

未来产业分论坛

具身智能产业创新发展 趋势及路径研究

中国电子信息产业发展研究院

中国软件评测中心 产业政策研究所 科技处

2026年4月

版权声明

本报告版权属于中国电子信息产业发展研究院（赛迪研究院）中国软件评测中心、产业政策研究所、科技处，受法律保护。转载、摘编、视频引用等任何使用本报告的文字内容，应注明来源。违反声明者，编者将追究其法律责任。

核心观点

（一）具身智能加速拓展现实世界应用，成为人工智能演进的重要方向。具身智能正推动人工智能由以信息处理为主的“离身智能”向面向真实环境的应用形态转变，通过与物理载体融合，实现感知、决策与行动的闭环运行，应用边界持续拓展，发展基础不断夯实，已成为人工智能走向现实世界的重要路径。同时也应看到，具身智能整体仍处于由技术探索迈向规模化应用的过渡阶段，在通用能力、稳定性和实际落地水平等方面仍有不足。

（二）具身智能产业体系加快构建，发展动能持续积聚。随着技术进步与资源投入增加，具身智能产业体系加快构建，产业链上下游协同不断增强，应用探索持续推进，市场关注度和发展动能显著提升，产业生态初步形成。同时，关键基础能力仍存在短板，工程化与规模化能力不足，产业基础相对薄弱，跨场景适配与商业闭环尚未完全打通，制约产业进一步发展。

（三）具身智能一体化演进趋势日益显现，发展路径持续深化。具身智能正朝着模型驱动、数据赋能、系统协同与生态演进的一体化方向发展，技术体系加快融合，应用由简单任务向复杂场景拓展，产业竞争从单点技术延伸至整体生态与发展路径，呈现多元化探索格局。

同时，通用化能力不足、成本约束较高以及复杂环境适应能力有限等问题仍较突出，对规模化应用形成一定制约。

（四）具身智能体系化推进格局逐步形成，协同发展路径不断清晰。具身智能发展正由分散探索迈向体系化推进阶段，整体能力建设持续加强，应用加快由示范试点向规模化落地转变，场景牵引作用不断增强，相关标准规范与治理机制逐步推进，发展路径日益清晰。同时，基础能力、应用拓展与治理规则之间的协同仍有待加强，相关机制和制度体系仍需进一步完善，以支撑长期健康发展。

关键词：具身智能；技术体系；产业化应用；发展路径

一、具身智能的概念演进及定义

在人工智能与机器人技术加速融合背景下，智能系统正由以算法和算力为核心的“离身智能”迈向强调感知—认知—决策—执行耦合的“具身智能”。其通过将智能体嵌入真实或拟真环境，突出身体结构与环境交互在智能形成中的基础作用，成为 AI 演进的重要方向。当前学界与产业界对其内涵、技术体系与发展阶段尚未形成统一认知。系统梳理其理论基础、概念演进与技术边界，有助于把握发展逻辑与产业成熟度，并为后续发展路径研判与应用拓展奠定基础。

（一）具身智能不同发展阶段分析

具身智能的发展并非单一技术演进结果，而是在人工智能范式变革与机器人系统工程、认知科学等多领域交织中逐步形成。其演进可从控制方式、算法范式、感知机制与系统架构等维度综合考察，呈现出由理论探索走向工程实现与产业应用的递进路径。总体上，可划分为四个阶段：萌芽阶段、理论成型与实验验证阶段、融合深化阶段以及系统化与产业化探索阶段。



图1 具身智能概念演进



在萌芽阶段，哲学与认知科学对“身心关系”的反思动摇了传统“离身智能”观，提出认知依赖身体与环境互动的思想基础。随后，在理论逐步成型与实验验证阶段，具身认知逐步实现跨学科整合，为人工智能领域引入“具身智能”概念提供了思想基础。AI研究通过机器人原型系统验证感知—行动闭环对智能生成的关键作用，但也暴露出学习效率和泛化能力不足的问题。

进入融合深化阶段，多模态感知、强化学习与世界模型等技术路径加速汇聚，智能体范式成为核心框架，系统由单点能力验证转向整体协同演化，但同时带来算力、系统复杂性与安全性等挑战。当前，具

身智能正迈入系统化与产业化探索阶段，在大模型赋能下形成“通用能力+具身约束”的新结构，推动从任务定制向平台化演进，并在结构化场景中逐步实现落地应用。整体来看，具身智能已从思想探索走向系统工程与产业实践并行发展的新阶段。

（二）具身智能的核心定义与内涵界定

具身智能是“有身体”的人工智能，可执行现实世界任务并主动学习进化，是催生颠覆性产品和装备、促进人工智能与实体经济深度融合、重塑人类生产生活范式和全球竞争格局的新领域新赛道。

从运行机理看，具身智能在“感知—行动—学习”闭环中不断优化行为策略，本质上是在身体、环境与任务耦合过程中动态涌现的能力体系，其内涵体现为具身性、交互性与学习性，并表现出闭环性与学习适应性等系统特征，共同支撑其在复杂环境中的持续优化与自主演进。

从产品形态看，具身智能可划分为三类：通用具身智能产品，重点提升多模态感知、复杂环境运动与拟人化操作能力，强化多任务协同与跨场景适应，增强在非结构化与复杂环境中的自主作业能力，实现由功能执行向情境适应跃迁；专用具身智能产品，面向工业、服务及特种场景提升专业化作业与自主运行能力；前沿具身智能产品，聚焦可变构型、群体智能与人机融合等方向开展探索，推动新型产品形态发展。

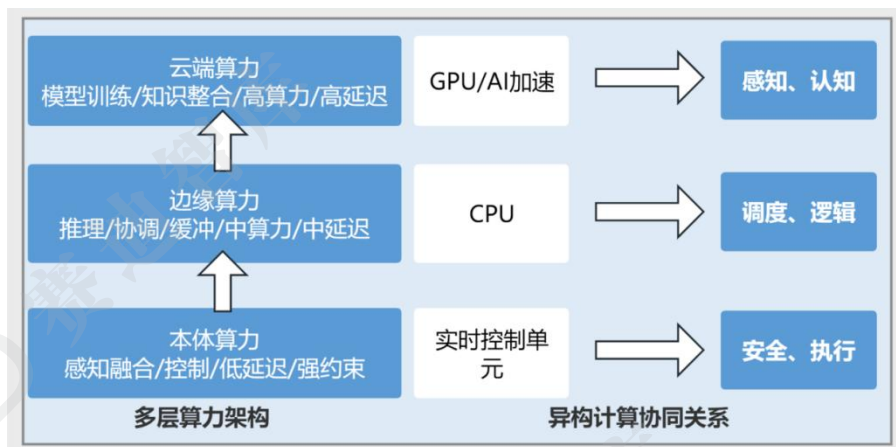


二、具身智能的技术发展现状

具身智能能否实现可持续产业化，取决于技术体系的可实现性与可扩展性。其面向真实物理环境中的感知、决策与行动闭环，依赖多要素协同支撑，具有显著系统工程特征。当前正处于由概念探索向工程化突破过渡阶段，算力基础、数据资源、算法模型、能源动力、本体结构及操作系统等构成其核心关键技术，需要持续强化与协同推进，以支撑规模化应用与持续演进。

（一）算力体系由规模扩展转向协同架构与工程化能力约束下的综合竞争

图2 具身智能的多层算力架构与异构计算协同关系示意图



算力体系是具身智能实现真实运行与规模化落地的关键，其核心不在规模扩展，而在结构、实时性、能效与协同能力的系统平衡。不同于以离线训练为主的传统人工智能，具身智能需在物理环境中完成“感

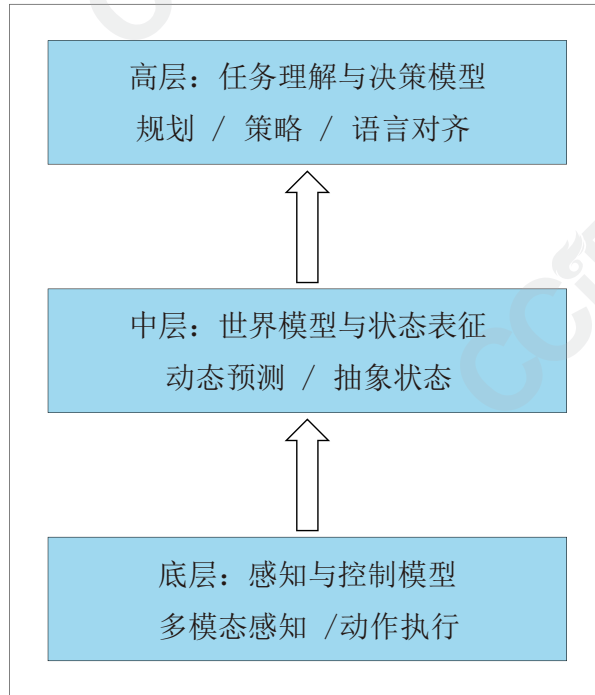
知—认知—决策—执行”闭环，对毫秒级响应与稳定性提出更高要求。当前普遍采用“云—边—端”协同架构：云端负责训练与全局优化，边缘侧承担局部推理与数据处理，本体端实现实时感知与控制，其能力决定系统性能上限。三层算力需动态调度，否则易产生资源失衡与通信瓶颈；异构计算虽提升性能，但也带来软件复杂度与跨单元延迟问题。与此同时，高端芯片成本高、功耗大，本体端部署受限，“云强端弱”问题突出，叠加工具链与软硬件协同不足，系统在实时性、可靠性与能效间仍难平衡，算力成本亦制约商业化落地。

（二）数据与环境资源由离线供给转向实时生成与虚实协同驱动的能力重构

数据与环境资源已由支撑条件转变为具身智能的核心变量，与算力和算法共同塑造认知与行为生成机制。其数据呈现多模态、强时序与动态生成特征，获取方式由离线采集转向在线交互生成，系统运行即数据生产过程，对多模态同步处理与可追溯治理提出更高要求。同时，数据与硬件耦合度高、跨平台迁移困难，真实采集成本与风险较高；仿真环境与合成数据虽可补充，但虚实差异仍影响泛化能力。整体需围绕标准体系、多模态融合、高质量仿真平台及安全治理等方向协同推进。

（三）模型与算法体系由单点优化迈向多模态融合与系统级协同优化

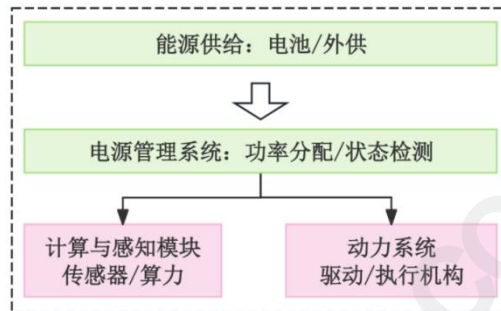
图3 具身智能模型与算法的层级结构示意图



模型与算法是连接算力、数据与物理本体的核心中枢，支撑感知—理解—决策—行动闭环。面向真实环境，需处理多模态、强时序数据，并在实时与安全约束下生成可执行策略，体系呈分层协同特征。当前，多模态融合不断深化，自适应学习能力持续增强，分层架构与端到端方法并行演进，仿真与合成数据降低训练成本；同时，系统级协同优化逐步强化各环节联动与整体效率。整体来看，模型与算法体系正加速向多模态融合、自适应学习与系统级协同优化方向演进。

（四）能源与动力系统由基础保障转向能效、安全与系统协同驱动的能力竞争

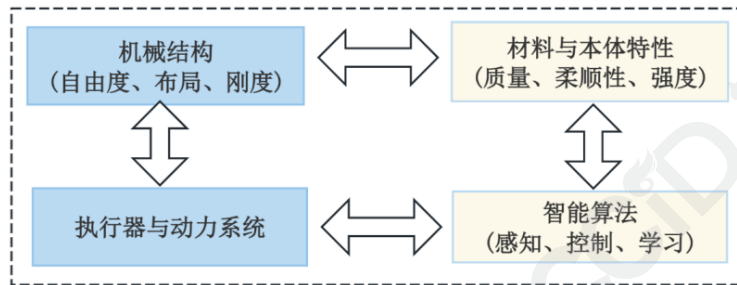
图4 具身智能系统能源与动力支撑结构示意图



能源与动力是具身智能在真实环境中持续运行的基础，直接约束其结构设计、续航能力与性能边界。面对多模态感知、计算与执行协同带来的高能耗与负载压力，系统需在体积、重量、续航与安全之间权衡优化。当前以电能为主，电池、电源管理与驱动系统协同演进，功率分配与任务调度不断提升能效但也增加系统复杂度。能源与动力技术正向高能量密度、轻量化与智能化协同管理方向发展，同时在能量与安全、功率与稳定性及系统协同方面仍需持续优化。

（五）结构与本体工程由机械实现转向结构—算法协同驱动的系统能力塑造

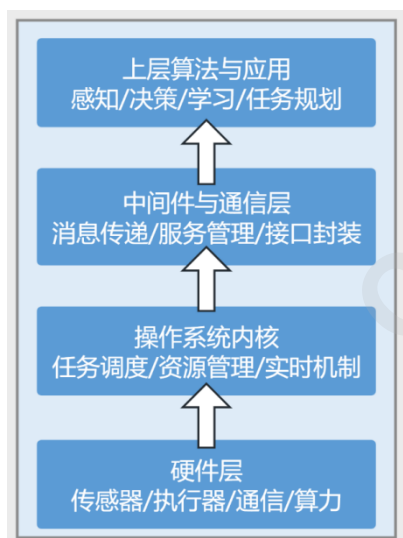
图5 结构、材料与智能算法的系统耦合关系示意图



结构与本体工程已由单纯机械实现转变为参与智能形成的关键环节，通过自由度、质量分布与刚柔特性直接影响控制复杂度与学习效率。结构、材料、执行机构与算法高度耦合，在能力提升与复杂度之间形成权衡：轻量化、高强度与柔性化设计可优化能耗与安全性，但也增加建模与控制难度。模块化与可重构结构提升系统集成与环境适应能力，多功能材料推动结构与感知、驱动融合。总体呈现向轻量化、高强度化、高柔顺与结构—算法协同优化方向演进，其水平直接影响系统性能与规模化应用能力。

（六）操作系统与基础软件正向实时闭环、软硬件协同与高可靠生态方向演进

图6 操作系统与基础软件的层级结构示意图



操作系统与基础软件是连接硬件与算法的核心中枢，承担资源调度、设备抽象、通信管理与状态控制等功能。面向动态环境下的高频感知与实时控制需求，通过统一接口屏蔽硬件差异，支撑模块化集成与多模块协同，并协调多线程与异构计算以降低系统耦合。其实时性、安全性与可靠性要求高，需依托确定性调度与故障隔离保障系统稳定运行。当前在通信可靠性、延迟控制、跨平台适配及生态工具链方面仍有提升空间，整体正向实时闭环、模块化架构与软硬件协同方向演进。

三、具身智能的产业现状

具身智能产业由“算力—数据—模型—软件—动力”构成闭环体

系，贯通研发、制造与应用，形成上游部件、中游整机与平台、下游场景的完整链条。当前进入工程化加速期，在受限环境具备初步能力，但泛化性、长期自主运行与规模化部署仍不足，整体处于由能力可用向产业成熟过渡阶段。

（一）具身智能产业链正由技术驱动向场景价值闭环协同发展转变

具身智能产业链可按“技术基础—系统实现—行业应用”划分为三层：上游提供核心技术与关键部件，中游完成系统集成与整机实现，下游推动场景落地并通过数据回流形成闭环，三者协同演进。当前处于工程加速与应用试点并行阶段，上游在感知、执行、计算与能源材料等领域呈现高端集中与多元突破并行态势，多传感融合与本地化供应加快推进；中游由多形态载体驱动，云边端协同与仿真平台支撑系统由原型走向平台化；下游应用持续拓展并形成“应用—数据—能力提升”循环。产业发展正由以技术突破为主导，转向以场景价值牵引的闭环协同演进路径。

（二）具身智能在多元应用场景中的赋能路径与价值重构

在工业制造中，通过“感知—决策—执行”闭环承担搬运、装配与质检任务，推动柔性生产与智能运维；在仓储物流中，实现异形抓取、路径优化与高效分拣，促进全流程协同与网络化运行；在矿山、核电、消防等高危场景，替代人工开展巡检、排险与救援，提升安全与效率；

在服务与家庭领域，拓展导览、配送、护理与陪伴等应用，推动人机协同发展。整体看，随着技术成熟与成本下降，具身智能正由示范应用走向规模化落地。

（三）资本加速聚集与市场预期升温，具身智能迈入高速增长期

规模潜力与技术融合正驱动具身智能市场持续演进，多家研究机构普遍认为该领域已进入快速增长阶段。增长动力主要来自大模型与机器人技术的深度融合，多模态感知、强化学习与世界模型协同推进，推动能力体系由单点突破向系统化集成演进；同时，人口老龄化与用工成本上升不断释放家庭、工业与公共服务等多场景需求，物流与移动机器人等方向成为重要增量来源。在此背景下，资本加速进入并重塑产业格局，资源配置呈现向整机制造与核心算法环节集中的趋势，上游基础环节投入相对不足。行业发展重心由单纯技术驱动逐步转向商业化验证与规模化落地，头部企业通过技术、数据与应用的循环强化优势，产业分化态势逐步显现。

四、国际具身智能产业发展情况

在全球实践中，美国、欧洲、日本与韩国在政策引导、科研组织、企业布局与资本结构等方面各具特色，推动具身智能多路径演进。相关经验为我国优化产业布局、完善技术体系与制定发展路径提供了重要参考。

（一）美国具身智能产业发展情况

美国以规则引导与需求牵引构建制度体系，形成统一且具弹性的政策框架，通过风险治理与政府采购降低不确定性并推动技术落地，同时强化国家层面能力建设。在此基础上，依托高校、国家实验室与企业构建“基础研究—工程验证—产业转化”协同机制，叠加人才流动与创新集群优势，提升产业化效率与全球竞争力。产业呈现“底座化支撑与生态化扩张”特征，以科技巨头与头部企业为核心整合算法、算力与数据，推动技术向端到端模型演进，强化仿真与数据驱动能力，促进持续迭代与规模化应用。

（二）欧洲具身智能产业发展情况

欧洲通过跨国协同与全链条测试体系推动科研成果转化，依托 SPARC、ADRA 等平台促进 AI、数据与机器人资源协同配置，借助 euRobotics、euROBIN 等网络推动数据共享，并通过测试设施与数字孪生强化技术验证能力。在统一法规与协同框架下，欧洲主要国家依据产业基础形成差异化发展路径：德国侧重工业智能与制造升级，法国强化基础研究布局，英国聚焦应用生态与商业化落地，整体呈现“上层协同、下层竞争”的多路径协同发展格局。

（三）日本与韩国具身智能产业发展情况

日韩具身智能以企业主导、工程驱动形成长期创新模式：日本依

托精益制造与供应链优势，通过“工程迭代+场景闭环”推进产品演进，强化可交付性与系统可靠性；韩国以大型企业为核心，加快芯片—云—应用链条协同整合，提升系统集成与产业落地效率。两国在工程可靠性与场景积累方面优势突出，但在通用化能力与软件生态方面仍有提升空间，日本偏重本体与质量，韩国侧重系统集成效率。整体仍处于向更高通用化水平演进阶段，需持续提升复杂环境适应性与规模化应用能力。

（四）国际比较分析与经验启示

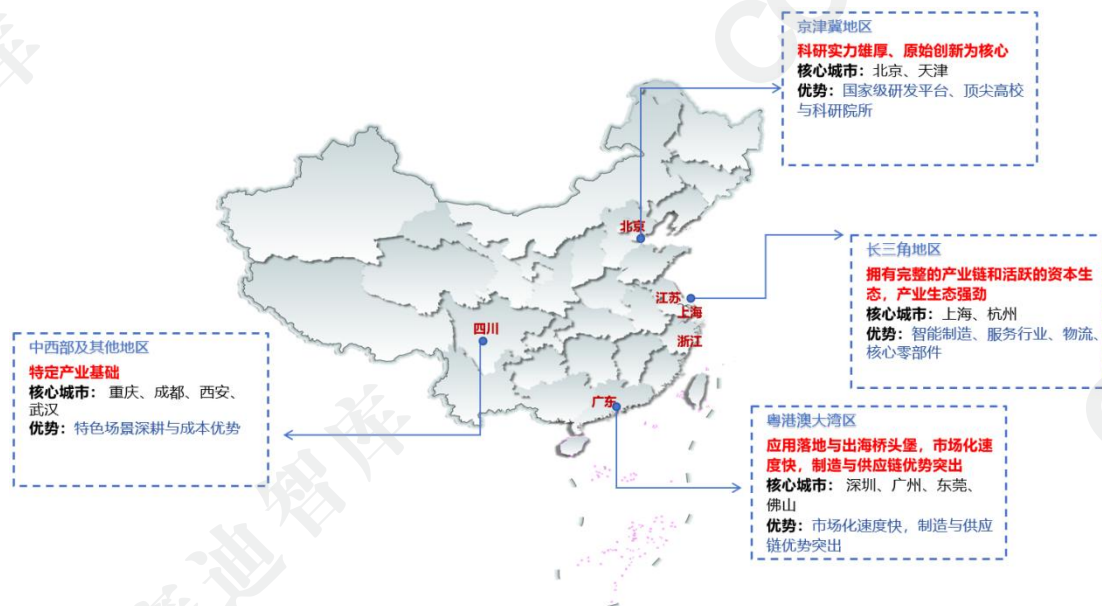
全球具身智能呈现多路径分化格局，受产业基础与制度环境差异影响，尚未形成统一技术范式，主要演化为“平台驱动型”、“制造牵引型”与“标准规范型”。其中，美国以平台驱动为代表，依托大模型与算力优势，走“软件定义硬件”路径，形成“科技巨头+初创企业”生态，推动跨场景泛化与商业化落地，但对算力与数据依赖较高，工程化与硬件能力仍需强化。日本与德国体现制造牵引特征，依托高端制造体系推进技术与产业深度耦合，日本侧重精细化与场景深耕，德国强化系统集成与工业体系支撑，但在通用化与大模型能力方面相对不足。欧盟则以标准规范为导向，通过法规与科研协同推动安全可控发展，在提升信任度的同时，也对创新效率与规模化形成一定约束。

五、我国具身智能产业发展情况

结合我国国情与产业实际，从空间布局、技术创新、产业链结构及资本逻辑等多个维度，可对具身智能产业的发展特征与关键问题进行系统研判。

（一）空间格局与产业链协同：核心集群引领、多层网络支撑

图7 我国具身智能产业总体布局



我国具身智能产业呈现“东部集聚引领、中西部协同支撑”的空间格局，京津冀、长三角与粤港澳大湾区构成核心集群，分别在技术策源、产业链协同与规模化制造方面形成优势，中西部与东北地区依托重点城市形成特色能力，与东部实现梯度互补。从产业链看，上游呈“中端较强、高端不足”特征，中游多形态产品并行发展，专用产品加快落地、

通用方向持续突破，下游在制造与物流等场景加速应用但通用能力与标准体系仍需完善。各区域依托功能分工与产业链分布，逐步形成跨区域联动的多层次协同网络，支撑产业链整体运行与能力提升。

（二）创新能力与资本逻辑：应用驱动突出、工程化与原始创新待强化

我国具身智能创新能力呈现“应用驱动突出、基础相对薄弱”的结构特征。高校与科研机构在基础理论与核心算法方面具备一定优势，但与产业需求衔接不足，工程化验证与系统集成能力仍需提升；企业在整机制造与场景落地方面进展较快，但核心技术积累、标准体系与规模化能力仍待加强，整体呈现以应用驱动为主导、工程化与原始创新能力相对不足的格局。资本层面，自 2024 年以来投融资快速增长，但以早期项目为主，技术路径尚未收敛。进入 2025 年后，资本逻辑由“概念驱动”转向“工程化验证与场景回报导向”，更加关注泛化能力、系统稳定性与成本控制，并通过资源配置反向塑造技术路线与创新模式，推动产业向工程化深化与能力重构演进。

六、具身智能发展趋势与全球发展路径及治理框架研判

国内外围绕具身智能形成多路径探索，国际侧重基础模型、跨学科融合与开源生态，推动平台开放与协同创新，国内则强调工程体系与产业推进，围绕多模态、强化学习与软硬件协同加快落地。总体看，



两者分别侧重基础与应用，但在技术发展进程、产业成熟度与规模化条件上仍存不确定性，需从技术、产业与治理层面统筹研判发展方向与风险。

（一）全球具身智能技术发展趋势：迈向“模型牵引、数据赋能与系统协同驱动”的一体化演进阶段

具身智能正迈向“模型牵引、数据赋能与系统协同驱动”的一体化阶段，大模型与世界模型推动架构由分离式向认知—行动一体化演进，VLA 实现端到端“理解即执行”，结合“预测建模+规划”提升决策能力；数据体系由仿真、数字孪生与合成数据构建闭环迭代机制，强化泛化与演进效率。与此同时，系统化与平台化能力成为规模落地关键，统一操作系统、标准接口与模块化工具链降低开发门槛，云—边—端协同支撑数据回流与模型优化。技术边界持续拓展至感知、材料与能源等领域，多学科融合推动载体能力升级与人机协同模式重塑。

（二）全球具身智能产业发展趋势：由技术竞争转向生态主导与规则塑造的全链条博弈阶段

全球具身智能正由技术竞争转向生态主导与规则塑造的全链条博弈阶段，竞争从单点能力升级为算法、硬件、数据与治理规则的系统性协同，美国依托大模型与软件生态主导标准，欧盟以法规体系强化治理，中国以场景驱动推进工程化落地，日本、韩国巩固制造与供应链优

势。应用沿“任务—场景—价值”递进，从简单任务向复杂场景拓展，高危替代与公共服务优先落地。竞争焦点由性能转向生态与标准主导权，围绕接口规范、数据规则与安全治理的博弈持续加剧。

（三）全球具身智能发展路径与治理框架：迈向协同创新与规则共塑的新阶段

面向具身智能由技术探索迈向规模化应用与通用能力跃迁的关键阶段，全球路径正由单一技术驱动转向“技术突破—产业扩展—规则塑造”协同演进。未来十年大体分三个阶段推进：2026—2028年以商业验证与能力闭环为重点，突破多模态感知与运动控制，在工业、物流等场景形成“训练—优化—反馈”机制；2029—2032年以规模扩展与生态构建为主，推动多形态智能体规模部署，完善接口标准与开源体系，强化全栈协同；2032—2035年以通用能力突破与规则主导为核心，实现跨场景泛化与持续进化，并加快安全、伦理与数据治理框架演进，重塑全球竞争格局。

在上述演进过程中，全球具身智能发展将呈现竞争与协同并存的格局。各主要经济体在技术路径、产业生态与治理规则方面虽存在差异，但在基础研究、数据资源、标准体系与安全治理等领域具有广泛合作空间。未来，应推动形成开放共享的数据与模型生态，促进跨机构、跨区域的协同创新；加快构建兼容互认的技术标准与接口体系，降低系统集



成与跨平台协同成本；围绕实体安全、人机伦理与数据治理等关键议题，加强国际对话与规则协调，推动形成具有广泛共识的治理框架。同时，通过共建开放测试平台与应用示范网络，促进技术验证与场景拓展的协同推进，加快具身智能由局部突破向全球规模化应用演进。

本文作者：崔腾飞 董凯 巩潇 李梦玮 王昊 肖屹峰 甘乃凤 余娴
李陈 尹晴 袁笳曾 雷城炜 王相博 赵向茹 章润 陈风晚
宋子涵 崔登祺

联系人：崔腾飞 18801357268