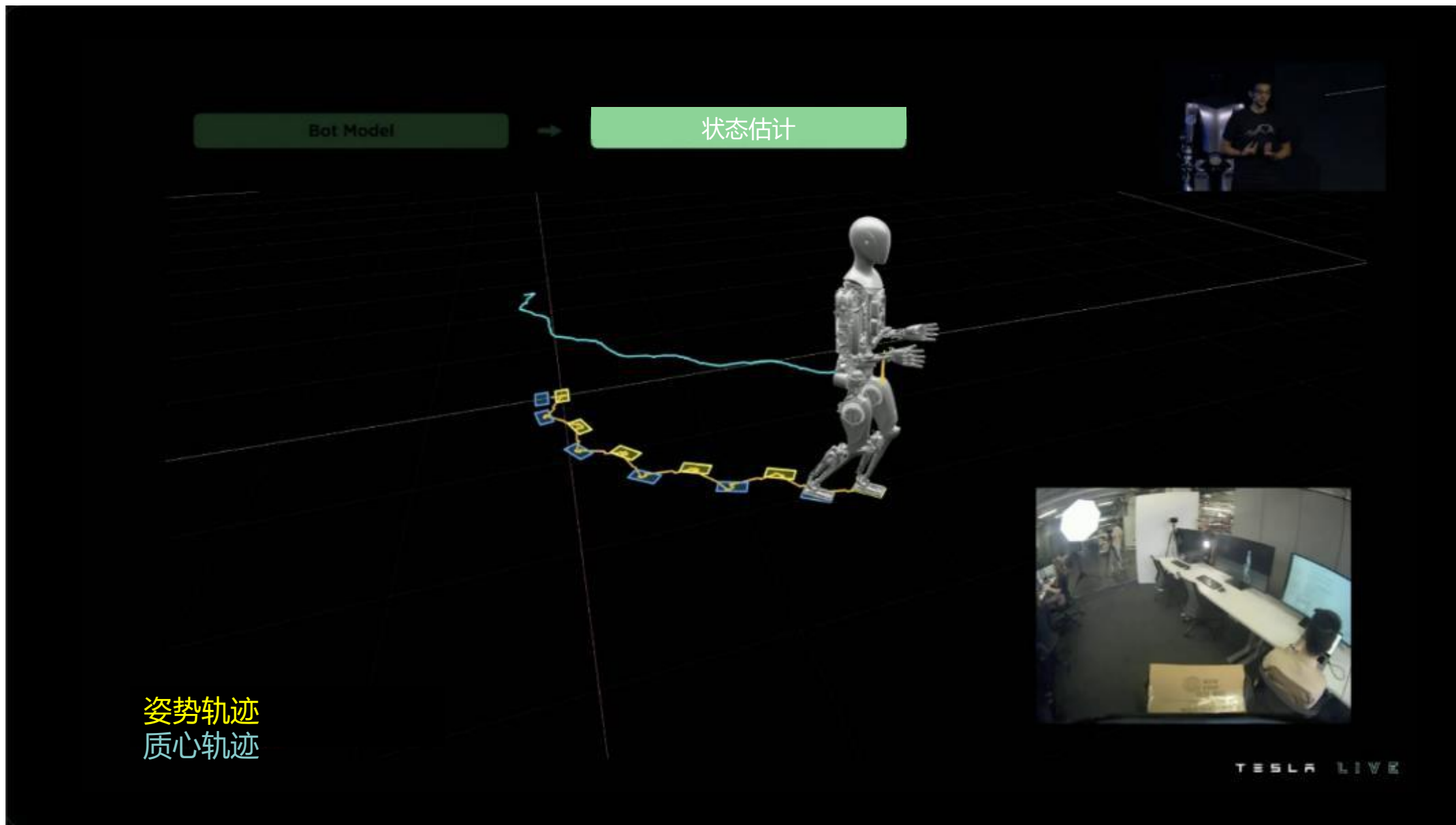
双足运动：动态稳定的不断改变姿态和力量的运动

模拟软件 vs 现实世界：

模拟软件中：机器人是简化的，真实世界也被简化

现实世界中：现实世界中外界的力导致了未经建模的动态变化，使检测器收到杂讯而无法精确反馈，机器人受到扰动而无法保持平衡



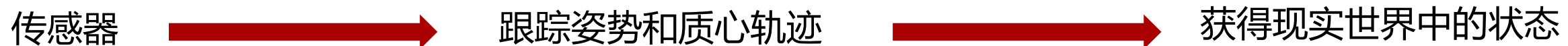


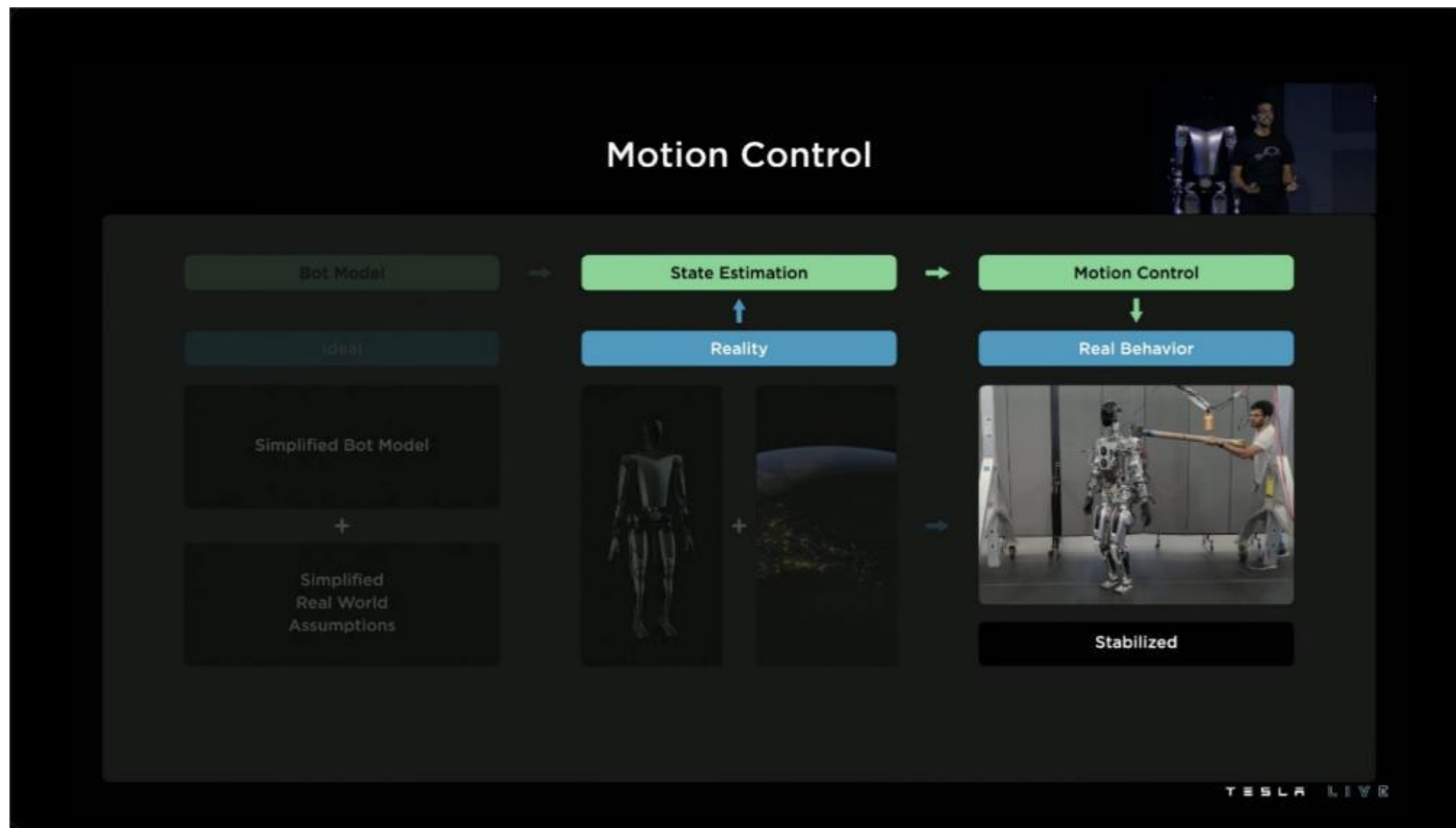
何为“状态估计”？



“状态估计”的作用？

在机器人中模拟人类的前庭系统：维持人体平衡的一个重要感受器，位于内耳



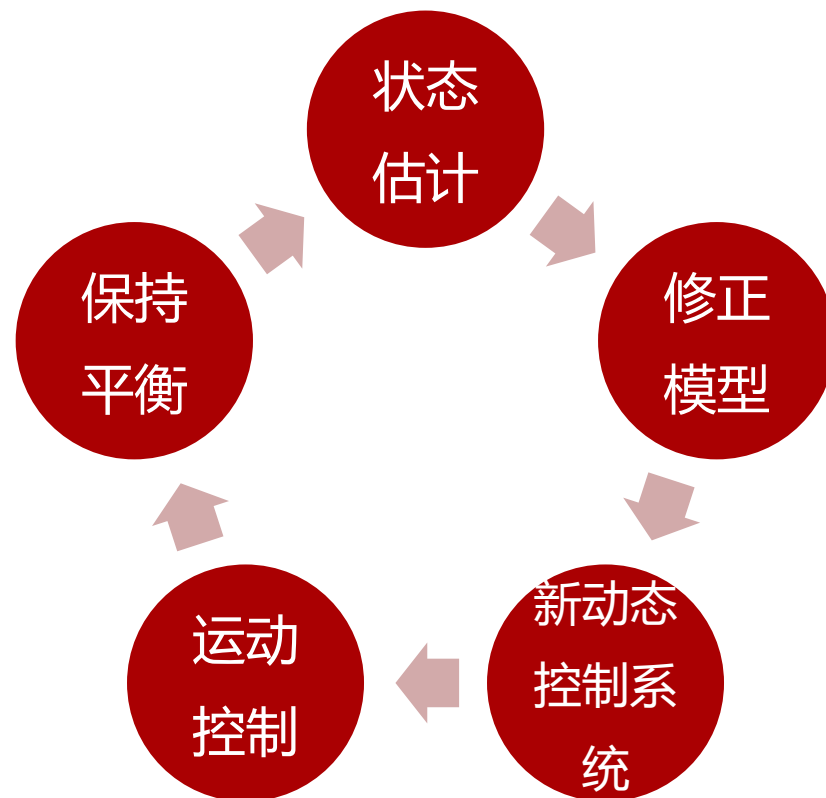




保持平衡的关键：



完整循环：

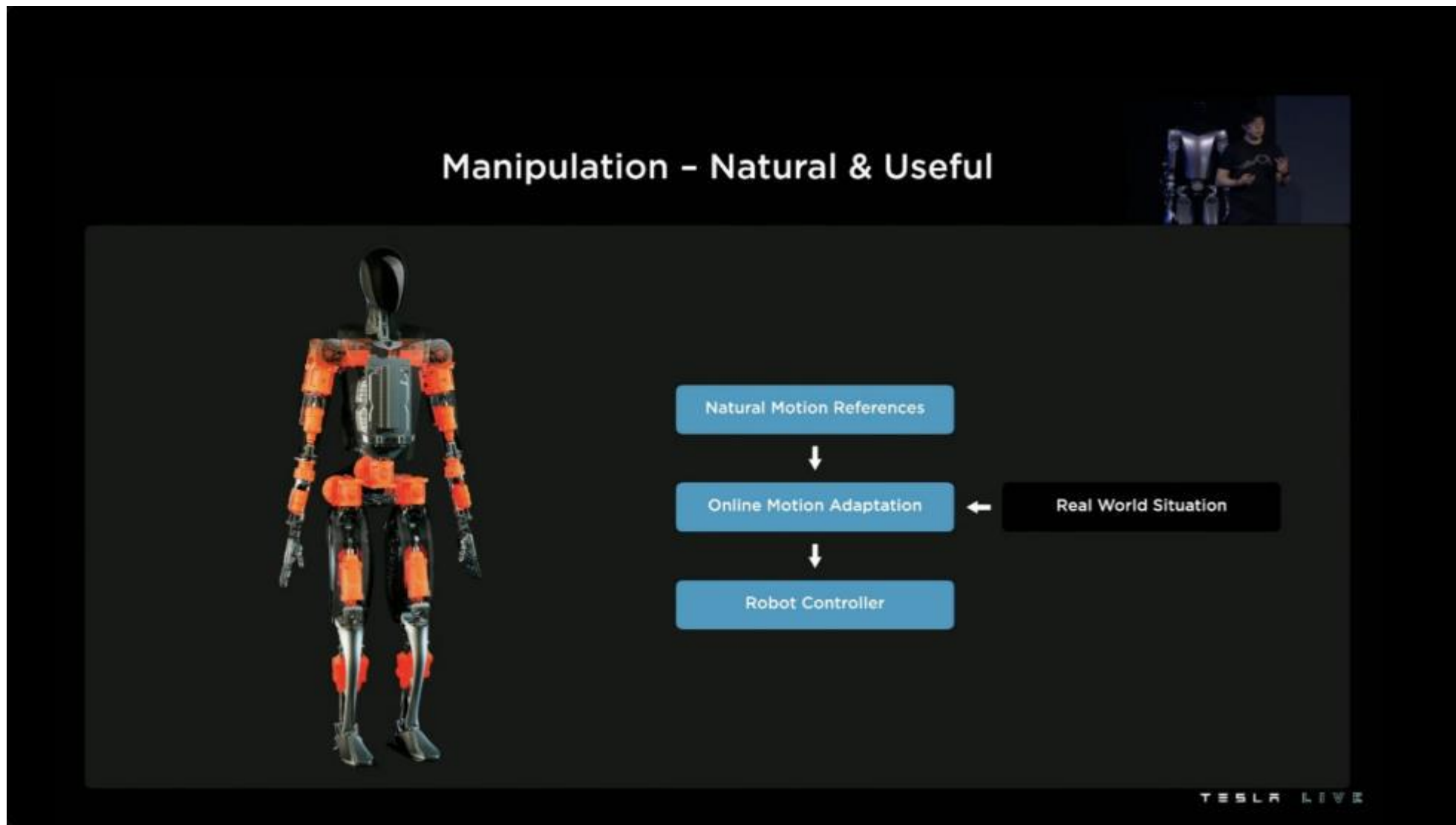


08

操控

机器人：不止于行走，更要有用

实现机器人对现实世界事物的操控



操控 — 自然 & 有用

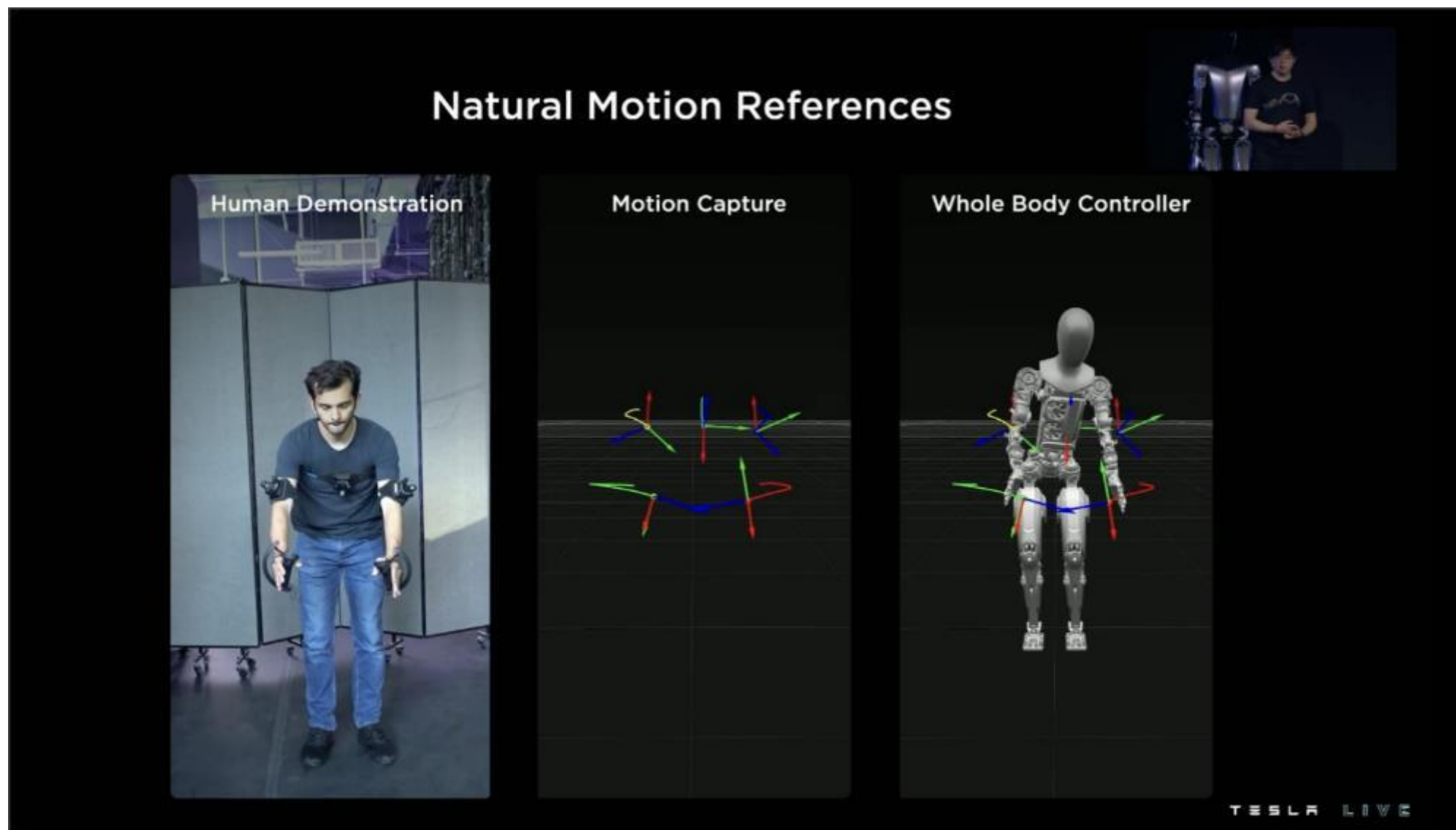


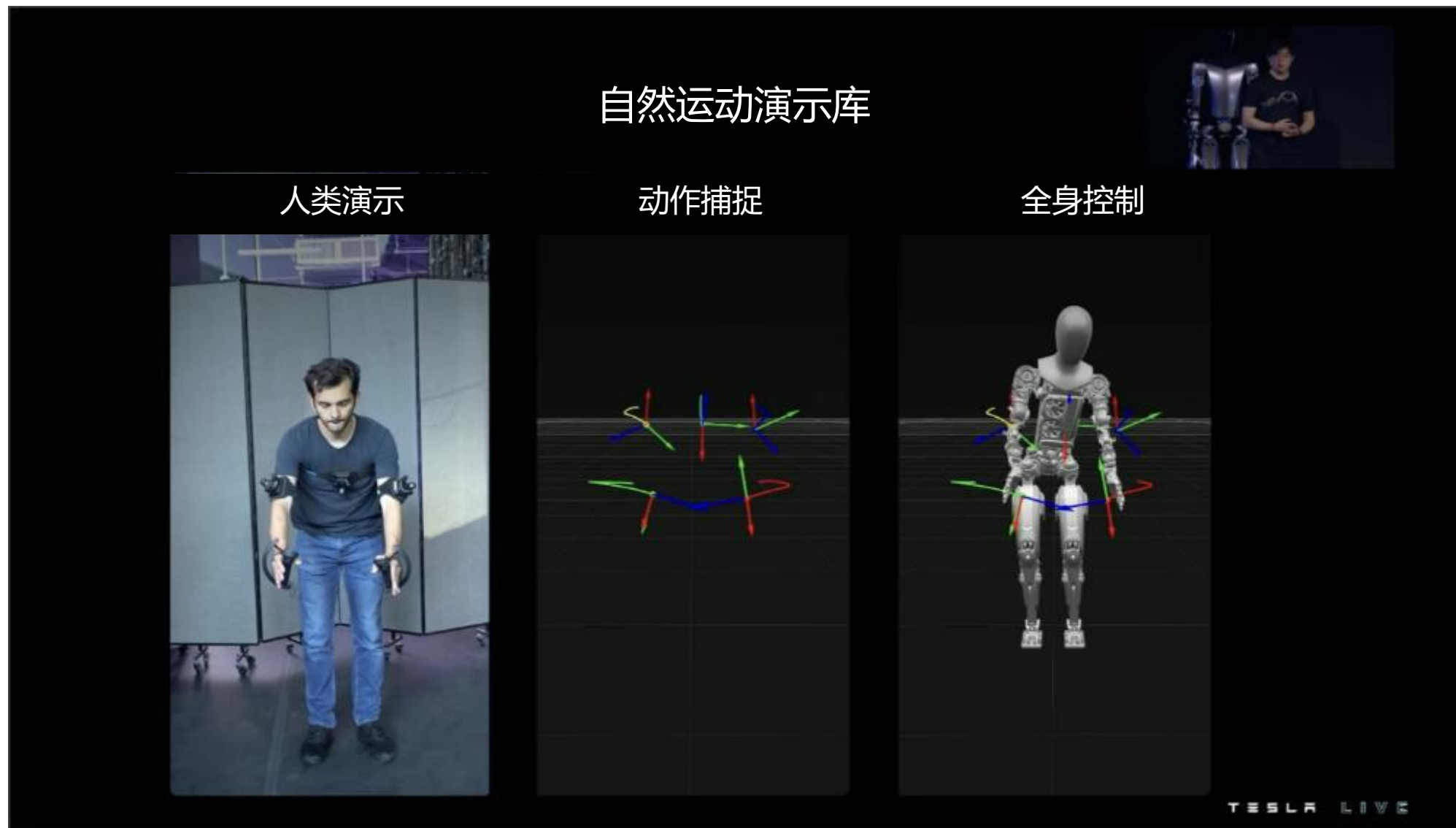
除了行走，机器人应该更加有用：

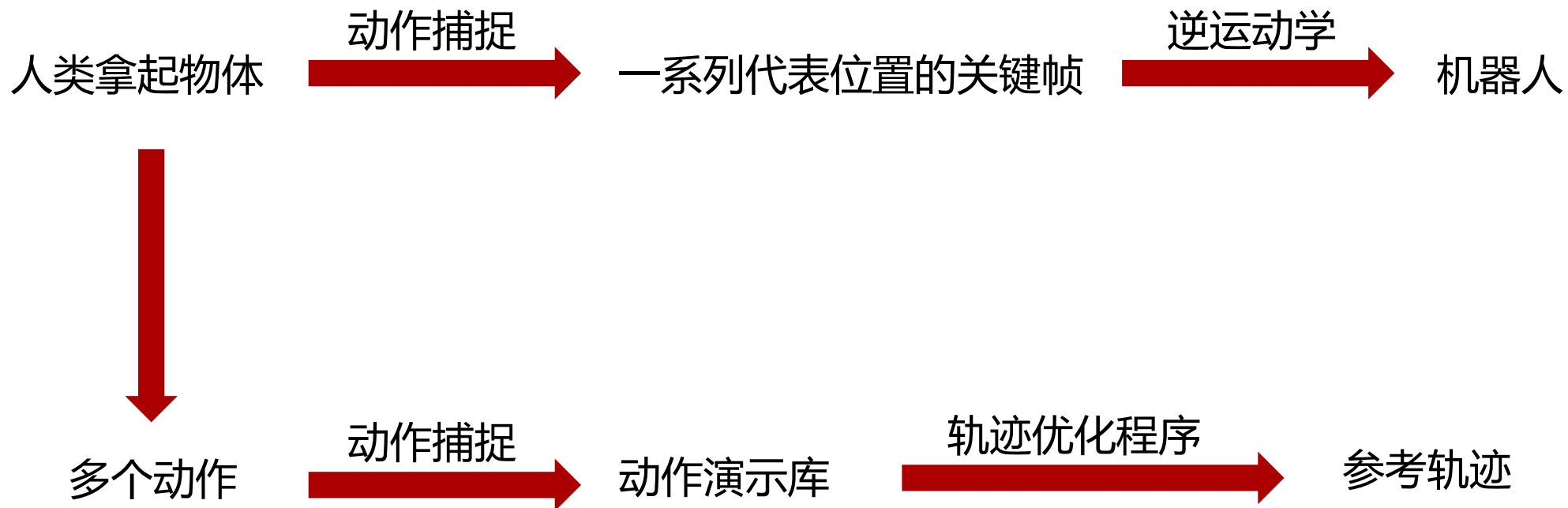
- 操控现实世界中的事物
- 自然、快速

实现机器人在现实世界中自然有效地操控事物：

- 生成一个自然运动演示库
- 根据现实世界情况调整运动参考轨迹，完成模型优化
- 机器人控制器完成动作

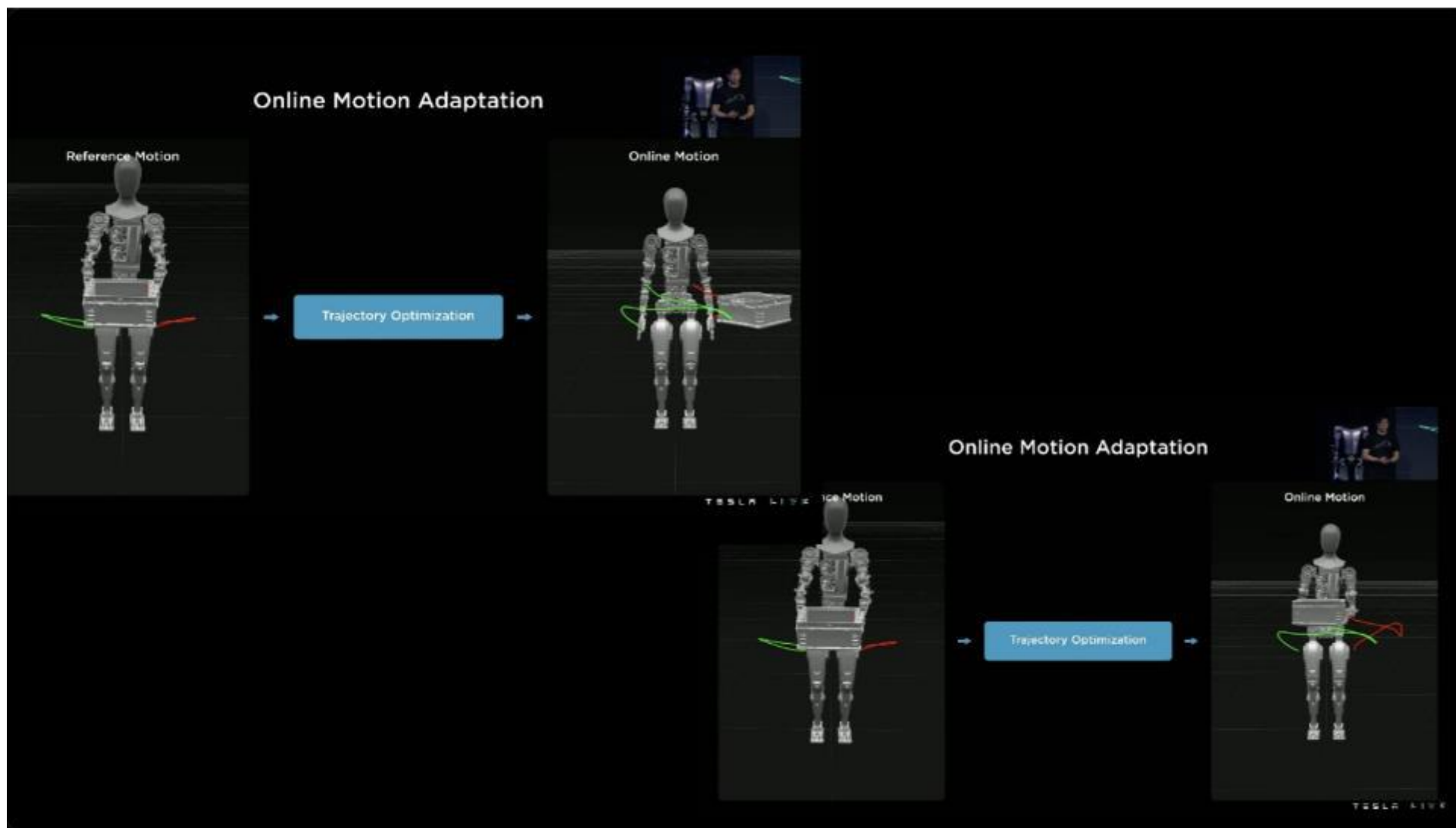


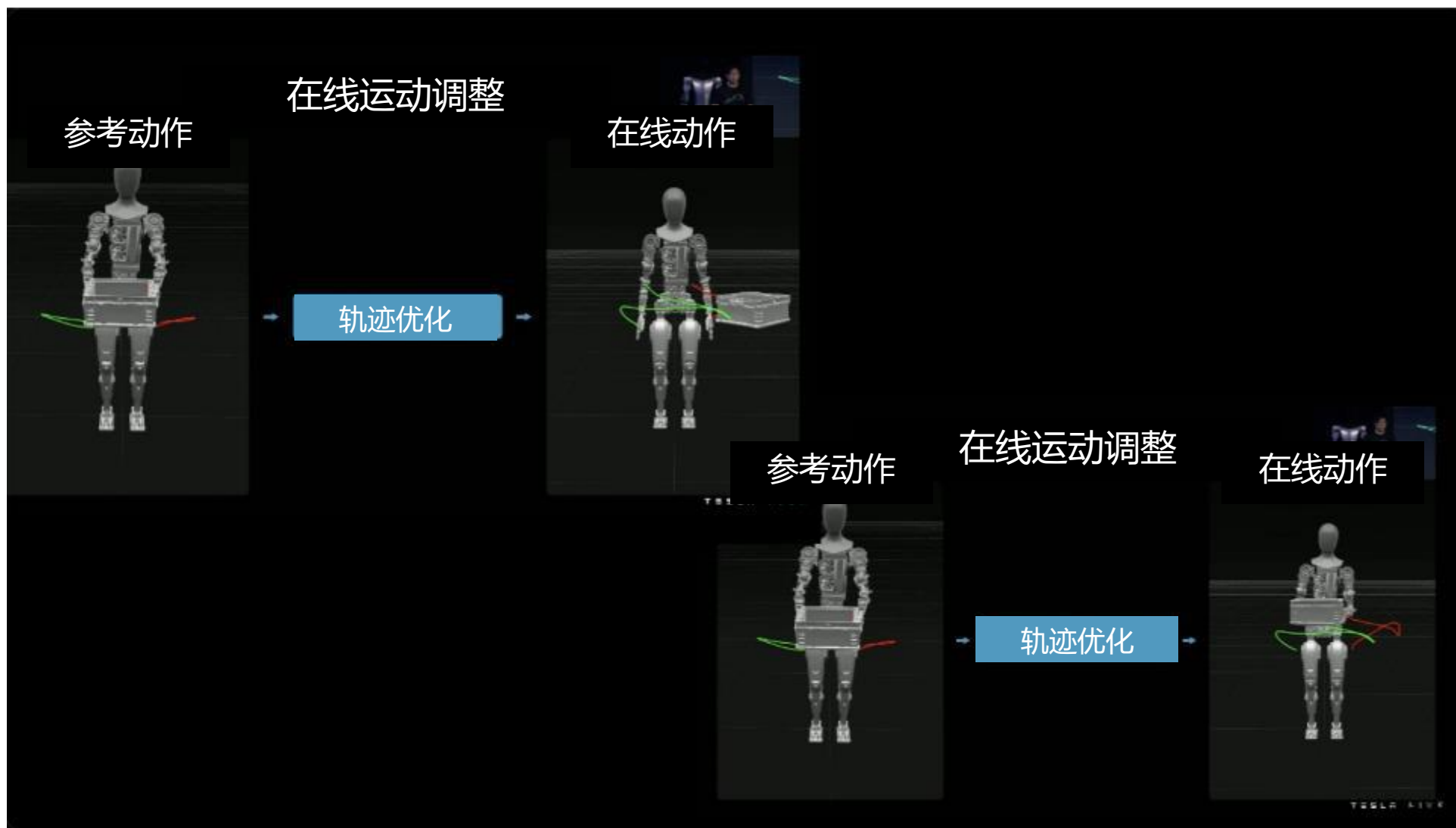




逆运动学：已知末端的位置和姿态，以及所有连杆的几何参数下，求解关节的位置

帧：一幅图像或视频的单独画面，在动画中每一帧都是一个独立的画面





自然运动演示库中的动作无法适应现实世界中的变化：

自然动作演示库中：拿起正前方的盒子  如何实现 现实世界中：拿起左侧的盒子

轨迹优化程序让机器人适应现实世界：

轨迹优化程序  轨迹最优化 调整演示库中的动作以适应现实世界中的变化

- 1、Optimus设计生产进展不及预期：若Optimus设计开发进度不及预期，可能会影响市场对行业的判断；
- 2、AI技术迭代不及预期：若AI技术发展不及预期，特斯拉FSD开发进展不顺，将对人形机器人发展产生不利影响；
- 3、翻译错误风险：报告内容根据Tesla AI Day 2022-Bot发布会现场展示翻译而来，或因语法理解、翻译有误、翻译不完整等原因造成含义与原表述存在偏差的风险，译文内容仅供参考。

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本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、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>