中国汽车工业协会
China Association of Automobile Manufacturers

IAT

智能体赋能
汽车研发设计白皮书

从工具辅助到智能原生（2026）

编制单位：中国汽车工业协会
阿尔特汽车技术股份有限公司

智能体赋能汽车研发设计白皮书
——从工具辅助到智能原生（2026）

目 录

CONTENTS

前　言

一、时代背景与政策引领 1

（一）智能经济新形态与汽车产业变革 1

1.1 新质生产力与智能经济新形态 1

1.2 软件定义汽车带来研发范式革命 2

1.3 研发周期压缩与系统复杂度指数级提升 3

1.4 传统研发模式瓶颈与智能化转型迫切性 5

（二）“十五五”政策导向与技术趋势 6

2.1 顶层部署确立智能体战略载体地位 6

2.2 国家政策明确工业智能体落地路径 7

2.3 国家标准筑牢智能体互联与合规底座 8

2.4 AI 演进的四个阶段 8

2.5 智能体核心能力 9

2.6 智能体工作流实现通专融合 11

2.7 构建工业智能新体系 11

二、智能体赋能汽车研发的价值与逻辑 13
（三）智能体赋能汽车研发核心价值 13
3.1 全链路提效缩短研发周期 13
3.2 知识资产化提升服务能力 14
3.3 研发范式重构提升设计能力 14
3.4 软件国产化提升自主可控能力 15
（四）智能体落地汽车研发的关键逻辑 15
4.1 通用 AI 在汽车工业面临的挑战 16
4.2 通专融合架构解决适配问题 17
4.3 工程化闭环深挖数据价值 17
4.4 智能体与研发流程的融合 18
4.5 工业级可信智能体是可信工程底线 19
三、智能体研发体系总体架构 20
（五）体系建设目标与实施定位 20
5.1 总体目标构建研发新范式 20
5.2 “五位一体” AI 原生基础建设 21
5.3 三阶段演进路径推动体系落地 22
（六）通专融合技术底座与四层架构 23
6.1 四维一体技术底座 23
6.2 四层技术架构 24
6.3 通专融合模型体系 26
6.4 统一平台能力 27
6.5 从最终交付数据到过程数据 28

四、智能体全场景应用与工程实践 29
（七）六大核心能力模块与优先场景 29
7.1 知识工程与语义智能体 29
7.2 多模态感知与生成智能体 31
7.3 科学计算与物理仿真智能体 33
7.4 三维几何与空间拓扑智能体 35
7.5 研发协同与流程自动化智能体 38
7.6 工程技能自动化复用智能体 40
五、产品体系、实施路线与里程碑 43
（八）产品体系与优先级机制 43
8.1 产品体系建设顺序 43
8.2 场景开发优先级评估维度 44
8.3 全场景产品矩阵框架 45
（九）分阶段实施与里程碑 45
9.1 第一阶段实现功能应用 46
9.2 第二阶段落地规模化应用 47
9.3 第三阶段形成生态演进 47
六、商业化路径与产业生态 49
（十）智能经济新形态下商业化模式 49
10.1 产品标准化 49
10.2 全链路服务 50

10.3 数据资产服务 50
10.4 算力与平台服务 50
（十一）产业生态与行业协同 51
11.1 产学研协同 51
11.2 产业链协同 51
11.3 标准共建 52
11.4 开放生态 52

七、实施保障与未来展望 53
（十二）组织、人才与资源保障 53
12.1 统筹机制与组织架构建设 53
12.2 人才体系建设 53
12.3 关键资源保障体系建设 53
（十三）风险管控与未来展望 54
13.1 多维度风险管控及应对策略 54
13.2 智能体演进方向规划 54
13.3 汽车研发迈向 AI 原生工业协作新时代 55

八、行业倡议 56

九、主要贡献单位 57

前 言

FOREWORD

当前，全球制造业正迎来以人工智能为核心引擎的新一轮科技革命和产业变革。我国立足新质生产力发展要求，将智能经济新形态上升为国家战略，全面深化拓展“人工智能+”行动，为汽车研发数字化转型指明了方向。汽车产业作为国民经济支柱产业，正处于研发范式关键期，研发周期压缩与复杂度提升双重压力倒逼传统模式变革，汽车研发 AI 赋能关键不在于单一模型能力，而在于能否将汽车工程知识、工业软件、物理机理和验证证据组织成可执行、可验证、可追溯的智能工作流。以汽车研发工程数字化为核心主线，以智能体为关键使能，以通专融合为路径，构建自主可控的 AI 原生研发体系，成为行业高质量发展的重要选择。

本白皮书立足国家战略导向、行业权威共识、产业实践前沿，为落实国家关于智能经济新形态、“人工智能+制造”等重要部署，对标《智能体规范应用与创新发展实施意见》《“人工智能+制造”专项行动实施意见》等政策，衔接《人工智能智能体互联》等国家标准要求，结合我国工业智能技术体系与应用趋势，全面阐述智能体赋能汽车研发设计的时代背景、核心价值、技术架构、场景应用、实施路径、产业生态与未来展望。白皮书采用“行业方法论+实践案例”双层结构，在提炼产业共性方法论的同时，坚持技术客观、实践导向，旨在为汽车企业、科研机构、产业链上下游、行业主管部门提供系统化、可落地、可参考的理论框架，推动汽车研发设计从工具辅助走向智能原生，从单点提效走向体系重构，助力我国汽车产业在智能经济新形态下构建全球领先的研发竞争力，实现科技自立自强与产业链安全可控。

未来，推动智能体与汽车研发设计深度融合，是培育新质生产力的具体实践，也是我国汽车产业迈向全球高端价值链、实现科技自立自强的战略支点。期待本白皮书能够凝聚行业共识、汇聚创新力量、推动开放协同，与产业界一道，共同开启智能体赋能汽车研发设计的新时代，为制造强国、汽车强国建设贡献坚实力量。由于时间仓促、资料有限，文中难免存在不当之处，欢迎交流指正。

一、时代背景与政策引领

汽车产业作为国民经济支柱产业和智能制造重要载体，正迎来以人工智能为核心的系统性变革。传统研发模式瓶颈凸显，软件定义汽车带来研发范式重构，推动汽车研发环节数字化转型升级。在此背景下，以智能体为载体、通专融合为路径，推动汽车研发从经验、流程驱动向数据、模型、智能驱动跨越，是产业高质量发展的重要选择。

（一）智能经济新形态与汽车产业变革

1.1 新质生产力与智能经济新形态

当前，我国以科技创新引领产业全面升级，把人工智能作为重要驱动力，推动经济形态、产业结构与生产方式系统性重构，培育新质生产力。2026 年《政府工作报告》明确提出“打造智能经济新形态”，标志着人工智能从技术应用、产业赋能，上升为重构经济结构、重塑产业体系、重建生产方式的国家战略方向，成为培育壮大新动能、拓展经济增长新空间的顶层设计。

智能经济新形态是以新一代人工智能技术为核心驱动引擎，以数据为关键生产要素，以算力为新型基础设施、算法为核心生产工具，通过人、机、物全域互联与深度协同，将智能能力全方位融入生产、分配、流通、消费等经济运行全链条，系统性重构生产函数、产业生态与价值创造模式，实现自主感知、自主学习、自主决策、自主优化的高阶经济形态。与传统数字经济侧重“连接、在线、信息化”不同，智能经济更强调原生性、系统性、自主性，推动 AI 从辅助工具升级为生产决策中枢、运行内核与协同主体，推动产业从“上网”向“上脑”跨越，从工具赋能向范式革命演进。

图 1 智能经济新形态核心架构示意图

汽车产业作为国民经济支柱产业，具有产业链长、覆盖面广、技术集成度高、场景复杂度高等特征，既是人工智能落地的“试验场”，也是智能经济价值释放的“主阵地”，在智能经济新形态中占据战略先导地位。从汽车智能网联到汽车智能制造，都体现了智能经济新形态的落地成效，尤其在汽车研发设计全流程，正从单一场景感知级应用转向复杂认知级决策，从静态分析预测走向动态自主优化，从局部工具应用转向系统级跨流程协同，持续提升企业竞争力。面向“十五五”时期，我国数字经济核心产业增加值占 GDP 比重目标提升至 12.5%，汽车产业与人工智能深度融合，将成为支撑这一目标实现的关键力量。

1.2 软件定义汽车带来研发范式革命

全球汽车产业正经历百年未有之大变局，汽车电动化、网联化、智能化深度融合发展，推动产业结构、产品形态发生变革。传统汽车以机械系统为核心，研发重心集中在底盘、发动机、车身等硬件匹配；而新一代智能网联汽车转向软硬件深度耦合、数据持续迭代、功能 OTA 升级、服务生态延伸的智能移动终端，研发对象从单一机械系统向“机械+电子+软件+数据+算法”一体化复杂系统转型升级。

图 2 软件定义汽车研发范式变革路径图

软件定义汽车已成为行业共识。汽车的差异化竞争力不再单纯依赖硬件参数，而越来越取决于软件架构、算法能力、数据闭环与持续迭代效率。汽车研发设计正从效率优先走向高确定性自主性的流程变革，研发模式随之从传统串行开发，转向多学科并行、全流程数字化、全生命周期数据闭环的新型研发范式。在革命中，研发体系的核心矛盾发生深刻转变，过去的瓶颈是制造能力、供应链配套、硬件性能，现在的瓶颈则是研发效率、知识复用、协同能力、数据治理、算法工程化、自主可控等。行业竞争从单一车型、单一配置、单一性能的竞争，升级为研发体系能力、数据资产能力、AI 赋能能力、生态整合能力的系统性竞争。总体来看，谁能率先构建智能化、高效能、高弹性、高安全的 AI 原生研发体系，谁就能在智能经济新形态下占据产业制高点。

1.3 研发周期压缩与系统复杂度指数级提升

智能经济与汽车产业深度融合，在带来巨大机遇的同时，也对研发体系提出更严苛要求，主要体现在研发周期大幅压缩和系统复杂度指数级提升的双重压力。

图 3 汽车研发双重压力示意图

具体来说，一是整车研发周期持续缩短。通常来讲，传统燃油车研发周期普遍在 36 至 48 个月，在电动化智能化浪潮下，行业主流企业研发周期压缩至 18 至 24 个月，部分企业甚至逼近 12 至 18 个月。研发周期大幅压缩的背后，是用户需求快速变化、竞品快速跟进等多重倒逼，这就需要企业具备快速产品定义、设计收敛、仿真验证、跨域协同的能力，而传统依赖人工经验、线下协同、反复试错、串行验证的模式已接近效率极限。

二是汽车系统复杂度指数级上升。新能源汽车传感器、控制器、执行器数量成倍增加，软硬件接口、通信协议、数据交互点呈几何级增长；物理场耦合强度提升，气动、结构、热管理、电性能、耐久等多物理场高度耦合，单一性能优化应兼顾全局系统约束。软件与算法规模爆发，车载操作系统、中间件、应用算法、数据处理流程日益复杂，信息安全、功能安全要求越发严苛。跨部门、跨企业协同需求激增，研发、测试、供应链、制造、售后数据打通，形成全生命周期协同。

研发周期和系统复杂度双重压力叠加，使传统研发模式暴露出短板，如设计迭代和审查校核依赖人工、仿真验证耗时久、知识经验难复用、跨专业协同信息损耗大、数据分散且标准不统一，以及高度依赖国外工业软件与工具链，难以满足智能经济新形态发展要求。

1.4 传统研发模式瓶颈与智能化转型迫切性

传统汽车研发模式以经验驱动、流程驱动、人工协同为核心特征，在智能经济与软件定义汽车发展阶段，已呈现出一些瓶颈。

表 1 传统研发模式和 AI 原生研发体系对比

项目	传统研发模式	AI 原生研发体系
核心依赖	专家经验、人工操作、串行流程	智能体、知识资产、并行协同、闭环迭代
研发周期	36 至 48 个月	18 至 24 个月内
知识复用	低、分散、难以沉淀	高、结构化、可运营、可调用
协同效率	部门壁垒高、信息损耗大	多智能体协同、全流程打通
工业软件	高度依赖国外工具	长期自主可控、通专融合、国产化替代，可长期逐步沉淀规则库、Skills、连接器和评测体系，降低对单一工具链依赖。
创新资源	大量消耗在重复性工作	聚焦创新设计、架构优化、性能突破
可靠性	人为误差多、验证周期长	机理约束、可追溯、可审计、高可信
开发流程	依赖专业工具，跨系统协同难	在现有 CAD、CAE、PLM 基础上增强自动化、知识调用和跨系统协同

一是高度依赖专家经验，隐性知识难以沉淀复用。核心设计、仿真、校核高度依赖个人经验，经验分散在文档、图纸、模型与人脑中，难以转化为组织级、可复用、可运营的知识资产，人员流动会直接导致能力波动，新人培养周期长、试错成本高。

二是跨部门协同链条长，信息传递损耗大。产品定义、造型设计、工程设计、仿真分析、试验测试、工艺制造、项目管理等环节多、部门多、系统多，数据格式不统一、接口不兼容、流程不贯通，变更传递滞后，易引发返工与设计冲突。

三是设计、仿真、验证、迭代闭环缓慢。传统模式依赖人工建模、手动仿真、

线下审查、物理样机验证，单次迭代周期长、成本高，难以支撑多方案并行优化，难以实现“设计即仿真、建模即验证、修改即闭环”。

四是数据分散孤岛化，资产化程度低。图纸、模型、BOM、仿真报告、试验数据、规范标准分散在不同系统、不同项目、不同部门，缺乏统一治理、统一标签、统一权限，数据价值难以释放，无法为 AI 模型训练与决策提供高质量燃料。

五是对国外工业软件与工具链依赖度高。CAD、CAE、PLM、仿真求解器等核心工具高度依赖海外厂商，存在 License 成本高、供应链风险、数据安全等问题，产业链安全风险高。

六是重复性劳动占比高，创新资源被严重挤压。大量工程师精力消耗在建模、出图、标注、检索、前处理、后处理、报告整理、数据核对等重复性工作中，用于创新设计、性能突破、架构优化的精力不足。

未来制造系统须具备全面感知理解、精准建模分析、深度智能决策、自主协同执行四大核心能力，传统研发模式无法满足此要求。在智能经济新形态下，汽车研发智能化转型是必答题。应构建 AI 原生研发体系，推动通用与专用人工智能协同发展，加快智能体、行业大模型在汽车研发中的落地，锻造服务新质生产力的新型智能。

（二）“十五五”政策导向与技术趋势

“十五五”时期是我国培育智能经济新形态、发展新质生产力的关键阶段。2026 年以来国家层面密集出台顶层部署、重要政策与标准规范，形成“战略引领－政策落地－标准支撑”的完整体系，为汽车研发设计智能化转型提供方向指引。在政策引领下，人工智能从感知 AI、生成 AI 向智能体 AI 与物理 AI 加速演进，提升核心能力；通专融合路线成为工业级 AI 落地核心技术路径；新型工业智能体系加速形成，共同支撑汽车研发设计向高确定性、智能化、自主化全面升级。

2.1 顶层部署确立智能体战略载体地位

2026 年全国两会围绕加快形成智能经济新形态，作出“一个总目标、一条

主线、三大关键载体、一套底座支撑”的重要部署。一个总目标是，打造智能经济新形态，推动人工智能从技术应用、产业赋能上升为重构经济结构、重塑产业体系、重建生产方式的国家战略方向，培育壮大新动能、拓展经济增长新空间。一条主线是，深化拓展“人工智能+”，从试点探索转向全面深耕、商业化规模化落地，重点推动人工智能与制造业深度融合，形成全链条、全场景的融合创新格局。三大关键载体是，将新一代智能终端、智能体、智能原生新业态列为核心落地载体，明确提出促进智能体推广应用，将智能体提升为新质生产力的核心引擎，培育新模式新业态。一套底座支撑是，加快建设超大规模智算集群，完善算力基础设施，深化数据要素开发利用，健全人工智能治理体系，为产业智能化提供基础保障。

2.2 国家政策明确工业智能体落地路径

2026 年以来，多部门联合发布重要政策，为智能体尤其是工业领域智能体划定发展框架与落地要求：

一是《“人工智能+制造”专项行动实施意见》（工业和信息化部等八部门，2026 年 1 月）。作为工业智能体领域的核心顶层设计文件，明确提出到 2027 年推出 1000 个高水平工业智能体、推动 3 至 5 个通用大模型在制造业深度应用、打造 100 个工业领域高质量数据集、推广 500 个典型应用场景的量化目标。汽车研发设计作为智能制造的高端场景，是本次专项行动的重点赋能领域，直接驱动汽车研发智能体从单点试点向规模化普及跃迁。

二是《智能体规范应用与创新发展实施意见》（中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部，2026 年 5 月）。我国首个针对智能体领域的国家级专项政策，确立“安全可控、规范有序、创新驱动、应用牵引”四大发展原则，围绕科学研究、产业发展、民生福祉、社会治理五大方向部署重点应用场景。其中明确将制造业研发设计列为智能体创新应用的核心赛道，要求推动智能体与工业软件、研发流程深度融合，同时构建覆盖研发、部署、运营全流程的安全治理体系，为汽车研发智能体的合规发展划定了框架与底线。

三是多领域配套协同政策。国家发展改革委、国家能源局等部门出台能源领

域智能体专项指引，推动专用智能体、具身智能技术在工业场景的验证与中试；人力资源社会保障部等四部门发布“人工智能+人社”实施意见，明确行业智能体落地节奏与人才支撑方向。多领域政策形成协同，为汽车研发智能体的技术迭代、场景拓展与人才体系建设提供了配套保障。

2.3 国家标准筑牢智能体互联与合规底座

2026 年 6 月 26 日，国家市场监督管理总局（国家标准化管理委员会）批准发布《人工智能智能体互联》系列 7 项国家标准，填补了我国智能体之间互认、协作、任务调用、责任交接的规则空白。该系列标准规范了智能体互联的系统架构、接口协议、安全要求、责任追溯等核心维度，为汽车研发领域多智能体跨域协同、跨系统工具调用、跨主体任务交接提供了统一的技术规则，是汽车研发智能体进入企业核心业务系统、实现规模化落地的重要技术依据。

2.4 AI 演进的四个阶段

人工智能技术演进为汽车研发数字化提供底层支撑。行业将 AI 发展划分为四个阶段，当前处于生成 AI 向智能体 AI 的关键窗口期。

第一阶段，感知 AI（识别与理解）：以计算机视觉等为代表，能对文本等进行感知、识别与结构化提取，解决“看得清、听得懂、识得准”问题，用于汽车缺陷检测等。

第二阶段，生成 AI（内容与合成）：以大模型等为代表，可实现文本等生成，解决“能创作、能生成、能辅助”问题，用于汽车研发文档辅助等，此阶段 AI 以被动响应为主。

第三阶段，智能体 AI（自主执行与闭环）：智能体具备端到端能力，从“被动回答”升级为“主动执行”，可嵌入研发流程完成复杂任务链。

第四阶段，物理 AI（虚实融合与具身执行）：重点打破数字与物理界限，使 AI 理解相关约束，面向物理机理和预测的 AI 能力，通过机器人等在物理世界完成感知等操作，适配汽车研发强机理等场景。

图 4　AI 发展四阶段演进图

2.5 智能体核心能力

智能体是培育智能经济新形态、深化“人工智能+”及重构汽车研发体系的关键载体与核心技术。工业智能体是以大模型为核心认知与推理引擎，融合工业知识图谱、机理模型与领域数据的软硬融合系统，具备感知、决策、执行一体化能力，是复杂决策自主化执行的核心载体。

在汽车研发设计中，智能体不是替代工程师，而是增强其处理重复性、计算型、规则型工作的能力，释放创新精力，还通过提供预判、预警、推荐、辅助决策提升研发质效，同时打通数据孤岛与流程断点，构建智能化研发体系。结合工业场景需求，汽车研发领域智能体应具备六大核心能力。

图 5 汽车研发智能体六大核心能力图

一是意图理解与任务拆解。支持自然语言交互，精准解析工程师需求与研发目标，自动将复杂目标拆解为可执行、可校验、可追溯的子任务序列，明确输入输出、约束条件、交付标准与验收规则。

二是路径规划与决策优化。基于研发流程、工程规范、历史经验与知识图谱，自主规划最优执行路径，动态调整执行顺序，规避冲突、减少返工、提升效率，实现多目标平衡优化。

三是工具调用与跨系统协同。可调用 CAD、CAE、PLM、仿真、数据平台等工业软件与系统接口，完成建模、检索、仿真、审查、出图、报告、数据处理等操作，打通跨软件、跨平台、跨部门数据壁垒。

四是执行操作与结果交付。从“会回答”升级为“会干活”，直接产出可交付工程结果，如检索结果、设计方案、仿真报告、干涉清单、图纸标注、优化建议等，形成业务价值闭环。

五是校验反馈与迭代优化。对输出结果进行合规性、准确性、合理性、工程可行性校验，自动识别错误、预警风险、反馈修正建议，形成“执行—校验—反馈—优化”闭环。

六是多智能体协同与流程编排。支持多智能体分工协作，形成协同工作流，

覆盖产品定义—造型—设计—仿真—审查—测试—工艺全流程，实现跨域、跨环节、跨专业高效协同。

上述能力体系满足《人工智能智能体互联》系列国家标准对智能体的基础能力要求，在任务执行全流程中支持操作留痕、责任可溯、权限可控，满足工业场景高可靠、高合规的落地要求。

2.6 智能体工作流实现通专融合

通用大模型无法直接满足汽车研发等工业场景需求。发展通专融合技术是智能体在汽车研发落地的关键，也是实现可信、可用、可靠工业 AI 的关键。通专融合基于通用大模型基座、行业知识增强、工程机理约束、数据治理保障，四者深度耦合，解决通用 AI 痛点，构建满足汽车研发要求的智能体能力。

2.7 构建工业智能新体系

“十五五”期间，工业领域将构建“智能模型+数字孪生+智能体”新型工业智能系统，三者深度协同、相互赋能，共同构筑汽车研发智能化核心架构。智能模型是制造系统逻辑中枢，具有强大知识管理与综合推理能力，负责复杂决策支持与方案生成，支撑汽车研发核心能力，如意图理解、知识检索等。数字孪生是物理世界高保真镜像，具有可解释、高准确分析能力，通过几何、物理、过程仿真，实现汽车设计等精准映射与虚拟验证，解决工业场景低容错、高可靠问题。工业智能体是需求到执行的自主闭环中枢，具有感知、决策、执行一体化能力，通过任务拆解等，实现复杂研发任务自主执行与闭环迭代。

图 6 工业智能新体系三位一体架构图

三者以统一数字化平台为底座，形成数据、模型、决策、执行、反馈的自进

化闭环。数字孪生为智能模型提供机理约束与验证环境，驱动其自主优化；智能体统筹调度二者能力并执行，实现汽车研发全流程智能、自主、高效运行。

二、智能体赋能汽车研发的价值与逻辑

（三）智能体赋能汽车研发核心价值

智能体技术正在重塑汽车研发的核心价值逻辑，从全链路效率提升到知识资产沉淀，从研发范式重构到自主可控能力建设，推动汽车研发从经验驱动向智能驱动跃迁，提升企业核心竞争力，为行业带来系统性变革机遇。

3.1 全链路提效缩短研发周期

传统汽车研发遵循“瀑布式”线性流程——从概念设计到工程设计，再到仿真验证、样车试制和测试调校，各环节依次推进。智能体技术的引入正在从根本上重构这一范式，实现研发流程的并行化、协同化和智能化，在不牺牲性能和安全可靠性的前提下提升决策效率，减少反复试错，显著缩短研发周期。

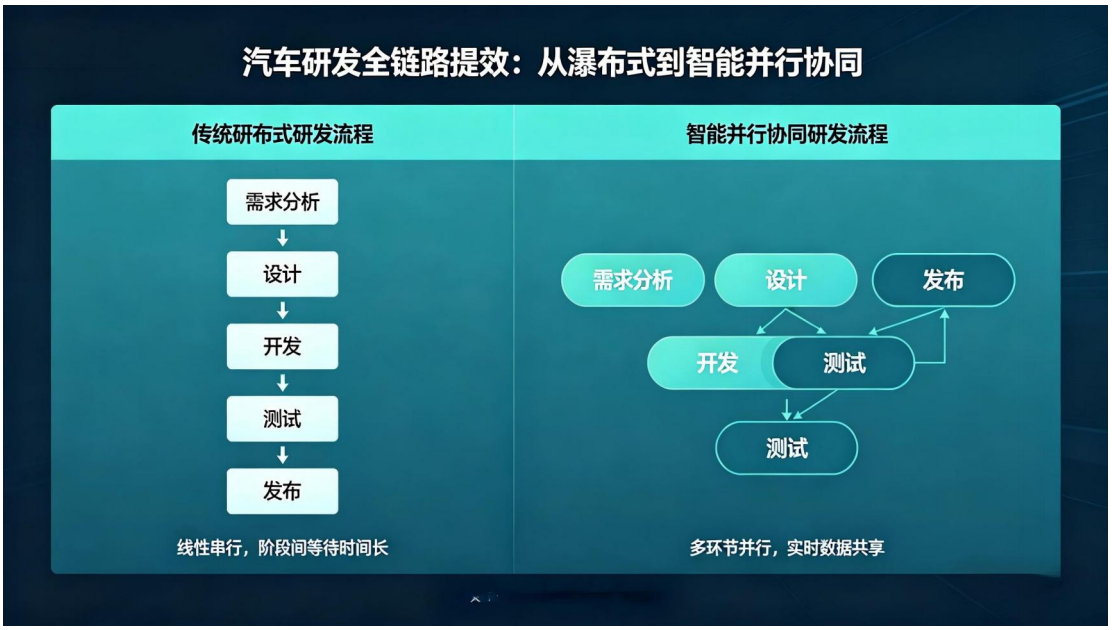

图 7 汽车研发全链路提效

智能体构建“设计即仿真”实时反馈机制，解决了CAD建模、CAE仿真、CFD流场分析等传统割裂问题。在设计阶段，生成式智能基于风阻系数、碰撞安全、NVH指标等目标自动生成多组候选方案，同步调用仿真智能体开展快速性能预评估，使设计师在创意设计阶段即可获取目标预判，持续优化方案。

传统研发模式下，大量物理试错环节集中于后期样车阶段，此阶段发现问题通常会产生高昂的返工成本。智能体通过构建高保真数字孪生系统与虚拟验证环境，将潜在问题识别环节前置至数字空间。依托历史项目数据训练的“缺陷预测智能体”，可在设计阶段识别潜在工艺冲突、装配干涉等风险，显著降低后期物理样车的返工概率，避免模具修改等相关成本，充分体现了“早发现、早解决”的应用价值。

应用智能体技术，整车研发周期可实现显著压缩。在造型优化阶段，减少A面迭代次数；在工程设计阶段，提升自动标注与出图效率；在试验验证阶段，优化测试方案并提高测试覆盖度。此类效率提升并非以牺牲质量为前提，而是通过更充分的数字空间探索与风险预判，达成“又快又好”的研发目标。

3.2 知识资产化提升服务能力

汽车工业历经百年发展，积累了海量设计图纸、工艺规范、试验数据及专家经验。然而，此类知识资产长期呈现分散化、非结构化特征，难以实现有效复用与传承。智能体技术通过“经验萃取－智能体建模－持续进化”的实施路径，将个体经验转化为组织级能力，实现经验的高效传承，推动隐性经验向可量化、可运营、可增值的数据资产转化，完成汽车研发数据治理体系建设。

知识资产化价值在于形成可对外输出的AI产品与服务能力，开辟新的业务增长曲线，加速汽车领域生产性服务业发展。AI驱动的“应用场景式”服务正迎来“量增质优”的重大发展机遇。当前已明确的AI产品商业化模式包括大模型私有化部署服务、智能体产品订阅服务、算力与仿真云服务、中试验证与数据服务等。

3.3 研发范式重构提升设计能力

汽车研发范式正经历从“经验驱动”向“数据驱动、模型驱动、智能驱动”的根本性转变。这一转变并非对经验价值的简单否定，而是通过人工智能技术实现知识驱动与数据驱动的深度融合，推动研发模式从经验分散、流程串联转向知识复用、数据闭环与智能协同，构建更高维度的智能决策体系。

传统经验驱动模式依赖工程师个体知识与历史案例类比，存在主观性强、覆盖场景有限、难以处理多目标优化等问题；纯数据驱动模式则面临小样本困境、

物理可解释性差、极端场景覆盖不足等挑战。智能体技术可实现两种范式的协同融合，一是通过内置知识图谱与物理规则引擎，确保决策的物理一致性与可解释性；二是依托深度学习模型，从海量数据中挖掘隐性模式与复杂关联。

与此同时，智能体技术推动研发流程向“并联式、网络化”演进，具体体现为：以知识复用替代重复创造，提升设计效率，避免“重复造轮子”等问题；以数据闭环替代开环决策，使研发体系具备自我进化能力；以全局最优替代单点优化，统筹考虑造型、性能、成本、制造、维修等目标，促进决策范式升级。

3.4 软件国产化提升自主可控能力

汽车工业长期依赖国外商业 CAD/CAE/CAM 软件及工具链，在核心技术、数据安全与供应链韧性等方面存在潜在风险。智能体技术的自主可控发展，为构建安全、可信的汽车研发能力体系提供了战略机遇。推动关键研发环节自主化，短期以连接和增强为主，提高现有 CAD/CAE/PLM 工具链的自动化、知识调用和可信验证能力；中期沉淀规则库、Engineering Skills、工作流模板和跨软件连接器；长期在自动出图、图纸审查、仿真流程自动化、标准件/相似件生成等边界清晰的高频场景形成局部自主可控能力。

依托自有算法库（含优化算法、机器学习算法、几何处理算法）、规则引擎（含设计规范检查、工艺可行性验证）、知识库（含材料数据库、标准件库、失效案例库）及流程引擎（含研发流程编排、智能体调度），通过对智能体的持续投入与生态建设，构建自有核心能力，形成可持续演进的自主可控技术体系，增强汽车产业链供应链的安全性与韧性。

（四）智能体落地汽车研发的关键逻辑

智能体技术在汽车研发领域的落地并非简单的技术移植，而是一场跨越通用 AI 能力与专业工程要求之间鸿沟的系统性变革。从应对可靠性、可解释性与工程约束的多重挑战，到构建“通专融合”的分层架构，再到形成工程化闭环与流程融合框架，智能体正逐步转化为工业级生产力工具，在遵循工程规律的前提下释放 AI 潜能。

4.1 通用 AI 在汽车工业面临的挑战

智能体技术若要转化为汽车工业生产力，不仅要求技术层面的适配与优化，更涉及方法论、流程体系及组织能力的系统性重构。汽车工业对安全性、可靠性与精度的极致要求，为人工智能技术的应用设立了严格的准入标准。

图 8 通用AI在汽车工业面临的挑战

一是可靠性与功能安全的双重挑战。汽车研发涉及生命安全，任何设计决策均需满足功能安全标准。通用大模型固有的“幻觉”问题在汽车研发场景中具有不可接受性，即模型可能生成看似合理但不符合物理规律或工程实际的内容。因此，需通过知识蒸馏、约束编码及验证机制，将工程规则、物理定律与标准规范固化为智能体的“硬约束”，确保其输出在数学、物理及工程逻辑层面的严谨性。

二是可解释性与可追溯性的刚性需求。汽车研发具有长周期、高投入的特点，设计决策需经得起时间检验与审计追溯。通用人工智能的“黑箱”特性与工程实践中因果分析及责任追溯的要求存在根本性冲突。工程师不仅需要知晓结果“是什么”，更需理解推导过程“为什么”。因此，智能体必须具备可解释能力，能够展示其推理链条、引用依据及决策逻辑。

三是工程约束与现实资源限制。汽车研发场景存在大量工程约束与现实资源限制。CAD/CAE 等工业软件授权成本高昂，对其使用规模形成限制；现有工具链的封闭架构进一步提升了系统集成难度，而设计迭代的快节奏特性，对系统的

实时响应能力提出了更高要求。通用人工智能模型通常参数规模庞大，推理延迟较高，难以直接部署于工程师的本地工作站。因此，在保障模型核心能力的前提下，依托模型压缩、边缘计算及混合云架构，有效降低计算开销。与此同时，智能体需与主流工业软件实现深度集成，无缝嵌入现有工作流程。

4.2 通专融合架构解决适配问题

针对通用人工智能与专业工程领域之间的适配矛盾，需构建分层递进的“通专融合”技术架构，实现通用能力向专业应用的逐级转化与价值聚焦。该“通专融合”技术架构共分为四层，依次为基础设施层、算法模型层、智能体工具层以及平台生态层。

4.3 工程化闭环深挖数据价值

场景验证是价值落地的起始环节，同时也是风险管控的核心节点。应当优先选取价值密度高、应用频次高且边界清晰的场景作为切入点，例如标准件智能选型。通过开展快速原型开发，在真实项目环境中对智能体的技术可行性与业务价值进行验证。该阶段遵循“小步快跑”的实施原则，通过A/B测试对比智能体辅助模式与传统研发模式在效率、质量维度的差异。

能力沉淀是将通过验证的场景经验转化为可复用资产的过程。该环节需对单个场景中已训练完成的模型权重、知识库片段及工作流脚本进行解构，提取具备通用性的能力组件，搭建“智能体能力库”，并按照功能维度（设计、仿真、优化、分析）与对象维度（车身、底盘、电子电气、动力总成）开展分类管理。此类沉淀过程不仅覆盖技术能力，还纳入最佳实践、工作流程及适用边界说明，最终形成组织级的智能体开发规范。

产品化是将能力组件封装为标准化产品的过程。面向内部用户，提供可快速部署、即插即用的智能体插件；面向外部客户，将成熟的智能体能力封装为MaaS服务或私有化部署方案。产品化阶段需重点关注用户体验与商业模式设计，针对不同专业背景的工程师定制差异化交互界面，并通过项目订阅、降本效果分成等模式，推动外部商业化落地与内部激励机制运转。

规模化复制是实现智能体价值最大化的核心路径。在组织内部，需培育兼具AI技术能力与业务认知的复合型人才，推动智能体在不同车型项目、不同研发部门间的快速推广，同时建立配套激励机制，鼓励工程师贡献场景需求、标注数据与优化建议，形成“越用越好用”的飞轮效应。在产业层面，通过开放共享通用的汽车智能体标准、接口规范与数据格式，降低全行业的技术采纳成本，最终推动智能体从工具属性向基础设施属性转变，重塑汽车研发的生产方式与组织能力。

4.4 智能体与研发流程的融合

智能体要深度融入汽车研发体系，需遵循“以人为本、流程贯通、治理闭环”的融合框架，在技术赋能与工程实践之间寻求最优平衡点，在尊重工程规律的前提下释放人工智能技术潜能，推动汽车研发向更高效率、更高质量、更可持续的方向发展。

增强工程师能力而非替代工程师是该项工作的基本原则。汽车研发属于高度创造性的智力活动，涉及复杂的价值判断、权衡决策与创新突破，此类环节是当前AI技术无法替代的。智能体的定位应为“超级助手”，主要承担烦琐的重复性工作，例如网格划分、报告格式化等，并提供全面的知识支持，如快速检索相似案例、自动匹配标准规范等。依托“人在回路”机制，关键决策点必须由工程师确认，智能体仅提供决策建议，不作出最终裁决。

打通全链路数据流是流程融合的核心。传统研发流程中，造型、设计、仿真、试验、制造等环节存在数据格式不统一、系统孤岛等问题，引发信息传递损耗与数据混乱。智能体作为“数据连接器”，可通过统一的数据语义层，实现跨系统、跨专业的无缝数据流转。基于智能体的“事件驱动”协同机制，能够打破传统串行流程的局限，实现真正的并行工程与实时协同。

全程可追溯与质量治理是工业级应用的底线要求。需建立覆盖智能体全生命周期的治理框架：在训练阶段，记录数据来源、标注质量与模型版本，确保训练数据的合规性与代表性；在推理阶段，记录每次调用的输入参数、输出结果与置信度评分，建立完整的操作日志；在应用阶段，建立模型性能监控体系，当检测到性能下降时自动告警并触发再训练流程。同时，当智能体连续输出低置信度结

果或检测到异常模式时，系统自动切换为人工运行模式，保障系统始终在安全边界内运行。

4.5 工业级可信智能体是可信工程底线

工业级可信智能体是实现智能体从可用到可信的工程底线。当智能体深度嵌入汽车研发流程后，除搭建系统化方法框架外，更需构建一套覆盖设计、运行与迭代全周期的工程化可信原则，保障智能体的每一项输出与决策均可解释、可追溯。该原则体系需覆盖项目上下文前置、证据驱动输出、规则与模型分工、人机协同签核、适用域声明、执行白名单、全链路审计以及失败安全机制。

三、智能体研发体系总体架构

（五）体系建设目标与实施定位

面向汽车研发智能化转型的需求，智能体研发体系已明确五大总体目标与“五位一体”AI原生基础设施布局，划分能力建设、场景规模化、平台生态三大演进阶段，对研发AI体系建设开展系统性规划，支撑企业实现战略跃迁与行业引领。

5.1 总体目标构建研发新范式

面向汽车产业智能化转型的未来发展趋势，智能体研发体系以“AI重构研发价值链”为核心指引，确立效率提升、资产沉淀、平台成型、商业价值实现、自主可控五大战略主线。通过五大主线的协同推进，预计 2029 年左右，国内骨干汽车企业将建成具备行业领先水平的汽车设计研发垂类AI平台与生态雏形。

以“效率提升”为牵引，智能体研发体系已将AI能力深度融入研发立项、产品定义、工程设计、仿真测试直至方案验证的全流程与各环节。依托AI驱动的流程再造，将降本增效过程中产生的技术成果、数据知识及实践经验，持续沉淀为可复用、可扩展的核心能力资产，进而推动分散化的能力资产完成平台化、体系化整合，最终构建面向全行业、具备可持续性的商业化创收与价值外溢能力，具体如下：

一是研发周期实现革命性压缩。在保障产品性能、安全标准与可靠性的前提下，通过AI技术重构研发链路，可显著缩短研发周期。AI的核心价值并非简单替代人力，而是通过提升决策效率、减少试错迭代、促进设计、仿真、测试、验证高度协同，对传统研发模式进行根本性变革。其核心在于实现知识驱动与数据驱动的双轮融合，推动研发模式从经验分散、流程串联的传统形态，向知识复用、数据闭环、智能协同的新型范式升级跃迁。

二是全面建成研发数据资产化体系。完成汽车研发全要素数据治理体系建设，将图纸、模型、BOM、流程、规范、标准及专家经验等核心知识，转化为可治

理、可复用、可运营、可交易的战略性数字资产。

三是全面形成AI商业化能力。构建成熟的AI产品矩阵与商业模式，具备大模型私有化部署、垂类智能体产品、专属算力服务、中试验证与工程化服务等多元化创收能力。

四是核心技术环节实现自主可控。加速推动研发关键环节的平台化、自主化、国产化发展，从根本上降低对国外工业软件与技术系统的依赖，构筑安全、自主、可控的研发技术底座。

五是VDA平台核心能力建设完备。构建并完善覆盖设计、仿真、协同、验证四大核心领域的VDA（Vehicle Design AI）汽车研发AI工程平台，形成智能研发的核心技术引擎。

5.2“五位一体”AI原生基础建设

2029 年前后，智能体研发体系将初步建成覆盖汽车研发全价值链的AI原生基础设施。该基础设施将深度渗透并赋能产品定义、造型设计、工程设计、仿真分析、软件开发、工艺制造、测试验证、知识管理与项目协同等核心研发环节，构建形成“一体系、一底座、一集群、一路径、一网络”的“五位一体”战略格局，推动企业完成从传统汽车设计服务商向领先的研发智能平台与行业解决方案提供者的战略转型升级。

一是构建可持续运营的研发数据资产体系。建立覆盖数据采集、清洗、标注、治理、服务、应用及迭代的全生命周期管理机制，推动数据成为驱动行业创新的核心生产要素。

二是打造统一的AI工程与智能体协同底座。构建标准化、模块化、可扩展的技术中台，为各类智能体提供统一的模型服务、工具调用、任务编排及安全管控能力，支撑跨部门、跨领域、多智能体的高效协同。

三是开发一批深度嵌入研发流程的垂类AI产品。打造一批高可用、高价值的场景化AI工具与智能体应用，使其无缝嵌入研发工程师日常工作流程，成为提升研发效率的标准化生产力工具。

四是规划清晰的增长路径。确立并践行“内部提效验证→平台化沉淀→行业

化复制→商业化价值实现”的闭环增长路径，保障技术价值与商业价值的持续落地兑现。

五是搭建开放共赢的产业协同网络。联合主机厂、核心供应商、高校院所、技术伙伴等各类生态主体，构建共创、共享、共演进的汽车研发AI产业协同网络，共同定义行业新标准。

5.3 三阶段演进路径推动体系落地

为保障总体目标平稳落地，遵循“由点到面、由内及外、迭代升级”的科学规律，本次整体建设划分为三个阶段，各阶段核心任务、建设重点与里程碑目标明确如下：

第一阶段，能力建设期（2025 年至 2026 年）。本阶段定位为从分散探索转向平台化建设、从概念验证转向业务可用，核心任务为夯实基础能力、统一技术底座、验证应用价值。本阶段将推动AI战略的组织化与体系化落地，建立顶层牵引机制；初步构建研发数据治理与知识资产化体系，打通数据孤岛；搭建统一模型底座等技术平台；在多个高价值场景优先形成可用易用的AI应用，完成至少 4 个核心业务流的AI嵌入闭环构建。所有技术成果与场景应用均需在研发项目中完成全流程试运行与压力验证，依托实际业务数据打磨产品稳定性与场景适配性，最终推动企业完成从零散AI项目向“统一AI平台+N个标准场景”的集约化转型，形成首批标准化AI产品雏形。

第二阶段，场景规模化阶段（2027 年）。本阶段定位为从单点工具转向跨域协同、从内部应用转向对外输出，核心任务为规模推广、深度协同、构建商业化模式。本阶段将以四大核心模块为支柱搭建跨域智能体协同架构，推动核心AI能力深度嵌入 30%以上的内部研发流程，完成内部全场景的规模化落地验证；推动成熟场景完成产品化转化，形成行业标准化产品；初步构建完成商业化模式，实现AI升级为研发流程核心协同节点、企业第二增长曲线初步显现的发展目标。

第三阶段，平台生态期（2028 年至 2029 年）。本阶段定位为从工具平台转向行业基础设施、从能力输出转向生态定义，核心任务为构建产业生态、制定行业标准、实现行业引领。本阶段将搭建覆盖研发全流程的产品与平台矩阵，建成

四大核心体系；打造规模化客户服务与生态合作网络；沉淀并输出行业标准与方法论，明确行业发展规则；在汽车研发 AI 领域确立引领性品牌地位。最终形成内部提效、外部创收、数据沉淀、平台增强的正向发展循环，构筑行业先发壁垒与鲜明品牌标识。

（六）通专融合技术底座与四层架构

构建“底座筑基、架构支撑、模型赋能、数据驱动”的完备技术体系，该体系以四维一体技术为核心，融合通用专用模型与统一平台能力，推动汽车研发向智能化、高效化、标准化方向转型，实现技术落地与价值升级。

6.1 四维一体技术底座

为支撑智能体研发体系的稳定运行、高效迭代与规模化落地，构建“大模型+工业软件+云原生+智能体”四维一体技术生态底座。四大模块深度协同、互为支撑，形成覆盖全维度的技术支撑基础，破解传统研发技术底座存在的痛点，为汽车研发 AI 化转型提供核心技术支撑。四维一体技术底座的核心逻辑聚焦“协同联动、能力互补”，下文将对各维度的核心定位与价值进行拆解，阐明其协同支撑逻辑。

一是，大模型作为核心智能引擎，提供通用与垂类智能能力，涵盖文本解析、图形生成、科学计算、几何理解等核心技术，是智能体实现自主决策、高效执行的核心支撑，也是通专融合模型体系的核心载体。

二是，工业软件立足汽车研发核心场景，衔接CAD、CAE、PLM等主流工业软件，实现技术底座与研发业务场景的深度绑定，破解AI与工业软件“两张皮”问题，保障智能体能够无缝嵌入研发全流程。

三是，云原生提供弹性算力、分布式部署、高效调度能力，支撑海量研发数据的存储、处理与分析，以及多智能体的并行运行，可降低AI研发与部署成本，提升系统的扩展性与稳定性。

四是，智能体作为技术底座的应用载体，将大模型的智能能力、工业软件的业务能力、云原生的部署能力转化为可落地的研发工具，实现从技术能力到业务

价值的转化，是连接技术底座与研发场景的核心桥梁。

6.2 四层技术架构

依托四维一体技术底座，构建形成“基础设施层→算法模型层→智能体工具层→平台生态层”的四层技术架构。各层级自上而下形成支撑关系，自下而上完成价值传导，共同构成“算力支撑→模型赋能→工具落地→生态协同”的完整技术链路，保障智能体研发体系具备系统性、可扩展性与落地可行性，同时对接软件开发层能力，实现全流程技术闭环。

图 9 通专融合技术架构图

6.2.1 基础设施层

作为整体技术架构的硬件基石，基础设施层的核心定位是为系统提供高效、安全、可扩展的算力支撑与数据服务，破除数据流通环节的壁垒。该层级重点部署高端智算中心与数据融合平台，实现通用语料、行业数据及企业私有数据的全面贯通，为上层模型训练与智能体运行提供充足算力及高质量数据保障。与此同时，该层级建立了完善的数据存储与传输安全机制，保障研发核心数据的机密性与完整性，为后续数据资产化建设与模型研发工作筑牢基础。

6.2.2 算法模型层

承接基础设施层提供的算力与数据支撑，算法模型层作为智能能力的核心来源，重点构建由三类模型协同运行的算法体系。第一类为通用模型，整合大语言

模型、多模态模型、代码模型与视觉模型，可提供基础认知、生成与理解能力；第二类为专业模型，实现与汽车研发场景的深度适配，覆盖知识检索、图纸理解、几何识别、风阻预测、动力经济性及CAD特征识别等方向；第三类为工程机理模型，融合规则引擎、物理代理模型、优化算法、仿真降阶模型与约束校验模型，保障工程设计的可行性与物理一致性。

该算法体系通过通用模型与专业模型的深度融合，将通用智能潜力与汽车研发领域强机理、高精度的核心需求实现精准对接。本层级的核心价值在于将数据资源转化为智能能力，通过模型训练与微调实现对各研发场景的精准赋能，为智能体工具开发提供核心算法支撑。

6.2.3 智能体工具层

本层级将算法模型层的智能能力转化为可直接应用于汽车研发场景的落地工具，采用分阶段沉淀策略，培育一批经实际项目验证的工程技能、工作流模板与专业智能体。第一阶段，聚焦十余个高频核心能力，例如风阻预测、碰撞CRASH等AI模型，快速解决研发领域最为突出的效率低下问题；第二阶段，形成 50 个以上可复用工程技能，覆盖 3D转 2D自动投图、智能轻量化设计、知识检索、DMU智能审查等关键研发场景；第三阶段，逐步向研发全流程扩展，通过持续的积累与迭代，形成规模化的智能体生态。上述智能体工具可深度嵌入造型设计、工程设计、仿真分析、测试验证等核心研发环节，直接解决研发过程中高耗时、高重复、高协同成本的痛点，实现研发效率的精准提升。

6.2.4 平台生态层

本层作为技术架构的顶层载体，核心定位为打造“AI+汽车工业设计协同工作台”，提供MaaS/PaaS双模式部署方案，可实现与主流工业软件的嵌入集成，打破不同研发阶段的数据壁垒，支撑研发数据实现跨环节联动，推动孪生仿真落地开展。与此同时，本层承担产业协同生态的构建职能，联动整车制造企业、供应商、高校等各生态主体，推动技术成果转化与协同创新落地，最终实现从技术到产品再到生态的价值升级路径。

此外，本架构增设软件开发层，面向汽车工业设计全流程，即造型→设计→

仿真→测试→迭代→交付全链条，输出“可配置、可审计、可追溯、可集成”的标准化软件能力，衔接各层级技术能力，保障上层智能体与下层算力、数据平台的稳定运行与持续迭代，完善技术架构的闭环支撑能力。

6.3 通专融合模型体系

通专融合模型体系是算法模型层的核心构成，同时也是智能体实现精准赋能的关键支撑。该体系以“通用能力筑基、垂域能力聚焦、机理能力补位”为核心逻辑，构建形成“通用基座+垂域模型+机理模型”三位一体的模型架构，可同时兼顾通用性与专业性，破解了传统模型“通用而不精准、专业而不通用”的痛点，能够实现对汽车研发全场景的全面赋能。

6.3.1 通用基座

通用基座作为通专融合模型体系的基础底座，核心功能为沉淀通用智能能力，涵盖通用大模型、多模态模型、代码能力、文本解析能力等核心模块，具备跨场景的通用适配特性。其核心价值在于为垂域模型与机理模型提供基础智能能力支撑，降低专项模型的研发成本，实现技术能力的复用与高效迭代。通用基座聚焦解决“通用智能赋能”问题，保障各类专项模型可依托通用能力，结合汽车研发场景实现精准适配。

6.3.2 垂域模型

垂域模型以通用基座为基础，结合汽车研发行业特点与具体场景开展微调优化，聚焦汽车设计研发核心领域，形成针对性智能能力，涵盖AI造型生成、设计知识大模型、CAD生成、CAE仿真、性能测试反演等六大核心垂类，与六大核心能力模块一一对应。

垂域模型的核心定位为“场景化精准赋能”。例如，设计知识大模型聚焦知识工程与语义映射场景，可实现研发知识的结构化梳理与复用；CAD生成模型聚焦三维几何与空间拓扑场景，可实现数模的智能生成与编辑；CAE仿真模型聚焦科学计算与物理仿真场景，可实现风阻、动力经济性等性能的精准预测，保障智能能力精准匹配研发场景需求。

6.3.3 机理模型

机理模型以汽车研发的物理规律、工程机理为核心，聚焦CAE科学计算等核心场景，可弥补通用基座与垂域模型在物理仿真、性能预测等领域的精度短板，保障智能体输出结果符合工程规范与物理规律。其核心价值是为智能赋能提供“刚性约束”，在风阻预测、动力经济性分析等场景中，机理模型可融入流体力学、热力学等核心物理规律，实现毫秒级精准预测，同时可突破传统商业软件的瓶颈，降低研发成本。

三者协同构建形成完整的通专融合模型体系：通用基座提供基础智能能力，垂域模型实现场景精准适配，机理模型保障工程可用性。三者有机结合，推动智能体从“辅助工具”向“工程专家”升级，为汽车研发全流程的智能赋能提供核心模型支撑。

6.4 统一平台能力

为实现四层技术架构的高效协同、通专融合模型的规模化应用及智能体工具的有序运行，需构建“数据—模型—调度—接口—安全—审计”六大统一平台能力，作为衔接技术架构与业务场景的核心枢纽，保障整个智能体研发体系标准化、规范化、安全化运行，同时支撑产品矩阵有序推进。

一是统一数据能力。建立统一的数据治理与管理体系，实现研发数据的统一采集、分类分级、标签化管理，打通各业务环节的数据孤岛，构建标准化的训练集、验证集、评测集，为模型训练与智能体运行提供高质量、可复用的数据支撑，推动数据资产化落地。

二是统一模型能力。建立统一的模型管理平台，实现通用基座、垂域模型、机理模型的统一注册、训练、微调、部署与迭代，形成标准化的模型评测与优化机制，保障模型能力的一致性与可复用性，支撑多智能体协同运行。

三是统一调度能力。构建统一的任务调度引擎，实现算力、数据、模型、智能体工具的动态调度与协同分配，优化资源使用效率，支撑多智能体跨域协同执行复杂研发任务，打通“需求—设计—分析—验证—工艺”的任务链路。

四是统一接口能力。建立标准化的接口体系，实现平台与主流工业软件、企

业IT系统、外部生态伙伴系统的无缝对接，保障数据与能力互联互通，支撑智能体工具嵌入研发全流程，同时为行业化复制与商业化输出提供标准化接口支撑。

五是统一安全能力。构建覆盖数据安全、模型安全、接口安全、运行安全的全流程安全防护体系，建立数据隔离与权限控制机制，实现核心数据加密存储与传输、模型可追溯与安全审计，保障研发核心资产的机密性与安全性，满足工业研发场景的高安全要求。

六是统一审计能力。建立标准化审计体系，实现对模型训练、智能体运行、数据使用、任务执行等全流程的日志记录与审计追溯，明确各环节责任主体，保障整个体系合规运行，同时为优化迭代提供数据支撑，形成“运行—审计—优化”的闭环管理。

六大统一平台能力相互协同，形成“统一标准、统一管理、统一协同”的运行体系，破解传统研发体系“分散管理、协同不足、安全管控薄弱”的痛点，为智能体研发体系的规模化落地与商业化输出提供坚实保障，同时支撑产品矩阵“平台底座—重点场景—扩展场景—生态预研”的分级推进。

6.5 从最终交付数据到过程数据

依托统一平台能力底座，实现研发 AI 智能的持续进化，需构建以数据为核心驱动力的飞轮体系，系统性打通从“最终交付数据”到“过程数据”的闭环，推动数据在流动中实现持续增值。

四、智能体全场景应用与工程实践

（七）六大核心能力模块与优先场景

智能体技术正推动汽车研发由传统工具辅助模式向智能原生模式演进。在汽车研发设计全链条中，智能体技术主要体现为六大核心能力模块，具体包括知识工程与语义智能、多模态感知与生成、科学计算与物理仿真、三维几何与空间拓扑、研发协同与流程自动化、工程技能自动化复用，可为行业提供可借鉴的技术路径与工程实践方案。

图 10 六大核心能力模块与优先场景示意图

7.1 知识工程与语义智能体

7.1.1 研发知识图谱构建与应用

汽车研发领域已积累海量设计规范、技术文档、仿真报告及项目数据。传统模式下，此类知识资产分散存储于各工作站、项目文件夹或部门服务器中，难以实现有效联动。知识图谱技术的引入，为构建体系化、结构化的研发知识库提供了可行路径。

知识图谱的构建遵循数据盘点、知识识别、语义映射、图谱构建及应用验证

的技术路线。一是，开展数据盘点，对现有研发数据进行系统梳理与分级分类，精准识别核心知识资产；二是，实施知识识别，运用自然语言处理技术从非结构化内容中抽取知识要素及其关系与属性；三是，推进语义映射，建立汽车工程领域的语义映射规则，将识别结果与标准术语匹配统一；四是，构建覆盖设计对象、设计过程、设计约束等维度的知识图谱，并开展应用验证。

在汽车研发场景中，知识图谱的应用价值主要体现在以下方面。一是，可实现跨项目、跨文档的知识关联，研发人员可通过单一入口检索到与特定设计问题相关的全部技术资料；二是，可支撑智能推理，基于图谱中的约束关系与规则，自动识别设计方案中的潜在冲突；三是，可促进知识沉淀，将分散的隐性经验知识提炼为可共享、可复用的显性知识资产。

知识图谱的构建需解决数据质量、语义一致性及持续更新等关键问题。一是，数据质量层面，需建立数据清洗、去噪与标准化机制，确保入库知识的准确性与完整性；二是，语义一致性层面，需制定统一的术语体系与本体模型，避免不同来源知识产生语义冲突；三是，持续更新层面，需建立知识增量更新与版本管理机制，确保图谱内容与研发实践同步演进。

7.1.2 行业知识大模型与智能问答

大模型技术的快速发展，为汽车研发知识的智能化应用开辟了全新路径。相较于通用大语言模型，面向汽车研发领域的垂直知识大模型具备更强的专业理解能力与工程实用价值。

垂直领域知识大模型采用基础模型与领域微调相结合的技术路线构建。基础模型选取经充分验证的通用大模型，具备突出的语言理解与生成能力；领域微调以汽车领域研发知识图谱，以及涵盖设计规范、技术标准、项目文档及专家经验的工程专业语料库为基础，使模型掌握行业特有的术语体系、表达习惯与知识逻辑。

智能问答系统是知识大模型的典型应用场景。该系统支持研发人员以自然语言提出技术问题，模型在精准理解问题意图后，从知识库检索相关信息并生成符合工程规范的回答。相较于传统关键词检索，智能问答具备三项核心优势：一是支持语义理解，可识别问题真实意图，而非仅开展简单关键词匹配；二是支持多

轮对话，可根据用户反馈持续细化或修正回答；三是支持知识溯源，每条回答均附带信息来源，为使用者提供核实与追溯支撑。

智能问答系统的应用覆盖汽车研发全流程。在产品定义阶段，可加速市场需求解析与竞品分析；在造型设计阶段，可服务于造型灵感捕捉与设计要素联动；在工程设计阶段，可兼顾结构、材料、工艺等方面的研发诉求；在仿真分析阶段，可提供仿真方法优化与参数设置指导；在试验验证阶段，可协助分析试验数据与问题根因。

知识工程与语义智能体的建设，对汽车研发具有多重价值。在效率层面，可显著提升资料援引、规范解读与方案形成的效率，将研发人员精力更多释放至创造性设计工作中；在质量层面，可通过知识的标准化沉淀与智能化推送，减少因主观判断或信息壁垒导致的设计缺陷；在积累层面，可将优质研发环节的经验转化为可复用、可推广的知识资产，辅助企业打造自身的智能研发内核。

实施知识工程需关注以下四点：一是坚持“业务牵引、技术支撑”的原则，以解决实际工程开发痛点为导向，避免“过设计”的盲目建设；二是注重数据治理的基础作用，知识图谱与大模型的应用效果很大程度上取决于底层数据质量，需投入足够资源开展数据清洗与标准化工作；三是建立知识运营的长效机制，知识资产需持续更新与维护，应配套相应的组织架构与流程制度；四是关注安全合规要求，研发数据涉及企业核心机密，需建立完善的环境搭建与权限控制体系。

7.2 多模态感知与生成智能体

7.2.1 造型创意生成与数据快速升维转化

汽车造型设计是项目实体化的起点，也是创意与工程融合的核心环节。传统造型开发流程中，从概念草图到三维数模的转化需经历多轮手绘、油泥模型制作及数字化建模迭代，存在周期较长、成本较高的问题。多模态感知与生成智能体的引入，为造型创意的高效表达与快速转化提供了新路径。

造型创意生成依托扩散模型等生成式 AI 技术，可根据设计意图文本或参考图像自动生成多样化造型方案。系统支持通过自然语言描述设计概念，或上传参考图片，基于图像理解生成风格匹配的创意方案，生成结果覆盖整车外观、内饰

布局、细节特征等维度，可为设计提供丰富的创意灵感参考。

二维平面设计图（2D）向三维立体模型数据（3D）的快速转化是造型智能体的核心能力之一。系统基于对二维设计图的理解，自动生成具备合理拓扑结构的三维概念模型。技术实现流程为：首先通过视觉编码器提取二维图像的几何特征与风格特征，随后通过生成网络预测三维形状，最后经后处理优化生成可编辑的 CAD 兼容格式。该能力可大幅缩短从概念设计到工程验证的周期，支持在设计早期阶段评估造型的工程可行性。

多模态生成技术的应用需关注以下三个方面：一是生成结果的可控性，系统应提供丰富的参数调节选项，使设计师能够精准控制生成结果的风格、比例及细节；二是与工程约束的兼容性，生成模型应内置基础工程规则，确保输出结果符合制造工艺及相关要求；三是生成过程的可解释性，系统应具备生成结果的依据说明与参数溯源能力，便于研发人员理解并审核设计决策的形成逻辑。

7.2.2 视觉表达与方案迭代效率提升

造型设计的本质是在工程约束基础上完成造型语言的艺术表达。多模态智能体的视觉表达能力，直接决定其在设计实践中的应用价值。当前技术已可实现高质量渲染效果，覆盖真实感 CMF（色彩、材质、工艺）表现、光影效果模拟及环境氛围营造等方向。

在方案迭代环节，智能体可支持快速风格转换与细节调整。基于初始设计方案，通过参数调节即可探索不同设计变体，完成车身比例调整、型面走势优化、细节元素替换等操作。相较于传统手绘与建模方式，迭代耗时从天级缩短至分钟级，效率提升显著。系统具备版本管理与对比功能，便于研发人员追溯并评估不同方案的优劣。

效率提升是多模态智能体的直接价值体现。在概念探索阶段，智能体可指数级提升造型方案基础工作的交付效率；在方案评审阶段，高质量可视化渲染可减少比例模型制作的工作量；在工程对接阶段，2D 到 3D 的快速升维转化可有效提升工程边界吻合度，缩短设计冻结前的迭代周期。多模态智能体可作为设计师的辅助工具，将设计师从机械重复性工作中解放，使其能够专注于更高层次的设

计决策等创意性工作。

7.2.3 典型应用与效果

多模态感知与生成智能体在汽车造型开发的概念设计、细节设计、方案评审、工程对接等典型场景中，承担支撑决策、模拟验证、效果呈现、前置评估等功能。该技术可助力提升造型设计团队的创意创新能力，推动智能体技术在造型设计领域的深度应用与能力持续拓展。

应用效果体现于开发过程的多个维度：效率维度聚焦设计方案的迭代速度，质量维度关注设计方案的造型语言表达及工程可行性，满意度维度涵盖设计师与决策层对智能体辅助交付效果的认可程度。智能体的应用效果与组织的设计流程、人员能力及数据基础密切相关，需结合实际情况制定合理的应用策略与预期目标。

7.3 科学计算与物理仿真智能体

7.3.1 空气动力学性能快速预测

空气动力学性能是影响汽车能耗与行驶稳定性的关键因素之一。风阻性能开发依赖计算流体力学（CFD）仿真与风洞试验，其中仿真准备工作繁复且计算耗时较长，风洞试验成本较高。智能体驱动的气动性能快速预测技术，为风阻性能开发提供了高效的前置评估手段。

智能体的风阻预测功能基于深度学习模型与研发知识图谱，构建车辆外形参数与风阻系数之间的映射关系。模型输入涵盖车辆侧视轮廓线、关键尺寸参数及造型特征描述，输出为预测风阻系数值与压力分布云图。模型训练需以大量 CFD 仿真数据作为监督信号、风洞测试数据作为参考，通过学习样本规律，实现新车型风阻性能的快速预测。

相较于传统 CFD 仿真，智能体预测具备三项特征：一是效率优势，可快速输出预测结果，支撑大量方案的协同对比与筛选；二是成本优势，可大幅降低仿真软件许可与高端计算资源的占用；三是易用性优势，仿真预测无需使用者具备深厚的 CFD 专业基础。目前智能体预测主要适用于概念设计阶段的方案对比与趋势分析，最终空气动力学性能验证仍需依托风洞试验等传统方法完成。

技术实施过程中需建立明确的工程可信边界，保障预测结果在可控范围内可

靠应用。具体而言，需明确模型适用域，涵盖训练样本覆盖的车型类别、几何参数范围、工况条件、网格标准及求解器设置，超出该适用域的新方案需触发低置信度提示。当输入方案超出训练分布范围，或涉及新颖造型特征时，系统应主动标注预测结果的不确定性，明确建议通过仿真或试验开展补充验证。此外，需建立模型置信度评估机制，对预测结果的不确定性进行量化，辅助判断预测结果的可靠程度，避免因过度依赖AI预测引入工程风险。

7.3.2 动力经济性智能分析与优化

动力经济性是汽车产品的核心指标之一，尤其在智能网联新能源汽车领域，涉及动力系统匹配、能量管理策略及整车控制等多个技术领域。智能体技术的应用，为动力经济性的智能分析与优化提供了新途径。

智能体辅助的动力经济性分析系统，整合国家标准、行业数据与科研成果，构建可实现智能建模计算与标定判断的数字化专家系统。该系统具备以下核心功能：一是法规符合性自动判定，基于输入的车辆参数与工况数据，自动计算动力性、经济性指标，并判定是否符合相关法规要求；二是多目标协同优化，综合考量动力性、经济性、成本及排放等多维目标，基于优化算法自动搜索最优参数组合；三是能量管理策略优化，集成动态规划、模型预测控制等先进算法，优化混动系统的能量分配策略。

该系统的应用价值主要体现为：一是降低优化分析工作量，无需开展精密复杂的仿真软件操作即可完成初步性能分析；二是提升优化效率，AI 算法可高效全面探索海量参数组合，发现传统方法易忽略的优化方向；三是支持决策追溯，系统可提供详细的分析报告与方案对比，便于方案论证与评审。

系统建设应重点关注研发知识图谱与 AI 模型的融合。动力经济性分析涉及大量领域知识与工程经验，单纯依赖数据驱动的 AI 模型难以保障分析结果符合物理机理要求。通过将知识图谱中的约束规则与物理机理嵌入 AI 模型，可显著提升分析结果的可靠性与可解释性。

7.3.3 CAE智能体集群扩展方向

风阻预测与动力经济性分析是 CAE 智能体的典型应用场景，其技术路径可

拓展至更广泛的仿真领域。构建 CAE 智能体集群，是人工智能技术深度赋能汽车性能开发的重要方向。

碰撞安全仿真智能体是核心扩展方向之一。碰撞仿真计算体量庞大，单次整车碰撞仿真的计算时长通常不低于数十小时。AI 降阶模型可在保证精度满足要求的前提下，将计算时长缩短至分钟级，为概念设计阶段的结构优化与材料选型提供支撑。技术实现层面，可依托生成式模型学习碰撞变形模式，或通过神经网络代理模型构建设计参数与响应指标间的映射关系。

噪声、振动与声振粗糙度（NVH）仿真智能体具备重要应用价值。NVH 问题涉及复杂的结构动力学与声学传播机制，传统仿真方法对专业能力与工程经验要求较高。AI 技术可用于 NVH 问题的快速预测并生成优化方案，辅助技术人员识别潜在 NVH 风险并制定改进策略。

热管理仿真智能体聚焦整车热平衡与零部件热可靠性分析。电动汽车热管理涉及电池、电机、电控等多系统耦合，AI 模型可学习不同工况下的热行为规律，实现热管理策略的快速评估与优化。

CAE 智能体集群建设遵循“先单点突破、再逐步扩展”的实施策略。优先选取输入输出边界清晰、数据积累充分、业务需求迫切的场景实现技术突破，形成可复制的技术方法与实施经验，再逐步拓展至其他仿真领域。同时需重视 AI 模型与传统仿真方法的协同应用，明确 AI 模型适用边界，建立模型验证与校准机制，保障分析结果具备工程可信度。

7.4 三维几何与空间拓扑智能体

7.4.1 智能CAD检索与复用

汽车研发过程中产生海量三维 CAD 模型，其中蕴含丰富的设计知识与工程经验。“避免重复设计”是汽车研发领域的长期诉求，但传统基于文件名与关键词的检索方式难以满足实际的知识复用需求。智能 CAD 检索技术通过解析三维模型的几何特征与语义信息，实现了从“可检索”到“精准检索”的升级。

智能 CAD 检索系统支持多种检索方式。第一类是基于自然语言的语义检索，可通过描述性语言直接开展搜索；第二类是基于二维图像的检索，上传手绘草图

或屏幕截图后，系统将返回几何特征关联度较高的结果；第三类是基于三维模型的形状检索，以上传模型为参考，在知识库中检索结构特性相似的零件或总成。系统返回结果按相似度排序，并附带模型元数据与关联文档。

技术实现层面，智能 CAD 检索涉及三维几何特征提取、多模态语义对齐与相似度计算等关键环节。几何特征提取将三维模型的形状信息编码为低维向量，以实现快速比对；多模态语义对齐建立文本描述、二维图像与三维模型之间的语义关联；相似度计算综合考量几何相似性与语义相关性，返回最符合检索意图的结果。

智能检索的应用价值不仅在于提升查找效率，更在于推动设计知识的复用。通过检索历史项目中的相似零件，工程师可快速掌握已有设计方案，避免重复设计；通过检索典型结构的设计规范，可保障新设计符合企业标准与工艺要求。该检索系统还可与 PDM/PLM 系统深度集成，实现检索结果与项目数据、变更记录及仿真报告的关联展示。

7.4.2 DMU智能审查与干涉预测

数字样机（DMU）审查是整车开发过程中的关键环节，其核心作用为验证零部件间的装配关系与空间间隙。传统 DMU 审查高度依赖工程师个人经验，需人工逐一检查数以万计的零部件配合关系，不仅耗时较长，且易发生漏检问题。AI 技术的引入为 DMU 审查的智能化升级提供了技术支撑。

AI+DMU 智能审查系统具备三项核心能力：一是自动干涉检测，系统可批量完成整车级干涉分析，自动识别零部件间的物理干涉与间隙不足等问题。二是智能分类判断，可准确区分真实干涉与伪干涉，灵活应用对向零件数据间的布置关系。三是问题追踪管理，可建立干涉问题的全生命周期管理机制，完整记录问题的发现、分析、解决与验证过程。

干涉预测是 AI+DMU 的高级功能。基于历史项目的干涉数据与审查规则，系统可在设计早期预测潜在干涉风险，实现“前置防呆止错”。在总布置设计阶段，系统可依据主要总成部件与布置断面方案，预判可能发生的干涉问题并发出规避提醒。该预测能力对保障开发周期、减少后期设计变更具备重要价值。

AI+DMU 系统的落地实施需解决三项核心挑战：一是数据标准化，不同来源的 CAD 数据可能存在格式差异与精度问题，需建立统一的数据预处理流程。二是规则知识化，需将工程师的审查经验转化为可计算的判断规则，这要求开展深入的领域知识工程工作。三是结果可解释，AI 模型的判断结果需提供明确依据，以便工程师开展审核与追溯工作。

7.4.3 三维数模自动生成二维工程图纸

二维工程图纸是汽车研发过程中支撑制造与检验环节的核心交付物。传统出图流程需人工完成视图布置、尺寸标注及公差设定等各项细节工作，机械重复程度较高，且难以保障出图标准统一。依托智能体的 3D 转 2D 自动出图技术，可一键将三维数模智能转换为符合规范要求的统一二维工程图纸。

自动出图系统的工作流程包含视图生成、标注添加与图纸整理三个核心环节。在视图生成环节，系统基于数模的几何特征自动选定主视图、剖视图及局部放大图，确定合理的视图比例与布局方案。系统优先自动生成基础尺寸要素，涵盖孔径、孔位、外形尺寸、板厚，以及材料、技术要求等规则性内容；针对基准体系、配合、公差与形位公差，系统提供带溯源依据的标注建议，并明确标记为工程师审核项，最终由工程师完成确认签核。在图纸整理环节，系统自动填充标题栏、材料说明及技术要求，生成完整图纸包。

AI 技术在自动出图中的应用体现为多个维度：一是智能视图选择，基于对零件结构的深度理解，选取最能清晰表达设计意图的视图方案；二是标注优先级判定，根据零件的功能要求与工艺特点，确定尺寸标注的优先级及公差等级；三是规范符合性核查，对照企业图纸规范检查标注的完整性与正确性，并提示潜在遗漏或错误。

自动出图技术的应用可显著提升出图效率与图纸质量。效率层面，可将单张图纸的出图时间从数小时缩短至分钟级；质量层面，通过自动化规范检查，减少因人为疏忽导致的审图返工。需要说明的是，自动出图结果仍需工程师审核确认，该系统定位于辅助工具，并非完全替代人工。

7.4.4 CAD智能生成与工程约束满足

CAD 智能生成是智能体技术在工程设计领域的高级应用形态，可依据设计需求与意图，整合研发知识库及各类约束条件，自动生成符合工程目标的可编辑三维数模。该技术的成熟将从根本上重构工程设计的工作模式，推动设计范式由“计算机辅助设计”向“人工智能生成设计”转变。

CAD 智能生成的技术路径包含检索、改造、生成三个环节。检索环节依托智能 CAD 检索系统，匹配符合要求的已有模型；改造环节在检索所得参考模型的基础上，自动完成参数化调整；生成环节则完全依据边界条件，从零构建符合要求的全新结构。

满足工程约束边界条件是 CAD 智能生成的核心挑战。汽车零件设计需兼顾几何、装配、工艺、性能等多维度约束，AI 模型需将各类异构约束统一编码集成至生成过程，保障输出结果具备工程可行性。

技术实现层面，CAD 智能生成采用“知识图谱+生成模型”的融合架构。知识图谱存储设计规则、典型结构与约束关系，为生成过程提供知识引导；生成模型负责几何形状的生成与优化，二者协同运作，实现知识驱动与数据驱动的有机结合。

CAD 智能生成拥有广阔的应用前景。在标准件与相似件设计场景中，可实现高度自动化，大幅减少重复性建模工作；在新结构设计场景中，可作为概念生成工具，为工程师提供多元化设计思路；在优化设计场景中，可结合仿真智能体，探索结构轻量化的设计边界。

7.5 研发协同与流程自动化智能体

7.5.1 跨部门协同与项目智能助理

汽车研发涵盖造型、工程、仿真、工艺、采购等多部门协同配合，信息传递与任务协调的复杂度较高。传统协同模式依赖会议、邮件及即时通信工具，存在信息分散、易遗漏等问题。研发协同智能体通过与企业协作平台深度集成，为跨部门协同提供智能化支撑。

项目智能助理是协同智能体的典型形态，以对话式交互方式为项目管理人员

与团队成员提供服务，具备四项核心能力：一是任务智能分配，可基于项目计划与成员能力模型，自动生成并推荐任务分配方案；二是进度实时追踪，可自动采集各任务节点完成情况，生成标准化项目进度报告；三是风险主动预警，可基于历史数据与当前项目状态，识别潜在的进度风险与资源瓶颈并及时发出提示；四是知识即时推送，可根据当前任务场景，主动推送相关规范文档与历史案例。

跨部门协同的核心挑战在于信息壁垒。不同部门所采用的专业软件与术语体系存在差异，导致信息传递过程中易出现失真问题。协同智能体通过构建统一的数据接口与语义层，可实现跨系统、跨专业的信息互通。协同智能体的落地实施需与企业组织架构及流程制度相适配：技术层面需打通各业务系统的应用程序接口（API），建立统一的数据交换标准；组织层面需明确各部门在协同流程中的职责与权限边界；流程层面需优化现有审批与确认机制，适配智能化协同的节奏与效率要求。

7.5.2 工作流编排与系统打通

汽车研发流程覆盖多个业务环节与软件工具，数据在不同系统间的流转依赖大量人工操作。工作流编排技术通过定义标准化业务流程与自动化规则，可实现研发流程的端到端贯通。

系统打通是开展工作流编排的基础支撑能力。协同平台配备丰富的系统连接器，支持与主流 CAD 软件、仿真平台、PLM 系统及企业协作工具的集成。依托连接器可在不同系统间自动传递数据并触发操作，有效消除信息孤岛。

典型的自动化工作流包括设计变更流程、仿真分析流程、数据归档流程。其中，设计变更流程可实现从变更申请、影响分析、方案评审到实施验证的全流程自动化；仿真分析流程可实现从几何模型导入、网格划分、求解计算到报告生成的无人值守执行；数据归档流程可实现从项目数据整理、质量检查、版本管理到长期归档的自动化处理。

工作流编排的核心价值在于提升流程执行的一致性与可追溯性。自动化流程可消除人工操作的不确定性，保障各环节执行均严格遵循预定规则；流程日志完整记录各环节的执行情况与处理结果，可为问题追溯及流程优化提供数据支撑。

7.5.3 研发过程自动化与闭环管理

研发过程自动化是协同智能体的高级形态，旨在依托人工智能技术实现研发活动的自主规划、执行与优化。相较于传统工作流自动化，研发过程自动化更侧重对复杂任务的智能分解与动态调整，可基于执行反馈自适应优化后续行动。

闭环管理是研发过程自动化的核心理念。传统研发流程中，设计、分析、验证等环节相互独立，信息传递存在延迟与损耗，闭环管理可通过实时数据反馈与智能决策，实现各环节的高效联动。

研发过程自动化的落地需解决三项关键问题：一是任务可分解性，需将复杂研发任务拆解为智能体可执行的子任务，明确各子任务的输入输出及依赖关系；二是决策可计算性，需将研发过程中的判断与决策规则转化为可计算逻辑，为智能体自主决策提供支撑；三是异常可处理性，需建立异常情况的识别与处理机制，保障自动化流程遭遇意外情况时能够妥善处置。

研发过程自动化的价值体现为效率提升与质量保障两个维度。效率层面，通过消除等待时间、减少重复操作，可有效缩短研发周期；质量层面，通过标准化流程执行与实时质量检查，可显著降低人为失误。随着技术持续成熟，研发过程自动化将逐步从辅助性工具演进为研发体系的核心支撑能力。

7.6 工程技能自动化复用智能体

7.6.1 CAE前后处理、网格、载荷、约束标准化

CAE 仿真是汽车研发流程中耗时占比较高的环节，其中前后处理环节的工作占比尤为突出。前处理包含几何清理、网格划分、材料属性设置、边界条件定义等内容；后处理则涵盖结果提取、数据整理与报告编制等环节。此类工作技术门槛相对较低但重复性较高，是工程技能自动化的理想应用切入点。

网格划分作为前处理的核心环节，直接决定仿真精度与计算效率。AI 技术可应用于智能网格生成，基于对几何特征的识别理解，自动适配选择单元类型与网格密度，在应力集中区等关键区域完成局部加密，在次要区域采用较粗网格以节约计算资源。针对相似结构，系统可自动套用历史项目的网格策略，保障分析结果的一致性。

载荷与约束的标准化是提升仿真效率的重要手段。强度分析、模态分析、疲劳分析等不同仿真类型均具备各自的载荷与约束规范，系统可将此类规范转化为可复用的模板库。工程师开展仿真设置时，可依据分析类型与零件类别快速调用对应模板，减少重复性的参数输入工作。

跨软件数据转换是工程实践中普遍存在的痛点问题。由于不同 CAE 软件采用差异化的文件格式与数据结构，模型跨软件迁移过程中需要投入大量人工完成调整工作。自动化工具可实现跨软件的数据映射与转换，保障几何、网格及边界条件的一致性，降低多软件协同的技术门槛。

7.6.2 报告自动生成与经验模板化

仿真报告是研发过程的核心交付物，承担着记录分析过程、呈现结果结论、支撑设计决策的功能。传统报告编制需工程师手动完成数据整理、图表绘制与文本撰写工作，不仅工作量较大，且格式难以统一规范。报告自动生成技术依托模板化与数据驱动的内容生成模式，可显著提升报告编制的效率与质量。

报告自动生成系统的工作流程包含数据抽取、内容生成与格式排版三个环节。在数据抽取环节，系统自动从仿真结果文件中提取关键指标、曲线图表及云图截图；在内容生成环节，基于预设报告模板将抽取的数据填充至对应位置，并自动生成分析结论的文字描述；在格式排版环节，依照企业规范设置字体字号、段落格式及页面布局，最终生成符合要求的报告文档。

模板化是报告自动生成的核心机制。使用者可针对静强度分析、模态分析、碰撞分析等不同类型的仿真分析构建标准化报告模板，明确各章节的内容结构、数据要求与呈现方式。模板既包含固定格式元素，也预留可变数据占位符，系统运行时将根据实际分析结果完成填充。经验模板化可将资深工程师的分析思路与表达习惯沉淀为可复用的知识资产。

7.6.3 可复用、可审计、可版本化的工程技能

工程技能自动化复用的目标，是构建企业级技能资产库，实现工程能力的沉淀、共享与持续优化。技能资产库中的各项技能，须具备可复用、可审计、可版本化三大核心特征。

其中，可复用性要求技能设计遵循标准化接口规范，明确界定技能的输入参数、输出结果及执行条件，确保技能可在不同项目与场景中重复调用，无需重新开发。

可审计性要求技能执行过程具备可记录性与可追溯性，每次技能执行的时间、执行人、输入参数、输出结果及运行日志均需完整留存，形成完整审计轨迹。该机制既满足研发过程管理的合规要求，也为问题追溯与技能优化提供数据支撑。

可版本化要求对技能演进过程实施有效管理与控制。随着技术发展与经验积累，技能需持续迭代优化，版本化管理可保障不同版本的技能并行存在，支持用户根据实际需求选择特定版本执行，避免技能更新引发兼容性问题。同时，完整的版本历史可记录技能演进轨迹，便于清晰梳理技能变更的原因与影响。

工程技能资产库的建设需配套相应治理机制：建立技能评审与发布流程，保障入库技能质量；构建技能分类与标签体系，提升用户检索效率；设立技能评价与反馈机制，收集用户使用体验与改进建议。通过系统化治理，技能资产库将成为企业研发能力的重要组成部分，为研发效率与质量的持续提升提供支撑。

五、产品体系、实施路线与里程碑

（八）产品体系与优先级机制

智能体技术在汽车研发领域的规模化应用，需以系统性产品规划为引领。通过构建有机嵌入研发流程的 AI+汽车研发智能体产品体系架构，建立科学的场景开发优先级评估机制，形成可动态演进的落地实施路径，为行业提供可供参考的实践范式。

图 11 产品体系建设与场景开发优先级评估维度

8.1 产品体系建设顺序

AI+汽车研发智能体的产品体系建设，需兼顾长期能力构建与短期价值产出。应按照平台底座、重点场景、扩展场景及前沿预研构成的四级递进架构开展统筹规划，保障资源配置的合理性与产品演进的有序性。

平台底座类产品是智能体体系的基础设施，涵盖知识中台、智能体编排平台、数据治理平台、模型服务平台及评测监控平台等。该类产品不直接面向终端用户，而是为上层场景化产品提供通用能力支撑。平台底座的成熟度直接影响整体产品矩阵的研发效率、复用水平与长期演进能力，因此需持续加大投入，优先建设、优先完善。

重点场景类产品聚焦汽车研发流程中的关键价值节点，具备较高业务价值与明确商业转化潜力。典型产品包括造型 AI 创绘工具、智能 CAD 检索系统、

AI+DMU 审查系统、风阻预测智能体、动力经济性分析系统等。该类产品是企业实现战略突破、形成行业影响力的重点方向，应作为阶段性资源投入的核心对象，优先完成从能力验证到规模交付的闭环。

扩展场景类产品是围绕核心业务流程延伸形成的各类智能体与工具，以平台底座和重点场景产品沉淀的通用能力为基础，具备较强的可复制性与较低的边际拓展成本。扩展场景类产品适合在重点产品取得阶段性成果后进行系统化扩展，以形成覆盖更广泛业务环节的产品群。

前沿预研类产品面向未来技术储备与产业协同布局，包括数实融合、具身智能数据、中试平台联合创新等前沿方向。该类产品以中长期能力建设为主要目标，不作为短期收入的核心来源。对此类方向，应保持适度投入、滚动跟踪与机会性布局，确保在技术演进过程中具备响应能力与战略主动权。

8.2 场景开发优先级评估维度

针对汽车研发全流程的大量智能化节点，建立科学统一的优先级评估机制至关重要。所有产品与场景的立项、排序及资源配置，均需围绕业务价值、技术可行性、数据基础与可复制性四大核心维度开展综合研判。

业务价值维度应优先切入传统业务流程中耗时较长、痛点集中的关键环节，或可在较短周期内为业务条线带来显著效率提升与正向反馈的方向。通过优先打造高感知、高价值的应用成果，快速验证智能体的实际效能，提升业务组织对智能体工具的接受度与信任度，为后续更大范围的推广奠定基础。

技术可行性维度需充分尊重当前人工智能技术的发展阶段，优先布局输入输出边界明确、任务目标清晰、效果可验证的应用场景，避免在起步阶段过早涉足高耦合、高复杂度且难以收敛的系统工程，通过在技术可控范围内持续形成可交付成果，提升研发成功率与资源使用效率。

数据基础维度应优先推进具备一定历史数据积累、数据来源相对稳定，且可在产品运行过程中持续实现数据沉淀与优化的场景。推动场景建设与数据治理同步推进，使智能体产品不仅成为业务提效工具，更成为数据资产化与治理体系完善的重要着力点，构建应用带动数据、数据反哺应用的正向循环。

可复制性维度需坚持产品化导向，明确区分标准化产品建设与一次性定制开发需求，避免资源长期沉淀于不可复用、不可复制的项目中。推动技术能力沉淀为通用产品模块与可规模化交付的解决方案，使其具备跨客户、跨项目、跨行业的推广潜力。

8.3 全场景产品矩阵框架

基于四级产品体系与优先级评估机制，可构建覆盖汽车研发全流程的智能体产品矩阵。该矩阵围绕研发阶段与专业领域两个维度构建，形成系统化产品布局。

按研发阶段划分，产品矩阵覆盖概念开发、设计开发、试制试验及生产导入四大阶段。其中，概念开发阶段包含造型 AI 创绘、概念风阻预测、布置方案智能推荐等产品；设计开发阶段包含智能 CAD 检索、AI+DMU 审查、智能出图、结构智能生成等产品；试制试验阶段包含试验方案智能生成、试验数据分析、问题根因智能诊断等产品；生产导入阶段包含工艺智能规划、质量预测预警等产品。

按专业领域划分，产品矩阵覆盖造型设计、工程设计、性能开发、工艺制造及项目管理五大领域。造型设计领域聚焦创意生成与视觉表达；工程设计领域聚焦几何建模与空间分析；性能开发领域聚焦仿真预测与优化设计；工艺制造领域聚焦可制造性分析与工艺规划；项目管理领域聚焦任务协同与进度管控。

产品矩阵建设过程中，各产品从立项到成熟需依次经过概念验证、原型开发、内部试用、迭代优化及正式发布等阶段，各阶段应明确验收标准与里程碑要求，通过系统化产品管理保障产品矩阵的健康发展与持续演进。

（九）分阶段实施与里程碑

辅助研发智能体产品体系构建分为能力构建期、场景扩展期和平台生态期三个阶段，各阶段依次完成平台底座夯实、重点场景验证，实现跨域协同、业务流程嵌入，构建行业基础设施、输出标准规范，最终形成可持续演进的智能化研发新范式。

图 12 分阶段实施路与里程碑示意图

9.1 第一阶段实现功能应用

第一阶段定位为“能力构建期”，核心目标是推动研发模式从分散探索向平台化建设转型，从概念验证向业务可用演进。本阶段周期约 2 年，重点任务包括实现平台底座成型、重点场景可用及内部验证。本阶段应达成三方面成果：一是形成统一的 AI 平台底座及首批可用的智能体产品；二是建立数据治理与知识工程的基础能力；三是培养一支具备 AI 技术与汽车工程复合能力的核心团队，在内部形成对 AI 技术价值的共识与认可。

其中，组织机制建设方面，需建立 AI 战略统一牵引机制，明确组织架构、职责分工与协作流程。设立专门的技术团队与业务团队，形成“技术支撑业务、业务牵引技术”的双轮驱动格局。建立项目管理与质量保障体系，确保各项工作有序推进。

数据治理方面，完成研发数据的盘点与分级分类，建立主数据和元数据标准。启动核心数据资产的清洗与标准化工作，形成可用于模型训练的高质量数据集。建立数据权限管理与安全控制机制，保障数据资产的合规使用。

平台底座建设方面，完成知识中台、智能体编排平台、模型服务平台等基础平台的选型与部署。建立统一的开发框架、工具链及接口规范，为上层场景化产品提供标准化支撑。完成与企业现有 IT 系统的集成对接。

重点场景开发方面，选取 3 至 5 个高价值场景开展重点突破，形成可用的产

品版本。典型场景包括知识问答、造型创绘、CAD 检索、风阻预测等。完成场景的内部试用与效果验证，收集用户反馈并持续优化。

9.2 第二阶段落地规模化应用

第二阶段定位为“场景扩展期”，核心目标是推动从单点工具向跨域协同演进，从内部应用向对外输出拓展。本阶段周期约 1 年，任务为实现跨域协同、流程嵌入与推广应用。本阶段预期达成三方面成果：一是智能体成为研发流程的核心组成部分；二是形成一批成熟的商业化产品与解决方案；三是完成规模化推广试点，提升产品体系的行业影响力。

其中，跨域协同能力建设方面，以 CAD、CAE、SE、工艺四大模块为核心，构建跨域智能体协同框架。实现多智能体在典型研发任务中的协同执行，打通需求、设计、验证至工艺的全任务链。建立智能体间的通信协议与协作机制，支撑复杂任务的分解与调度。

流程深度嵌入方面，将核心 AI 能力嵌入至少 30%的内部研发流程，推动其从“可选辅助工具”向“重要支撑工具”转变。优化现有研发流程与规范，适配智能化工具的应用特性。建立流程执行的监控与评估机制，量化 AI 技术对研发效率与质量的优化效果。

产品化完善方面，将通过内部验证成熟的智能体能力转化为标准化产品模块，形成可对外交付的解决方案。完善产品的用户界面、文档资料与技术支持体系，提升产品的易用性与可靠性。建立产品版本管理与发布流程，保障产品质量可控。

9.3 第三阶段形成生态演进

第三阶段定位为“平台生态期”，核心目标是推动工具平台向行业通用基础设施升级，实现从能力输出到生态定义的转变。本阶段周期约 2 年，重点推进三项核心任务：行业基础设施建设、生态协同及标准输出。本阶段预期成果如下：一是构建“内部持续提效、数据持续沉淀、平台持续增强”的正向循环机制；二是在 AI+汽车研发领域树立行业领先的平台型品牌认知；三是为汽车产业智能化转型提供基础设施级支撑能力。

其中，产品矩阵完善方面，需构建覆盖汽车研发核心流程的完整产品矩阵，

形成丰富的标准化智能体工具及若干跨域解决方案。建立统一的数据资产台账、知识图谱体系与模型评测体系，实现数据、知识及模型的全生命周期管理。持续优化产品性能与用户体验，保持技术领先优势。

生态体系建设方面，对外构建覆盖主机厂、供应链、科研机构等多元主体的产品与服务网络。建立开发者社区及合作伙伴体系，吸引第三方开发者基于平台开发增值应用。与高校及研究机构建立联合创新机制，推动前沿技术的产业化落地。

标准规范输出方面，逐步沉淀行业方法论、接口标准、场景标准及能力分级体系。积极参与国家及行业标准制定，推动智能体技术在汽车研发领域的规范化应用。通过标准输出，强化在“AI+汽车研发”领域的行业话语权与品牌影响力。

六、商业化路径与产业生态

（十）智能经济新形态下商业化模式

智能体技术正为汽车研发领域创造全新商业机遇，从标准化产品矩阵到全链路服务体系，从数据资产运营到算力平台赋能，多元化价值增值实现路径正逐步形成。相关企业通过产学研协同、产业链联动与开放生态构建，推动智能经济从单点突破迈向系统繁荣，重塑汽车研发产业的价值分配格局。

图 13 智能经济新形态下商业化模式

10.1 产品标准化

智能体商业化通过分层产品形态覆盖差异化市场需求，形成基础收入支撑。针对中小企业，采用订阅制云服务提供按需调用的智能体能力，降低初期投入门槛并保障功能持续迭代；面向大型汽车集团，提供私有化部署方案，确保核心研发数据不出域，满足安全合规与自主可控要求；同时通过工具授权模式向工业软件厂商输出算法内核与接口能力，借助既有渠道实现技术渗透与生态嵌入，三类模式共同构成可快速交付、易于集成的标准化产品矩阵。

10.2 全链路服务

超越单一产品交付模式，构建覆盖战略咨询、系统实施及联合共创的全链条服务体系，实现高附加值商业回报。战略咨询层为客户提供智能化转型顶层设计服务，精准识别高价值应用场景，科学规划技术路线；实施集成层负责对接客户现有研发工具链并推动项目落地，完成数据治理、知识构建与流程嵌入等核心工作；联合研发层针对前沿技术难题建立深度战略合作关系，通过共同投入资源开展技术攻关并共享知识产权，形成从规划设计到落地执行再到前沿探索的端到端服务闭环。

10.3 数据资产服务

将汽车研发过程中积累的海量多源异构数据转化为可运营、可交易的数据资产，开辟持续性收益来源。基础层提供数据治理与质量提升服务，建立统一数据标准、完成数据清洗标注并打通数据孤岛；产品层将高质量数据封装为材料性能、Benchmark对标等专业数据集，通过授权或订阅模式对外输出；运营层基于积累的知识资产提供技术洞察、趋势分析等高附加值信息服务，实现从原始数据到知识产品的价值跃升。

10.4 算力与平台服务

通过云化交付模式降低智能体应用的算力门槛与建设成本，构建平台级商业入口。智算中心提供面向汽车仿真与 AI 训练优化的弹性算力租赁服务，支持按需扩展与分布式计算；一体化平台整合算力资源、数据资产、模型仓库与应用市场，提供从模型训练、智能体开发到部署运维的全栈能力。运营策略上，采用基础功能免费与增值服务收费相结合，并逐步引入词元（token）计价——研发任务由智能体执行后，成本发生在每一次推理与生成之上，token 成为智能消耗的自然计量单位，客户按需取用、按量结算，服务商将模型、算力与工程能力的成本统一折算至 token，形成可核算、可审计的商业闭环，进一步提升平台粘性、锁定长期客户价值。

（十一）产业生态与行业协同

智能体技术的规模化应用需依托健康、开放、协同的产业生态体系，这要求打破企业边界与学科壁垒，构建多元主体深度协作的创新共同体。自产学研一体化的人才培养与技术转化，至产业链上下游的数字化协同与价值共创，再到标准共建与开源开放的基础设施建设，行业协同已成为关键驱动力量。

图 14 产业生态与行业协同

11.1 产学研协同

打通从基础研究到工程应用的科技创新链条，构建人才供给与技术转化的双重保障机制。基础研究环节聚焦物理信息融合、多智能体协同等前沿方向，整合高校理论创新能力与企业场景数据资源；人才培养环节通过共建工作站与课程体系，培育兼具AI算法知识与汽车工程专业能力的复合型人才；中试验证环节建设贴近真实工业环境的验证平台，为创新技术提供成熟度评估与风险测试服务，弥合实验室原型与产业化应用之间的技术鸿沟。

11.2 产业链协同

构建主机厂、供应链企业、工业软件商与AI技术方深度协作的价值网络，实现优势互补与风险共担。主机厂开放研发场景与数据资源，提出业务需求并参与

联合开发；供应链企业依托智能体提升零部件设计效率与响应速度，实现与主机厂的数字化协同；工业软件商将AI能力嵌入传统工具链，提供成熟的承载平台；AI技术方则分层提供基础模型、行业算法与场景应用，通过标准接口实现多主体能力模块的灵活组合与互联互通。

11.3 标准共建

建立覆盖技术标准、评估体系与接口规范的标准化框架，保障产业生态健康有序发展。行业标准明确智能体在功能、性能、安全与质量维度的基本要求及测试方法；能力分级体系参照自动驾驶分级思路，界定从辅助工具到完全自主的成熟度等级，为客户选型提供依据；接口规范统一智能体与工业软件、智能体之间及数据交换的通信协议与格式标准，打破系统孤岛，实现即插即用的互操作能力。

11.4 开放生态

通过开源共享、分层协作与联合攻关，构建低成本、高效率的技术创新共同体。开源社区开放基础模型、工具框架与评测基准，降低全行业创新门槛并扩大技术影响力；模芯云架构实现基础模型、芯片算力、平台服务与应用创新的分层解耦，避免重复建设并保障各层参与者获得合理回报；协同创新联合体针对跨企业、跨领域的系统性难题组织联合攻关，共享研发成本与知识产权，推动共性技术突破及成果的行业共享。

七、实施保障与未来展望

（十二）组织、人才与资源保障

智能体赋能汽车研发设计的战略落地，是一项涵盖多环节的系统工程。为推动AI战略从概念验证阶段向平台建设阶段推进、从单点工具应用实现规模化复制，需构建全面、多层次的组织、人才与资源保障体系，为战略落地提供坚实支撑。

12.1 统筹机制与组织架构建设

围绕AI战略目标，构建“战略统筹—组织主体—基础技术层—场景产品线—商业运营—生态合作”的一体化组织架构，形成“上层统一统筹、下层能力与业务并进”的高效运行模式，避免碎片化建设。

12.2 人才体系建设

汽车研发AI的核心在于多领域能力的融合。围绕AI战略落地需求，需构建“懂业务、懂数据、懂AI、懂产品”的复合型人才结构，打造覆盖多领域的六大核心人才梯队，为AI战略落地提供坚实的人才支撑。

AI算法人才聚焦大模型、多模态、图形学等领域，负责模型研发、微调与优化工作，支撑智能体核心能力建设；平台工程人才涵盖后端、云原生、MLOps等方向，承担AI平台建设、接口打通与安全运维职责；产品人才包括AI产品经理、解决方案经理等，负责场景定义、产品规划与运营优化；业务复合人才兼具汽车工程知识与AI应用逻辑，推动AI场景精准落地；数据与知识工程人才专注于数据治理、知识抽取与数据资产化推进；商业化人才涵盖售前咨询、客户拓展等岗位，负责产品商业化推广与收入目标达成。

12.3 关键资源保障体系建设

立足AI战略落地需求，构建涵盖组织、人才、资金、数据、制度、生态六大维度的资源保障体系，明确各维度保障重点，确保各项工作有序推进并落地见效。

组织保障方面，明确分工、协同发力；人才保障通过引育结合与激励机制优化，打造高素质复合型人才梯队；资金保障层面加大研发、算力加大项目投入力

度，提供充足资金支撑；数据保障层面推进数据治理与资产化进程，完善数据安全机制；制度保障层面建立健全流程、标准与合规体系，规范全流程运行；生态保障层面联动高校、科研机构、企业等主体，构建协同创新生态。

（十三）风险管控与未来展望

在智能体赋能汽车研发的进程中，需应对多维度风险、明确智能体演进方向并规划行业未来发展。通过构建完善的风险管控机制与清晰的技术演进路径，可推动汽车研发向AI原生、协同高效的新阶段迈进，助力产业实现高质量发展。

13.1 多维度风险管控及应对策略

智能体赋能汽车研发过程中面临技术、数据、安全、落地、商业等多维度风险，需建立完善的管控与评估机制，精准施策、科学应对，确保AI应用有序推进、价值落地。

技术层面需应对AI迭代速度快、模型精度及工程化落地能力不足的问题，通过坚持技术验证先行、开展小范围试点迭代并加强外部合作，提升技术支撑能力；数据层面需解决数据碎片化、质量参差不齐及存在安全隐患等问题，通过分级分类治理、建立安全防护体系，筑牢数据安全防线；安全层面需针对核心数据、模型及接口存在的安全漏洞，构建全流程防护与可追溯机制；落地层面需以业务需求为导向，明确核心痛点、打造标杆场景并强化相关培训，提升业务端接受度；商业层面需通过打造行业标杆案例、优化定价策略与商业模式，解决商业化推广不足、模式不成熟等问题，全面防范各类风险、保障战略落地。

13.2 智能体演进方向规划

随着技术迭代与场景深化，智能体将分三阶段实现跨越式演进，逐步推动汽车研发全流程完成智能原生转型，促进研发模式的持续升级。

第一阶段为单智能体落地阶段，聚焦单点业务痛点，开发造型创绘、风阻预测等单智能体工具，实现单点效能提升与技术验证；第二阶段为多智能体协同阶段，依托统一平台实现多智能体跨域协同，打通研发全任务链路，提升协同效率；第三阶段为自主研发系统构建阶段，实现智能体自主决策、规划与优化，构建端

到端自主研发系统，大幅减少人工干预。

13.3 汽车研发迈向AI原生工业协作新时代

未来，随着智能体技术的逐步成熟与保障体系的日益完善，汽车研发将突破传统模式的局限，迈向“AI原生、协同高效”的工业协作新时代。AI技术将深度渗透研发全流程，成为核心驱动力量，推动知识复用、数据闭环与智能协同新模式的形成。在这一进程中，研发的计量方式也将随之改变，智能时代将以token计量智能——研发过程中的每一次推理、生成与验证，都对应确定的token消耗。当智能可计量，研发投入便可从"人月"折算为"智能量"，研发能力可以用token来标定，跨企业的智能协作也会拥有统一的结算凭证。token由此承担双重角色：既是智能服务新的计价单位，也是智能能力流转与交易的载体。谁能以更少的token交付同等的工程结果，谁就握住了智能时代研发效率的定义权。这将进而引领汽车研发智能化转型，为产业高质量发展提供有力支撑。

八、行业倡议

为推动智能体技术在汽车研发领域的健康快速发展，助力汽车产业智能化转型，结合实践经验，现向全行业发出以下倡议：

一是坚守工程可信与安全可控底线。严格遵循AI技术工程可信原则，确保输出成果符合工程规范与物理规律；强化数据安全、模型安全及知识产权保护，构建自主可控的技术体系。

二是推进数据治理与知识沉淀先行。开展数据分级分类与标准化治理工作，推动研发数据向核心资产转化；加强行业知识沉淀，构建专属知识图谱与知识库。

三是倡导开放协同与生态共建。打破行业壁垒，推动多方协同共建汽车研发AI生态，促进经验与成果共享，加速技术规模化应用。

四是加快自主工具链与标准体系建设。加大自主工具链研发投入力度，推动AI与工业软件深度融合；联合制定行业技术、数据及应用标准。

五是依托技术创新驱动产业高质量发展。聚焦研发核心痛点，推动AI与应用场景深度融合，通过技术创新提升研发效率、降低成本，驱动汽车产业向电动化、智能化方向转型。

九、主要贡献单位

编写委员会：

主　任：付炳锋

副主任：杨中平、陈士华、宣奇武、邹朋

主　编：李尧

副主编：刘亚彬

主要执笔人：徐习铭、张乐、王秋源、高晗、李勇、谭晶、陈露、刘召昆、王耀轮、杨鹏、陈英龙、郑达、刘芳兵、王雅虎、姜昌浩、李安南、任晋辉、韩子奇、许丹妮、徐健峰、王志福、金叙龙、刘秋铮、陈丹丹、唐留城、于树雷、张兆龙、陈炯、李世伟、余欢、周镇镇、黄茁、韩昭、庞天舒、李雅静、丁瑞峰、马天泽、刘锴、任锋

参与单位：

中国第一汽车集团有限公司

重庆长安汽车股份有限公司

北京汽车集团有限公司

奇瑞汽车股份有限公司

长城汽车股份有限公司

北京理想汽车有限公司

北京阿尔特太乙人工智能科技有限公司

中移（上海）信息通信科技有限公司

中国移动通信集团北京有限公司

圆木智能科技（北京）有限公司

中国国际工程咨询有限公司

北京百度网讯科技有限公司

蔚来控股有限公司

北京理工大学

众链数智（上海）智能科技有限公司

（以上排名不分先后）

中国汽车工业协会

地址：北京市丰台区汽车博物馆东路诺德中心11号楼33层

邮政编码：110160

电话：010-63979900

网址：www.caam.org.cn