

## 摘要

作为 archi-intelligence Research Series 的第三篇、亦是收官之作,本研究以 Tesla FSD-Optimus 统一技术栈为实证锚点,闭合 D1(《架构的世纪迁徙》,2026-01)所提出的 AR0-AR5 架构能力门槛框架与 D2(《2026 全球汽车 E/E 架构成熟度评估》,2026-02)对 22 家 OEM 的横向成熟度评估。截至 2026 年 5 月,Tesla 是全球唯一同时满足 AR4(多形态物理 AI 平台)全部判据并已进入量产爬坡的工程实体;本研究选取它并非为其商业前景背书,而是基于一个方法论判断——它是当前唯一一个将官方披露的 11 层共享核心技术真正打通于汽车与人形机器人两种形态的案例。通过在硅路线(HW3 → AI7,含 AI4.5 stopgap 与 AI5“不给车”的硬件分级)、FSD 软件栈(从 V11 规则到 V14 端到端 + VLA 的 Software 2.0 范式革命)、形态无关的占用网络、训练基础设施(Dojo → Cortex 2.0,以及 SpaceX-xAI 合并后的集团级算力重构)等层面的临床剖析,本研究将 Tesla 官方披露的 11 层共享技术提炼为三组结构迥异的复用机制——物理层(6 项)、智能层(5 项)与一个隐含的组织层(第 12 层,即 FSD-Optimus 团队合并)——并精确刻画跨形态复用的边界:积累性能力可复用,而形态依赖的高频运动控制不可复用。本研究的核心论点是,Tesla 是一个 **AR4 参照系**而非可复制的模板:没有任何追赶者能复制这条路径所要求的 20 年积累、全栈垂直与集团级资源配置,但每一家追赶者都能借此参照系精确定位自身的真实位置与合理路径——这一判断通过对五条不同轨迹(大众、丰田、华为、小鹏、小米)的 12 层深度镜像得到具体论证。在实证层面,Tesla 案例支撑了 D1 的两层结构论、“AI 是语言能力而非大脑”命题(由 Tesla 自身的部署节奏与 SpaceX S-1 中对 scaling law 的风险提示双重印证)、架构债理论与失效哲学框架,同时本研究亦列出五个可证伪点,供 D1 框架在 2027-2028 年的工程现实中接受检验。本研究最终指出一个结构性市场空白:当工业工具链已为详细设计阶段提供成熟支撑时,概念探索阶段——在画第一张图、写第一行代码之前做出关键架构决策的阶段——仍依赖个人与组织的工程直觉,而这正是追赶者没有 20 年时间去积累的能力。

**关键词:** AR4;多形态物理 AI 平台;跨形态复用;垂直闭环;Tesla FSD;Optimus;占用网络;Software 2.0;架构就绪度;失效哲学;架构智能